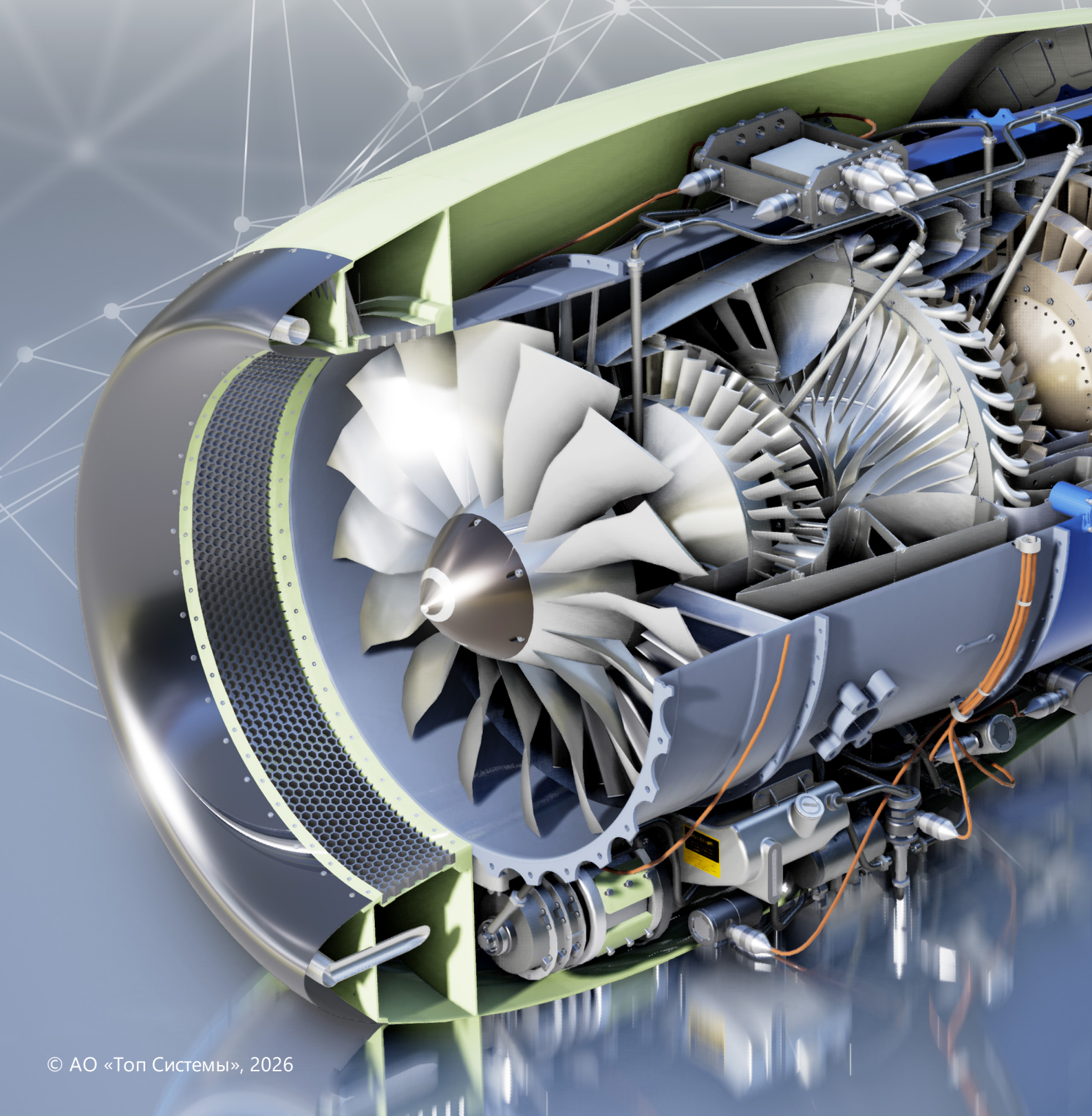
T-FLEX CAD 17

РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

3D МОДЕЛИРОВАНИЕ И 2D ПРОЕКТИРОВАНИЕ



© АО «Топ Системы», 2026

© АО «Топ Системы», 1992 – 2026

Все авторские права защищены. Запрещено воспроизведение в любой форме любой части настоящего документа без разрешения от АО «Топ Системы».

АО «Топ Системы» не несёт ответственности за ошибки, которые могут быть в этом документе. Также не предполагается никаких обязательств за повреждения, обусловленные использованием содержащейся здесь информации.
Содержание настоящего документа может быть изменено без предварительного уведомления.

Торговые марки T-FLEX CAD, T-FLEX CAD 2D+, T-FLEX DOCs, T-FLEX Viewer, T-FLEX VR, T-FLEX Анализ, T-FLEX Динамика, T-FLEX Зубчатые передачи, T-FLEX Печатные платы, T-FLEX Раскрой, T-FLEX Расширенный импорт, T-FLEX ЧПУ, T-FLEX Электротехника являются собственностью АО «Топ Системы».

Все другие товарные марки являются собственностью соответствующих фирм.

Содержание

Введение ... 55
Стандартные соглашения, принятые в T-FLEX CAD Help ... 55
Как использовать T-FLEX CAD Help ... 59
Страница «Приветствие» ... 61
Обучающие материалы ... 64
Информация об электронных ключах защиты ... 65
Быстрое начало ... 89
Основные понятия ... 89
Начало работы ... 90
Создание нового документа ... 95
Работа с командами ... 97
Предварительный просмотр ... 100
Последние команды ... 101
Поиск команд ... 103
Панели ... 104
Ленточный интерфейс ... 105
Панель быстрого доступа ... 108
Список вкладок ленты ... 109
Меню справки ... 110
Меню настроек системы ... 111
Меню режимов главного окна ... 111
Панель интеграции с T-FLEX DOCs ... 112
Текстовый интерфейс ... 112
Инструментальные панели текстового интерфейса ... 113
Системная панель ... 115
Главная панель ... 116
Опции отображения главной панели ... 117
Общие элементы ленточного и текстового интерфейсов ... 119
Подсказки по командам ... 120
Панель Вид ... 121
Панель фильтров ... 124
Автоменю ... 126

Динамическая панель ... 128
Текстовое меню команд ... 131
Статусная строка ... 132
Типы окон ... 133
Служебные окна ... 135
Управление служебными окнами ... 146
Закрепить окна ... 151
Переход к выбранному элементу ... 152
Использование клавиатуры и мыши ... 154
3D манипулятор ... 161
Отмена и повтор действий ... 162
Работа с документом ... 164
Создание и сохранение документа ... 164
Создать 2D документ ... 164
Создать 3D документ ... 166
Сохранить ... 169
Сохранить как ... 170
Сохранить копию ... 171
Сохранить все ... 171
Сохранить как прототип ... 171
Создать документ из прототипа ... 175
История изменений документа ... 178
Окно документа ... 181
Открыть документ ... 181
Закрыть документ ... 184
Закрыть все окна документов ... 184
Новое окно документа ... 185
Закладки документов ... 186
Управление окнами документов ... 189
Выбор активного окна документа ... 199
Страницы документа ... 202
Создание страниц ... 206
Размеры страницы ... 207
Закладки страниц ... 208

Формат листа ... 210
Ориентация листа ... 211
Масштаб листа ... 211
Печать текущего документа ... 212
Печать нескольких документов ... 220
Иконка документа ... 237
Просмотр ... 239
Свойства документа ... 241
Конвертер документов ... 243
Защита документов ... 250
Установка доступа к документу ... 251
Типы защиты документа ... 255
Типы доступа к защищённому документу ... 256
Генерация пароля доступа к документу ... 257
Получение идентификатора текущего ключа защиты ... 259
Работа с защищённым документом ... 260
Изменение доступа к защищённому документу ... 260
Отправить по почте ... 261
Виды. 3D сцена ... 262
Окна видов ... 262
Полноэкранный режим ... 266
Режим презентации ... 266
Элементы интерфейса в окнах видов ... 267
Полосы прокрутки ... 268
Линейка ... 268
Управление видом на плоскости ... 269
3D сцена. Работа с окном 3D вида ... 276
Глобальная система координат ... 280
Вращение 3D сцены ... 281
Стиль отображения 3D сцены ... 287
Качество изображения 3D сцены ... 298
Стандартные точки взгляда ... 300
Применить сечение к 3D сцене ... 304
Плоскость обрезки 3D сцены ... 305

Способ проецирования 3D сцены ... 309
Параметры 3D вида ... 311
Камера ... 314
Создать камеру ... 315
Выбрать камеру в качестве активной ... 318
Контекстное меню камеры ... 322
Параметры камеры ... 322
Редактировать камеру ... 324
Источник света ... 325
Типы источников света ... 326
Создать источник света ... 327
Диалог параметров источника света ... 330
Редактировать источник света ... 332
Управление видимостью элементов ... 333
Погасить/показать элементы по типу ... 334
Погасить/показать 3D элементы ... 336
Погасить/показать 2D элементы ... 338
Фотореалистичное изображение ... 340
Качество фотореалистичного вида ... 341
Работа с фотореалистичным видом ... 344
Параметры фотореалистичного вида ... 348
POV-Ray ... 349
Стереоскопическое изображение ... 356
Настройки ... 358
Работа с несколькими мониторами ... 358
Требования к системе ... 360
Установки системы ... 361
Пользователь ... 362
Запуск ... 363
2D ... 364
Список форматов листа ... 365
Список пользовательских масштабов ... 366
Параметры графики ... 366
3D ... 367

Параметры графики ... 370
Окна ... 373
Папки ... 374
Базы данных/Документы/Спецификации/Текстуры ... 376
Спецификация ... 376
Файлы ... 378
Фрагменты ... 380
Привязки ... 381
Приоритет ... 382
Ограничения и размеры ... 383
Динамическая панель ... 385
Цвета ... 386
Управление ... 391
Производительность ... 393
Сохранение ... 394
T-FLEX DOCs ... 394
Электротехника ... 397
Контроль качества ... 397
Все ... 397
Настройка интерфейса ... 398
Параметры ... 405
Лента ... 407
Панели инструментов ... 410
Команды ... 412
Клавиатура ... 413
Окружение ... 414
Главная панель ... 416
Добавление пользовательских команд ... 417
Переключение окружений ... 420
Сброс настроек ... 421
Параметры документа ... 422
Все параметры документа ... 425
Группа вкладок Документ ... 425
3D ... 426

Кабельные изделия ... 431
Вид ... 432
Пользовательская камера ... 433
Фрагмент 2D ... 433
Фрагмент 3D ... 435
Сечения ... 440
Управление большой сборкой ... 440
Производительность ... 441
Совместимость ... 441
Внешние переменные ... 441
Правила именования страниц ... 443
Видимость страниц ... 443
Сохранение ... 444
Группа вкладок Страница ... 445
Лист ... 446
Зоны ... 449
Шрифт ... 451
Размеры ... 453
Альтернативные размеры ... 455
Линии ... 457
Вид ... 459
Фрагменты ... 461
Символы ... 462
Элементы оформления ... 462
Цвета ... 463
Сетка ... 464
Стили оформления главного окна ... 465
Общее управление элементами ... 466
Задание параметров элемента ... 466
Единицы измерения параметров элемента ... 470
Копирование параметров 2D элементов ... 472
Параметры по умолчанию ... 474
Окно "Параметры" ... 478

Контекстные меню полей ввода ... 484
Окно "Элементы модели" ... 489
Информация об элементах ... 492
Слои, уровни, приоритеты, имена, цвет ... 497
Слои ... 498
Слой текущего элемента ... 501
Уровни ... 503
Уровень текущего элемента ... 504
Приоритет ... 505
Имя ... 506
Цвет ... 507
Выбор элементов ... 512
Объектные привязки ... 513
Подсказки по выбору элементов ... 515
Фильтр ... 517
Селектор ... 520
Выбор элементов рамкой и кривой ... 522
Фильтры типа элементов ... 526
Обновление элементов ... 527
Обновить изменённые элементы ... 527
Полный пересчёт ... 528
Управление обновлением отдельных элементов ... 531
Группы элементов ... 532
Поиск элементов ... 536
Удалить лишнее ... 537
2D черчение ... 540
Основные способы создания чертежей ... 540
2D элементы построения ... 545
Прямая ... 546
Режимы и способы создания прямых линий построения ... 549
Перпендикулярные прямые ... 549
Через узел ... 550
Через точку с заданными координатами ... 551
Через начало координат ... 552

Через точку привязки фрагмента ... 553
Горизонтальная прямая ... 556
Через узел ... 557
С заданной ординатой ... 557
С касанием к кривой ... 558
Вертикальная прямая ... 560
Через узел ... 560
С заданной абсциссой ... 561
С касанием к кривой ... 562
Прямая под произвольным углом ... 564
Параллельная через узел ... 565
Параллельная на заданном расстоянии ... 567
Параллельная с касанием к кривой ... 569
Через два узла ... 572
Через узел, под углом к горизонтали ... 573
Через узел, под углом к другой прямой ... 574
Через узел, перпендикулярно другой прямой ... 576
Через узел, с касанием к кривой ... 577
С касанием к кривой, под углом к другой прямой ... 579
С касанием к двум кривым ... 583
Пропорциональная прямая ... 585
Ось симметрии двух прямых ... 587
Симметричная прямая ... 588
Прямая на основе проекции ... 589
Прямая на основе линии изображения ... 590
Диалог параметров прямой ... 590
Окружность ... 592
Режимы и способы создания окружностей построения ... 594
Окружность с центром в узле ... 595
С центром в узле и заданным радиусом ... 595
С центром в узле, через узел ... 596
С центром в узле и одной касательной ... 597
Окружность через узел ... 598

Через три узла ... 599
Через два узла, с заданным радиусом ... 599
Через два узла, с одной касательной ... 601
Через узел, с одной касательной, с заданным радиусом ... 602
Через узел, с двумя касательными ... 605
С двумя касательными, через узел ... 607
С двумя касательными и заданным радиусом ... 609
С тремя касательными ... 611
Симметричная другой окружности построения ... 613
Концентричная другой окружности ... 614
На основе проекции ... 616
На основе линии изображения ... 616
Привязка к узлу варианта касания ... 617
Параметры окружности построения ... 618
Эллипс ... 619
Способы создания эллипсов построения ... 620
С центром в узле, через узел, с заданной длиной оси ... 621
С центром в узле, через два узла ... 622
С центром в узле, с касанием к прямой, через узел ... 623
С центром в узле, через узел, с касанием к прямой ... 625
С центром в узле, с касанием к прямой, с заданной длиной оси ... 626
С центром в узле, с касанием к двум прямым ... 627
Через два узла, с заданной длиной оси ... 628
Через три узла ... 629
Через два узла, с касанием к прямой ... 631
С двойным касанием к окружности, через узел ... 632
С двойным касанием к окружности и касанием к прямой ... 633
Симметрично другому эллипсу построения ... 634
На основе проекции ... 635
На основе копии линии изображения ... 636
Параметры эллипса построения ... 636
2D узел ... 637
Связанный 2D узел ... 639

Полусвязанный 2D узел ... 645
Свободный 2D узел ... 650
2D узел с фрагмента ... 651
2D узел как проекция 3D узла ... 654
Параметры 2D узла ... 656
Редактировать 2D узел ... 657
2D путь ... 660
Параметры 2D пути ... 663
Сплайн и полилиния. 2D элементы построения ... 664
Анализ 2D сплайнов ... 668
Общие сведения о 2D сплайнах ... 669
Элементы управления точками 2D сплайна ... 676
Геометрические параметры 2D сплайна ... 679
Общие параметры 2D сплайна построения ... 685
Кривая смещения ... 686
Параметры кривой смещения ... 689
Функция ... 690
Параметры функции ... 692
Обрезка и восстановление линий построения ... 695
Фиксация положения 2D элементов построения ... 696
Редактировать 2D линии построения ... 698
Редактирование окружностей ... 703
Редактирование 2D путей ... 706
Редактирование сплайнов ... 709
Замена 2D элементов построения ... 710
Линии изображения ... 712
Линии изображения по 2D элементам построения ... 712
Осевая линия изображения ... 718
Режимы рисования ... 718
Фаска и скругление линий изображения по 2D построениям ... 719
Типы линий изображения ... 724
Пользовательские шаблоны линий изображения ... 725
Пример пользовательского шаблона линии изображения ... 726

Параметры линии изображения ... 730
Стандартные ... 732
Дополнительные ... 734
Редактировать линию изображения ... 736
Эскиз ... 741
Точка ... 745
Отрезок ... 747
Дуга окружности ... 756
Окружность ... 765
Прямоугольник ... 772
Многоугольник ... 776
Параллелограмм ... 778
Паз ... 779
Эллипс и дуга эллипса ... 783
Сплайн и полилиния ... 785
Осевые линии ... 791
Фаска и скругление ... 792
Модификация линий эскиза ... 798
Кривая смещения ... 802
Симметрия ... 804
Параметры линий эскиза ... 806
Редактирование эскиза ... 809
Вспомогательные линии ... 812
Пример работы со вспомогательными линиями, созданными вручную ... 813
Пример работы со вспомогательными линиями, спроецированными на чертёж ... 814
Пересечение линий изображения ... 817
Ограничения ... 819
Степени свободы линий изображения ... 824
Режимы создания ограничений ... 829
Управляющие 2D размеры ... 829
Автоматическое создание ограничений ... 831
Автоматическое создание размеров ... 833
Поиск ограничений ... 835

Типы ограничений ... 840
Совпадение ... 841
Концентричность ... 844
Коллинеарность ... 846
Параллельность ... 848
Перпендикулярность ... 849
Касание ... 852
Фиксация и Полная фиксация ... 855
Горизонтальность и Вертикальность ... 857
Выравнивание по горизонтали и вертикали ... 858
Симметричность ... 861
Равенство радиусов ... 863
Середина ... 865
Фиксированная длина ... 868
Фиксированный угол ... 869
Равная длина ... 870
Специальные ограничения ... 872
Многоугольник ... 872
Смещение ... 873
Линейный массив ... 875
Круговой массив ... 877
G1 и G2 непрерывности ... 878
Примеры создания чертежей ... 878
Создание непараметрического чертежа ... 879
Создание параметрического чертежа с ограничениями ... 885
Создание параметрического чертежа по линиям построения ... 901
Перенос, копирование, массивы 2D элементов ... 918
Выбор 2D элементов для переноса или копирования ... 920
Переход между командами переноса и копирования 2D элементов ... 921
Режимы копирования 2D элементов ... 923
Режимы переноса 2D элементов ... 925
Перетягивание 2D элементов мышью ... 927
Привязка переноса и копирования 2D элементов ... 928

Опции переноса 2D элементов ... 930
Действие после переноса и копирования 2D элементов ... 932
Контекстное меню ассоциативной копии 2D элемента ... 932
Укоротить/удлинить/восстановить ассоциативную копию линии ... 936
Удаление исходных 2D элементов ассоциативной копии ... 937
Массивы 2D элементов ... 938
Линейный массив 2D элементов ... 939
Параметрический линейный массив 2D элементов ... 942
Круговой массив 2D элементов ... 944
Массив 2D элементов по кривой ... 946
Массив 2D элементов по таблице ... 949
Изменение числа копий в массиве 2D элементов ... 952
Диалог параметров массива ... 953
Перенос и копирование 2D элементов ... 954
Перемещение 2D элементов ... 955
Поворот 2D элементов ... 957
Перемещение с поворотом 2D элементов ... 959
Масштабирование 2D элементов ... 961
Симметрия 2D элементов ... 963
Диалог параметров операции копирования 2D элементов ... 965
Редактировать операцию копирования 2D элементов ... 966
Копирование 2D элементов через буфер обмена ... 970
Копировать с точкой ... 974
Специальная вставка ... 975
Система координат двумерных построений ... 975
Выбор используемой ЛСК при создании 2D элементов ... 978
Элементы оформления чертежа ... 978
Управление элементами оформления чертежа ... 979
Привязка размеров и надписей к чертёжным видам ... 979
Параметры шрифта элементов оформления чертежа ... 981
Изменить размер шрифта и стрелок всех элементов текущей страницы ... 983
Обновить элементы оформления ... 984
Размер ... 984

Манипуляторы размера ... 990
Виды и способы создания размеров ... 995
Расстояние между двумя параллельными прямыми или прямой и точкой ... 995
Угол между двумя прямыми ... 997
Расстояние между двумя точками ... 999
Длина оси эллипса ... 1001
Смещение эквидистантной кривой ... 1002
Расстояние от точки на кривой до её проекции на другую линию ... 1003
Радиальный размер ... 1005
Радиальный размер с изломом ... 1007
Размеры по дуге ... 1010
Полная длина дуги окружности ... 1011
Длина дуги окружности между двумя 2D узлами ... 1012
Длина окружности ... 1014
Длина отрезка ... 1015
Угол по четырём точкам ... 1018
Расстояние по трём точкам ... 1020
Расстояние по конусу ... 1021
Размеры от одной базы ... 1023
Цепочка размеров ... 1030
Строительные размеры (отметки уровня) ... 1036
Размер-лидер (длина кривых) ... 1039
Расстояние от оси ... 1040
Расстояние от окружности до объекта ... 1042
Положение размерной линии и значения размера ... 1044
Управляющие 2D размеры ... 1047
Вспомогательные размеры ... 1049
Размер в 3D сцене ... 1050
Связь размеров в 3D сцене с размерами на чертеже ... 1053
Управляющие 3D размеры ... 1054
Связь размера с другим размером ... 1056
Параметры размера ... 1058
Значение размера ... 1059

Текстовые строки в размере ... 1062
Допуск на размер ... 1063
Стиль размера ... 1067
Стрелки размера ... 1071
Формат значения размера ... 1072
Альтернативный размер ... 1073
Опции создания размеров ... 1077
Диалог параметров размера ... 1078
Контекстное меню размера ... 1080
Выравнивание размеров ... 1080
Приложение для проверки размеров ... 1083
Проверка номиналов размеров ... 1084
Расчёт размерных цепей ... 1087
Редактировать размер ... 1090
Текст ... 1092
Многострочный текст ... 1094
Параграф-текст ... 1096
Параметры изменения размеров прямоугольников параграф-текста ... 1100
Таблица ... 1107
Команды для работы с таблицами ... 1110
Параметры таблицы ... 1114
Строчный текст ... 1121
Положение и ориентация текста ... 1123
Контекстное меню текста ... 1130
Контекстное меню содержимого текста ... 1131
Редактор текста ... 1135
Опции отображения содержимого текста при редактировании ... 1138
Вставка элементов в текст ... 1140
Вставка гиперссылок в текст ... 1141
Вставка текста из словаря ... 1147
Вставка специальных символов в текст ... 1152
Пользовательские символы ... 1158
Пример создания непараметрического символа ... 1161

Пример создания параметрического символа ... 1165
Вставка переменных и выражений в текст ... 1172
Вставка номеров позиций в текст ... 1176
Вставка техтребований документа в текст ... 1179
Вставка индексов, дробей и радикалов в текст ... 1179
Вставка шероховатостей, допусков, фрагментов и картинок в текст ... 1182
Параметры шрифта текста ... 1186
Параметры абзаца текста ... 1190
Проверка правописания ... 1195
Диалог параметров текста ... 1197
Редактировать текст ... 1201
Штриховка ... 1204
Ручной ввод контуров штриховки ... 1207
Автоматический поиск контуров штриховки ... 1211
Пользовательские образцы штриховки ... 1212
Параметры штриховки ... 1215
Основные параметры штриховки ... 1215
Метод заполнения «Штриховка» ... 1216
Метод заполнения «Заливка» ... 1218
Метод заполнения «По образцу» ... 1221
Метод заполнения «Невидимая» ... 1223
Обводка контуров штриховки ... 1223
Параметры автоматического поиска контуров штриховки ... 1226
Диалог параметров штриховки ... 1228
Профиль штриховки ... 1229
Редактировать штриховку ... 1232
Номера точек и направление контура штриховки ... 1234
Начальный узел штриховки ... 1235
Редактирование контура штриховки ... 1236
Редактирование точки контура штриховки ... 1237
Добавление новой точки контура штриховки ... 1239
Изменение направления и порядка точек контура штриховки ... 1241
Изменение траектории участка контура штриховки ... 1242

Шероховатость ... 1246
Манипуляторы шероховатости ... 1248
Шероховатость на чертеже ... 1249
Шероховатость в 3D сцене ... 1255
Неуказанная шероховатость ... 1257
Параметры шероховатости ... 1258
Высотный и шаговый параметры, относительная опорная длина ... 1259
Стиль шероховатости ... 1262
Стрелка шероховатости ... 1264
Опции создания шероховатости ... 1265
Диалог параметров шероховатости ... 1265
Редактировать шероховатость ... 1266
Геометрические отклонения ... 1268
Допуск формы и расположения поверхностей ... 1272
База ... 1279
Манипуляторы баз и допусков ... 1281
База и допуск в 3D сцене ... 1283
Связь баз и допусков с размерами ... 1284
Диалог параметров базы и допуска ... 1287
Редактировать базу или допуск ... 1289
Обозначение и заголовок вида ... 1291
Привязка обозначения вида ... 1292
Обозначение разреза или сечения ... 1294
Параметры обозначения разреза или сечения ... 1297
Обозначение вида по стрелке ... 1302
Параметры обозначения вида по стрелке ... 1303
Заголовок вида ... 1307
Параметры заголовка вида ... 1308
Переключение камеры между видом и его обозначением ... 1311
Редактировать обозначение вида ... 1313
Надпись ... 1315
Манипуляторы надписи ... 1319
Форма и расположение стрелки надписи ... 1320

Основная полка надписи ... 1329
Связь надписи с составом изделия ... 1333
Дополнительные полки надписи ... 1334
Дополнительные стрелки надписи ... 1336
Параметры стрелок надписи ... 1337
Опции создания надписи ... 1342
Надпись в 3D сцене ... 1342
Диалог параметров надписи ... 1343
Редактировать надпись ... 1345
Оси ... 1346
Ось двух линий ... 1348
Две оси окружности или эллипса ... 1350
Горизонтальная ось, Вертикальная ось ... 1351
Оси под углом по узлу ... 1352
Радиальная ось по узлу ... 1353
Касательная ось по узлу ... 1353
Ось по окружности и радиальная ось ... 1354
Ось по дуге и радиальная ось ... 1355
Оси между двумя окружностями ... 1356
Ось между центрами двух окружностей ... 1357
Основная надпись ... 1357
Технические требования ... 1363
Таблица исполнений ... 1367
Создать таблицу исполнений ... 1367
Редактировать содержимое таблицы исполнений ... 1370
Изменить параметры таблицы исполнений ... 1371
Таблица отверстий ... 1372
Картинка ... 1380
Параметры картинки ... 1387
Редактировать картинку ... 1387
Чертёжный вид ... 1390
Размеры и положение чертёжного вида ... 1393
Границы чертёжного вида ... 1397

Создание чертёжного вида ... 1398
Создание выносного вида по элементам ... 1400
Создание выносного вида с обозначением ... 1403
Создание выносного вида по контуру обрезки ... 1407
Масштаб чертёжного вида ... 1408
Особенности выносных видов ... 1410
Диалог параметров чертёжного вида ... 1411
Контекстное меню чертёжного вида ... 1412
Активация чертёжных видов и проекций ... 1414
Редактировать чертёжный вид ... 1417
Исключения для элементов чертёжного вида ... 1421
Инструменты управления 2D элементами ... 1423
Выбор 2D элементов ... 1423
2D привязки ... 1424
Фильтры типа 2D элементов ... 1428
Выбрать все 2D элементы ... 1429
Выбрать другой ближайший элемент на чертеже ... 1429
Толщина линий ... 1430
Сетка ... 1430
Окно "Общий вид" ... 1432
Перерисовать ... 1434
2D сборки ... 1435
Специфика работы с 2D сборками ... 1437
Проектирование 2D сборок «Снизу вверх» ... 1447
Элементы привязки 2D фрагментов ... 1448
Вектор привязки ... 1450
Диалог параметров вектора привязки ... 1452
Редактирование вектора привязки, 2D ЛСК, 2D коннектора ... 1454
2D коннектор ... 1455
Диалог параметров 2D коннектора ... 1458
Использование 2D коннекторов ... 1460
Точки привязки ... 1463
Нанесение фрагментов на чертёж ... 1466
Выбор 2D фрагмента для вставки в чертёж ... 1469

Значения внешних переменных 2D фрагмента ... 1472
Привязка 2D фрагмента ... 1477
Параметры 2D фрагмента ... 1483
Проектирование 2D сборок «Сверху вниз» ... 1488
Выделить 2D фрагмент ... 1491
Создать 2D фрагмент ... 1494
Редактирование 2D фрагментов ... 1498
Пример 2D сборки ... 1502
Видимость слоёв ... 1505
Переменные уровни видимости ... 1506
Переменные фрагменты ... 1508
Элементы привязки фрагментов ... 1510
Приоритет отображения фрагментов ... 1514
Управление переменными фрагментов в сборке ... 1516
База данных как источник параметров фрагментов ... 1519
Элементы оформления и состав изделия ... 1524
Управление 3D элементами модели ... 1527
Выбор 3D элементов ... 1527
Фильтры типа 3D элементов ... 1528
Фильтры типа 3D геометрии ... 1529
Выбор операций по созданным граням/рёбрам/вершинам ... 1531
Выбрать другой ближайший элемент в 3D сцене ... 1534
Дерево 3D Модели ... 1536
Контекстные меню элементов дерева 3D модели ... 1544
Параметры дерева 3D модели ... 1548
Откат 3D модели ... 1552
Общие параметры 3D элементов ... 1555
Диалог параметров операции и тела ... 1556
Общие параметры ... 1556
Параметры операции ... 1561
Преобразования ... 1563
Характеристики ... 1565
Диалог параметров геометрического элемента ... 1566
Диалог параметров 3D построения ... 1567

Преобразования 3D элементов ... 1569
Выбор 3D элементов для преобразований ... 1571
Исходная и целевая СК 3D преобразований ... 1572
Режим задания исходной СК 3D преобразований ... 1574
Группы 3D преобразований ... 1576
Список 3D преобразований ... 1577
Виды 3D преобразований ... 1580
Совмещение исходной СК с произвольной ... 1580
Неассоциативное преобразование ... 1583
Перемещение вдоль оси исходной СК ... 1583
Поворот вокруг оси исходной СК ... 1587
Поворот вокруг начала исходной СК ... 1589
Совмещение оси исходной СК с произвольным вектором ... 1590
Совмещение плоскости исходной СК с произвольной плоскостью ... 1590
Перемещение вдоль произвольной оси ... 1591
Поворот вокруг произвольной оси ... 1592
Симметрия ... 1592
Масштабирование ... 1593
Манипуляторы исходной СК 3D преобразований ... 1595
Особенности преобразований адаптивных 3D фрагментов ... 1598
Пример использования 3D преобразований ... 1598
Групповые 3D преобразования ... 1599
Настройка имён 3D элементов ... 1602
3D Построения. Опорная геометрия ... 1604
Использование активной рабочей плоскости ... 1605
Управление видом в режиме черчения на активной РП ... 1607
Выход из режима черчения на активной РП ... 1608
Проекция элементов на активную РП ... 1610
Проекция элементов на РП ... 1610
Пересечение элементов с РП ... 1612
Проекция линий очерка на РП ... 1617
Комбинирование режимов проецирования на РП ... 1621
Автоматическое проецирование элементов на РП ... 1624

Выбор профиля на активной РП ... 1625
Черчение на странице РП в 2D окне ... 1626
Рабочая плоскость ... 1627
Общие сведения о рабочей плоскости ... 1630
Манипуляторы редактирования рабочей плоскости без вызова команд ... 1632
Манипуляторы стороны черчения на рабочей плоскости ... 1634
Система координат рабочей плоскости ... 1635
Отображение рабочей плоскости в 3D сцене ... 1637
Размер и положение рабочей плоскости ... 1640
Работа с рабочими плоскостями с помощью линеек 3D окна ... 1641
Сетка рабочих плоскостей ... 1644
Типы рабочих плоскостей ... 1644
Плоскость на основе системы координат ... 1645
Смещённая плоскость ... 1647
Плоскость через плоское ребро или точки ... 1651
Плоскость перпендикулярно пути ... 1657
Плоскость между двумя плоскостями ... 1660
Стандартная плоскость ... 1662
Плоскость касательная к поверхности в точке ... 1671
Плоскость на основе 2D проекции ... 1672
Параллельная экрану плоскость ... 1674
Плоскость в координатах ... 1675
Параметры рабочей плоскости ... 1675
Редактировать рабочую плоскость ... 1678
Рабочая поверхность ... 1679
Общие сведения о рабочей поверхности ... 1680
Параметрическая область ... 1683
Создание рабочей поверхности ... 1686
Параметры рабочей поверхности ... 1693
Редактировать рабочую поверхность ... 1694
Пример создания рабочей поверхности ... 1695
Локальные системы координат ... 1701
Общие сведения о ЛСК ... 1703
ЛСК и работа со сборками ... 1706

Создание ЛСК ... 1708
Специальные системы координат ... 1712
3D коннектор ... 1714
Диалог параметров ЛСК ... 1722
Редактировать ЛСК ... 1724
3D узел ... 1725
3D узел в координатах ... 1728
3D узел на пути ... 1729
3D узел на поверхности ... 1733
3D узел в центре масс ... 1734
3D узел по наименьшему расстоянию ... 1736
3D узел на пересечении элементов ... 1737
3D узел на пересечении трёх плоскостей ... 1740
3D узел по граням и смещениям ... 1741
3D узел по двум проекциям ... 1743
Создание 3D узлов без вызова команды ... 1744
Диалог параметров 3D узла ... 1746
Редактировать 3D узел ... 1748
3D путь ... 1749
3D путь по 2D элементам ... 1751
Сплайн по 3D точкам ... 1753
Составной 3D путь ... 1764
3D путь по двум проекциям ... 1768
Проекция 3D пути на грань или тело ... 1769
Копия 3D пути ... 1771
3D путь на пересечении элементов ... 1773
Параметрическое изменение 3D узла ... 1775
Линия очерка ... 1782
3D Кривая смещения ... 1784
Кривая смещения к плоскому 3D пути ... 1785
Кривая смещения к 3D кривой на поверхности ... 1787
3D кривая смещения к 3D пути ... 1790
Обрезка 3D кривой смещения ... 1792
Спиральный 3D путь ... 1793

Спиральный 3D путь вдоль оси ... 1794
Общие сведения о Спиральном 3D пути вдоль оси ... 1799
Спиральный 3D путь по грани ... 1804
Плоский спиральный 3D путь ... 1805
Разделение 3D пути ... 1807
3D Ось ... 1809
Переходный 3D путь ... 1812
Изопараметрическая кривая ... 1815
Коническая кривая ... 1819
3D Путь по формуле ... 1825
Модификация 3D пути ... 1826
Изменение длины 3D пути ... 1828
Сглаживание 3D пути ... 1829
Диалог параметров 3D пути ... 1830
Редактировать 3D путь ... 1833
Трасса ... 1833
Общие сведения о трассе ... 1835
Создание трассы ... 1847
Редактирование трассы ... 1852
3D профиль ... 1854
3D профиль по 2D элементам ... 1858
3D профиль по 3D элементам ... 1865
Проекция 3D профиля ... 1869
3D профиль по развёртке поверхностей ... 1877
Придание толщины 3D профилю ... 1886
Диалог параметров 3D профиля ... 1889
Редактировать 3D профиль ... 1891
3D сечение ... 1892
Выбор рассекаемых тел для 3D сечения ... 1894
Отображение результата 3D сечения ... 1895
3D сечение по плоскости ... 1899
3D сечение плоским углом и октантом ... 1903
3D сечение параллелепипедом ... 1908
3D сечение по 2D элементам ... 1911

3D сечение по 3D точкам ... 1914
Диалог параметров 3D сечения ... 1916
Редактировать 3D сечение ... 1918
Твердотельное моделирование ... 1919
Общие опции команд твердотельного и поверхностного моделирования ... 1925
Примитивы ... 1927
Опции Автоменю Примитивов ... 1931
Параметры Примитивов ... 1934
Дополнительные возможности Примитивов ... 1940
Выталкивание ... 1941
Общие сведения о Выталкивании ... 1942
Границы Выталкивания ... 1948
Дополнительные возможности Выталкивания ... 1957
Создать Выталкивание ... 1962
Редактировать Выталкивание ... 1972
Вращение ... 1973
Опции Автоменю Вращения ... 1974
Параметры Вращения ... 1980
Редактировать Вращение ... 1983
Сглаживание рёбер ... 1984
Общие сведения о Сглаживании рёбер ... 1986
Сглаживание двух рёбер из трёх, сходящихся в одной вершине ... 1988
Обработка вершин при сглаживании рёбер разной выпуклости ... 1988
Скругление с отступом от вершины ... 1989
Порядок обработки рёбер при сглаживании вершин ... 1990
Типы Сглаживания рёбер ... 1992
Скругление постоянного радиуса ... 1993
Скругление переменного радиуса ... 1994
Скругление переменной выпуклости (эллиптическое, параболическое, гиперболическое) ... 1996
Фаска по длине и углу ... 1999
Фаска по смещениям перпендикулярно граням ... 1999
Фаска по смещениям вдоль граней ... 2000
Создать Сглаживание рёбер ... 2001

Выбор рёбер для сглаживания ... 2003
Создать скругление постоянного радиуса ... 2005
Создать скругление переменного радиуса ... 2006
Создать скругление переменной выпуклости (эллиптическое, параболическое, гиперболическое) ... 2009
Создать фаску ... 2010
Сглаживание вершин ... 2013
Выбор вершин для сглаживания ... 2013
Создать Y-форму ... 2014
Создать скругление с отступом от вершины ... 2016
Создать фаску на вершине ... 2018
Задание порядка обработки рёбер ... 2019
Опции автоменю Сглаживания рёбер ... 2020
Манипуляторы Сглаживания рёбер ... 2021
Манипуляторы скругления постоянного радиуса ... 2023
Манипуляторы скругления переменного радиуса ... 2024
Манипуляторы скругления переменной выпуклости ... 2025
Манипуляторы фаски ... 2026
Манипуляторы отступа ... 2027
Дополнительные возможности Сглаживания рёбер ... 2027
Сохранение границ ... 2027
Обрезка ... 2029
Удаление элементов ... 2031
Порядок сглаживания при перекрытии поверхностей ... 2034
Непрерывность по кривизне ... 2036
Обработка перекрытий ... 2038
Диагностика Сглаживания рёбер ... 2045
Редактировать Сглаживание рёбер ... 2046
Сглаживание граней ... 2047
Общие сведения о Сглаживании граней ... 2049
Режимы Сглаживания граней ... 2050
Направляющая Сглаживания граней ... 2053
Типы Сглаживания граней ... 2054
Форма Сглаживания граней ... 2056

Границы Сглаживания граней ... 2063
Ограничительные плоскости Сглаживания граней ... 2068
Выбор решений Сглаживания граней ... 2069
Обрезка торцов Сглаживания граней ... 2070
Топология результата Сглаживания граней ... 2071
Вырез Сглаживания граней ... 2072
Продолжение по касательной при Сглаживании граней ... 2072
Создать Сглаживание граней ... 2074
Сглаживание между кривой и гранью ... 2082
Редактировать Сглаживание граней ... 2083
Сглаживание трёх граней ... 2084
Общие сведения о Сглаживании трёх граней ... 2084
Создать Сглаживание трёх граней ... 2091
Редактировать Сглаживание трёх граней ... 2095
Булева операция ... 2096
Общие сведения о Булевой операции ... 2097
Булево Сложение ... 2106
Булево Вычитание ... 2110
Булево Пересечение ... 2112
Булевы операции между поверхностями с указанием нормалей ... 2115
Основные параметры Булевой операции ... 2116
Дополнительные параметры Булевой операции ... 2120
Соответствие элементов Булевой операции ... 2124
Особенности работы Булевой операции ... 2127
Использование Булевой операции при создании других операций ... 2131
Редактировать Булеву операцию ... 2133
Удаление Булевой операции ... 2133
По сечениям ... 2134
Общие сведения об операции По сечениям ... 2135
Выбор сечений операции По сечениям ... 2140
Направляющие операции По сечениям ... 2144
Точки соответствия операции По сечениям ... 2148
Граничные условия операции По сечениям ... 2155
Дополнительные параметры операции По сечениям ... 2168

Тонкостенный элемент в операции По сечениям ... 2173
Параметры сглаживания операции По сечениям ... 2174
Редактировать операцию По сечениям ... 2175
По траектории ... 2176
Контур операции По траектории ... 2178
Траектория операции По траектории ... 2181
Коррекция положения контура операции По траектории ... 2182
Кручение контура операции По траектории ... 2184
Масштабирование контура операции По траектории ... 2189
Создание тела по направляющим в операции По траектории ... 2193
Методы вычисления вспомогательных векторов операции По траектории ... 2194
Вытягивание тела По траектории ... 2198
Обрезка траектории операции По траектории ... 2202
Фиксирующее направление операции По траектории ... 2202
Дополнительные возможности операции По траектории ... 2203
Тонкостенный элемент в операции По траектории ... 2204
Параметры сглаживания операции По траектории ... 2206
Редактировать операцию По траектории ... 2207
По параметрам ... 2208
Общие сведения об операции По параметрам ... 2209
Свободная ориентация копий в операции По параметрам ... 2210
Заданная ориентация копий в операции По параметрам ... 2217
Редактировать операцию По параметрам ... 2222
Копия 3D элементов ... 2223
Общие сведения о копии 3D элементов ... 2224
Типы копий 3D элементов ... 2225
Создание копии 3D элементов ... 2230
Редактировать копию 3D элементов ... 2234
Симметрия 3D элементов ... 2235
Типы симметрии 3D элементов ... 2235
Создание симметрии 3D элементов ... 2239
Редактировать симметрию 3D элементов ... 2242
Отверстие ... 2243
Шаблоны отверстий ... 2244

Выбор основных параметров ... 2248
Точки привязки отверстий ... 2249
Ориентация отверстий ... 2252
Глубина отверстий ... 2257
Отверстия через несколько тел ... 2260
Изменение позиции и ориентации отверстий ... 2261
Конфигурация библиотек отверстий ... 2262
Создание пользовательских типов отверстий ... 2264
Редактировать отверстие ... 2267
Оболочка ... 2268
Редактировать оболочку ... 2276
Тело смещения ... 2277
Ребро ... 2279
Создать Ребро ... 2281
Направление расширения контура Ребра ... 2283
Дополнительные возможности Ребра ... 2286
Редактировать Ребро ... 2289
Отсечение ... 2290
Создать отсечение ... 2292
Редактировать отсечение ... 2297
Резьба ... 2298
Создать резьбу ... 2299
Отображение резьбы на проекциях ... 2301
Параметры резьбы ... 2304
Редактировать резьбу ... 2306
Пружина ... 2307
Общие сведения о пружине ... 2307
Создать пружину ... 2312
Редактировать пружину ... 2316
Спираль ... 2317
Спираль вдоль оси ... 2317
Общие сведения о спирали вдоль оси ... 2324
Плоская спираль ... 2332
Редактировать спираль ... 2335

Уклон граней ... 2336
Направление, уклоняемый и неподвижный элементы Уклона граней ... 2337
Величина Уклона граней ... 2341
Обработка стыков Уклона граней ... 2344
Ступенчатый Уклон граней ... 2346
Редактировать Уклон граней ... 2348
Дополнительные возможности Уклона граней ... 2349
Уклон тела ... 2352
Общие сведения об Уклоне тела ... 2352
Создание Уклона тела ... 2356
Дополнительные параметры Уклона тела ... 2360
Задание дополнительных параметров Уклона тела ... 2366
Редактировать Уклон тела ... 2369
Деформация ... 2370
Перекос ... 2372
Масштабирование/Скручивание ... 2377
Сгибание ... 2382
Скульптурная деформация ... 2389
Деформация по кривой ... 2397
Деформация по поверхности ... 2404
Редактировать Деформацию ... 2408
Поверхностное моделирование ... 2410
Мостик ... 2410
Общие сведения о Мостике ... 2410
Создание Мостика ... 2416
Переходная поверхность ... 2419
Общие сведения о Переходной поверхности ... 2419
Коническое - Дискриминант ... 2425
Коническое - Путь ... 2427
Коническое - Касательно ... 2428
Коническое - Четыре точки ... 2429
Окружность - Касание поверхности ... 2430
Окружность - Радиус ... 2431
Окружность - Радиус и угол ... 2432

Окружность - Три точки ... 2435
Прямая - Угол ... 2435
Прямая - Касание поверхностей ... 2436
Линейчатая поверхность ... 2437
Продолжение грани по закону ... 2440
Продолжение грани по прямой ... 2443
Создание тела при Продолжении грани по прямой ... 2448
Создание поверхности при Продолжении грани по прямой ... 2449
Продолжение грани по дуге ... 2451
Поверхность смещения ... 2454
Заполнение области ... 2457
Общие сведения о Заполнении области ... 2458
Выбор контура Заполнения области ... 2461
Параметры контура Заполнения области ... 2462
Общие параметры Заполнения области ... 2469
Редактировать Заполнение области ... 2470
Сшивка ... 2471
Редактировать сшивку поверхностей ... 2475
Разделение граней ... 2476
Методы разделения граней ... 2479
Редактировать разделение граней ... 2482
Удаление граней ... 2483
Выбор удаляемых граней ... 2484
Способ удаления граней ... 2485
Дополнительные параметры удаления граней ... 2487
Редактировать удаление граней ... 2490
Отделение граней ... 2491
Редактировать отделение граней ... 2493
Замена граней ... 2494
Редактировать замену граней ... 2497
Изменение граней ... 2498
Редактировать изменение граней ... 2501
Перемещение граней ... 2502
Редактировать перемещение граней ... 2504

Расширение поверхности ... 2505
Редактировать расширение поверхности ... 2508
Массивы 3D элементов ... 2510
Типы массивов 3D элементов ... 2511
Выбор исходных объектов массива 3D элементов ... 2520
Виды массивов 3D элементов ... 2521
Линейный массив 3D элементов ... 2538
Редактировать линейный массив 3D элементов ... 2542
Круговой массив 3D элементов ... 2543
Редактировать круговой массив 3D элементов ... 2548
Массив 3D элементов по точкам ... 2549
Редактировать массив 3D элементов по точкам ... 2552
Массив 3D элементов по пути ... 2553
Редактировать массив 3D элементов по пути ... 2556
Параметрический массив 3D элементов ... 2557
Пример параметрического массива 3D элементов со свободной ориентацией копии ... 2562
Редактировать параметрический массив 3D элементов ... 2566
Массив 3D элементов по образцу ... 2567
Массив 3D элементов по таблице ... 2572
Параметрический массив 3D элементов по таблице ... 2576
Схема размещения и сдвиг на полшага в массивах 3D элементов ... 2579
Ограничения и исключения в массивах 3D элементов ... 2584
Задание ограничений в массивах 3D элементов ... 2595
Задание исключений в массивах 3D элементов ... 2596
Привязка к 3D элементам массива ... 2598
Дополнительные параметры массива 3D элементов ... 2600
Листовой металл ... 2604
Общие сведения о работе с листовым металлом ... 2605
Прототип для создания листовой детали ... 2605
Вкладка ленты для работы с листовым металлом ... 2605
Манипуляторы и метки в командах листового металла ... 2605
Общие параметры команд листового металла ... 2608
Радиус ... 2609

Угол ... 2609
КНС ... 2610
Базовая линия сгиба ... 2610
Положение ... 2611
Отступы слева и справа ... 2613
Отсчёт ... 2614
Длина ... 2615
Смещение ... 2615
Ослабления ... 2616
Нахлёст ... 2622
Зазор ... 2622
Язычок ... 2623
Обработка углов ... 2623
Опции ... 2624
Операнды ... 2625
Параметры по умолчанию для листового металла ... 2626
Общие ... 2626
Параметры гибки ... 2629
Заготовка листовой детали ... 2630
Редактировать заготовку листовой детали ... 2634
3D Моделирование деталей из листового металла ... 2635
Группа команд Фланец (операции гибки) ... 2635
Фланец ... 2636
Отбортовка ... 2639
Фланец по контуру ... 2641
Сгиб ... 2646
Отгиб ... 2647
Перемычка ... 2650
Подсечка ... 2653
Редактировать гибку ... 2656
Преобразование тела в лист ... 2656
Пример преобразования тела в лист ... 2663
Редактировать преобразование тела в листовой металл ... 2665

Гибка по сечениям ... 2666
Угол ... 2671
Выштамповка ... 2680
Создание нового типа выштамповки ... 2683
Редактировать выштамповку ... 2693
Ребро жёсткости ... 2694
Вырез по нормали ... 2697
Разгибание ... 2700
Редактировать разгибание ... 2705
Повторная гибка ... 2706
Редактировать повторную гибку ... 2708
Оформление чертежей листовой детали ... 2708
Проекция развёртки ... 2709
Таблица сгибов ... 2711
Обозначение линии сгиба ... 2714
Коммуникации ... 2717
Трубопровод, Провод/кабель, Воздуховод ... 2718
Автоменю трубопровода ... 2721
Траектория трубопровода ... 2722
Начало и конец трубопровода ... 2723
Основные параметры трубопровода ... 2725
Форма поперечного сечения трубопровода ... 2727
Редактор стандартов трубопровода ... 2730
Список стандартов ... 2732
Параметры стандарта ... 2733
Стандартные значения параметров трубопровода ... 2734
Сохранение, импорт и экспорт стандартов ... 2736
Ориентация профиля трубопровода ... 2738
Стандартные участки трубопровода ... 2739
Пользовательские фрагменты окончаний трубопровода ... 2741
Пользовательские фрагменты середины трубопровода ... 2743
Конфигурация библиотек стандартных участков трубопровода ... 2746
Элементы врезки в трубопровод ... 2748
Фитинги ... 2749

Типы фитингов ... 2750
Внешние переменные фитинга ... 2754
ЛСК и коннекторы фитинга ... 2755
Макрос фитинга ... 2756
Вставка фитинга ... 2757
Влияние вставки фитинга на геометрию трубопровода ... 2761
Пример создания смарт-фрагмента бобышки ... 2765
Типы соединений коммуникаций ... 2773
Дерево типов ... 2775
Параметры типа ... 2775
Сохранение, импорт и экспорт типов ... 2777
Дерево совместимости ... 2778
Проверка совместимости ... 2779
Физические величины ... 2780
Жгут ... 2781
Точка подключения ... 2782
Автоматическая прокладка трассы ... 2784
Стили коммуникаций ... 2789
Заполнение трассы по стилю ... 2793
Обновить коммуникации ... 2796
Редактировать Трубопровод ... 2797
Сварка ... 2798
Общие сведения о сварке ... 2798
Окно "Сварные швы" ... 2800
Тип сварного шва ... 2801
Обозначение сварного шва ... 2807
Дополнительные параметры обозначения сварного шва ... 2811
Диалог параметров обозначения сварного шва ... 2812
Таблица сварных швов ... 2814
2D Сварной шов ... 2815
3D Сварной шов ... 2819
Разновидности 3D сварных швов ... 2820
Угловой ... 2820
Стыковой ... 2822

Прерывистый угловой ... 2824
По пути ... 2824
По трём путям ... 2826
Составной ... 2827
Создание 3D сварного шва ... 2828
Угловой и прерывистый угловой ... 2829
Стыковой ... 2831
По пути ... 2835
По трём путям ... 2838
Составной ... 2841
Упрощение и разделение модели ... 2845
Упрощение ... 2845
Разделение ... 2848
Создать разделение ... 2850
Редактировать разделение ... 2851
Материалы ... 2852
Применение материала к телам, отображение в составе изделия и основной надписи ... 2854
Перетягивание материала в документ ... 2854
Команды контекстного меню материала ... 2855
Диалог применения материала ... 2858
Применение материалов с помощью ленты ... 2859
Наложение материала на отдельные грани ... 2861
Пример наложения изображения на грань ... 2865
Редактировать Наложение материала ... 2869
Окно "Материалы" ... 2869
Панель инструментов в окне "Материалы" ... 2871
Материалы текущего документа ... 2878
Библиотеки материалов ... 2879
Создание библиотек материалов ... 2879
Создание каталогов материалов ... 2881
Управление библиотечными материалами ... 2881
Видимость библиотек и каталогов материалов ... 2882
Предварительный просмотр материала ... 2883

Материалы в дереве 3D модели ... 2884
Задание материала с помощью переменной ... 2886
Свойства материала ... 2891
Вид ... 2892
Текстура ... 2897
Штриховка ... 2900
Физические свойства ... 2901
POV-Ray ... 2902
3D сборки ... 2904
Создание 3D сборок ... 2904
Проектирование 3D сборок «Снизу вверх» ... 2907
Общие сведения о проектировании 3D сборок "Снизу вверх" ... 2908
Выбор 3D фрагмента для вставки в сборку ... 2916
Привязка 3D фрагментов ... 2918
Преобразования 3D фрагментов ... 2922
Булевы операции с 3D фрагментами ... 2927
Работа с 3D фрагментами ... 2927
Редактирование 3D фрагментов ... 2932
Параметризация 3D фрагментов в сборке ... 2933
Дополнительные возможности проектирования 3D сборок "Снизу вверх" ... 2937
Диалог параметров 3D фрагмента ... 2937
Опции вставки 3D фрагмента ... 2943
Подготовка документа к использованию в качестве 3D фрагмента ... 2944
Проектирование 3D сборок «Сверху вниз» ... 2949
Создание структуры 3D сборки в окне «Структура сборки» ... 2952
Создать 3D фрагмент ... 2954
Создать деталь ... 2964
Многоуровневые 3D сборки ... 2971
Создание сборочной единицы ... 2976
Работа в контексте 3D сборки ... 2978
Ссылочный элемент ... 2982
Создание ссылочного элемента ... 2983
Обновление ссылочного элемента ... 2985

Источник геометрии ссылочного элемента ... 2988
Источник преобразований ссылочного элемента ... 2990
Автоматическое создание ссылочного элемента ... 2993
Ссылочный элемент в геометрических параметрах ... 2994
Поднятый элемент ... 2996
Устранение рекурсий при использовании ссылочных элементов ... 2999
Отсоединить 3D элемент от родительских элементов ... 3002
Наполнение 3D сборки геометрией ... 3004
Выгрузить деталь ... 3005
Детали не зависящие от 3D сборки ... 3014
Повторная вставка детали ... 3017
Дубликат детали ... 3021
Связь 3D фрагментов со сборкой при проектировании "Сверху вниз" ... 3022
Доработка 3D фрагмента в сборке ... 3027
Проверка геометрии 3D фрагмента ... 3033
Сохранение геометрии из 3D сборки в отдельном файле ... 3036
Внешняя модель ... 3047
Редактирование внешней модели ... 3050
3D изображение ... 3051
Редактирование 3D изображений ... 3056
Параметры 3D изображений ... 3057
3D расстановка ... 3058
Механизм «Smart Fragment» ... 3067
Использование 3D коннекторов ... 3070
Сопряжения и степени свободы ... 3073
Типы сопряжений ... 3078
Создание сопряжений ... 3083
Преобразования сопряжений ... 3086
Сопряжения в дереве 3D модели ... 3090
Перемещение сопряженных элементов ... 3091
Совместное использование привязки по ЛСК и сопряжений ... 3097
Обработка возможных ошибочных сопряжений ... 3099
Адаптивные 3D фрагменты ... 3101
Общие сведения об адаптивном 3D фрагменте ... 3102

Создание адаптивного 3D фрагмента ... 3105
Вставка адаптивного 3D фрагмента ... 3109
Адаптивные элементы обычного 3D фрагмента ... 3110
Работа с большими 3D сборками ... 3112
Окно "Структура сборки" ... 3114
Панель инструментов в окне "Структура сборки" ... 3115
Режимы отображения структуры сборки ... 3119
Контекстное меню элементов структуры сборки ... 3120
Колонки в окне "Структура сборки" ... 3123
Панель параметров элемента структуры сборки ... 3125
Планировка. Связь между 2D и 3D фрагментами ... 3126
Автоматическая вставка 2D фрагмента по 3D фрагменту ... 3126
Создание 2D представления в документе 3D фрагмента ... 3128
Ручная вставка 2D фрагмента по 3D фрагменту ... 3132
Автоматическая вставка 3D фрагмента по 2D фрагменту ... 3137
Ручная вставка 3D фрагмента по 2D фрагменту без использования планировки ... 3138
Ручная вставка 3D фрагментов по 2D фрагментам с использованием планировки ... 3139
Режим планировки при применении преобразований к 3D фрагменту ... 3141
Вставка 3D изображения по 2D фрагменту ... 3142
Пример использования планировки ... 3143
Ссылки. Управление составными документами ... 3148
Создание чертежа по 3D модели ... 3152
Алгоритм создания проекции ... 3153
Основные параметры проекции ... 3154
Типы проекции ... 3156
Одиночный стандартный вид ... 3157
Три стандартных вида ... 3159
Разрез и сечение ... 3162
Вид по стрелке ... 3163
Местный разрез ... 3167
В составе проекции ... 3169
Аппликация ... 3177
В команде Проекция ... 3184
Набор стандартных видов ... 3188

Проекция на рабочей плоскости ... 3189
По существующей проекции ... 3190
Произвольный вид ... 3191
Стили отображения проекции ... 3193
Положение проекции на чертеже ... 3198
Дополнительные параметры проекции ... 3201
Опции создания проекции ... 3203
Элементы 3D модели на проекции ... 3206
Проекция по модели внешнего файла ... 3209
Линии проекции ... 3210
Параметры разрезов и сечений на проекции ... 3215
Разрывы проекций и чертёжных видов ... 3222
Применять разрывы в активном виде ... 3223
Добавление разрывов при создании проекций и чертёжных видов ... 3224
Параметры разрывов ... 3228
Редактирование разрывов ... 3231
Исключение элемента из разрывов ... 3233
Обрезка проекции по контуру ... 3233
Границы проекции ... 3235
Контекстное меню проекции и её элементов ... 3236
Исключения для элементов проекции ... 3239
Элементы оформления чертежа на проекции ... 3243
Диалог параметров проекции ... 3246
Редактировать проекцию ... 3249
Элементы оформления 3D модели ... 3251
Состав изделия, отчеты, спецификация ... 3254
Окно «Состав изделия» ... 3256
Контекстное меню записей состава изделия ... 3269
Контекстное меню заголовков колонок состава изделия ... 3271
Экспорт состава изделия ... 3276
Типы состава изделия ... 3278
Параметры состава изделия ... 3281
Свойства состава изделия ... 3282

Колонки состава изделия ... 3288
Составные колонки состава изделия ... 3300
Служебные колонки состава изделия ... 3304
Источники данных для состава изделия ... 3305
Фильтры источников данных состава изделия ... 3310
Фильтрация записей в представлениях состава изделия ... 3313
Представления состава изделия ... 3315
Сортировка записей в представлениях состава изделия ... 3324
Суммирование записей состава изделия ... 3329
Отчёты по составу изделия ... 3332
Список генераторов отчётов ... 3336
Набор параметров отчёта ... 3337
Набор параметров генератора отчётов ... 3338
Атрибуты ... 3341
Страницы ... 3343
Создание отчёта/спецификации ... 3344
Отчёт/спецификация по шаблону ... 3345
Редактирование отчёта/спецификации ... 3346
Контекстное меню отчёта/спецификации ... 3348
Диалог параметров отчёта/спецификации ... 3349
Спецификация по прототипу ... 3351
Создание групповой спецификации ... 3353
Список отчётов/спецификаций ... 3355
Простановка позиций ... 3356
Разделы спецификации ... 3361
Включение в состав изделия ... 3363
Пример работы с составом изделия ... 3365
Подготовка данных фрагмента ... 3366
Передача данных фрагмента в сборку ... 3367
Создание спецификации ... 3369
Простановка позиций ... 3370
Добавление произвольной записи в состав изделия ... 3371
Изменение способа включения фрагмента в состав изделия ... 3374
Связь надписи с данными из состава изделия ... 3375

Создание шаблона отчёта ... 3377
Структура шаблона отчета ... 3385
Шаблон отчёта с переменным набором колонок ... 3397
Спецификация предыдущих версий ... 3399
Работа со спецификацией предыдущих версий ... 3400
Редактирование спецификации предыдущих версий ... 3402
Контекстное меню спецификации предыдущих версий ... 3406
Параметры спецификации предыдущих версий ... 3407
Спецификация ... 3408
Разделы ... 3410
Колонки ... 3412
Сортировка ... 3414
Суммирование ... 3416
Прототип спецификации предыдущих версий ... 3417
Создание прототипа спецификации предыдущих версий ... 3417
Редактирование таблицы спецификации предыдущих версий ... 3419
Конфигурации и исполнения ... 3421
Параметризация ... 3431
Редактор переменных ... 3432
Команды редактора переменных ... 3434
Создание переменной ... 3435
Параметры переменной ... 3437
Список значений переменной ... 3444
Копирование, дублирование и заимствование переменных ... 3450
Единицы измерения значений переменных ... 3451
Скрытые переменные ... 3454
Редактирование переменных с помощью редактора ... 3456
Установки редактора переменных ... 3458
Настройка интерфейса редактора переменных ... 3461
Колонки редактора переменных ... 3463
Группировка переменных ... 3465
Сортировка переменных ... 3468
Поиск переменных ... 3470
Помощник редактора переменных ... 3471

Подсказки в редакторе переменных ... 3473
Диагностика ошибок переменных ... 3475
Используемые и неиспользуемые переменные ... 3478
Импорт/экспорт переменных документа ... 3478
Печать списка переменных ... 3481
Окно "Переменные" ... 3482
Конструктор выражения ... 3482
Операнды выражения ... 3485
Операции выражения ... 3486
Функции работы с переменными ... 3488
Математические функции ... 3488
Тригонометрические функции ... 3488
Специальные функции ... 3489
Функции преобразования ... 3503
Текстовые функции ... 3506
Функции по работе с базами данных ... 3507
Внешние переменные ... 3512
Правила работы с внешними переменными ... 3514
Редактор внешних переменных фрагмента ... 3515
Манипуляторы внешних переменных 3D фрагмента ... 3517
Глобальные переменные ... 3523
Заимствование переменных и баз данных ... 3526
Элемент управления ... 3528
Пользовательский диалог внешних переменных ... 3531
Создать элемент управления ... 3533
Диалог параметров элемента управления ... 3539
Редактировать элемент управления ... 3541
Связи переменных ... 3544
Отношения ... 3546
Пересчитать переменные ... 3553
Базы данных ... 3554
Создание базы данных ... 3556
Создание внутренней базы данных ... 3557
Создание базы данных на основе внешнего файла ... 3559

Заполнение и редактирование содержимого базы данных ... 3561
Сортировка базы данных ... 3568
Параметризация баз данных ... 3569
Диалог параметров базы данных ... 3571
Сохранение, обновление и удаление базы данных ... 3572
Графики ... 3573
Список графиков текущего документа ... 3575
Параметры графика ... 3576
Редактор графиков ... 3579
Команды редактора графиков ... 3583
Настройка редактора графиков ... 3586
Использование графиков в 3D операциях ... 3587
Установить значения размеров ... 3592
Пересчёт полей допусков ... 3594
Оптимизация модели ... 3597
Пример оптимизации объёма бутылки ... 3601
Отчёт ... 3604
Пример экспорта значений переменных с помощью отчета ... 3605
Пример построения развёртки усечённого цилиндра с помощью отчета ... 3607
Измерение ... 3610
Измерить ... 3610
Измерить параметры одного элемента ... 3613
Измерить отношение между двумя элементами ... 3616
Измерить несколько элементов ... 3618
Система координат измерения ... 3620
Единицы измерения ... 3621
Результаты измерения ... 3622
Метки результатов измерения ... 3624
Сохранить результаты измерения в дереве модели ... 3625
3D узел по результатам измерения ... 3626
3D путь по результатам измерения ... 3626
Отчёт по результатам измерения ... 3627
Выражение результата измерения и его использование в переменных ... 3629
Задание параметра элемента результатом измерения ... 3631

Характеристики ... 3633
Проверка модели ... 3634
Пересечение тел ... 3637
Проверка изменений ... 3640
Кривизна кривых ... 3643
Кривизна поверхностей ... 3651
Кривизна поверхности по сечениям ... 3653
Контроль отклонений ... 3663
Отклонение граней ... 3668
Зазор между гранями ... 3669
Расхождение нормалей ... 3671
Гладкость модели ... 3673
Разнимаемость формы ... 3675
Проверка контуров ... 3678
Инженерный анализ ... 3681
Окно "Задачи" ... 3683
Контроль качества и замечания ... 3684
Контроль качества ... 3684
Окно "Контроль качества" ... 3685
Параметры ... 3686
Действия ... 3687
Результаты ... 3688
Исправления ... 3691
Контроль качества текущего документа ... 3692
Контроль качества всех документов в папке ... 3693
Сценарии контроля качества ... 3694
Стандартные действия контроля качества ... 3696
2D ... 3698
Формат страниц ... 3698
Неиспользуемые 2D построения ... 3698
Неиспользуемые 2D узлы ... 3699
Неиспользуемые линии построения ... 3700
Неиспользуемые страницы ... 3701

Подавленные ограничения ... 3701
Скрытые страницы ... 3702
2D построения на невидимом слое ... 3702
2D построения на невидимом уровне ... 3703
Тексты с маленьким шрифтом ... 3703
Тексты с нестандартным шрифтом ... 3703
Объекты за рамками форматок ... 3704
3D ... 3705
Неиспользуемые 3D построения ... 3705
Неиспользуемые 3D узлы ... 3706
Неиспользуемые 3D пути ... 3706
Неиспользуемые 3D профили ... 3707
Неиспользуемые ЛСК ... 3707
Неиспользуемые рабочие плоскости ... 3707
Подавленные 3D операции ... 3708
Ссылочные элементы ... 3708
Пересечения тел ... 3708
Короткие рёбра ... 3709
Острые рёбра ... 3709
Тела, состоящие из отдельных тел ... 3709
Прозрачные тела ... 3710
Скрытые тела ... 3710
Тела на невидимом слое ... 3710
3D элементы на невидимом уровне ... 3710
Диаметры резьб ... 3711
Тела с неподходящими габаритами ... 3711
2D/3D ... 3712
Неиспользуемые объекты ... 3712
Ошибки пересчёта ... 3714
Размеры с номиналами, заданными вручную ... 3715
Объекты цвета фона ... 3715
Размеры с неверными допусками ... 3715
Количество всех объектов ... 3716

Операции с низкой точностью ... 3716
Переменные ... 3717
Неиспользуемые невидимые переменные ... 3717
Неиспользуемые видимые переменные ... 3717
Переменные без комментария ... 3718
Ошибки расчёта значений переменных ... 3718
Пустая текстовая переменная ... 3718
Скрытые переменные ... 3718
Пробелы в наименованиях и обозначениях ... 3719
MD5 Контрольная сумма ... 3719
Пример пользовательского действия контроля качества ... 3720
Создание пользовательских действий контроля качества ... 3721
Замечания ... 3722
Окно «Замечания» ... 3723
Создать замечание ... 3724
Библиотеки ... 3728
Окно "Меню документов" ... 3728
Контекстные меню в окне Меню документов ... 3735
Общие команды контекстных меню в окне "Меню документов" ... 3735
Контекстное меню конфигурации библиотеки ... 3741
Контекстное меню библиотеки (папки) ... 3742
Контекстное меню библиотечного файла ... 3745
Создание библиотек, их групп и конфигураций ... 3746
Библиотеки параметрических чертежей и 3D моделей ... 3752
Основные команды для работы с библиотеками ... 3753
Анимация и управление разборкой ... 3756
Анимация изменения переменной ... 3757
Параметры анимации изменения переменной ... 3760
Сценарий анимации ... 3763
Сценарий разборки ... 3776
Создание и редактирование сценария разборки ... 3777
Воспроизведение сценария разборки ... 3788
Локальная разборка фрагмента в сборке ... 3790

Запись сценария разборки на видео ... 3790
Экспорт сценария разборки ... 3793
Сервисные команды и инструменты ... 3795
Приложения ... 3795
Добавление пользовательских приложений ... 3796
Пример пользовательского приложения ... 3797
Создание звёзд ... 3799
Окно "Звёзды" ... 3803
Диагностика ... 3804
Структурные элементы ... 3810
Проверить наличие обновления ... 3812
Техническая поддержка ... 3812
Просмотр журнала событий ... 3813
Информация о системе ... 3813
Редактирование ... 3815
Подготовка к редактированию ... 3816
Приёмы редактирования ... 3818
Изменение и перезадание элементов ... 3824
Удаление элементов ... 3830
Команды редактирования элементов ... 3832
Команды редактирования 2D элементов ... 3833
Множественное редактирование 2D элементов ... 3834
Общая команда редактирования 3D операций всех типов ... 3836
Импорт чертежей и моделей ... 3838
Импорт из AutoCAD (DXF, DXB, DWG) ... 3840
Импорт из Parasolid ... 3842
Импорт из IFC ... 3843
Импорт из КОМПАС-3D ... 3844
Импорт из нейтральных форматов и форматов других систем ... 3844
Импорт переменных и атрибутов с помощью конфигурационного файла ... 3848
Экспорт чертежей и моделей ... 3851
Экспорт в AutoCAD (DXF, DXB, DWG) ... 3853
Экспорт растрового изображения ... 3855

Экспорт в PDF ... 3856
Экспорт в Parasolid ... 3857
Экспорт в Rhino Model ... 3858
Экспорт в STEP и IGES ... 3859
Экспорт в JT, ACIS, PRC ... 3862
Экспорт в IFC ... 3863
Экспорт в DRAGON ... 3865
Экспорт в EIA ... 3866
Экспорт в X3D, IV, VRML 2.0, TF3D, PLY, OBJ ... 3868
Экспорт в 3D PDF, U3D ... 3871
Экспорт в POV-Ray ... 3871
Экспорт в STL (Стереолитография) ... 3872
Экспорт в DXF 3D ... 3874
Экспорт в 3MF ... 3874
Экспорт в GLTF и GLB ... 3874
Экспорт в формат ECT системы Euler ... 3874
Макросы ... 3884
Работа с макросами ... 3884
Окно "Макросы" ... 3885
Создание макросов, редактор макросов ... 3886
Отладка, компиляция и запуск макросов ... 3897
Создание макросов с экранными формами ... 3901
Обработка событий документа с помощью макросов ... 3910
Запуск макроса из пользовательского диалога ... 3911
Интеграция с T-FLEX DOCs ... 3913
Настройка интеграции и подключение к T-FLEX DOCs ... 3914
Отображение окон T-FLEX DOCs в T-FLEX CAD ... 3917
Работа с файлами T-FLEX DOCs ... 3919
Сохранение состава изделия в T-FLEX DOCs ... 3927
Использование в сборках фрагментов из T-FLEX DOCs ... 3935
Экспорт/импорт файлов в T-FLEX DOCs ... 3938
Применение внесённых изменений в T-FLEX DOCs ... 3942
Создание ревизии объекта T-FLEX DOCs ... 3946

Сохранение исполнений в T-FLEX DOCs ... 3949
Замечания в режиме интеграции с T-FLEX DOCs ... 3951
Работа с пользовательскими библиотеками T-FLEX DOCs ... 3952
Использование материала T-FLEX DOCs ... 3957
Коллективная разработка изделий в T-FLEX DOCs ... 3965
Связь параметров T-FLEX DOCs с переменными T-FLEX CAD ... 3973
Передача подписи из DOCs в основную надпись чертежа CAD ... 3973
Задание переменных CAD базой данных на основе справочника DOCs ... 3978
Создание объектов DOCs с разной геометрией на основе одного файла CAD ... 3982
Вставка текста из словаря T-FLEX DOCs ... 3984
Команды по названиям ... 3987
2... ... 3988
3... ... 3988
А... ... 3990
Б... ... 3991
В... ... 3991
Г... ... 3996
Д... ... 3996
Ж... ... 3997
З... ... 3998
И... ... 4000
К... ... 4001
Л... ... 4004
М... ... 4004
Н... ... 4005
О... ... 4006
П... ... 4010
Р... ... 4019
С... ... 4022
Т... ... 4028
У... ... 4030
Ф... ... 4031
Х... ... 4032

Ц... 4032
Ч... 4033
Ш... 4033
Э... 4033
Команды по клавишам вызова 4035
<F1>-<F12> 4036
<Shift>... 4037
<Ctrl>... 4037
<Ctrl>+<Shift>... 4039
<Alt>... 4040
<Ctrl>+<Alt>... 4041
<PageUp> 4042
<PageDown> 4042
<3...> 4043
<3A...> 4043
<3B...> 4043
<3C...> 4044
<3D...> 4044
<3E...> 4045
<3F...> 4048
<3G...> 4048
<3H...> 4048
<3I...> 4048
<3J...> 4048
<3K...> 4049
<3L...> 4051
<3M...> 4051
<3N...> 4051
<3O...> 4051
<3P...> 4052
<3Q...> 4053
<3R...> 4053
<3S...> 4054
<3T...> 4055

<3U...> 4055
<3V...> 4055
<3W...> 4056
<3X...> 4056
<3Y...> 4056
<3Z...> 4057
<A...> 4057
<B...> 4058
<C...> 4058
<D...> 4059
<E...> 4059
<F...> 4060
<G...> 4062
<H...> 4062
<I...> 4062
<L...> 4062
<M...> 4062
<N...> 4063
<O...> 4063
<P...> 4063
<Q...> 4064
<R...> 4065
<S...> 4065
<T...> 4067
<U...> 4068
<V...> 4068
<W...> 4068
<X...> 4070
<Z...> 4070

Введение

T-FLEX CAD - профессиональная конструкторская система, объединяющая в себе мощные параметрические возможности 2D и 3D-моделирования со средствами создания и оформления чертежей и конструкторской документации. Технические новшества и хорошая производительность в сочетании с удобным и понятным интерфейсом делают T-FLEX CAD универсальным и эффективным средством 2D и 3D-проектирования изделий.
Широкие средства автоматизации проектирования, специальные инструменты для работы с большими сборками, единая документная структура, возможность вести коллективную разработку - вот лишь некоторые из особенностей, позволяющих выделить T-FLEX CAD среди других программ.
T-FLEX CAD построена на геометрическом ядре Parasolid (Siemens Digital Industries Software Inc.), которое сегодня считается лучшим ядром для 3D-моделирования и используется более чем на 1 000 000 рабочих мест по всему миру. Использование ядра Parasolid не только наделяет T-FLEX CAD мощными и надежными инструментами 3D-моделирования, но также обеспечивает интеграцию с лучшими зарубежными программами проектирования и расчётов.
В данной главе будут описаны главы, посвященные первому знакомству с системой:

- Стандартные соглашения
- Как пользоваться справочными материалами
- Страница «Приветствие»
- Информация об электронных ключах

Стандартные соглашения, принятые в T-FLEX CAD Help

В справке приняты следующие стандартные соглашения:

Угловыми скобками < > выделены клавиши клавиатуры:
<Enter>, <Esc>
Сочетания клавиш, требующие последовательного раздельного нажатия, (последовательности клавиш) обозначаются в единых угловых скобках без разделения между отдельными клавишами:
<3G>, <3RG>
Сочетания клавиш, требующие одновременного нажатия, (комбинации клавиш) обозначаются сложением обозначений отдельных клавиш:
<Alt>+<F4>, <Ctrl>+<Z>

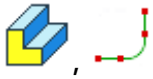
Нажатие левой кнопки мыши.

Нажатие правой кнопки мыши.

Двойное нажатие левой кнопки мыши.

Прокручивание колеса мыши

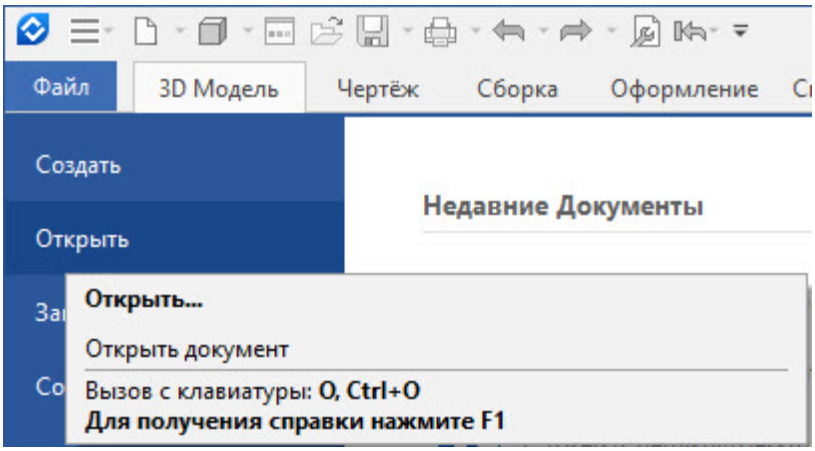
Нажатие колеса (средней кнопки) мыши

 Иконка (пиктограмма) команды.

Прочие иконки (опции автоменю, параметры команды и т.п.)

Названия, отображаемые в интерфейсе T-FLEX CAD, выделяются в тексте справки полужирным шрифтом. Это могут быть названия команд (**Выталкивание, Отрезок**), кнопок диалога (**ОК, Отмена**), различных опций (**Выбор граней**, **Объектная привязка**), полей для ввода значений (**Длина:, Угол:**) и т.п.

Файл > **Открыть...** и т.п. – означает выбор из меню команд пункта **Файл**, затем выбор подпункта **Открыть...**.



Вызов команды в T-FLEX CAD осуществляется различными способами. Основных способа три:

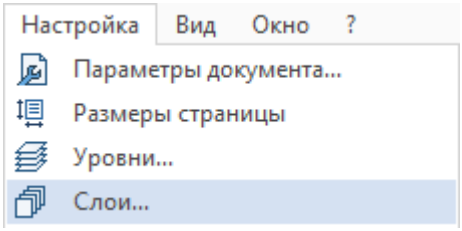
- С помощью клавиатуры.
- Из ленты или инструментальной панели текстового интерфейса (в зависимости от того, какими настройками интерфейса вы пользуетесь).
- Из текстового меню.

В начале описания команды способы её вызова приводятся в виде таблицы. Например, вызов команды **Слои** будет представлен таблицей:

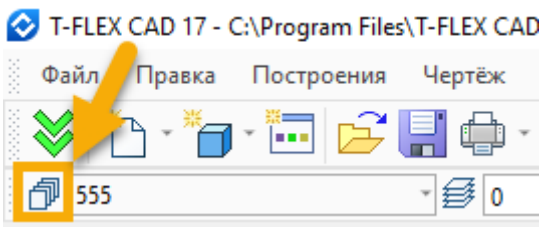
Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Окна > Слои 3D модель > Стиль > Слои Чертёж > Стиль > Слои Сборка > Стиль > Слои Листовой металл > Стиль > Слои Поверхности > Стиль > Слои Сварка > Стиль > Слои Коммуникации > Стиль > Слои Примитив > Стиль > Слои Опорная геометрия > Стиль > Слои Редактирование > Документ > Слои Вид > Окно > Окна > Слои Замечания > Стиль > Слои Рабочая плоскость > Стиль > Слои > Окна > Слои
Клавиатура	Текстовое меню
<QL>, **<Shift>+<F5>**	Настройка > Слои

Это означает, что команду можно вызвать следующими способами:

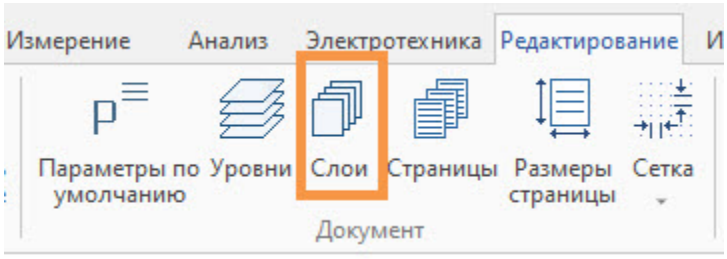
- Нажать последовательно клавиши **<Q>** и **<L>** на клавиатуре;
- Нажать одновременно клавиши **<Shift>** и **<F5>** на клавиатуре;
- Выбрать в текстовом меню пункт **Настройка**, а затем выбрать из выпадающего списка команду **Слои...**,



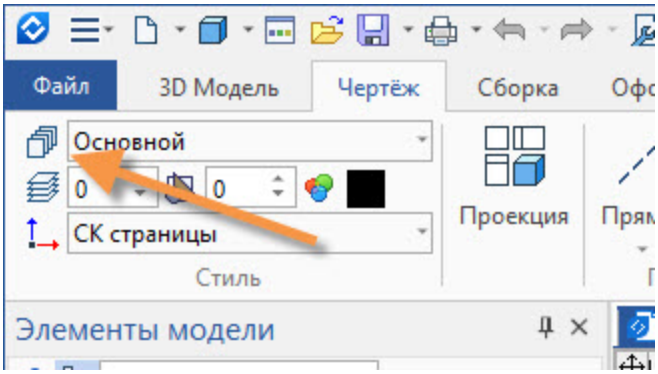
- Нажать на пиктограмму в соответствующей инструментальной панели.



- Выбрать команду **Слои** в группе **Документ** на вкладке ленты **Редактирование**.



- Выбрать команду **Слои** в группе **Стиль** на одной из следующих вкладок ленты: **3D модель, Чертёж, Сборка, Листовой металл, Поверхности, Сварка, Примитив, Рабочая плоскость, Опорная геометрия**. Вкладки **Сборка** и **Листовой металл** имеют разное содержимое в зависимости от того, окно какого вида активно - 2D или 3D. Если команда доступна на вкладке только для 2D или только для 3D окна, то в таблице после названия вкладки добавляется **(2D)** или **(3D)** соответственно.



- Выбрать команду **Слои** в выпадающем меню, появляющемся при выборе команды **Окна** в группе **Окно** на вкладке ленты **Вид** или в группе **Настройки** на вкладке ленты **Начало работы.**
- Нажать на кнопку меню настроек системы, расположенную в правом верхнем углу окна в ленточном интерфейсе, затем навести курсор на пункт меню **Окна** и выбрать команду **Слои** в появившемся выпадающем меню.

Также команды можно вызывать из различных контекстных меню и из динамической панели.

Выбрать элемент означает в тексте описания следующее: подвести курсор к элементу, пункту меню и нажать левую клавишу мыши .

Выбрать пиктограмму, нажать на пиктограмму, выбрать поле, нажать на кнопку означает в тексте описания следующее: подвести курсор к пиктограмме, полю, кнопке и нажать левую клавишу мыши .

Указать на элемент, указать на пиктограмму, указать на кнопку означает в тексте описания следующее: подвести курсор к элементу, пиктограмме, полю, кнопке.

В тексте для каждой команды обычно указывается список опций, доступных при работе команды. Опцией является какое-либо действие, выполняемое в команде. Например, удалить элемент, выбрать элемент какого-либо типа, перейти из одного режима работы в другой и т.д.

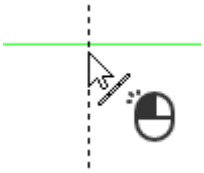
Каждой опции соответствует клавиша на клавиатуре и пиктограмма в автоменю.

При выборе опции следует иметь в виду, что использование клавиатуры несколько отличается от использования пиктограмм автоменю.

При выборе опции с помощью клавиатуры результат проявляется непосредственно после нажатия клавиши.

При выборе опции в автоменю, может возникать два варианта. Первый – результат проявляется непосредственно после выбора пиктограммы.

Например, задание параметров элемента - . Второй – при нажатии на пиктограмму, рядом с курсором появляется значок, соответствующий требуемому действию. Для получения результата необходимо подвести курсор к нужному объекту и нажать . Например, выбор линии построения – .



При описании работы с командами 2D построений «нажать » обычно означает, что вы можете нажать как левую клавишу мыши , так и клавишу **<Enter>** на клавиатуре.
В командах 3D моделирования это аналогично работает при выборе геометрии, обязательной для создания операции, но не работает при выборе опциональной геометрии (нажатие **<Enter>** после выбора обязательной геометрии приведет к подтверждению созданию операции).

Как использовать T-FLEX CAD Help

T-FLEX CAD имеет контекстно зависимый Help. Это подразумевает, возможность прямого вызова раздела справки, относящегося к выполняемой в данный момент команде.
Вызов Help осуществляется нажатием клавиши **<F1>**. Нажатие **<F1>** в процессе работы с какой-либо командой открывает страницу справки, посвящённую этой команде. Для получения информации о конкретной команде в режиме ожидания наведите курсор на кнопку или пункт меню, вызывающий эту команду и нажмите **<F1>.** В результате будет открыто описание выбранной команды. Если курсор не наведён ни на одну из команд, то нажатие **<F1>** в режиме ожидания вызывает начальную страницу справки базового модуля T-FLEX CAD. Справка базового модуля T-FLEX CAD доступна как в локальной версии, устанавливаемой на текущий компьютер вместе с CAD, так и в онлайн-версии на сайте продукта. Кроме того, с сайта можно скачать pdf-версию. Содержимое всех версий справки идентично. Начальные страницы локальной и онлайн версий справки также можно вызвать следующими способами:

Пиктограмма	Лента
	> Справка...
Клавиатура	Текстовое меню
<F1>	? > Справка...

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Ресурсы > Справка онлайн > Справка онлайн
Клавиатура	Текстовое меню
	? > Справка онлайн

Рядом с командами вызова справки в текстовом меню и в меню справки также доступен вызов начальных страниц справочных систем, посвящённых дополнительным приложениям (T-FLEX Анализ, T-FLEX Динамика, T-FLEX Электротехника и др.), а также интерфейсу T-FLEX CAD Open API.

Помимо справки в системе доступны другие источники справочной информации:

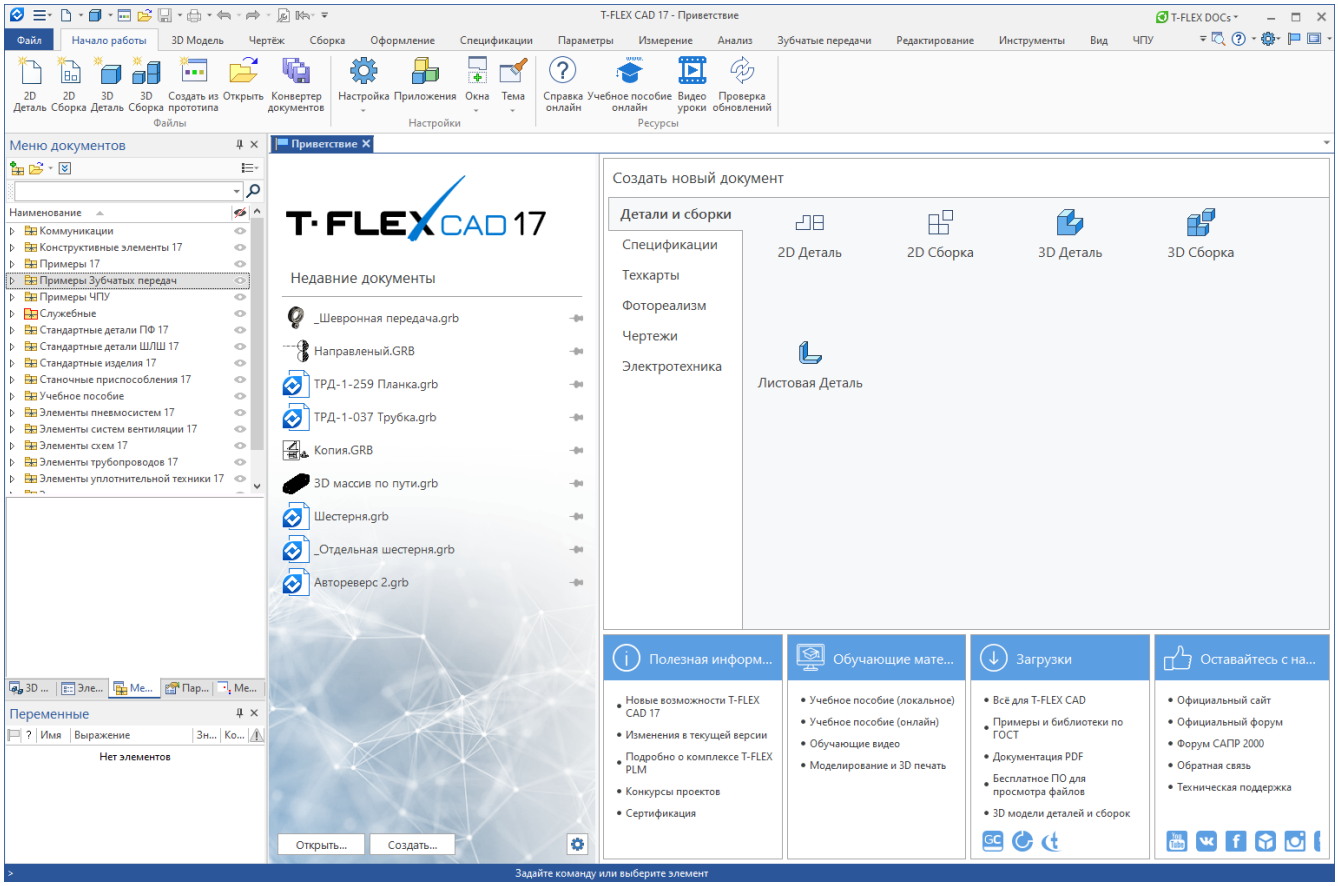
- При выполнении команд некоторая информация в виде подсказок появляется в статусной строке.
- Если ненадолго задержать курсор над тем или иным элементом управления (в том числе внутри команд), то появится всплывающая подсказка, кратко описывающая функции этого элемента.

Если в текущем разделе Help встречается текст, выделенный синим с подчеркиванием, то указав курсором мыши на этот текст и нажав , Вы можете перейти к разделу, в котором более подробно описано выделенное понятие.

Разделы Help описывают назначение команд, а также функции, доступные при работе с данной командой, пиктограммы и клавиши клавиатуры, соответствующие каждой функции.

Страница «Приветствие»

При запуске T-FLEX CAD открывается окно **Приветствие**.



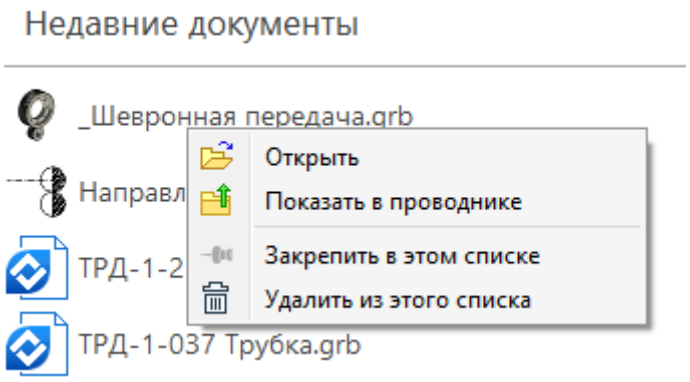
Оно разбито на несколько разделов:

- Недавние документы
- Создать новый документ
- Полезная информация
- Обучающие материалы
- Загрузки
- Оставайтесь с нами

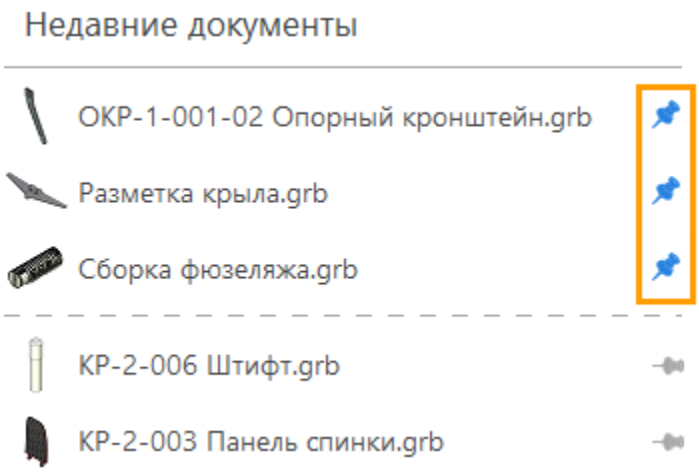
Содержимое каждого раздела и способы управления отображением страницы приветствия описаны ниже.

Недавние документы

В разделе **Недавние документы** показан список недавно использованных документов. Для открытия любого из этих документов достаточно указать на него курсором и нажать . Можно также воспользоваться выпадающим списком , в котором также доступна кнопка Открыть, а также возможность открытия папки с документом в системном проводнике.



Закрепить документы также можно используя соответствующие кнопки справа.



Список недавних документов также доступен в ленте и текстовом меню:

Пиктограмма	Лента
	Файл > Предыдущие файлы
Клавиатура	Текстовое меню
	Файл > Предыдущие файлы

Создать новый документ

Раздел **Создать новый документ** содержит список прототипов, которые могут быть использованы для создания новых документов. Для удобства выбора прототипы разбиты по вкладкам (**Детали и сборки, Спецификации, Техкарты, и др.**). Если нажать на прототипе в списке, система откроет окно нового документа, начальное содержимое и параметры которого совпадают с содержимым и параметрами выбранного прототипа. При этом будут открыты та же вкладка ленты и те же окна видов, что были открыты в момент сохранения прототипа. По умолчанию созданному документу назначается имя, формируемое путем прибавления порядкового номера документа к имени файла прототипа (номера отсчитываются от 1 для всех документов, созданных по этому прототипу в рамках текущего сеанса работы с T-FLEX CAD). При последующем сохранении документа необходимо указать путь, а также можно сменить имя.

Список прототипов, отображаемый на странице **Приветствие**, - это упрощённая версия общего списка прототипов, используемого в различных командах. Помимо стандартных прототипов, поставляемых вместе с системой, можно создавать пользовательские прототипы. Подробная информация о списке прототипов доступна в описании команды **Сохранить как прототип.**

Полезная информация

Раздел содержит ссылки на описания новых возможностей и текущих изменений T-FLEX CAD, обзор программного комплекса T-FLEX PLM, конкурсы 3D моделирования и инженерных проектов, организуемые компанией Топ Системы и программу сертификации пользователей T-FLEX CAD.

Обучающие материалы

Раздел содержит ссылки на интерактивное **Учебное пособие**, предоставляющее базовые сведения о работе в T-FLEX CAD, которые в первую очередь пригодятся начинающим пользователям.
Доступны как локальная версия пособия, требующая установки на текущий компьютер, так и онлайн-версия на сайте продукта. В этом же разделе можно найти ссылку на онлайн-подборку различных обучающих видео.

Загрузки

Здесь можно скачать различные образцы 3D моделей, библиотеки и pdf-документы.

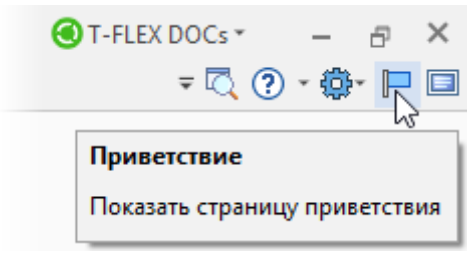
Оставайтесь с нами

Раздел содержит ссылки на различные онлайн-ресурсы, посвящённые T-FLEX CAD и связь со службой технической поддержки.

Управление отображением страницы приветствия

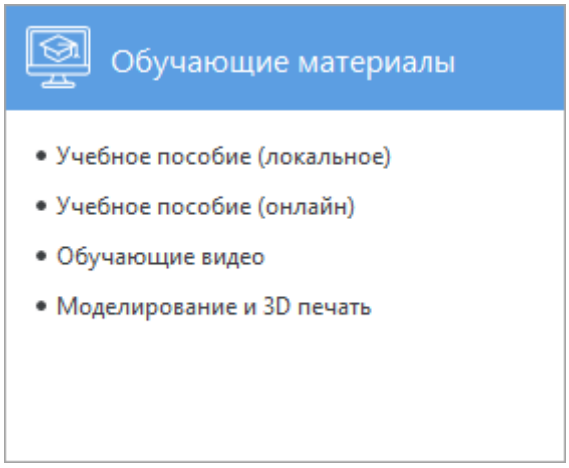
Страница приветствия при стандартных настройках системы всегда присутствует на экране. Её закладка будет находиться в одном ряду с закладками открытых документов системы (см. ниже). Если страница приветствия была закрыта, то ее можно повторно открыть кнопкой в правом верхнем углу окна T-FLEX CAD в ленточном интерфейсе или из текстового меню:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
	Настройка > Окна > Приветствие



В диалоге установок системы (**Установки > Запуск > Запуск**) можно отключить автоматическое открытие страницы приветствия при входе в систему или включить автоматическое закрытие страницы приветствия после открытия документа, а также настроить её содержимое.

Обучающие материалы



Раздел **Обучающие материалы** страницы приветствия содержит ссылки на интерактивное учебное пособие, позволяющее на примере создания отдельных документов ознакомиться с ключевыми функциями T-FLEX CAD и дополнительных приложений. Пособие доступно в двух версиях: локальной (устанавливается на текущий компьютер отдельно от CAD) и онлайн (размещено на веб-сайте продукта). Пособие также можно вызвать следующими способами:

Пиктограмма	Лента
	> Учебное пособие
Клавиатура	Текстовое меню
	? > Учебное пособие

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Ресурсы > Учебное пособие онлайн > Учебное пособие онлайн
Клавиатура	Текстовое меню
	? > Учебное пособие онлайн

Кроме того, рядом со ссылками на пособие можно найти ссылку на онлайн-подборку различных обучающих видео:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Ресурсы > Видео уроки > Видео уроки
Клавиатура	Текстовое меню
	? > Видео уроки

Информация об электронных ключах защиты

Для защиты продуктов комплекса T-FLEX PLM от несанкционированного использования применяются ключи защиты, созданные по технологиям **Sentinel HASP** (версии 4.25 и выше) и **Guardant**. Существует два типа ключей защиты:

- **Аппаратный**
  Ключ аппаратной защиты записан на физическое устройство, которое подключается в USB-порт компьютера.
- **Программный**
  Ключ программной защиты не требует наличия физического устройства. Он связан с конкретным компьютером, но при необходимости может быть перенесён на другой.

Ключи обладают собственной памятью, в которой содержатся сведения о доступных пользователю лицензиях.
Лицензии в этих ключах защиты могут быть сетевыми и локальными.
Локальная лицензия работает только на одном компьютере. На этом компьютере должен быть активирован ключ защиты.
Сетевая лицензия даёт право работать на нескольких компьютерах, при этом количество пользователей, работающих одновременно не должно превысить количества купленных лицензий. При этом используется один ключ, в который записана сетевая лицензия. Ключ должен быть установлен на одном из компьютеров локальной сети. Условно можно назвать этот компьютер **компьютер-сервер**.

Компьютер-сервер – компьютер в сети, на котором непосредственно установлен ключ с сетевой лицензией.

При использовании сетевой лицензии администратору сети предоставляется доступ к управлению имеющимися лицензиями и их распределению между рабочими местами - **компьютерами-клиентами**, а также информация о лицензиях.

Компьютер-клиент – компьютер, который входит в сеть компьютера-сервера и для которого выделена лицензия на использование одного или нескольких продуктов комплекса T-FLEX PLM.

> Процедура активации ключа не зависит от типа лицензии.

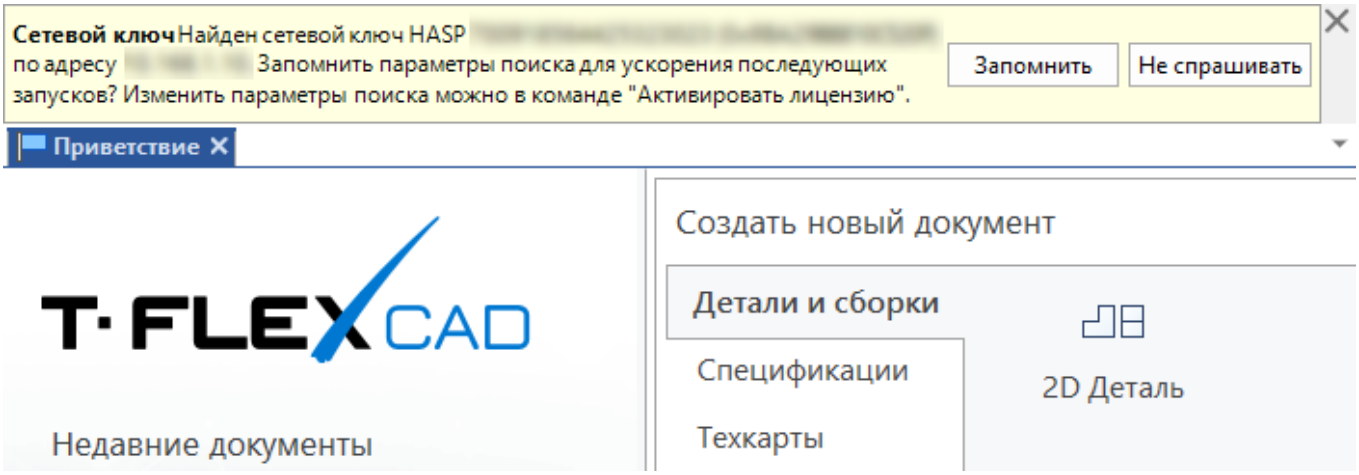
Доступ к управлению лицензиями **Sentinel HASP** осуществляется через программу **Sentinel Admin Control Center**. Для открытия окна управления воспользуйтесь ссылкой http://localhost:1947.
Доступ к управлению лицензиями **Guardant** осуществляется через программу **Guardant Control Center**. Для открытия окна управления воспользуйтесь ссылкой http://localhost:3189.

> Для корректной работы работы ключа защиты и получения доступа к управлению лицензиями необходимо установить компоненты поддержки, входящие в комплект поставки продуктов комплекса T-FLEX PLM.

Для активации и обновления ключей требуется установить утилиту **T-FLEX Лицензирование**.
Если на компьютере доступно несколько лицензий то используется та, у которой наивысший приоритет. Ниже перечислены лицензии в порядке уменьшения приоритета:

1. локальная лицензия ключа аппаратной защиты;
2. локальная лицензия ключа программной защиты;
3. сетевая лицензия ключа аппаратной защиты;
4. сетевая лицензия ключа программной защиты.

По умолчанию лицензии **Sentinel HASP** имеют приоритет над **Guardant.** С помощью диалога Параметры поиска ключа можно установить приоритет поиска ключа определённого типа, либо указать сетевой адрес или ID ключа. Если параметры поиска не заданы, то после запуска T-FLEX CAD предлагается запомнить адрес и тип найденного ключа для ускорения последующих запусков.



Что нужно сделать, чтобы ключ заработал?

1. Установить компоненты поддержки T-FLEX.
   - Если в ключе прошита локальная лицензия, необходимо установить компоненты поддержки на тот компьютер, на котором Вы собираетесь использовать продукты комплекса T-FLEX PLM.
   - Если в ключе прошита сетевая лицензия, необходимо установить компоненты поддержки на компьютер-сервер и на все компьютеры-клиенты.
2. Активировать ключ
   - Если Вы хотите получить новый программный ключ или обновить существующий программный или аппаратный ключ необходимо установить и запустить утилиту **T-FLEX Лицензирование** и Получить ключ или обновить память имеющегося ключа.

> **Внимание!** Активация или обновление программного ключа, а также обновление аппаратного ключа происходят по одному сценарию!

   - Если Вы используете новый аппаратный ключ, достаточно вставить его в компьютер и подождать, пока загорится индикатор.

> **Внимание!** Для нового аппаратного ключа никакой дополнительной установки не требуется!

Теперь ключ работает, можно приступать к использованию продукта комплекса T-FLEX PLM.

Установка компонентов поддержки

Перед тем, как начать процесс активации/обновления памяти программного ключа **Sentinel HASP**, убедитесь, что на компьютере установлен и запущен **драйвер ключа HASP** системы лицензирования **Sentinel HASP**. Драйвер ключа HASP устанавливается автоматически при установке **Компонентов поддержки T-FLEX**. Компоненты поддержки содержатся в комплекте поставки. Рекомендуется устанавливать версию **драйвера** ключа HASP, находящуюся в поставке. Вместе с драйвером ключа устанавливается служба для работы менеджера лицензий **Sentinel Admin Control Center**. Для проверки откройте в браузере страницу http://localhost:1947. Если страница не открывается (не найдена), повторно установите компоненты поддержки T-FLEX.

Процесс активации/обновления ключей **Guardant** не требует установки дополнительного ПО, однако компоненты поддержки также содержат менеджер лицензий **Guardant Control Center**.

Помимо драйвера ключа защиты и менеджера лицензий, компоненты поддержки содержат набор программ необходимый для запуска T-FLEX CAD.

Установка утилиты T-FLEX Лицензирование

Утилита **T-FLEX Лицензирование** используется для активации новых и обновления имеющихся ключей. Утилита входит в поставку. Её можно установить из папки **T-FLEX Лицензирование.**
После установки станут доступны две утилиты: **T-FLEX Лицензирование** и **T-FLEX Перемещение Лицензий**.
Запустите утилиту из меню **Пуск** > **Все программы** > **T-FLEX Лицензирование**.

Утилиту рекомендуется установить, если на компьютере не планируется установка T-FLEX CAD или если вы хотите перенести программный ключ.

Активация/обновление памяти программного ключа и обновление памяти аппаратного ключа

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	> Активировать лицензию...
Клавиатура	Текстовое меню
	? > Активировать лицензию...

Внимание! Активация или обновление программного ключа, а также обновление аппаратного ключа происходят по одному сценарию, описанному ниже.

Перед активацией/обновлением ключа **Sentinel HASP** необходимо установить компоненты поддержки.
Активация/обновление ключа происходит в два этапа:

- Формирование запроса на получение/обновление ключа и отправка его в службу лицензирования компании "Топ Системы".
- Активация ключа с помощью файла, полученного от службы лицензирования.

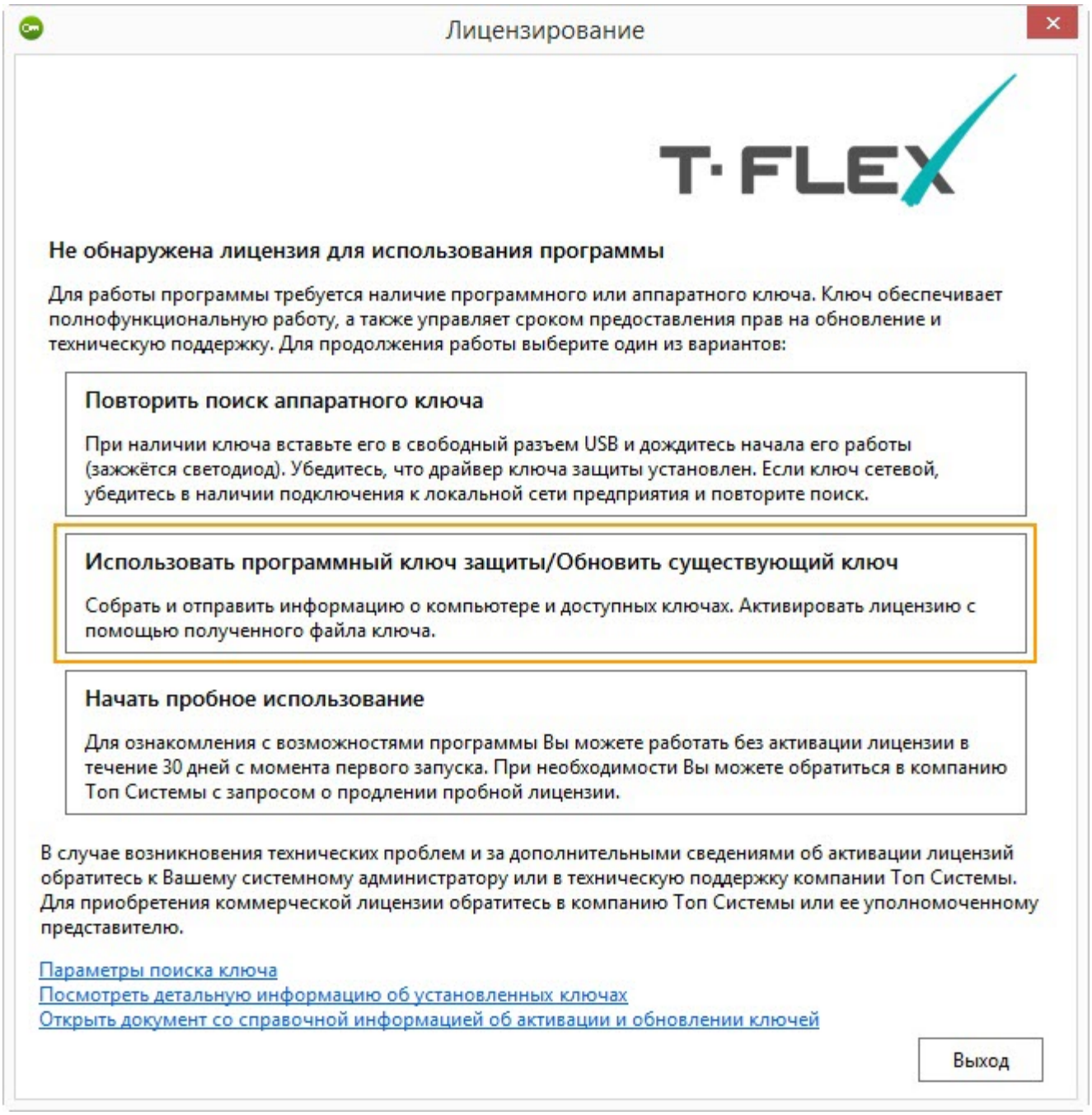
Формирование запроса и отправка его в службу лицензирования

- Если у Вас не было ключа, и Вы желаете получить программный ключ, нужно выполнить одно из следующих действий:
  - запустить T-FLEX CAD и вызвать команду **Активировать лицензию**;
  - установить и запустить утилиту **T-FLEX Лицензирование**.

В обоих случаях появляется окно **Лицензирование**. Выбор действия зависит лишь от того, установлен ли на Вашем компьютере T-FLEX CAD.

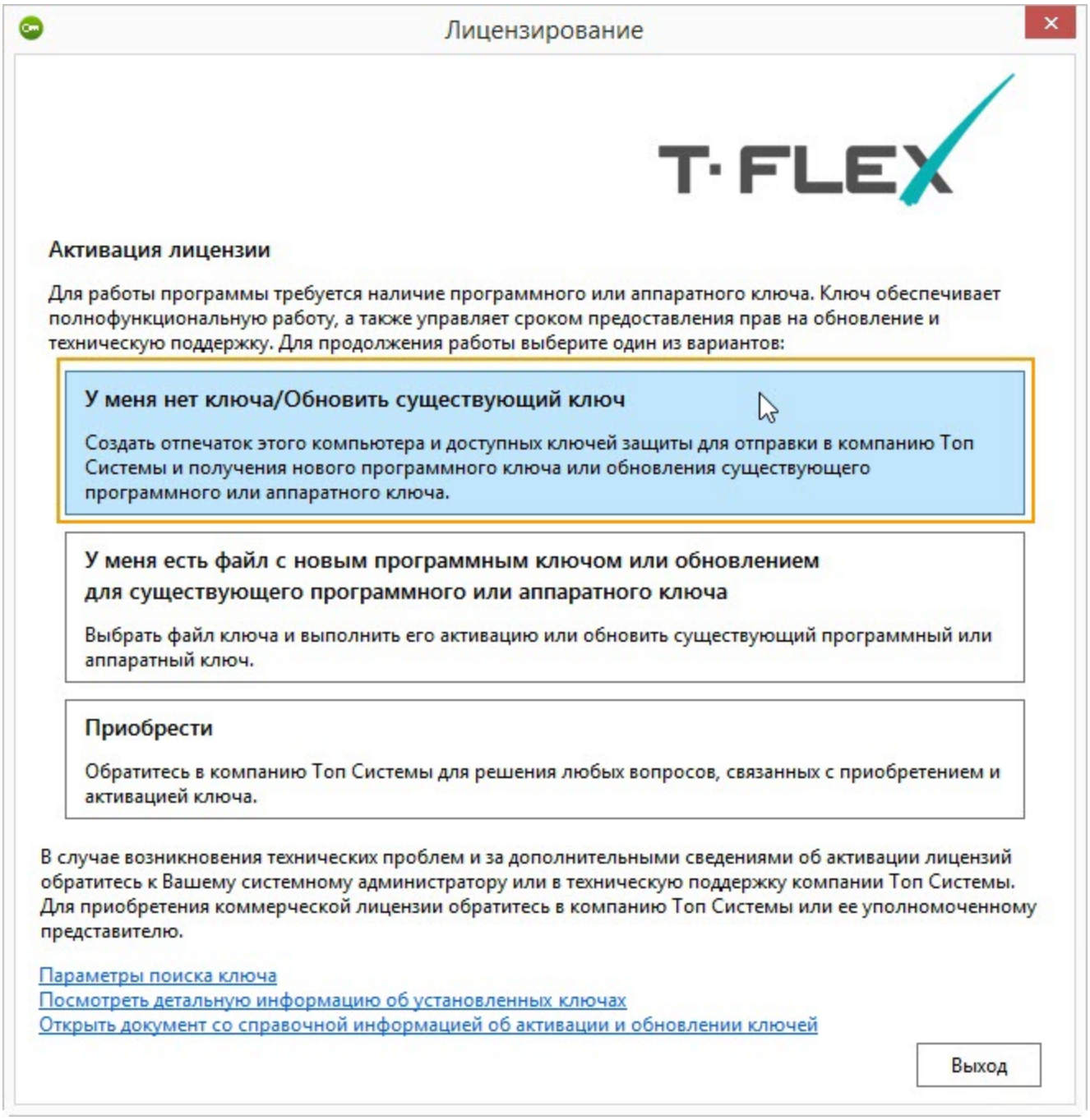
- Если у Вас есть программный ключ или аппаратный ключ (Sentinel HL версии 4.25 или выше, либо Guardant), и Вы желаете его обновить, то нужно воспользоваться командой **Активировать лицензию**, либо установить и запустить утилиту **T-FLEX Лицензирование**.

При самом первом запуске T-FLEX CAD на экране появляется диалоговое окно модуля **Лицензирование** с сообщением: **Не обнаружена лицензия для использования программы**.
Для получения/обновления ключа необходимо выбрать пункт **Использовать программный ключ защиты/Обновить существующий ключ**.

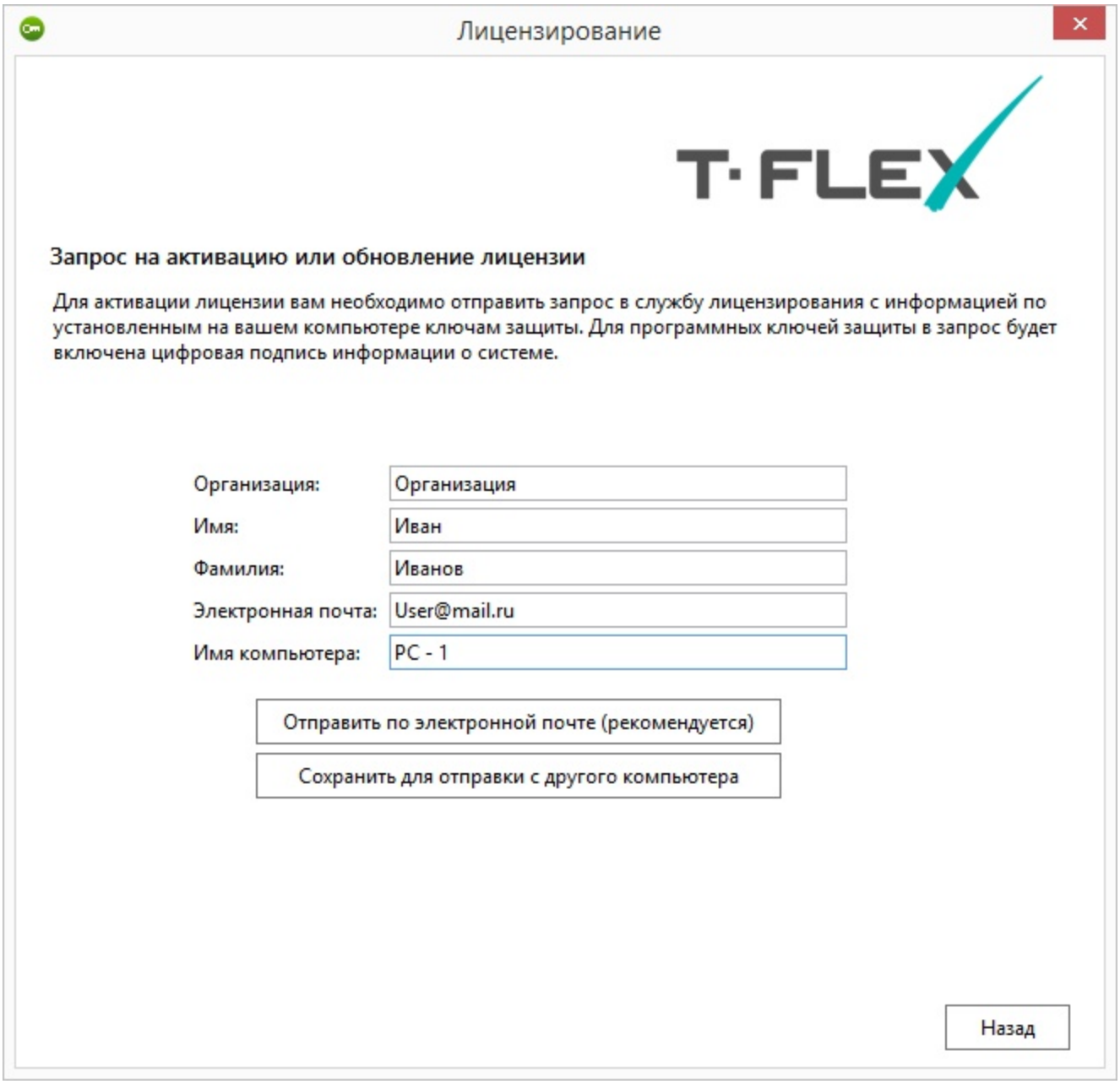


Появляется диалог **Активация Лицензии** в котором нужно выбрать пункт **У меня нет ключа/Обновить существующий ключ**.

Важно! Если Вы запустили утилиту **T-FLEX Лицензирование** или команду лицензирования, встроенную в T-FLEX CAD, то перед Вами сразу появится диалог **Активация лицензии**.



После этого откроется диалог с формой, которую необходимо заполнить для получения/обновления ключа.



Все поля обязательны к заполнению. Поле **Имя компьютера** заполняется автоматически.

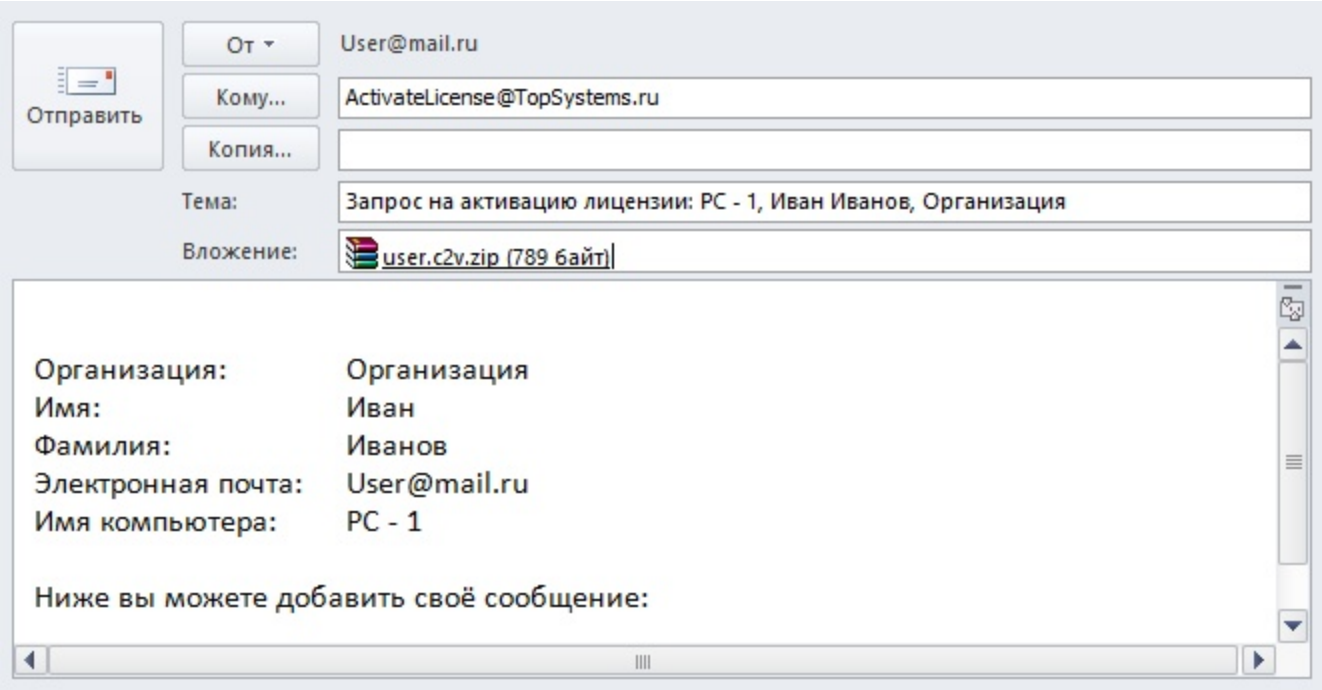
Кроме данных, которые заполняются пользователем, утилита автоматически формирует файл отпечатка компьютера. Эти данные являются уникальными и используются при активации ключа. Файл отпечатка компьютера имеет расширение C2V.

> Файл отпечатка компьютера содержит только информацию об аппаратной части компьютера, и не содержит ваших личных данных.

Внизу доступно два варианта отправки формы и отпечатка компьютера:
При выборе **Отправить по электронной почте** будет автоматически сформировано письмо, в которое будет приложен ZIP архив с заполненной ранее формой в формате XML и отпечатком компьютера в формате C2V.

> Для автоматического формирования письма на Вашем компьютере будет запущена программа, заданная по умолчанию для отправки электронной почты. Если программа по умолчанию не задана, появится сообщение об ошибке.

Перед формированием запроса убедитесь, что Ваш компьютер подключён к сети Интернет.



При выборе **Сохранить для отправки с другого компьютера** будет сформирован ZIP архив с заполненной ранее формой в формате XML и отпечатком компьютера с расширением C2V. Эти файлы необходимо переслать письмом на электронный адрес **ActivateLicense@TopSystems.ru**.

Этот пункт рекомендуется использовать, только если у Вас нет доступа в Интернет на текущем компьютере.

Активация полученного ключа

Служба лицензирования компании Топ Системы обработает запрос на получение/обновление ключа, и пришлёт письмо с прикреплённым файлом. Файл содержит данные для активации нового ключа или обновления памяти для имеющегося ключа.

Имя прикреплённого файла совпадает с номером программного ключа, расширение файла для ключей **Sentinel HASP** – V2C, для ключей **Guardant** - JSON.

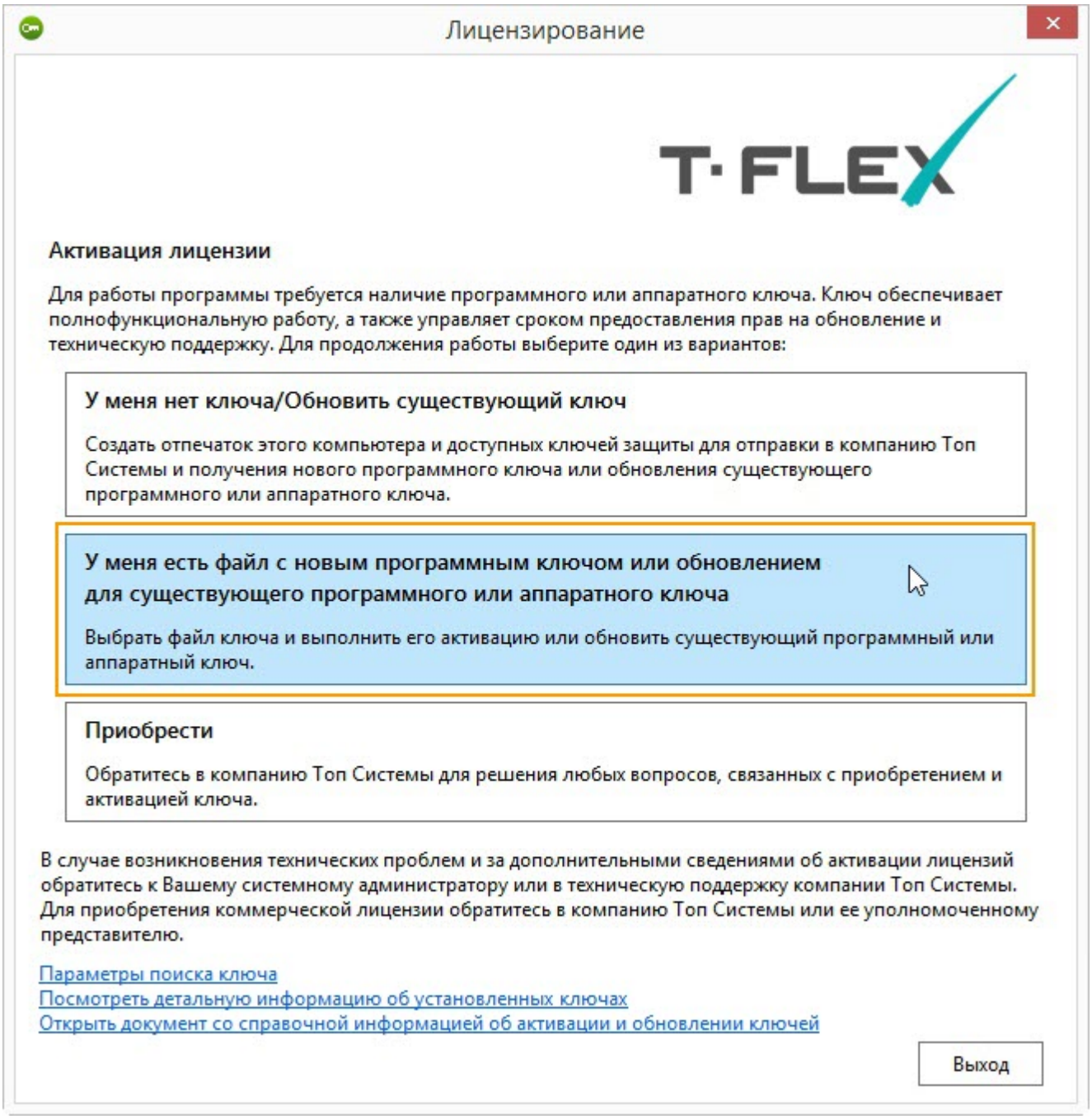
Для активации ключа нужно сохранить прикреплённый к письму файл в любую директорию на компьютере и вновь запустить систему T-FLEX CAD или утилиту **T-FLEX Лицензирование**.

- Если Вы получили новый программный ключ, его можно активировать только на том компьютере, на котором был сформирован запрос.

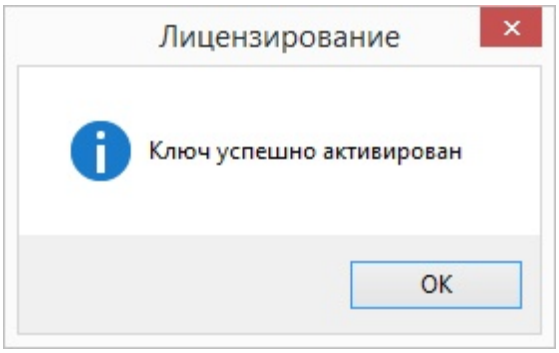
- Если Вы получили обновление памяти имеющегося программного ключа, его можно установить только на том компьютере, на котором был сформирован запрос.

- Если Вы получили обновление памяти имеющегося аппаратного ключа, его можно установить только на том компьютере, на котором установлен этот аппаратный ключ.

В открывшемся диалоге модуля **Лицензирование** нужно указать пункт **У меня есть файл с новым программным ключом или обновлением для существующего программного или аппаратного ключа**.



В окне **Выбор файла ключа защиты** необходимо выбрать сохранённый V2C или JSON файл. После этих действий произойдёт активация, которая обычно занимает не больше минуты, и на экране появится сообщение **Ключ успешно активирован**.

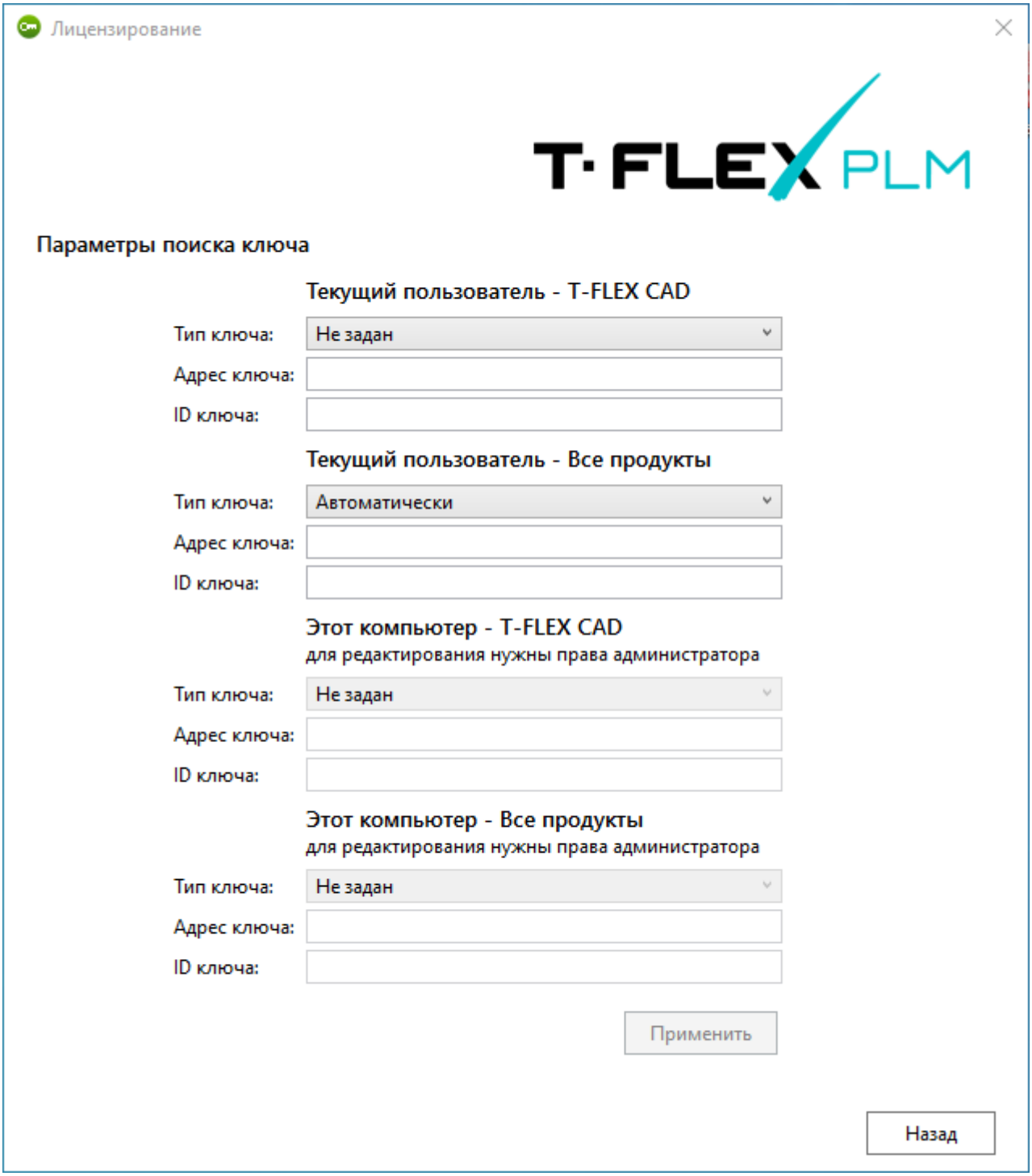


В случае появления сообщения об ошибке не пытайтесь выполнить активацию ещё раз – сразу же обратитесь в службу технической поддержки **support@topsystems.ru**. В письме опишите возникшую проблему и приложите скриншот ошибки.

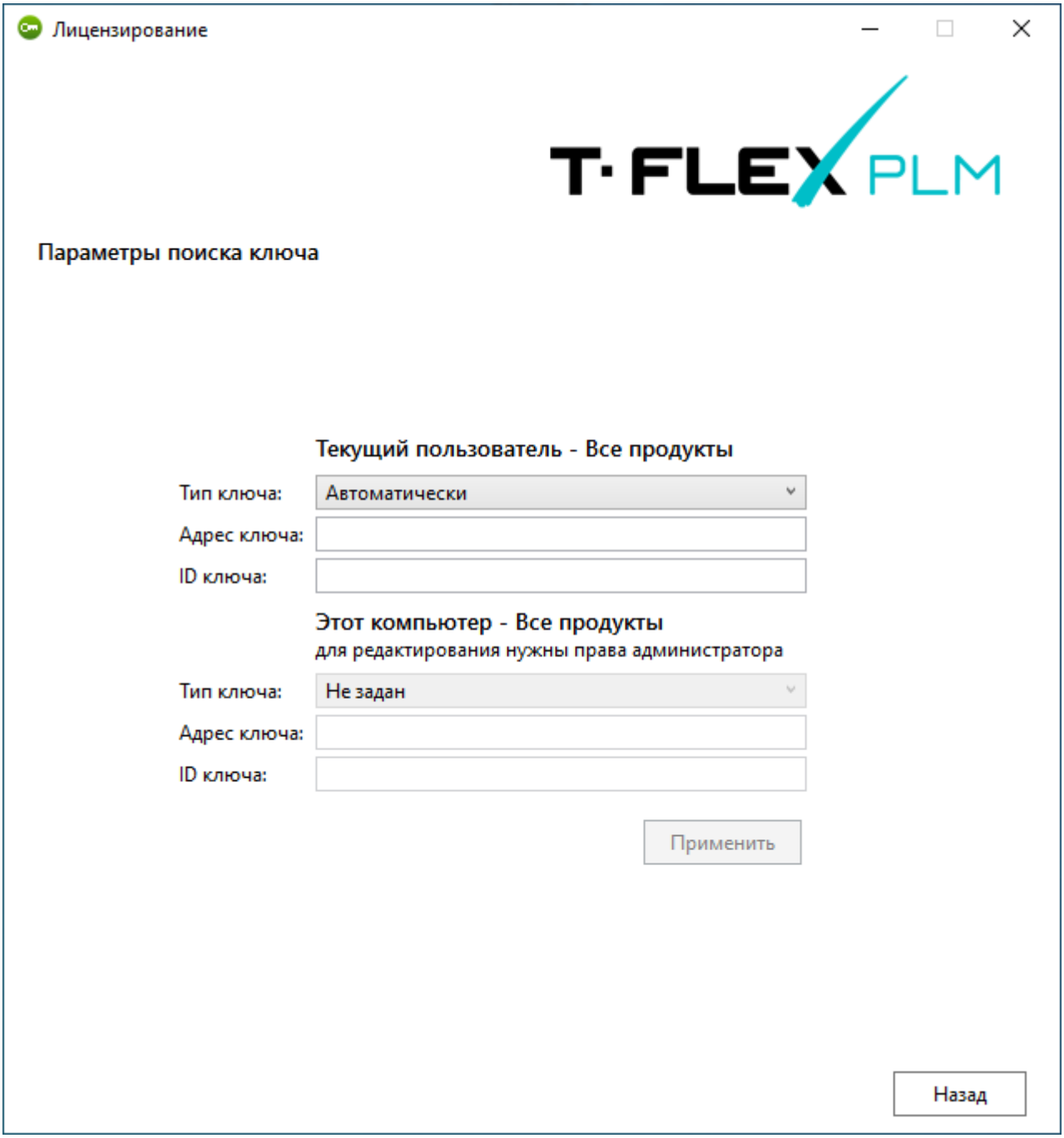
Службе поддержки также могут понадобиться скриншоты вкладок **Sentinel Keys, Features** и **Diagnostics** из **Sentinel Admin Control Center** или вкладок **Ключи** и **Откреплённые лицензии** из **Guardant Control Center**.
Для вызова **Sentinel Admin Control Center** перейдите по ссылке http://localhost:1947.
Для вызова **Guardant Control Center** воспользуйтесь ссылкой http://localhost:3189 или нажмите на ссылку **Посмотреть детальную информацию об установленных ключах** в диалоге **Лицензирование**.

Параметры поиска ключа

Для вызова диалога **Параметры поиска ключа** перейдите по одноимённой ссылке в нижней части окна утилиты **T-FLEX Лицензирование** или окна команды T-FLEX CAD **Активировать лицензию**. При вызове из T-FLEX CAD диалог позволяет задать параметры поиска ключей отдельно для T-FLEX CAD или общие параметры поиска ключей всех продуктов комплекса T-FLEX PLM.



При вызове из утилиты **T-FLEX Лицензирование** доступны только общие параметры поиска ключей всех продуктов комплекса T-FLEX PLM.



При наличии прав администратора можно задать параметры поиска ключей для всех пользователей текущего компьютера, в противном случае - только для текущего пользователя.

Доступны три параметра поиска:

Тип ключа

- **Не задан**
  При таком значении тип ключа для текущего параметра наследуется с более высокого уровня иерархии параметров, в которой параметры всех продуктов имеют приоритет над параметрами T-FLEX CAD, а параметры всех пользователей этого компьютера имеют приоритет над параметрами текущего пользователя. Для самого верхнего уровня иерархии (**Этот компьютер - Все продукты**) значение **Не задан** даёт результат аналогичный значению **Автоматически**.
  При любом другом значении, тип ключа для текущего параметра не зависит от параметров более высокого уровня иерархии.

- **Автоматически**
  Ищутся ключи любого типа, **Sentinel HASP** имеет приоритет над **Guardant**.
- **Hasp**
  Ищутся только ключи **Sentinel HASP**.
- **Guardant**
  Ищутся только ключи **Guardant**.

Адрес ключа
Если заполнить данное поле, ключи будут искаться только по указанному сетевому адресу.
ID ключа
Если заполнить данное поле, будет искаться только ключ с указанным ID.

После изменения параметров поиска их надо **Применить** с помощью кнопки, расположенной ниже.

Параметры поиска ключей соответствуют записям **Key Type**, **Key Address** и **Key ID** в реестре Windows. Если значение параметра не задано, то запись отсутствует.
Записи, соответствующие параметрам текущего пользователя, располагаются в ветке **HKEY_CURRENT_USER**, а записи, соответствующие параметрам всех пользователей, - в ветке **HKEY_LOCAL_MACHINE**. Внутри этих веток записи, соответствующие параметрам всех приложений, располагаются внутри ключа **SOFTWARE\Top Systems\Shared Settings**, а записи, соответствующие параметрам T-FLEX CAD, - внутри ключа **SOFTWARE\Top Systems\T-FLEX CAD 3D 17\Rus**.
В некоторых случаях могут возникать несоответствия между значениями параметров в диалоге поиска ключей и значениями записей в реестре. При этом фактически используются значения, указанные в реестре.

Перенос программного ключа на другой компьютер

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	> Переместить лицензию...
Клавиатура	Текстовое меню
	? > Переместить лицензию...

В данный момент перемещение лицензий доступно только для ключей **Sentinel HASP**. Возможность перемещения лицензий **Guardant** будет добавлена позже.

Программные ключи с записанными на них лицензиями можно переносить с одного компьютера на другой. Перенос ключа может понадобиться в следующих случаях:

- При необходимости переместить лицензию T-FLEX CAD на другой компьютер,
- При модернизации или полной замене комплектующих компьютера,
- При форматировании жёсткого диска или его переразметке,
- При переустановке ОС.

Важно! Если перенос лицензии не был выполнен в вышеперечисленных случаях, она может быть утрачена или повреждена.

Важно! Перенос лицензии можно выполнить, только если **компьютер-источник** и **компьютер-получатель** лицензии – находятся в рабочем состоянии, и, если лицензия на компьютере-источнике не повреждена. Если Вам необходимо заменить комплектующие компьютера, отформатировать жёсткий диск или переустановить ОС, рекомендуется **заранее** перенести лицензию на другой компьютер.

Компьютер-источник - компьютер, на котором установлен действующий ключ.
Компьютер-получатель - компьютер, на который необходимо перенести ключ.

Важно! Данные с лицензиями ключа нельзя сохранить в файле, а затем установить на тот же компьютер после модернизации. Отпечаток компьютера до и после модернизации не будет совпадать.

Важно! Перед переносом лицензии необходимо убедиться, что на компьютере-источнике и на компьютере-получателе установлен драйвер ключа защиты и утилита **T-FLEX Перемещение лицензии**.

Что нужно сделать, чтобы перенести ключ на другой компьютер?

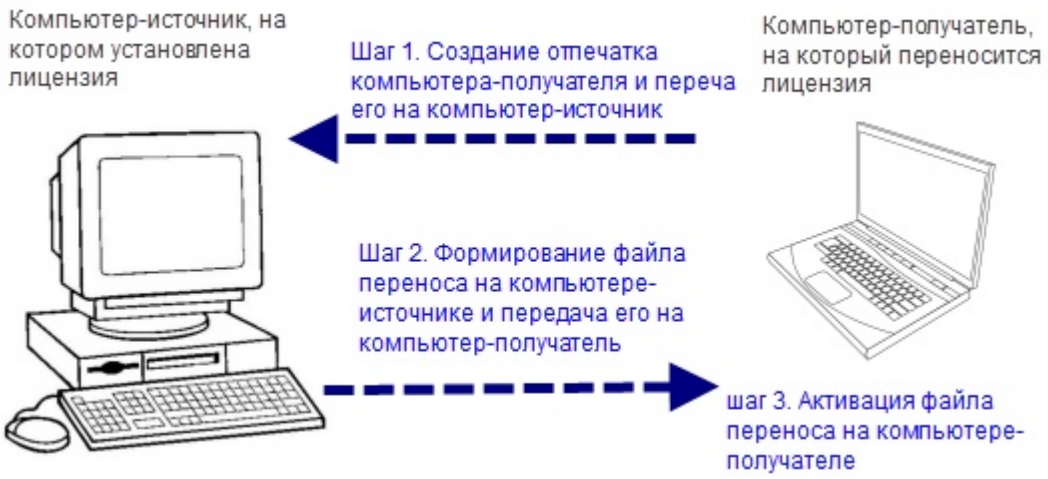
В T-FLEX CAD имеется специальная команда для переноса ключа - **Переместить лицензию**, которую необходимо активировать на компьютере-источнике.
Если T-FLEX CAD не установлен на компьютере-получателе, то на него необходимо установить утилиту **T-FLEX Перемещение лицензии**.

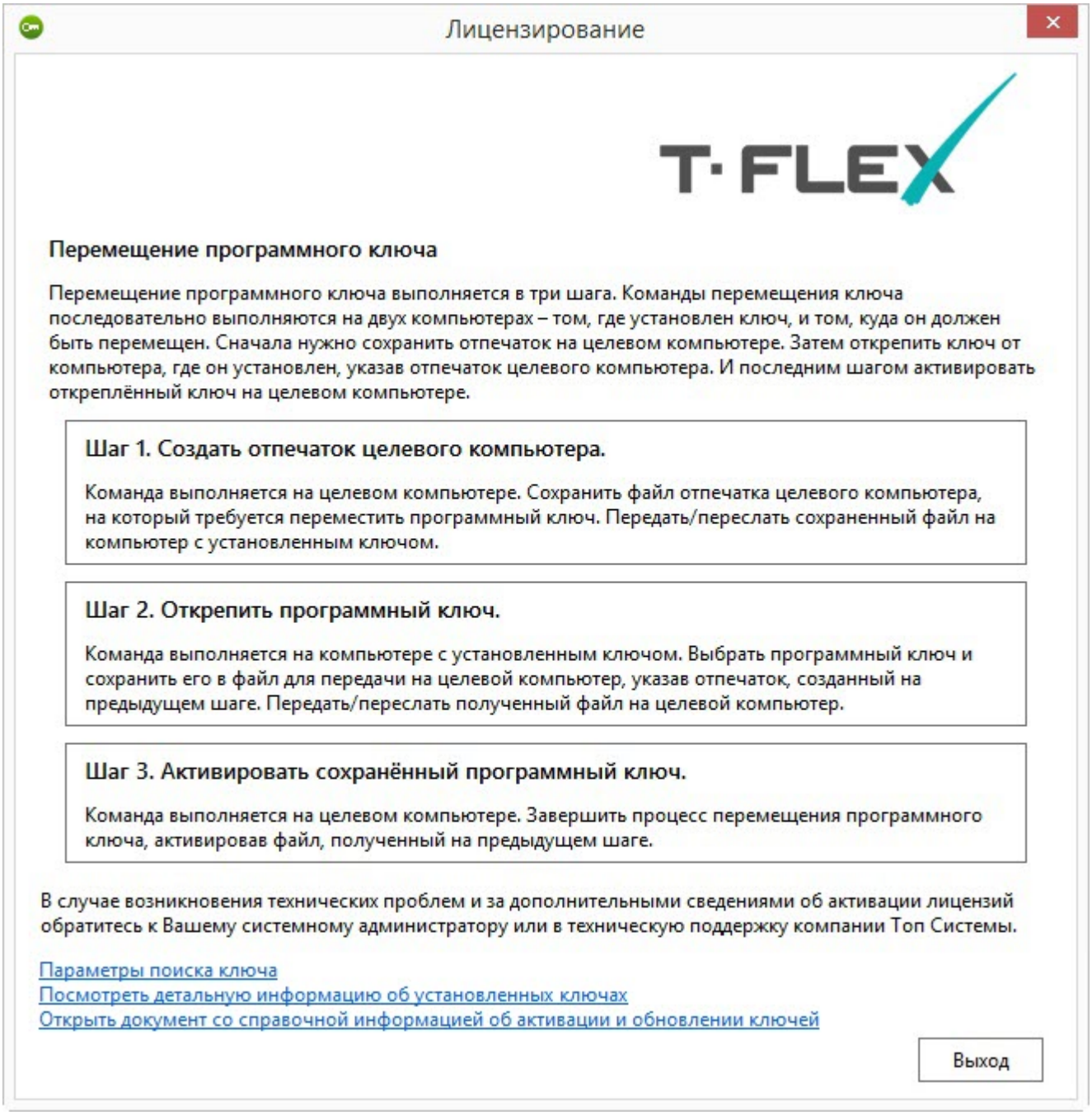
Важно! Нужно освободить лицензию перед переносом ключа. Для этого T-FLEX CAD на компьютере-источнике и на компьютере-получателе должен быть закрыт.

При вызове команды **Переместить лицензию** из T-FLEX CAD программа закрывается автоматически.

После запуска команды из T-FLEX CAD или утилиты **T-FLEX Перемещение лицензии** появляется диалоговое окно. Перенос лицензии происходит в три этапа:

1. Создание отпечатка компьютера-получателя,
2. Формирование файла переноса на компьютере-источнике с помощью отпечатка компьютера-получателя,
3. Активация файла переноса на компьютере-получателе.





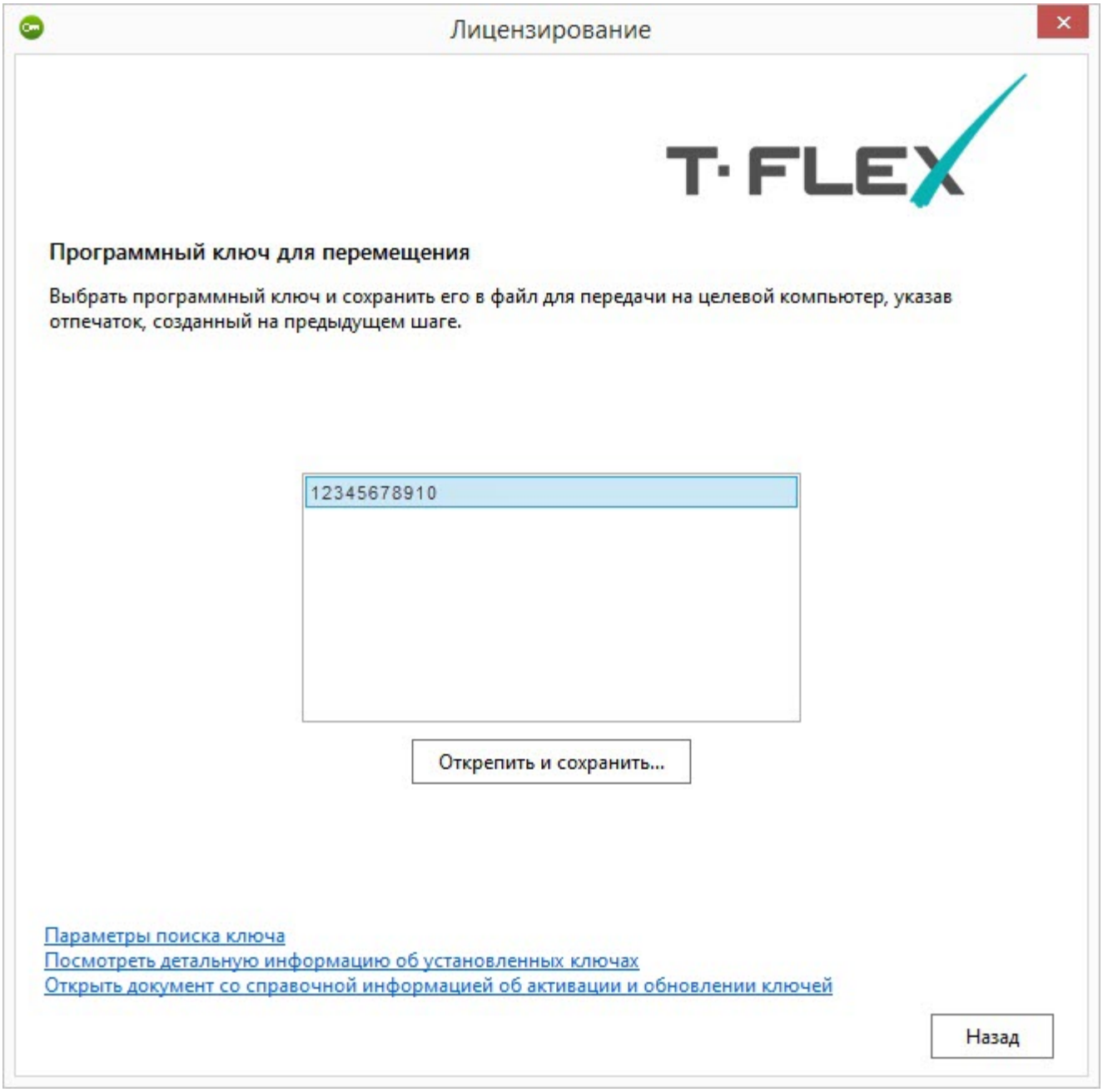
Шаг 1. Создать отпечаток целевого компьютера

Запустите утилиту T-FLEX Перемещение лицензии на компьютере-получателе.
Выберите пункт **Шаг 1. Создать отпечаток целевого компьютера**.
После выбора этого пункта появится окно **Файл отпечатка компьютера**, в котором необходимо указать директорию для сохранения файла отпечатка формата R2H. Этот отпечаток необходимо передать на компьютер-источник.

Шаг 2. Открепить программный ключ

Запустите утилиту T-FLEX Перемещение лицензии или команду Переместить лицензию из T-FLEX CAD на компьютере-источнике.
Выберите пункт **Шаг 2. Открепить программный ключ**.
Появится новое диалоговое окно, в котором нужно выбрать ключ, который следует открепить.

> **Важно!** Внимательно проверьте, что Вы выбрали **нужный** ключ и переносите файл на нужный компьютер-получатель. После нажатия кнопки **Открепить и сохранить** и выбора файла формата R2H с компьютера-получателя, лицензия будет удалена с вашего компьютера.

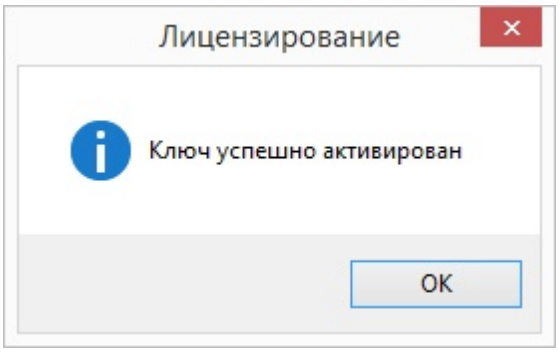


Убедившись, что все данные верны, нажмите кнопку **Открепить и сохранить**.

После этого в открывшемся окне нужно выбрать R2H файл, полученный с компьютера-получателя на первом шаге.
Затем в новом открывшемся окне нужно сохранить файл формата H2R. Затем передайте сохранённый ключ в формате H2R на компьютер-получатель.

Шаг 3. Активировать сохранённый программный ключ

Запустите утилиту **T-FLEX Перемещение лицензии** на компьютере-получателе.
Выберите **Шаг 3. Активировать сохранённый программный ключ.**
В появившемся окне выберите сохранённый ключ формата H2R.
Активация займёт некоторое время, обычно не больше минуты. По окончании активации Вы получите сообщение:



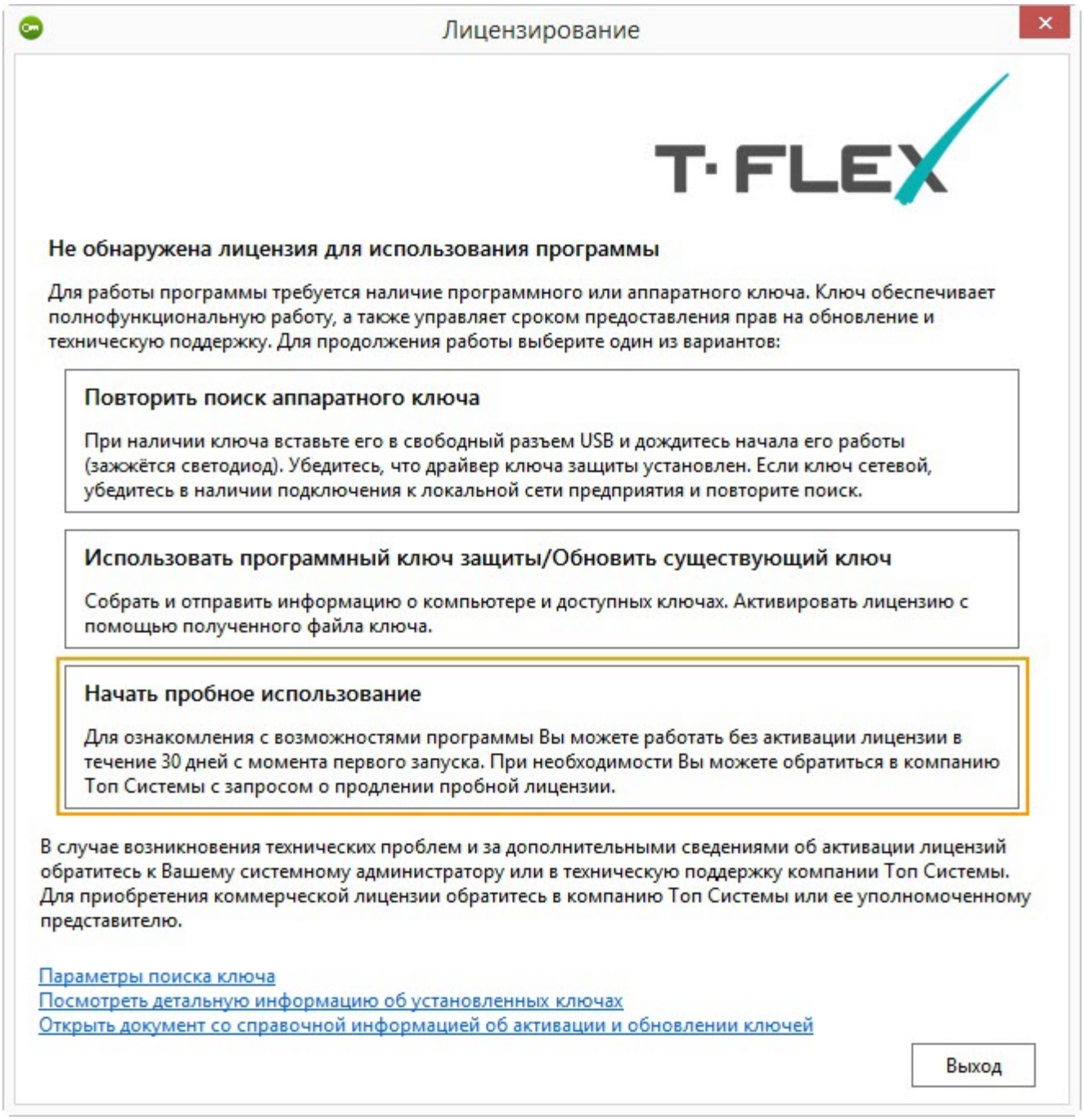
В случае появления сообщения об ошибке не пытайтесь выполнить активацию ещё раз – сразу же обратитесь в службу технической поддержки **support@topsystems.ru**. В письме опишите возникшую проблему и приложите скриншот ошибки.

Службе поддержки также могут понадобиться скриншоты вкладок **Sentinel Keys, Features** и **Diagnostics** из Sentinel Admin Control Center.
Для получения информации **Sentinel Admin Control Center** перейдите по ссылке http://localhost:1947.

Пробная лицензия

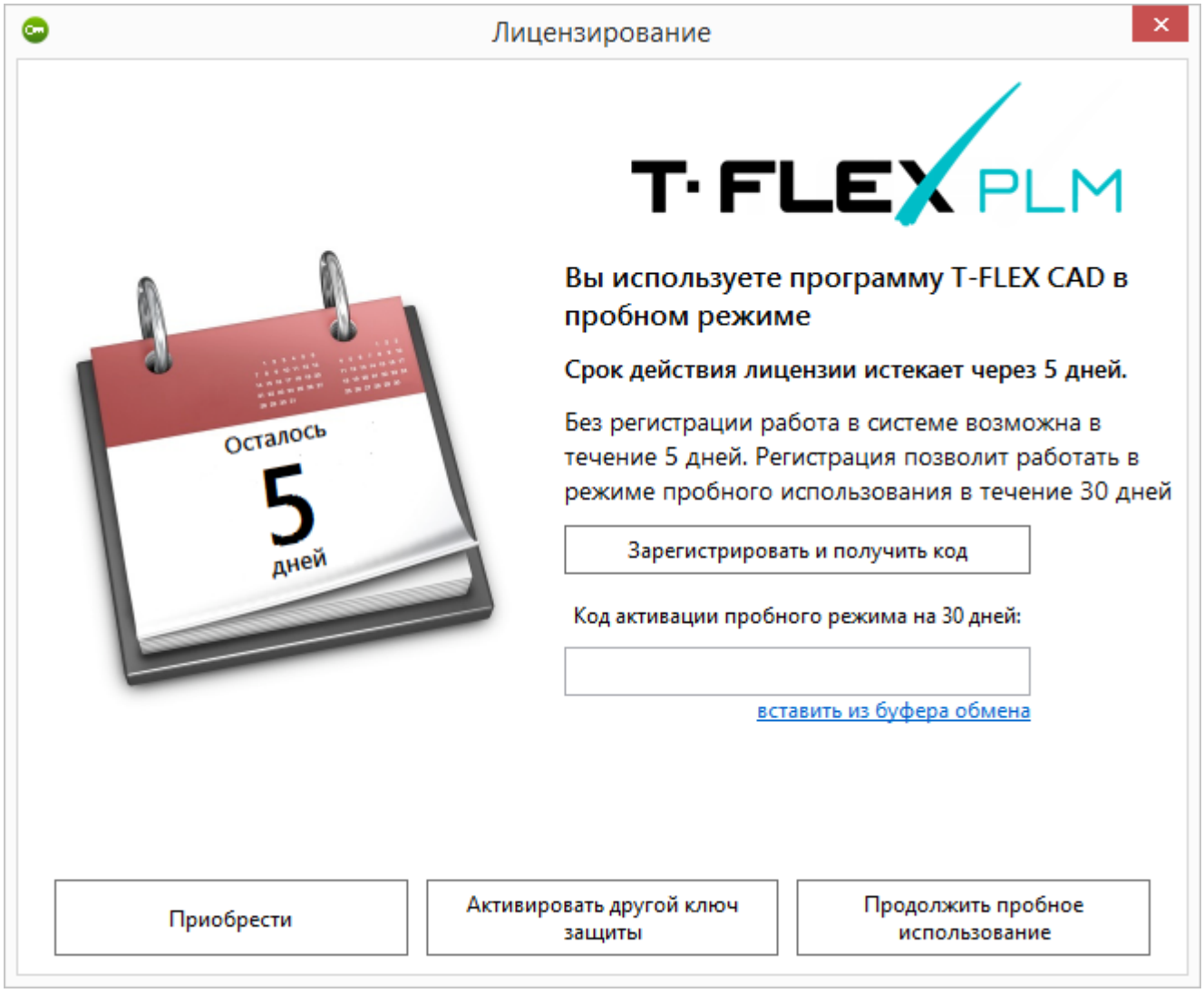
Для T-FLEX CAD доступен период пробного использования. Для начала пробного использования необходимо выбрать пункт **Начать пробное использование** в диалоге **Лицензирование**.

Использование пробной лицензии доступно для одного компьютера только один раз.



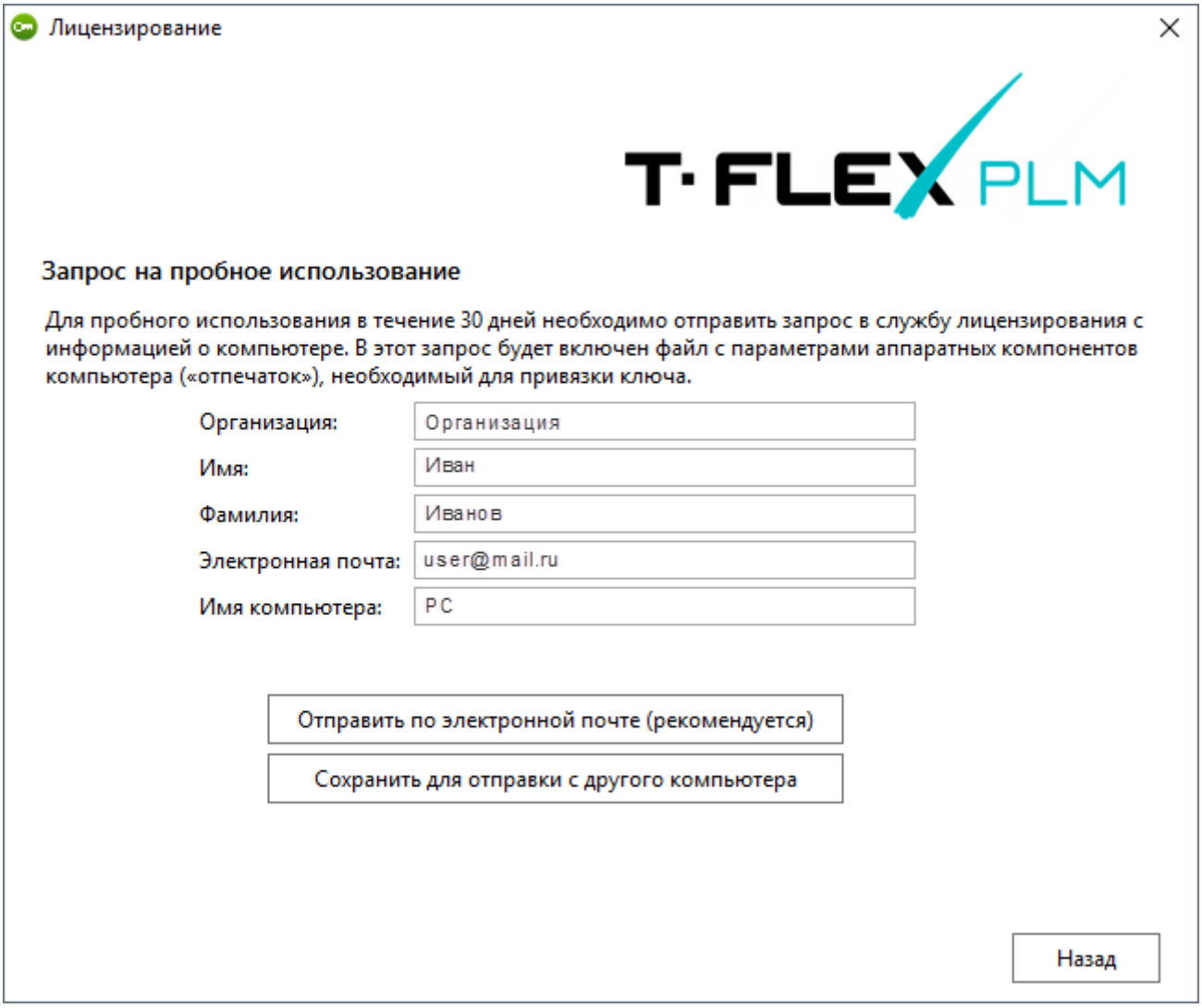
В течение пяти дней пользователь может работать без регистрации. После регистрации пользователю доступен тридцатидневный пробный период.

Во время пятидневного пробного периода при запуске T-FLEX CAD будет отображаться следующий диалог.

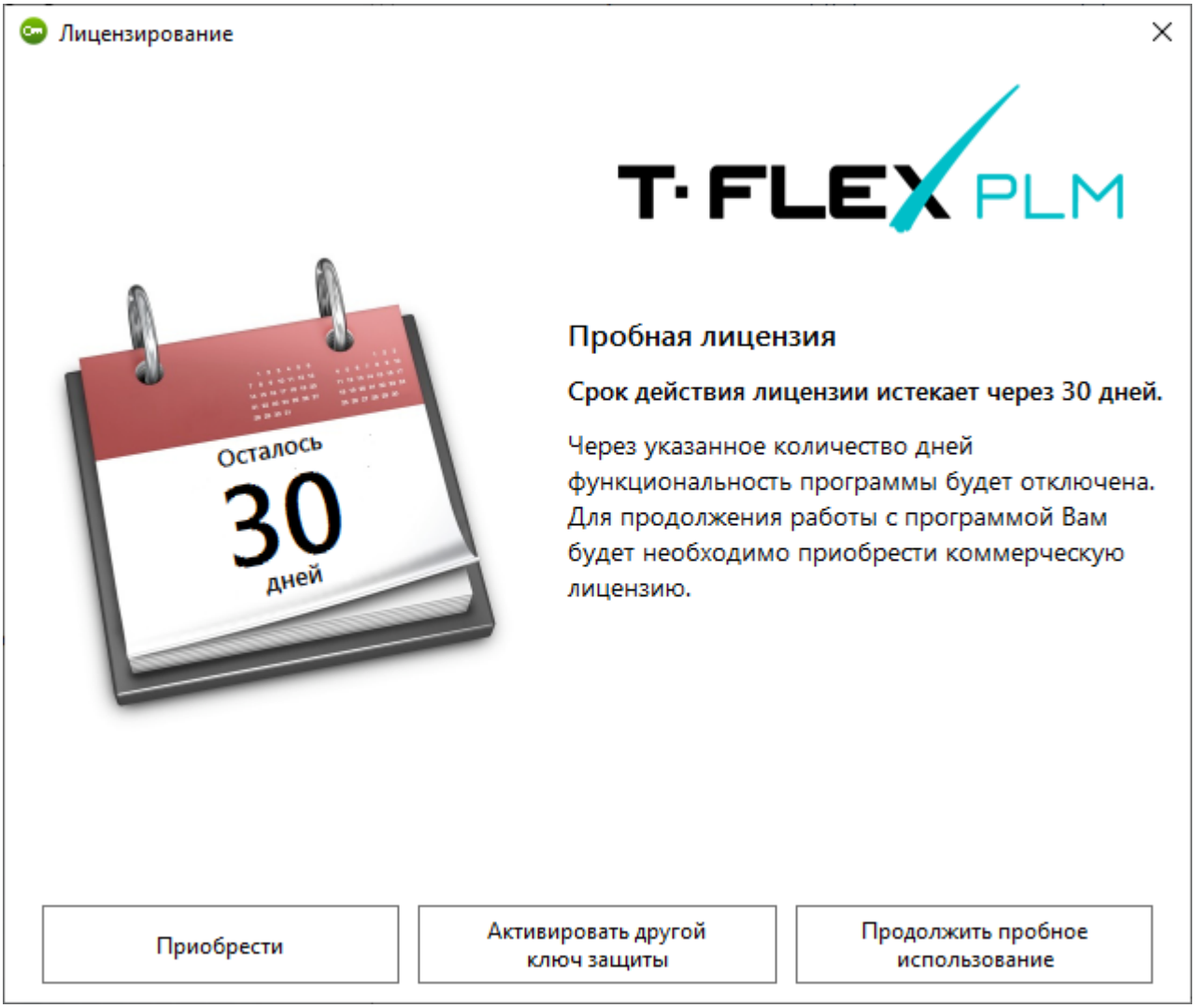


В нём указан оставшийся период действия пробной лицензии и даны ссылки на приобретение и активацию полной лицензии.

После нажатия на кнопку **Зарегистрировать и получить код**, появится форма, которую необходимо заполнить для получения кода активации 30-дневного пробного периода.



После регистрации вы получите письмо с кодом активации. Введите полученный код в поле **Код активации пробного режима на 30 дней**. Диалог, отображаемый при запуске T-FLEX CAD, сменит вид:



Для работы в T-FLEX CAD в ознакомительном режиме нажмите **Продолжить пробное использование**.

Для активации ключа нажмите **Активировать другой ключ защиты**.

Для приобретения лицензии нажмите **Приобрести**. Вы будете перенаправлены на сайт АО «Топ Системы».

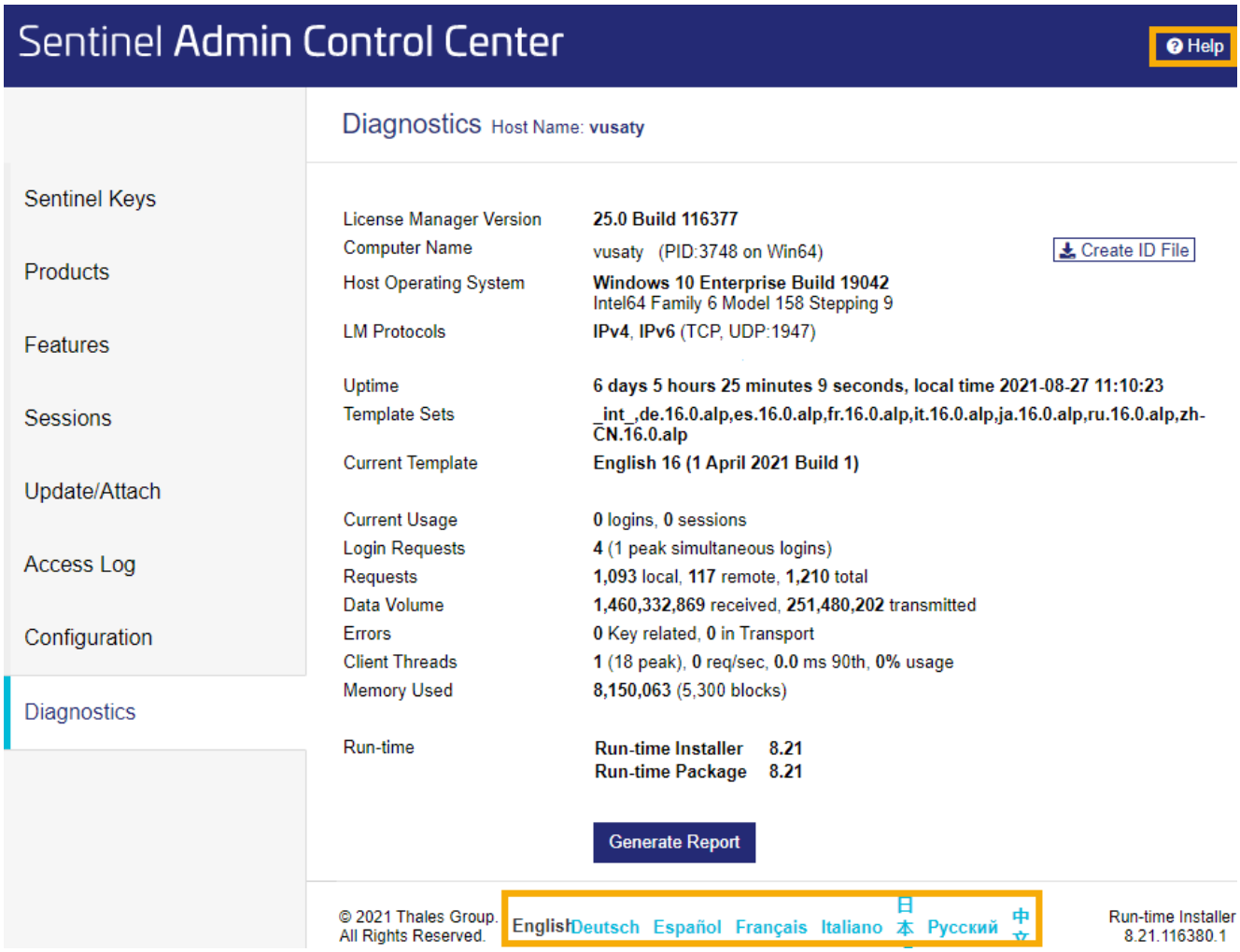
Информация о Sentinel Admin Control Center

Для вызова **Sentinel Admin Control Center** воспользуйтесь ссылкой http://localhost:1947. В T-FLEX CAD доступна команда для вызова **Sentinel Admin Control Center:**

Пиктограмма	Лента
	> Менеджер лицензий Sentinel...
Клавиатура	Текстовое меню
	? > Менеджер лицензий Sentinel...

Менеджер **Sentinel Admin Control Center** откроется в окне браузера. Для его использования не требуется подключение к интернету, т.к. менеджер работает локально.
В нижней части окна **Sentinel Admin Control Center** доступна смена языка.

В правом верхнем углу окна доступна **Справка,** где можно прочитать необходимую информацию о работе с менеджером. Например, информацию о распределении сетевых лицензий между компьютерами-клиентами.



Часто возникающие вопросы

Основные причины того, что ключ не работает:

Вы не установили компоненты поддержки (установите компоненты поддержки).

Вы установили компоненты поддержки, но он не обновились (переустановите драйвер ключа HASP, запустив на выполнение от имени администратора **ReInstall.cmd** из папки **Компоненты поддержки T-FLEX\HInstall**).

Вы установили компоненты поддержки, но используете ключ старого образца (установите **License manager** для ключей старого образца с диска поставки, или обратитесь за ним в службу технической поддержки).

Решение некоторых проблем:

1. **Не удаётся установить компоненты поддержки, при установке драйвера ключа защиты возникает сообщение “Unable to stop hasplms service”.**
   Нужно отключить сервис **Sentinel LDK License Manager** в **Панель управления** > **Система и безопасность** > **Администрирование** > **Сервисы** и повторить установку.
2. **У вас установлено несколько продуктов комплекса T-FLEX PLM разных версий, и один из продуктов не видит ключ защиты.**
   В этом случае следует проверить сборку продукта. Новый ключ защиты поддерживается, начиная с определённой сборки T-FLEX CAD 14 и T-FLEX DOCs 14. Для более ранних сборок

рекомендуется использовать ключ защиты старого образца. Подробную информацию можно узнать у менеджеров компании «Топ Системы».

3. **После обновления сборки были переустановлены компоненты поддержки, менеджер лицензий по ссылке http://localhost:1947 открывается, но программа всё равно не видит ключ.**

   После переустановки драйвера ключа защиты может возникнуть ситуация, когда старый драйвер ключа не обновится в процессе установки. В этом случае нужно зайти в папку **Компоненты Поддержки\HInstall** и запустить файл **ReInstall.cmd**. Он удалит установленную версию драйвера ключа и установит новую версию.

Важно всегда устанавливать драйвер ключа из папки **Компоненты поддержки T-FLEX**, которая поставляется именно с текущей сборкой продукта комплекса T-FLEX PLM, так как версии драйвера защиты могут отличаться.

4. **После Переустановки оборудования перестал находиться ключ.**

   Скорее всего, Вы удалили компоненты поддержки, которые отвечают за работу ключа.

5. **После остановки службы Sentinel перестал находиться ключ.**

   Попробуйте перезапустить службу Sentinel. Если это не помогло, то выполните переустановку драйвера ключа с помощью файла **ReInstall.cmd**, который находится в папке **Компоненты Поддержки\HInstall**.

6. **У нас два ключа защиты продуктов комплекса T-FLEX PLM, один из них старого образца, другой – нового и содержат лицензии на разные продукты. Иногда продукты комплекса T-FLEX PLM подключаются к неправильному ключу.**

   Ключи старого и нового образца работают через разные порты. Необходимо попросить администратора сети, чтобы он настроил подключение продуктов к ключам по разным портам. Тогда оба ключа будут видны и не будут мешать друг другу.

7. **Сотрудник хочет подключиться к сети, в которой установлен сетевой ключ защиты, и работать удалённо. Как ему это сделать?**

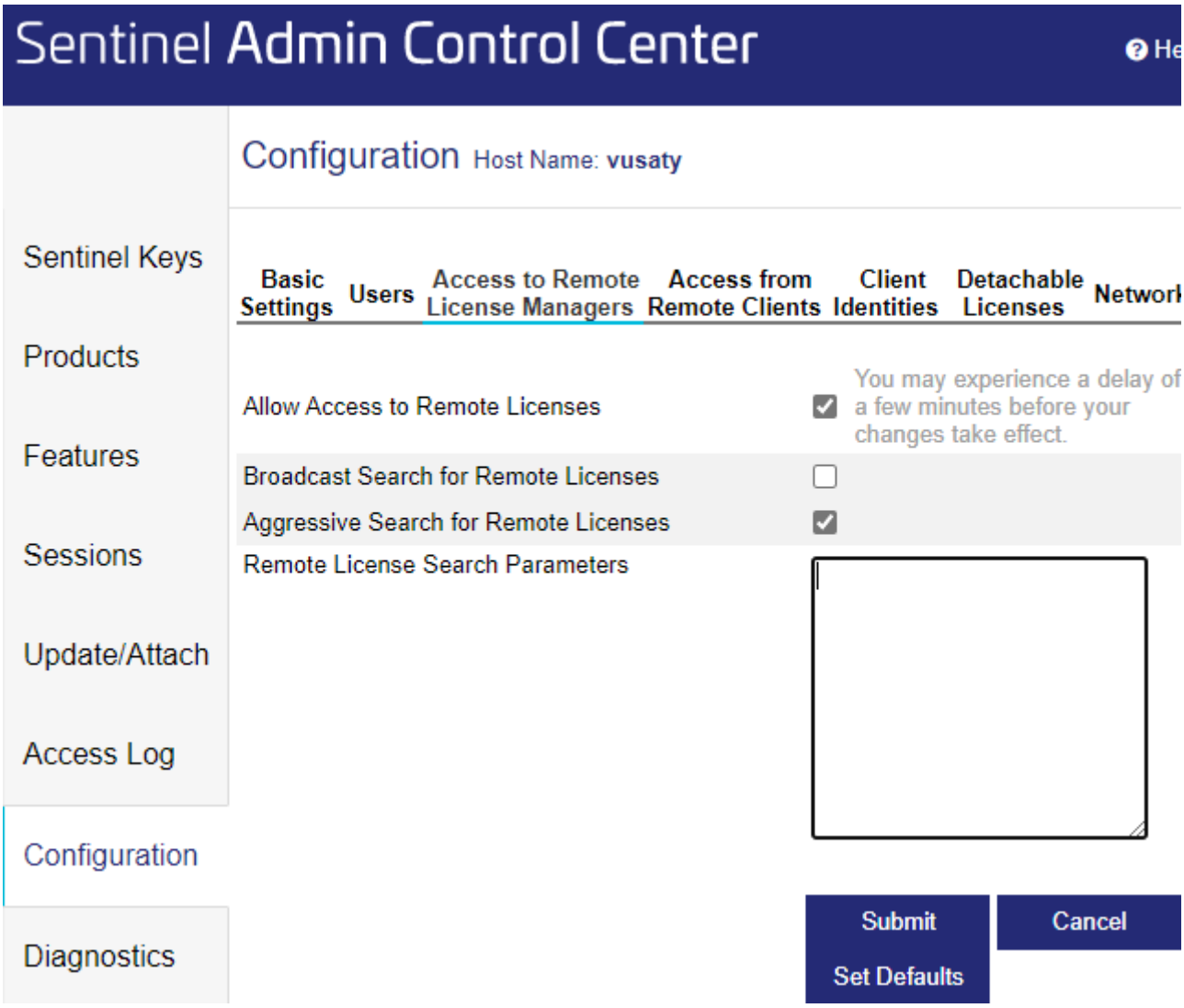
   Для подключения Вашему системному администратору необходимо разрешить доступ к вашей локальной сети сотруднику через порт 1947, например, через VPN соединение, и предоставить IP адрес офиса.

   Администратору следует задать правило, что тот, кто подключается через внешний IP адрес офиса, получает доступ к порту компьютера-сервера, на котором установлен ключ продукта комплекса T-FLEX PLM.

   Далее на компьютере сотрудника после установки подключения необходимо установить два флага, как на картинке ниже. Они позволяют подключаться удалённо и искать ключ вне локальной сети.

   В поле **Remote License Search Parameters** нужно ввести IP адрес офиса.

   После выполнения этих действий подключение к ключу должно быть доступно.



Информация о Guardant Control Center

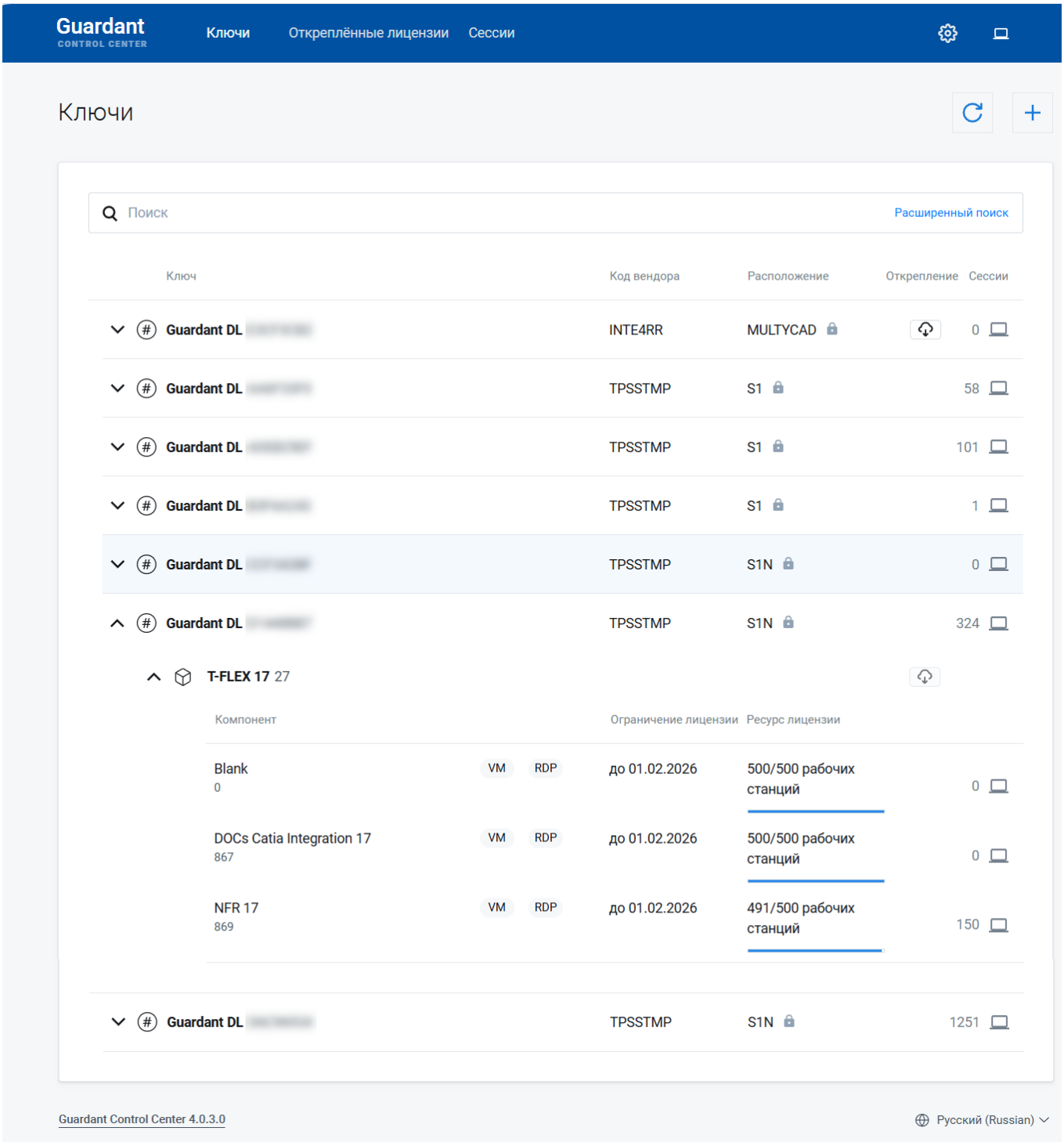
Для вызова **Guardant Control Center** воспользуйтесь ссылкой http://localhost:3189 или нажмите на ссылку **Посмотреть детальную информацию об установленных ключах** в диалоге **Лицензирование**. В T-FLEX CAD доступна команда для вызова **Guardant Control Center**:

Пиктограмма	Лента
	> Менеджер лицензий Guardant...
Клавиатура	Текстовое меню
	? > Менеджер лицензий Guardant...

Менеджер **Guardant Control Center** откроется в окне браузера. Для его использования не требуется подключение к интернету, т.к. менеджер работает локально.

В правом нижнем углу окна **Guardant Control Center** доступна смена языка.

Справочная информация о работе с менеджером доступна на официальном сайте Guardant по адресу https://dev.guardant.ru/display/GSLK/Guardant+Control+Center.


Guardant
CONTROL CENTER
Ключи
Открепленные лицензии
Сессии
Ключи
Поиск
Расширенный поиск
Ключ
Код вендора
Расположение
Открепление
Сессии
Guardant DL
INTE4RR
MULTYCAD
0
Guardant DL
TPSSTMP
S1
58
Guardant DL
TPSSTMP
S1
101
Guardant DL
TPSSTMP
S1
1
Guardant DL
TPSSTMP
S1N
0
Guardant DL
TPSSTMP
S1N
324
T-FLEX 17 27
Компонент
Ограничение лицензии
Ресурс лицензии
Blank
0
VM
RDP
до 01.02.2026
500/500 рабочих станций
0
DOCs Catia Integration 17
867
VM
RDP
до 01.02.2026
500/500 рабочих станций
0
NFR 17
869
VM
RDP
до 01.02.2026
491/500 рабочих станций
150
Guardant DL
TPSSTMP
S1N
1251
Guardant Control Center 4.0.3.0
Русский (Russian)

Быстрое начало

В данном разделе будет описано, как приступить к работе в конструкторской системе T-FLEX CAD. Будут изложены основные понятия, необходимые для успешной работы. Также, благодаря этому разделу, можно будет узнать как начать работать с чертежами и командами, основные способы создания документов и изучить перечень основных команд и служебных окон.

Основные темы в этом разделе:

- Основные понятия
- Начало работы
- Создание нового документа
- Работа с командами
- Предварительный просмотр
- Последние команды
- Поиск команд
- Панели
- Типы окон
- Служебные окна
- Переход к выбранному элементу
- Использование клавиатуры и мыши
- 3D манипулятор
- Отмена и повтор действий

См. также:

- Закладки документов
- Управление окнами документов
- Закладки страниц
- Окна видов

Основные понятия

Система T-FLEX CAD представляет широкий набор встроенных функций для достижения наилучшего качества моделей и чертежей. Для этого существует много разных команд. Это команды для работы с опорной геометрией, команды для создания твердых и поверхностных тел. Также можно работать с листовым металлом и сваркой. Существует набор команд, предназначенный для автоматизации работ по моделированию систем электроснабжения, вентиляции и трубопроводов. Также существует мощная система параметризации 3D объектов и элементов построения. Помимо этого существует система анализа геометрии, позволяющая узнавать масс-инерционные характеристики, измерять объекты, их кривизну, зазоры, отклонения и так далее.

Система T-FLEX CAD использует различные типы элементов.
Можно выделить три основных типа элементов: 2D, 3D и вспомогательные.

2D элементы

К 2D элементам относится всё, что отображается на чертеже или в режиме черчения на рабочей плоскости. 2D элементы можно разделить на **Элементы построения** и **Элементы изображения**.

Элементы построения

Элементы построения формируют каркас чертежа. С ними связаны элементы изображения, которые и являются тем реальным изображением, которое мы хотим в итоге получить. К элементам построения относятся линии построения и узлы. Линии построения и узлы - основные элементы,

формирующие параметрическую модель чертежа. По аналогии с черчением их можно сравнить с тонкими карандашными линиями, которые затем обводятся тушью. С помощью задания различных типов линий построения и узлов устанавливается взаимосвязь элементов построения и определяется порядок расчёта их положения при параметрическом изменении чертежа. Они присутствуют только на экране и не выводятся на принтер или плоттер.

Элементы изображения

Элементы изображения формируют чертёж. К элементам изображения относятся линии изображения, размеры, тексты, штриховки, допуски формы и расположения поверхностей, надписи, шероховатости. Они могут "привязываться" к элементам построения. В этом случае, при изменении положения линий построения и узлов, элементы изображения изменяют свое положение, что и является основной идеей параметризации в T-FLEX CAD. Другой способ параметризации элементов изображения - использование ограничений. Эти элементы составляют изображение чертежа при выводе на принтер и плоттер.
К сложным элементам изображения относятся 2D фрагменты и картинки.

3D элементы

К 3D элементам относится всё, что отображается в 3D сцене. Основные группы 3D элементов - это **Тела**, **Операции**, **3D Построения** и **Геометрические элементы**.

Тела

Тела бывают двух видов - твердые и поверхности. Тела создаются в результате создания части операций 3D моделирования.

Операции

Операции являются результатом выполнения команд 3D моделирования. При создании операции могут как создаваться новые тела так и редактироваться имеющиеся. Итоговая форма конкретного тела может являться результатом создания одной или множества различных операций.

3D Построения

К 3D построениям относятся различные вспомогательные элементы различного назначения. Большая часть 3D построений используется в качестве **Опорной геометрии** при создании **Операций**. Другие 3D построения выполняют инструментальные функции (в основном относящиеся к визуализации).

Геометрические элементы

К геометрическим элементам относятся грани, рёбра, и вершины тел и опорной геометрии.

Служебные элементы

К служебным элементам относятся переменные, базы данных, отчёты, материалы, и др.

Глобальная и локальные системы координат

Глобальная система координат (ГСК) - это система координат, в которой по умолчанию рассчитывается положение и ориентация всех 3D элементов текущего документа. Вместо ГСК для расчёта отдельных 3D элементов можно создавать и использовать **Локальные системы координат (ЛСК)**.

Начало работы

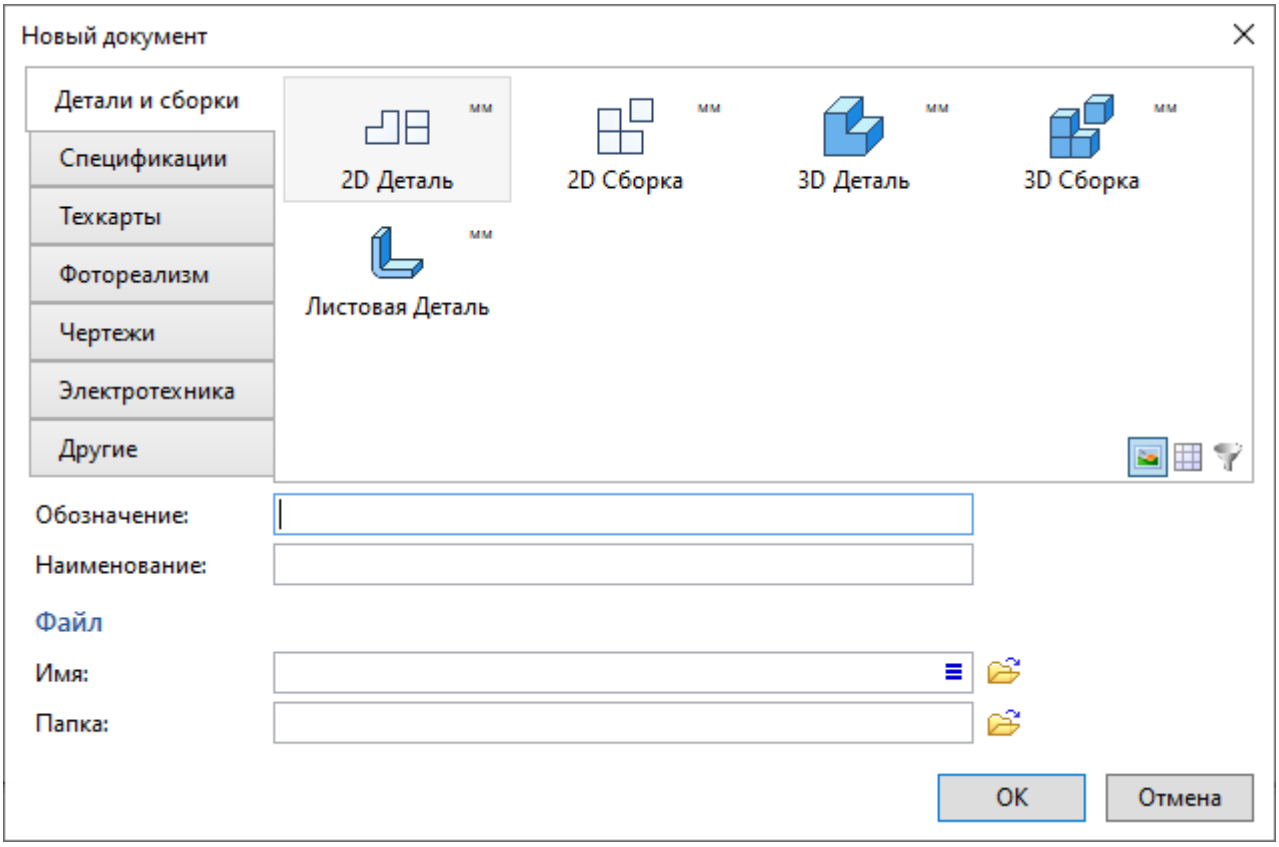
При запуске системы на экране появляется окно диалога Приветствие. Упомянем ещё раз, что этот диалог позволяет создавать новые документы на основе прототипов, присутствующих в системе, показывает список недавно использованных документов (с возможностью их открытия). Также в диалоге приведены различные ссылки, полезные при работе с системой.

Кроме диалога Приветствие, для создания новых документов и открытия уже существующих можно использовать команды системы, собранные в текстовом меню **Файл**.
Команда **2D деталь** позволяет создать новый документ.

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Файлы > 2D деталь
Клавиатура	Текстовое меню
<FN>	Файл > Создать > 2D деталь

Команда **Создать из прототипа** выводит на экран диалоговое окно, где можно выбрать файл-прототип для создания нового документа.

Пиктограмма	Лента
	Файл > Создать Начало работы > Файлы > Создать из прототипа
Клавиатура	Текстовое меню
<FP>, **<Ctrl>+<N>**	Файл > Создать > Из прототипа



Команда **Открыть** позволяет открыть документ для редактирования:

Пиктограмма	Лента
	Файл > Открыть Начало работы > Работа с файлами > Открыть
Клавиатура	Текстовое меню
<O>, <Ctrl>+<O>	Файл > Открыть

Команда **Сохранить** документ сохраняет текущий документ.

Пиктограмма	Лента
	Файл > Сохранить
Клавиатура	Текстовое меню
<SA>, <Ctrl>+<S>	Файл > Сохранить

Команда **Сохранить как** позволяет сохранить текущий документ в новый файл с другим именем, не удаляя исходного документа.

Пиктограмма	Лента
	Сохранить > Сохранить как
Клавиатура	Текстовое меню
<SV>	Файл > Сохранить как

Команда **Сохранить все** позволяет сохранить все, открытые на данный момент документы.

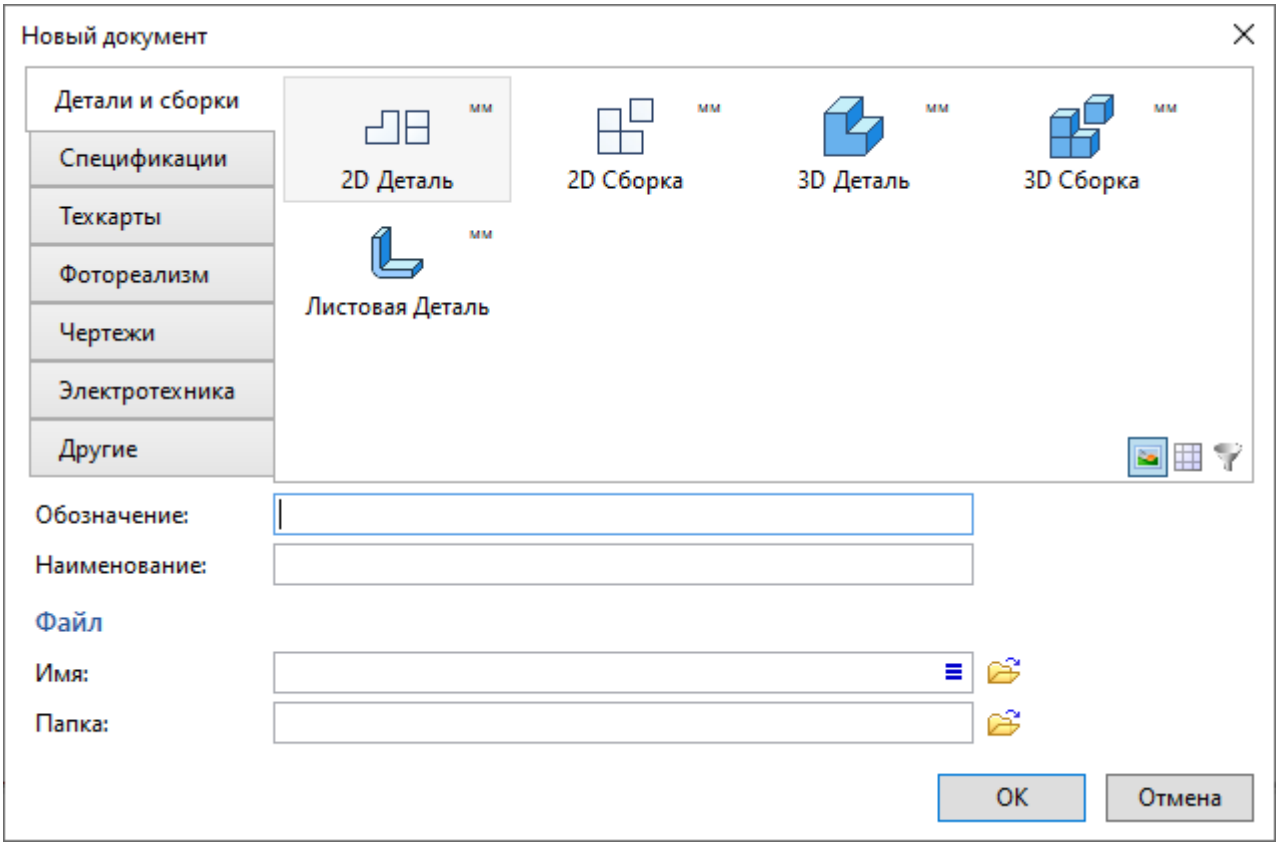
Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<SL>	Файл > Сохранить все

Команда **Сохранить как прототип** для создания новых позволяет сохранить текущий документ как прототип для создания новых документов.

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<SY>	Файл > Сохранить как прототип

После вызова данной команды на экране появляется окно, где можно задать имя для файла-прототипа, установить папку (закладку), где этот файл будет храниться, либо создать новую папку, а также удалить ненужные файлы или папки.

По умолчанию список прототипов формируется из содержимого двух папок - папки прототипов поставки, содержащей прототипы, поставляемые вместе с T-FLEX CAD, и папки пользовательских прототипов. Папка прототипов поставки всегда располагается внутри папки, в которую установлена система T-FLEX CAD. По умолчанию это **C:\Program Files\T-FLEX CAD 17\Program\Прототипы.** Расположение папки прототипов поставки относительно папки установки T-FLEX CAD нельзя изменить. Папка пользовательских прототипов по умолчанию располагается по адресу **C:\Users\Имя пользователя\AppData\Local\Top Systems\T-FLEX CAD 3D 17\Rus\Прототипы.** Расположение пользовательской папки можно изменить в установках системы (**Установки > Папки > Прототипы > Папка прототипов**), там же можно отключить отображение прототипов поставки и указать действия системы при конфликте имён. Прототипы, создаваемые с помощью команды **Сохранить как прототип,** помещаются в пользовательскую папку.



Команда **Сохранить копию** позволяет создать копию текущего документа без открытия этой копии и продолжить работу в исходном документе.

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
-	Файл > Сохранить копию

Команда **Свойства документа** позволяет просмотреть все характеристики текущего документа, а также ввести краткий комментарий.

Пиктограмма	Лента
	Файл > Свойства
Клавиатура	Текстовое меню
<PS>	Файл > Свойства

Файл > Предыдущие файлы – данный пункт текстового меню выводит список файлов, которые открывались последними в предыдущих сеансах работы. Вы можете открыть один из этих файлов, выбрав его из списка. Количество пунктов меню предыдущих файлов можно задавать в установках системы (**Установки > Запуск > Количество "Недавних документов" в меню**).
Команда **Закрыть** закрывает текущий документ.

Пиктограмма	Лента
	Файл > Закрыть
Клавиатура	Текстовое меню
<FCL>	Файл > Закрыть

А также закрыть документ можно с помощью кнопки ✕, которая находится в правом верхнем углу окна документа.
Команда **Выход** завершает работу с T-FLEX CAD.

Пиктограмма	Лента
	Файл > Выход
Клавиатура	Текстовое меню
<Fl>, **<Alt>+<F4>**	Файл > Выход

При этом, если были произведены изменения документа, система запрашивает подтверждение сохранения изменений.

Создание нового документа

Для создания новых документов можно использовать страницу **Приветствие**. При стандартных настройках системы эта страница автоматически открывается при запуске T-FLEX CAD. С её помощью можно создавать новые документы на основе прототипов, а также открывать уже существующие документы из списка ранее использованных. Помимо страницы **Приветствие**, для создания новых документов можно использовать команды, перечисленные ниже. Общие принципы работы с любыми командами T-FLEX CAD описаны в главе Работа с командами.
Для создания нового чертежа вы можете воспользоваться командой **2D деталь**:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Файлы > 2D Деталь
Клавиатура	Текстовое меню
<FN>	Файл > Создать > 2D Деталь

Создать 3D модель позволяет команда **3D деталь:**

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Файлы > 3D Деталь
Клавиатура	Текстовое меню
<F3>	Файл > Создать > 3D Деталь

Для создания нового документа 2D сборки вы можете воспользоваться командой **2D Сборка**:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Файлы > 2D Сборка
Клавиатура	Текстовое меню
	Файл > Создать > 2D Сборка

Для создания новой 3D сборки вы можете воспользоваться командой **3D Сборка**:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Файлы > 3D Сборка
Клавиатура	Текстовое меню
	Файл > Создать > 3D Сборка

При создании нового документа T-FLEX CAD его параметры и начальное содержимое копируются из прототипа. При первоначальном открытии созданного документа открывается та же вкладка ленты и те же окна видов, что были открыты в момент сохранения прототипа. Кроме того, имя документа по умолчанию формируется на основе имени прототипа. Перечисленные выше команды используют разные прототипы.

При этом нет никаких ограничений на дальнейшее редактирование содержимого, имени или параметров документа и использование тех или иных команд. Например, в документе, созданном как 2D деталь, можно впоследствии создать 3D модель и наоборот.

Помимо страницы **Приветствие** и вышеупомянутых команд, создать новый документ на основе одного из доступных в системе прототипов можно при помощи команды **Создать из прототипа**. Кроме того, прототипы используются в ряде других команд.
Прототип представляет собой обычный документ T-FLEX CAD, сохранённый в папку прототипов или индивидуально назначенный в качестве прототипа для конкретной команды в установках системы. Помимо стандартных прототипов, поставляемых вместе с системой, можно создавать пользовательские прототипы.

Информация о папках прототипов и создании пользовательских прототипов доступна в описании команды **Сохранить как прототип.**

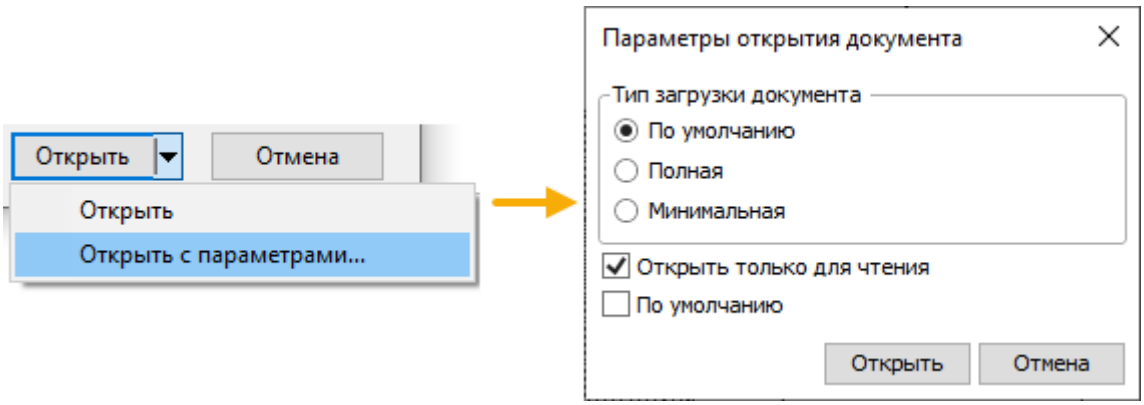
Открытие документа

Открытие документа в системе T-FLEX CAD осуществляется с помощью команды **Открыть документ**. Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Файлы> Открыть
Клавиатура	Текстовое меню
<O>, **<Ctrl> + <O>**	Файл > Открыть

На экране появится окно диалога **Открыть**. Данное окно является стандартным окном открытия файлов текущей операционной системы.
Команда позволяет открывать не только файлы форматов *.grb, но также открывать файлы в форматах других систем.

При нажатии на кнопку **Открыть** файл открывается с параметрами по умолчанию. Нажав на символ в правой части кнопки, можно выбрать опцию **Открыть с параметрами**.



Для файлов в форматах других систем при выборе **Открыть с параметрами** открывается диалог параметров импорта из указанного формата. Таким образом можно задать параметры импорта, отличные от используемых по умолчанию.

> Подробнее об импорте можно прочитать в главе Импорт чертежей и моделей.

Для файлов T-FLEX CAD при выборе **Открыть с параметрами** открывается диалог **Параметры открытия документа**, в котором можно выбрать один из **Типов загрузки документа.**

> Информация о типах загрузки доступна в главе Открыть документ.

Работа с командами

Вызов команд

Вызов команды в T-FLEX CAD можно осуществить несколькими способами: выбрать из текстового меню команд или задать имя команды в статусной строке. Некоторые команды можно также вызвать с помощью функциональной клавиши.

Вызов команды из текстового падающего меню

Указать курсором на пункт текстового меню и нажать . Появится падающее меню с набором команд. Подвести курсор к нужной команде и нажать .

Вызов команды из пиктографического меню команд

Подвести курсор к пиктограмме нужной команды и нажать . Вызов команды из пиктографического меню можно осуществлять вне зависимости от того, выполняется ли другая команда или нет.

Вызов команды из статусной строки

Осуществляется заданием одной, двух или трех букв имени требуемой команды. T-FLEX CAD автоматически идентифицирует вводимую команду. Например, команда **Построить прямую** автоматически вызывается после нажатия **<L>**. Вызов команды из статусной строки можно осуществлять только, когда не загружена ни одна из команд системы (статусная строка пуста).

В тексте описания работы с системой вызов команды обозначается в виде таблицы. Например, вызов команды **Построить прямую** будет представлен таблицей:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Построения > Прямая Сборка > Сборка > Прямая Рабочая плоскость > Построения > Прямая
Клавиатура	Текстовое меню
<L>	Построения > Прямая

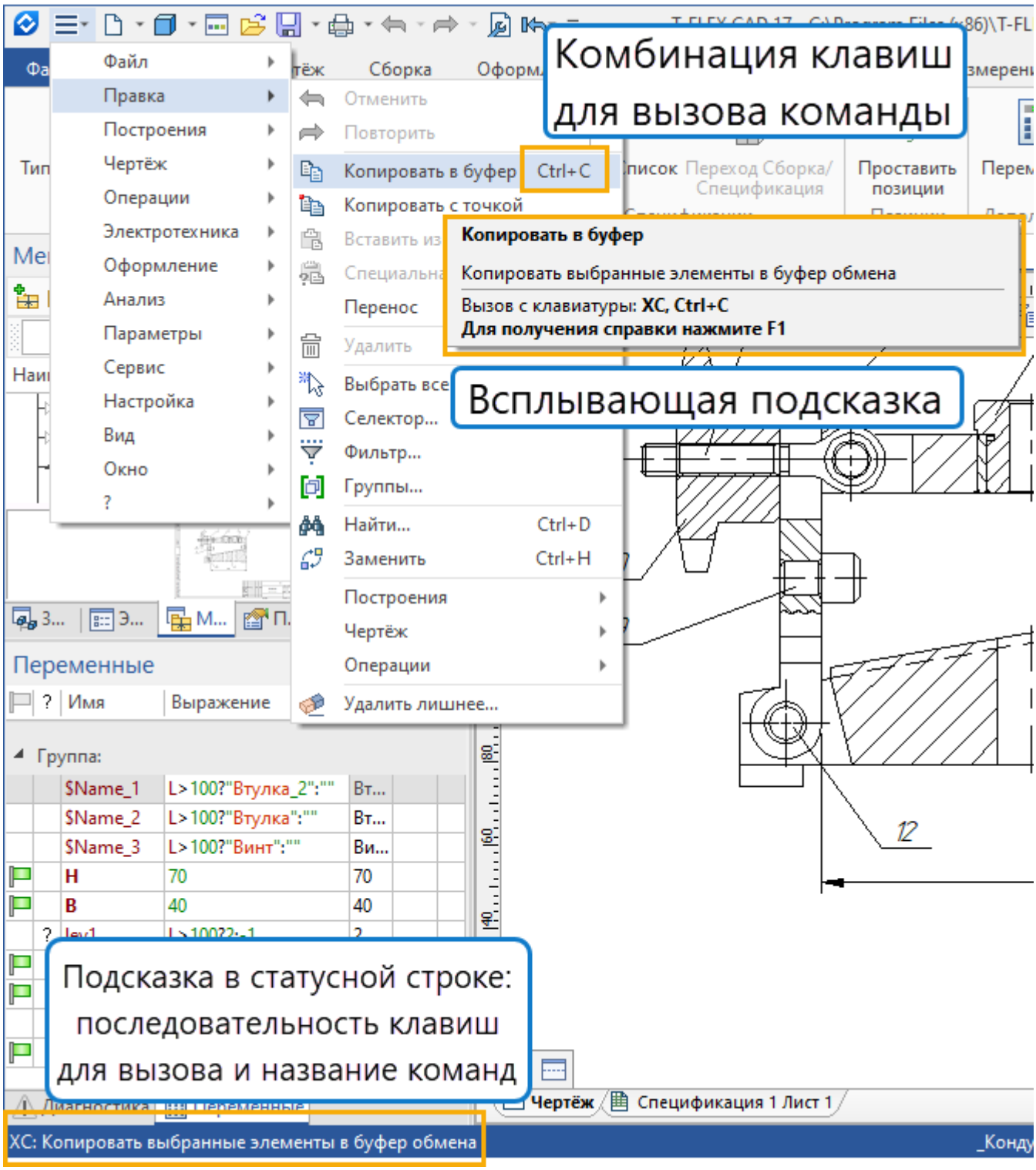
Это означает, что команду можно вызвать следующими способами:

- Нажать клавишу **<L>** на клавиатуре.
- Выбрать в текстовом меню команд строку **Построения**, а затем в появившемся падающем меню строку **Прямая**.
- Нажать на пиктограмму в пиктографическом меню команд.

В каждой команде создания элементов системы можно вызвать команду редактирования соответствующих элементов с помощью нажатия **<F4>**. После выхода из команды редактирования система возобновит выполнение прерванной команды создания.

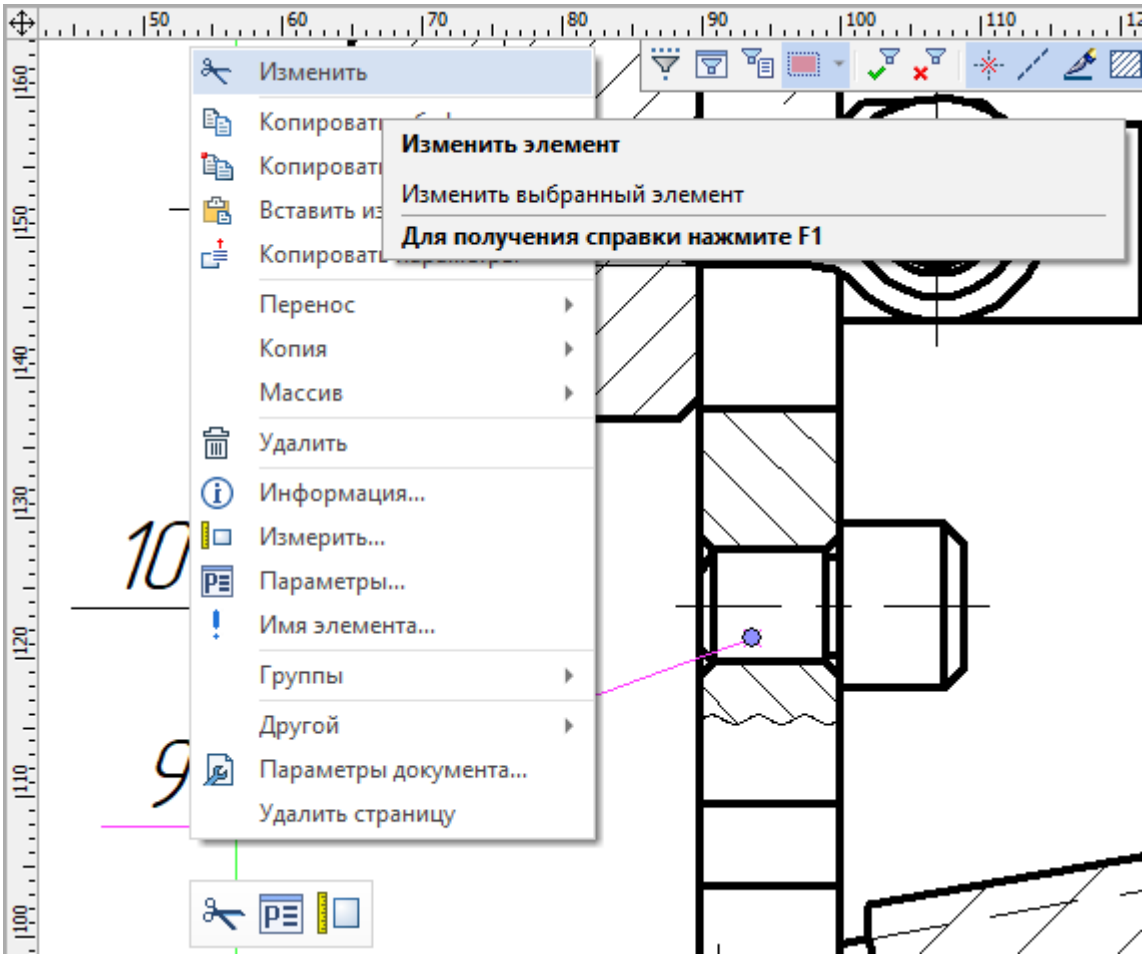
При работе с T-FLEX CAD последовательность клавиш, соответствующую команде, можно наблюдать в поле подсказок статусной строки при выборе команды в текстовом меню или в инструментальной панели. Если же для команды задана комбинация клавиш, то она указывается в текстовом меню справа от названия команды. Для любой команды можно изменить или задать комбинацию. Подробное описание смотрите в параграфе **Настройка системы**, раздел «Настройка инструментальных панелей, закладка Клавиатура».

При задании имени команды при помощи клавиатуры необходимо, чтобы система не находилась в состоянии выполнения другой команды (статусная строка должна быть пустой).



Каждая команда имеет дополнительный набор опций и подкоманд, доступ к которым можно осуществлять через автоменю или с помощью клавиатуры. Сочетание клавиш для запуска опций можно узнать во всплывающих подсказках.

Удобно использовать для запуска некоторых команд контекстное меню. Оно вызывается нажатием после выбора одного или нескольких элементов. Контекстное меню содержит список команд, которые можно выполнить с данным выбором.



Отмена команды

Для отмены команды, как правило, достаточно одного нажатия или **<Esc>**. Существуют сложные команды, отмена которых требует 2, 3 или даже 4 нажатий, но это исключение. В этих командах одно нажатие приводит к возврату на один шаг назад или к отмене выбора элементов. Также можно использовать пиктограмму в автоменю. Отмена команды приводит к сбросу выбора элементов. Если команда запущена внутри другой команды, вы можете либо выходить из них по очереди, последовательно нажимая **<Esc>**, либо выйти из всех команд сразу, нажав **<Shift>+<Esc>**.

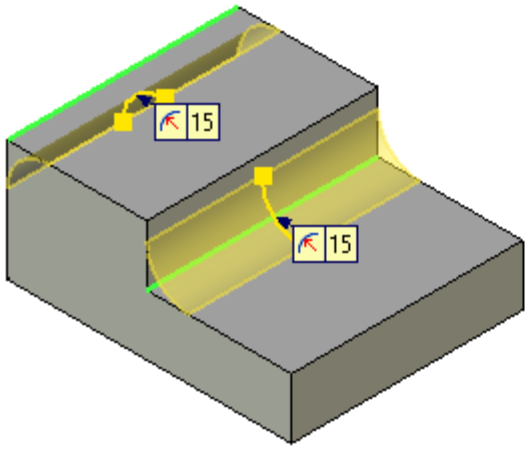
Предварительный просмотр

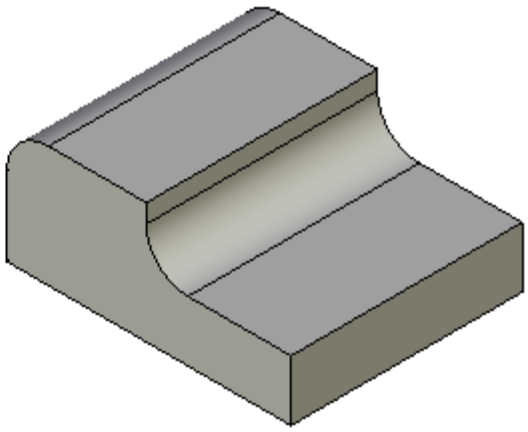
Предварительный просмотр результата операции

Для того чтобы просмотреть результат без подтверждения создания операции, в каждой команде 3D моделирования существует опция:

<F5> Предварительный просмотр результата операции

Данная опция доступна только тогда, когда заданы все необходимые элементы для создания операции. При установке данной опции, тело, на котором создается операция, примет отображение с учетом заданных параметров. Если результат устраивает, то можно завершить ввод, нажав пиктограмму. Если же результат не устраивает, то режим просмотра следует отключить повторным нажатием опции и скорректировать необходимые параметры.



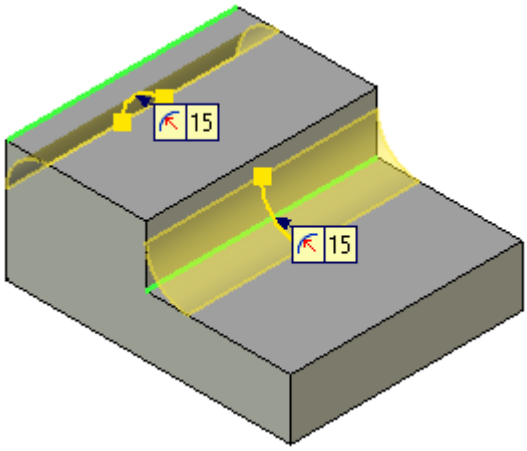


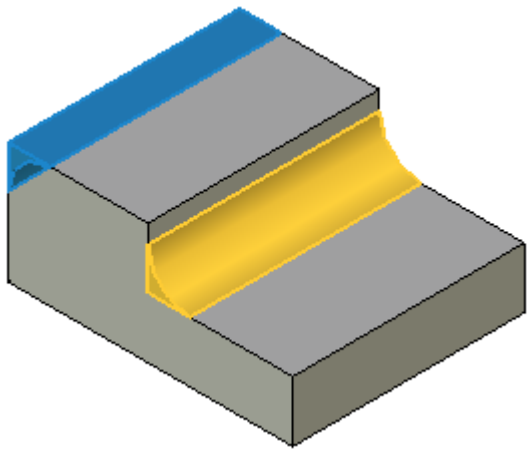
Предварительный просмотр изменений, вносимых операцией

В командах создания и редактирования модифицирующих операций существует дополнительный режим, позволяющий увидеть изменения, вносимые в модель текущей операцией:

<Ctrl>+<F5> Предварительный просмотр изменений, вносимых операцией

В этом режиме желтым цветом показываются части объема, которые будут добавлены к исходному телу, и синим цветом – части объема, которые будут удалены из исходной модели.





Как и опция предварительного просмотра, опция доступна только тогда, когда заданы все необходимые элементы для создания операции.

Последние команды

T-FLEX CAD запоминает команды, используемые пользователем в текущем сеансе. В режиме ожидания последнюю использованную команду можно вызвать нажатием клавиши **<Space>**. Команды, использованные ранее, можно повторно вызвать из контекстного меню, вызываемого по нажатию на пустом месте в 2D или 3D окне, либо из выпадающего меню **Последние команды**, расположенного на панели быстрого доступа.

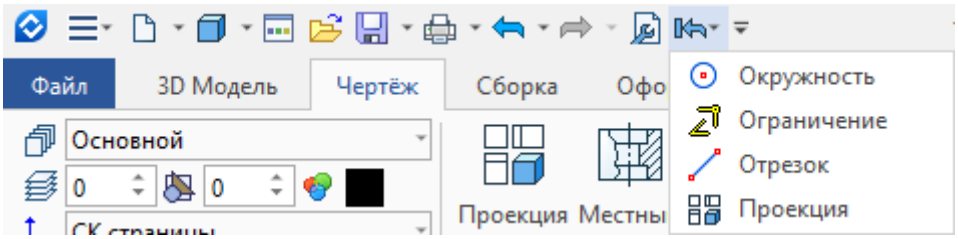
Команды, используемые в 2D и в 3D окнах учитываются раздельно, так что список последних команд будет отличаться в зависимости от того, окно какого вида активно в данный момент.

Часть команд (по умолчанию одна) отображается непосредственно на верхнем уровне контекстного меню, остальные - в подменю **Последние команды**.

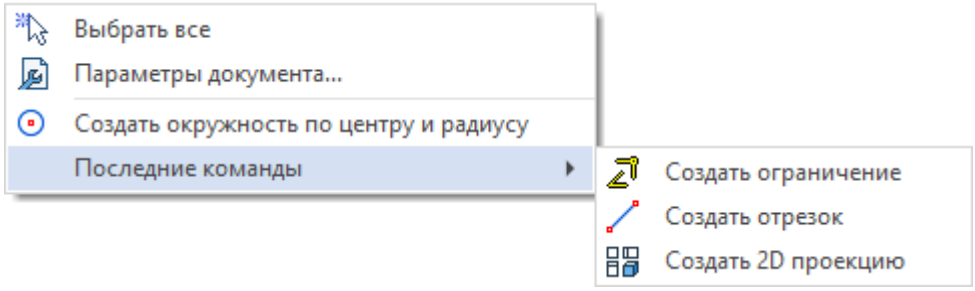
Максимальное количество отображаемых команд можно настроить в диалоге Установок системы. Параметр **Число команд в списке последних команд** определяет количество команд, отображаемых на верхнем уровне контекстного меню. Параметр **Число команд в списке последних команд в подменю** определяет количество команд, отображаемых в подменю **Последние команды**).

Максимальное количество команд, отображаемых в выпадающем меню **Последние команды** на панели быстрого доступа определяется суммой двух вышеуказанных параметров

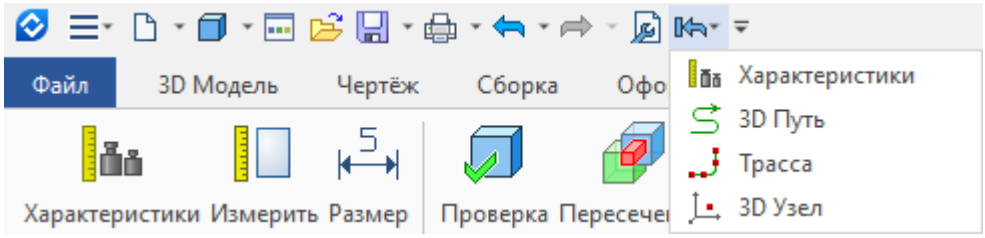
Опционально выпадающее меню **Последние команды** можно добавить на любую вкладку ленты с помощью диалога настройки инструментальных панелей.



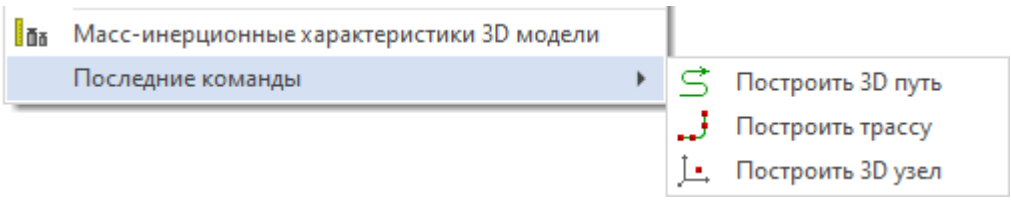
Меню **Последние команды** при активном 2D окне



Контекстное меню в 2D окне



Меню **Последние команды** при активном 3D окне

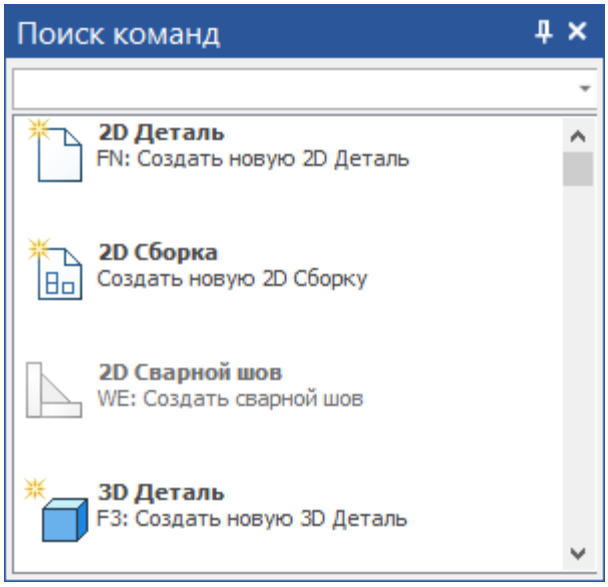


Контекстное меню в 3D окне

Поиск команд

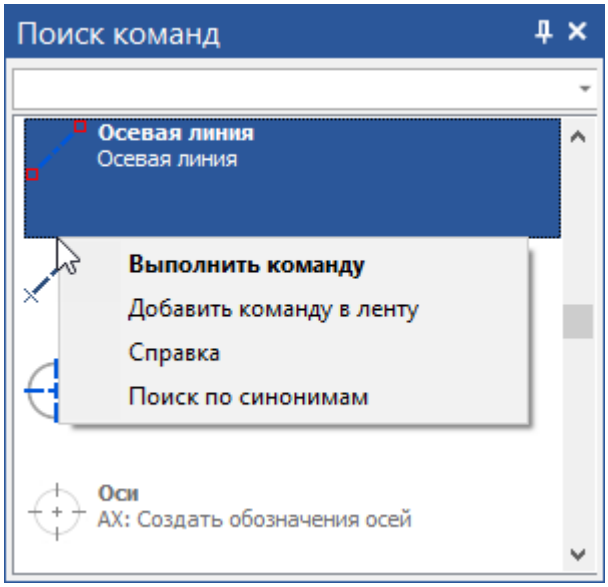
Для быстрого поиска команд предназначено окно **Поиск команд.**

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Окна > Поиск команд Вид > Окно > Окна > Поиск команд
Клавиатура	Текстовое меню
-	Настройка > Окна > Поиск команд



В верхней строке вводится название команды, после чего система отображает результат поиска.
В контекстном меню доступны следующие команды:

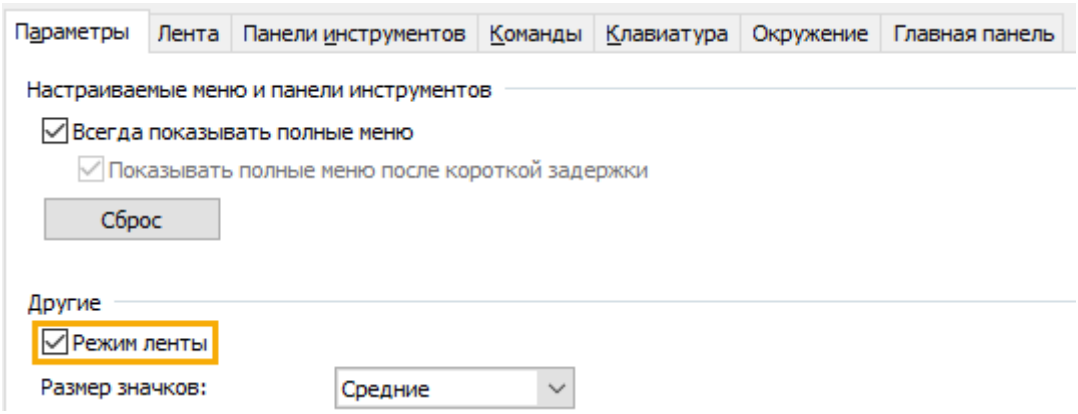
- **Выполнить команду**. Выполняет вызов выбранной команды.
- **Добавить команду в ленту**. Добавляет команду в активную вкладку ленты.
- **Справка**. Вызывает Help для выбранной команды.
- **Поиск по синонимам**. При установленном флаге поиск учитывает названия команд, принятые в других CAD системах.



Панели

В T-FLEX CAD существует два типа интерфейса: ленточный и текстовый. Ленточный интерфейс отличается удобством работы с командами и простотой их поиска. Текстовый интерфейс использовался в предыдущих версиях системы.

Для переключения между интерфейсами можно использовать флаг **Режим ленты** в команде Настройка инструментальных панелей на закладке **Параметры**.



Основные темы в этом разделе:

- Ленточный интерфейс
- Текстовый интерфейс
- Общие элементы ленточного и текстового интерфейсов
- Подсказки по командам
- Панель Вид
- Панель фильтров
- Автоменю
- Динамическая панель
- Текстовое меню команд
- Статусная строка

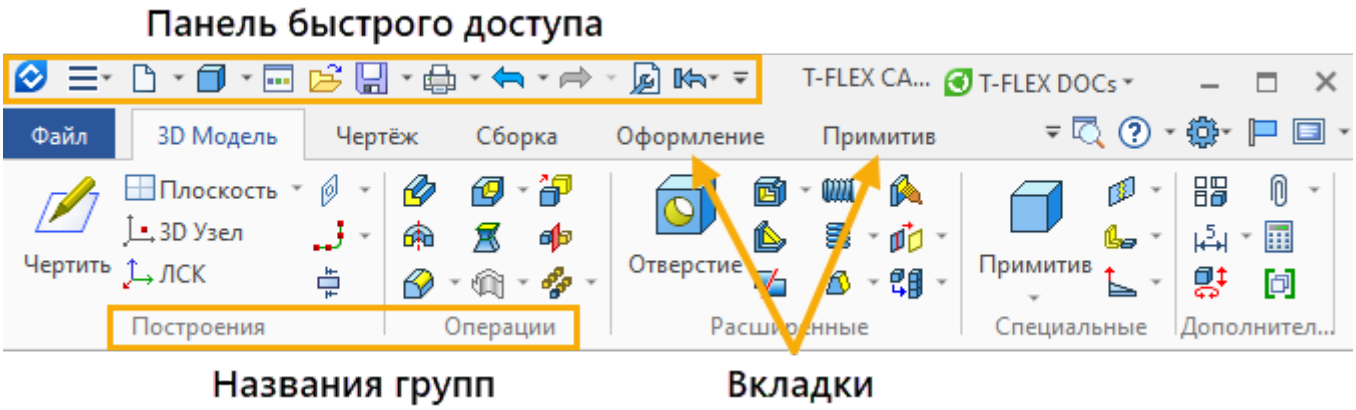
См. также:

- Закладки документов
- Закладки страниц

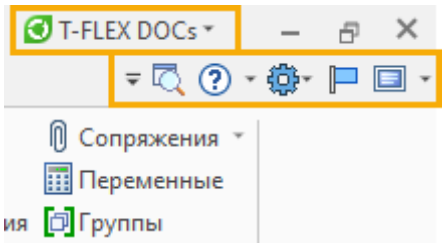
- Полосы прокрутки
- Линейка

Ленточный интерфейс

В ленточном интерфейсе команды распределены по вкладкам. Название каждой вкладки отражает содержимое. Иконки команд объединены в группы.



В левом верхнем углу главного окна T-FLEX CAD находится Панель быстрого доступа.

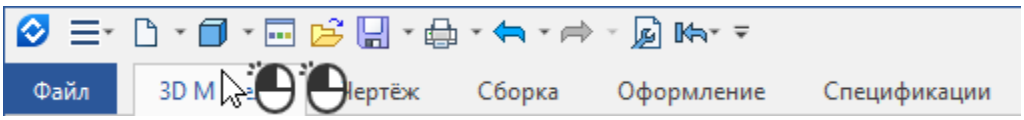


В правом верхнем углу главного окна T-FLEX CAD находятся:

- Панель интеграции с T-FLEX DOCs,
- Список вкладок ленты,
- кнопка вызова Поиска команд,
- Меню справки,
- Меню настроек системы,
- кнопка вызова страницы приветствия,
- Меню режимов главного окна.

Лента подстраивается под текущий режим работы. Например, вкладки **3D Модель** и **Чертёж** меняются при переключении между 3D и 2D окнами.
Система запоминает, на какой вкладке располагалась последняя выбранная команда. Если выбрать команду со вкладки **Измерение** в 3D окне, а потом продолжить работу в 2D окне, то при следующей активации 3D окна будет активна закладка с последней использованной в 3D командой.

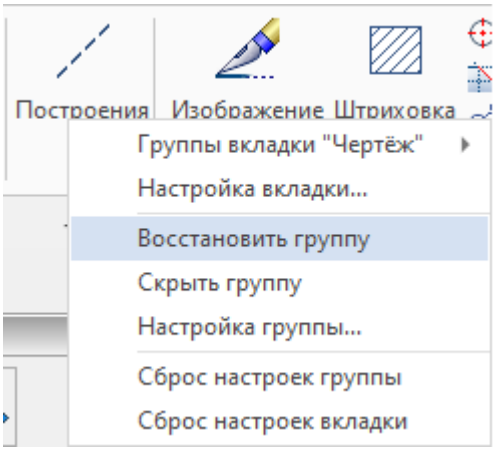
Ленту можно свернуть двойным нажатием на заголовке любой из её вкладок. Также пункт Свернуть ленту доступен в меню настройки панели быстрого доступа. Когда лента свернута отображаются только заголовки вкладок, а для отображения содержимого какой-либо вкладки необходимо нажать на её заголовке. После вызова команды или нажатия за пределами вкладки её содержимое снова скрывается. Развернуть ленту можно повторным двойным нажатием на заголовке любой из её вкладок.

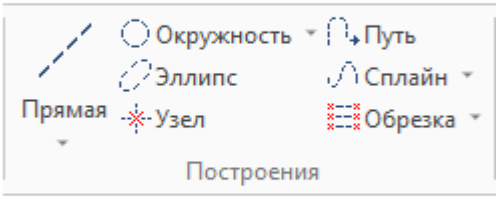


Вкладки можно переключать с помощью колеса мыши, если навести на них курсор и вращать колесо.

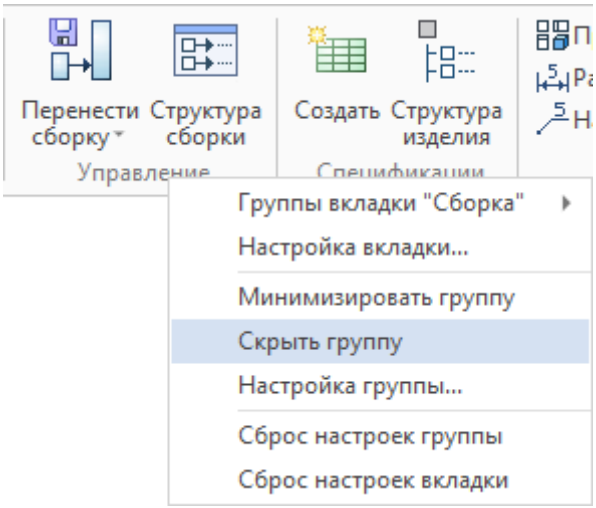
Для персональной настройки существует возможность редактирования существующих вкладок и создания собственных вкладок с необходимыми командами и операциями.

В Ленте существует возможность свернуть\развернуть группы команд.

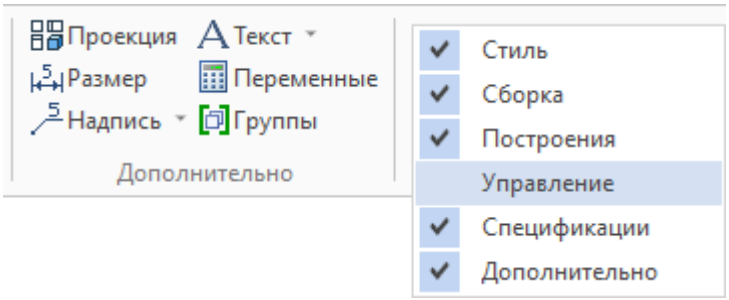




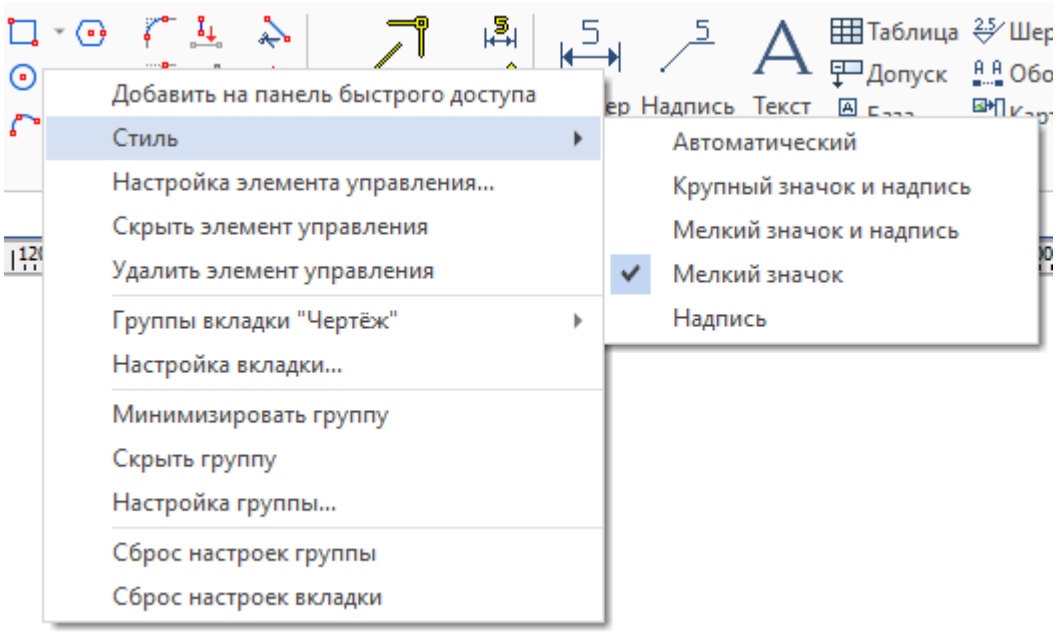
Пользователь может скрывать в ленте группы, которые никогда не использует.



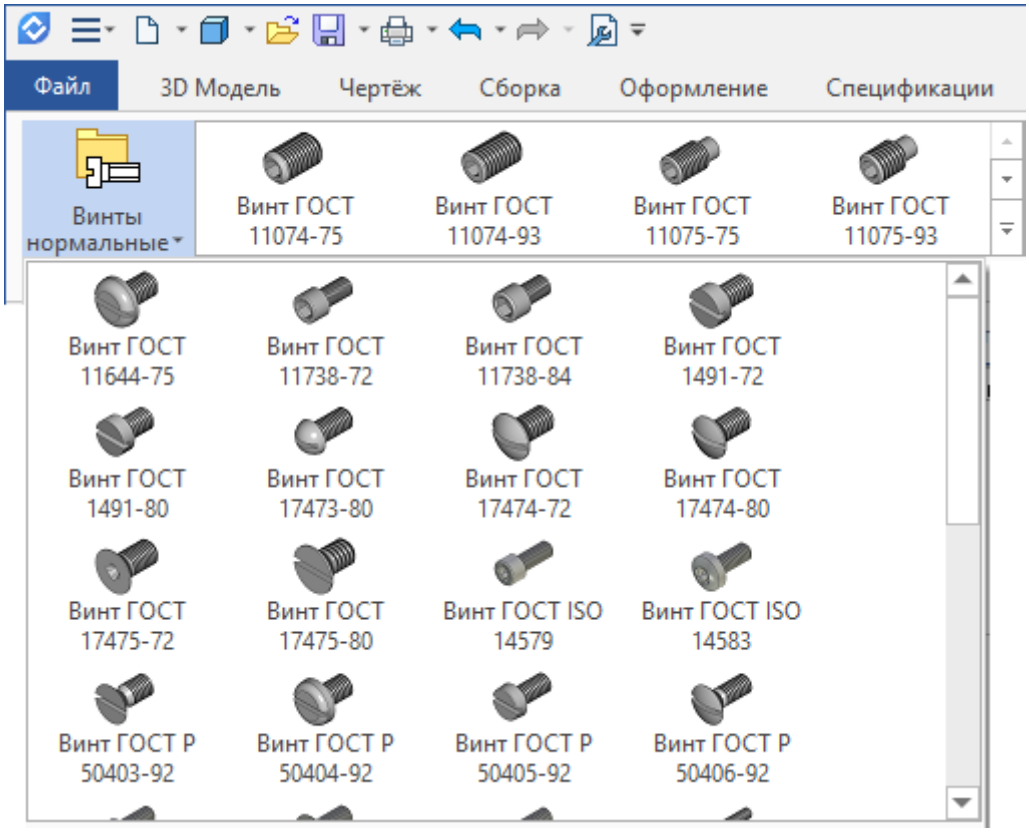
Скрытые группы можно восстановить из контекстного меню, которое вызывается при нажатии в пустом пространстве ленты.



Для любой из кнопок в ленте можно вызвать контекстное меню, в котором можно настроить стиль отображения кнопки или скрыть её без входа в диалог **Настройки**.



Существует возможность добавлять фрагменты из библиотек в ленту. Для этого в диалоге **Настройки инструментальных панелей** на закладке Лента надо выбрать категорию **(вставка фрагментов из библиотек)** и перетащить нужные файлы на вкладку ленты. Это позволяет создавать свои вкладки ленты с библиотечными элементами или дополнять ими существующие вкладки.



При выборе категории **(создание документов из прототипов)** можно добавить на выбранную вкладку иконку создания нового документа на основе указанного прототипа.

Панель быстрого доступа

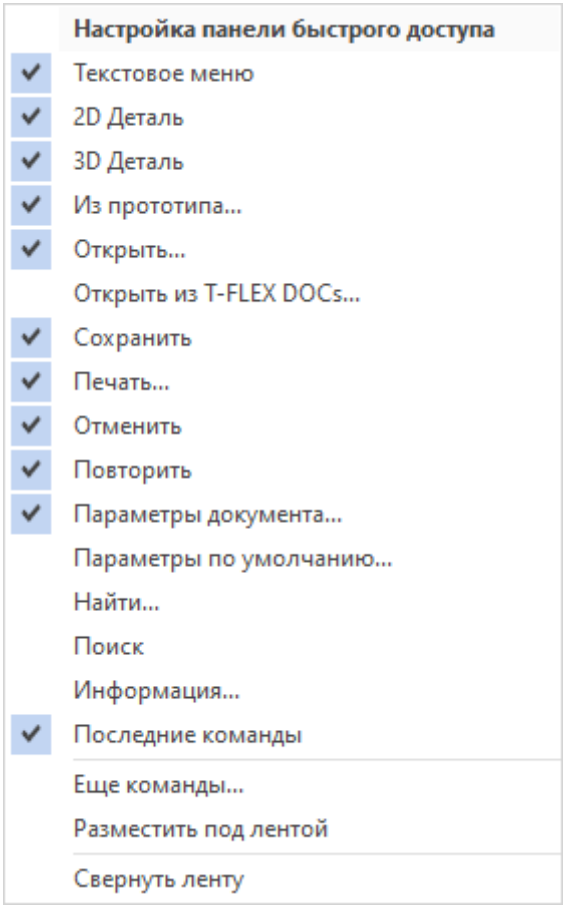
В ленточном интерфейсе левую верхнюю часть главного окна T-FLEX CAD занимает панель быстрого доступа, на которой расположены:

- выпадающее меню управления главным окном T-FLEX CAD
- кнопка вызова текстового меню
- команды для работы с документом:
  - **2D Деталь,**
  - **3D Деталь,**
  - **Из прототипа,**
  - **Открыть,**
  - **Сохранить,**
  - **Печать,**
  - **Отменить действие,**
  - **Повторить действие,**
  - **Параметры документа.**

  Рядом с частью команд доступны выпадающие меню, в которых можно выбрать дополнительные команды.
- выпадающее меню последних использованных команд
- выпадающее меню настроек панели быстрого доступа

Панель быстрого доступа доступна всегда, и её содержимое не зависит от активной вкладки ленты.

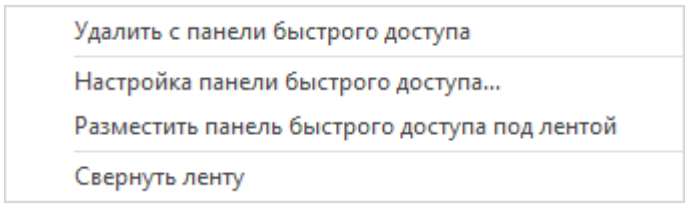
Настройка панели быстрого доступа



В верхней части выпадающего меню настроек панели быстрого доступа содержит список команд, предлагаемых по умолчанию к отображению на данной панели. В панели отображаются только те команды, флаги которых установлены в данном списке. Для установки/снятия флага нажмите на

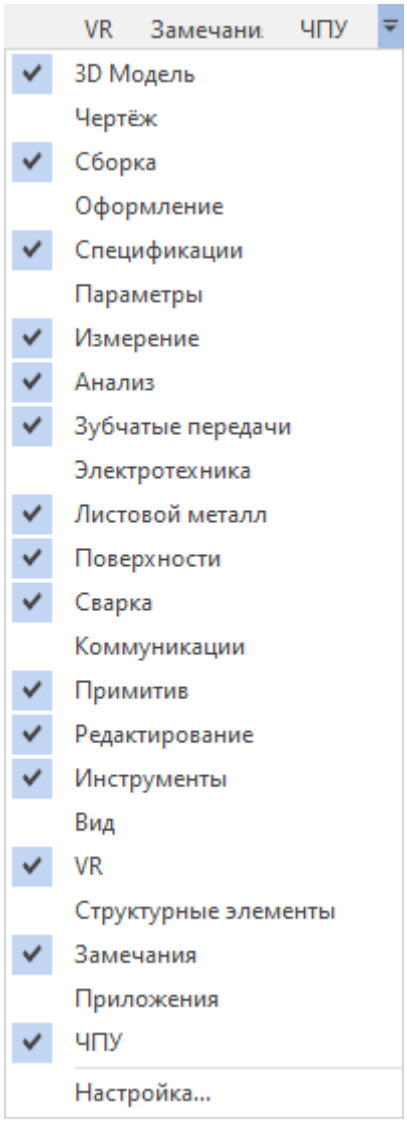
строке желаемой команды в списке. Опция **Еще команды...** открывает диалог настройки инструментальных панелей, с помощью которого можно добавить на панель любые другие команды.
Опция **Разместить под лентой** позволяет изменить расположение панели. При альтернативном расположении данная опция сменяется опцией **Разместить над лентой**.
Также доступна опция **Свернуть ленту**.

Последние две опции также доступны в контекстном меню, вызываемом по нажатию на иконке любой из команд панели быстрого доступа. В этом же меню можно удалить выбранную команду с панели или вызвать диалог настройки инструментальных панелей (опция **Настройка панели быстрого доступа...**)



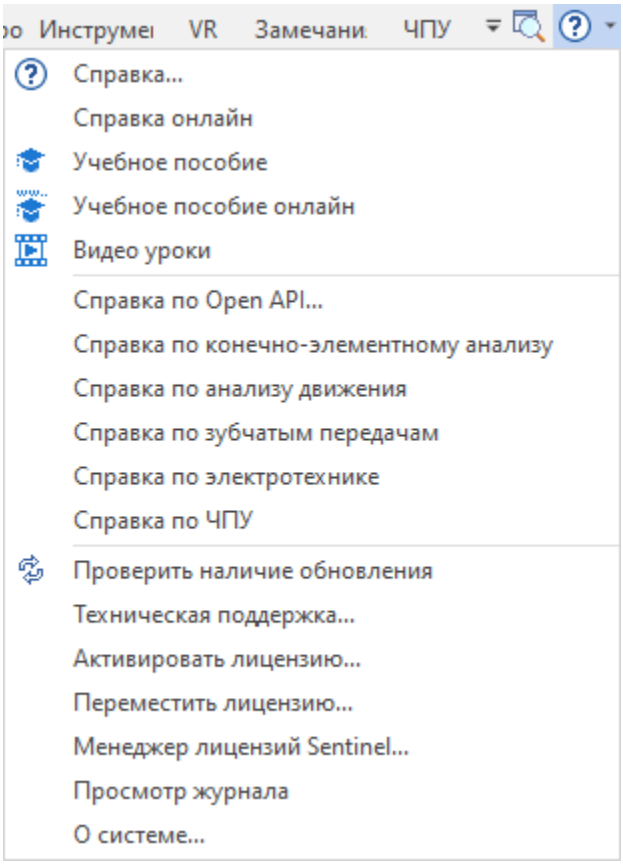
Список вкладок ленты

Кнопка , расположенная в правом верхнем углу главного окна T-FLEX CAD в ленточном интерфейсе, вызывает список доступных вкладок ленты. В ленте отображаются только те вкладки, флаги которых установлены в списке. Для установки/снятия флага нажмите на желаемой строке списка.
Последний пункт в списке вызывает вкладку **Лента** диалога настройки инструментальных панелей.



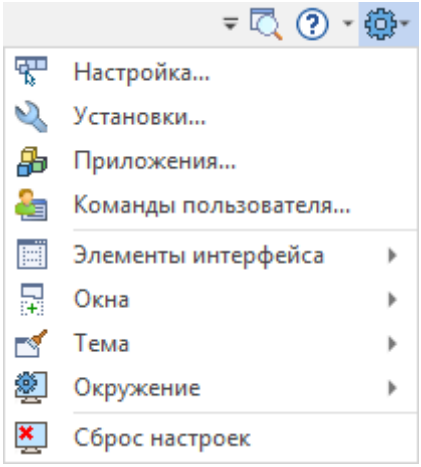
Меню справки

Выпадающее меню справки , расположенное в правом верхнем углу главного окна T-FLEX CAD в ленточном интерфейсе, содержит команды для вызова справочной информации и обучающих материалов, а также ряд служебных команд.



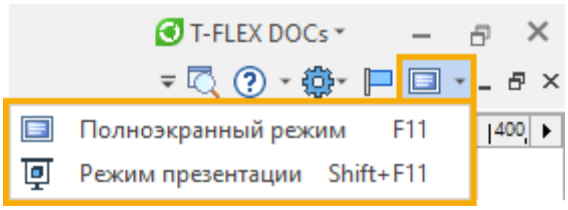
Меню настроек системы

Выпадающее меню настроек системы , расположенное в правом верхнем углу главного окна T-FLEX CAD в ленточном интерфейсе, содержит различные команды для настройки интерфейса системы.



Меню режимов главного окна

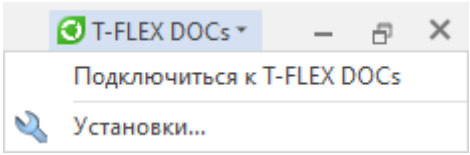
В обычном режиме в главном окне T-FLEX CAD могут отображаться любые из доступных в системе элементов интерфейса. Помимо обычного режима, доступны **Полноэкранный режим** и **Режим презентации**, позволяющие увеличить размеры окон видов за счет скрытия тех или иных элементов интерфейса. Команды вызова данных режимов доступны в выпадающем меню режимов главного окна , расположенном в правом верхнем углу главного окна T-FLEX CAD в ленточном интерфейсе.



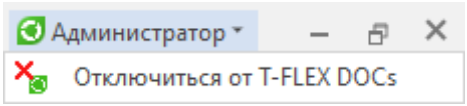
Панель интеграции с T-FLEX DOCs

При использовании ленточного интерфейса в правом верхнем углу главного окна T-FLEX CAD находится панель интеграции с T-FLEX DOCs. Нажатие на панели вызывает выпадающее меню.

Если режим интеграции выключен, то в панели отображается надпись **T-FLEX DOCs**. Если в установках системы T-FLEX CAD не выбран клиент T-FLEX DOCs для интеграции, то выпадающее меню содержит только один пункт - **Установки**, вызывающий вкладку T-**FLEX DOCs** диалога установок системы. Если клиент выбран, то также доступна кнопка подключения к T-FLEX DOCs.

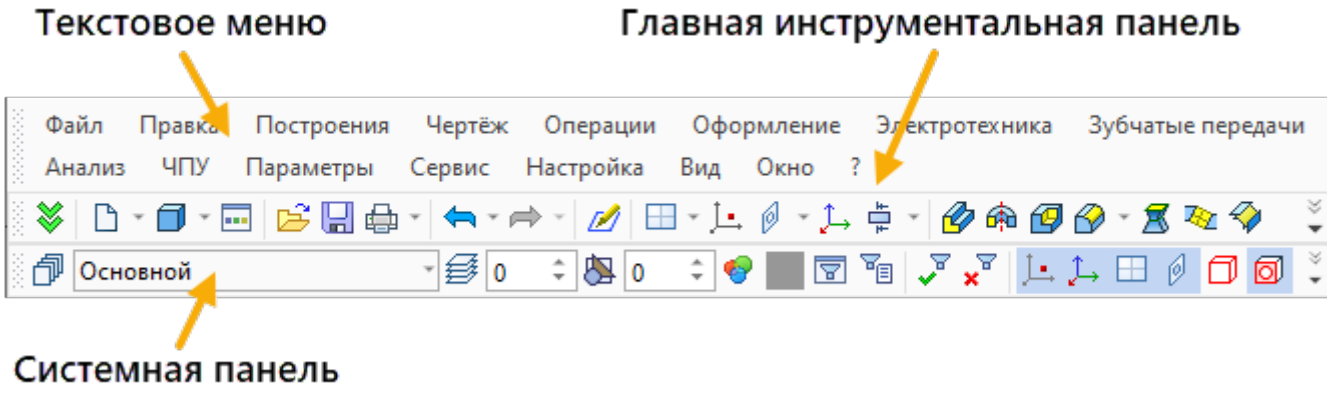


Если режим интеграции включен, то в панели отображается имя текущего пользователя DOCs, а в выпадающем меню доступна кнопка отключения от T-FLEX DOCs.



Информация о работе в режиме интеграции доступна в разделе Интеграция с T-FLEX DOCs.

Текстовый интерфейс



Текстовое меню команд содержит текстовое меню команд T-FLEX CAD, разбитое на группы.
Главная инструментальная панель содержит команды T-FLEX CAD в виде пиктограмм. В окне системы, помимо главной панели, может содержаться несколько инструментальных панелей (в том числе созданных пользователем). Панели могут быть плавающими или располагаться вдоль одной из границ главного окна системы.

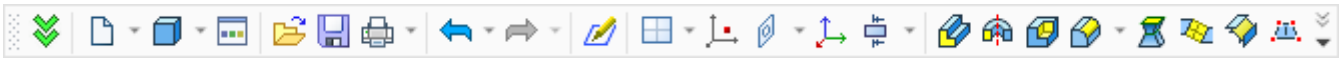
Системная панель содержит поля для изменения текущих установок элементов: цвет, тип линии, уровень, слой. Также содержит кнопки для выполнения команд конфигурации слоёв, конфигурации уровней текущего документа и кнопки для установки селектора.

Основные темы в этом разделе:

- Инструментальные панели текстового интерфейса
- Системная панель
- Главная панель
- Опции отображения главной панели

Инструментальные панели текстового интерфейса

Инструментальная панель представляет собой набор кнопок, служащих для выполнения команд системы. Инструментальные панели используются вместо ленты в классическом (текстовом) интерфейсе T-FLEX CAD, который можно включить в команде **Настройка**.
Одновременно на экране может присутствовать несколько инструментальных панелей.



Доступны следующие инструментальные панели:

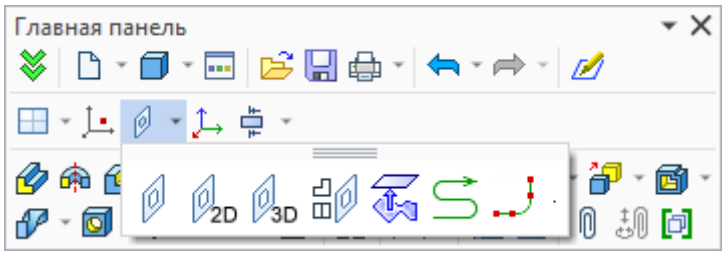
- **Системная панель**
  Содержит набор инструментов, служащих для быстрого задания параметров элементов при их создании и редактировании. Также содержит инструменты выбора элементов, заменяя тем самым панель фильтров. По умолчанию отображается только в текстовом интерфейсе, но также может быть включена в ленточном.
- **Главная панель**
  Содержит наборы кнопок, которые могут выбираться пользователем или активизироваться системой автоматически в зависимости от текущей решаемой задачи и настроек системы.
- **Главное меню**
  Является аналогом текстового меню и содержит все основные команды CAD, сгруппированные в выпадающие текстовые меню по сферам применения. По умолчанию отображается только в текстовом интерфейсе, но также может быть включена в ленточном.
- **Вид**
  Содержит часто используемые команды для управления отображением чертежа и 3D сцены, а также для управления параметрами страниц чертежа. По умолчанию отображается как в текстовом, так и в ленточном интерфейсе.
- **Полноэкранный режим**
  Содержит команды активации полноэкранного режима и режима презентации.
- **Контекст**
  Содержит команды для работы с фрагментом в контексте сборки.
- **Пользовательские панели**
  Содержат набор команд, задаваемый пользователем.

> Набор видимых панелей можно задать в команде Настройка. С помощью той же команды можно изменить состав пользовательских панелей

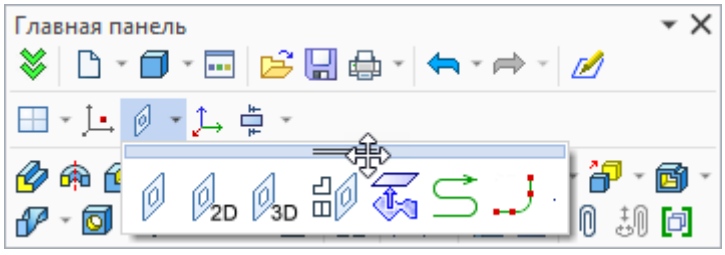
Каждая из инструментальных панелей может быть расположена вдоль любой из границ окна системы, а также быть плавающей. В плавающем режиме панель имеет заголовок. Размеры плавающей панели можно изменить, перетягивая её контур с помощью .

Вложенные панели

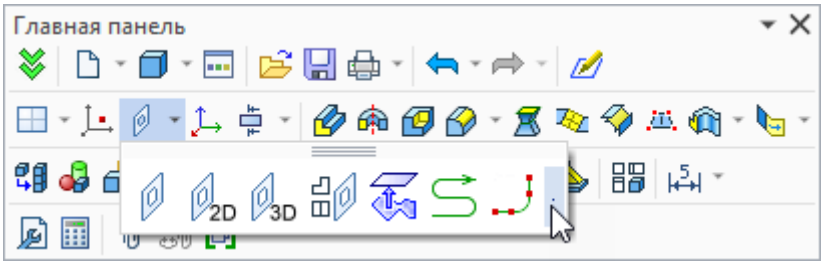
Некоторые пиктограммы команд в панелях инструментов сгруппированы по принципу схожести выполняемых функций. При этом в инструментальной панели по умолчанию отображается только одна пиктограмма данной группы (остальные скрыты), справа от которой расположена кнопка . При нажатии на эту кнопку открывается вложенная панель с остальными пиктограммами данной группы.



Вложенную панель можно превратить в полноценную инструментальную панель. Для этого необходимо поместить курсор в область заголовка вложенной панели, нажать и, не отпуская нажатой клавиши мыши, перетащить её в любое место окна T-FLEX CAD.



Кнопки вложенной панели можно разместить и непосредственно на основной панели. Для этого достаточно нажать кнопку в правом конце вложенной панели.



Системная панель

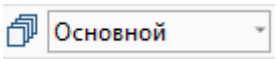
Отображение системной панели можно включить или выключить с помощью следующей команды:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Настройка > Элементы интерфейса > Системная панель > Элементы интерфейса > Системная панель
Клавиатура	Текстовое меню
	Настройка > Окна > Системная панель

По умолчанию системная панель отображается только в текстовом интерфейсе, но при желании её можно включить и в ленточном.
Системная панель содержит набор инструментов для быстрого задания параметров элемента во время создания и редактирования, а также инструменты выбора элементов.
По умолчанию это меню расположено под главной инструментальной панелью.
При включенной системной панели не отображаются панель фильтров и группы команд **Стиль** в различных вкладках ленты.

Поля и кнопки системной панели

Слои



С помощью этих кнопок можно управлять конфигурацией слоёв. Поле имени слоя отображает имя слоя для новых и редактируемых элементов модели. Более подробно о работе со слоями можно узнать в разделе Слои.

Уровни

С помощью этих кнопок можно изменять установки уровней видимости элементов модели. Поле отображает текущий уровень элементов модели. Изменение уровня доступно в командах создания и изменения элементов системы. При указании на поле появляется текстовый курсор, и вы можете задать уровень элемента. Для подтверждения ввода нажмите <**Enter**> или . Более подробно о этой команде можно прочитать в разделе Уровни.

Приоритет

Поле отображает текущий приоритет элементов модели. Изменение приоритета доступно в командах нанесения и изменения двумерных элементов изображения. Полный функционал этой опции описан в разделе Приоритет.

Цвет

Поле отображает цвет создаваемого или редактируемого элемента. Полный функционал работы с цветом описан в разделе Цвет.
Данные поля являются основными и присутствуют на панели всегда. Остальные элементы меняются в зависимости от состояния системы.

Селектор

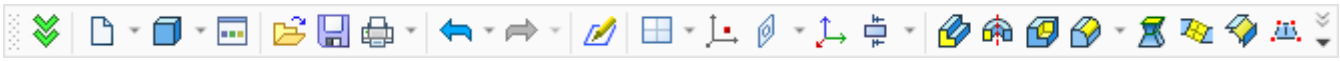
Функционал этой панели полностью совпадает с панелью фильтров.

Главная панель

Отображение главной панели можно включить или выключить с помощью следующей команды:

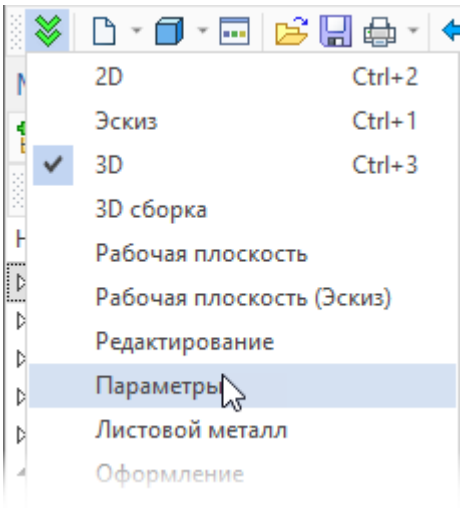
Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Настройка > Элементы интерфейса > Главная панель > Элементы интерфейса > Главная панель
Клавиатура	Текстовое меню
	Настройка > Окна > Главная панель

По умолчанию главная панель отображается только в текстовом интерфейсе, но при желании её можно включить и в ленточном.



Главная инструментальная панель имеет наборы кнопок, которые могут выбираться пользователем или активизироваться системой автоматически в зависимости от текущей решаемой задачи и настроек системы.
Наборы главной панели ориентированы на решение различных задач – черчение, 3D моделирование, анализ, черчение на рабочей плоскости, операции с листовым материалом, редактирование спецификаций и т.д. Внешние специализированные модули, входящие в комплекс T-FLEX, могут добавлять в главную панель T-FLEX CAD собственные наборы. Например, приложение T-FLEX ЧПУ добавляет в главную панель набор с кнопками, выполняющими функции данного приложения.
Переключение набора работы главной панели происходит автоматически при различных действиях в рабочем окне T-FLEX CAD. Например, при открытии 2D документа автоматически включается набор **2D**, а при переходе в 3D окно – набор **3D**. При черчении на рабочей плоскости активизируется набор **Рабочая плоскость** или **Эскиз на рабочей плоскости** (в зависимости от того, что использовалось в данной ситуации в последний раз). При входе в режим создания/редактирования спецификации активизируется набор **Спецификация**. А при выходе из редактирования вновь включается тот набор главной панели, который был активным до входа в редактирование спецификации.
Часть стандартных наборов главной панели по умолчанию являются невидимыми и отображаются только при активизации соответствующей команды T-FLEX CAD. Например, набора **Текст** по

умолчанию нет в списке режимов главной панели, но при входе в режим создания/редактирования текста на главной панели отображается именно этот набор.
При активизации набора **Совместимый** главная панель представляет собой копию стандартной панели, существовавшей в более ранних версиях T-FLEX CAD.
Текущий набор кнопок главной панели можно переключить вручную, воспользовавшись кнопкой с левого края панели. При нажатии на кнопку открывается список доступных наборов. Выбрать нужный набор можно с помощью . Кроме того, некоторые наборы можно активизировать с клавиатуры с помощью заданных для них сочетаний клавиш. По умолчанию сочетания клавиш заданы только для наборов **2D, Эскиз, 3D**. В диалоге команды **Настройка** можно назначить сочетания клавиш и для других наборов главной панели.



Выбранный пользователем набор запоминается в текущем окне документа и автоматически восстанавливается при активизации этого окне. Данная настройка сохраняется в документе и активизируется при открытии этого файла.
В опциях отображения главной панели можно отказаться от автоматического переключения наборов главной панели, установив флаг **Зафиксировать панель.**

См. также:

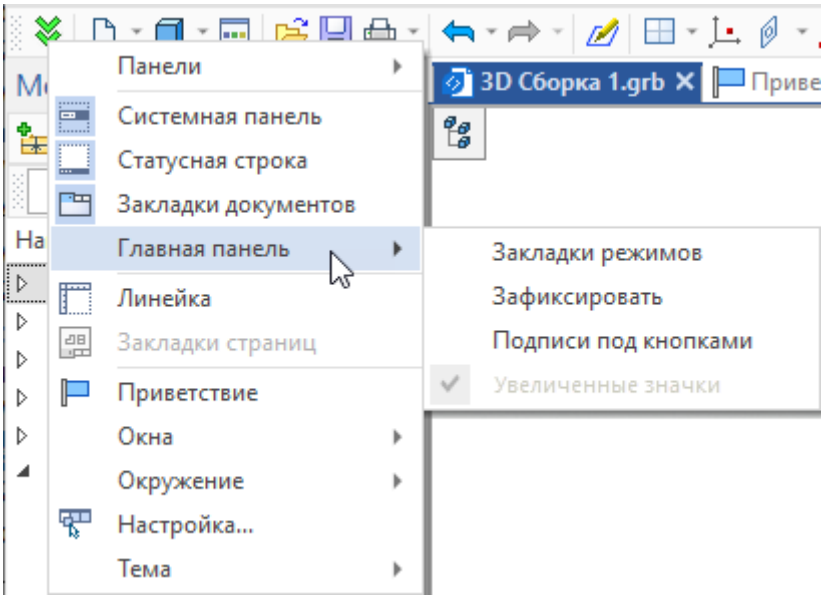
- Опции отображения главной панели

Опции отображения главной панели

В контекстном меню, вызываемом нажатием в области автоменю или любой инструментальной панели доступны следующие флаги:

- **Закладки режимов**
- **Зафиксировать**
- **Подписи под иконками**
- **Увеличенные значки**

Кроме того эти же флаги доступны в текстовом и главном меню (**Настройка > Окна > Главная панель**).

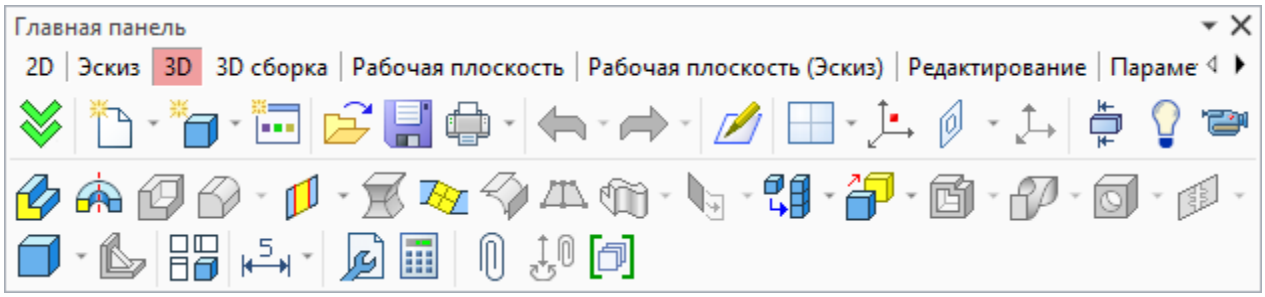


Дополнительные возможности для управления главной панелью предоставляет команда Настройка. На вкладке **Главная панель** диалога данной команды можно:

- Скрывать/отображать наборы главной панели в списке наборов (отображающемся при нажатии кнопки);
- Переименовывать наборы главной панели;
- Создавать и удалять пользовательские наборы;
- Создавать на основе любого набора главной панели отдельную инструментальную панель.

Закладки режимов

Управляет видимостью закладок на главной панели. Закладки позволяют быстро переключать наборы кнопок панели. Закладка активного набора подсвечивается.

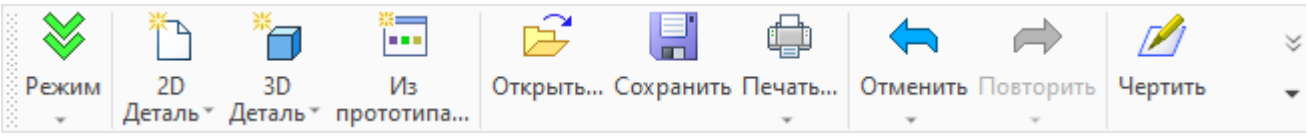


Зафиксировать

Позволяет отказаться от автоматического переключения наборов главной панели. После установки данного флага наборы можно переключать только вручную

Подписи под кнопками

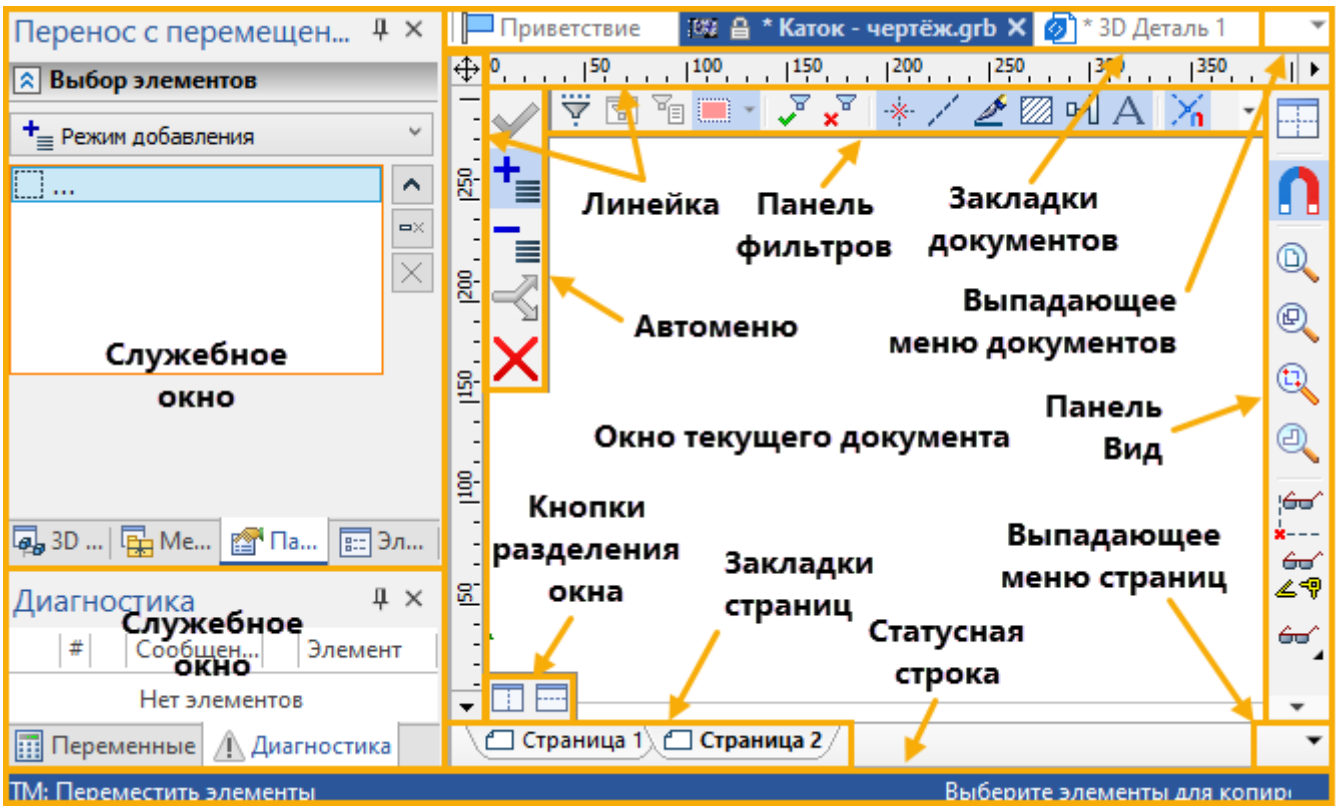
Позволяет добавить подписи к кнопками главной панели. Это может быть удобно при начальном знакомстве с системой или при работе на экране с большим разрешением.



Увеличенные значки

Данный флаг доступен, если в диалоге настройки инструментальных панелей для размера значков выбрана опция **Мелкие**. Если его установить, то в главной панели будут отображаться средние значки в отличие от остальных панелей, где будут отображаться мелкие значки.

Общие элементы ленточного и текстового интерфейсов



Линейка показывает координаты по осям X и Y текущего окна чертежа.

Окно текущего документа окно для вывода изображения документа. Создание и редактирование документов происходит только в этом окне.

Служебные окна - вспомогательные окна T-FLEX CAD, служащие для отображения параметров команд, структуры модели, сообщений об ошибках и различных других целей.

Кнопки разделения окна служат для разделения окна документа на два или четыре окна видов.

Автоменю - пиктографическое меню, показывает доступные опции текущей команды. Если не задана текущая команда, поле остаётся пустым.

Панель фильтров служит для управления выбором 2D и 3D элементов в ленточном интерфейсе по умолчанию. В текстовом интерфейсе аналогичные функции выполняет системная панель, дополнительно позволяя задавать основные параметры выбранных элементов. Кроме того, системную панель можно включить и в ленточном интерфейсе вместо панели фильтров.

Статусная строка содержит имя текущей команды, подсказку для пользователя, значения текущих координат X и Y, а также значение дополнительной координаты (в зависимости от текущей команды).

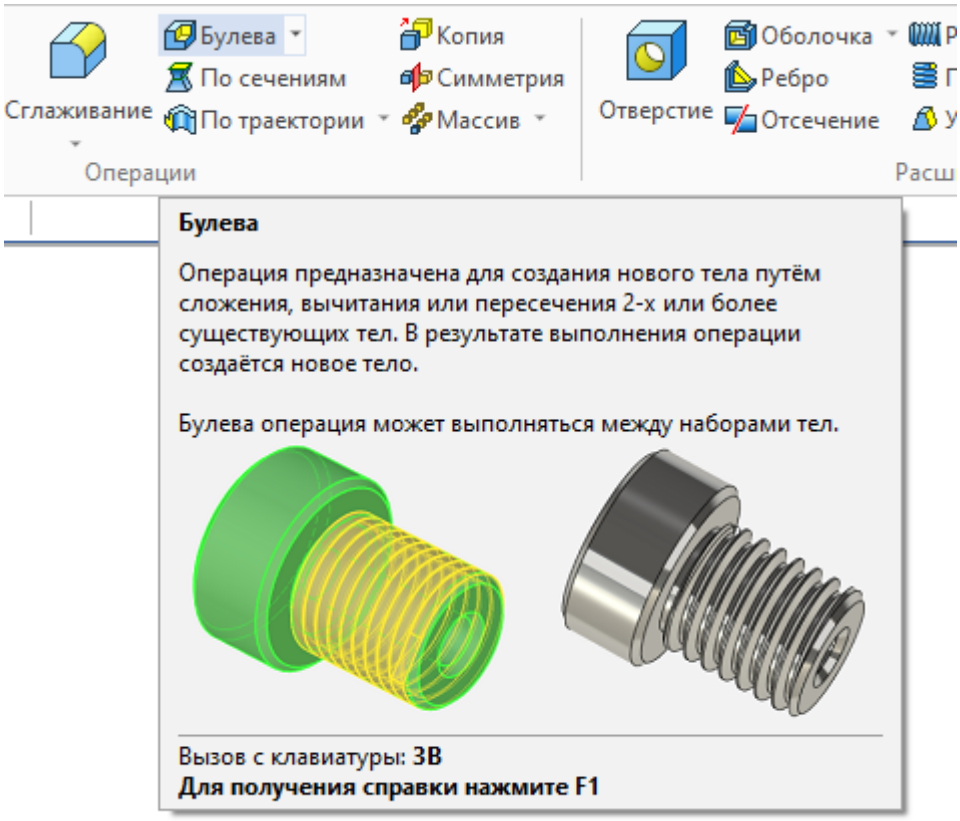
Закладки страниц и **выпадающее меню страниц** служат для быстрого перемещения по страницам текущего многостраничного документа. Для перехода на нужную страницу необходимо выбрать её закладку. Если страница документа скрыта, соответствующая ей закладка не отображается.

Закладки документов и **выпадающее меню документов** служат для быстрого перемещения по открытым документам. Для перехода в окно нужного документа необходимо выбрать его закладку.

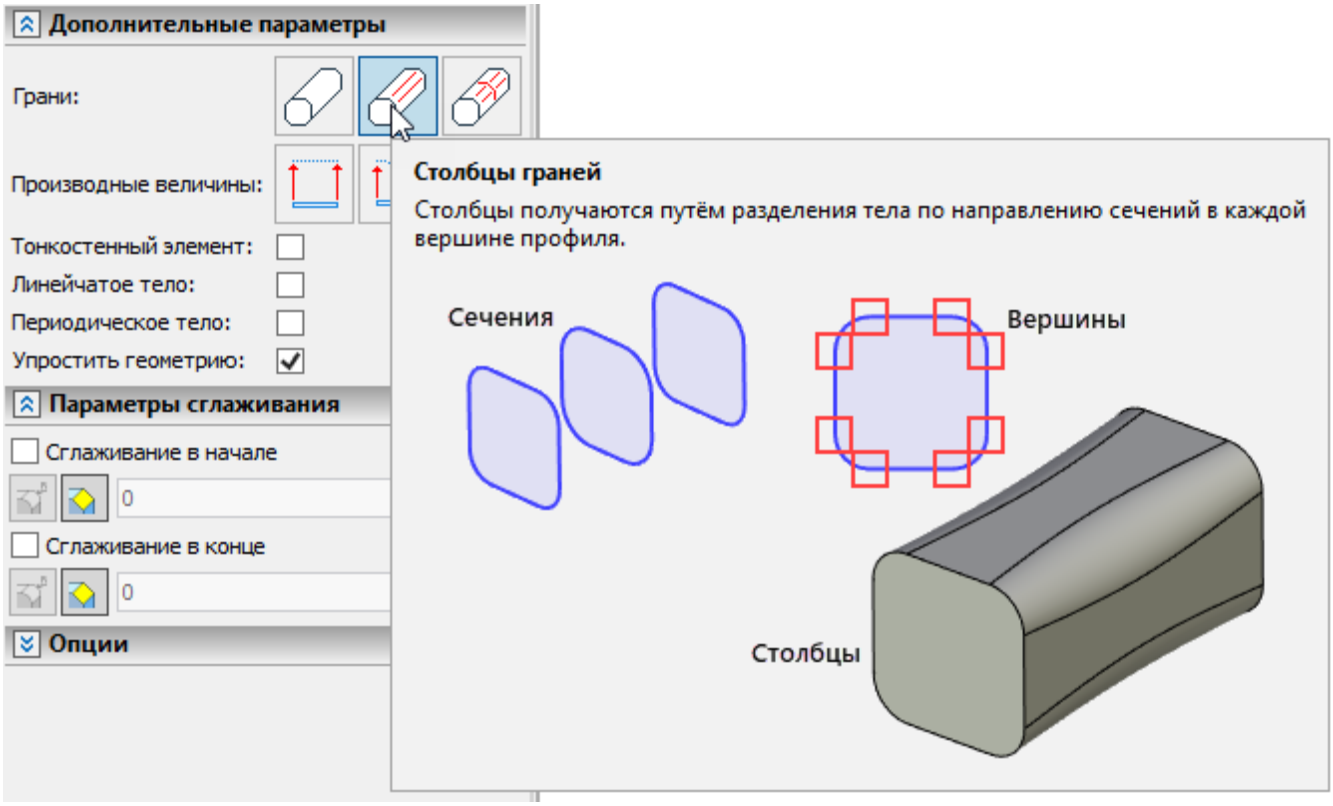
Конфигурация диалоговых элементов управления T-FLEX CAD (присутствие и положение элементов) может быть изменена по желанию пользователя. Для этого можно воспользоваться пунктом меню **Настройка > Окна** или **Настройка > Настройка...**.

Подсказки по командам

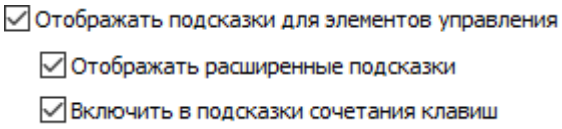
При наведении курсора на иконку команды появляется краткая подсказка к ней. Если задержать курсор на три секунды, то появится расширенная подсказка с иллюстрацией.



Аналогичные краткие и расширенные подсказки существуют и в опциях команд и операций.

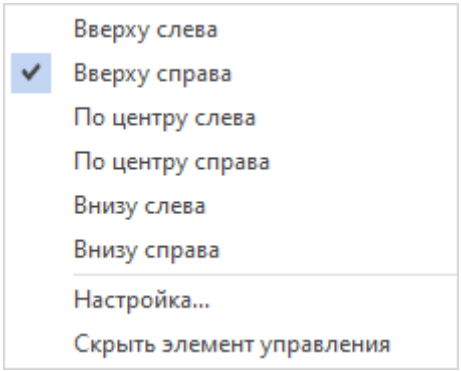


При необходимости можно отключить все расширенные подсказки в диалоге **Настройка** на закладке Параметры.



Панель Вид

В ленточном интерфейсе панель **Вид** является особым элементом и по умолчанию расположена вдоль правого края **активного окна вида**. При необходимости её расположение относительно активного окна можно изменить с помощью контекстного меню, вызываемого по нажатию на ней:

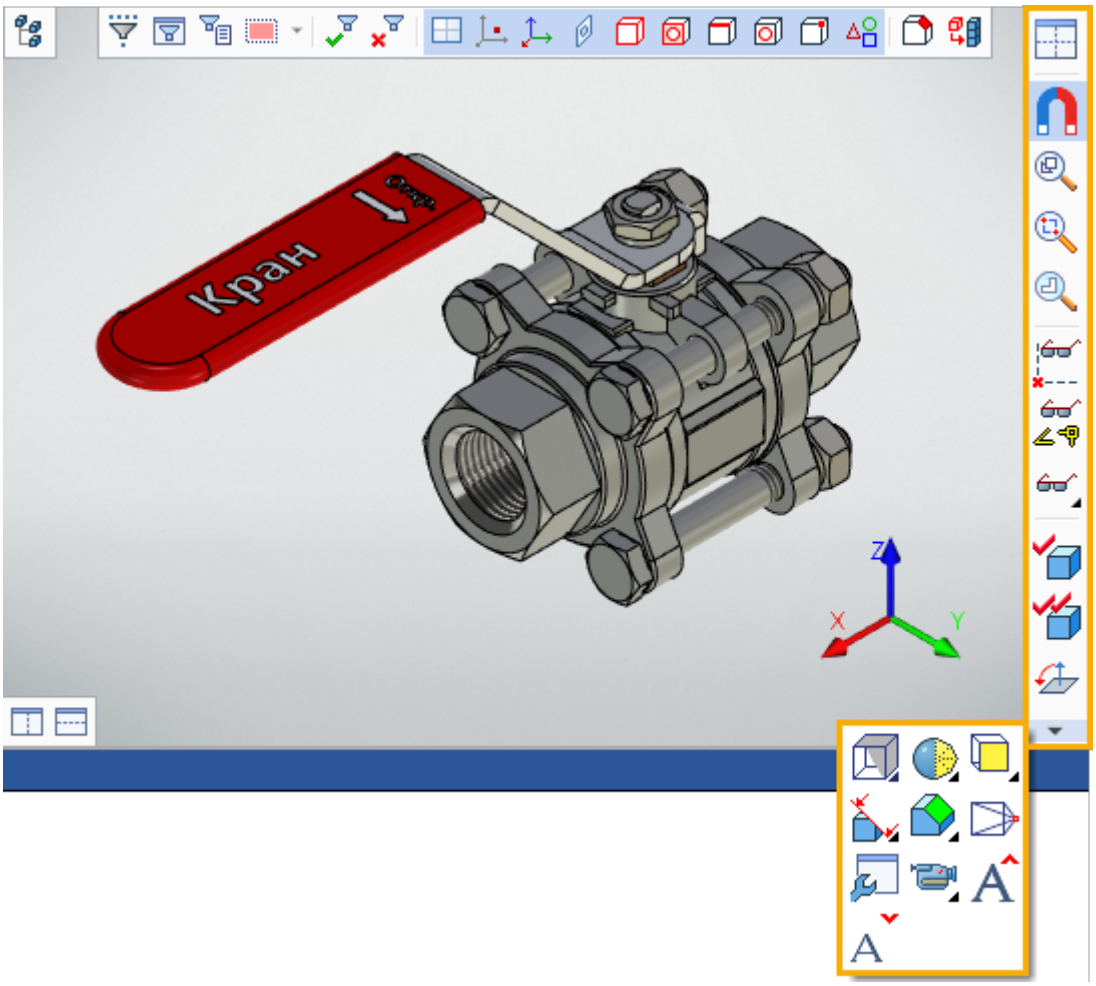


Пункт **Настройка** в меню открывает вкладку **Окна** диалога установок системы. В диалоге, помимо вышеперечисленных опций можно скрыть панель или снова включить её отображение, а также выбрать **Классическое** расположение панели, при котором она будет отображаться в ленточном интерфейсе так же, как в текстовом.

В текстовом интерфейсе панель **Вид** является обычной инструментальной панелью и по умолчанию расположена вдоль правого края **главного окна системы**. Перемещение и прочие настройки панели осуществляются аналогично другим инструментальным панелям.

Панель содержит часто используемые команды для управления отображением чертежа и 3D сцены, а также для управления параметрами страниц чертежа.
В ленточном интерфейсе набор команд на панели зависит от того, 2D или 3D окно является активным.
В текстовом интерфейсе на панели доступны сразу все команды (для работы как с 2D, так и с 3D окном), при этом часть команд неактивна в зависимости от того, окно какого типа является активным.
Если иконка команды отображается с черной стрелкой в правом нижнем углу, то команда содержит выпадающий список дополнительных режимов.

Если высота окна не позволяет уместить все команды, то часть команд попадает в выпадающее меню, открывающееся по нажатию на стрелку в нижней части панели.



В ленточном интерфейсе на панели **Вид** доступны следующие команды:

В 3D окне	В 2D окне
Размещение видов	Размещение видов
Объектная привязка	Объектная привязка
Показать всё изображение	Показать по размеру листа
Рамка	Показать всё изображение
Показать выбранные элементы	Рамка
Погасить/показать построения	Показать выбранные элементы
Погасить/показать ограничения	Погасить/показать построения
Погасить/Показать	Погасить/показать ограничения
Обновить	Погасить/Показать
Полный пересчёт	Обновить
Развернуть по нормали к выбранному элементу	Полный пересчёт
Стиль отображения	Толщина линий
Качество изображения	Формат листа
Точки взгляда	Ориентация листа
Применить сечение	Масштаб листа
Плоскость обрезки	Обновить элементы оформления

Перспективная проекция	Страницы
Параметры 3D вида	Размеры страницы
Выбрать камеру	Сетка
Увеличить шрифт	Увеличить шрифт
Уменьшить шрифт	Уменьшить шрифт

В текстовом интерфейсе на панели дополнительно доступны следующие опции работы с командами 2D черчения:

Автоматическое создание ограничений

Автоматическое создание размеров

Привязки

Панель фильтров

Панель фильтров по умолчанию расположена вдоль верхнего края активного окна вида. С её помощью регулируется выбор объектов в 2D и 3D окнах.
Содержимое панели фильтров изменяется в зависимости от активного окна (3D или 2D), запущенной команды и активных опций внутри команд.

Общие инструменты панели фильтров

В общем случае панель содержит следующие инструменты:

1 - Команда **Селектор**.

Предназначена для продвинутой настройки фильтров типа выбираемых элементов. Также позволяет настроить список ближайших элементов.

2 - Команда **Фильтр**.

Предназначена для задания одного или нескольких **условий** выбора по параметрам выбираемых объектов. Например, в данной команде можно настроить выбирать **линии изображения** только **зеленого** цвета.

3 - Кнопка **Выбора конфигурации селектора**.

4 - Меню режимов выбора элементов рамкой и кривой.

5 - Фильтры типа элементов (вверху - 2D, внизу - 3D).

Специфические инструменты панели фильтров

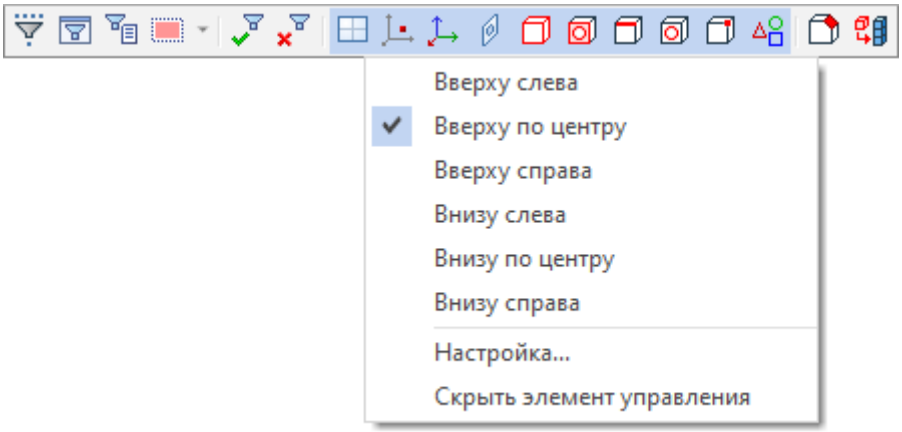
В командах 3D моделирования панель может дополнительно содержать фильтры типа 3D геометрии:

В командах создания 2D элементов построения и линий изображения панель содержит 2D привязки, а в командах эскиза - также кнопки активации автоматического создания ограничений и размеров.

В командах создания ограничений и 2D элементов оформления 2D привязки отображаются вместе с общими инструментами панели.

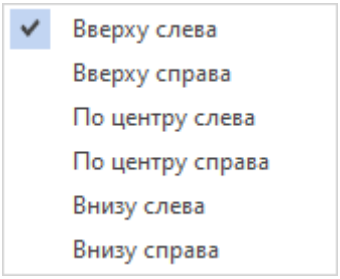
Настройка панели фильтров

При необходимости можно изменить расположение панели фильтров или скрыть её с помощью контекстного меню списка, вызываемого по нажатию на панели. Пункт **Настройка** в меню открывает вкладку **Окна** диалога установок системы, где доступны те же опции, а также можно скрыть панель или снова включить её отображение.



Автоменю

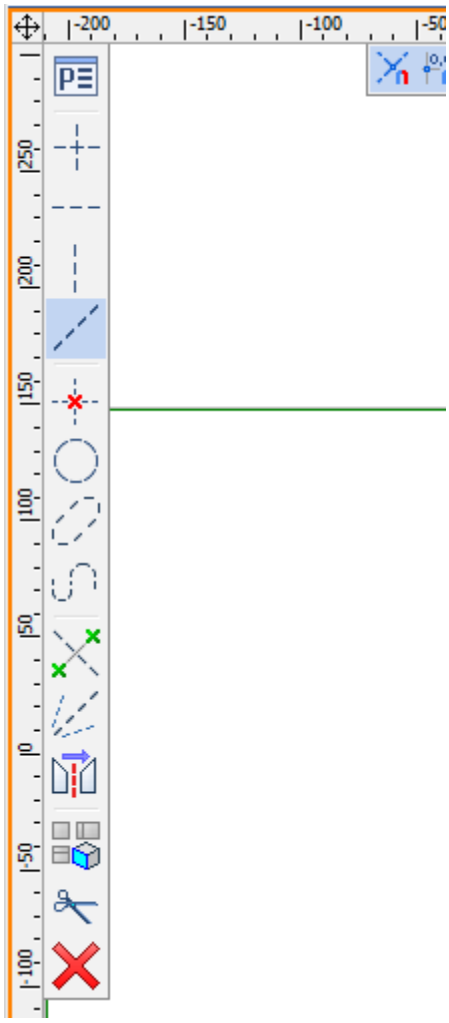
В ленточном интерфейсе **Автоменю** является особой панелью интерфейса и по умолчанию расположена вдоль левого края **активного окна вида**. При необходимости её расположение относительно активного окна можно изменить с помощью контекстного меню, вызываемого по нажатию на ней:



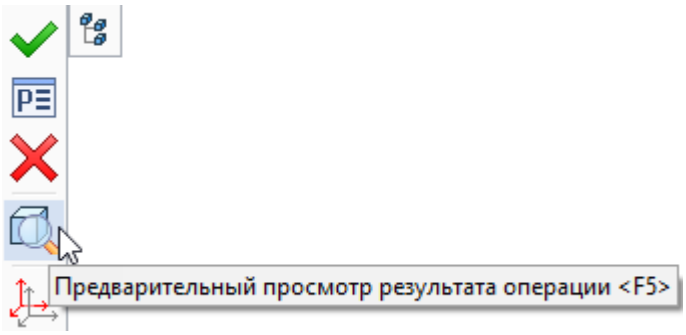
Положение панели также можно настроить на вкладке **Окна** диалога установок системы. В диалоге, помимо вышеперечисленных опций можно выбрать **Классическое** расположение панели, при котором она будет отображаться в ленточном интерфейсе так же, как в текстовом.

По умолчанию в ленточном интерфейсе панель отображается, только когда запущена команда, имеющая опции автоменю, а в текстовом интерфейсе - всегда. При этом в текстовом интерфейсе можно отключить/включить отображение автоменю, сняв/установив его флаг в контекстном меню панелей инструментов или в главном меню (**Настройка** > **Окна** > **Автоменю**).

В текстовом интерфейсе **Автоменю** является обычной инструментальной панелью и по умолчанию расположена вдоль левого края **окна текущего документа**. Перемещение и прочие настройки панели осуществляются аналогично другим инструментальным панелям.



В режиме ожидания команды автоменю остается пустым. При запущенной команде в меню выводятся различные опции команды. Активация данных опций возможна как с помощью мыши нажатием на иконке опции, так и с помощью клавиатуры, нажатием горячей клавиши, соответствующей данной опции. Названия опций и их горячие клавиши можно посмотреть во всплывающей подсказке, отображаемой при удерживании курсора на иконке опции.



Активация опции может:

- Завершать работу команды

  Например, опция завершает работу команды с применением изменений, а - без применения изменений.

- Вызывать дополнительные окна системы

  Например, опция задания параметров элемента в большинстве команд вызывает диалог параметров.
- Менять режим работы команды

  Например, опция создания вертикальной прямой в команде создания прямых построения запускает режим построения вертикальных прямых, в котором доступен свой набор опций.
- Влиять на результат применения команды

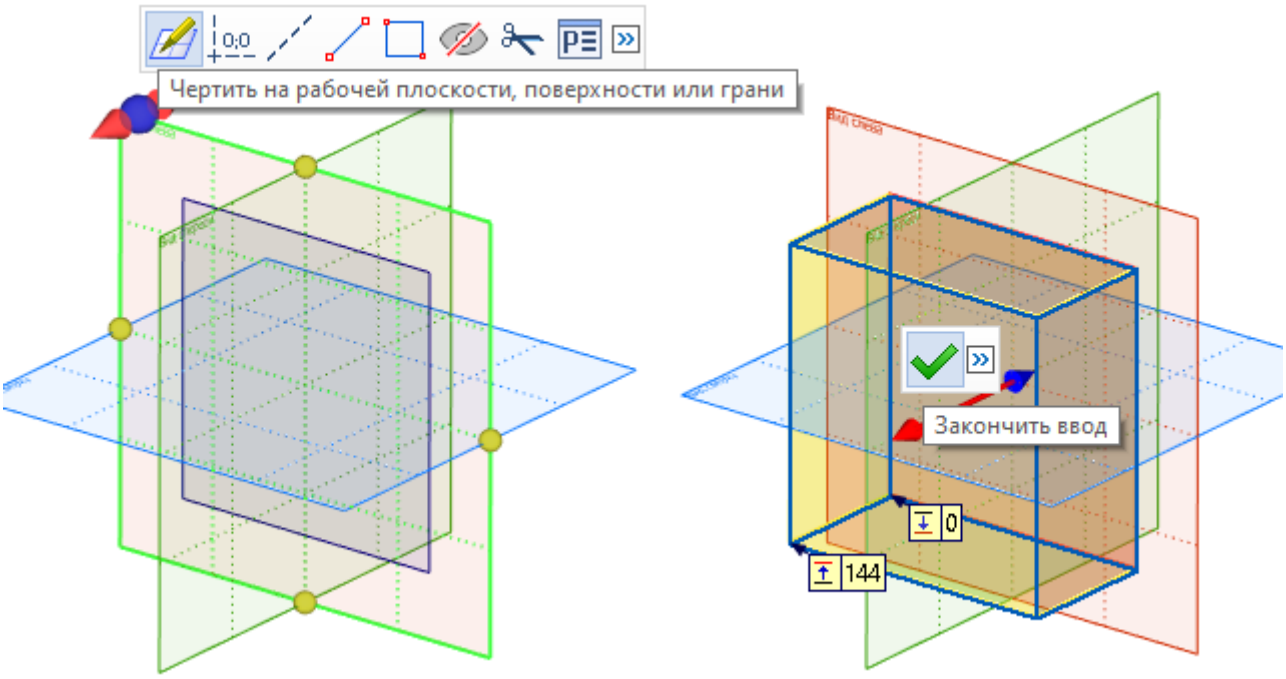
  Например, опции режима создания булевой операции в большинстве команд твердотельного моделирования не влияют на работу команды, пока она запущена, но влияют на результат моделирования.

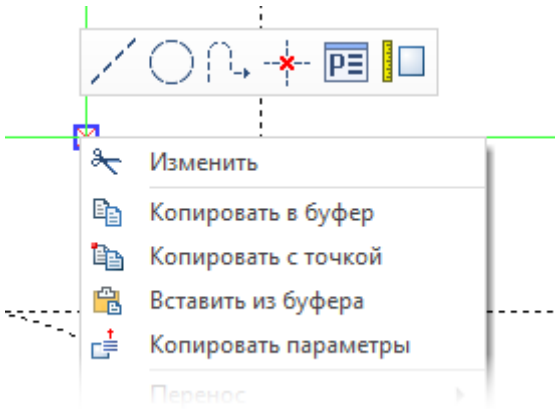
Динамическая панель

В режиме ожидания команды при выборе элементов с помощью или на экране появляется специальная динамическая панель. Она содержит иконки часто используемых команд для элементов данного типа.

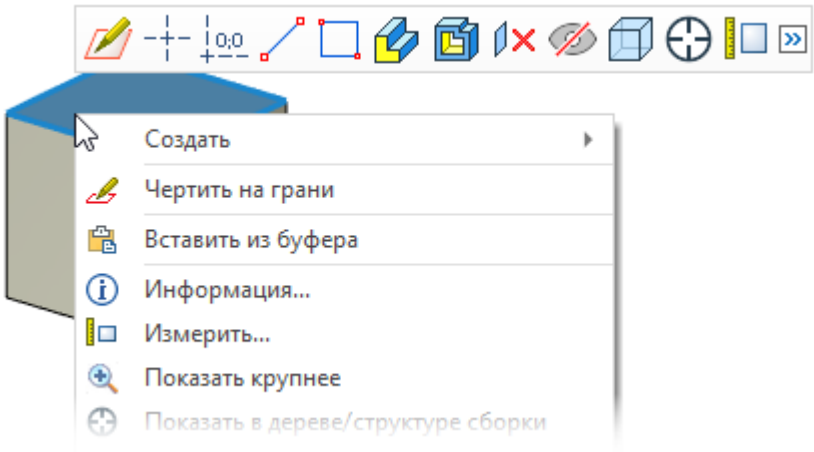
Наличие динамической панели при выборе 2D и 3D элементов с помощью зависит от **Установок** системы. Для 3D элементов динамическая панель будет отображаться, если в диалоге установок системы на вкладке Динамическая панель включен флажок **Использовать динамическую панель**. При работе с 2D элементами дополнительно должен быть отключен параметр "**Прозрачное**" **редактирование элементов** на вкладке 2D. По умолчанию динамическая панель появляется на экране по нажатию только для 3D элементов.

При нажатии на 2D и 3D элементах динамическая панель отображается независимо от вышеуказанных настроек.

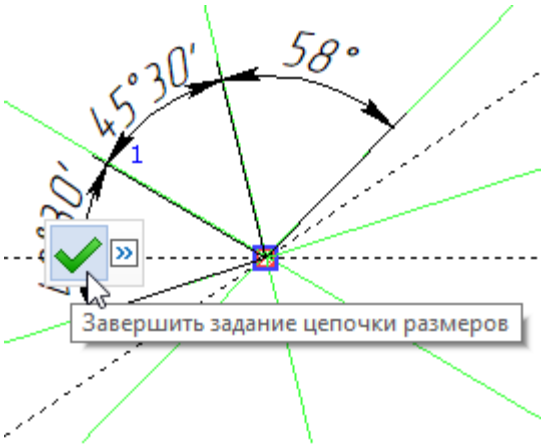


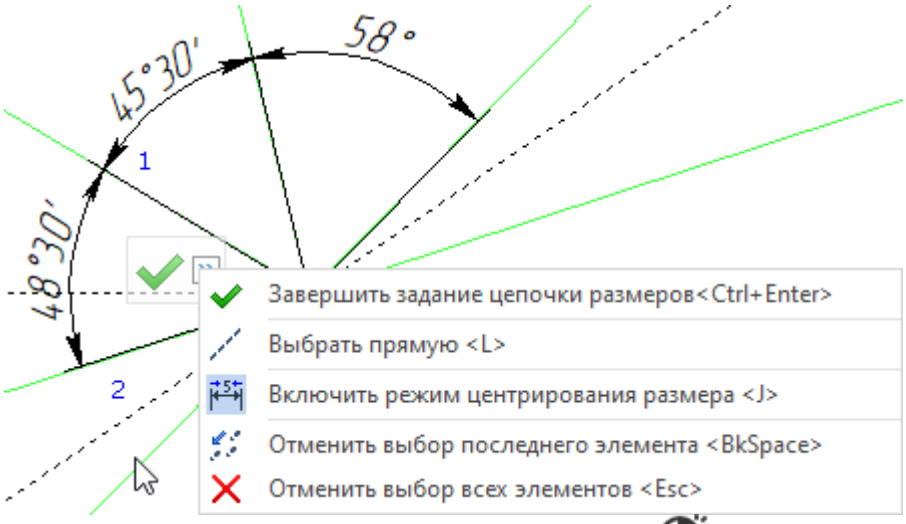


В динамической панели, кроме иконок часто используемых команд, может отображаться кнопка » для вызова списка дополнительных команд. При вызове команды из дополнительного списка данная команда автоматически переносится в основной набор кнопок динамической панели (для элементов данного типа). Изменения динамической панели сохраняются в текущем **Окружении** системы.



Во многих командах, после того как выбраны все необходимые элементы, в динамической панели отображается опция завершения ввода . При этом в списке дополнительных команд » доступны остальные опции автоменю.



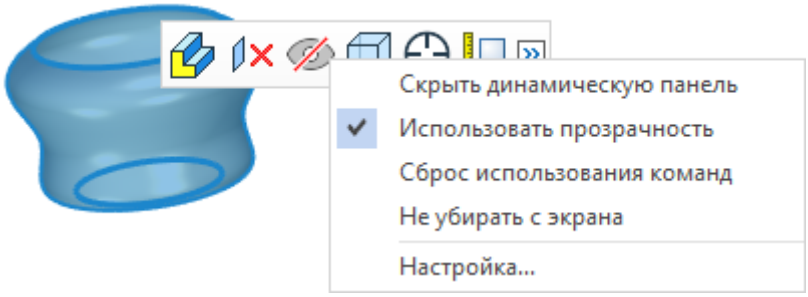


В контекстном меню, вызываемом по нажатию на динамической панели, доступны следующие опции:

- **Скрыть динамическую панель**
  Выключает отображение динамической панели. Включить её снова можно с помощью флага **Использовать динамическую панель** на вкладке **Динамическая панель** диалога **Установок системы.**
- **Использовать прозрачность**
  Когда флаг установлен (по умолчанию), панель при появлении на экране выглядит полупрозрачной. Прозрачность уменьшается по мере приближения курсора к панели. При снятом флаге панель всегда отображается непрозрачной. Данная опция также доступна на вкладке **Динамическая панель** диалога **Установок системы.**
- **Сброс использования команд**
  Возвращает набор команд, доступных в динамической панели, к набору по умолчанию.
- **Не убирать с экрана**

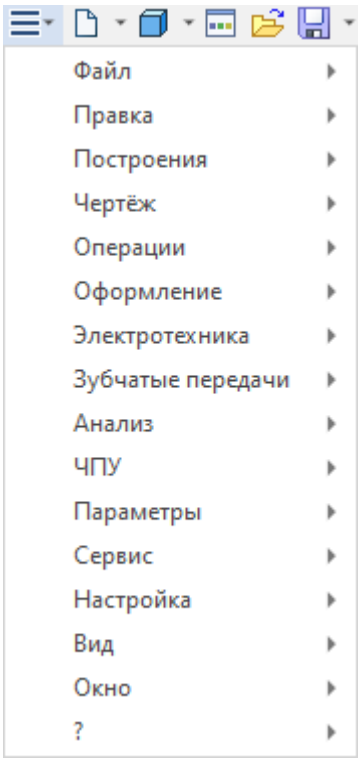
  По умолчанию панель, вызванная с помощью , автоматически исчезает по истечении некоторого времени или после перемещения курсора на некоторое расстояние от неё. Если установить данный флаг, панель будет исчезать только после повторного нажатия или . Панель, вызванная с помощью , остается на экране до следующего нажатия любой из клавиш мыши независимо от положения курсора и состояния данной опции. Данная опция также доступна на вкладке **Динамическая панель** диалога **Установок системы,** там же можно настроить **Зону видимости** (расстояние до курсора, при котором динамическая панель исчезает).

- **Настройка...**
  Вызывает диалог настройки динамической панели.



Текстовое меню команд

Расположено под заголовком окна T-FLEX CAD в верхней части экрана.



Текстовое меню команд содержит все команды системы, разделенные по группам. Если подвести курсор к какой-либо группе появится информация о данной группе команд.
Команды в текстовом меню разделены на следующие группы:
Файл - команды работы с чертежами и библиотеками чертежей.
Правка - команды редактирования элементов системы.
Построения - команды создания вспомогательных элементов построения.
Чертёж - команды создания элементов изображения.
Операции - команды операций при работе с трёхмерной моделью чертежа.
Оформление -модуль оформления чертежа.
Электротехника, Зубчатые передачи, Анализ, ЧПУ - дополнительные модули.
Параметры - команды работы с параметрической моделью чертежа.
Сервис - команды конфигурации системы и установки параметров чертежа.
Настройка - команды настройки системы.
Вид - команды перемещения по чертежу и конфигурации экрана системы.

Окно - команды работы в многооконном режиме.
? - команды получения справочной информации по системе и командам.
Выбор команды из текстового меню:

- Подведите курсор к названию какой-нибудь группы команд и нажмите . Появится падающее меню с названиями команд группы. Подведите курсор к нужной команде и нажмите .
- Для выбора из текстового меню команд при помощи клавиатуры нажмите **<Alt>+<Клавиша>**, где «клавиша» означает клавишу на клавиатуре, соответствующую букве, подчеркнутой в данном пункте текстового меню. Появится падающее меню с набором команд. Переместите рамку с помощью **<Up>** и**<Down>** к нужной команде и нажмите **<Enter>**.

При вызове команды из текстового меню (для 2D команд) происходит автоматическое прекращение выполнения текущей команды. Для команд, работающих с трёхмерными элементами чертежа, вызов следующей команды возможен из текущей команды.

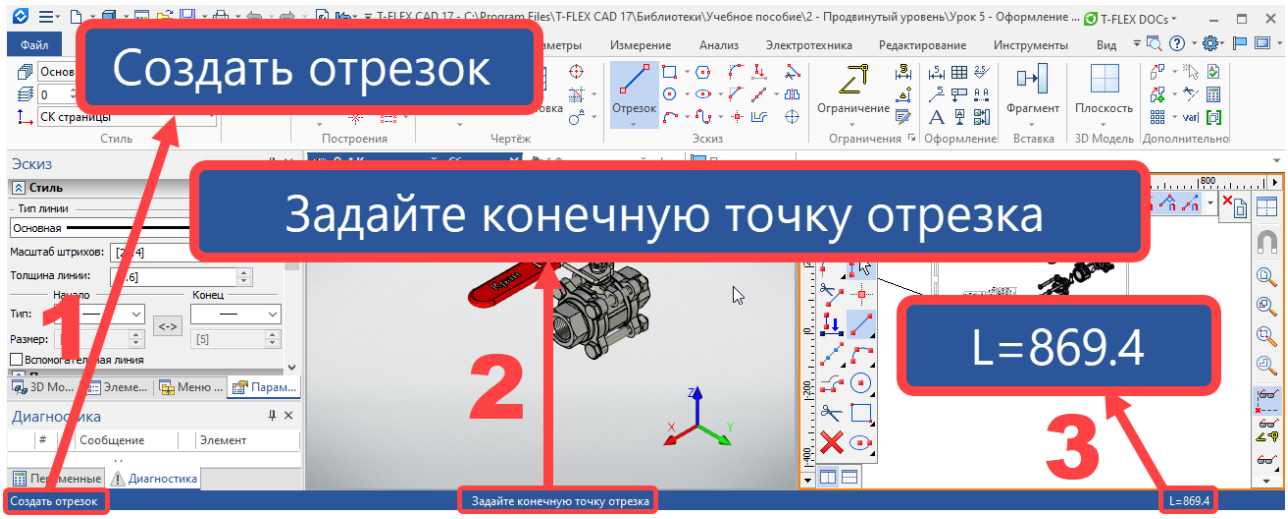
Статусная строка

Вызов команды:

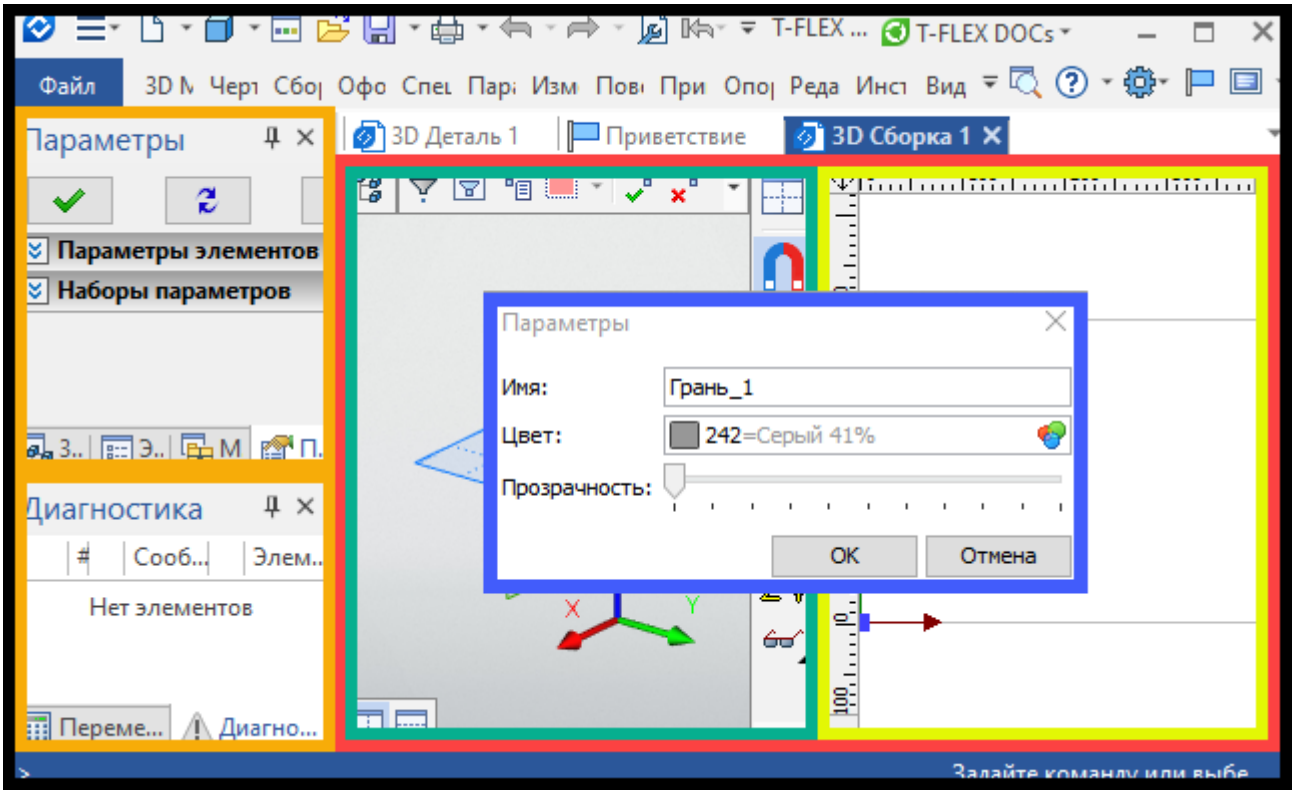
Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Настройка > Элементы интерфейса > Статусная строка Вид > Окно > Статусная строка > Элементы интерфейса > Статусная строка
Клавиатура	Текстовое меню
	Настройка > Окна > Статусная строка

Статусная строка расположена в нижней части экрана и содержит несколько полей. Ниже приводится описание полей, расположенных в строке последовательно слева направо.
1. Поле вывода названия текущей команды.
Это поле отображает полное название текущей команды. В этом поле вы можете вызвать команду с помощью клавиатуры. Система автоматически распознает команду по минимальному количеству вводимых букв. Если вы вводите последовательность символов, которая не входит в название ни одной команды, то поле автоматически очищается, и вам необходимо повторить ввод. При правильном вводе первых букв команды в поле появляется полное название команды и краткое описание. Например, введите следующую последовательность: **<RO>**. После нажатия **<O>** вы попадете в команду нанесения шероховатостей и в поле появится: **Шероховатость**. При указании курсором на иконки или строки команд и опций в ленте, на инструментальных панелях, системной панели, панели фильтров, панели Вид, в автоменю, в текстовом и контекстных меню это поле отображает название данной команды или опции.
2. Поле подсказки.
Это - информационное поле, в котором появляются подсказки для пользователя. Если запущена команда, то в поле появляется подсказка действий пользователя. Если в режиме ожидания команды выбран какой-либо элемент модели или чертежа, то в поле отображается название элемента, а при выборе нескольких элементов - их количество.
3. Поля вывода координат курсора и параметров 2D элементов.
Данные поля активны только если запущена какая-либо из команд 2D черчения (как в 2D окне, так и

в режиме черчения на рабочей плоскости в 3D). В первом поле выводится координата X курсора. Во втором поле выводится координата Y курсора. В третьем поле выводится параметр создаваемого 2D элемента (длина отрезка, угол наклона прямой, радиус окружности и т.п.).



Типы окон



Чёрная рамка - Главное окно

Красная рамка - Окно текущего документа

Зелёная рамка - Окно 3D вида

Жёлтая рамка - Окно 2D вида

Оранжевые рамки - Служебные окна

Синяя рамка - Модальное диалоговое окно

Запуск T-FLEX CAD соответствует началу нового сеанса работы с программой. В начале сеанса открывается одно **главное окно**. В рамках одного сеанса можно открыть несколько главных окон, синхронизированных друг с другом. Сеанс завершается при закрытии всех главных окон данного сеанса. Повторный запуск T-FLEX CAD до завершения текущего сеанса приводит к открытию нового сеанса, главные окна которого не синхронизированы с окнами других сеансов. Подробная информация о главных окнах приведена в разделе Работа с несколькими мониторами.

Главное окно содержит окна документов, служебные окна, а также различные элементы интерфейса.

В пределах одного главного окна может одновременно отображаться несколько **окон** разных **документов**. По умолчанию для каждого документа открывается одно окно документа, но при необходимости можно открыть несколько окон одного и того же документа. Отображение окон документов и способы управления их расположением на экране зависит от того, включены ли закладки документов. Подробная информация об окнах документов приведена в разделах Управление окнами документов, Новое окно документа, Выбор активного окна документа.

Одно окно документа может содержать одно, два или четыре **окна видов**. Наиболее часто используемые окна видов - 2D и 3D виды (2D и 3D окна), однако, существуют и другие специфические виды. По умолчанию при создании нового документа открывается одно окно 3D вида, а при открытии существующего документа открывается тот набор окон видов, с которым документ был сохранён. Набор окон, открываемых по умолчанию для новых документов, можно настроить. Подробная информация об окнах видов приведена в разделе Окна видов.

В T-FLEX CAD доступны различные служебные окна. Наиболее часто используемое служебное окно - окно **Параметры**, в котором отображаются параметры активной команды. Краткая информация о назначении различных служебных окон доступна в разделе Основные служебные окна. Расположение служебных окон на экране можно менять (см. раздел Управление служебными окнами).

Также в системе присутствуют различные модальные диалоговые окна (диалоги). Отличительной особенностью таких окон является то, что они появляются поверх окон, описанных выше, и временно делают работу с другими окнами невозможной. Например, диалог параметров 3D элементов, диалог параметров документа и др. Описание каждого конкретного диалога доступно в разделах с описанием команды, к которой он относится.

Служебные окна

Для включения и отключения служебных окон используется выпадающий список **Окна**.

Пиктограмма	Лента
	Вид > Окно > Окна Начало работы > Настройки > Окна > Окна
Клавиатура	Текстовое меню
	Настройка > Окна

Иконки включенных окон подсвечены в списке. Для включения или отключения окна нажмите на его строку в списке. Набор доступных окон зависит от установленных приложений. В режиме интеграции также можно отображать в T-FLEX CAD окна T-FLEX DOCs. Ниже приведён набор окон для базового модуля T-FLEX CAD и их краткие описания.

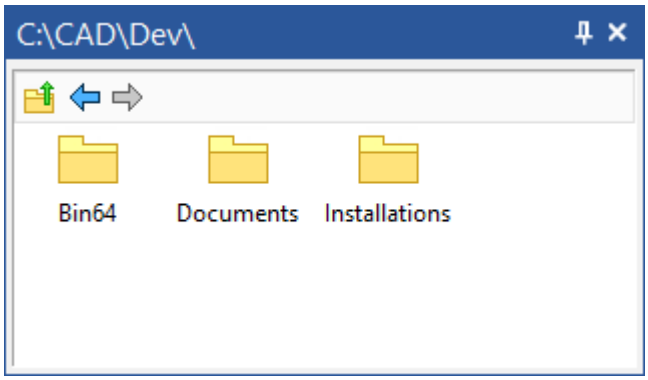
- Открыть папку
- Меню документов
- Диагностика
- 3D Модель
- Параметры
- Макросы
- Переменные
- Структура сборки
- Материалы
- Состав изделия
- Общий вид
- Элементы модели
- Структурные элементы
- Замечания
- Конфигурации модели
- Слои
- Задачи
- Сварные швы
- Контроль качества
- Поиск команд

Примеры служебных окон дополнительных модулей:

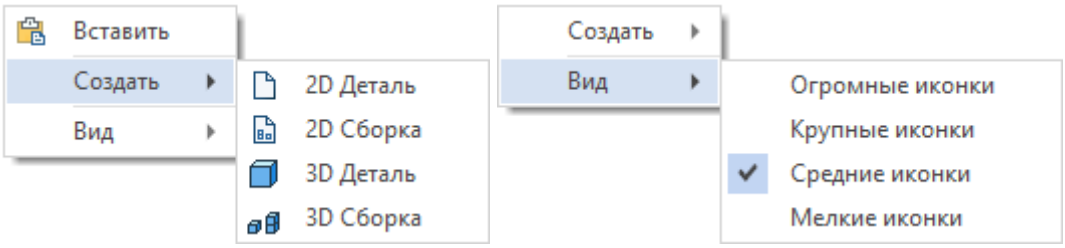
- Изделия электротехники
- Менеджер обработок

Открыть папку

Пиктограмма	Лента
	Вид > Окно > Окна > Открыть папку Начало работы > Настройки > Окна > Открыть папку > Окна > Открыть папку
Клавиатура	Текстовое меню
<WSD>	Файл > Библиотеки > Открыть папку



В качестве служебного окна можно вывести любую из папок, доступных на данном компьютере. Из содержимого папки отображаются только документы T-FLEX CAD и вложенные папки. Навигация по папкам осуществляется так же, как и в проводнике Windows. В верхней части окна находятся кнопки, с помощью которых можно перейти к следующей папке , к предыдущей папке или на уровень выше . В контекстном меню, вызываемом по нажатию в свободном пространстве окна, доступны команды создания документов T-FLEX CAD, вставки ранее скопированных или вырезанных документов, а также переключения вида папок.



В контекстном меню, вызываемом по нажатию на папке, помимо настроек вида доступны следующие команды:

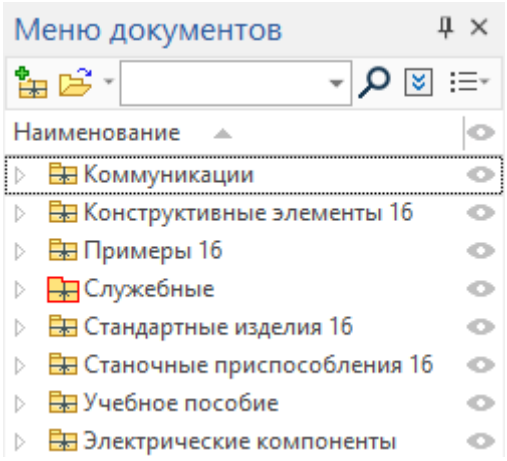
- **Показать в проводнике...**
  Открывает папку в окне проводника Windows
- **Открыть окно**
  Открывает новое служебное окно для выбранной папки
- **Удалить с диска**
- **Переименовать**

В контекстном меню, вызываемом по нажатию на документе, помимо настроек вида доступны следующие команды:

- **Показать в проводнике...**
- **Открыть...**
- **Вставить как фрагмент**
  Если активно окно 2D вида, вставляет выбранный документ в текущий в качестве 2D фрагмента.
  Если активно окно 3D вида, вставляет выбранный документ в текущий в качестве 3D фрагмента.
- **Вставить как картинку**
- **Удалить**
- **Переименовать**
- **Свойства**
- **Вырезать**
- **Копировать**

Имейте в виду, что при использовании команд **Вырезать** и **Копировать** в данном меню выбранный файл нельзя будет вставить из буфера в открытый документ.

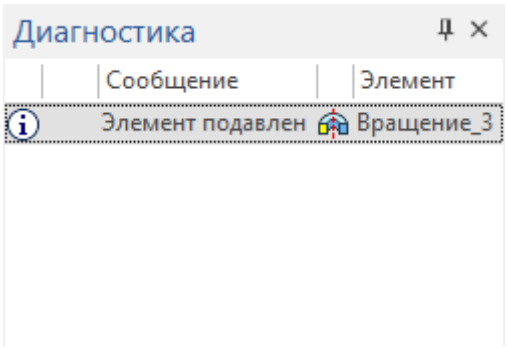
Меню документов



Предназначено для работы с библиотеками и входящими в них файлами.

Подробная информация о данном окне доступна в главе Окно "Меню Документов".

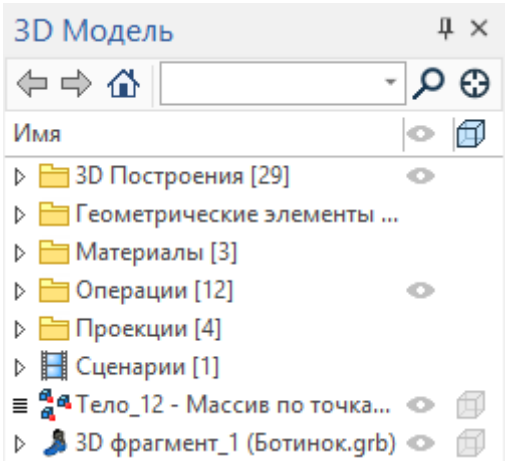
Диагностика



Предназначено для вывода сообщений об ошибочных ситуациях, которые могут возникать при работе системы T-FLEX CAD.

Подробная информация о данном окне доступна в главе Диагностика.

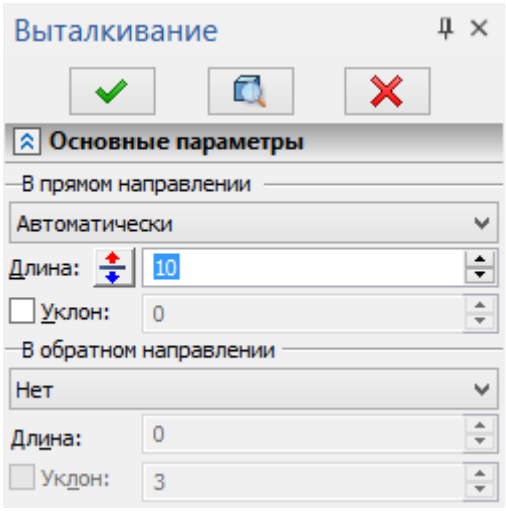
3D Модель



В этом окне в виде дерева представлена структура 3D модели со всеми операциями 3D моделирования и вспомогательными построениями.

Подробная информация о данном окне доступна в главе Дерево 3D модели.

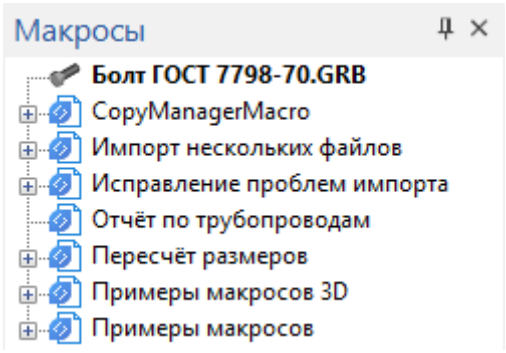
Параметры



Используется для задания параметров в прозрачном режиме в большинстве 2D и 3D команд.

Подробная информация о данном окне доступна в главе Окно "Параметры".

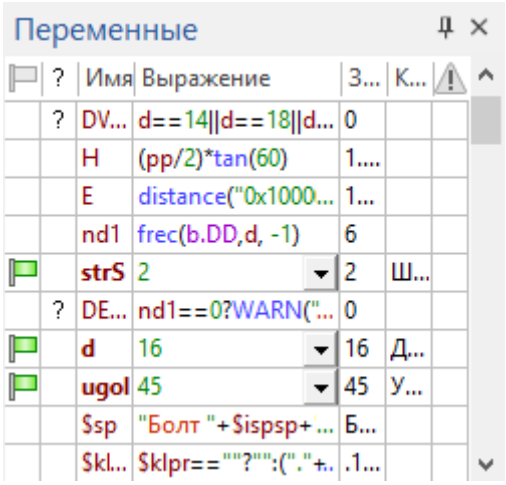
Макросы



В данном окне отображаются макросы данного документа и стандартные макросы T-FLEX CAD из директории **...T-FLEX CAD 17\Program\Macros**. Основное назначение окна - запуск макросов на выполнение.

> Подробная информация о данном окне доступна в главе Окно "Макросы".

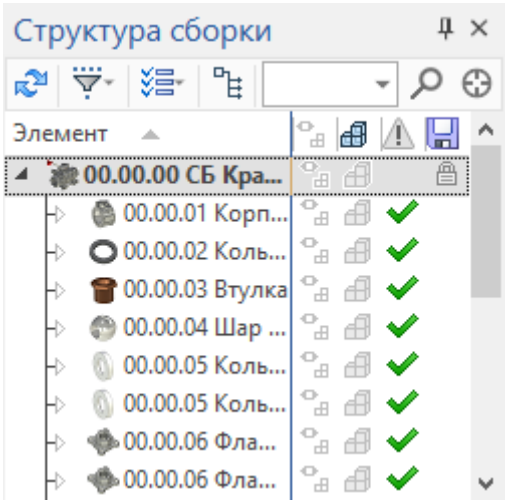
Переменные



Дополнительное окно редактора переменных, позволяющее работать с переменными в прозрачном режиме, одновременно с работой на поле чертежа или 3D модели. При изменении выражения переменной в данном окне производится прозрачная регенерация модели. Все изменения сразу же отражаются на чертеже.

> Подробная информация о данном окне доступна в главе Окно "Переменные".

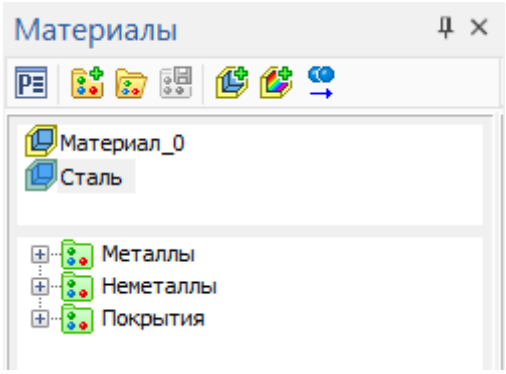
Структура сборки



Отображает сборку и входящие в неё фрагменты в виде древовидной структуры.

> Подробная информация о данном окне доступна в главе Окно "Структура сборки".

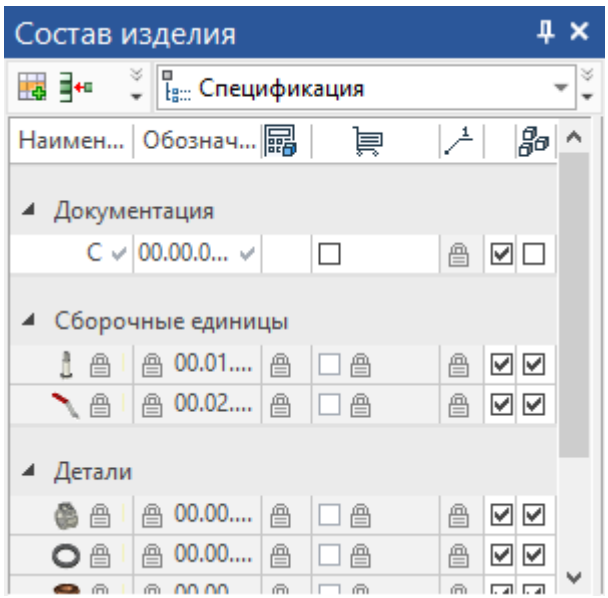
Материалы



Окно для работы с материалами 3D модели, а также с библиотеками материалов T-FLEX CAD.

> Подробная информация о данном окне доступна в главе Окно "Материалы".

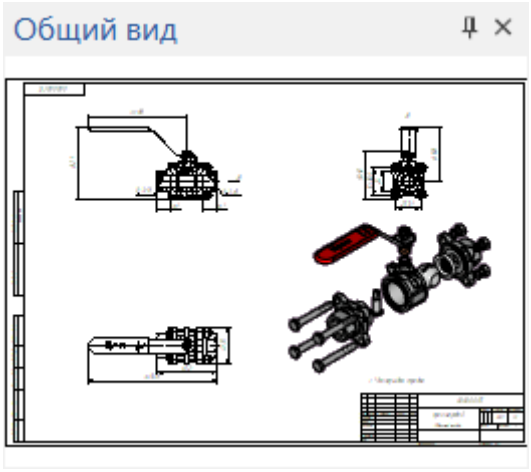
Состав изделия



Отображает состав сборочной единицы и данные для спецификации. Позволяет добавлять элементы в состав изделия или редактировать их данные, устанавливать связь между объектами чертежа\3D модели и элементами состава изделия.

> Подробная информация о данном окне доступна в главе Окно «Состав изделия».

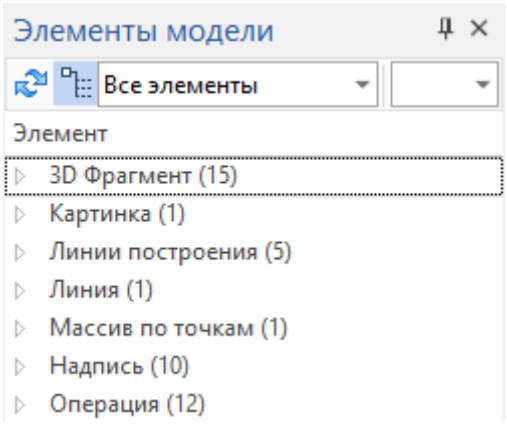
Общий вид



Показывает полное изображение чертежа, при активном 2D окне. Позволяет осуществить быстрое перемещение к любому месту чертежа.

> Подробная информация о данном окне доступна в главе Окно "Общий вид".

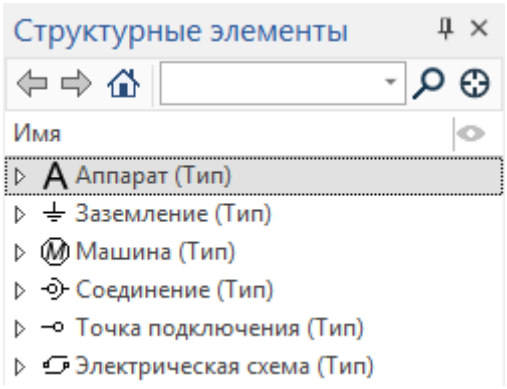
Элементы модели



Отображает все 2D и 3D элементы, созданные в документе.

Подробная информация о данном окне доступна в главе Окно "Элементы модели".

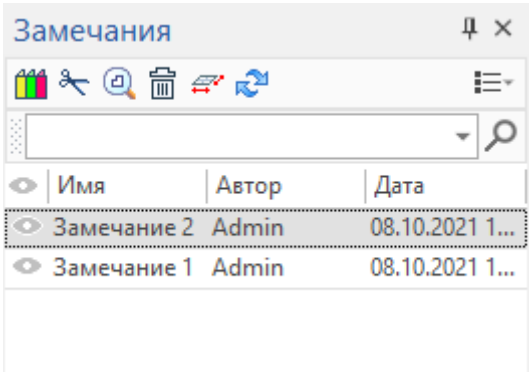
Структурные элементы



Используется для отображения структурных элементов.

Подробная информация о данном окне доступна в главе Структурные элементы.

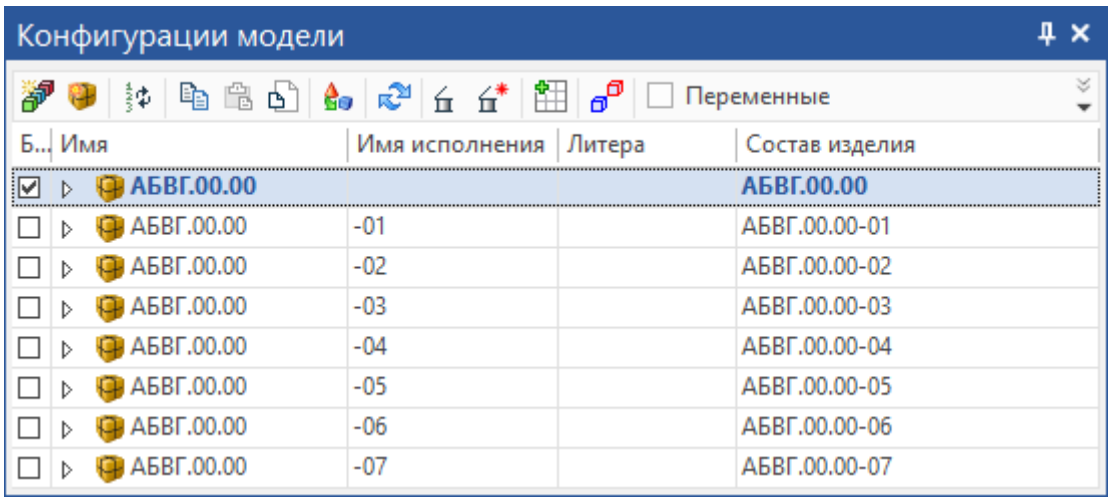
Замечания



Используется для аннотирования.

Подробная информация о данном окне доступна в главе Замечания.

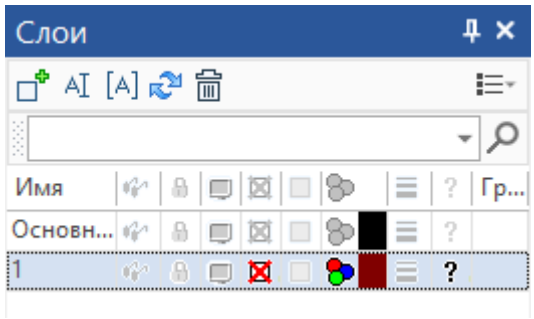
Конфигурации модели



Используется для работы с конфигурациями/исполнениями.

> Подробная информация о данном окне доступна в главе Конфигурации и исполнения.

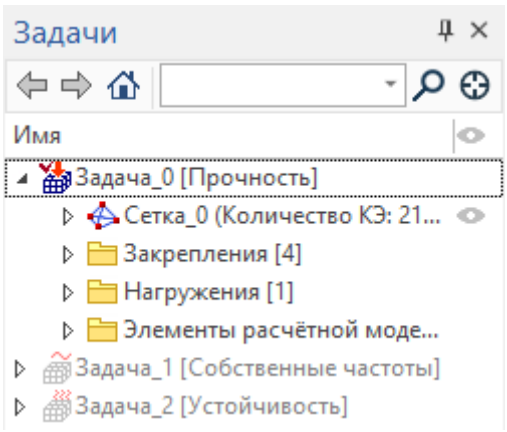
Слои



Используется для работы со слоями.

> Подробная информация о данном окне доступна в главе Слои.

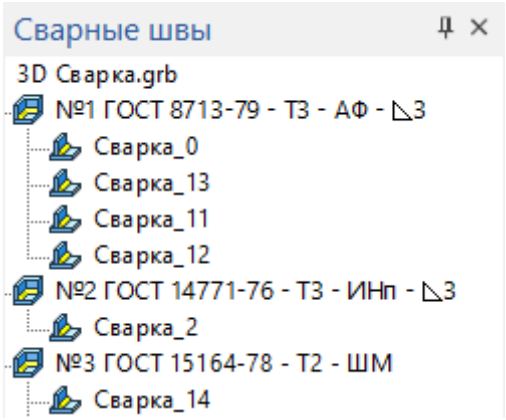
Задачи



Отображает имеющиеся в данном документе задачи конечно-элементного и динамического анализа. Используется в экспресс-расчётах, а также в приложениях **T-FLEX Анализ** и **T-FLEX Динамика**.

Некоторая информация о данном окне доступна в главе Окно "Задачи". Подробная информация доступна в справке приложений **T-FLEX Анализ** и **T-FLEX Динамика**.

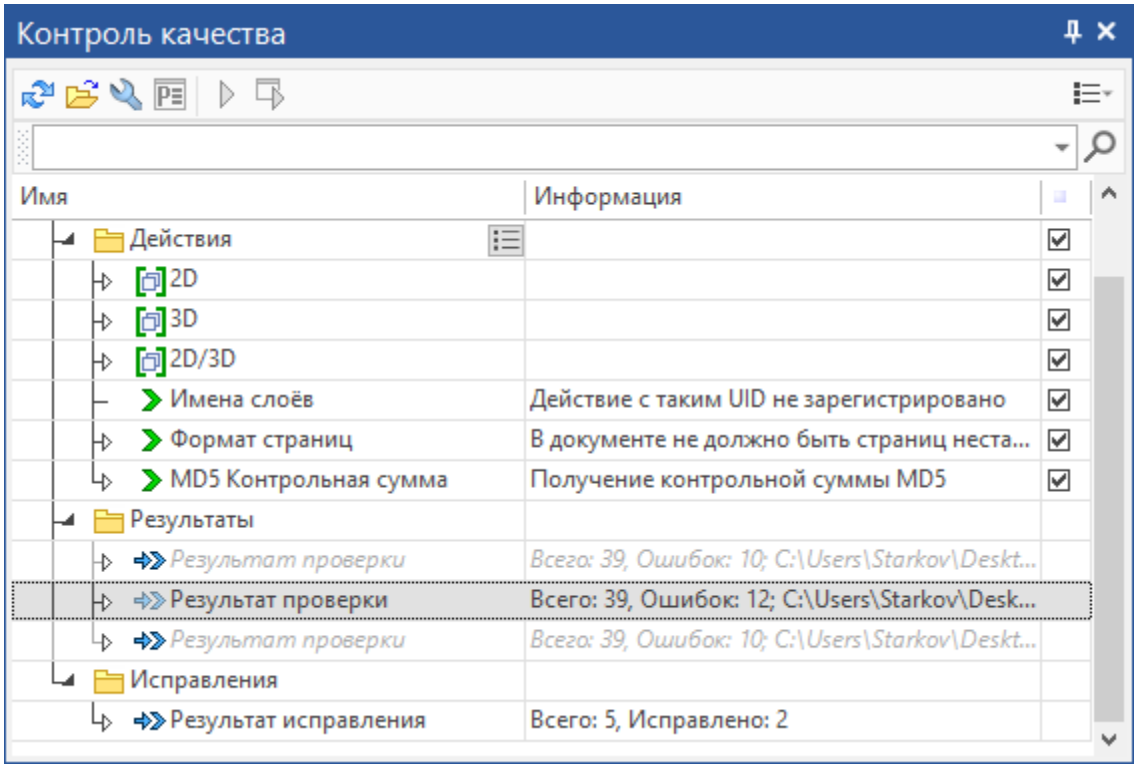
Сварные швы



Содержит список сварных швов текущего документа.

Подробная информация о данном окне доступна в главе Окно "Сварные швы".

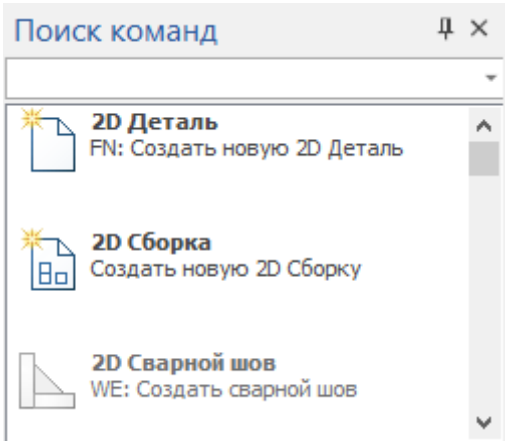
Контроль качества



Используется для работы с инструментами автоматического контроля качества.,

Подробная информация о данном окне доступна в главе Контроль качества.

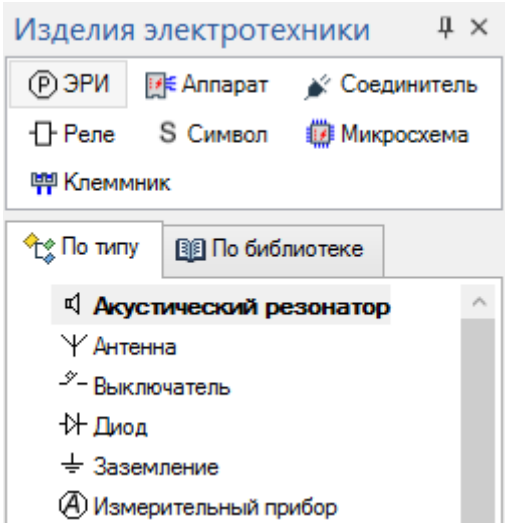
Поиск команд



Позволяет осуществлять поиск команд системы по имени, краткому описанию либо сочетанию клавиш для вызова.

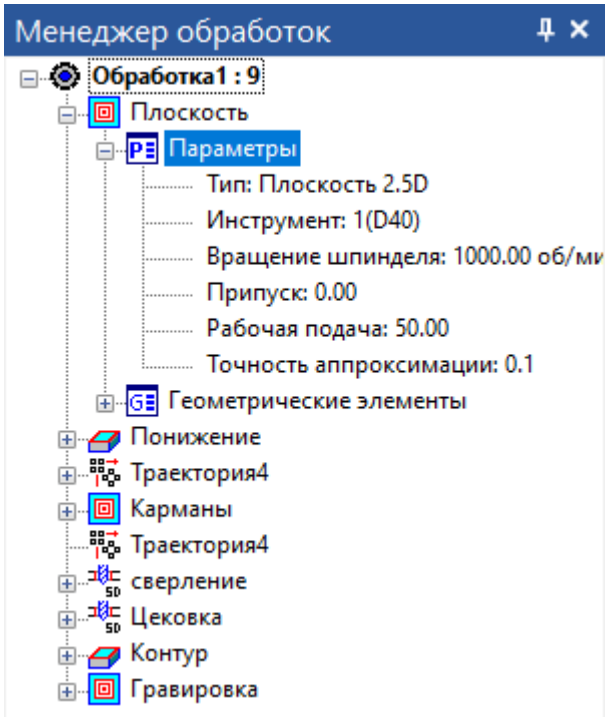
> Подробная информация о данном окне доступна в главе Поиск команд.

Изделия электротехники (доступно при наличии модуля T-FLEX Электротехника)



Содержит различные типы электротехнических изделий для создания электрических схем.

Менеджер обработок (доступно при наличии модуля T-FLEX ЧПУ)



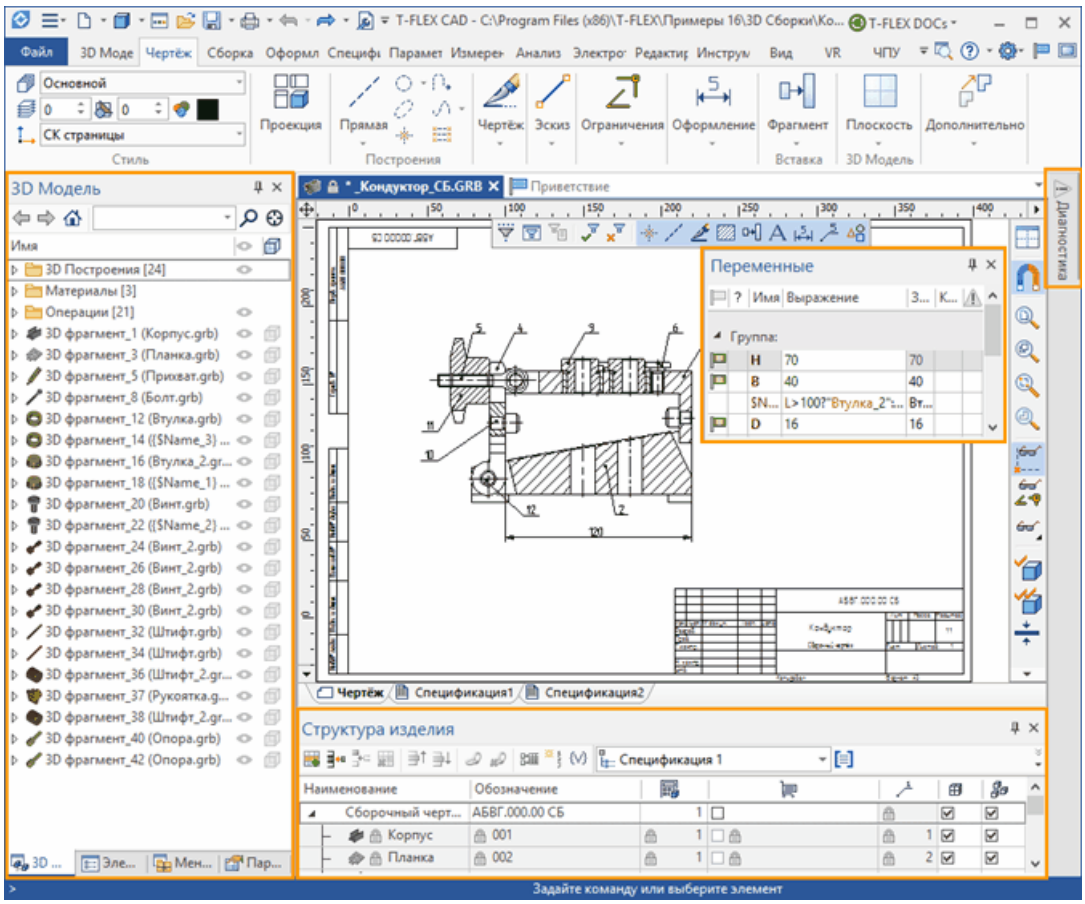
Содержит древовидный список всех существующих в данном файле траекторий, обработок и технологических параметров.

Основные темы в этом разделе:

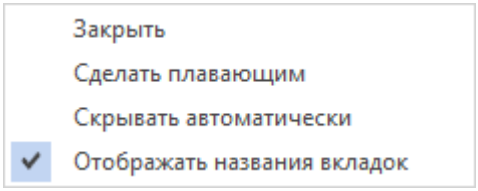
- Управление служебными окнами

Управление служебными окнами

Служебные окна системы можно расположить в окне системы различными способами. Их можно «привязать» к краям рабочего окна, сделать «всплывающими» или вывести в «плавающий» режим. В целях экономии рабочего места экрана часть окон можно объединить в одном групповом окне. Неиспользуемые служебные окна можно отключить.



Контекстное меню служебных окон



Управление состоянием служебных окон осуществляется через контекстное меню, вызываемое нажатием на заголовке окна. Для всех окон доступны следующие опции:

- **Закрыть**. Отключить показ окна в окне системы.
- **Сделать плавающим**. Отключить привязку от границ окна системы.
- **Скрывать автоматически**. Включить «всплывающий» режим окна.
- **Отображать названия вкладок**. Данная опция включена по умолчанию. Если её отключить, то при объединении окон в группы в обычном режиме название вкладки отображается только для текущего окна, а во всплывающем режиме - не отображается вовсе.

Для окна **Параметры** дополнительно доступна опция:

- **Показывать окно автоматически**. Если данный флаг установлен, окно автоматически активируется при запуске команд, требующих ввода параметров.

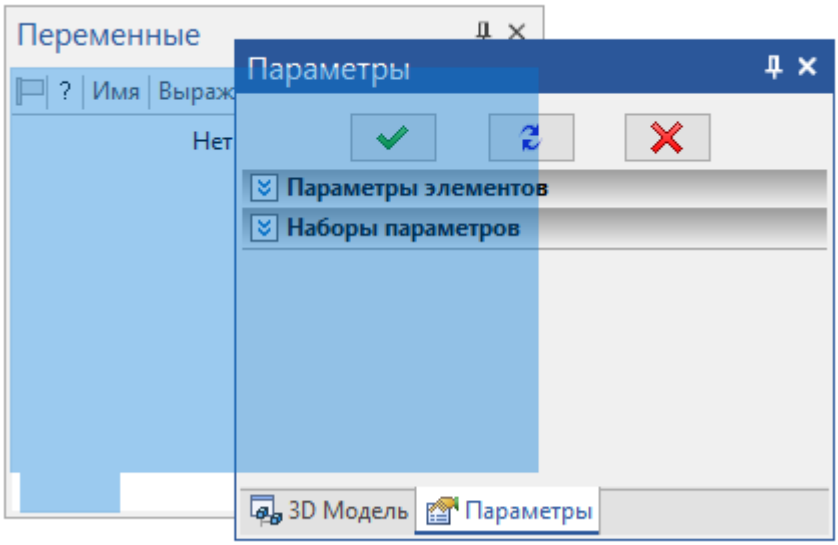
Перемещение служебных окон

Перемещение служебного окна по периметру рабочего окна системы осуществляется после его захвата за заголовок. При этом на экране возникают привязки к границам рабочего окна, показывающие, где будет располагаться окно при отпускании кнопки мыши в случае наведения на них курсором.

Для перемещения окна без привязки к краям окна программы необходимо при перемещении окна удерживать <**Ctrl**>.

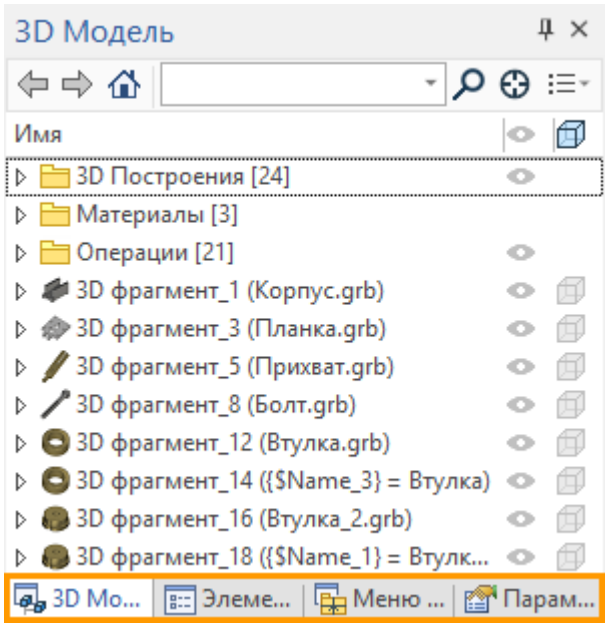
Объединение служебных окон в группы

Служебные окна могут быть соединены в одну общую консоль со вкладками для экономии рабочего пространства. Для совмещения двух служебных окон подхватите одно из них за область заголовка и перетащите на область заголовка другого окна. После того как появится предварительное отображение нового положения окна, отпустите . Два окна объединятся в одно.



Аналогичного результата можно добиться, перетащив одно окно на центр другого с последующим отпусканием мыши на центральной иконке привязки, символизирующей вкладки окон.

Переключение между объединёнными окнами осуществляется при помощи вкладок.

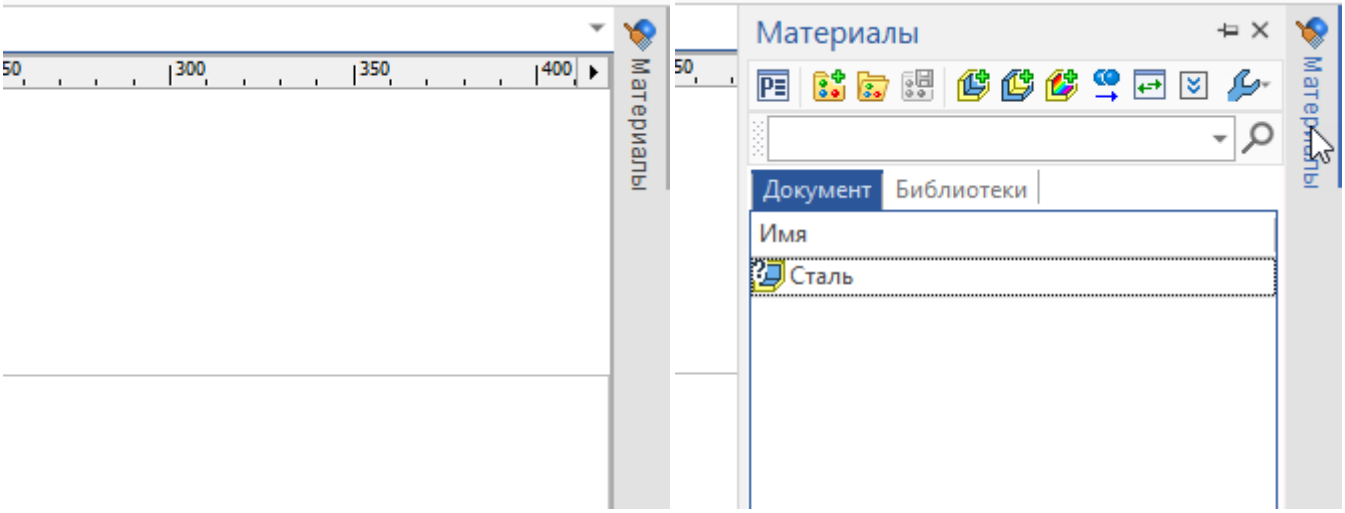


В процессе работы система может самостоятельно осуществлять автоматическое переключение между окнами.

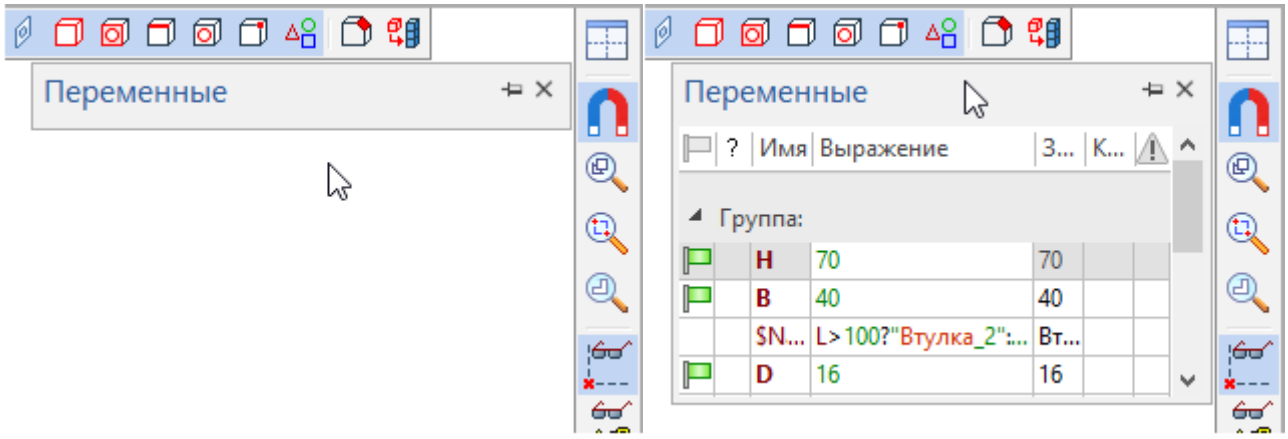
Выделение одного из сгруппированных окон в отдельное осуществляется при помощи захвата данного окна за вкладку и «перетаскивания» в нужное место.

Всплывающий режим служебных окон

В тех случаях, когда особенно необходимо большое рабочее пространство, можно установить для служебных окон всплывающий режим. Во всплывающем режиме окно будет представлять собой вкладку, расположенную по периметру главного окна системы. При наведении курсора на эту вкладку автоматически появится соответствующее окно. Если вывести курсор за пределы данного окна, то оно автоматически свернётся.



Во всплывающий режим можно переводить не только окна привязанные к границам, но и плавающие окна.



Перевести окно во всплывающий режим можно, нажав на вкладке или заголовке окна и установив флаг **Скрывать автоматически,** или при помощи кнопки , находящейся в заголовке окна. Поле перехода во всплывающий режим кнопка сменит вид на .

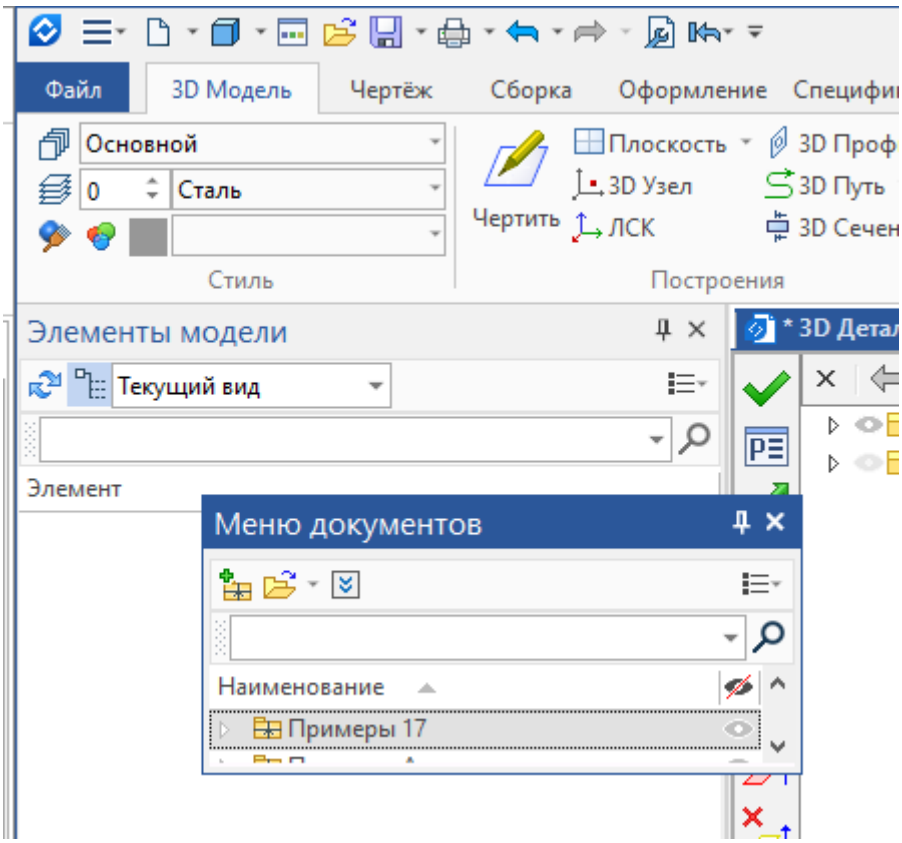
Отключить всплывающий режим можно, нажав на вкладке или заголовке окна и сняв флаг **Скрывать автоматически**. Также для выхода из всплывающего режима можно воспользоваться кнопкой в заголовке окна.

Плавающий режим служебных окон

Часто бывает удобно вывести какое-то из служебных окон или целиком групповое окно в **плавающий режим**. При этом служебное окно может располагаться в любом месте экрана без привязки к главному окну программы. Перевод служебного окна в плавающий режим осуществляется захватом заголовка окна или его вкладки в групповом окне с помощью и перетаскиванием в желаемую область экрана. Переводить в этот режим можно не только отдельные, но групповые окна. Для этого надо захватить групповое окно за заголовок с помощью и также перетащить в желаемую область экрана.

Для перевода окна в плавающий режим можно воспользоваться командой **Сделать плавающим** в контекстном меню данного окна. Если окно, для которого было вызвано контекстное меню, было объединено с другими служебными окнами в групповое окно, при применении плавающего режима оно будет исключено из группы.

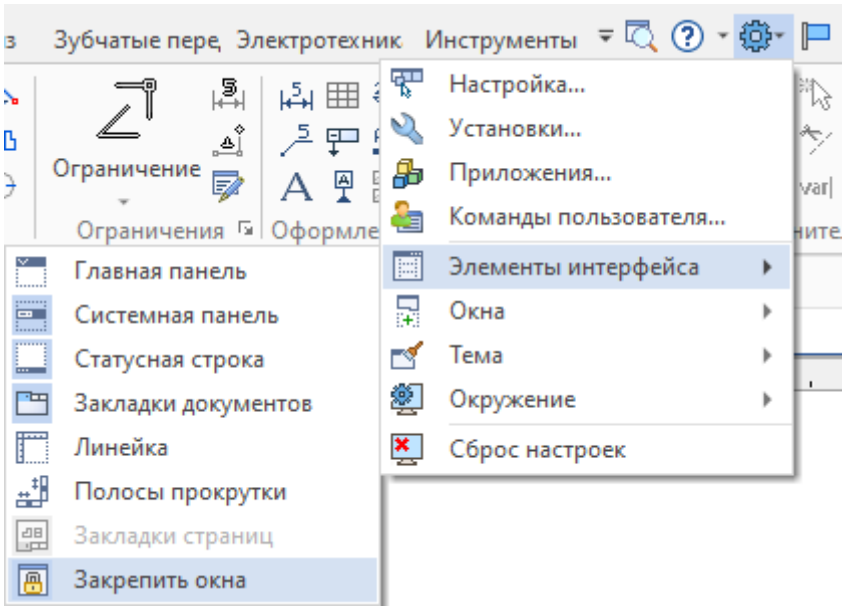
Для выхода из плавающего режима необходимо захватить окно за заголовок с помощью и перетащить его в точку привязки.



Закрепить окна

Во избежание случайного перемещения служебных окон можно воспользоваться следующей опцией:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Настройка > Элементы интерфейса > Закрепить окна > Элементы интерфейса > Закрепить окна
Клавиатура	Текстовое меню
	Настройка > Окна > Закрепить окна



Когда она включена, перемещение служебных окон невозможно.

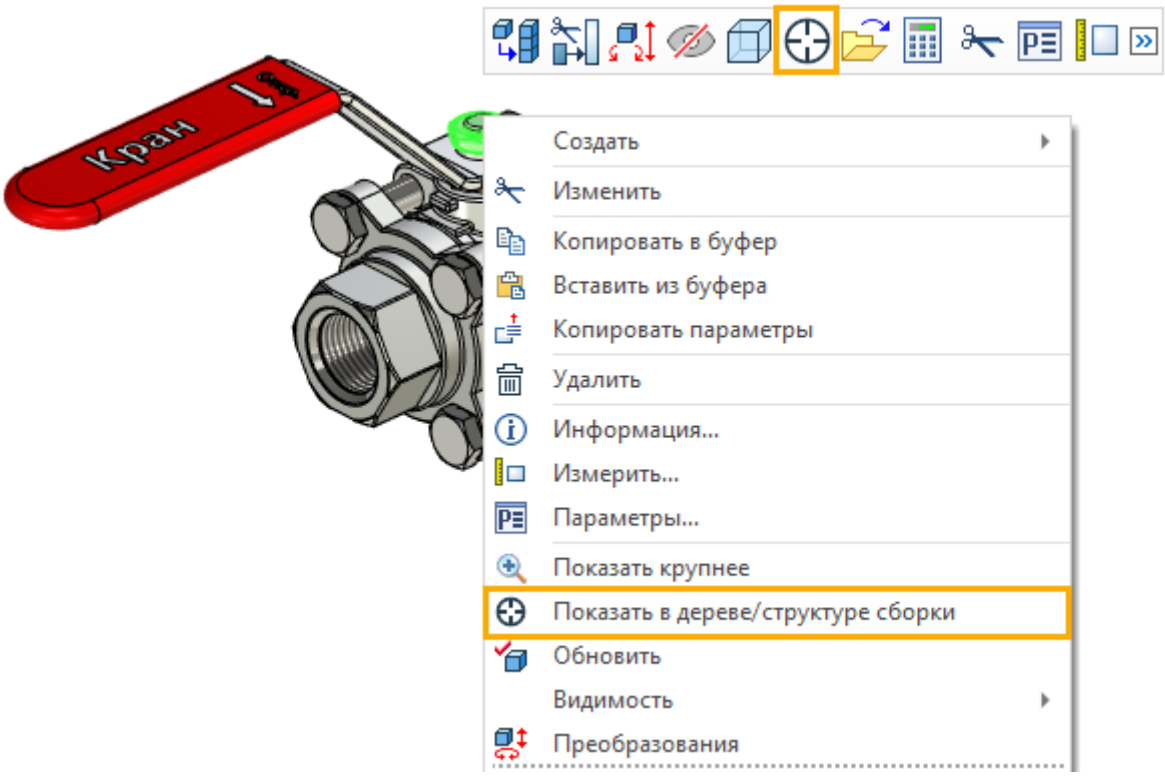
Переход к выбранному элементу

Сложные модели могут содержать большое количество элементов. В таких случаях элемент, выбранный в одном из окон системы, может быть сложно найти вручную в других окнах. Для решения этой проблемы в системе доступны специальные команды:

- Показать в дереве/структуре сборки
- Показать выбранный элемент
- Показать крупнее

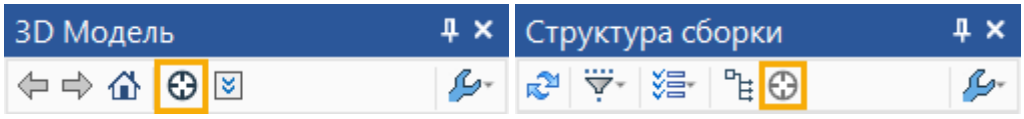
Показать в дереве/структуре сборки

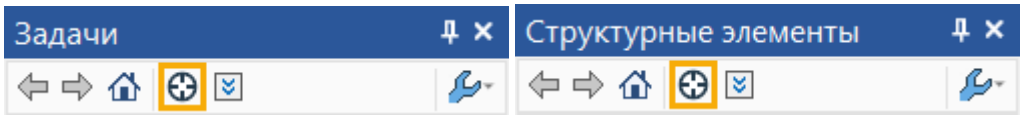
Можно быстро перейти к строке, соответствующей выбранному элементу, в окнах **3D Модель** и **Структура сборки,** а также в дереве модели, отображаемом в 3D окне, с помощью команды **Показать в дереве/структуре сборки**. Команда доступна в контекстном меню всех элементов, предполагающих отображение в дереве модели и структуре сборки. Если открыты оба вышеперечисленных окна, то будет произведен переход к строке выбранного элемента в обеих окнах. Если оба окна закрыты, но дерево модели отображается в 3D окне, то переход к строке выбранного элемента происходит только в дереве. Если одновременно отображается и окно 3D модели, и дерево в 3D окне, то переход к строке выбранного элемента происходит только в дереве. Если и дерево скрыто в 3D окне, и окно **3D Модель** закрыто, то последнее будет открыто автоматически независимо от наличия окна **Структура сборки**.



Показать выбранный элемент

В верхней части окон **3D Модель** (а также на панели, отображаемой над деревом модели в 3D окне), **Структура сборки, Задачи, Структурные элементы**, **Состав изделия** доступна команда **Показать выбранный элемент.** Если содержимое окна, из которого вызвана команда, прокручено таким образом, что выбранный элемент в нём не виден, то команда прокручивает это окно до выбранного элемента. Если выбранный элемент виден в окне, из которого вызвана команда, то она наводит на выбранный элемент камеру в окне 3D или 2D вида (в зависимости от того, 2D или 3D элемент выбран). Если не открыто ни одного подходящего окна вида, то в зависимости от того, из какого окна вызывается команда, либо будет открыто окно необходимого вида, либо вызов команды не будет иметь эффекта. Если одновременно открыто несколько подходящих окон, то положение камеры изменится только в активном окне.



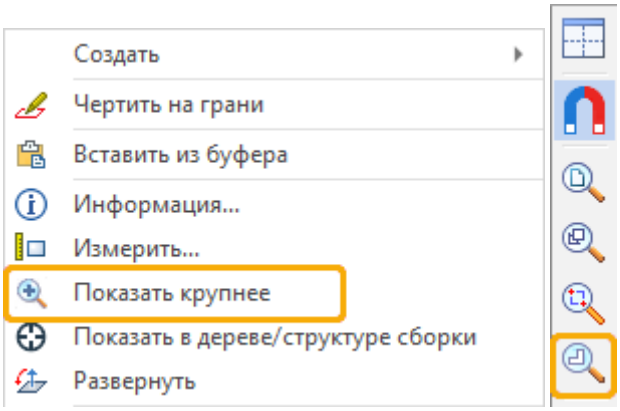


Показать выбранные элементы крупнее

Быстро навести на выбранный элемент камеру в 3D или 2D окне (в зависимости от типа элемента) можно с помощью команды **Показать выбранные элементы крупнее**.

Пиктограмма	Лента
	Вид > Масштаб > Выбранные эл-ты
Клавиатура	Текстовое меню
<ZS>	

Вызов также доступен из **Панели Вид** в 2D или 3D окне и из контекстного меню выбранных 2D и 3D элементов в различных окнах.



При вызове команды камера устанавливаются таким образом, чтобы охватить выбранные элементы. Эту команду удобно использовать, когда выделенный объект был потерян из поля зрения, или при поиске интересующего объекта в больших сборках, выбрав объект в дереве.

Использование клавиатуры и мыши

Использование мыши

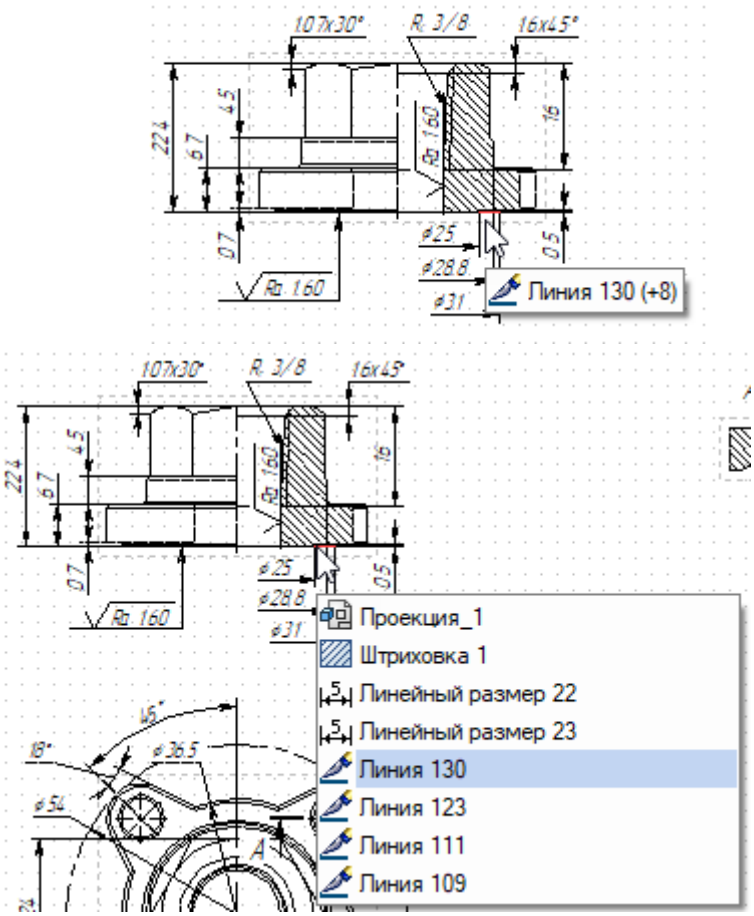
Работа в T-FLEX CAD ведётся в основном с помощью мыши. Функции одних и тех же кнопок мыши могут отличаться в зависимости от контекста и от того, в каком окне (2D или 3D) они используются. Ниже описаны наиболее частые случаи использования мыши.

Указанные функции работы кнопок мыши установлены по умолчанию, но их можно настраивать. За более подробной информацией о настройке обращайтесь к главе Установки системы.

Использование левой кнопки мыши

- Наведение курсора на иконку или элемент меню вызывает отображение всплывающей подсказки. Последующее нажатие запускает команду или применяет опцию, соответствующую данной иконке или элементу меню.
- В 3D окне перемещение мыши при зажатой и удерживаемой вращает камеру. Курсор при этом принимает вид . Если делать то же самое при зажатой клавише **<Shift>**, то вместо вращения осуществляется приближение (при движении мыши на себя) или отдаление (при движении мыши от себя) камеры, а курсор принимает вид . Если же вместо **<Shift>** зажимать **<Ctrl>**, то камера перемещается в плоскости экрана в направлении противоположном движению мыши. Курсор при этом принимает вид .

- В 2D окне перемещение мыши при зажатой и удерживаемой осуществляет выбор элементов рамкой или кривой.
- При включенной объектной привязке наведение курсора на элемент, соответствующий активным фильтрам, подсвечивает этот элемент (цвет подсветки зависит от типа элемента). Если задержать курсор в этом положении, появится подсказка с иконкой типа и названием выбранного элемента. В скобках отображается количество всех подходящих по фильтрам элементов, перекрываемых текущим положением курсора (по умолчанию в 3D выбирается ближайший элемент относительно направления взгляда). Если задержать курсор подольше, появится список перекрываемых элементов. Между элементами списка можно переключаться, прокручивая. После того как подсвечен нужный элемент, нажмите, и элемент будет выбран. Можно сразу выбирать элемент нажатием, не дожидаясь появления подсказок.

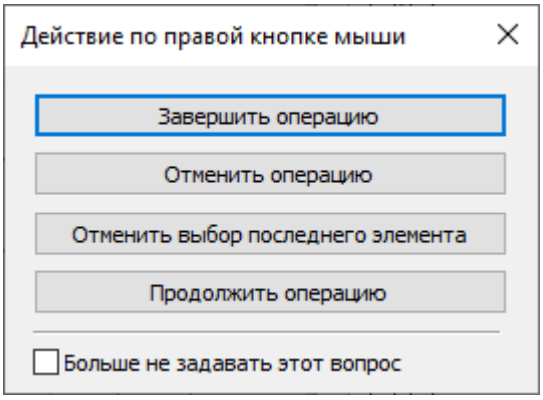


- Выбор элемента нажатием в 2D окне или в режиме черчения на рабочей плоскости вызывает команду его редактирования.
- Выбор элемента нажатием в 3D вне режима черчения на рабочей плоскости вызывает [динамическую панель](#).
- Если не запущена команда 3D моделирования, двойное нажатие на 2D или 3D элементе вызывает диалоговое окно **Параметры элемента**.
- Если запущена команда 3D моделирования и задан необходимый минимум её параметров, двойное нажатие в 2D или 3D окне подтверждает выполнение команды.

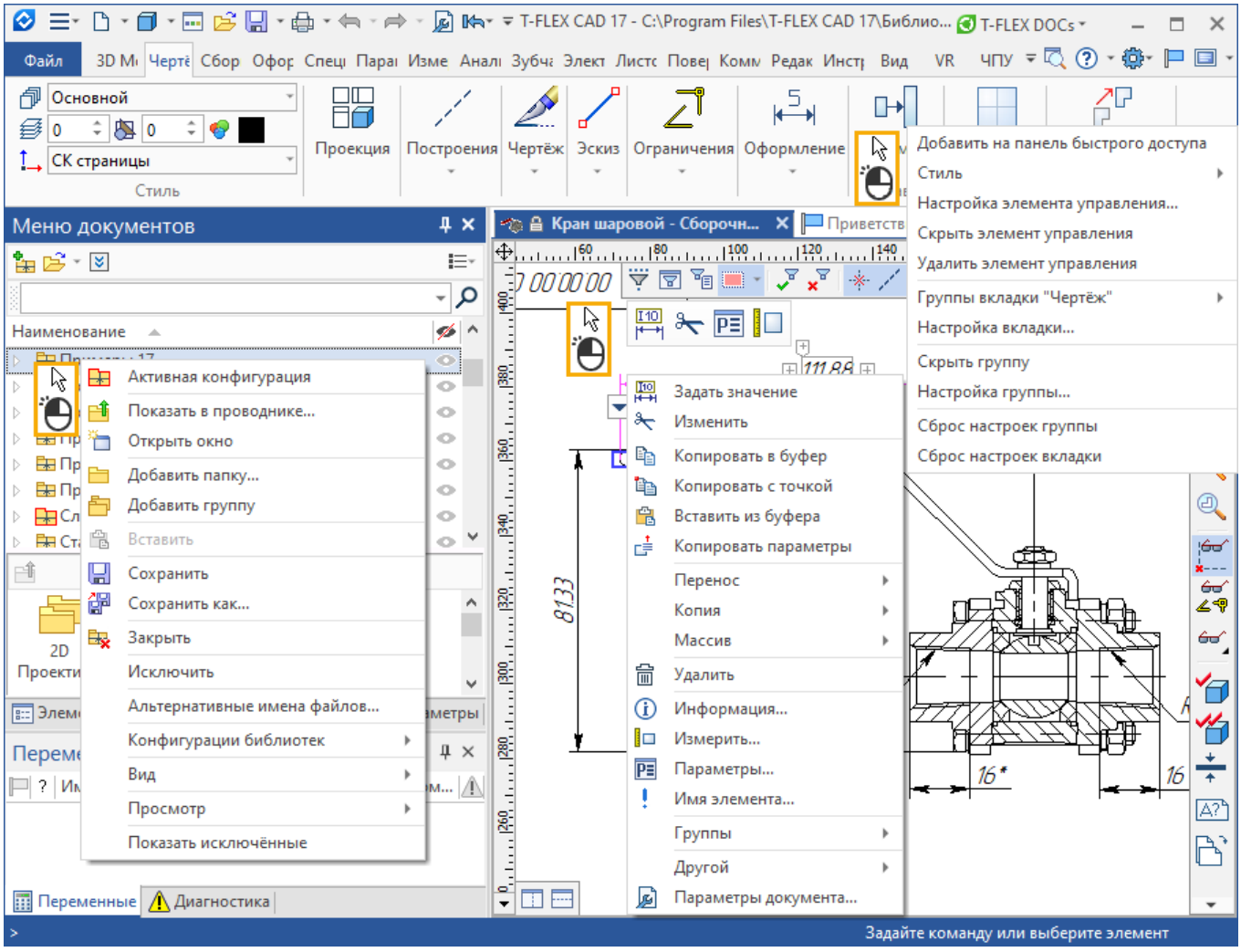
- Последовательное нажатие на 2D или 3D элементах при зажатой клавише <**Shift**> позволяет выбрать несколько элементов.
- Исключить один элемент из нескольких выбранных можно, нажав на нём при нажатой клавише <**Ctrl**>.
- Для перемещения 2D элемента можно его перетягивать (drag&drop). Наведите курсор на элемент, нажмите и удерживайте, перемещая курсор. Конечное положение элемента определится в момент отпускания. Аналогично можно перетягивать предварительно выбранную группу 2D элементов.
- Перетягивание также можно использовать при работе с библиотеками и настройке панелей.
- Нажатие на поле ввода устанавливает фокус ввода в это поле, после чего можно ввести значение соответствующего параметра с клавиатуры или выбрать соответствующий опорный элемент.

Использование правой кнопки мыши

- При работе с большинством команд нажатие отменяет выполнение последнего действия или всей команды. В некоторых командах (например, при построении сплайна или создании штриховки) пользователю предоставляется возможность выбрать, какое действие будет совершаться в команде при нажатии:



- В случае, если не активна ни одна из команд, нажатие вызывает **контекстное меню.** Меню состоит из доступных в данный момент для конкретного элемента команд. Состав контекстного меню будет отличаться в зависимости от того, в какое место указывал курсор: на элементы чертежа/3D модели, в служебное пространство T-FLEX CAD – в область панелей и меню, на служебное окно, диалоговое окно, поле ввода числовых значений и т.д. Для запуска команды наведите курсор на соответствующую строчку контекстного меню и нажмите.
- При вызове контекстного меню нажатием в 3D или 2D окне также отображается [динамическая панель](#).



- С помощью перемещения мыши при зажатой происходит выбор элементов рамкой или кривой как в 2D так и в 3D окне.

Использование колеса (средней кнопки) мыши

- Прокручивание на себя приближает камеру, от себя - отдаляет.
- Перемещение мыши при зажатой перемещает камеру в плоскости экрана. Курсор при этом принимает вид .
- Прокручивание обеспечивает стандартные функции прокрутки в соответствующих полях диалогов.
- Двойное нажатие в 2D или 3D окне позволяет показать всё изображение.

Использование клавиатуры

Клавиатура используется для ввода числовых и текстовых значений в различные поля. Также с помощью клавиатуры можно вызывать команды и переключать различные опции в этих командах.

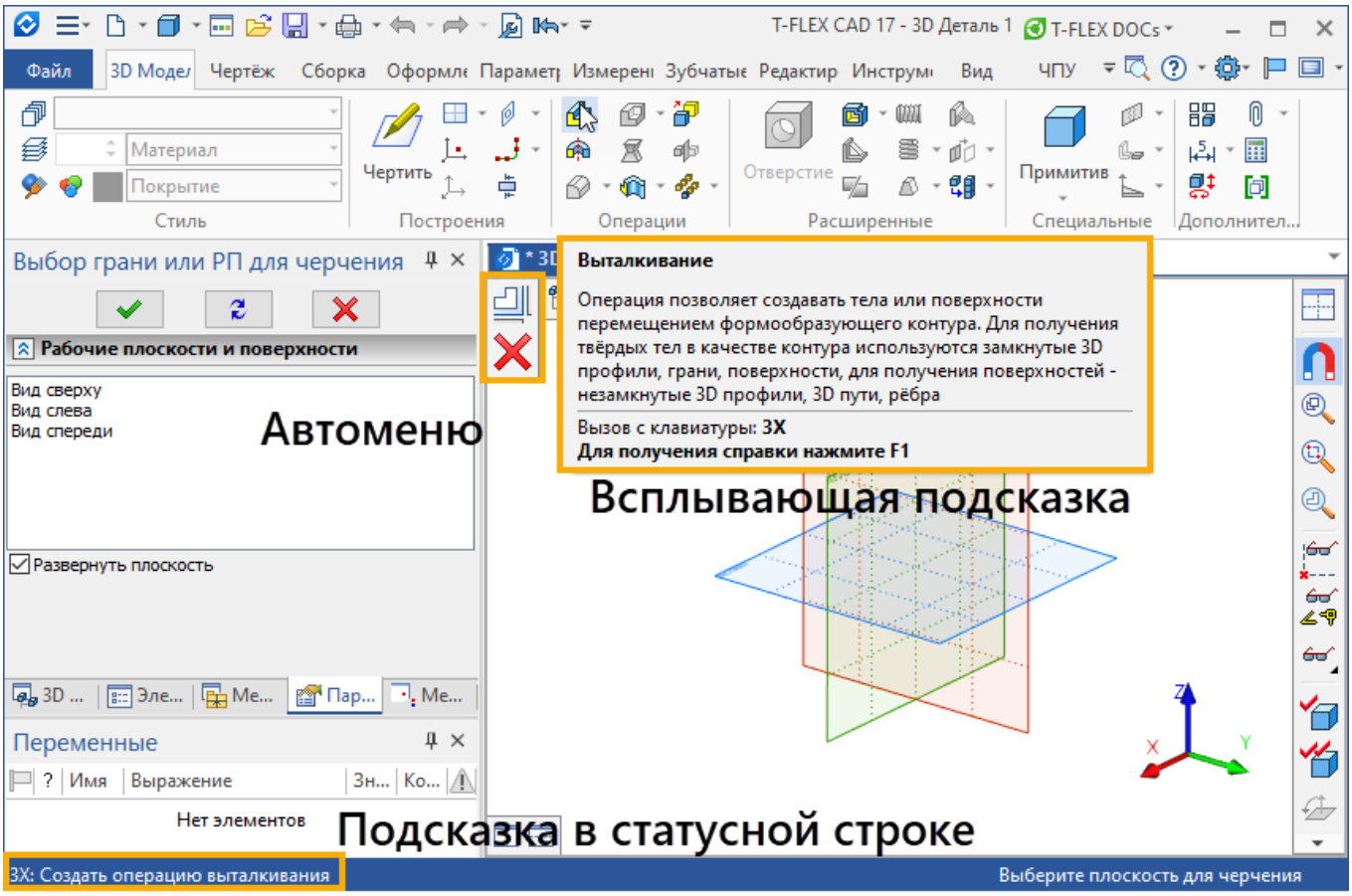
Вызов команд и переключение опций с клавиатуры

Большинство команд T-FLEX CAD имеет зарезервированную комбинацию (одновременное нажатие) или последовательность (последовательное нажатие) клавиш для запуска. Если команда вызывается комбинацией клавиш, то в текстовом меню напротив названия такой команды справа написана

комбинация клавиш. Для любой команды можно изменить комбинацию. Подробное описание смотрите в разделе Клавиатура. Настройка инструментальных панелей

Последовательность клавиш и название команды вы можете наблюдать на всплывающей подсказке или в поле подсказок статусной строки при наведении курсора на иконку команды.

Большинство команд имеет дополнительный набор опций и подкоманд, доступ к которым осуществляется через **автоменю** или с помощью горячих клавиш. Наименования горячих клавиш для опций можно узнать во всплывающих подсказках при наведении курсора на иконку опции.



Подтверждение действий при создании 3D элементов

В отличие от создания 2D элементов, процесс создания трёхмерных элементов включает большее количество этапов. Причём не все этапы при создании элемента являются обязательными. Для того чтобы указать, когда завершается процесс задания элемента, необходимо использовать специальную опцию **Завершить ввод**, которая вызывается с помощью пиктограммы или клавиш **<Ctrl>+<Enter>**. Эта опция становится доступной только после выполнения минимально необходимых для создания элемента действий.

> При вызове команды необходимо обращать внимание, какие параметры установлены по умолчанию. Некоторые команды запоминают последнюю использованную комбинацию параметров, а некоторые всегда возвращаются к параметрам по умолчанию.

Отмена и выход из команды

Выход из команды или подкоманды осуществляется нажатием клавиши **<Esc>** или . Также можно использовать пиктограмму в автоменю.

Если запущенная 3D команда находится в начальном состоянии (никакие элементы не выбраны, никакие параметры не изменены), то запуск другой 3D команды приводит к завершению первой.

Если же выбор уже произведён, запуск новой команды не завершает предыдущую команду. Вновь запущенная команда становится вложенной. Закончив выполнение вложенной команды, система возвращается в состояние выполнения предыдущей команды. Это является отличием работы в 3D от работы с 2D командами системы. Также вышеописанное не касается режима черчения в 3D. Для того чтобы вернуться в режим ожидания команды нужно последовательно выйти из всех вызванных команд. Одновременный выход сразу из всех команд осуществляется нажатием двух клавиш **<Shift>+<Esc>**. К автоматическому выходу из 3D команды приводит вызов любой 2D команды.

Основные клавиши общего назначения

<F1>	Вызвать справку
<F2>	Включить/выключить объектные привязки
<F7>	Обновить экран
<F11>	Вход в полноэкранный режим или выход из него
<Alt>+<F4>	Закончить работу с T-FLEX CAD
<Ctrl>+<N>	Создать новый документ из прототипа
<Ctrl>+<Shift>+<N>	Создать новую 3D деталь
<Ctrl>+<O>	Открыть документ
<Ctrl>+<P>	Печать
<Ctrl>+<R>	Импорт
<Ctrl>+<W>	Экспорт
<Ctrl>+<S>	Сохранить открытый документ
<Ctrl>+<Y>, **<Ctrl>+<Backspace>**	Повторить действие (вне активной команды)
<Ctrl>+<Z>, **<Alt>+<Backspace>**	Отменить действие (вне активной команды)
<Ctrl>+<C>, **<Ctrl>+<Insert>**	Копировать выбранные элементы в буфер обмена
<Ctrl>+<V>, **<Shift>+<Insert>**	Вставить элементы из буфера обмена
<Esc>,	Отмена последнего действия в рамках активной команды или выход из команды
<Shift>+<Esc>	Выход из всех команд любого уровня вложенности
<Space>	Вызывает последнюю использованную команду. Команды учитываются раздельно для 2D окна, 3D окна вне режима черчения на рабочей плоскости и 3D окна в режиме черчения на рабочей плоскости.
<Tab>	Последовательно переключает фокус ввода между доступными элементами управления в диалоговых окнах

	и служебном окне параметров (окно параметров при этом должно быть активным)

Основные клавиши 2D черчения

Клавиши для установки параметров элементов фиксируют значение параметра, соответствующее текущему положению курсора в окне вида, и устанавливают фокус ввода в поле ввода параметра, после чего можно ввести произвольное значение с клавиатуры. Использование данных клавиш возможно только для тех параметров, для которых помимо поля ввода также доступен флаг. Фиксация значения параметра сопровождается установкой флага. Повторное применение той же клавиши снимает фиксацию значения параметра и, соответственно, снимает его флаг.

<X>	Установить координату X
<Q>	Установить смещение dX
<Y>	Установить координату Y
<W>	Установить смещение dY
<L>	Установить длину элемента или расстояние
<A>	Установить угол элемента
<R>	Установить радиус окружности (дуги окружности) или длину второй полуоси эллипса построения
<D>	Установить диаметр окружности (дуги окружности)
<Ctrl>+<F>	Переключение между режимами свободного и связанного рисования
<Ctrl>+<G>	Включить и выключить режим привязки к сетке
<Alt>+<F6>	Вызвать вкладку **Сетка** в **Параметрах документа** для текущего листа или рабочей плоскости
<PageUp>	Перейти на предыдущую страницу
<PageDown>	Перейти на следующую страницу или добавить новую (если текущая страница является последней)

В 2D окне клавиши **PageUp>** и **<PageDown>** имеют другое назначение.

Основные клавиши для работы с камерой (работают и в 2D и в 3D окнах)

<F3>	Вызвать команду **Рамка** для управления видом на плоскости
<Shift>+<Ctrl>+<Home>	Вызвать команду **По размеру листа**
<Shift>+<Ctrl>+<End>	Вызвать команду **Показать всё изображение**

<Ctrl>+<Left>, **<Ctrl>+<Right>**, **<Ctrl>+<Down>**, **<Ctrl>+<Up>**	Сдвинуть камеру в соответствующем направлении в плоскости экрана
<Shift>+<Ctrl>+<PageDown>	Отдалить вид
<Shift>+<Ctrl>+<PageUp>	Приблизить вид

Основные клавиши для работы с камерой в 3D окне (кроме режима черчения на рабочей плоскости)

Значения углов поворота камеры в 15° и 90° при использовании горячих клавиш установлены по умолчанию. Их можно изменить на вкладке **3D Установок системы**.

<Left>, **<Right>**	Повернуть камеру на 15° влево/вправо вокруг вертикальной оси
<Down>, **<Up>**	Повернуть камеру на 15° вниз/вверх вокруг горизонтальной оси
<PageUp>	Повернуть камеру на 15° по часовой стрелке вокруг оси, совпадающей с направлением взгляда
<PageDown>	Повернуть камеру на 15° против часовой стрелки вокруг оси, совпадающей с направлением взгляда

В 2D окне клавиши **PageUp>** и **<PageDown>** имеют другое назначение.

<Shift>+<Ctrl>+<Left>, **<Shift>+<Ctrl>+<Right>**	Повернуть камеру на 90° влево/вправо вокруг вертикальной оси
<Shift>+<Ctrl>+<Down>, **<Shift>+<Ctrl>+<Up>**	Повернуть камеру на 90° вниз/вверх вокруг горизонтальной оси
<Ctrl>+<Num1>, **<Ctrl>+<Num2>**, **<Ctrl>+<Num3>**, **<Ctrl>+<Num4>**, **<Ctrl>+<Num5>**, **<Ctrl>+<Num6>**, **<Ctrl>+<Num7>**, **<Ctrl>+<Num8>**, **<Ctrl>+<Num9>**, **<Ctrl>+<Num0>**	Выставить камеру в одну из стандартных точек взгляда (работает также и в режиме черчения на рабочей плоскости)

3D манипулятор

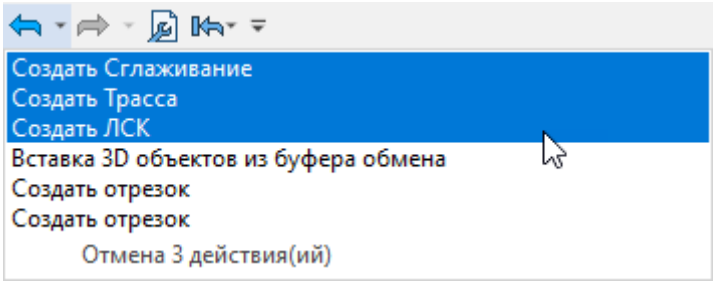
T-FLEX CAD поддерживает работу с трёхмерными многофункциональными манипуляторами, совместимыми со стандартами Spaceball и SpaceMouse (например, фирмы 3Dconnexion). С помощью трёхмерных манипуляторов можно перемещать, вращать и масштабировать изображение в 3D окне.

Настройка параметров работы манипулятора в T-FLEX CAD (назначение клавиш, соответствие и чувствительность осей и др.) осуществляется с помощью стороннего приложения, поставляемого производителем манипулятора.

Отмена и повтор действий

При работе с любой системой, особенно на первых порах, неизбежно возникают ошибки. Исправление допущенных ошибок отнимает достаточно много времени. Система T-FLEX CAD позволяет вам значительно упростить этот процесс. При работе с системой запоминаются все действия пользователя. И вы в любой момент можете вернуться назад на определенное количество шагов. Это осуществляется с помощью последовательного вызова команды **Отменить**, которая возвращает вас на одно действие назад. Команда **Отменить** вызывается из любой команды с помощью **<Alt>+<BackSpace>** или **<Ctrl>+<Z>**. Если вы случайно лишний раз вызвали команду **Отменить**, можно воспользоваться командой **Повторить**, которая позволяет вам вернуть отмененное действие.
Количество шагов отмены и повтора действий определяется в команде **Установки** на закладке **Производительность**.

Отменить или повторить сразу несколько действий можно, если нажать кнопку ▾ справа от иконки соответствующей команды. После нажатия кнопки откроется выпадающий список действий, которые можно отменить/повторить. Далее достаточно просто выбрать с помощью нужную группу действий.



Отменить действие

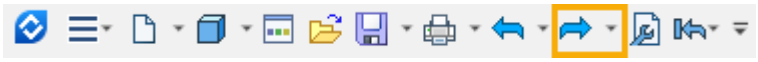
Вызов команды:

Пиктограмма	Панель быстрого доступа
Клавиатура	Текстовое меню
<UN>, **<Alt>+<BackSpace>,** **<Ctrl>+<Z>**	Правка > Отменить

Команда **Отменить** позволяет вам в случае допущенной ошибки вернуться к предыдущему состоянию. Если вы ошибочно вызвали команду **Отменить**, то воспользуйтесь командой «Повторить» для возврата отмененного действия.

Повторить действие

Вызов команды:

Пиктограмма	Панель быстрого доступа
	
Клавиатура	Текстовое меню
<RED>, **<Ctrl>+<BackSpace>,** **<Ctrl>+<Y>**	Правка > Повторить

Команда **Повторить** является сопутствующей командой для команды **Отменить**.
Она повторяет отмененное командой **Undo** действие. Количество возможных шагов повтора соответствует количеству отмененных командой **Отменить** действий.

Работа с документом

Основные темы в этом разделе:

- Создание и сохранение документа
- Окно документа
- Страницы документа
- Печать текущего документа
- Печать нескольких документов
- Иконка документа
- Просмотр
- Свойства документа
- Конвертер документов
- Защита документов
- Отправить по почте

Создание и сохранение документа

Основные темы в этом разделе:

- Создать 2D документ
- Создать 3D документ
- Сохранить
- Сохранить как
- Сохранить копию
- Сохранить все
- Сохранить как прототип
- Создать документ из прототипа
- История изменений документа

См. также:

- Работа с файлами T-FLEX DOCs

Создать 2D документ

В T-FLEX CAD доступны отдельные команды для создания 2D документов на основе следующих прототипов:

- 2D Деталь;
- 2D Сборка.

Кроме того, команда **Создать из прототипа** и раздел **Создать новый документ** страницы **Приветствие** позволяют создать документ на основе большинства из имеющихся в системе прототипов.

Выбор прототипа влияет на начальное содержимое, имя и параметры создаваемого документа, а также на то, какая вкладка ленты и какие окна видов открываются по умолчанию при первом открытии документа. При этом нет никаких ограничений на дальнейшее редактирование содержимого, имени или параметров документа и использование тех или иных команд.

Используемые по умолчанию прототипы **2D Детали** и **2D Сборки** имеют следующие отличия от используемых по умолчанию прототипов **3D Детали, 3D Сборки** и **Листовой Детали**:
• модель 3D прототипа содержит стандартные рабочие плоскости и материал по умолчанию, тогда как модель 2D прототипа пуста;
• для 3D прототипа по умолчанию открыто 3D окно, а для 2D прототипа - 2D окно;

- имя документа.

Деталь

Для создания нового документа 2D детали можно воспользоваться следующей командой:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Файлы > 2D Деталь
Клавиатура	Текстовое меню
<FN>	Файл > Создать > 2D Деталь

Команда также доступна на панели быстрого доступа.

При вызове команды открывается 2D окно нового документа, начальное содержимое и параметры которого совпадают с содержимым и параметрами прототипа 2D деталей, заданного в установках системы (**Установки > Файлы > Прототипы > 2D Деталь**). Созданному документу назначается имя, формируемое путем прибавления порядкового номера документа к имени файла прототипа (номера отсчитываются от 1 для всех документов, созданных по этому прототипу в рамках текущего сеанса работы с T-FLEX CAD). При последующем сохранении документа необходимо указать путь, а также можно сменить имя.

Если указанный файл прототипа не существует, команда выдаст ошибку, и будет создан пустой документ.

По умолчанию для данной команды используется прототип **2D Деталь** из общего списка прототипов, используемого несколькими командами (информация о списке доступна в описании команды **Сохранить как прототип**). Поэтому создается такой же документ, что и при создании документа на основе того же прототипа с помощью команды **Создать из прототипа** или страницы **Приветствие.** Если задать в установках системы (см. выше) для команды **2D Деталь** другой прототип, то создаваемый ею документ будет отличаться от документов, создаваемых на основе прототипа **2D Деталь.**

Сборка

Для создания нового документа 2D сборки можно воспользоваться следующей командой:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Файлы > 2D Сборка
Клавиатура	Текстовое меню
	Файл > Создать > 2D Сборка

Команда также доступна на панели быстрого доступа.

При вызове команды открывается 2D окно нового документа, начальное содержимое и параметры которого совпадают с содержимым и параметрами прототипа 2D сборок, заданного в установках системы (**Установки > Файлы > Прототипы > 2D Сборка**). Созданному документу назначается имя, формируемое путем прибавления порядкового номера документа к имени файла прототипа (номера отсчитываются от 1 для всех документов, созданных по этому прототипу в рамках текущего сеанса работы с T-FLEX CAD). При последующем сохранении документа необходимо указать путь, а также можно сменить имя.

Если указанный файл прототипа не существует, команда выдаст ошибку, и будет создан пустой документ.

Используемый по умолчанию прототип 2D сборки имеет следующие отличия от используемого по умолчанию прототипа 2D детали:

- состав изделия прототипа сборки содержит запись сборочного чертежа, тогда как состав изделия прототипа детали пуст;
- для сборок по умолчанию открыта вкладка ленты **Сборка**, а для деталей - вкладка **Чертёж;**
- имя документа - **2D Сборка** и **2D Деталь** соответственно.

По умолчанию для данной команды используется прототип **2D Сборка** из общего списка прототипов, используемого несколькими командами (информация о списке доступна в описании команды **Сохранить как прототип**). Поэтому создается такой же документ, что и при создании документа на основе того же прототипа с помощью команды **Создать из прототипа** или страницы **Приветствие.** Если задать в установках системы (см. выше) для команды **2D Сборка** другой прототип, то создаваемый ею документ будет отличаться от документов на основе прототипа **2D Сборка.**

Создать 3D документ

В T-FLEX CAD доступны отдельные команды для создания 3D документов на основе следующих прототипов:

- 3D Деталь;
- 3D Сборка;
- Листовая Деталь.

Кроме того, команда **Создать из прототипа** и раздел **Создать новый документ** страницы **Приветствие** позволяют создать документ на основе большинства из имеющихся в системе прототипов.

Выбор прототипа влияет на начальное содержимое, имя и параметры создаваемого документа, а также на то, какая вкладка ленты и какие окна видов открываются по умолчанию при первом открытии документа. При этом нет никаких ограничений на дальнейшее редактирование содержимого, имени или параметров документа и использование тех или иных команд.

Используемые по умолчанию прототипы **3D Детали, 3D Сборки** и **Листовой Детали** имеют следующие отличия от используемых по умолчанию прототипов **2D Детали** и **2D Сборки**:

- модель 3D прототипа содержит стандартные рабочие плоскости и материал по умолчанию, тогда как модель 2D прототипа пуста;
- для 3D прототипа по умолчанию открыто 3D окно, а для 2D прототипа - 2D окно;
- имя документа.

Деталь

Для создания нового документа 3D детали можно воспользоваться следующей командой:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Файлы > 3D Деталь
Клавиатура	Текстовое меню
<F3>, <Ctrl>+<Shift>+<N>	Файл > Создать > 3D Деталь

Команда также доступна на панели быстрого доступа.
При вызове команды открывается 3D окно нового документа, начальное содержимое и параметры которого совпадают с содержимым и параметрами прототипа 3D деталей, заданного в установках системы (**Установки > Файлы > Прототипы > 3D Деталь**). Созданному документу назначается имя, формируемое путем прибавления порядкового номера документа к имени файла прототипа (номера отсчитываются от 1 для всех документов, созданных по этому прототипу в рамках текущего сеанса работы с T-FLEX CAD). При последующем сохранении документа необходимо указать путь, а также можно сменить имя. Если указанный файл прототипа не существует, команда выдаст ошибку, и будет создан пустой документ.

По умолчанию для данной команды используется прототип **3D Деталь** из общего списка прототипов, используемого несколькими командами (информация о списке доступна в описании команды **Сохранить как прототип**). Поэтому создается такой же документ, что и при создании документа на основе того же прототипа с помощью команды **Создать из прототипа** или страницы **Приветствие.** Если задать в установках системы (см. выше) для команды **3D Деталь** другой прототип, то создаваемый ею документ будет отличаться от документов на основе прототипа **3D Деталь.**

Сборка

Для создания нового документа 3D сборки можно воспользоваться следующей командой:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Файлы > 3D Сборка
Клавиатура	Текстовое меню
	Файл > Создать > 3D Сборка

Команда также доступна на панели быстрого доступа.
При вызове команды открывается 3D окно нового документа, начальное содержимое и параметры которого совпадают с содержимым и параметрами прототипа 3D сборок, заданного в установках системы (**Установки > Файлы > Прототипы > 3D Сборка**). Созданному документу назначается имя, формируемое путем прибавления порядкового номера документа к имени файла прототипа (номера отсчитываются от 1 для всех документов, созданных по этому прототипу в рамках текущего сеанса работы с T-FLEX CAD). При последующем сохранении документа необходимо указать путь, а также можно сменить имя.
Если указанный файл прототипа не существует, команда выдаст ошибку, и будет создан пустой документ.

Используемый по умолчанию прототип 3D сборки имеет следующие отличия от используемого по умолчанию прототипа 3D детали:

- состав изделия прототипа сборки содержит запись сборочного чертежа, тогда как состав изделия прототипа детали пуст;
- для сборок по умолчанию открыта вкладка ленты **Сборка**, а для деталей - вкладка **3D Модель**;
- имя документа - **3D Сборка** и **3D Деталь** соответственно.

По умолчанию для данной команды используется прототип **3D Сборка** из общего списка прототипов, используемого несколькими командами (информация о списке доступна в описании команды Сохранить как прототип). Поэтому создается такой же документ, что и при создании документа на основе того же прототипа с помощью команды Создать из прототипа или страницы **Приветствие**. Если задать в установках системы (см. выше) для команды **3D Сборка** другой прототип, то создаваемый ею документ будет отличаться от документов на основе прототипа **3D Сборка**.

Листовая Деталь

Команда **Листовая Деталь** не отображается по умолчанию, но может быть добавлена в ленту или инструментальные панели с помощью диалога настройки интерфейса системы.

При вызове команды открывается 3D окно нового документа, начальное содержимое и параметры которого совпадают с содержимым и параметрами прототипа листовой детали, заданного в установках системы (**Установки > Файлы > Прототипы > Листовая деталь**). Созданному документу назначается имя, формируемое путем прибавления порядкового номера документа к имени файла прототипа (номера отсчитываются от 1 для всех документов, созданных по этому прототипу в рамках текущего сеанса работы с T-FLEX CAD). При последующем сохранении документа необходимо указать путь, а также можно сменить имя.

Если указанный файл прототипа не существует, команда выдаст ошибку, и будет создан пустой документ.

Используемые по умолчанию прототипы листовой детали и 3D детали имеют следующие отличия:

- для листовой детали по умолчанию открыта вкладка ленты **Листовой металл**, а для деталей - вкладка **3D Модель**;
- имя документа - **Листовая Деталь** и **3D Деталь** соответственно.

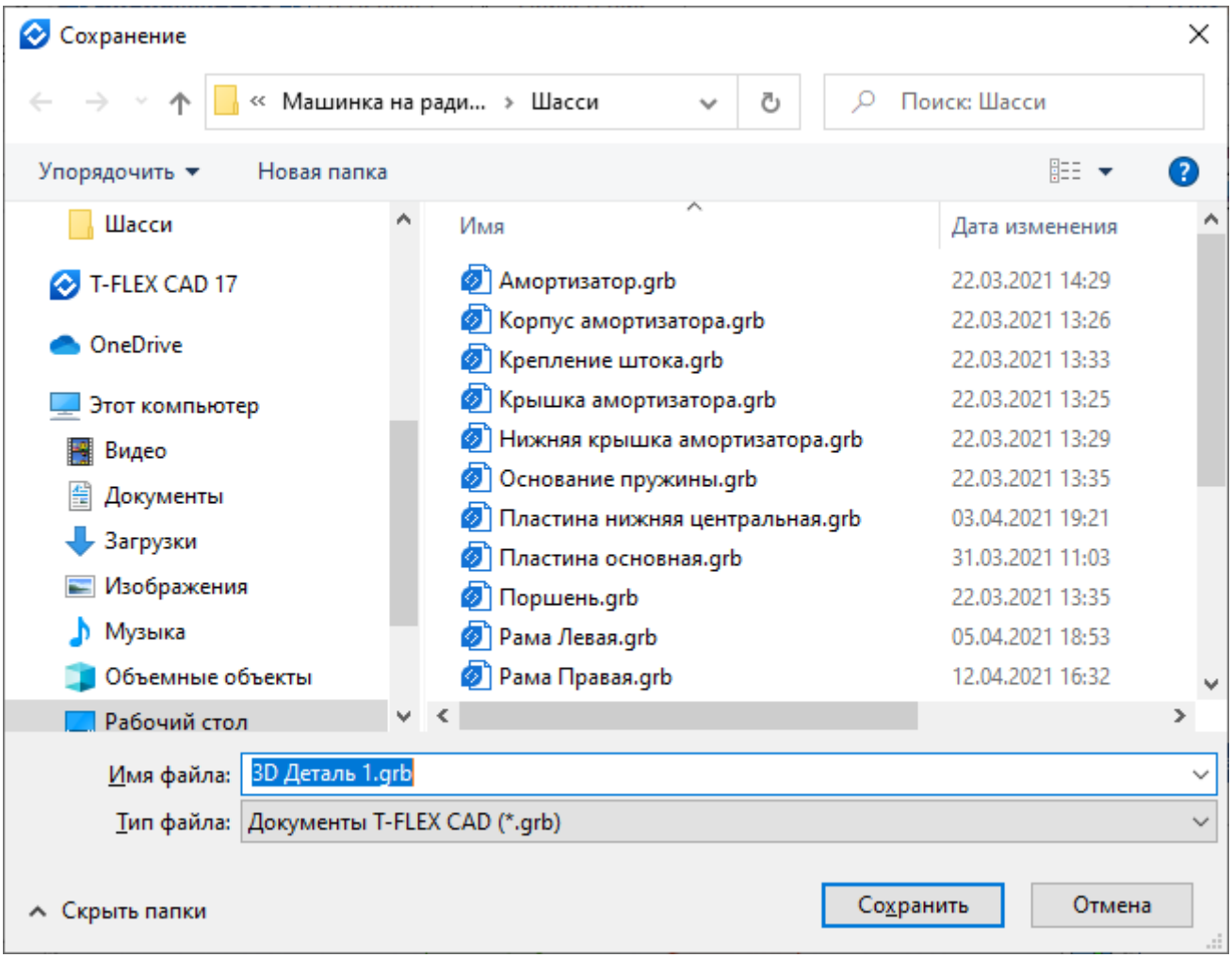
По умолчанию для данной команды используется прототип **Листовая Деталь** из общего списка прототипов, используемого несколькими командами (информация о списке доступна в описании команды Сохранить как прототип). Поэтому создается такой же документ, что и при создании документа на основе того же прототипа с помощью команды Создать из прототипа или страницы **Приветствие**. Если задать в установках системы (см. выше) для команды **Листовая Деталь** другой прототип, то создаваемый ею документ будет отличаться от документов на основе прототипа **Листовая Деталь**.

Сохранить

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Файл > Сохранить
Клавиатура	Текстовое меню
<SA>, <Ctrl>+<S>	Файл > Сохранить

Команда также доступна на панели быстрого доступа.
Позволяет записать файл документа на диск. Если документ сохраняется в первый раз, то система запросит имя и путь файла сохранения. В дальнейшем документ будет сохраняться в уже созданный файл. При вызове команды для несохраненного документа откроется стандартное окно сохранения файлов текущей операционной системы.



Если Вы хотите сохранить файл под другим именем, воспользуйтесь командой Сохранить как.

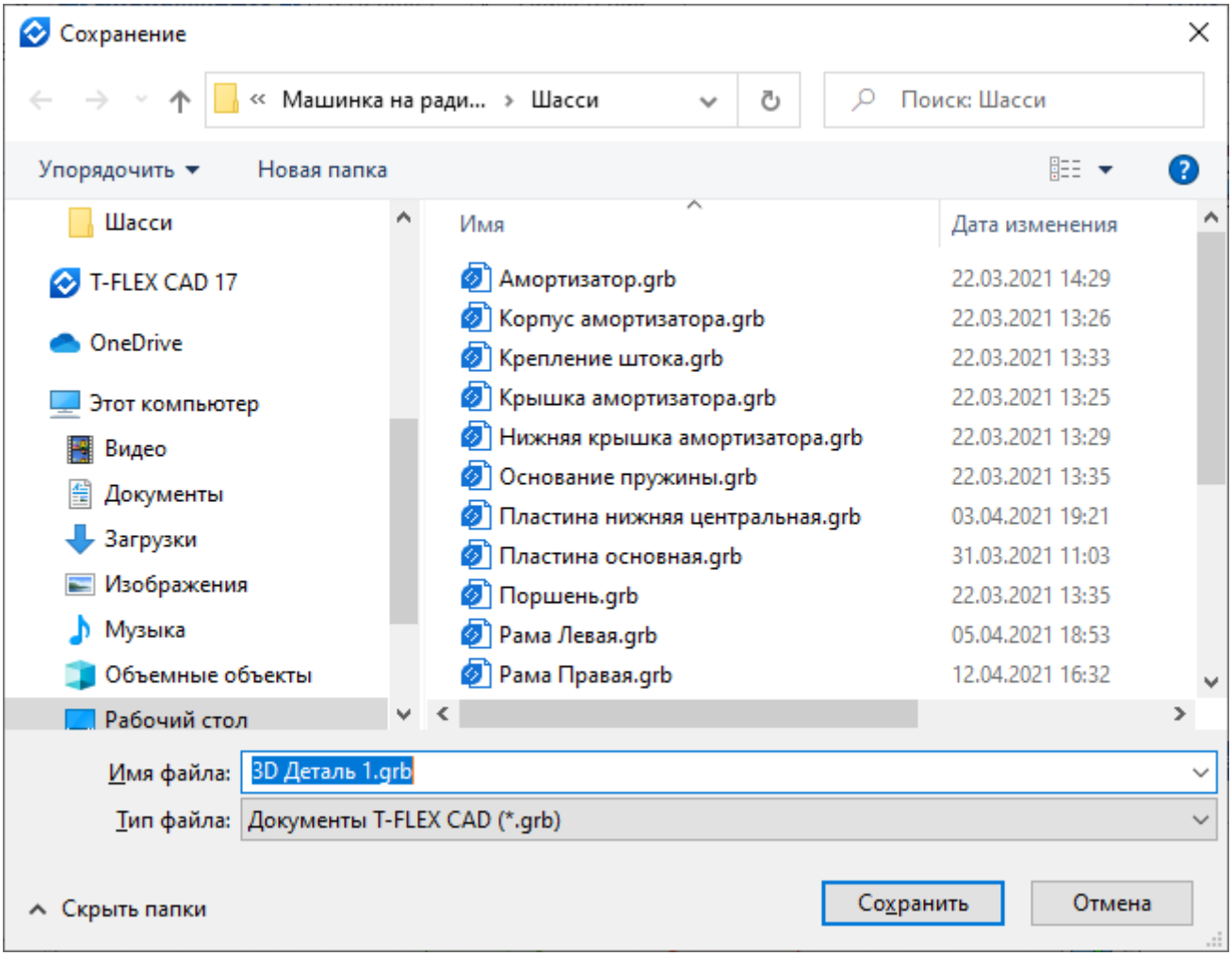
Сохранить как

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Файл > Сохранить как
Клавиатура	Текстовое меню
<SV>	Файл > Сохранить как

Команда также доступна на панели быстрого доступа.

Используется при первом сохранении документа (при обращении к команде Сохранить) и при необходимости сохранить уже сохраненный ранее документ под другим именем. При вызове команды для несохраненного документа откроется стандартное окно сохранения файлов текущей операционной системы.



Сохранить копию

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
	Файл > Сохранить копию

Команда также доступна на панели быстрого доступа.
Позволяет создать копию текущего документа под новым именем без открытия этой копии и продолжить работу в исходном документе. При вызове команды откроется стандартное окно сохранения файлов текущей операционной системы.

Сохранить все

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<SL>	Файл > Сохранить все

Команда также доступна на панели быстрого доступа.
Позволяет сохранить все документы, открытые в системе на данный момент. В зависимости от того, сохранялся ли документ до этого момента или нет, для сохранения используются команды Сохранить или Сохранить как. При вызове команды откроется стандартное окно сохранения файлов текущей операционной системы.

Сохранить как прототип

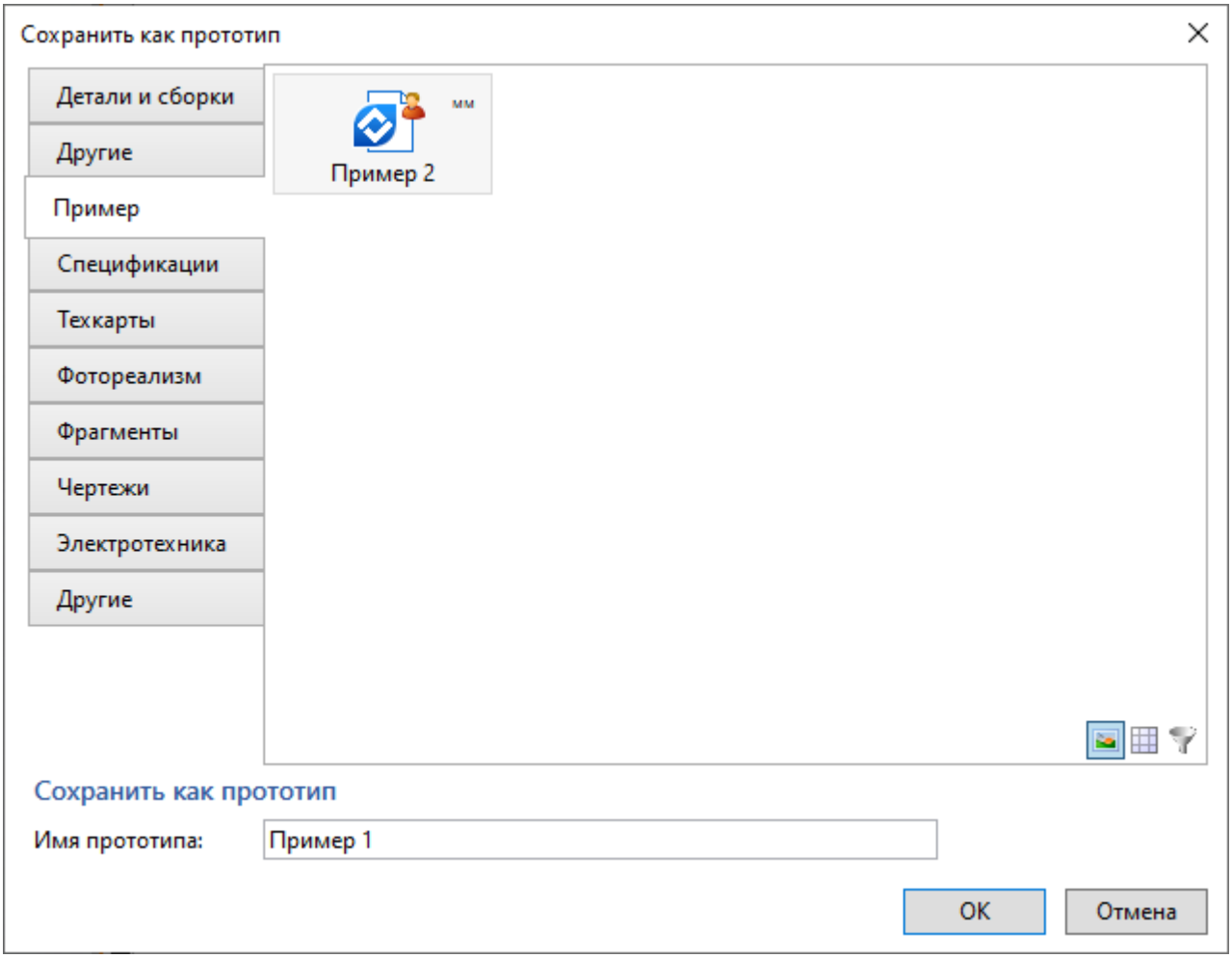
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<SY>	Файл > Сохранить как прототип

Команда также доступна на панели быстрого доступа.
Позволяет сохранить текущий документ как прототип для создания других документов. При создании нового документа T-FLEX CAD его параметры и начальное содержимое копируются из прототипа. При первоначальном открытии созданного документа открывается та же вкладка ленты и те же окна видов, что были открыты в момент сохранения прототипа. Кроме того, имя документа по умолчанию формируется на основе имени прототипа. Создать новый документ на основе одного из

доступных в системе прототипов можно при помощи команды Создать из прототипа. Кроме того, прототипы используются в ряде других команд.

В диалоге команды **Сохранить как прототип** следует указать папку и имя для сохранения файла прототипа. Имя указывается в поле **Имя прототипа** в нижней части диалога. Папка указывается выбором вкладки в списке прототипов в верхней части диалога. После нажатия **OK** копия текущего документа будет сохранена как прототип, при этом останется открытым исходный файл документа.



По умолчанию список прототипов формируется из содержимого двух папок - папки прототипов поставки, содержащей прототипы, поставляемые вместе с T-FLEX CAD, и папки пользовательских прототипов. Папка прототипов поставки всегда располагается внутри папки, в которую установлена система T-FLEX CAD. По умолчанию это **C:\Program Files\T-FLEX CAD 17\Program\Прототипы.** Расположение папки прототипов поставки относительно папки установки T-FLEX CAD нельзя изменить. Папка пользовательских прототипов по умолчанию располагается по адресу **C:\Users\Имя пользователя\AppData\Local\Top Systems\T-FLEX CAD 3D 17\Rus\Прототипы.** Расположение пользовательской папки можно изменить в установках системы (**Установки** > **Папки** > **Прототипы** > **Папка прототипов**), там же можно отключить отображение прототипов поставки и указать действия системы при конфликте имён. Прототипы, создаваемые с помощью команды **Сохранить как прототип,** помещаются в пользовательскую папку.

Вкладка списка **Детали и сборки** содержит прототипы, файлы которых находятся в корне обеих папок прототипов.

Вкладка списка **Другие** позволяет использовать в качестве прототипов файлы, находящиеся вне папок прототипов. Кнопка **Добавить** в нижней части вкладки открывает стандартное окно выбора файлов, с помощью которого можно указать путь к любому файлу формата ***.grb**. Указанный файл будет доступен в качестве прототипа на данной вкладке. Если попытаться сохранить текущий

документ как прототип на вкладку **Другие**, то будет создана вторая вкладка с таким же названием, соответствующая одноимённой папке внутри папки пользовательских прототипов.
Остальные вкладки списка соответствуют папкам внутри обеих папок прототипов. Пользователь может создавать собственные вкладки с помощью контекстного меню, они соответствуют папкам внутри пользовательской папки прототипов.

Список прототипов является общим для нескольких команд. Изменения, внесённые в одной из команд, влияют на содержимое списка в остальных командах.

В команде **Сохранить как прототип** доступно всё содержимое списка.

В команде Создать из прототипа доступно всё содержимое списка, кроме вкладки **Фрагменты**.

В команде **Создать 3D Фрагмент** доступны только вкладки **Фрагменты** и **Другие.** При этом на вкладке **Фрагменты** не отображаются прототипы, имя которых начинается на **2D**.

В команде **Создать 2D Фрагмент** доступны только вкладки **Детали и сборки** и **Другие.** При этом на вкладке **Детали и сборки** отображаются только те прототипы, имя которых начинается на **2D** и при сохранении которых их окно документа содержало только 2Д виды.

На странице **Приветствие** в разделе **Создать новый документ** доступно всё содержимое списка, кроме вкладок **Фрагменты, Таблицы** и **Другие**. При этом список отображается в упрощённом виде без возможности редактирования, а также без отображения единиц измерения, стандартов и скрытых элементов

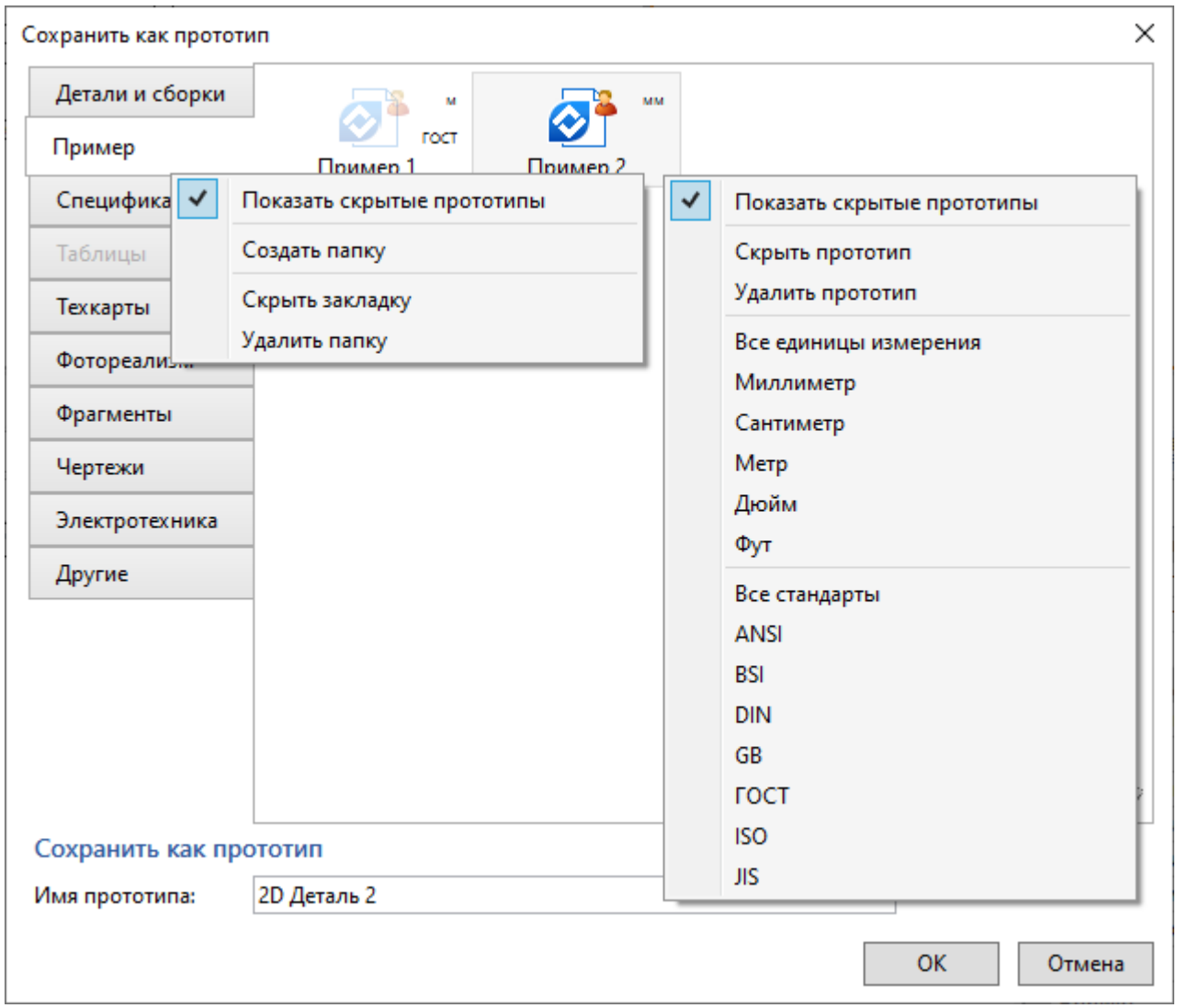
В команде **Таблица** содержимое вкладки **Таблица** используется для формирования списка прототипов таблиц.

В команде **Создать отчёт/спецификацию** при создании спецификации по прототипу содержимое вкладки **Спецификации** используется для формирования списка прототипов спецификаций. По умолчанию пользовательские прототипы спецификаций располагаются в папке **Спецификации** внутри общей папки пользовательских прототипов. Однако в установках системы можно указать другую папку пользовательских прототипов спецификаций (**Установки** > **Спецификация** > **Папки и файлы** > **Прототипы спецификаций**).

Также ряд команд использует по умолчанию прототипы из поставки:

- В командах 2D Деталь, 2D Сборка, 3D Деталь, 3D Сборка, Листовая деталь по умолчанию используются одноимённые прототипы из вкладки **Детали и сборки**
- В команде **Импорт** по умолчанию используются прототипы из вкладки **Фрагменты**.

Для каждой из этих команд в установках системы можно отдельно указать файл-прототипа (**Установки** > **Файлы** > **Прототипы**). При этом не обязательно указывать файлы из папок прототипов - можно выбрать файл в любой папке, доступной на текущем компьютере.



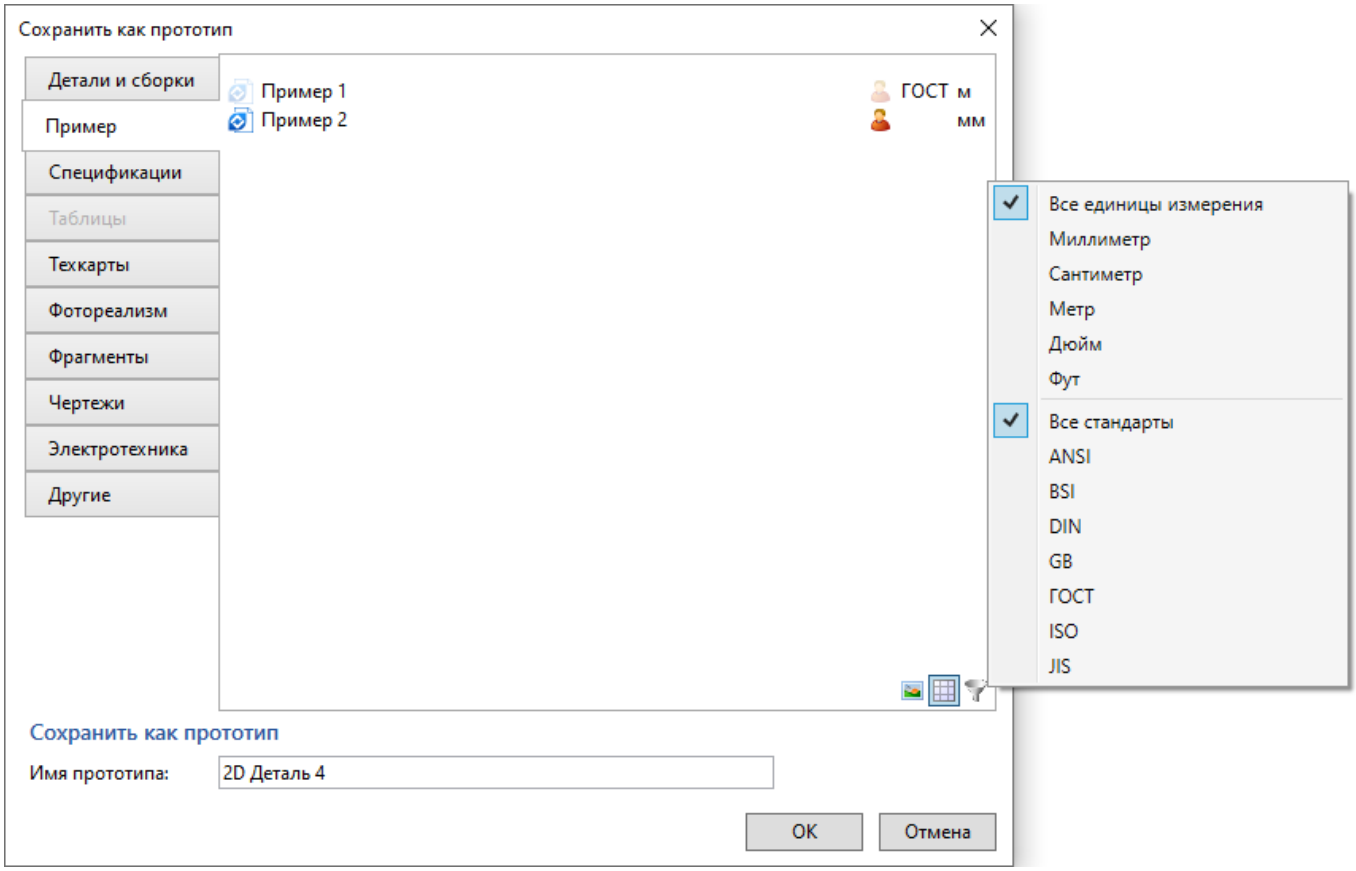
Контекстные меню вкладок диалога и имеющихся прототипов позволяют:

- **Показать скрытые прототипы**/**Скрыть закладку** (папку)/**Скрыть прототип**
  По умолчанию в диалоге не отображаются прототипы таблиц. При включенном отображении скрытые прототипы и вкладки диалога отображаются бледными цветами.
- **Создать папку** (вкладку)
- **Удалить папку** (вкладку)/**Удалить прототип**
  Удаление доступно только для пользовательских прототипов и папок.
- Указать **единицы измерения** длины и/или **стандарт**
  По умолчанию рядом с иконкой прототипа отображаются единицы измерения длины, установленные в параметрах документа прототипа (**Параметры документа** > **Документ** > **3D** > **Единицы** > **Длина**). Стандарт по умолчанию не отображается. В контекстном меню прототипа можно выбрать другие единицы измерения и/или стандарт, которые будут отображаться рядом с иконкой. Для возврата к значениям по умолчанию используются пункты **Все единицы измерения** и **Все стандарты**.

Выбор единиц измерения и/или стандарта в контекстном меню не влияет на параметры документа, создаваемого по прототипу.

Если для сохраняемого документа создана иконка с помощью команды Иконка, то она будет отображаться в списке прототипов. В противном случае используется стандартная иконка файла T-FLEX CAD. Прототипы, созданные пользователем, отмечены символом .

Кнопки в правом нижнем углу позволяют переключаться между двумя доступными режимами отображения содержимого текущей вкладки (**Крупные значки** и **Таблица**), а также отфильтровать содержимое по отображаемым единицам измерения и стандартам.



См. также:

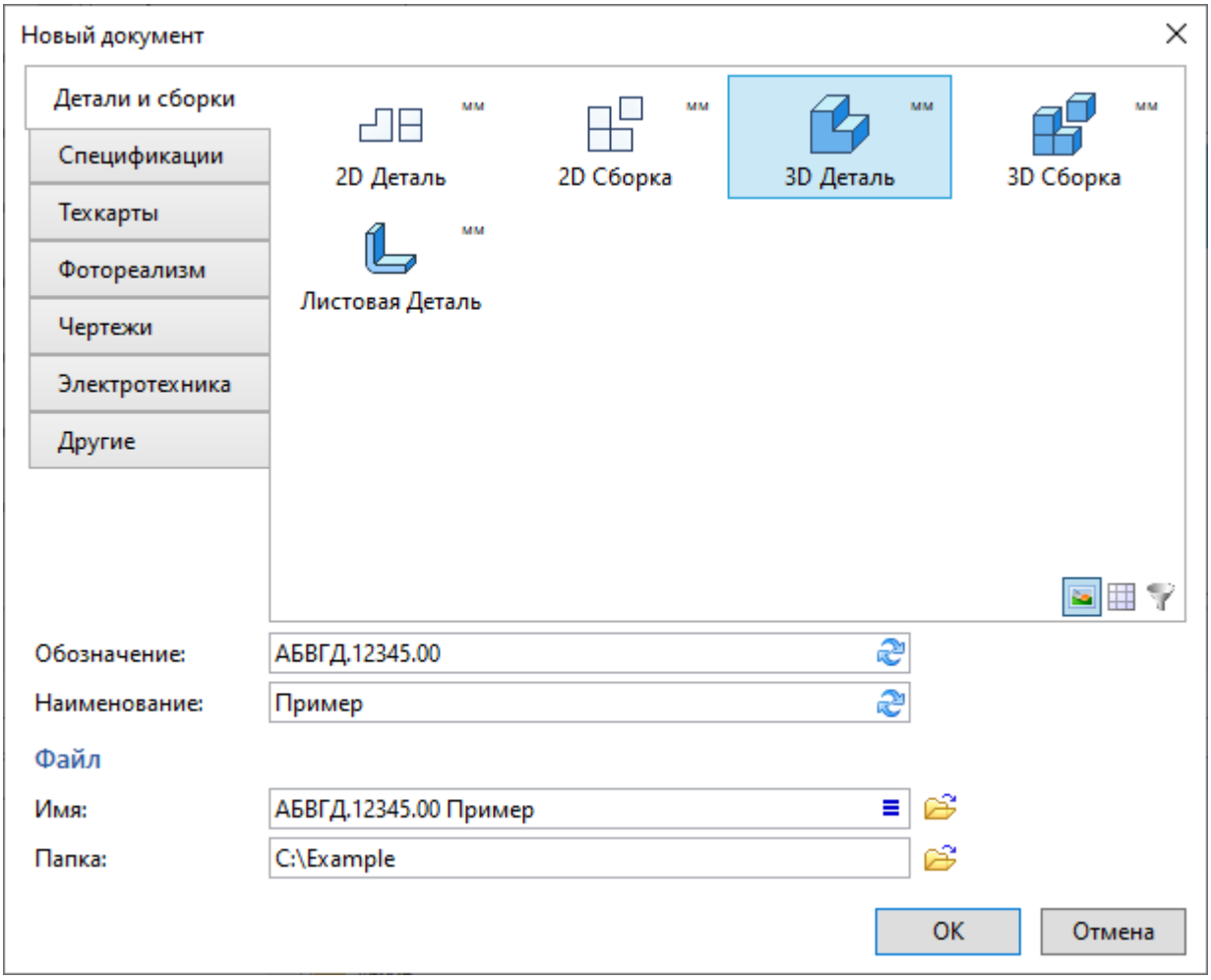
- Создать документ из прототипа

Создать документ из прототипа

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Файл > Создать Начало работы > Файлы > Создать из прототипа
Клавиатура	Текстовое меню
<FP>, **<Ctrl>+<N>**	Файл > Создать > Из прототипа

Команда также доступна на панели быстрого доступа.
Позволяет создать новый документ на основе одного из доступных в системе прототипов.

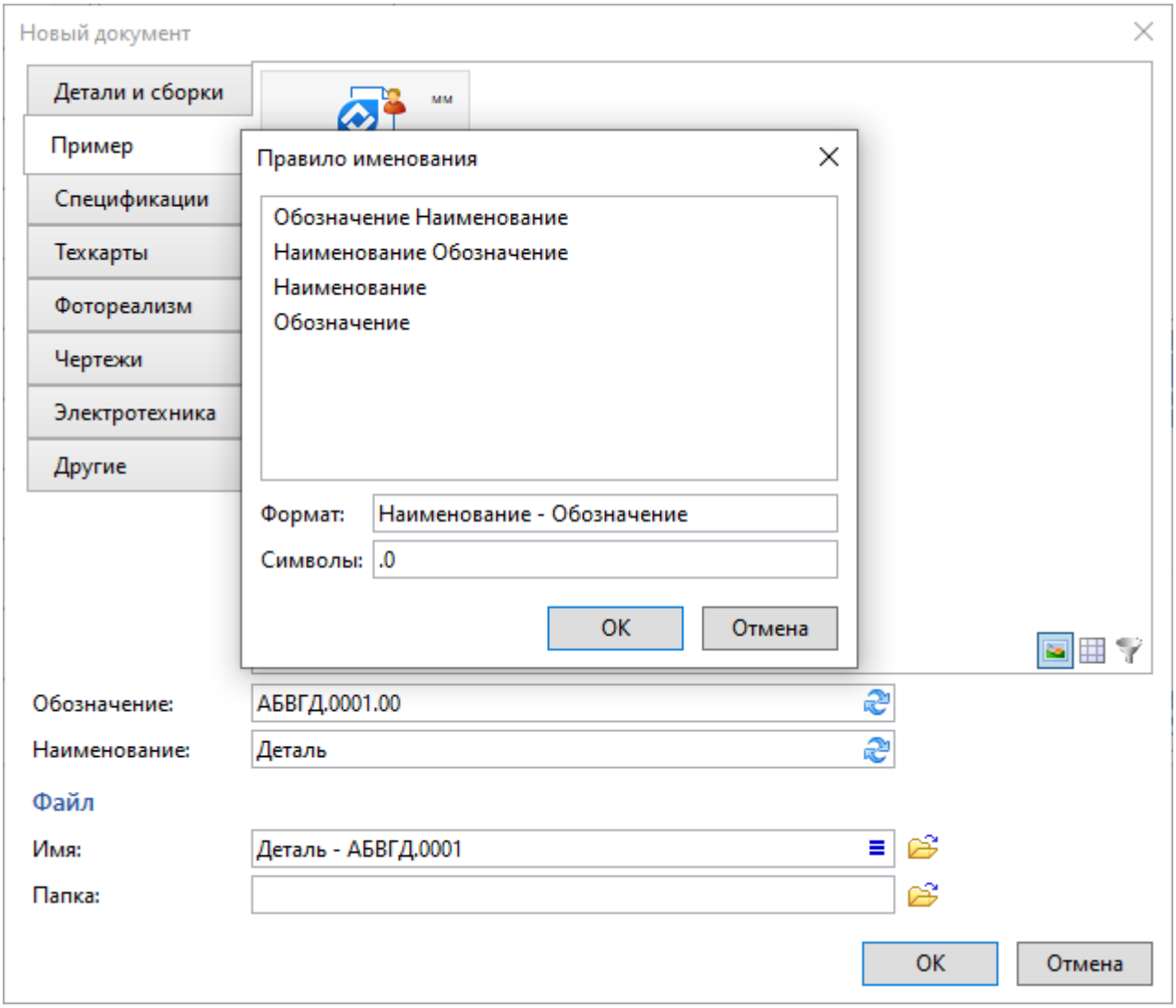


В диалоге команды необходимо выбрать желаемый прототип и нажать **OK**. В результате система откроет окно нового документа, начальное содержимое и параметры которого совпадают с содержимым и параметрами выбранного прототипа. При этом будут открыты та же вкладка ленты и те же окна видов, что были открыты в момент сохранения прототипа.

Список прототипов, доступный в верхней части диалога, является общим для нескольких команд. Изменения, внесённые в одной из команд, влияют на содержимое списка в остальных командах. Информация о редактировании списка прототипов доступна в описании команды Сохранить как прототип.

Дополнительно, в нижней части диалога можно указать:

- **Обозначение** и **Наименование**
  Содержимое данных полей диалога будет подставлено в одноимённые поля состава изделия создаваемого документа. Если **Обозначение** и **Наименование** были указаны в составе изделия документа прототипа, то при выборе этого прототипа поля диалога будут заполнены автоматически. При необходимости их можно отредактировать вручную. Для возврата к значениям из документа прототипа используется кнопка **Обновить по выбранному прототипу** в правой части поля.
- **Имя**
  Имя файла создаваемого документа. Если указаны **Обозначение** и/или **Наименование** (см. выше), то имя по умолчанию автоматически формируется на их основе. Формат автоматически формируемого имени можно настроить, нажав кнопку **Правило именования** в правой части поля. Кнопка вызывает диалог следующего вида:



В списке в верхней части диалога можно выбрать, в каком порядке **Обозначение** и/или **Наименование** будут использоваться в имени файла.

В поле **Формат** можно дополнительно ввести символы, предшествующие **Обозначению** и/или **Наименованию** или разделяющие их.

В поле **Символы** можно ввести символы, которые будут отброшены с конца имени.

Пример использования правила именования показан на рисунке выше.

Кнопка **Выбрать** справа от поля **Имя** открывает стандартное окно выбора файла, где можно указать файл, который будет заменён создаваемым. В этом случае поля **Имя** и **Папка** будут автоматически заполнены в соответствии с именем и расположением выбранного файла, а справа от поля **Имя** появится надпись "**Файл существует**".

Если оставить поле **Имя** пустым, то имя создаваемого документа будет сформировано путем прибавления порядкового номера документа к имени файла прототипа (номера отсчитываются от 1 для всех документов, созданных по этому прототипу в рамках текущего сеанса работы с T-FLEX CAD).

- **Папка**

  Путь к создаваемому документу. Кнопка **Выбрать** справа от поля открывает стандартное окно выбора папки, при использовании которого поле **Папка** будет автоматически заполнено в соответствии с выбранной папкой. При вводе пути с клавиатуры, справа от поля появится надпись **Неверный путь**, а само поле подсветится красным, если указанный путь не может быть найден.

См. также:

- Сохранить как прототип

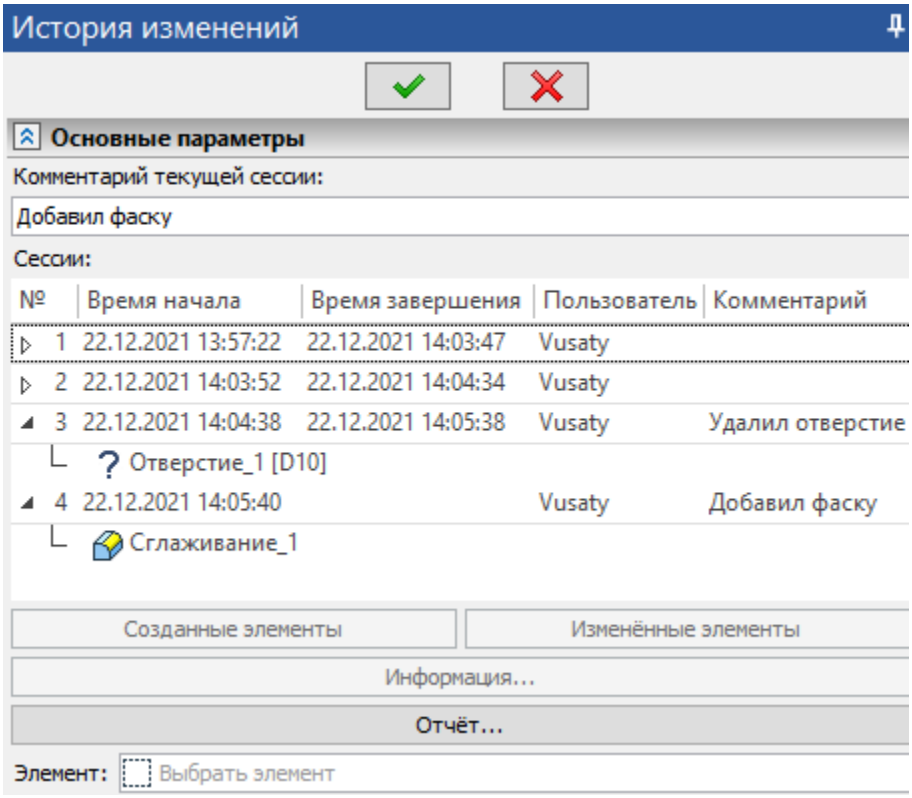
История изменений документа

В параметрах документа можно включить автоматическое отслеживание истории его изменений (**Параметры документа > Документ > Сохранение > Сохранение > Сохранять историю изменений**). Сохранённую историю можно просмотреть с помощью команды **История изменений:**

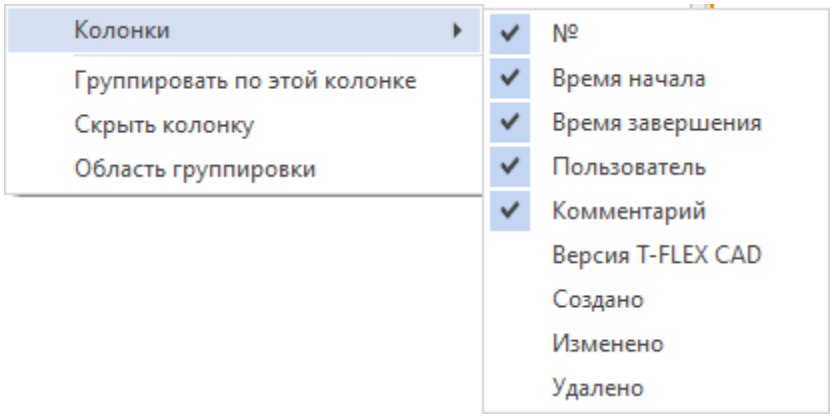
Пиктограмма	Лента
	Файл > История изменений
Клавиатура	Текстовое меню
<FH>	Файл > История изменений...

В окне параметров команды отображается список сессий, в которых данный документ был сохранён. По умолчанию для каждой сессий показаны:

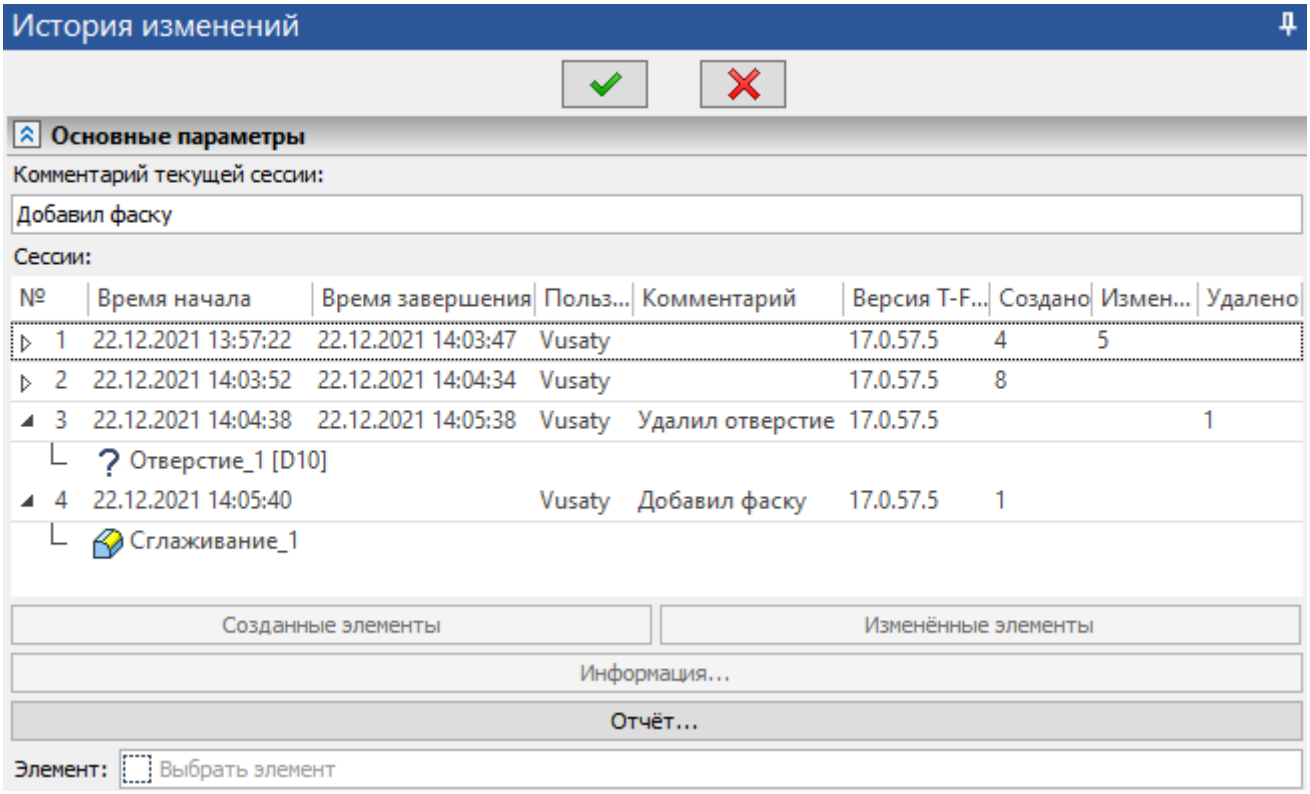
- **№**
  Номер сессии в хронологическом порядке.
- **Время начала**
  Дата и время открытия документа.
- **Время завершения**
  Дата и время сохранения, последнего перед закрытием документа. Промежуточные сохранения в рамках одной сессии не отслеживаются.
- **Пользователь**
  Имя пользователя Windows или T-FLEX DOCs (при работе в режиме интеграции), сохранившего документ.
- **Комментарий**
  Добавление комментариев осуществляется вводом текста в поле **Комментарий текущей сессии**. После сохранения документа комментарий будет сохранён в истории. Добавление, удаление или редактирование комментариев к завершённым сессиям невозможно.



Можно отобразить дополнительные колонки списка сессий, нажав на заголовке любой из доступных колонок и выбрав нужные пункты в контекстном меню.



В дополнительных колонках отображается **версия T-FLEX CAD** и количество элементов документа, **созданных, изменённых** или **удалённых** в рамках сессии.



В столбце **№** можно развернуть ▷/свернуть ◢ перечень элементов созданных, изменённых или удалённых в рамках сессии. Для каждого элемента в перечне отображается иконка, обозначающая его тип, и имя. Для удалённых элементов в качестве иконки отображается вопросительный знак.
Под списком сессий доступны следующие кнопки:

- **Созданные элементы**
  Выбирает в 2D и 3D окнах элементы, созданные в рамках сессии, выбранной в списке, если они не были удалены.
- **Изменённые элементы**
  Выбирает в 2D и 3D окнах элементы, изменённые в рамках сессии, выбранной в списке, если они не были удалены.

Выбор элементов, осуществлённый с помощью вышеуказанных кнопок сохраняется после выхода из команды **История изменений**.

- **Информация...**
  Вызывает команду **Информация** для элементов, выбранных с помощью кнопок **Созданные элементы** и **Изменённые элементы**.
- **Отчёт...**
  Экспортирует историю изменений в .csv-файл.

В самом низу окна параметров команды находится поле **Элемент**. После активации данного поля можно выбрать любой элемент в 2D или 3D окне. Название выбранного элемента, иконка, обозначающая его тип, а для некоторых элементов также имя родительского элемента, отображаются в поле **Элемент**. После выбора элемента список сессий фильтруется - отображаются только сессии, в которых выбранный элемент был создан и изменён.
Можно выбрать элемент заранее перед вызовом команды. В таком случае, после вызова команды список сессий сразу будет отфильтрован по выбранному элементу.

Если сохранение истории изменений не включено в параметрах документа, то при вызове команды **История изменений** система предложит его включить.

Сохранённую историю изменений, можно удалить, отключив её сохранение в параметрах документа и сохранив документ.

Окно документа

Основные темы в этом разделе:

- Открыть документ
- Закрыть документ
- Закрыть все окна документов
- Новое окно документа
- Закладки документов
- Управление окнами документов
- Выбор активного окна документа

См. также:

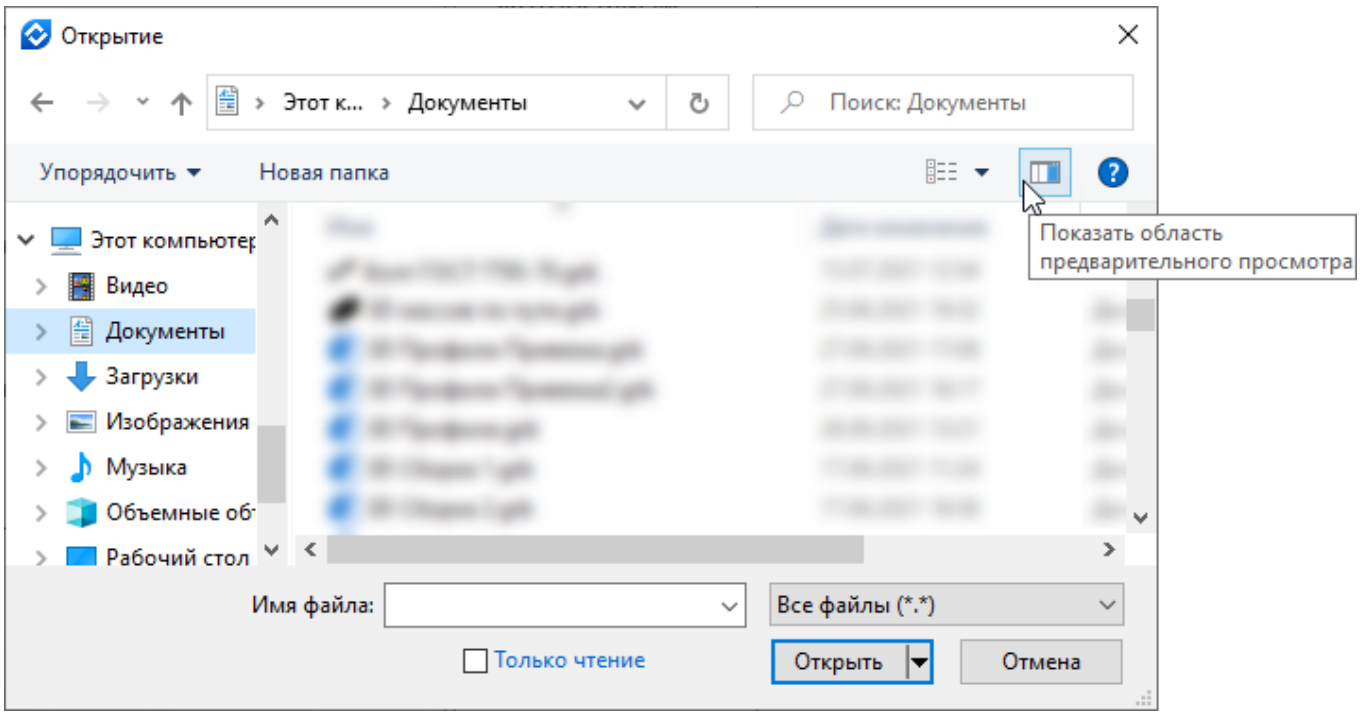
- Работа с файлами T-FLEX DOCs

Открыть документ

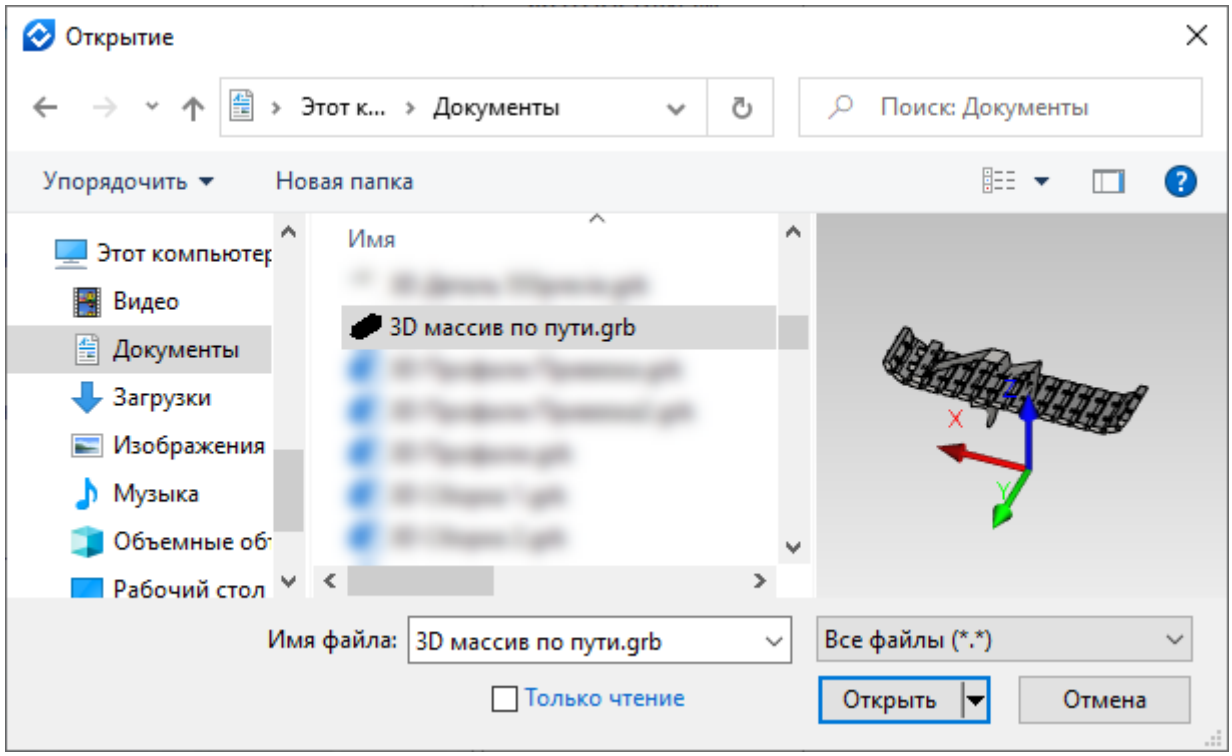
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Файл > Открыть Начало работы > Файлы > Открыть
Клавиатура	Текстовое меню
<O>, <Ctrl>+<O>	Файл > Открыть

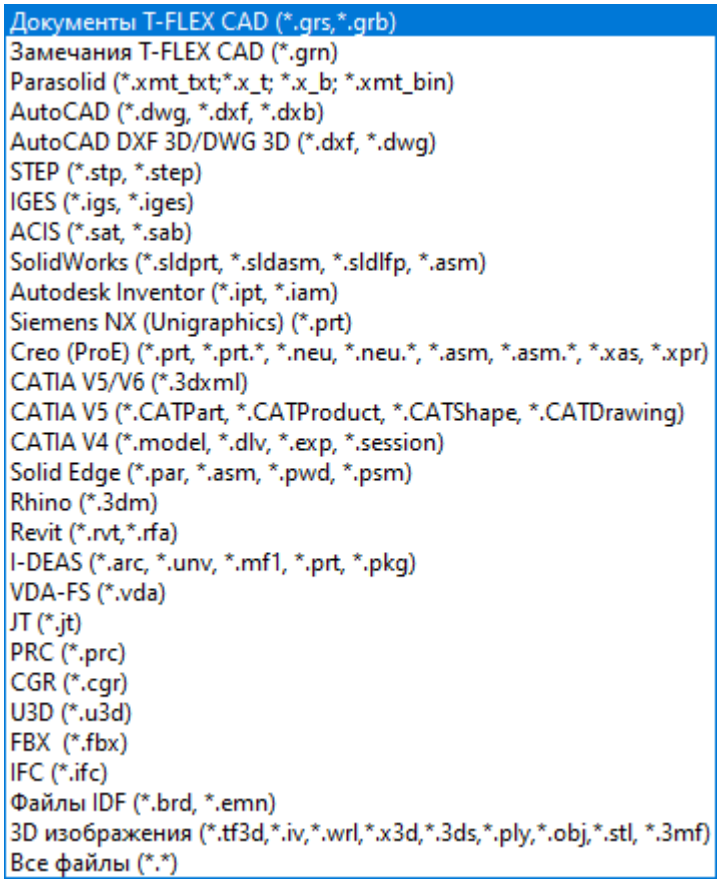
Команда также доступна на панели быстрого доступа.
Окно команды является стандартным окном выбора файлов текущей операционной системы. Картинка ниже показывает вид окна открытия файла для Windows 10.



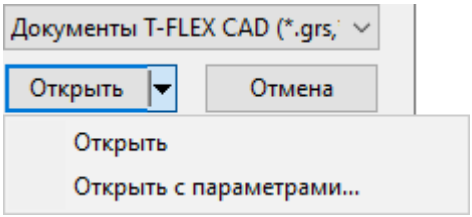
Поле в левой части диалога предназначено для быстрой навигации между папками. В правой части диалога отображается содержимое текущей папки. Если нажать кнопку **Показать область предварительного просмотра,** в правой части диалога будет также отображаться область предварительного просмотра выбранного в данный момент файла. Предварительный просмотр доступен только для тех файлов, у которых он включен в Параметрах документа.



Команда позволяет открывать не только файлы форматов *.grb, но также открывать файлы в форматах других систем.



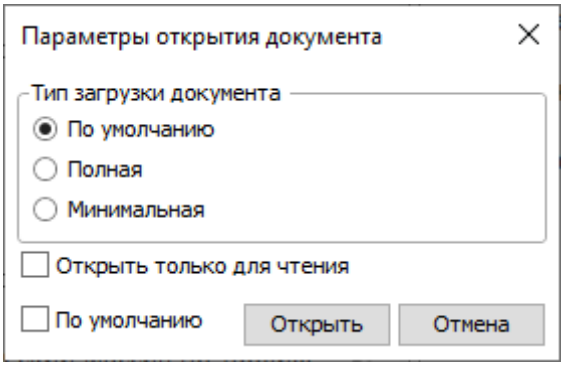
При нажатии на кнопку **Открыть** файл открывается с параметрами по умолчанию. Нажав на символ в правой части кнопки, можно выбрать опцию **Открыть с параметрами**.



Для файлов в форматах других систем при выборе **Открыть с параметрами** открывается диалог, аналогичный диалогу импорта из указанного формата. Таким образом можно задать параметры импорта, отличные от используемых по умолчанию.

Для файлов T-FLEX CAD при выборе **Открыть с параметрами** открывается диалог **Параметры открытия документа**, в котором можно выбрать один из следующих **Типов загрузки документа**:

- **По умолчанию**
  Загружается дерево модели, опорная геометрия и сеточное представление тел. Сеточное представление позволяет снизить нагрузку на систему, но используется только для визуализации. Полноценное твердотельное представление, требующее бо́льших ресурсов системы будет подгружаться автоматически по мере необходимости в процессе редактирования документа.
- **Полная**
  Загружается дерево модели, опорная геометрия, сетки и твёрдые тела.
- **Минимальная**
  Загружается дерево, опорная геометрия, а также сеточное представление только тел, созданных в данном документе. Тела фрагментов не отображаются в 3D сцене.



В нижней части диалога также доступны флаги, позволяющие **Открыть** документ **только для чтения** и установить выбранные параметры открытия в качестве параметров **По умолчанию** для последующего открытия документов в текущей сессии. В новой сессии параметры по умолчанию сбрасываются.

Открыть файл фрагмента

При наличии в текущем документе элементов, созданных на основе внешнего файла (2D фрагментов, 3D фрагментов, проекций), в контекстном меню таких элементов доступна команда **Открыть**, которая открывает связанный документ. Окно выбора файла в данном случае не отображается.

Закрыть документ

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Файл > Закрыть
Клавиатура	Текстовое меню
<FCL>	Файл > Закрыть

Команда позволяет закрыть все окна текущего документа во всех главных окнах текущего сеанса работы с T-FLEX CAD.
Если в документе присутствуют несохранённые изменения, то перед закрытием окна такого документа появится диалог с вопросом, надо ли сохранить документ. При ответе **Да** документ будет закрыт с сохранением. При ответе **Нет** документ будет закрыт без сохранения. При ответе **Отмена** документ не будет закрыт.

Закрыть все окна документов

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > Окно > Закрыть все
Клавиатура	Текстовое меню
<WCS>	Окно > Закрыть все

Команда также доступна в [контекстном меню закладок документов](). Она позволяет закрыть все окна всех документов во всех главных окнах текущего сеанса работы с T-FLEX CAD. Если в документе

присутствуют несохранённые изменения, то перед закрытием окна такого документа появится диалог с вопросом, надо ли сохранить документ. При ответе **Да** документ будет закрыт с сохранением. При ответе **Нет** документ будет закрыт без сохранения. При ответе **Отмена** отменяется закрытие не только данного документа, но и всех остальных.

Новое окно документа

Вызов команды:

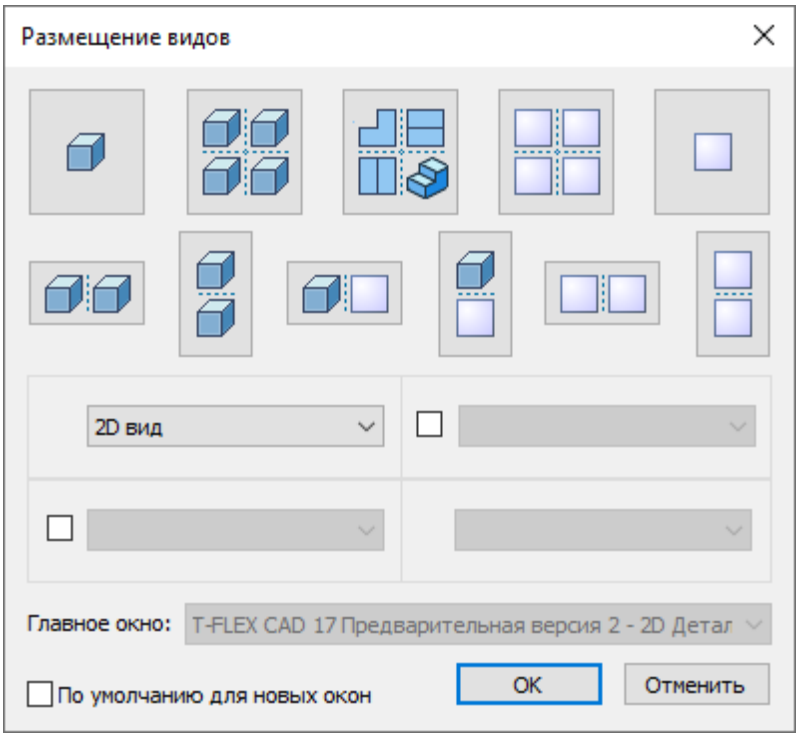
Пиктограмма	Лента
	Вид > Окно > Новое окно документа
Клавиатура	Текстовое меню
<WO>	Окно > Новое окно документа

Команда позволяет открыть новое окно текущего документа в дополнение к уже имеющемуся.
Все действия выполняемые в одном окне данного документа, будут отображаться и в других окнах, открытых для него. Например, если в одном окне какого-либо документа выбрать элемент для редактирования, то в другом окне этого же документа данный элемент также будет выбран.
Дополнительные окна можно использовать, когда документ содержит мелкие элементы, разнесенные друг от друга на значительное расстояние, но при построении используются и те, и другие одновременно. Можно настроить первое окно с необходимым увеличением на первую группу элементов, второе – на другую группу. А при создании новых элементов просто переходить из окна в окно и выбирать нужные элементы.

> С той же целью можно использовать разделение окна документа на несколько окон видов.

Также можно открыть окна одного и того же документа в разных главных окнах на разных мониторах.

После вызова команды появляется диалог **Размещение видов**, в котором нужно выбрать конфигурацию окон видов для создаваемого окна документа. Выбор конфигурации осуществляется так же, как описано для команды Размещение видов.
Если открыто несколько главных окон, то в выпадающем списке **Главное окно:** можно выбрать в каком главном окне будет создано новое окно документа. По умолчанию новое окно документа создаётся в текущем главном окне.



При наличии нескольких окон одного и того же документа в текущем сеансе работы с T-FLEX CAD к названию документа в заголовке его окна добавляется двоеточие и номер окна. Например, при наличии трёх окон документа **3D Деталь 1** окна будут озаглавлены следующим образом:
3D Деталь 1:1
3D Деталь 1:2
3D Деталь 1:3
Нумерация окон документов является сквозной для всех главных окон текущего сеанса.

Закладки документов

Вызов команды:

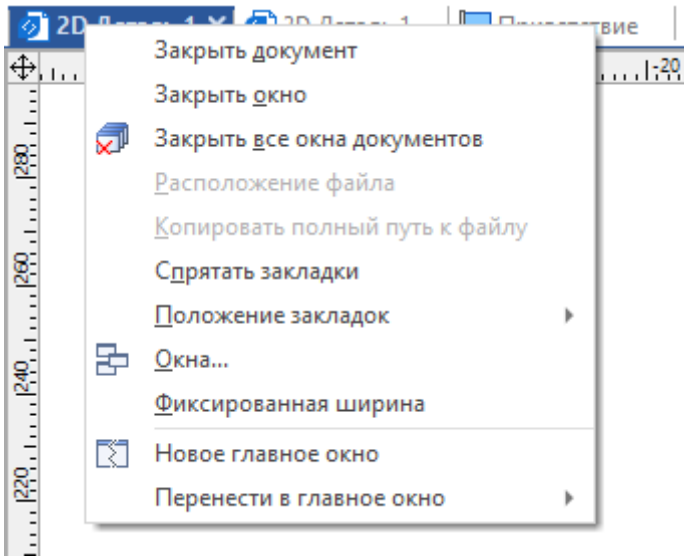
Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Настройка > Элементы интерфейса > Закладки документов Вид > Окно > Закладки документов > Элементы интерфейса > Закладки документов
Клавиатура	Текстовое меню
	Настройка > Окна > Закладки документов

Команда включает/отключает отображение закладок документов.
По умолчанию закладки документов включены и расположены над верхней границей окон документов. При желании их положение можно изменить. Для этого необходимо нажать на закладке любого документа и в появившемся контекстном меню выбрать пункт **Положение закладок**.
В закладке отображается название документа. К началу названия добавляется символ «*», если в документе присутствуют несохранённые изменения.

При нажатии на кнопку ✕ в правой части закладки соответствующее ей окно документа будет закрыто. Кроме того, окно документа закрывается, если нажать на его закладке.

Нажав на закладку можно переключиться на соответствующее ей окно документа. Порядок расположения закладок относительно друг друга можно менять, перетягивая нужную закладку при зажатой .

Контекстное меню закладки документа



Содержит следующие опции:

Закрыть документ

Закрывает все окна данного документа как в текущем главном окне, так и в остальных главных окнах текущего сеанса.

Закрыть окно

Закрывает выбранное окно документа.

Закрыть все окна документов

Закрывает все окна всех документов во всех главных окнах текущего сеанса работы с T-FLEX CAD.

Расположение файла

Открывает в проводнике папку, в которой лежит данный документ.

Копировать полный путь к файлу

Копирует в буфер обмена путь к файлу документа.

Спрятать закладки

Отключает закладки и применяет команду **Расположить окна каскадом**.

Положение закладок

Позволяет выбрать положение закладок - внизу окна или вверху.

Окна...

Вызывает **Список окон**

Фиксированная ширина

Позволяет установить одинаковую ширину для всех закладок.

Новое главное окно

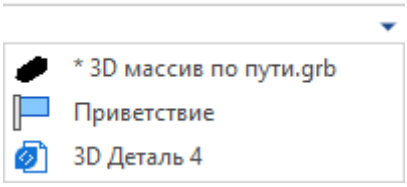
Позволяет создать **Новое главное окно** и копировать в него выбранную закладку.

Перенести в главное окно

Позволяет переносить закладки между главными окнами.

Выпадающее меню документов

При включенных закладках документов в правой части строки закладок отображается кнопка **Активные файлы**, при нажатии на которую появляется выпадающее меню со списком всех открытых в текущем главном окне документов. Нажатие на документе в меню позволяет переключиться на его окно.



При включенном разделении на группы для каждой группы отображается отдельное выпадающее меню документов.

Вид окон документа при включенных/выключенных закладках документов

Вид окон открытых документов в режимах с включенными и отключенными закладками документов отличается.

При включённых закладках окна открытых документов занимают всю рабочую область главного окна T-FLEX CAD. Активное окно (то есть окно текущего документа) перекрывает собой окна остальных документов.

Минимизировать окна или задавать им произвольный размер при включенных закладках нельзя.

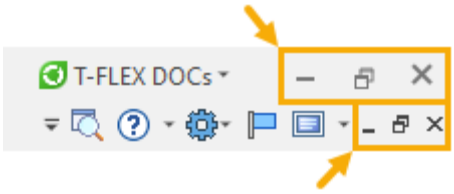
При выключенных закладках документов окна открытых документов могут находиться в любом из трёх состояний:

- **Максимизировано (развернуто)**. Окно занимает всю рабочую область главного окна T-FLEX CAD, не имеет заголовка. Имя текущего активного документа отображается только в заголовке главного окна T-FLEX CAD;
- **Минимизировано (свёрнуто)**. Окно представляет собой заголовочную строку с именем документа и системные кнопки управления окном;
- **Произвольное**. Окно имеет размер меньший размера рабочей зоны. Имеет заголовок, где выводится имя документа.

Независимо от размера при выключенных закладках окно документа содержит три кнопки, позволяющие управлять его состоянием и закрыть данное окно.

Когда окно максимизировано, эти кнопки находятся под кнопками управления главным окном. Поэтому будьте внимательны, когда закрываете окно таким способом!

Кнопки управления главным окном



Кнопки управления окном документа

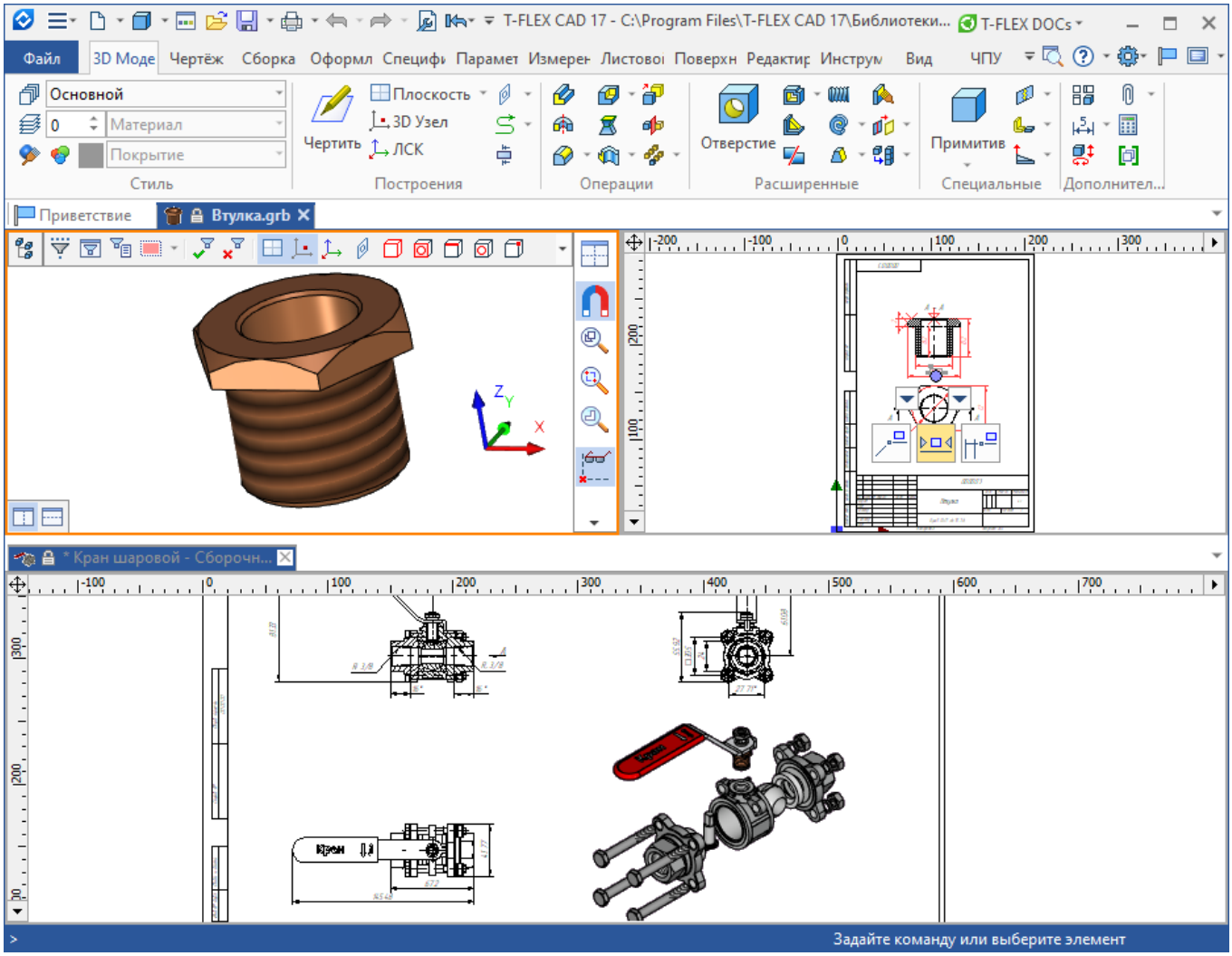
Максимизировать размер окна можно еще одним способом. Нужно дважды нажать , указав на заголовок окна. Если окно имеет заголовок (т.е. оно не максимального размера), то, указав курсором на пиктограмму, расположенную в заголовке слева, и нажав , можно вызвать контекстное меню, содержащее список команд для работы с окном.
Свернуть и развернуть означает соответственно максимизировать и минимизировать. Для максимизированного окна эта пиктограмма находится слева в текстовом меню.
Когда окно имеет произвольный размер, этот размер можно изменять. Достаточно указать на границу окна, и, как только курсор превратится в двухстороннюю стрелку, зажать и отвести курсор в нужное положение.

Управление окнами документов

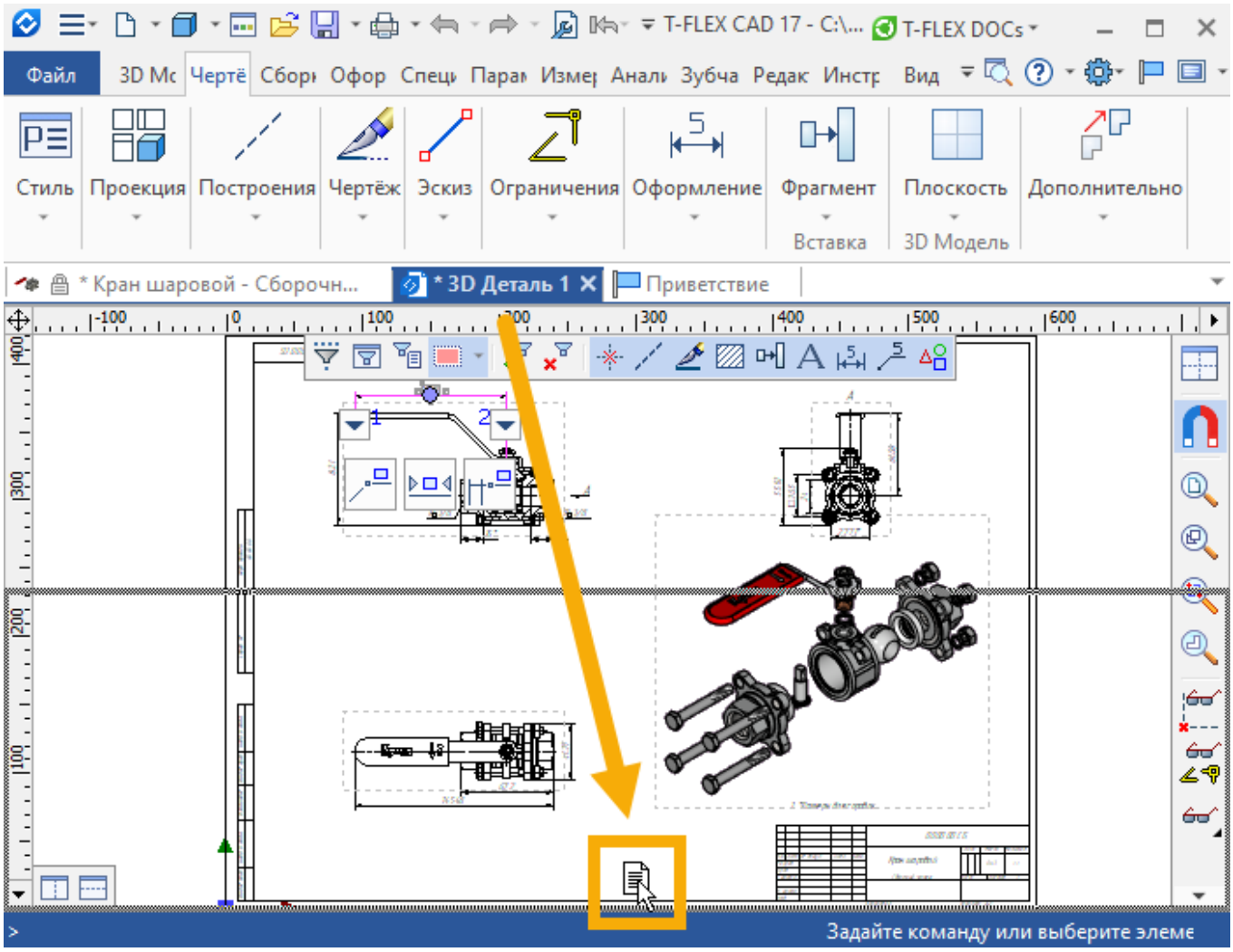
Способы управления окнами документов зависят от того, включены или отключены закладки документов.

Упорядочивание окон документов при включенных закладках документов

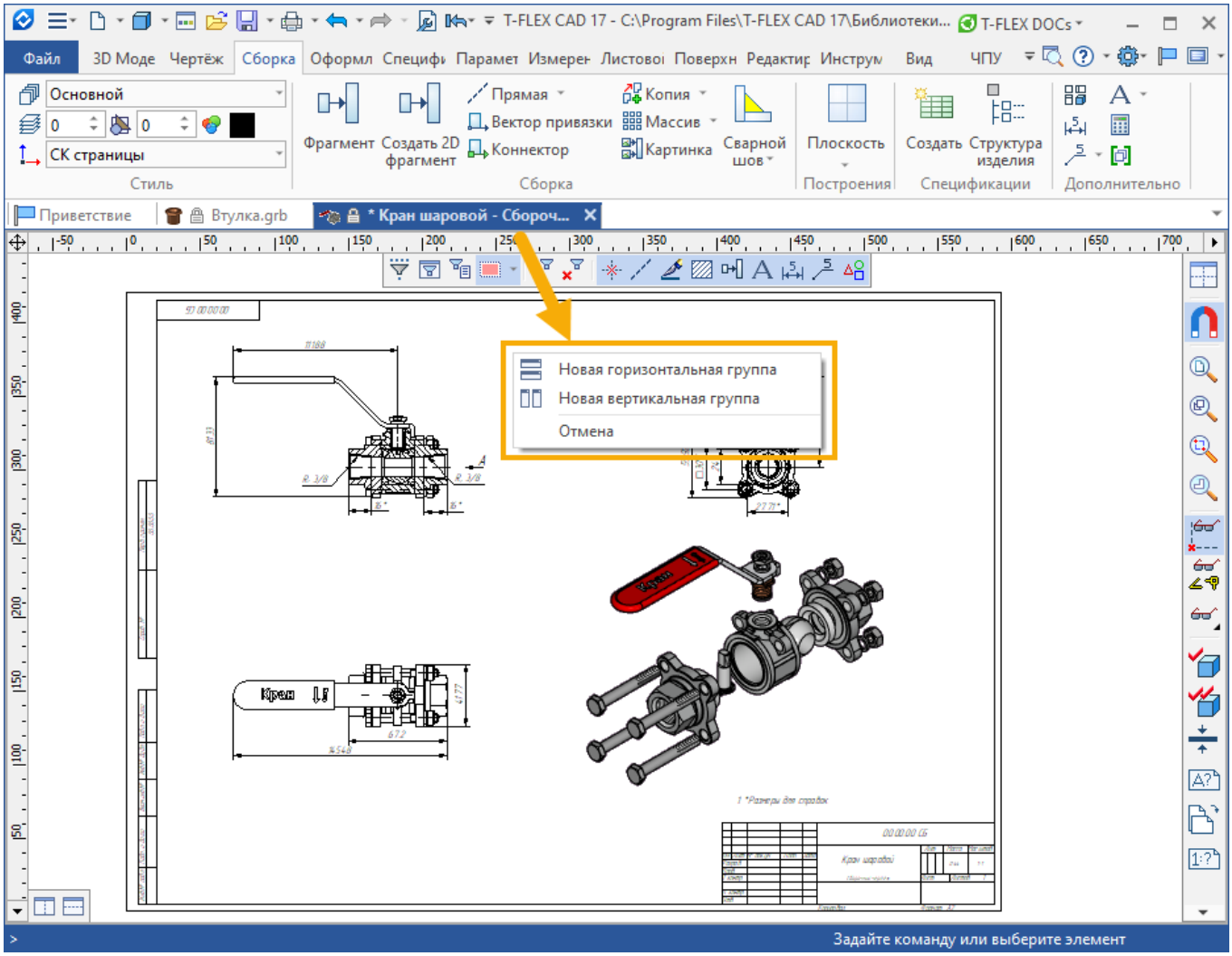
При включенных закладках окна можно группировать окна документов в горизонтальные или вертикальные группы. Одновременно можно создавать любое количество групп документов, однако все группы должны быть либо горизонтальными, либо вертикальными.



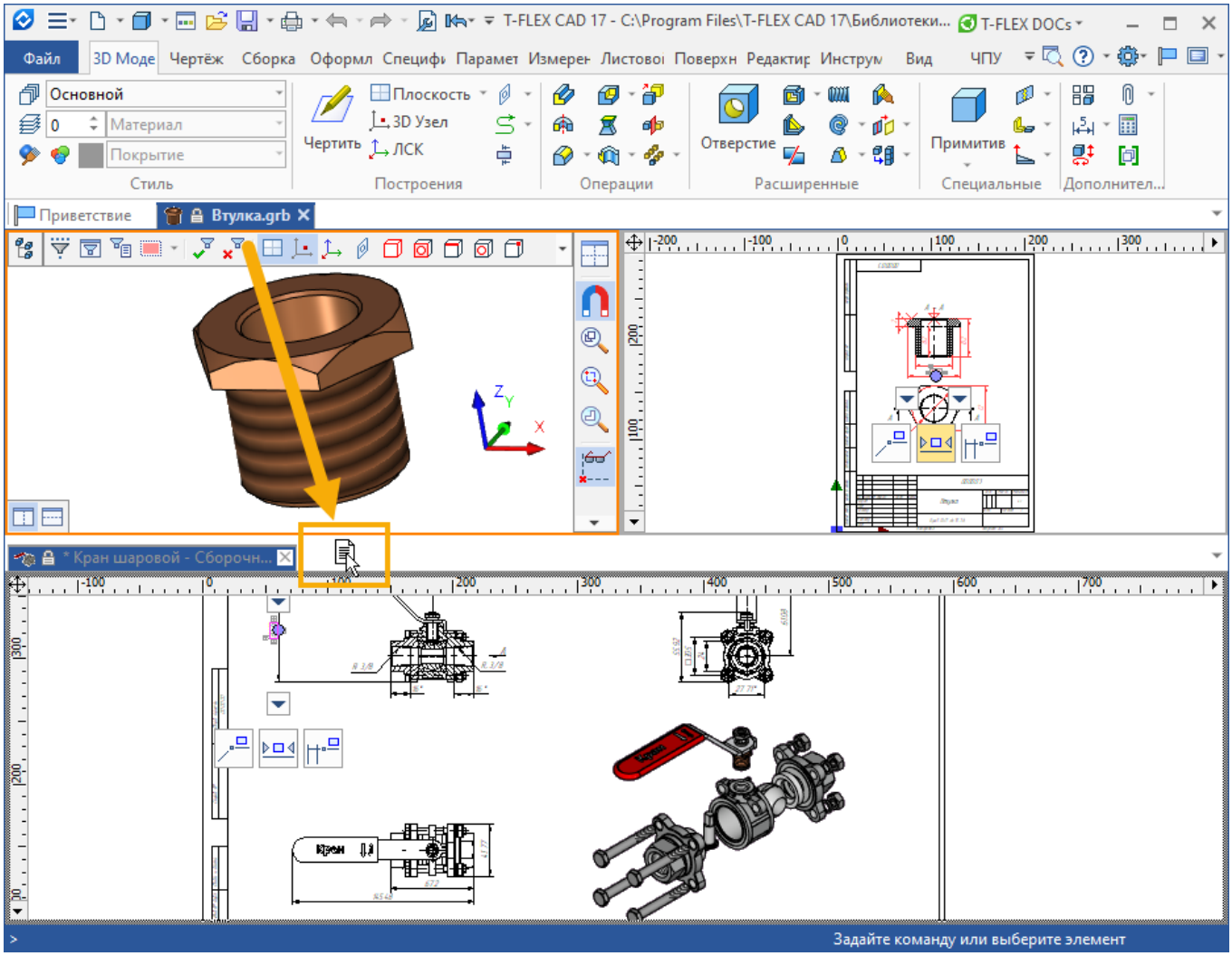
Для создания новой группы достаточно просто перетащить закладку одного из окон документов к нижней или правой границе окна документа. Для перетаскивания необходимо указать курсором на закладку документа, нажать и, не отпуская клавишу мыши, переместить курсор в требуемое место. При перетаскивании закладки на правую границу окна создаётся новая вертикальная группа, на нижнюю границу – новая горизонтальная группа.



При перемещении закладки в область далекую от правой и нижней границ окна документа выдаётся меню с командами **Новая горизонтальная группа** и **Новая вертикальная группа**.



Для перемещения окон документов из одной группы в другую достаточно просто перетащить закладку документа в область закладок нужной группы.

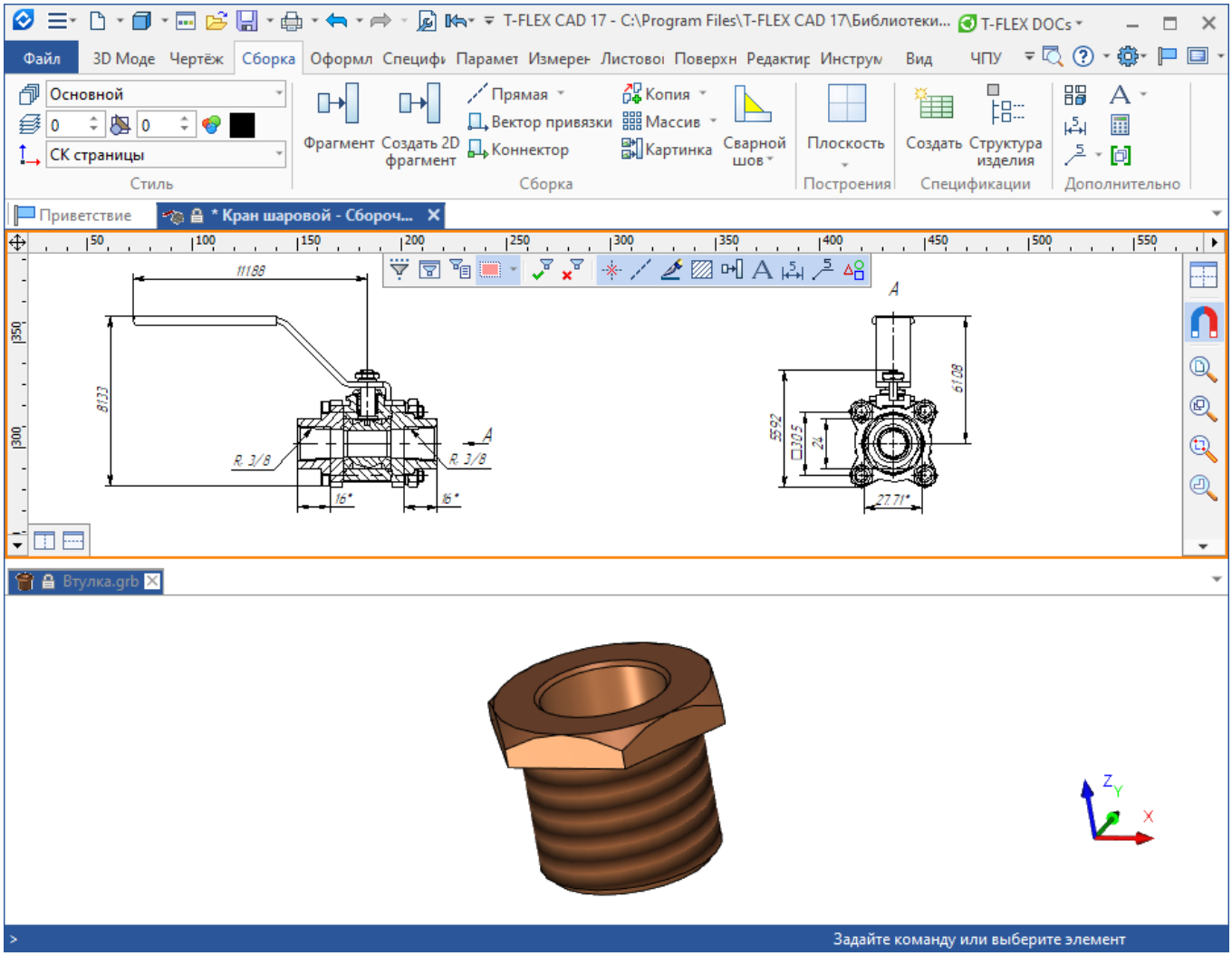


Для удаления группы достаточно переместить все входящие в неё окна в другую группу.
Помимо описанных выше способов, для создания групп окон можно использовать следующие команды:

Новая горизонтальная группа

Пиктограмма	Лента
	Вид > Окно > Новая горизонтальная группа
Клавиатура	Текстовое меню
	Окно > Новая горизонтальная группа

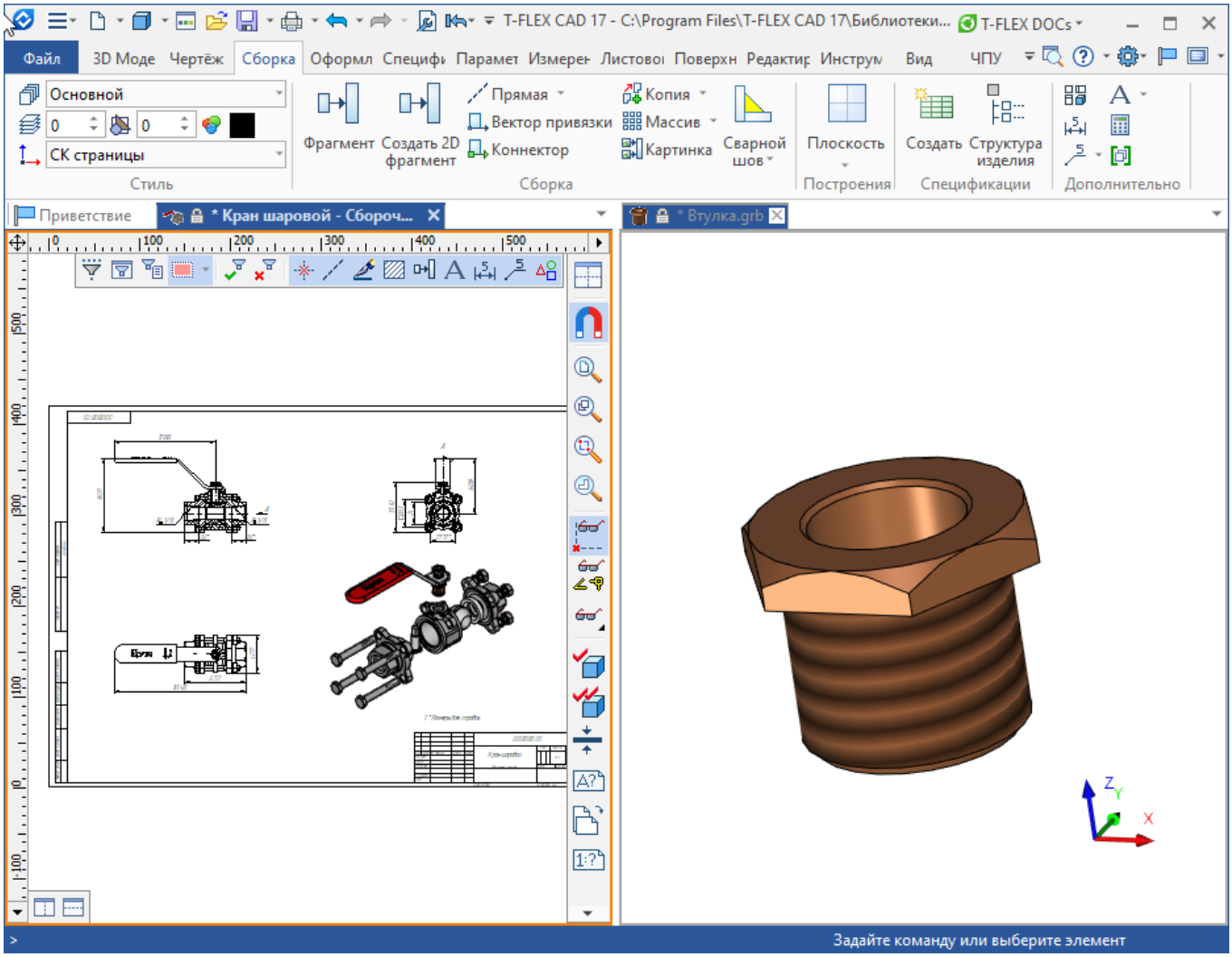
Команда создаёт новую горизонтальную группу окон документа при включенных закладках документов. В неё помещается окно документа, бывшего активным на момент вызова команды.



Новая вертикальная группа:

Пиктограмма	Лента
	Вид > Окно > Новая вертикальная группа
Клавиатура	Текстовое меню
	Окно > Новая вертикальная группа

Команда создаёт новую вертикальную группу окон документа при включенных закладках документов. В неё помещается окно документа, бывшего активным на момент вызова команды.



Упорядочивание окон документов при выключенных закладках документов

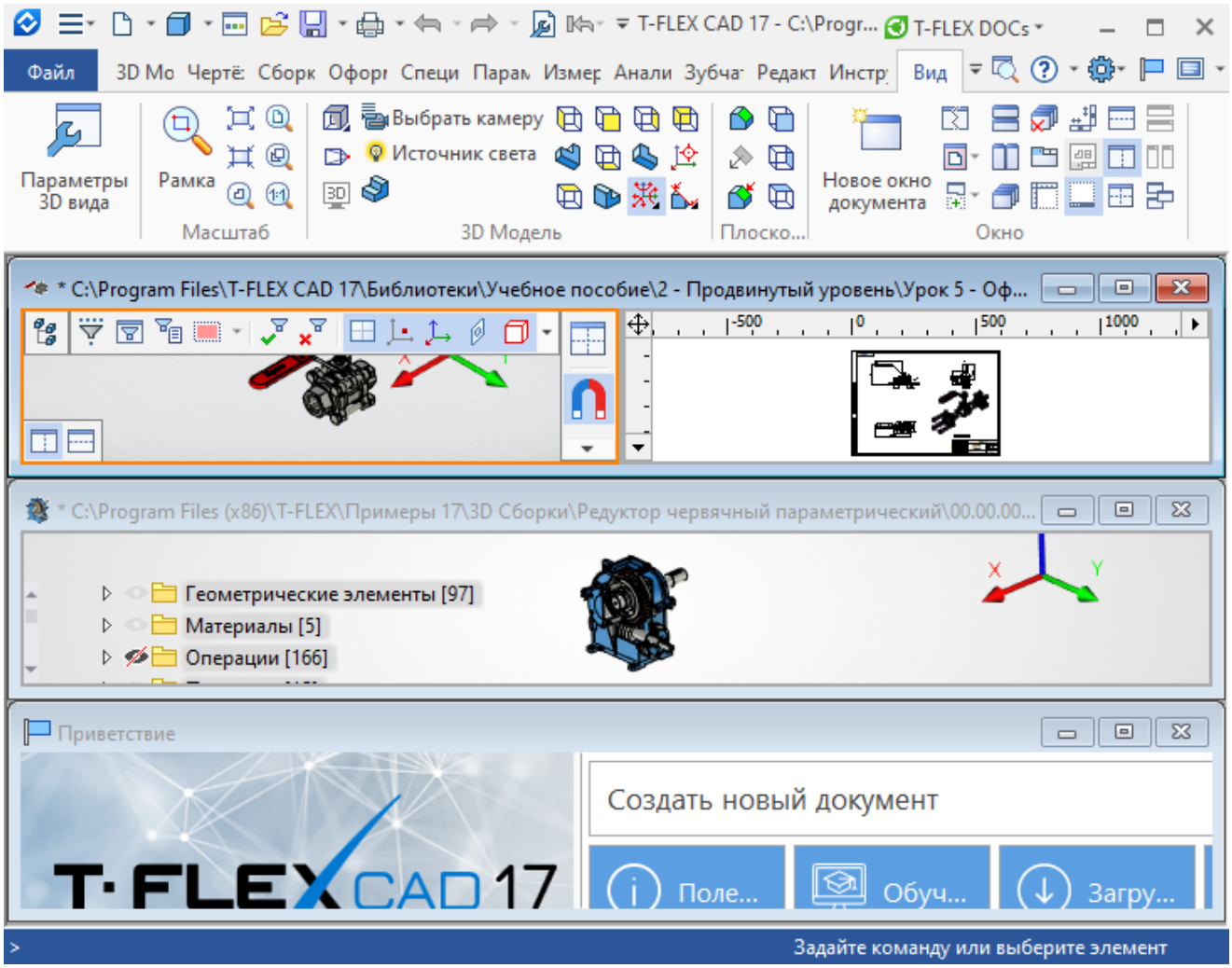
При выключенных закладках документов окна документов можно раскрывать на всю область рабочего окна T-FLEX CAD, уменьшать до произвольного размера, минимизировать.

Окна документов в этом режиме работы можно располагать любым из традиционных способов:

1. Расположить окна горизонтально

Пиктограмма	Лента
	Вид > Окно > Расположить горизонтально
Клавиатура	Текстовое меню
<WHT>	Окно > Расположить горизонтально

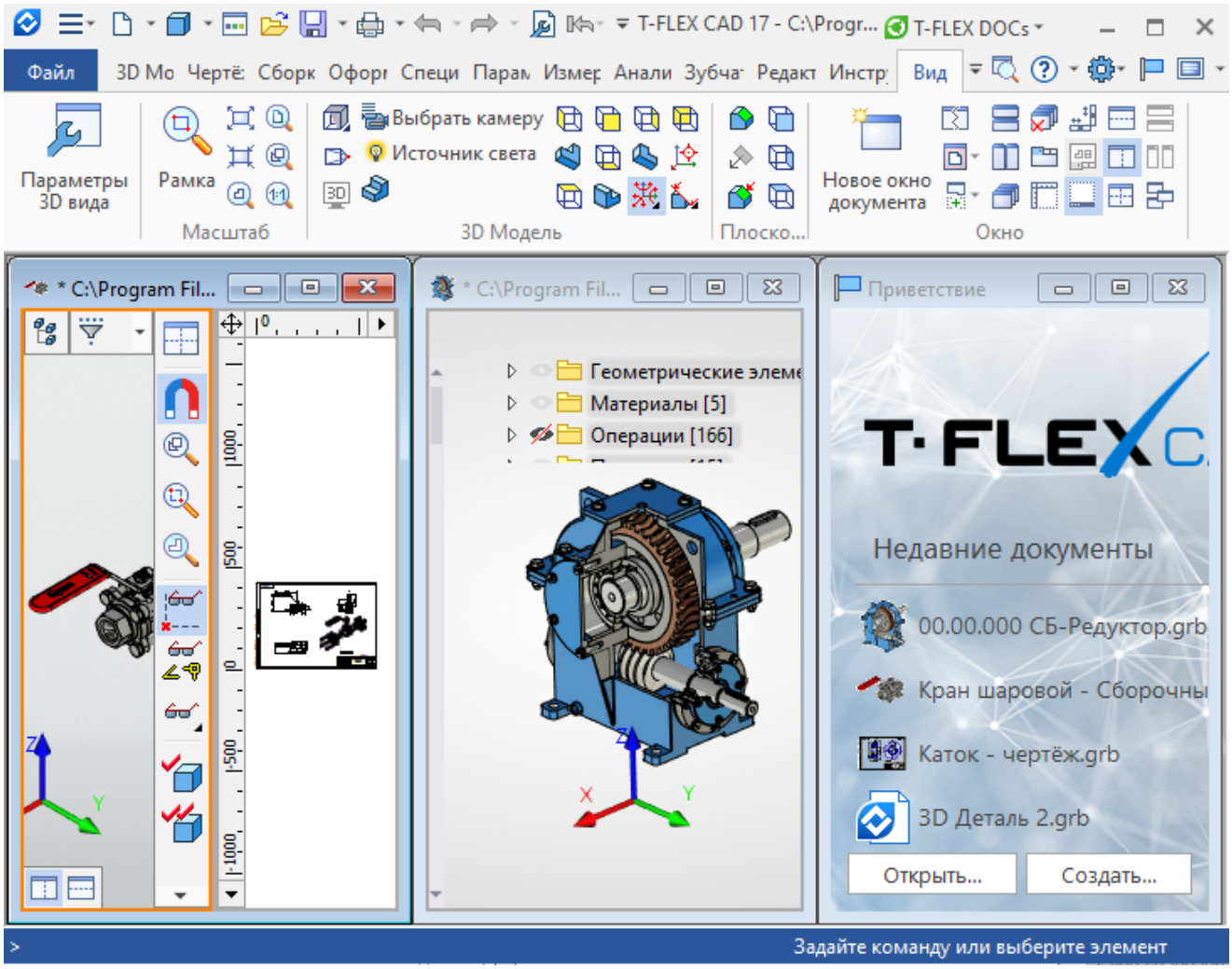
Команда позволяет расположить все открытые окна горизонтально (все свободное пространство делится поровну между окнами, окна не перекрываются).



2. Расположить окна вертикально

Пиктограмма	Лента
	Вид > Окно > Расположить вертикально
Клавиатура	Текстовое меню
<WVT>	Окно > Расположить вертикально

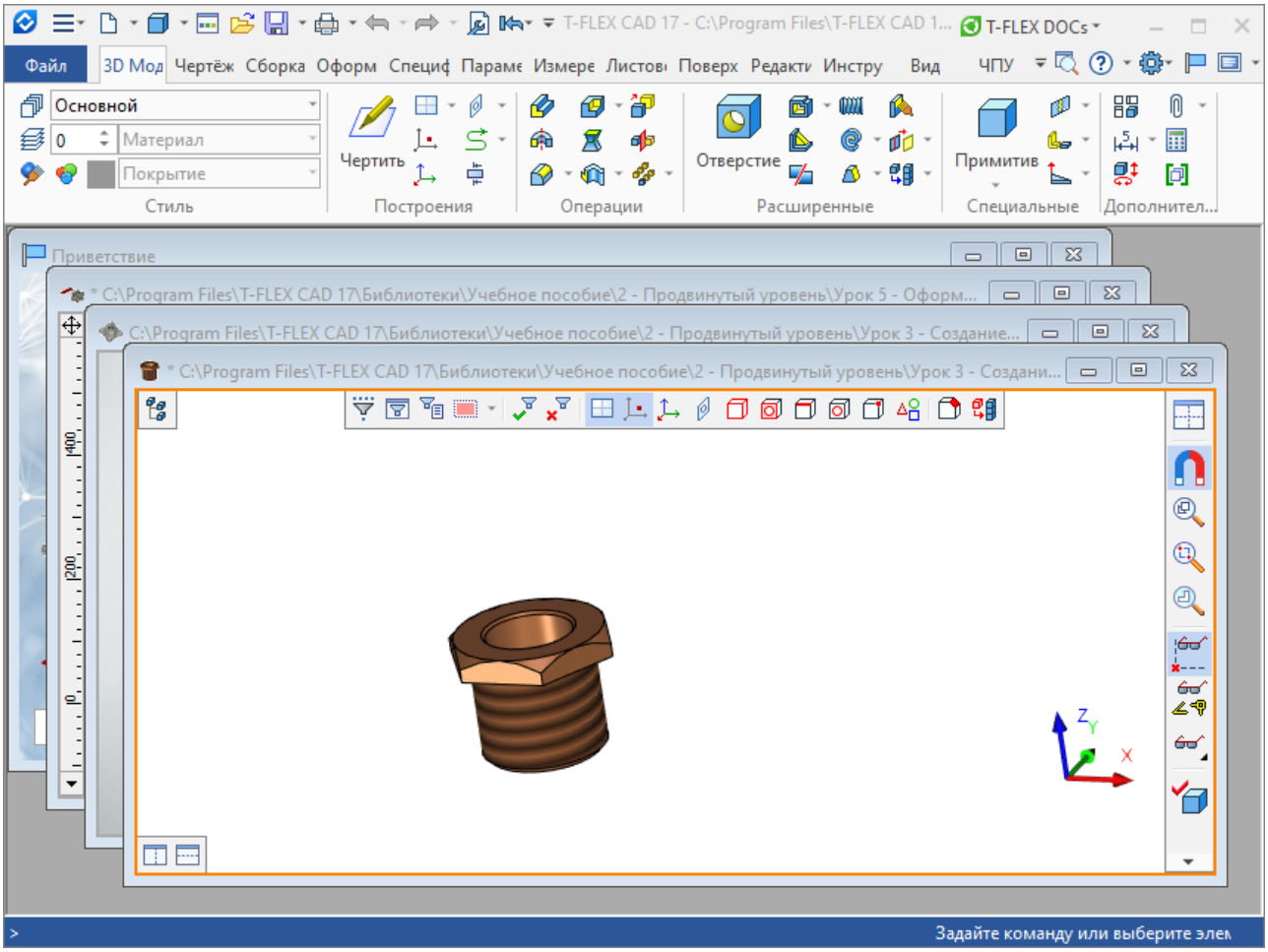
Команда позволяет расположить все открытые окна вертикально (все свободное пространство делится поровну между окнами, окна не перекрываются).



3. Расположить окна каскадом

Пиктограмма	Лента
	Вид > Окно > Расположить каскадом
Клавиатура	Текстовое меню
<WCA>	Окно > Расположить каскадом

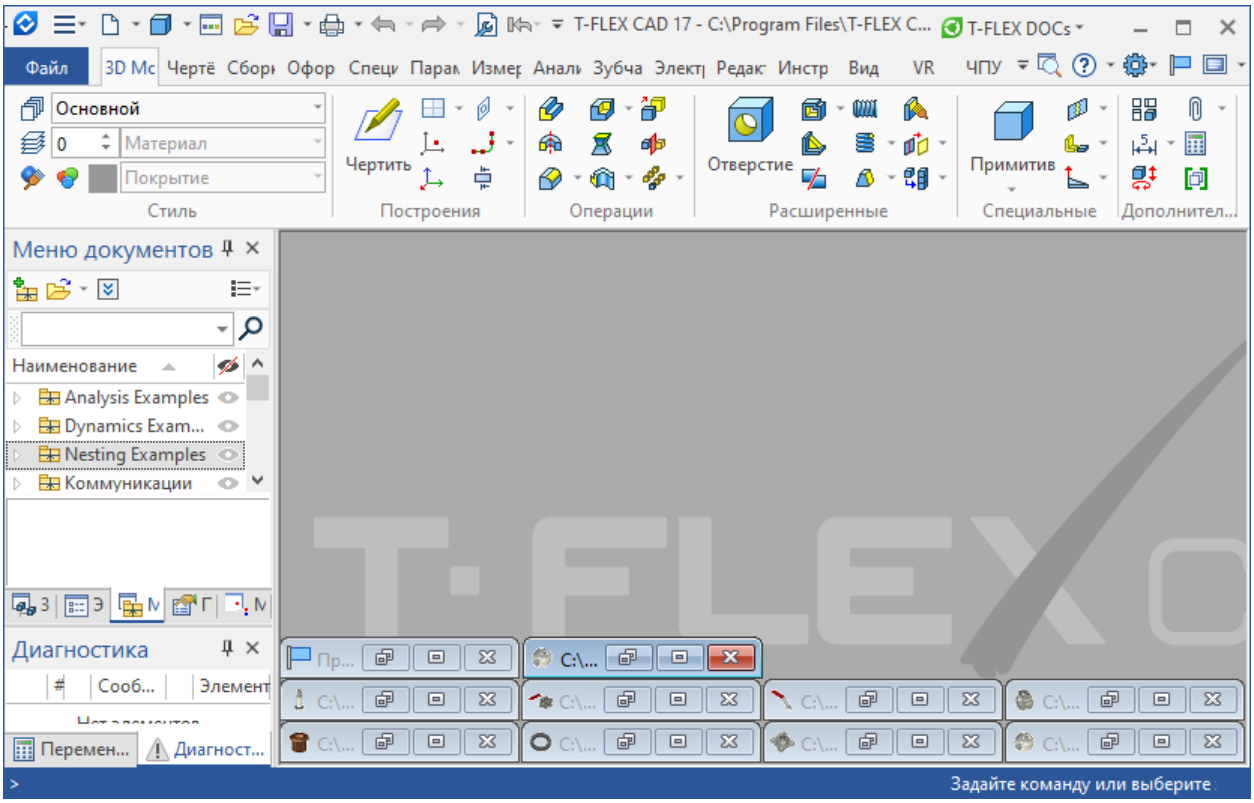
Команда позволяет расположить все открытые окна в порядке "**Каскад**" (каждое следующее окно перекрывает предыдущее, оставляя только его заголовок).



Команды **Расположить окна горизонтально**, **Расположить окна вертикально**, **Расположить окна каскадом** доступны и при включенных закладках документов. Обращение к ним в этом случае приводит к принудительному переходу в режим работы без закладок.

Когда окна всех документов минимизированы, можно с помощью команды **Упорядочить иконки** быстро расположить их по нижней границе рабочей зоны.

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
	Окно > Упорядочить иконки



Дополнительное окно документа

Для одного документа можно открыть сразу несколько окон с помощью команды Новое окно документа.

Закрытие окон документов

Закрытие отдельного окна документа описано разделе Закладки документов для случаев, когда закладки включены или отключены.

Закрыть все окна текущего документа можно с помощью команды Закрыть документ.

Закрыть все окна всех документов в текущем сеансе можно с помощью команды Закрыть все.

Разделение окна текущего документа

Окно текущего документа можно разделить на несколько частей. Подробная информация приведена в разделе Окна видов.

См. также:

- Управление служебными окнами

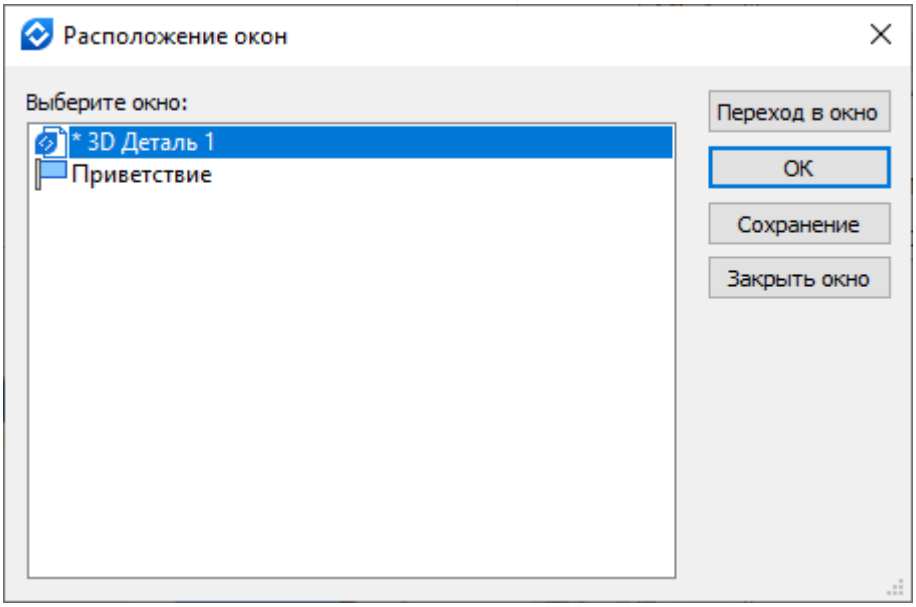
Выбор активного окна документа

Активное окно (т.е. окно текущего документа) можно выбрать разными способами. Когда включены закладки документов, можно просто указать с помощью на соответствующую закладку. Если закладки документов отключены, для последовательного перехода от окна к окну можно использовать комбинации клавиш **<Ctrl>+<F6>** или **<Ctrl>+<Tab>**.

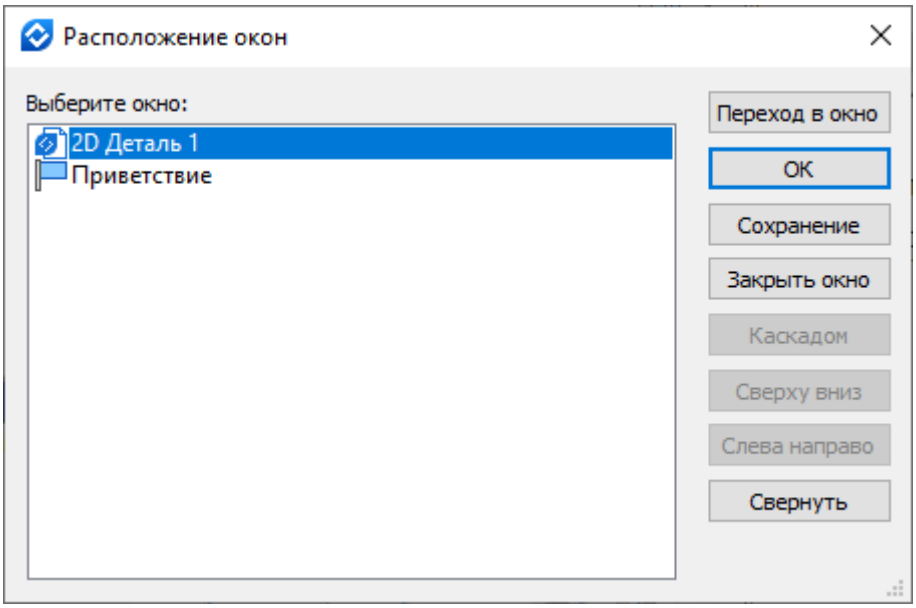
Также можно использовать список открытых окон в пункте **Окно** текстового меню. Текущее активное окно будет помечено в списке галочкой. Для перехода в другое окно достаточно указать на него курсором и нажать . Количество окон, показываемых в данном списке, не может превышать десяти. Если открыто большое количество окон документов, то для выбора одного из них можно воспользоваться командой **Список окон**:

Пиктограмма	Лента
	Вид > Окно > Список окон...
Клавиатура	Текстовое меню
	Окно > Список окон...

Также команда доступна в контекстном меню закладок документов.
После вызова команды появляется окно диалога **Расположение окон**. В нём можно выбрать окно из списка окон документов, открытых в текущем главном окне. Обратите внимание, что набор доступных кнопок в этом окне зависит от того, включены или выключены в текущий момент закладки документов.



При включённых закладках документов



При выключенных закладках документов

Справа от списка окон есть несколько вариантов действий с этими окнами. В этом списке доступен выбор нескольких объектов. При разном количестве выбранных окон будут доступны разные опции:

- **Переход в окно** - закрывает диалог расположения окон и делает выбранное окно активным (доступно только при выборе одного окна).
- **OK** - закрывает диалог расположения окон.
- **Сохранение** - вызов команды Сохранить для выбранных окон.
- **Закрыть окно** - закрывает выбранные окна.
- **Каскадом** - команда Расположить каскадом применяется к выбранным окнам (только при множественном выборе), остальные окна документов сворачиваются.
- **Сверху вниз** - команда Расположить окна горизонтально применяется к выбранным окнам (только при множественном выборе), остальные окна документов сворачиваются.
- **Слева направо** - команда Расположить вертикально применяется к выбранным окнам (только при множественном выборе), остальные окна документов сворачиваются.

- **Свернуть** - сворачивает выбранные окна.

Страницы документа

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Редактирование > Документ > Страницы
Клавиатура	Текстовое меню
<PG>	Настройка > Страницы

Кроме того, команду можно вызвать из **панели Вид** и из контекстного меню закладки страницы.
После вызова команды появляется диалог **Страницы**, позволяющий управлять страницами документа.

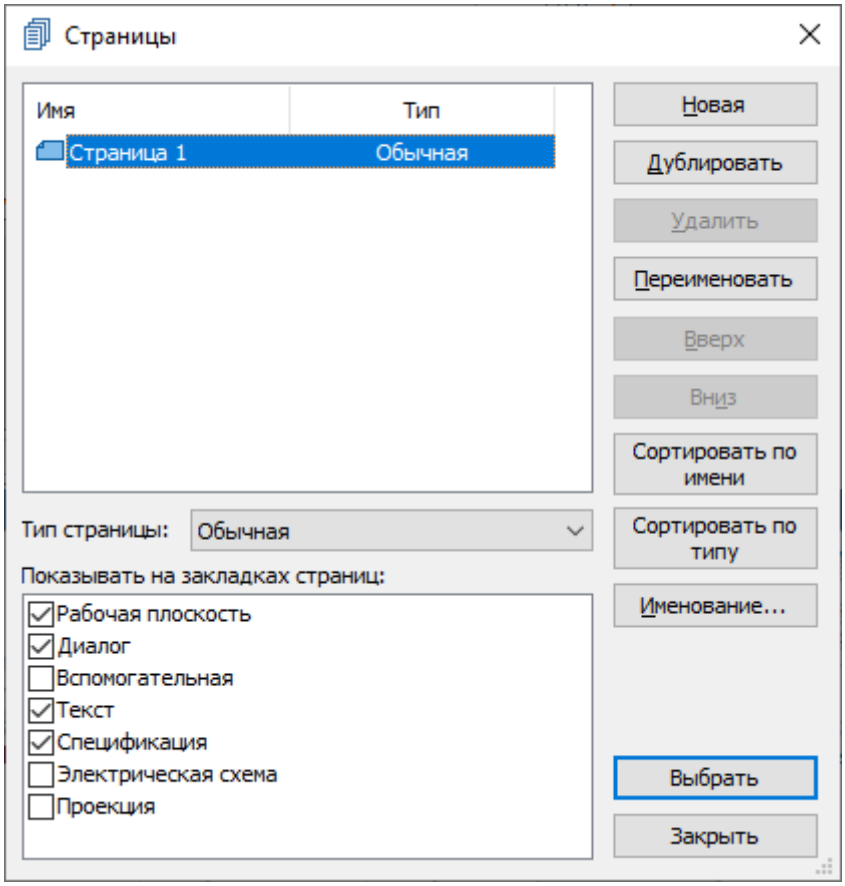
Общие сведения о страницах документа

Для удобства работы в системе T-FLEX CAD имеется возможность создания многостраничных чертежей. Например, удобно в одном файле иметь на отдельных листах вспомогательные 2D построения для создания 3D модели, проекции и сечения 3D модели с простановкой размеров или спецификацию. Каждая страница может быть использована для построения и создания различных элементов. При этом все элементы могут взаимодействовать друг с другом при помощи созданных связей, переменных, баз данных и др.
Документ T-FLEX CAD может включать в себя любое количество страниц. При создании каждый документ содержит хотя бы одну страницу.
Страницы в T-FLEX CAD подразделяются на 8 типов в зависимости от своего назначения и способа создания: **Обычная**, **Вспомогательная**, **Диалог**, **Рабочая плоскость**, **Текст**, **Спецификация**, **Электрическая схема**, **Проекция**. Такое деление является нестрогим (тип большинства страниц может быть изменен пользователем) и служит для управления отображением страниц. В 2D окне могут отображаться все страницы документа или только страницы определённых типов (управление видимостью страниц описано ниже). Таким образом, при работе с многостраничным документом пользователь может менять видимость страниц, убирая с экрана те, с которыми в данный момент не работает.
На каждой странице действуют свои параметры чертежа, задаваемые в команде **Параметры документа**: формат бумаги, масштаб чертежа, параметры шрифта, элементов оформления, цвета, свойства прорисовки элементов и т.п. Установки, сделанные в команде **Уровни**, также относятся только к той странице, на которой они были сделаны. При вызове команды **Экспортировать** система работает с текущей страницей чертежа (кроме экспорта в формат AutoCad, когда конвертируются все страницы документа).

> Изменение параметров по умолчанию действует на все страницы одновременно. То же относится к работе со слоями в команде **Слои**.

По умолчанию если документ T-FLEX CAD содержит несколько страниц, в нижней части окна чертежа отображаются закладки с именами видимых страниц. Видимостью закладок можно управлять с помощью команды Закладки страниц.
Между страницами можно переключаться, не выходя из текущей команды. Это дает возможность при создании, например, копии или выносного вида, указывать элементы, расположенные на разных страницах.

Работа с диалогом Страницы



В верхней части окна диалога размещён список отображаемых в 2D окне страниц чертежа: имя страницы и её тип.

В нижней части окна диалога находится группа флагов **Показывать на закладках страниц**, управляющая наличием в списке (и, соответственно, в 2D окне) страниц определённого типа: **Рабочая плоскость**, **Диалог**, **Вспомогательная**, **Текст**, **Спецификация, Электрическая схема, Проекция**.

> Страницы, имеющие тип **Обычная**, всегда содержатся в списке страниц и в 2D окне документа

> Видимость страниц также можно настроить в **Параметрах документа**.

Указав с помощью страницу в списке страниц, можно изменить её тип, выбрав нужное значение из выпадающего списка **Тип страницы**.

> Страницы, имеющие тип **Рабочая плоскость**, создаются только при создании рабочей плоскости в соответствующих командах (их тип изменить нельзя).

Графические кнопки в правой части окна диалога позволяют выполнить следующие действия для выбранной в списке страницы:

Новая. Создание новой страницы чертежа. При нажатии в документ добавляется новая страница и включается режим редактирования её имени. По умолчанию она имеет тип **Обычная**. При необходимости вы можете назначить нужный тип с помощью выпадающего списка **Тип страницы**.

Дублировать. Создаёт копию выбранной страницы с её параметрами.

Удалить. Удаляет выбранную в списке страницу чертежа. Если страница не пуста (содержит какие-либо элементы), то система спрашивает, удалять ли объекты, находящиеся на странице или связанные

с ней. При положительном ответе удаляется страница и все её объекты, при отрицательном ответе удаления не происходит.
Переименовать. Изменение имени страницы. Имя страницы отображается на закладке. При нажатии имя страницы выделяется и его можно изменить. При переименовании страницы типа **Рабочая плоскость**, параметр **Имя** рабочей плоскости изменяется в соответствии с новым именем страницы.
Вверх. Перемещает текущую страницу на одну строку вверх в списке.
Вниз. Перемещает текущую страницу на одну строку вниз в списке.
Сортировать по имени и **Сортировать по типу**. Меняет порядок отображения страниц в списке.

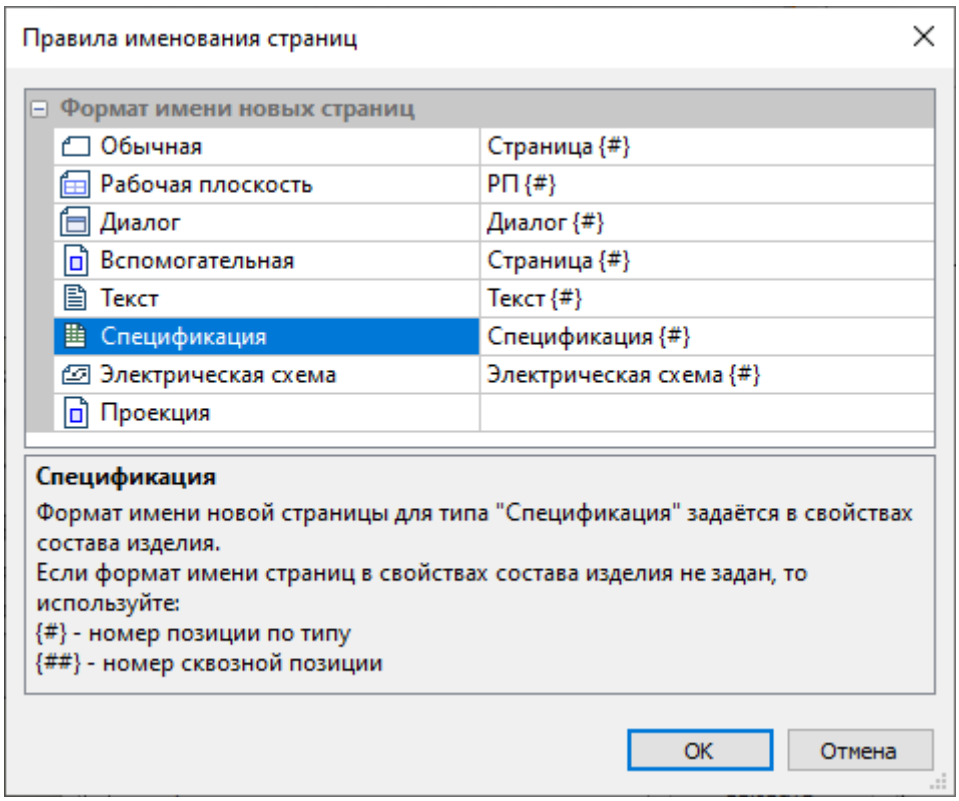
> Следует отметить, что порядок страниц в документе (это отображается с помощью закладок страниц) соответствует их положению в списке данной команды.

Именование... Открывает диалог **Правила именования страниц**.
Выбрать. Эта команда делает выбранную страницу активной. Открывает в 2D окне выбранную страницу чертежа.
Закрыть. Закрытие диалога Страница. Завершить выполнение команды.

Правила именования страниц

Данный диалог позволяет настроить имена, автоматически присваиваемые создаваемым страницам. В левой части диалога отображаются типы страниц, доступные в T-FLEX CAD. В правой части диалога можно ввести имя для данного типа страниц. В состав имени страницы может входит любой заданный пользователем текст а также автоматически задаваемый номер. Доступны два формата номеров:

- **{#} - номер позиции по типу**
  Для каждого типа страниц задается отдельная нумерация.
- **{##} - номер сквозной позиции**
  Номера не зависят от типа страниц.



Особенности работы с многостраничным документом

Как уже было сказано выше, каждая страница многостраничного документа T-FLEX CAD может быть использована для создания различных элементов: узлов, линий построения и изображения, штриховок, текстов и т.д. При необходимости элементы можно перемещать/копировать с одной страницы на другую.

Элементы, расположенные на разных страницах одного документа, могут быть абсолютно независимы друг от друга или, наоборот, связаны различными способами: операцией копирования, проекционными связями, с помощью переменных и баз данных. Кроме того, T-FLEX CAD позволяет создавать элементы, расположенные одновременно на нескольких страницах. При создании текстов и спецификаций имеется возможность задать переход на новую страницу при выходе за границы области создаваемого элемента. В результате на каждой странице будет отображаться соответствующая часть многостраничного элемента. Команды редактирования и изменения параметров применяются ко всему элементу, вне зависимости от того, какая его часть была выбрана при вызове команды.

Многостраничный документ, как и любой документ T-FLEX CAD, может быть вставлен в другой документ в качестве фрагмента или картинки, экспортирован в другой графический формат или выведен на печать. Каждый из этих случаев следует рассмотреть особо.

- В случае использования многостраничного документа как фрагмента в сборочный чертёж вставляется только одна страница документа-фрагмента. Поэтому при вставке фрагмента пользователь может, в дополнение к выбору точек или вектора привязки и заданию переменных фрагмента, указать страницу чертежа-фрагмента, которая и будет вставлена в сборочный чертёж.
- При вставке многостраничного документа в другой чертёж как картинки также вставляется только одна страница выбранного документа. Нужная страница определяется пользователем при вставке картинки.
- При экспорте многостраничного документа в другой графический формат в результирующем графическом файле сохраняется активная на момент вызова команды страница документа (кроме экспорта в формат AutoCad).

- При выводе документа на печать пользователь в диалоге параметров печати может указать страницы, которые необходимо напечатать.

Основные темы в этом разделе:

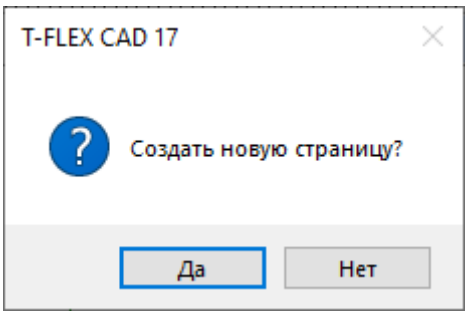
- Создание страниц
- Размеры страницы
- Закладки страниц
- Формат листа
- Ориентация листа
- Масштаб листа

Создание страниц

Дополнительные страницы документа T-FLEX CAD могут быть созданы несколькими способами.

- С помощью клавиши **<Page Down>**. Таким страницам при создании автоматически присваивается тип **Обычная**;
- С помощью команды **Новая страница** в контекстном меню закладок страниц;
- В команде **Страницы**;
- **Автоматически** при работе с некоторыми командами. Тип создаваемой таким образом страницы зависит от используемой команды. Например, команда **Элемент управления** позволяет создать страницу типа **Диалог**, команда **Чертежный вид** – страницу типа **Вспомогательная**. Команда **Рабочая плоскость** создаёт страницы типа **Рабочая плоскость**, а в команде **Создать отчёт/спецификацию**, создаются страницы типа **Спецификация**.

Наиболее быстрым способом создания новой страницы является использование клавиши **<Page Down>**. Для создания новой страницы нужно, перейдя на последнюю существующую страницу чертежа, нажать клавишу **<Page Down>**. После этого следует утвердительно ответить на вопрос о создании новой страницы. В итоге создаётся новая страница. Ей автоматически присваивается новое имя «Страница N», где N – номер страницы. Автоматически присваиваемые имена можно настроить. Уже присвоенное имя можно изменить с помощью команды **Страницы** или контекстного меню закладки страницы.



При создании страницы установки копируются для неё со страницы, активной в данный момент. Эти настройки можно впоследствии изменить, сделав страницу активной и вызвав команду **Параметры документа.**

Размеры страницы

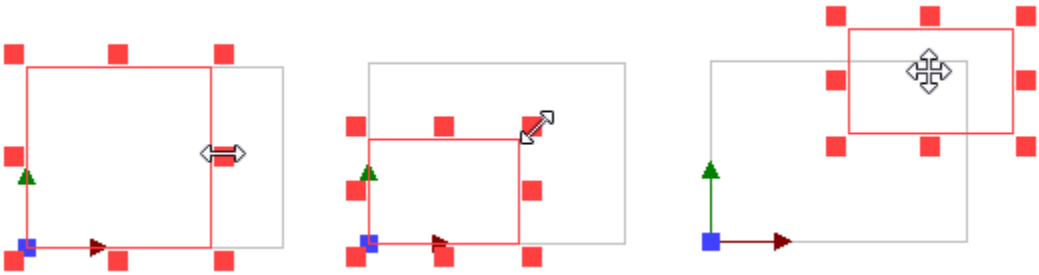
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Редактирование > Документ > Размеры страницы
Клавиатура	Текстовое меню
<PZ>	Настройка > Размеры страницы

Команда также доступна в контекстном меню, вызываемом нажатием на свободном пространстве 2D окна.

В 2D окне команда доступна всегда и позволяет изменить положение текущей страницы любого типа относительно её системы координат и значения размеров страницы. При изменении значений размеров страницы с помощью данной команды они меняются и в параметрах документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Лист** > **Размер листа**). При изменении размеров и положения страницы рабочей **плоскости** в 2D окне меняются также размеры и положение этой плоскости в 3D сцене. Изменение размеров и положения страницы рабочей **поверхности** в 2D окне не влияет на размеры и положение этой поверхности в 3D сцене.
В 3D окне команда **Размеры страницы** доступна только при выборе рабочей плоскости или рабочей поверхности, а также в режиме черчения на активной РП, и запускает команду **Размер и положение** для этой плоскости или поверхности.

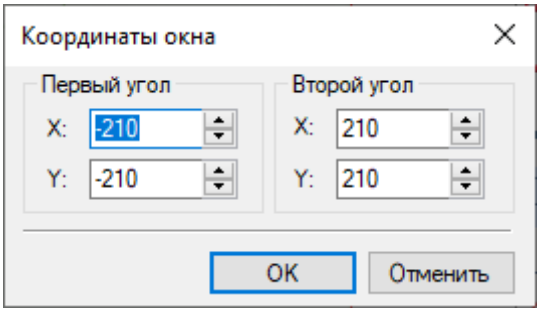
После вызова команды контур страницы подсветятся красным, а в ключевых точках контура появятся маркеры в виде квадратов. Если указать курсором мыши на один из квадратов, расположенных в углах прямоугольника, то курсор принимает форму и, перемещая мышь с нажатой левой кнопкой, вы сможете изменять размер диагонали прямоугольника. Если указать курсором мыши на один из квадратов, расположенных в середине сторон прямоугольника, то курсор принимает форму и, перемещая мышь с нажатой левой кнопкой, вы сможете изменять вертикальный или горизонтальный размер прямоугольника. Если указать курсором мыши внутрь прямоугольника, то курсор принимает форму и, перемещая мышь с нажатой левой кнопкой, вы сможете изменять положение прямоугольника.



Помимо стандартных опций для выхода из команды с подтверждением или без подтверждения внесённых изменений, в автоменю команды доступна следующая опция:

<P> Установить размеры страницы

Данная опция вызывает диалог, в котором можно задать координаты **X** и **Y** двух противоположных вершин контура страницы.



См. также:

- Страницы документа
- Размер и положение

Закладки страниц

Вызов команды:

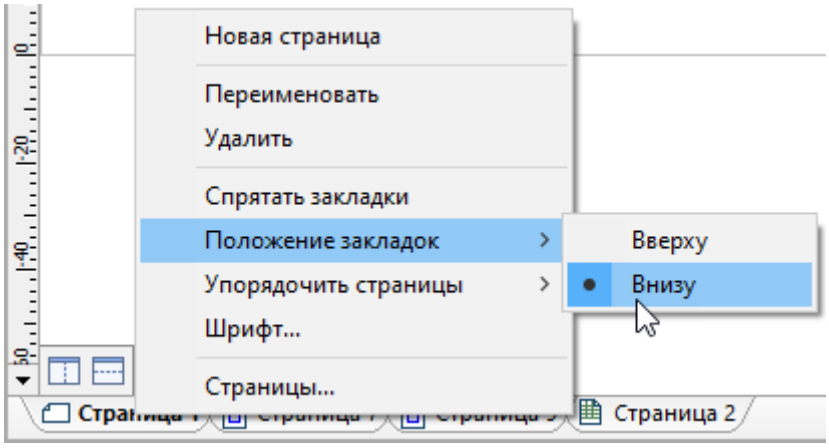
Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Настройка > Элементы интерфейса > Закладки страниц Вид > Окно > Закладки страниц > Элементы интерфейса > Закладки страниц
Клавиатура	Текстовое меню
	Настройка > Окна > Закладки страниц

Команда включает/выключает отображение закладок страниц в 2D окне.

Если документ T-FLEX CAD содержит несколько страниц, в окне чертежа могут отображаться закладки с именами видимых страниц. Набор видимых страниц зависит не только от наличия страниц в документе, но и от установленных флагов **Показывать на закладках страниц** в диалоге команды **Страницы**.

Управление закладками

Закладки страниц по умолчанию располагаются вдоль нижней границы окна документа T-FLEX CAD. При необходимости их положение можно изменить, переместив закладки страниц вверх, как это было в предыдущих версиях T-FLEX CAD. Для этого достаточно указать курсором мыши на закладку страницы, вызвать контекстное меню с помощью и изменить состояние переключателя **Положение закладок** на требуемое (**Вверху** или **Внизу**).

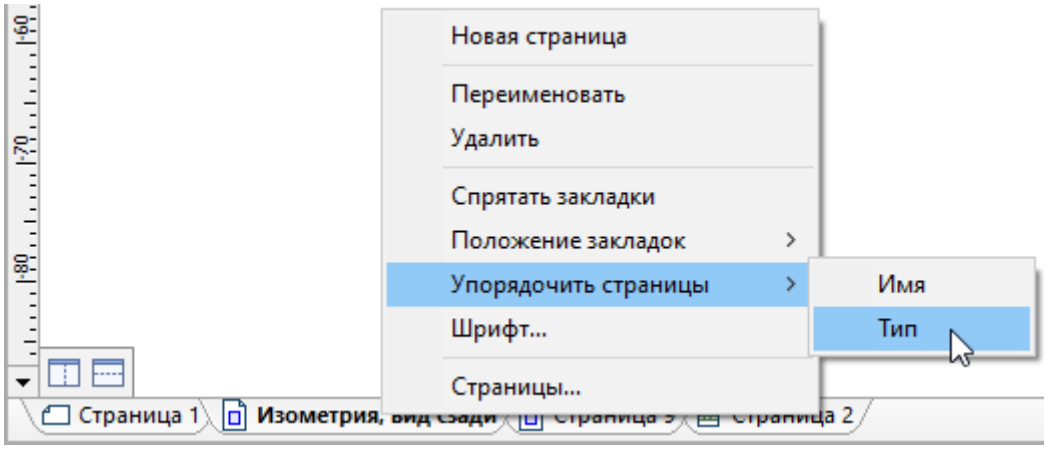


Закладки страниц используются для быстрого перехода между страницами текущего документа. Для перехода на нужную страницу документа достаточно указать курсором на её закладку и нажать . Кроме того, для перехода между страницами можно использовать клавиши **<Page Up>**, **<Page Down>**.

Если нажать **<Page Down>**, находясь на последней странице текущего документа, система предложит создать новую страницу. Созданная страница будет помещена в конец списка страниц данного документа. Создать новую страницу можно также, воспользовавшись командой **Новая страница** в контекстном меню для закладки любой страницы.

На закладке каждой страницы отображается имя страницы, а также значок, отображающий её тип. По умолчанию система присваивает страницам имена Страница 1, Страница 2 и т.д., однако в дальнейшем для удобства работы эти имена можно изменить на более значимые. Для переименования страницы можно из контекстного меню для её закладки вызвать команду **Переименовать**. После вызова команды система перейдёт в режим редактирования текста на закладке.

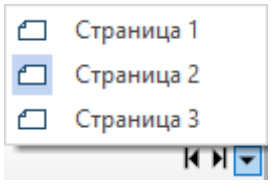
Порядок следования страниц в документе можно изменять. Быстро рассортировать страницы по именам или по типам можно с помощью команд **Упорядочить страницы** > **Имя** и **Упорядочить страницы** > **Тип** всё того же контекстного меню, вызванного на любой из закладок текущего документа.



Произвольное изменение порядка следования страниц можно выполнять и простым перетаскиванием закладки страницы в другое место. Для этого надо подвести курсор мыши к нужной закладке, нажать и, не отпуская нажатой клавиши мыши, переместить курсор к требуемому месту в списке закладок.

С помощью команды **Шрифт...** можно изменить параметры шрифта, используемого для отображения текста на закладках страниц. При вызове команды открывается стандартное окно параметров шрифта.
Команда **Удалить** позволяет удалить ту страницу, на закладке которой было вызвано контекстное меню. Если удаляемая страница содержит какие-либо построения, система сообщит об этом и попросит подтвердить необходимость удаления страницы и всего её содержимого.
Команда **Страницы** вызывает диалог для управления страницами документа. Диалог позволяет выполнять различные действия со страницами: создавать и удалять страницы, переименовывать, менять тип страницы и её положение в списке страниц.
Команда **Спрятать закладки** отключает отображение закладок страниц документов. Включить отображение закладок страниц после их отключения можно с помощью команды **Закладки страниц**.

Кнопки быстрого перехода между страницами

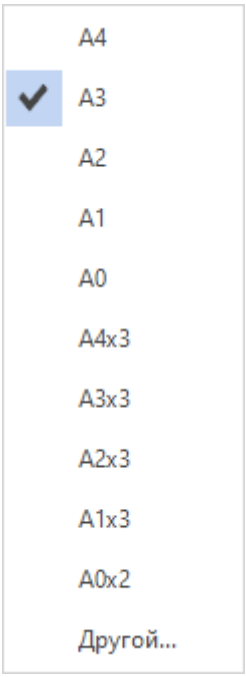


При включенных закладках страниц в правой части строки закладок отображаются следующие кнопки:
- Переход к первой странице документа.
- Переход к последней странице документа.
- Кнопка вызывает выпадающий список всех видимых страниц. Выберите страницу в списке для перехода к ней.

Если размеры области закладок не позволяют уместить закладки всех видимых страниц, то дополнительно отображаются кнопки перехода к предыдущей и следующей странице.
Кнопки можно нажимать как при помощи так и при помощи .

Формат листа

Выпадающий список основных стандартных форматов листа доступен на **панели Вид** в 2D окне. Выбранный формат применяется к текущей странице чертежа. При выборе опции **Другой...** открывается **вкладка Лист диалога Параметров документа**, где можно выбрать другие форматы или ввести с клавиатуры пользовательские значения высоты и ширины листа.



Ориентация листа

Команда переключения ориентации листа текущей страницы чертежа доступна на **панели Вид** в 2D окне. Возможны два варианта ориентации:

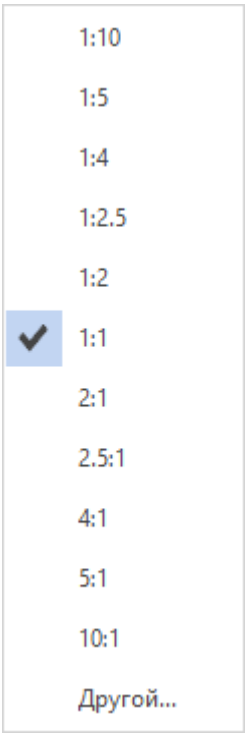
Альбомная;

Книжная.

Иконка команды соответствует ориентации, применённой в данный момент.

Масштаб листа

Выпадающий список основных стандартных масштабов чертежа доступен на **панели Вид** в 2D окне. Выбранный масштаб применяется к текущей странице чертежа. При выборе опции **Другой...** открывается **вкладка Лист диалога Параметров документа**, где можно выбрать другие масштабы или ввести с клавиатуры пользовательское значение масштаба.



Печать текущего документа

Вызов команды:

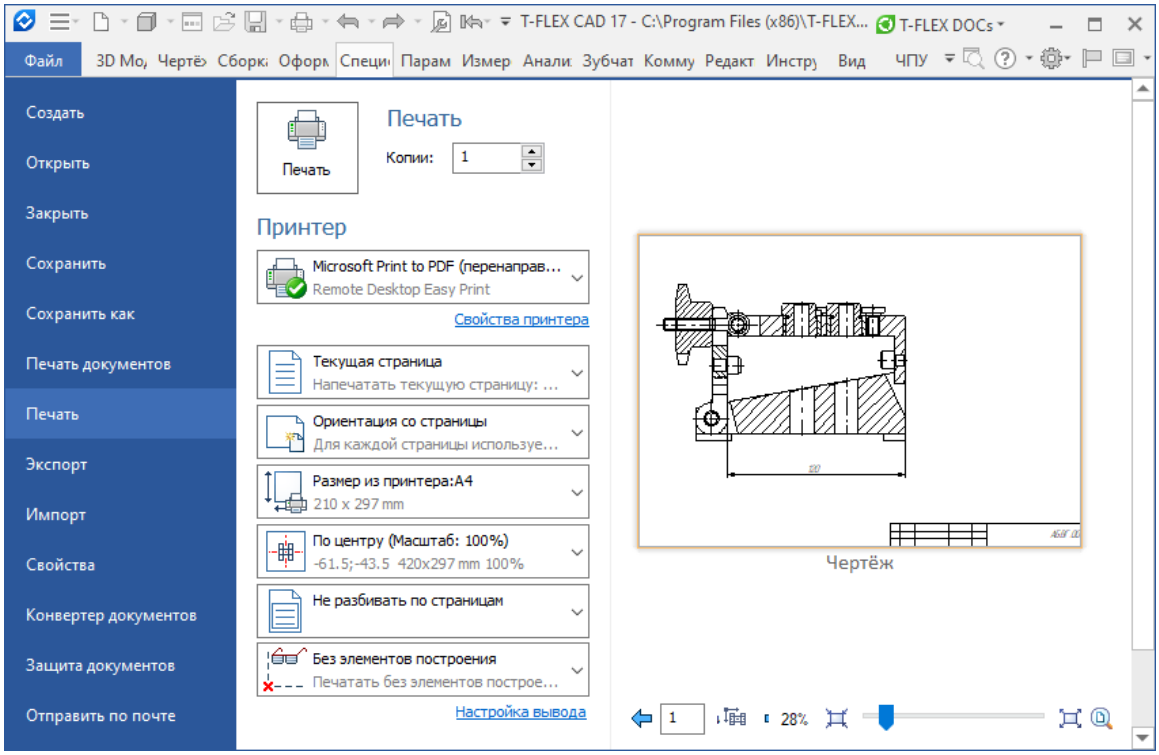
Пиктограмма	Лента
	Файл > Печать
Клавиатура	Текстовое меню
<PT>, **<Ctrl>+<P>**	Файл > Печать

Команда также доступна на панели быстрого доступа.

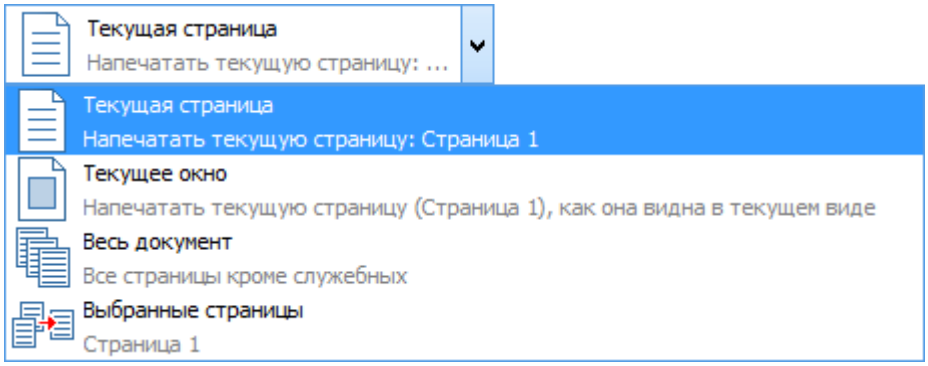
Позволяет можно вывести на принтер или другое печатающее устройство один (текущий) документ T-FLEX CAD, аналогично командам печати большинства Windows-приложений.

На печать может выводиться как 2D чертеж, так и 3D модель. Это зависит от того, какое окно было активно в момент вызова команды печати. На печать выводятся все элементы, видимые на экране, за исключением тех, которые находятся на слое с атрибутом **Экранный.** Следует иметь в виду, что элементы построения по умолчанию на печать не выводятся.

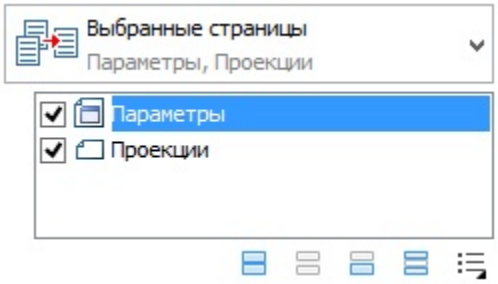
После вызова команды, на экране появляются элементы для настройки печати.



Копии. Количество копий печатаемого документа.
Принтер. Выбор принтера из списка. В списке отображаются все установленные принтеры.
Кнопка **Свойства принтера** вызывает диалог Windows для настройки свойств выбранного принтера, в котором можно установить качество печати, параметры страницы и т. д.



Текущая страница. При установке данного параметра на печать будет выводиться изображение, попадающее в текущее окно, в том числе изображение, попадающее за пределы форматки.
Текущее окно. При установке данного параметра на печать будет выводиться только то, что попадает внутрь рамки форматки.
Весь документ. Будут напечатаны все страницы документа типа «Обычная», «Текст» и «Спецификация». Если 3D вид являлся активным на момент вызова команды печати, он также будет напечатан.
Выбранные страницы. При печати многостраничного чертежа можно выбрать, какие из страниц вывести на печать. Появляется список доступных страниц. Необходимо установить флаг напротив необходимых страниц или можно воспользоваться одной из опций.



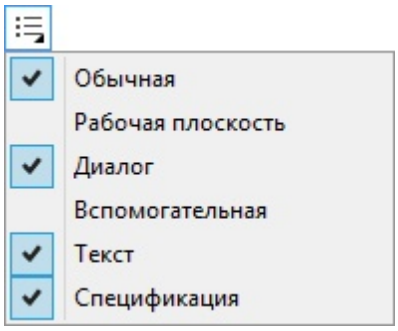
Выбрать все. Будут выбраны все доступные в списке страницы.

Сбросить выбранное. Отменяет выбор страниц.

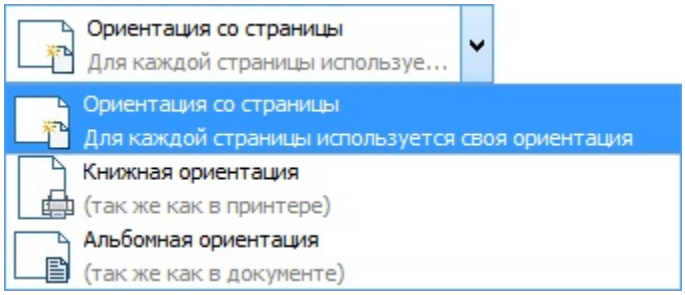
Инвертировать выбор. Инвертирует выбор страниц.

Только нечётные. Будут выбраны только нечётные страницы в списке.

Фильтр. Позволяет выбрать тип страниц, которые будут отображаться в списке для выбора.



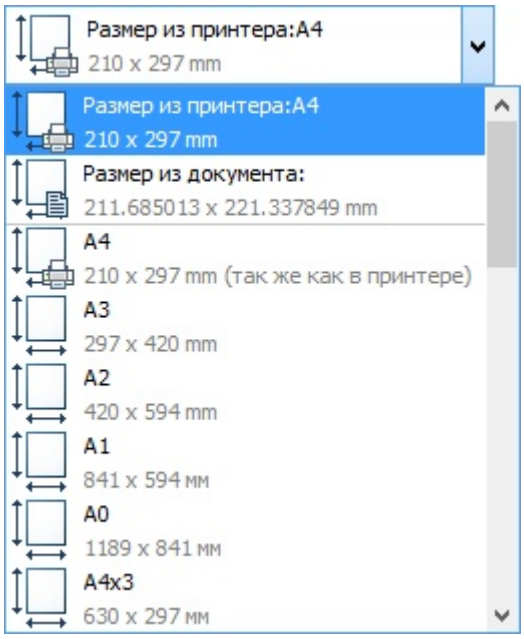
Для печати можно выбирать 3D вид. Для этого он должен быть активен в текущем окне. При печати 3D вида осуществляется динамический подбор разрешения печатаемого растрового изображения в зависимости от разрешения принтера и масштаба.



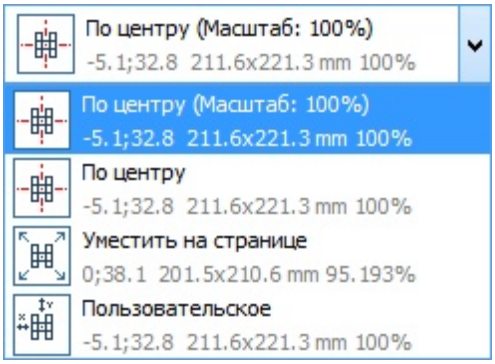
Ориентация со страницы, позволяет задавать ориентация каждой страницы по отдельности при печати.

Книжная ориентация. Задаёт книжную ориентацию печатаемой страницы.

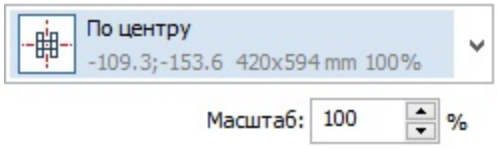
Альбомная ориентация. Задаёт альбомную ориентацию печатаемой страницы.



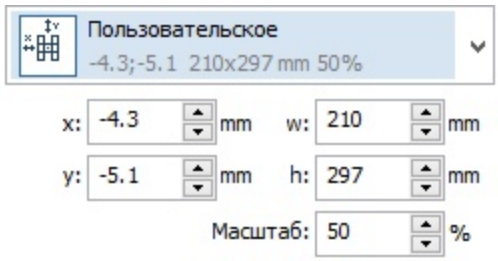
Из настроек принтера. Размер бумаги, которая будет распечатываться, определяется настройками принтера. Данный режим устанавливается по умолчанию.
Из документа. Размер бумаги определяется настройками текущего документа.
Кроме того, размер бумаги можно выбрать вручную из списка.



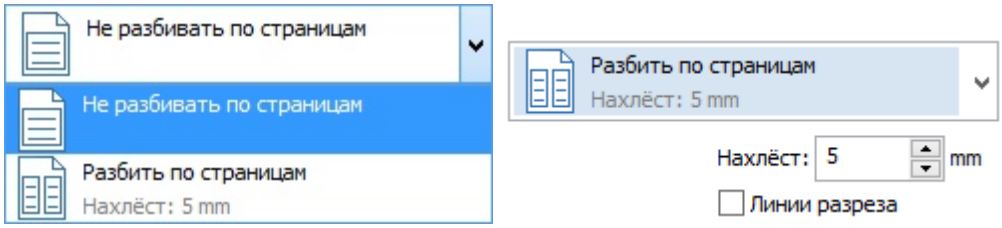
По центру (Масштаб: 100%). При установке данного параметра изображение автоматически располагается по центру бумаги в масштабе 100%.
По центру. При установке данного параметра изображение автоматически располагается по центру бумаги, но его масштаб можно задать вручную.



Уместить на странице. При установке данного параметра чертёж будет масштабироваться таким образом, чтобы целиком уместиться на одной странице.
Пользовательское. При установке данного параметра, положение чертежа на бумаге и его масштаб можно задать вручную.



Левый и **Верхний**. Данные параметры устанавливают отступы от левого и верхнего края бумаги соответственно.
Ширина и **Высота**. Устанавливают ширину и высоту печатаемой картинки.
Масштаб. Устанавливает масштаб изображения.
При установке вручную одного из трёх последних параметров, остальные два рассчитываются автоматически с сохранением пропорций чертежа.

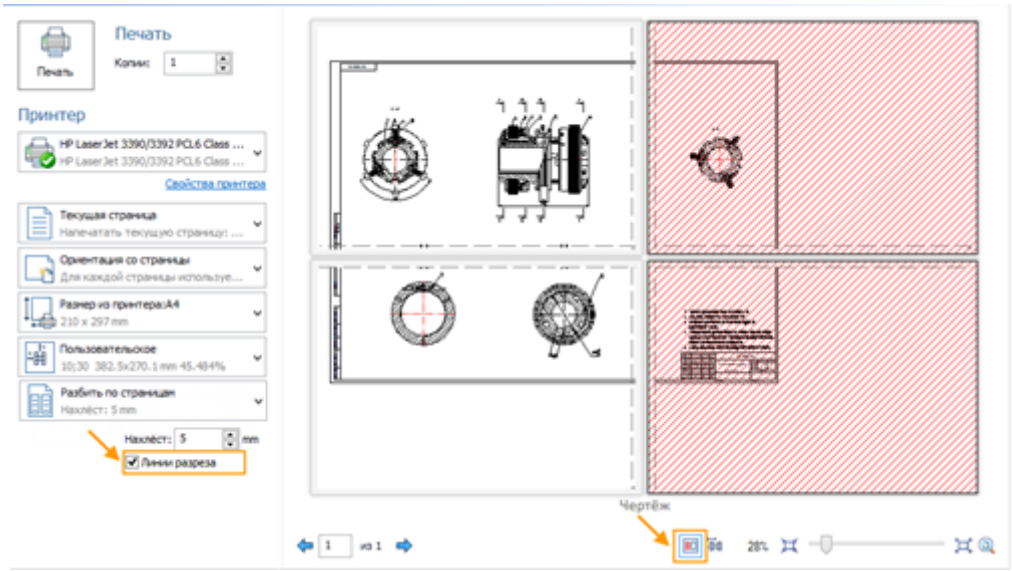


Не разбивать по страницам. Чертёж будет размещён на одной странице.
Разбить по страницам. Опция используется, когда требуется вывести чертёж на печать в строго определённом масштабе, а изображение не может при этом разместиться на одной странице. Она позволяет автоматически поместить чертёж на нескольких страницах. Результат можно предварительно наблюдать в окне просмотра.

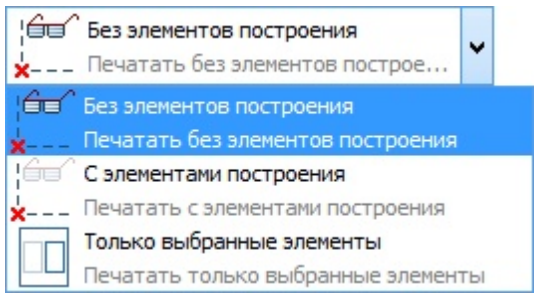
> При выборе этой опции автоматически включается параметр положения чертежа Пользовательское.

Для печати линий реза нужно включить опцию **Линии реза.** Опция появляется в режиме **Разбить оп страницам.**

В этом режиме также появляется опция , позволяющая выбрать непечатаемые страницы.



Нахлёст. Эта опция устанавливает величину наложения друг на друга соседних листов бумаги при использовании опции **Разбить по страницам**. Нахлёст впоследствии позволит склеить отдельные страницы в единый лист.

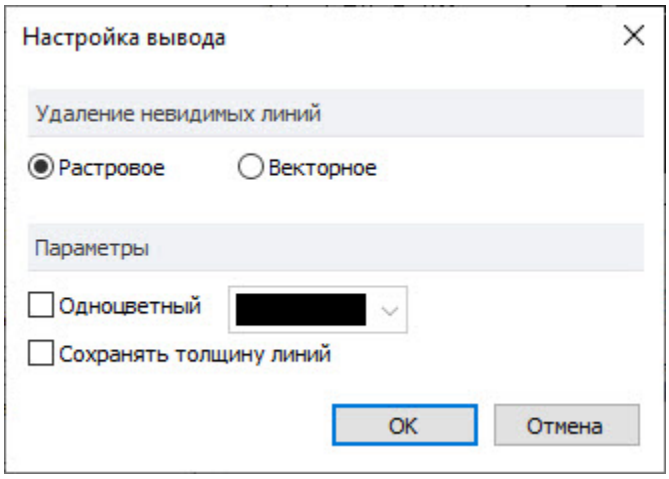


Без элементов построения. Элементы построения не будут выведены на печать.
Выводить элементы построения. При установке данного параметра элементы построения также будут выводиться на печать.

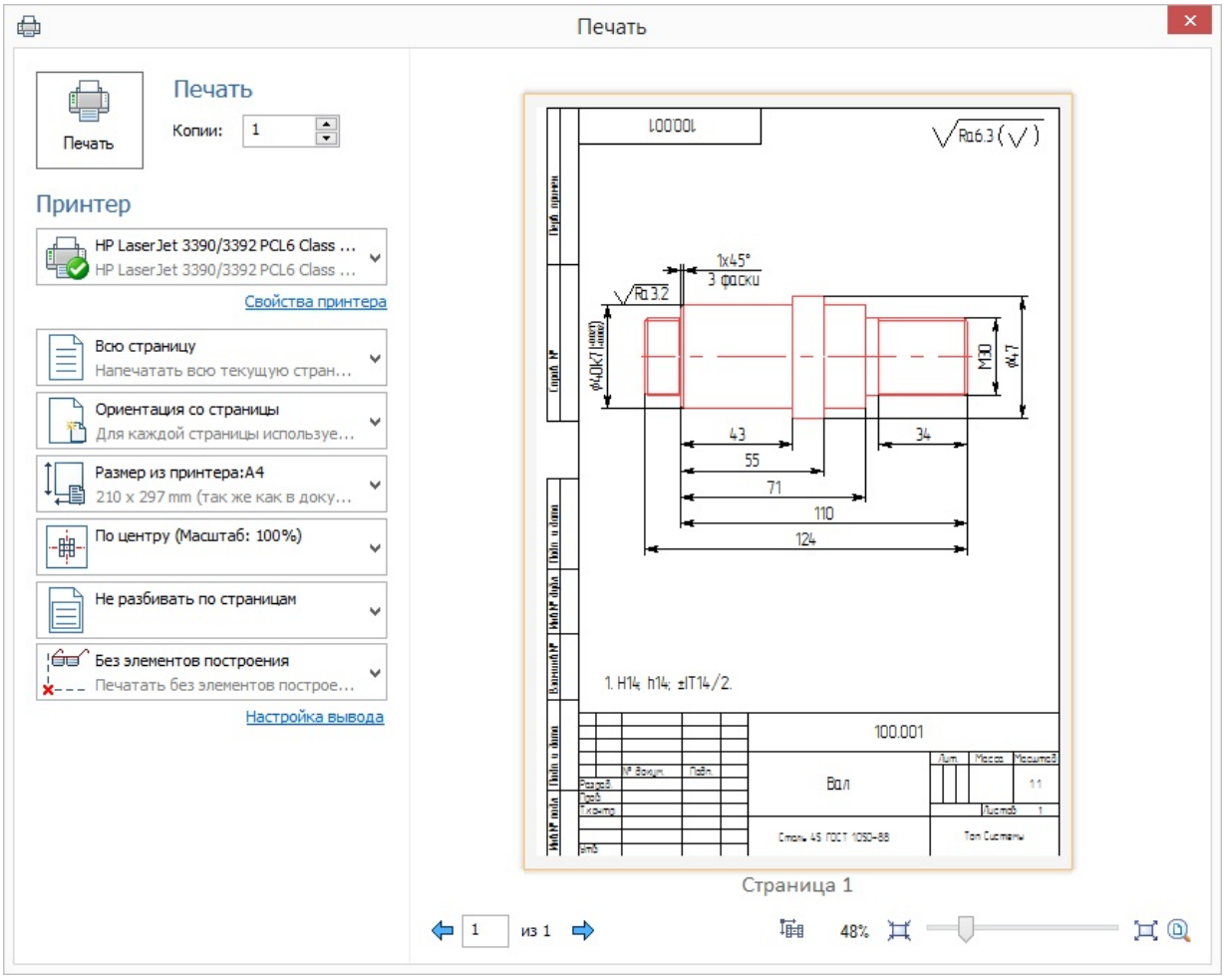
Только выбранные элементы. Включение данного флажка позволяет выводить на печать только выбранные элементы чертежа.

> Настроенные в диалоге Печать параметры сохраняются и отображаются при последующем открытии диалога печати.

Диалог **Настройка вывода**.



Удаление невидимых линий. Имеется возможность задать метод удаления невидимых линий на чертеже: растровое или векторное удаление. Эта опция важна при выводе чертежа на перьевые плоттеры, для которых требуется векторное удаление невидимых линий.
Одноцветный. С помощью этой опции можно вывести на печать весь чертеж одним цветом.
Сохранять толщину линий. Установка данного параметра помогает избежать изменения толщины линий при печати документа в масштабе, отличном от 100%.
В правой части диалога находится **окно просмотра**.

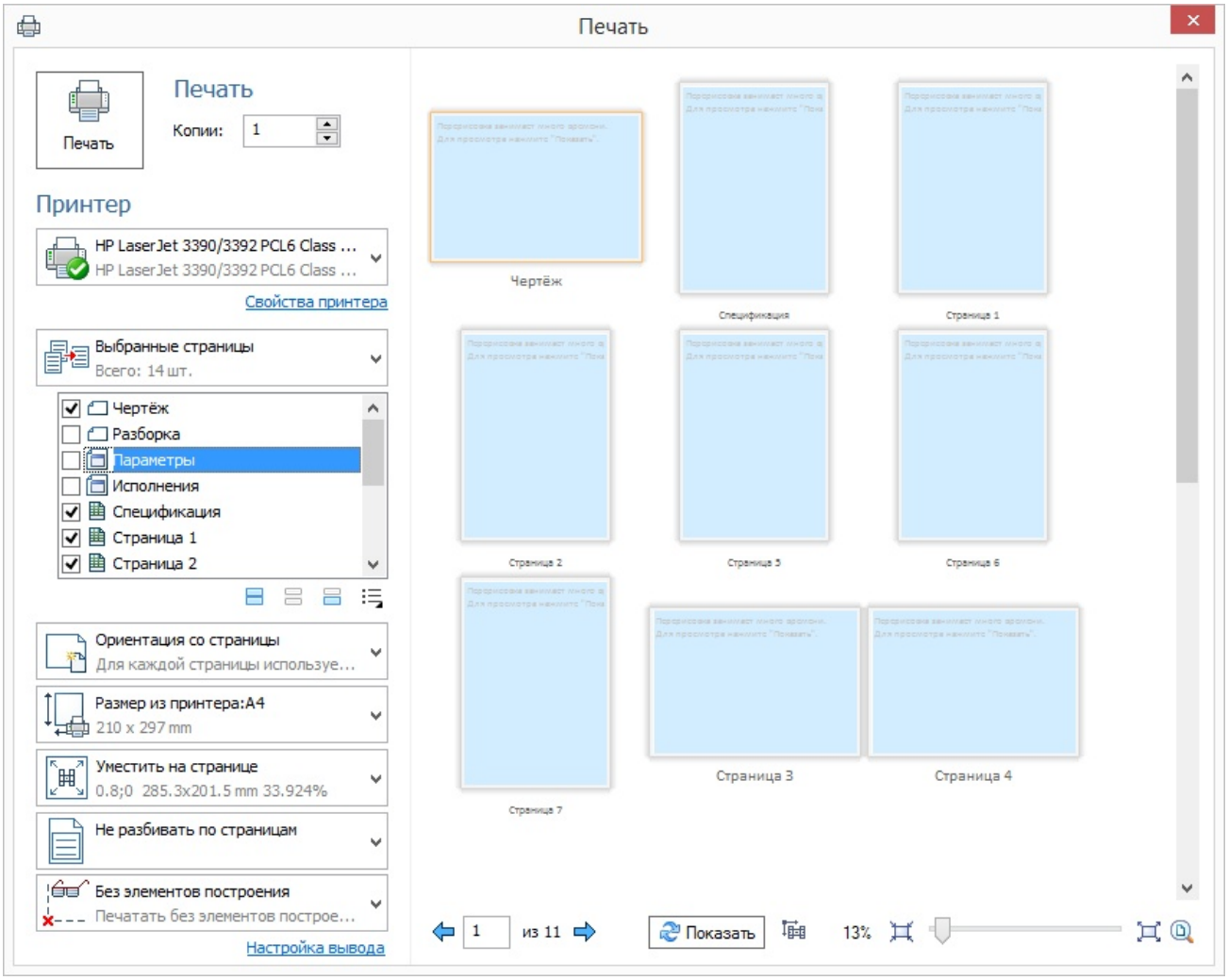


Его масштаб можно регулировать в правом нижнем углу.

Опции и позволяют увеличить и уменьшить масштаб. Опция позволяет задать масштаб по размеру страницы.

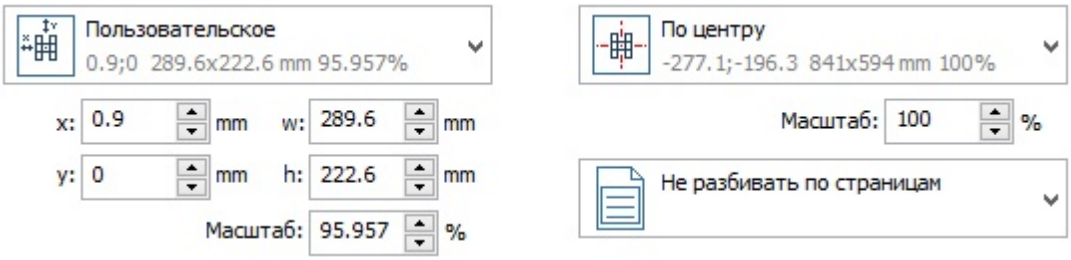
Опции и позволяют выбирать страницу в окне предпросмотра.

При уменьшении масштаба в окне предпросмотра могут отображаться несколько страниц. Если их перерисовка занимает много времени, то содержимое не отображается и внизу диалога появляется опция Показать.



Выбранная страница подсвечивается оранжевой рамкой.

Опция позволяет вручную задавать положение и масштаб печатаемой области. Если зажать левую кнопку мыши в окне просмотра, то можно перемещать печатаемую область. Вращение колёсика мыши при включённой опции позволяет менять масштаб печатаемой области. Выпадающий список переключается на подходящий параметр положения в зависимости от этих изменений.



Серым цветом в окне предпросмотра показаны поля принтера. Для виртуального принтера полей нет.

После настройки всех параметров необходимо нажать кнопку **Печать** в левом верхнем углу диалогового окна.

Для печати также доступен диалог, использовавшийся в предыдущих версиях T-FLEX CAD.

Для использования диалога печати предыдущей версии необходимо установить опцию **Печать предыдущей** версии в команде **Установки** на закладке **Управление**.

См. также:

- Печать нескольких документов

Печать нескольких документов

Модуль печати документов представляет собой внешнее приложение T-FLEX CAD, позволяющее сформировать требуемый пакет чертежей и оптимизировать их расположение для печати на листах заданного размера. Сформированный пакет создаётся в текущем документе T-FLEX CAD. Чертежи, вошедшие в пакет, будут представлены в получившемся едином документе с помощью внутренних 2D картинок с сохранением связи с исходными файлами. Получившийся документ затем выводится на печать точно так же, как обычный документ T-FLEX CAD.

В общем случае подготовка пакета документов к печати с помощью приложения **Модуль печати нескольких документов** сводится к следующей последовательности действий:

1. Задать параметры (размеры и ориентацию) листов, на которых будет осуществляться печать.
2. Добавить необходимые страницы документов T-FLEX CAD.
3. При необходимости изменить положение страниц на листах (вручную или с помощью механизма оптимизации).
4. Отправить сформированный пакет на печать.

До вызова команды рекомендуется открыть новый документ, на котором и будет проходить размещение документов для печати.

Вызвать приложение **Модуль печати нескольких документов** можно с помощью команды T-FLEX CAD:

Пиктограмма	Лента
	Файл > Печать документов
Клавиатура	Текстовое меню
-	Файл > Печать документов

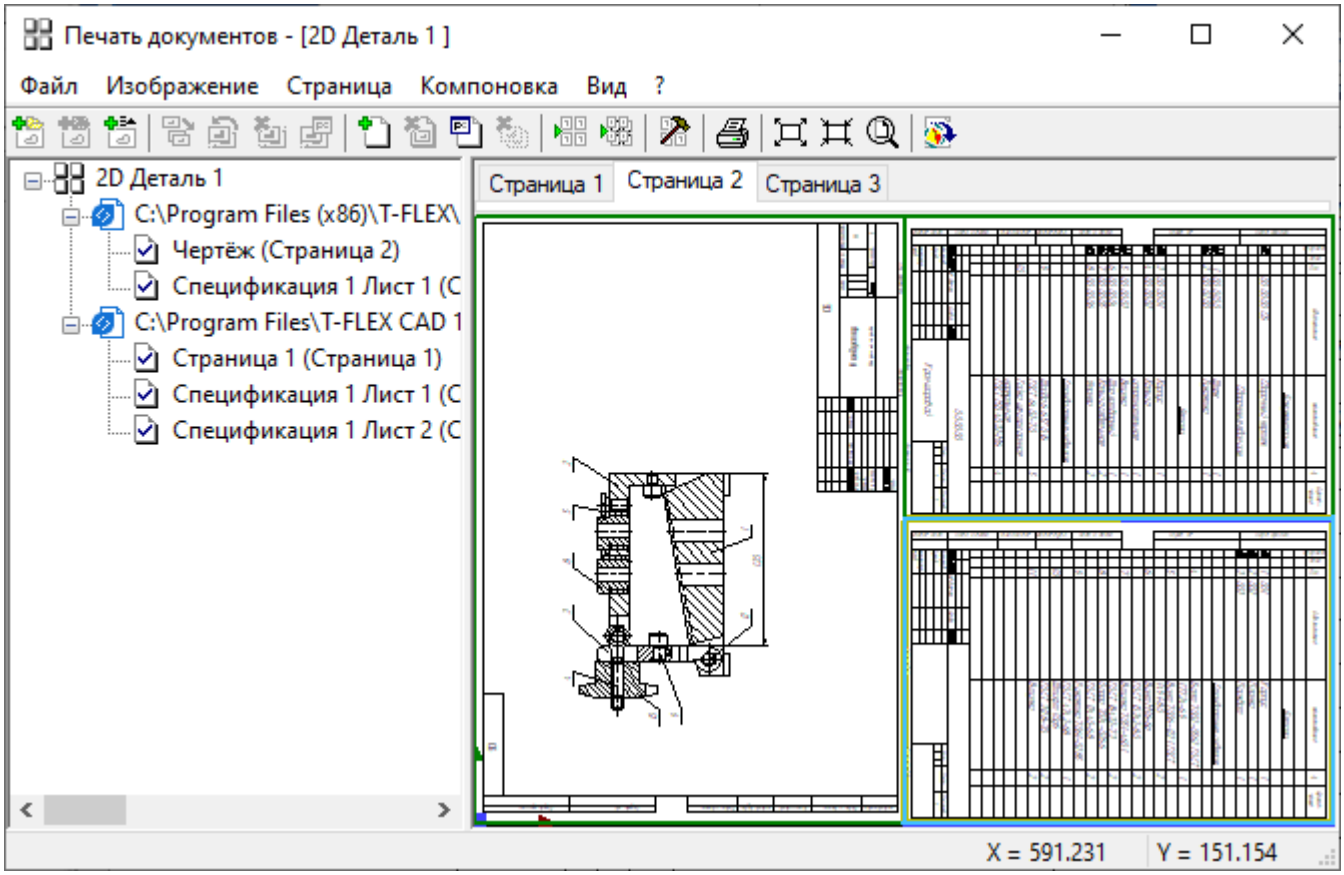
Команда также доступна на панели быстрого доступа.

> Для работы с приложением необходимо, чтобы оно было запущено. По умолчанию оно запущено всегда. Если же по какой-либо причине приложение отключено (это можно сразу определить по отсутствию команды в текстовом меню), его можно загрузить с помощью команды Запуск внешних приложений.

Пакет документов будет формироваться на основе документа, открытого в рабочем окне T-FLEX CAD при вызове модуля печати. Страницы базового документа соответствуют печатным листам. На них размещаются изображения документов, которые необходимо напечатать. При компоновке пакета для печати в базовый документ автоматически могут быть добавлены новые страницы, а также изменены настройки уже существующих страниц. Поэтому перед вызовом модуля печати рекомендуется создать новый пустой чертёж, который и станет основой для формирования пакета документов.

> В модуле печати отображаются и используются только страницы базового документа, имеющие тип «Обычная».

Документы, выбираемые как составляющие пакета, вставляются в базовый документ как внутренние картинки с сохранением связи с исходными файлами.
Формирование пакета документов осуществляется в отдельном окне **Печать документов**. Данное окно разбито по вертикали на две части: слева отображается состав формируемого пакета документов, справа – окно просмотра формируемого пакета.
Формирование пакета для печати обычно производится следующим образом: с помощью команд тестового меню и инструментальной панели указываются документы, которые нужно включить в пакет. Выбирать можно документы T-FLEX CAD и документы всех графических форматов, доступных для вставки в команде Создать картинку. Для добавляемых в пакет документов T-FLEX CAD и многостраничных картинок можно указать, какие страницы будут печататься.
Изображения всех документов, включённых в пакет для печати, по умолчанию размещаются на текущей странице базового документа. Затем в процессе компоновки пакета изображения распределяются рациональным образом по страницам базового документа.



Компоновка пакета (создание новых страниц, изменение параметров уже существующих страниц, размещение изображений по разным страницам) может осуществляться как вручную, так и автоматически с помощью специальной команды.

Сформированный пакет документов можно сразу вывести на печать или сохранить как файл T-FLEX CAD.

Формирование структуры пакета документов

Для добавления документа в список используются следующие команды модуля печати:

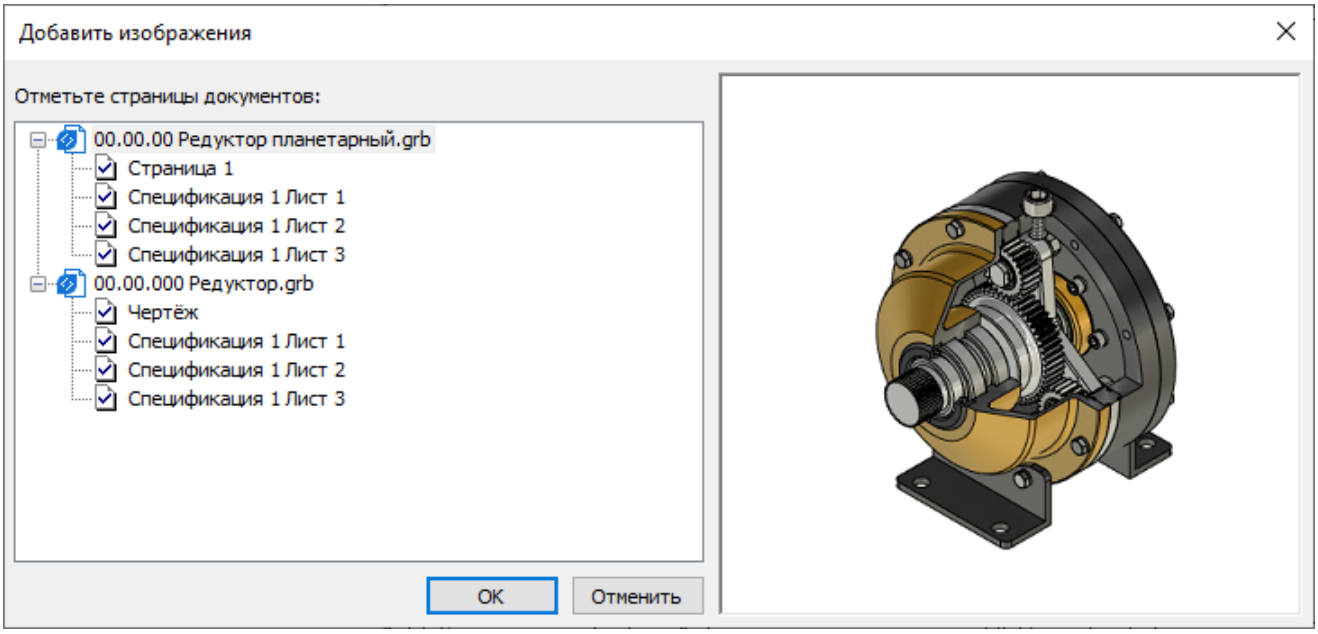
Пиктограмма	Текстовое меню
	Файл > Добавить изображения из файла...
	Файл > Добавить изображения из документа DOCs...
	Файл > Добавить изображения из открытых документов...

Команда **Файл > Добавить изображения из файла...** позволяет добавить в пакет произвольные документы T-FLEX CAD, а также растровые или векторные изображения. При вызове команды появляется окно для выбора файлов.

Когда среди выбранных документов есть хотя бы один многостраничный, дополнительно открывается окно диалога **Добавить страницы**. В нём отображается список выбранных документов с указанием страниц данных документов, а также область просмотра содержимого страниц.

По умолчанию в диалоге все страницы выбранных документов помечены галочкой (рядом с именем страницы). Если оставить всё без изменений, то после нажатия **OK** изображения всех страниц выбранных документов появятся в окне просмотра модуля печати. Если снять галочку у какой-либо

страницы, изображение данной страницы не вставляется в формируемый пакет документов. Для снятия пометки достаточно указать курсором на нужную галочку и нажать .



Добавленные документы появятся в структуре пакета (в левой части окна модуля печати). Обратите внимание, что если размеры добавляемого изображения больше размеров текущей страницы базового документа, то система может автоматически изменить масштаб изображения таким образом, чтобы он уместился на странице (действия системы зависят от настроек модуля печати).

Команда **Файл** > **Добавить изображения из документа DOCs** позволяет добавить в формируемый пакет изображения из документа DOCs. Она становится активной, только в режиме интеграции с T-FLEX DOCs.

Команда **Файл** > **Добавить изображения из открытых документов...** позволяет добавить в формируемый пакет открытые на данный момент документы T-FLEX CAD. После вызова команды появляется окно **Добавить страницы** (аналогичное описанному выше) со списком открытых в данный момент документов и их страниц.

Перед открытием диалога **Добавить страницы** система проверяет, вносились ли изменения в открытые документ T-FLEX CAD (с момента последнего сохранения).

При обнаружении несохранённых изменений в каком-либо документе система выдаёт сообщение с предложением сохранить данный документ. В случае отказа пользователя от сохранения добавление данного документа невозможно (он не отображается в списке документов в окне **Добавить страницы**).

После формирования списка документов пакета (с помощью любой из вышеописанных команд) можно осуществить дополнительную настройку пакета, сняв/установив флажки у любого изображения из структуры пакета. Изображения, у которых будет сняты галочки, останутся в составе пакета, однако перестанут отображаться в окне просмотра модуля печати (и в результате не будут выведены на печать). Снять/установить флажок, управляющий видимостью страницы в пакете, можно с помощью или используя команды **Изображение** > **Показать** и **Изображение** > **Скрыть**:

Пиктограмма	Текстовое меню
-	Изображение > Скрыть
-	Изображение > Показать

При формировании состава пакета документов можно также использовать следующие команды модуля печати:

Пиктограмма	Текстовое меню
	Изображение > Размножить...

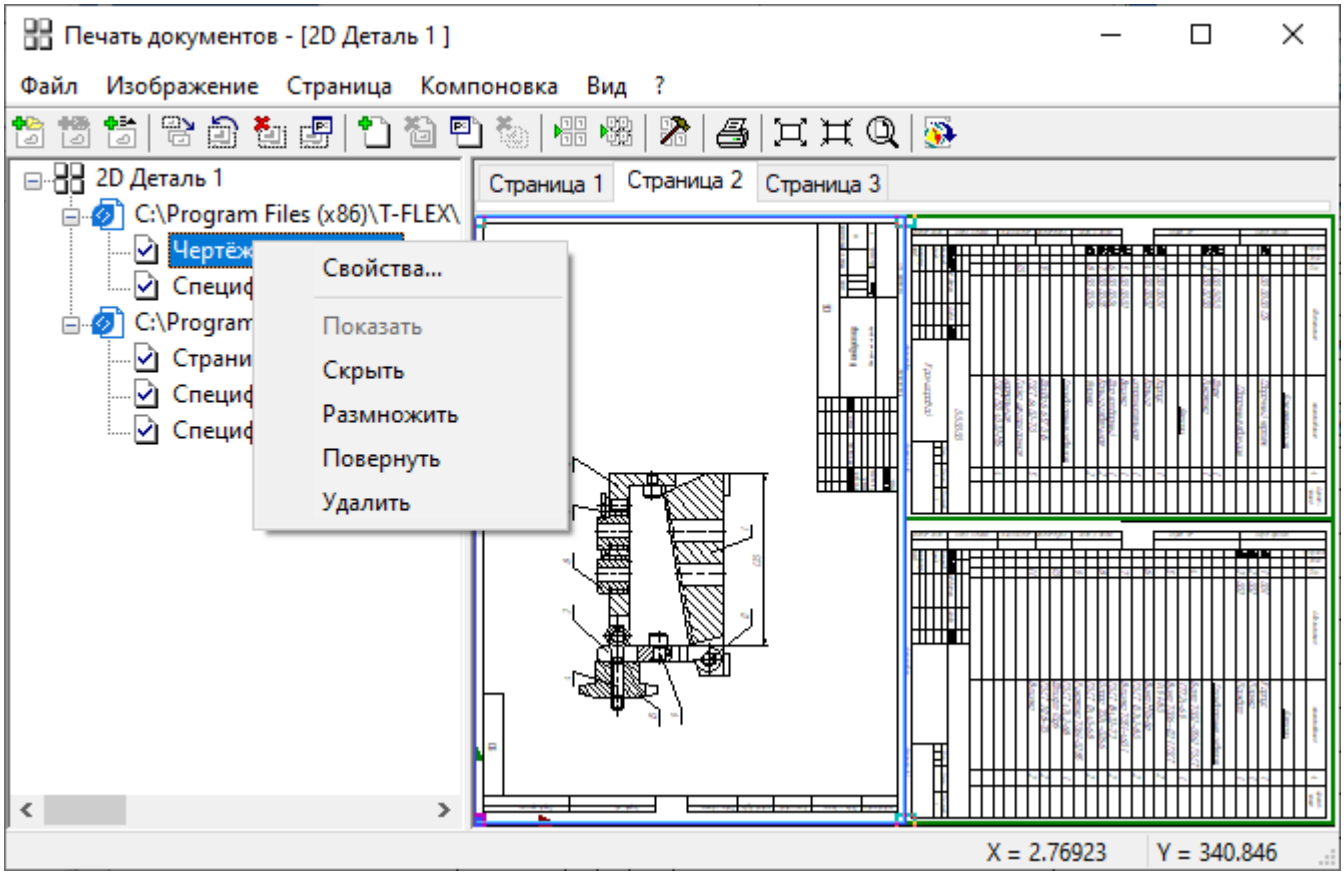
Данная команда позволяет «размножить» выбранные изображения (из списка уже добавленных в формируемый пакет документов). Изображения можно выбрать в структуре пакета (в левой части окна модуля печати) либо прямо в окне просмотра модуля печати. На экране появится диалог, где необходимо задать количество создаваемых копий. Таким образом можно напечатать несколько копий любого изображения.

Пиктограмма	Текстовое меню
	Изображение > Повернуть

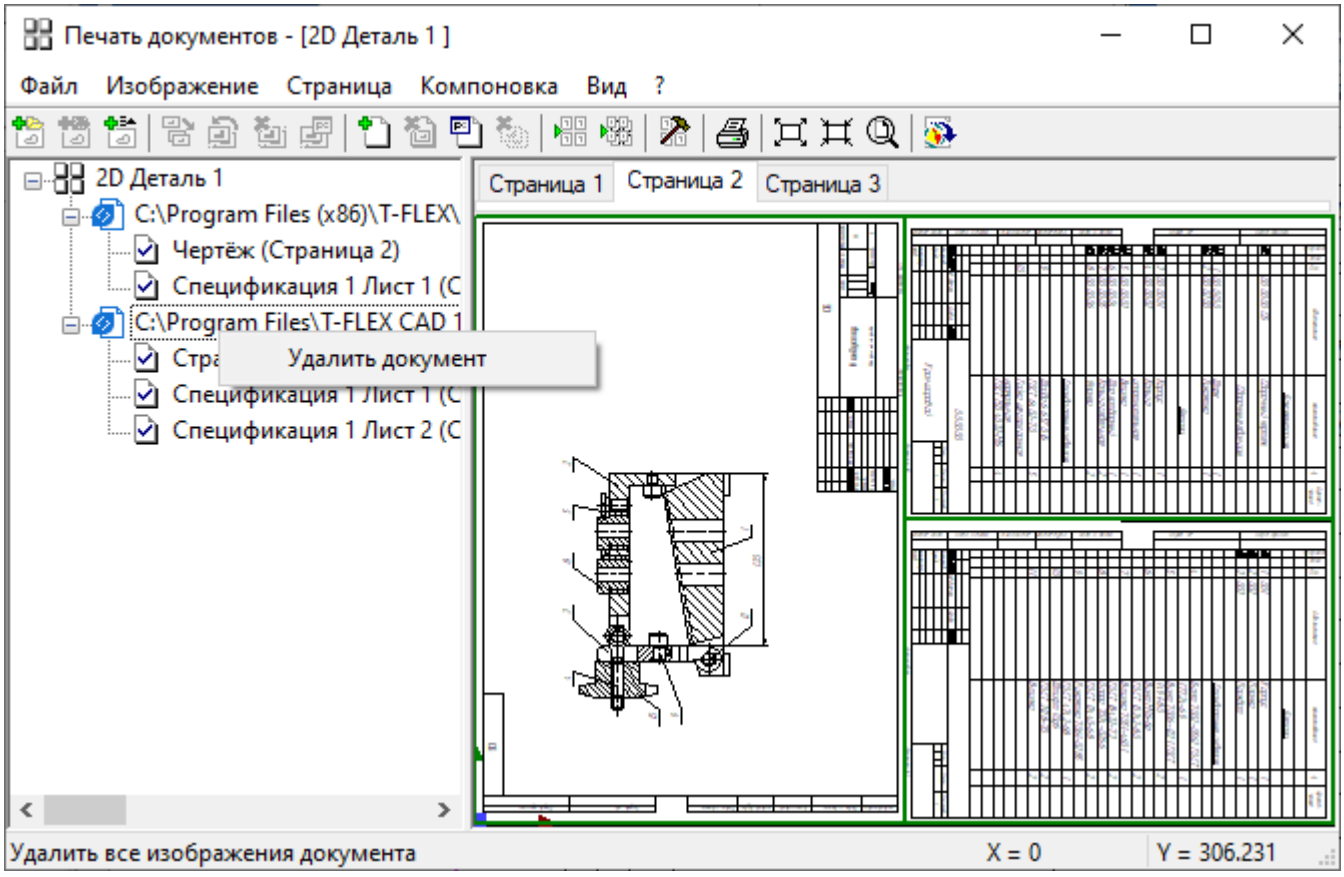
После вызова команды изображения документов, выбранных в списке или в окне просмотра, поворачиваются на 90° против часовой стрелки.

Пиктограмма	Текстовое меню
	Изображение > Удалить

Данная команда удаляет выбранные изображения из списка изображений формируемого пакета.
Все команды для работы с изображениями пакета можно также вызвать из контекстного меню для изображения.



Команда **Удалить документ** позволяет удалить из структуры формируемого пакета выбранный документ целиком. Эту же команду можно вызвать из контекстного меню для документа.



Пиктограмма	Текстовое меню
	Файл > Обновить данные

Данная команда позволяет синхронизировать содержимое базового документа в основном окне T-FLEX CAD и модуле печати.

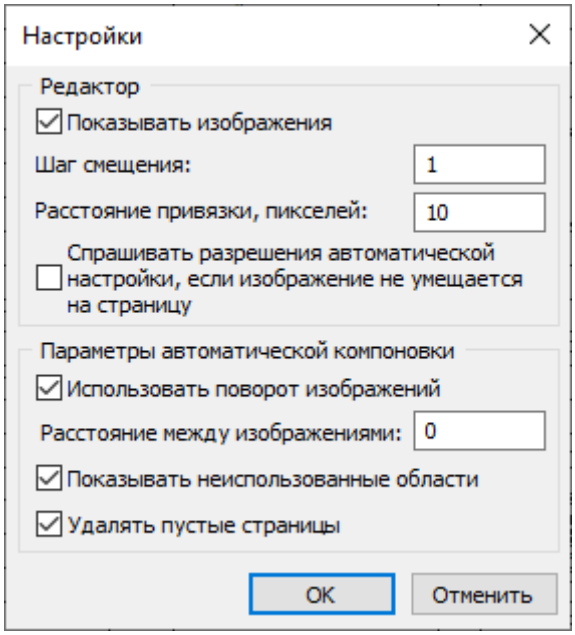
Модуль печати документов работает параллельно с основным окном T-FLEX CAD. Это позволяет вносить изменения в базовый документ одновременно в модуле печати и в основном окне T-FLEX CAD. Например, параллельно с работой модуля печати в окне T-FLEX CAD для базового документа могут быть изменены настройки страниц, параметры картинок или изменены документы, на основе которых были созданы изображения в модуле печати. В результате может возникнуть ситуация, когда модуль печати не успевает отследить эти изменения. Команда **Обновить данные** и призвана разрешать такие ситуации. Она удаляет все данные модуля печати о созданных изображениях и используемых документах, а затем восстанавливает эти данные по содержимому базового документа из окна T-FLEX CAD.

Настройки модуля печати

Настройки модуля печати задаются в команде **Изменить настройки**:

Пиктограмма	Текстовое меню
	Вид > Настройки...

Данная команда вызывает диалог **Настройки**:
Группа параметров **Редактор** задаёт общие настройки работы с модулем печати:
Показывать изображения. Данный параметр управляет показом изображений в области просмотра модуля печати. При отключенном флажке в области просмотра отображаются только рамки изображений. По умолчанию параметр включен.
Шаг смещения. Параметр задаёт шаг смещения при перемещении выбранных в области просмотра изображений с помощью стрелок клавиатуры. Величина шага задаётся в единицах страницы.
Расстояние привязки, пикселей: Данный параметр задаёт максимальное расстояние в пикселях, при котором выполняется привязка сторон выбранных изображений к сторонам остальных изображений на странице (по горизонтали и/или вертикали). Данный параметр учитывается при перемещении изображений с помощью мыши (напомним, что изображения можно также перемещать с помощью стрелок клавиатуры).



Спрашивать разрешения автоматической настройки, если изображение не умещается на страницу. Данный параметр определяет поведение системы в случаях, когда изображение не умещается на странице базового документа (при добавлении большого изображения, например). При отключенном параметре система автоматически перемещает и масштабирует изображения так, чтобы они уместились на страницу. При включенном параметре выдаётся запрос о необходимости перемещения/масштабирования изображений.
Группа параметров **Параметры автоматической компоновки** задаёт параметры компоновки:
Использовать поворот изображений. Разрешает использовать поворот изображения на 90 градусов при подборе вариантов его расположения.
Расстояние между изображениями. Данный параметр задаёт минимально допустимое расстояние между изображениями после компоновки. Величина расстояния задаётся в единицах соответствующей страницы исходного документа.

Показывать неиспользуемые области. Если данный параметр включен, после выполнения компоновки области страниц базового документа, не занятые изображениями, помечаются зелёным цветом.
Удалять пустые страницы. Данный параметр влияет на работу режима компоновки всех страниц модуля печати. При установленном флажке страницы, оказавшиеся после выполнения автоматической компоновки пустыми (т.е. не содержащими изображений), автоматически удаляются. При снятом флажке такие страницы остаются в составе пакета печати (впоследствии их можно удалить вручную).

Автоматическая компоновка пакета документов

Для автоматической компоновки изображений в пределах одной страницы используется команда:

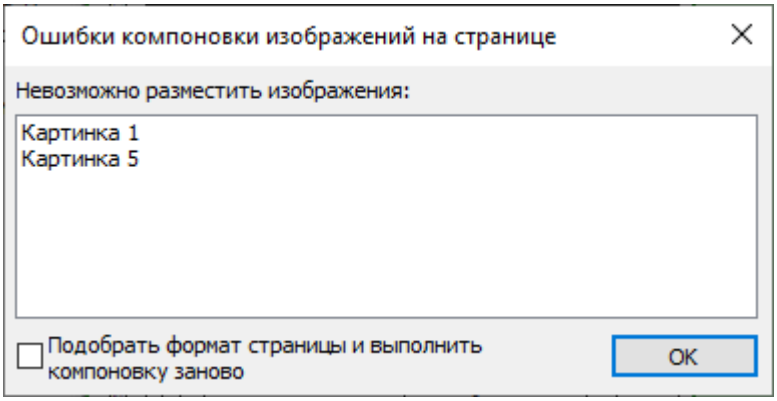
Пиктограмма	Текстовое меню
	Компоновка > Компоновка текущей страницы

Данная команда распределяет изображения, расположенные на текущей странице, в пределах этой страницы таким образом, чтобы они не перекрывали друг друга и занимали наименьшую площадь. В случае, когда системе не удаётся разместить все изображения на одной странице, выдаётся сообщение **Ошибки компоновки** со списком «проблемных» изображений.
Для автоматической компоновки всех изображений пакета документов используется команда:

Пиктограмма	Текстовое меню
	Компоновка > Компоновка всех страниц

Данная команда распределяет все изображения пакета по разным страницам базового документа. При выполнении компоновки автоматически добавляется необходимое количество страниц базового документа. Размер добавляемых страниц будет такой же, как у последней существующей страницы базового документа. Если после успешного завершения компоновки в базовом документе остаются пустые страницы, они могут быть автоматически удалены (действие задаётся флажком «Удалять пустые страницы» в диалоге настроек модуля печати).

> Пустыми не считаются страницы, содержащие скрытые изображения (изображения, которые были добавлены в пакет для печати, но у которых впоследствии были сняты флажки в составе пакета). Такие страницы могут быть удалены только после удаления скрытых изображений.



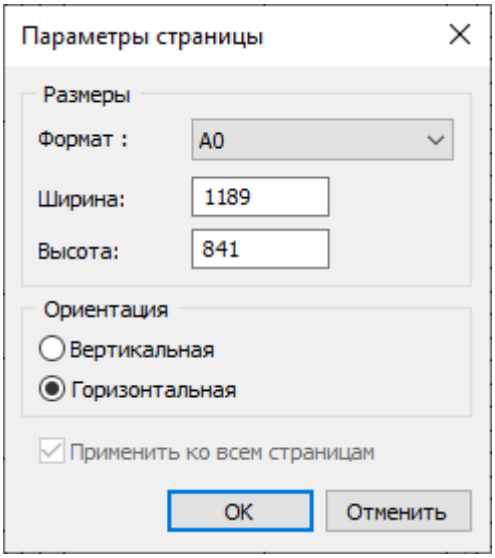
Когда размер какого-либо изображения превышает размер как существующих, так и автоматически создаваемых страниц базового документа, на экране появляется окно диалога **Ошибки компоновки изображений** на странице со списком проблемных изображений. Флаг **Подобрать формат страницы и выполнить компоновку заново** в нижней части данного диалога позволяет изменить формат страницы.

При снятом флаге после нажатия **OK** компоновка будет завершена. Изображения, которые не удалось разместить автоматически, придётся потом размещать вручную.

При установленном флаге после нажатия **OK** появляется диалог выбора формата страниц, аналогичный вызываемому командой Страница > Изменить размеры.... По умолчанию в нём устанавливается наименьший по площади формат, вмещающий любое из видимых изображений, с учётом зазоров (см. раздел **Настройки компоновки**).

Если диалог вызван в результате ошибки компоновки текущей страницы, то можно выбрать, будут ли изменения формата применены только к ней или ко всем страницам, установив или сняв флаг **Применить ко всем страницам**. Если диалог вызван в результате ошибки компоновки всех страниц, то данный флаг принудительно установлен и не может быть снят.

После выбора формата и нажатия **OK** диалог **Параметры страницы** закрывается, автоматически меняются параметры всех страниц базового документа и выполняется повторная компоновка.



«Ручная» компоновка пакета документов

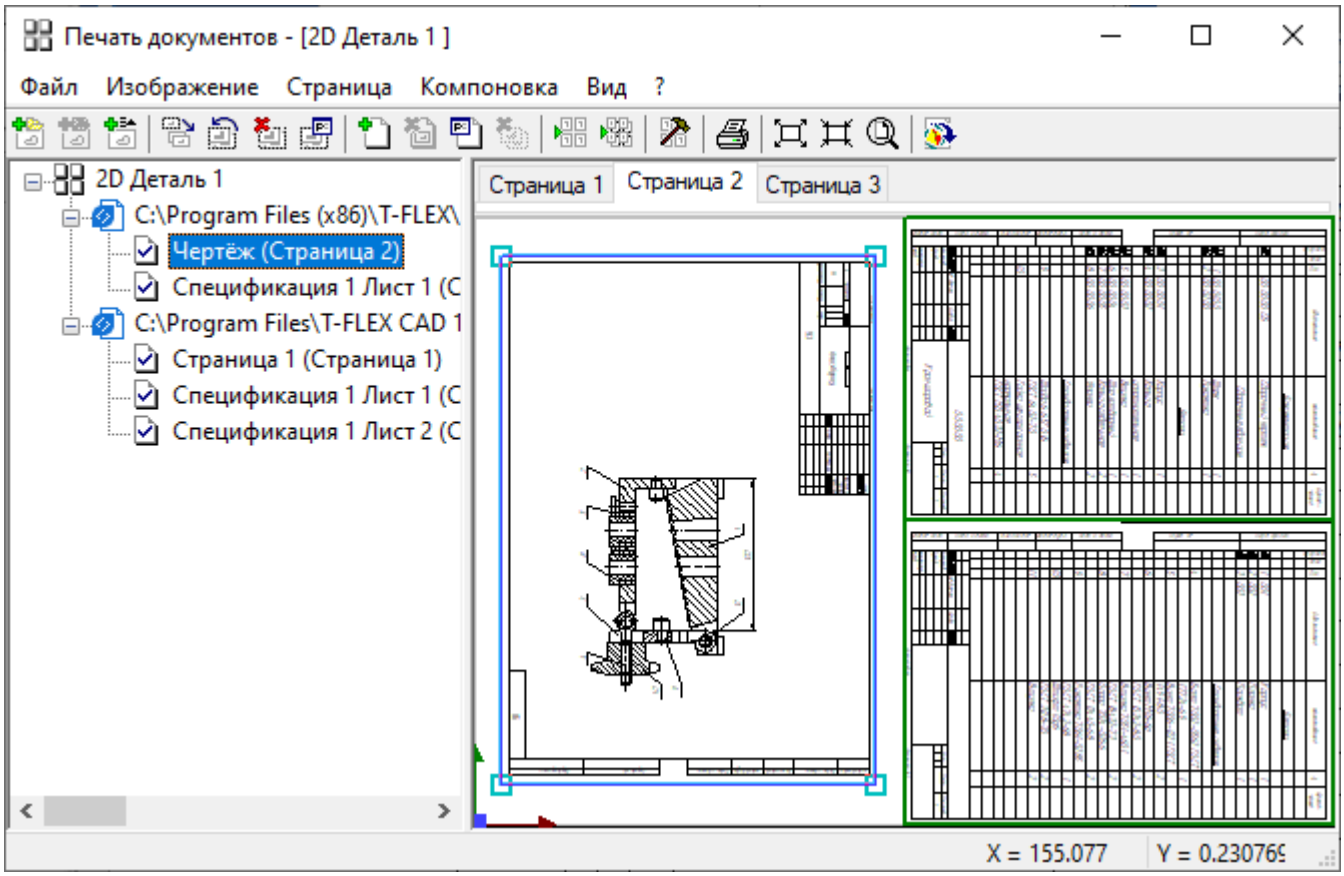
Модуль печати позволяет пользователю вносить «ручные» правки в результаты автоматической компоновки: менять положение и размер (масштаб) изображений, размещение их по страницам пакета и т.п.

Для удобства работы с создаваемым пакетом рамки всех изображений в области просмотра помечаются определённым цветом. Неактивные (то есть не выбранные для изменения положении и

размера) изображения помечаются рамкой тёмно-зелёного (если умещаются на текущей странице) или тёмно-красного (если не умещаются на текущей странице) цвета. Цвет рамки неактивных изображений, для которых не удалось подобрать расположение при автоматической компоновке, будет ярко-красным.

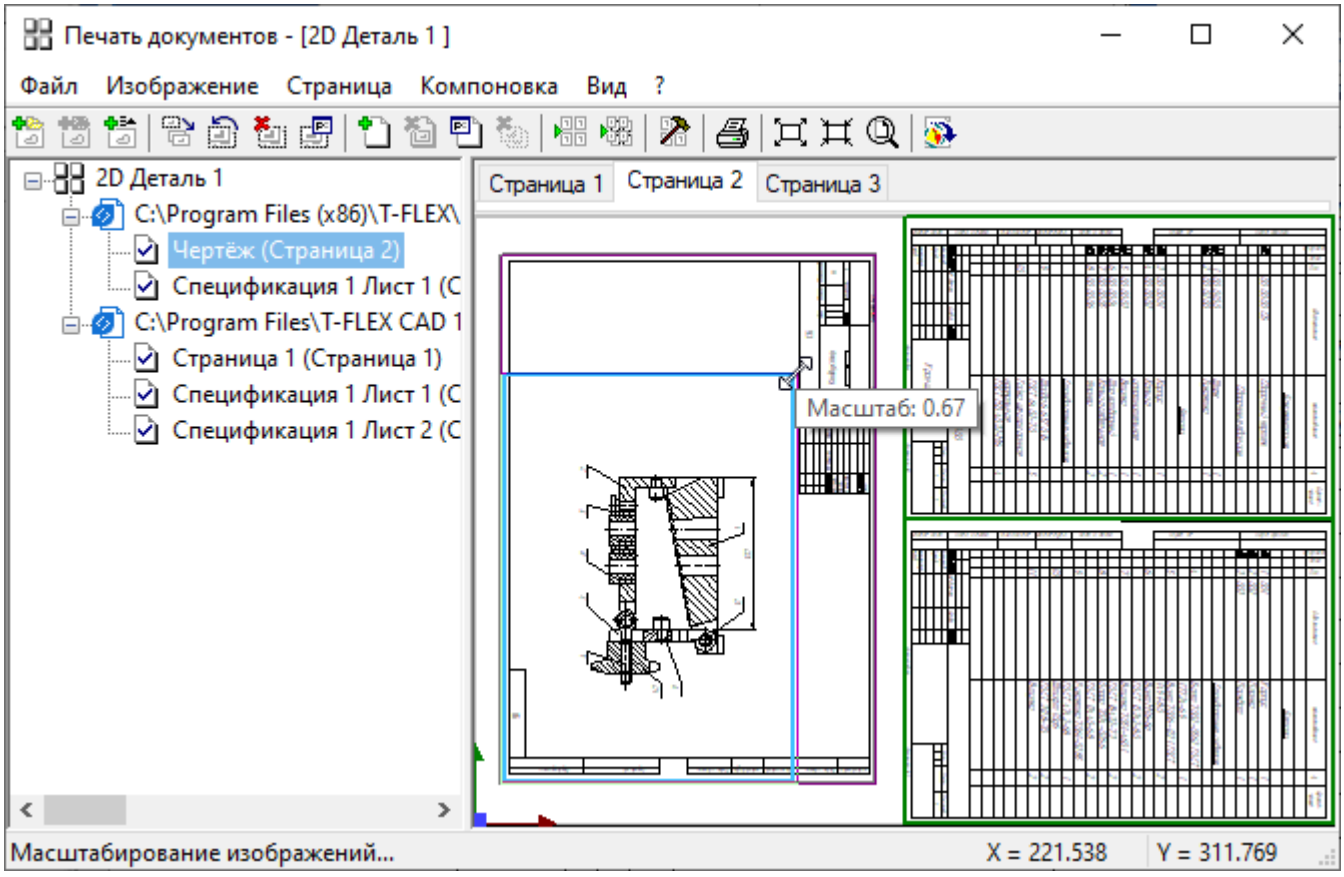
Выбранное (активное) изображение выделяется по умолчанию голубым цветом (цвет задаётся в команде «Задать установки системы», закладка **Цвета**, параметр **Пометка 2D элементов > Вспомогательный**). Дополнительно в углах рамки выбранного изображения отображаются квадратики-маркеры.

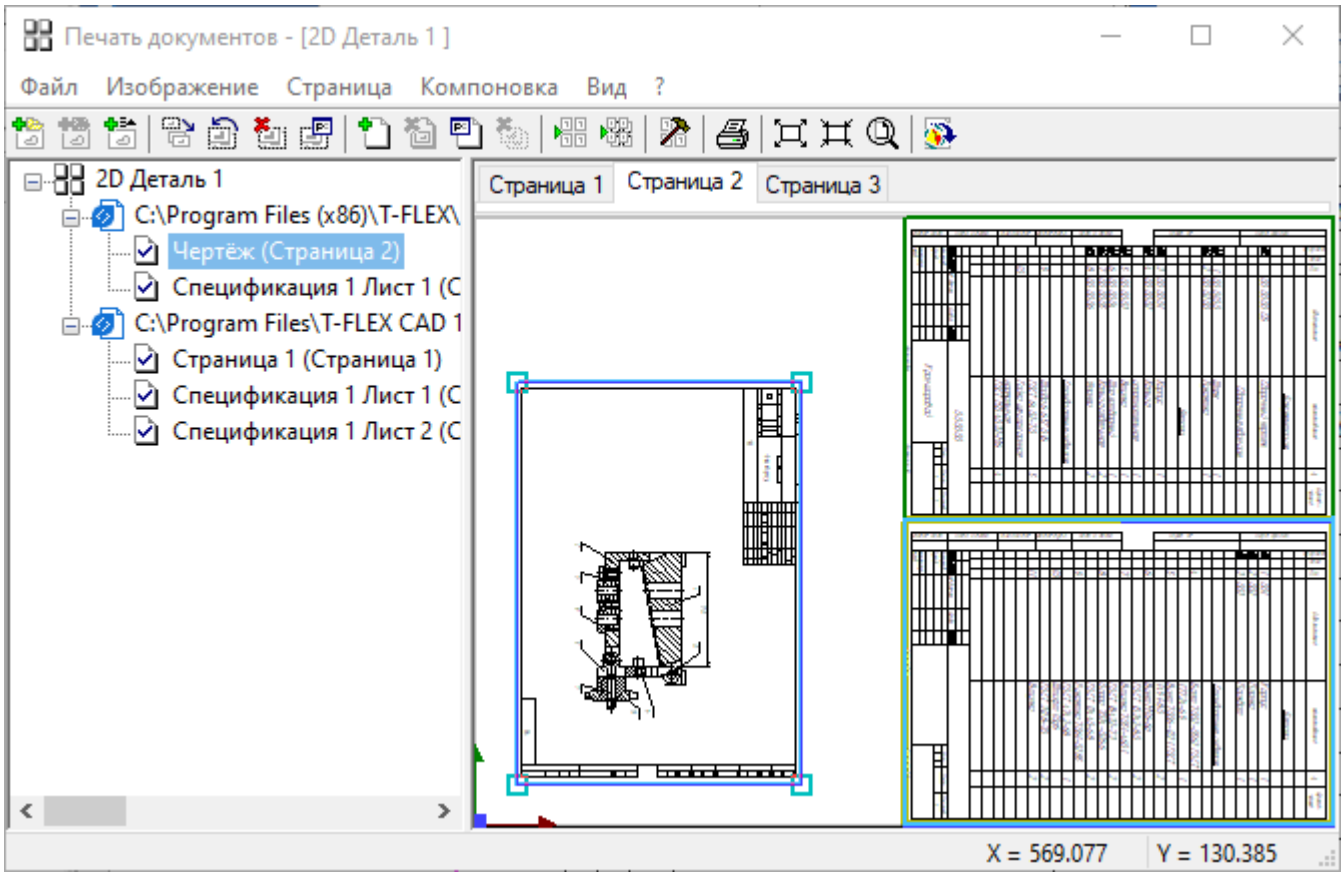
Выбрать изображение можно в списке или прямо в окне просмотра с помощью .



При подводе курсора к линиям рамки выделенного изображения или к маркерам по углам курсор пример вид двунаправленной стрелочки (, или). Если в этот момент нажать и, не отпуская нажатой кнопки мыши, переместить курсор, то границы изображения будут двигаться вместе с курсором. После отпускания кнопки мыши размер рамки изображения изменится (тем самым изменится и масштаб отображения изображения). Такого же результата можно добиться, если после первого нажатия сразу же отпустить кнопку мыши, переместить курсор в нужное положение (соответствующее требуемому положению рамки изображения) и снова нажать .

При перемещении курсора значение масштаба округляется до второго знака после запятой. Отказаться от округления можно, нажав и удерживая нажатой при перемещении границ рамки изображения клавишу <**Ctrl**>.

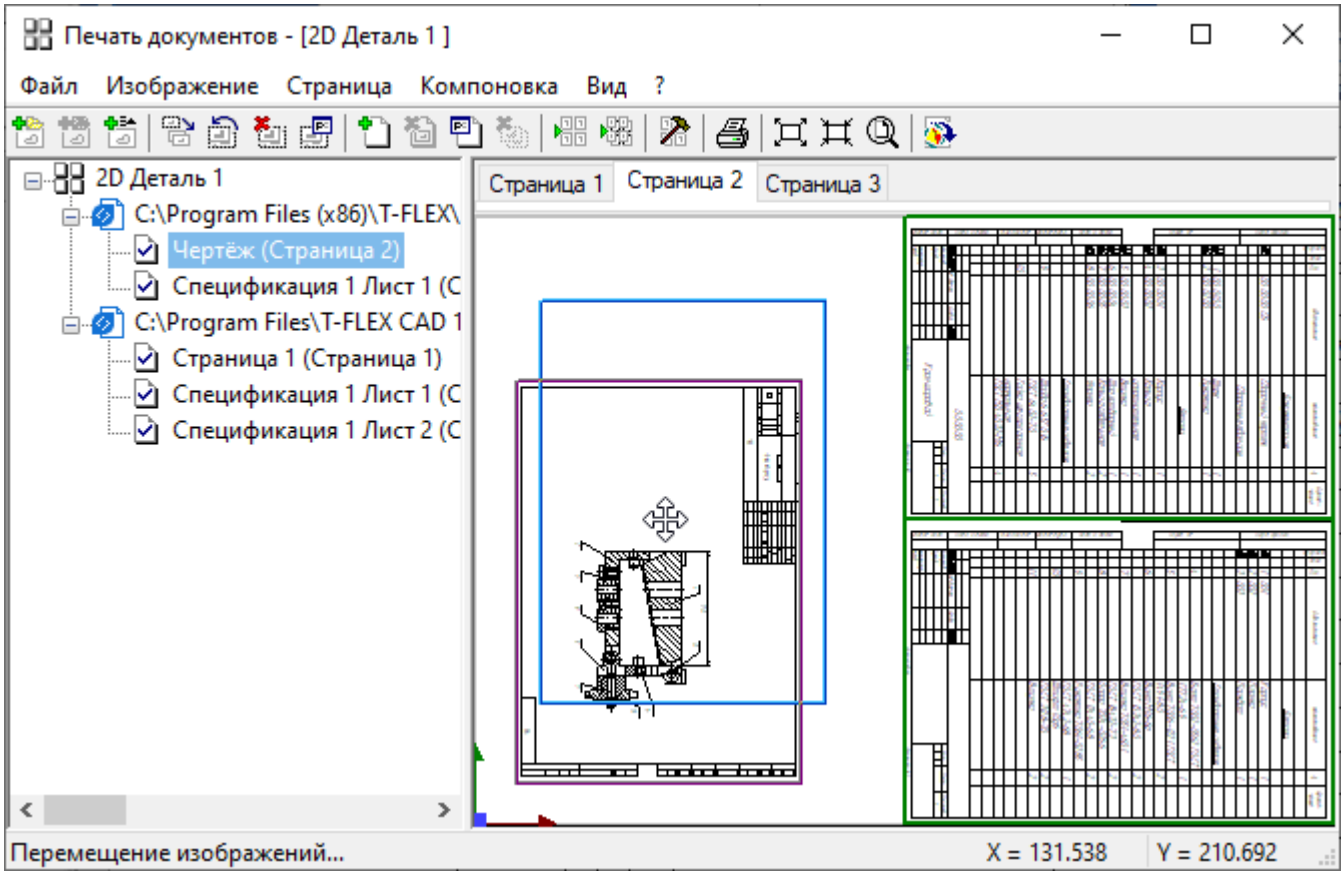


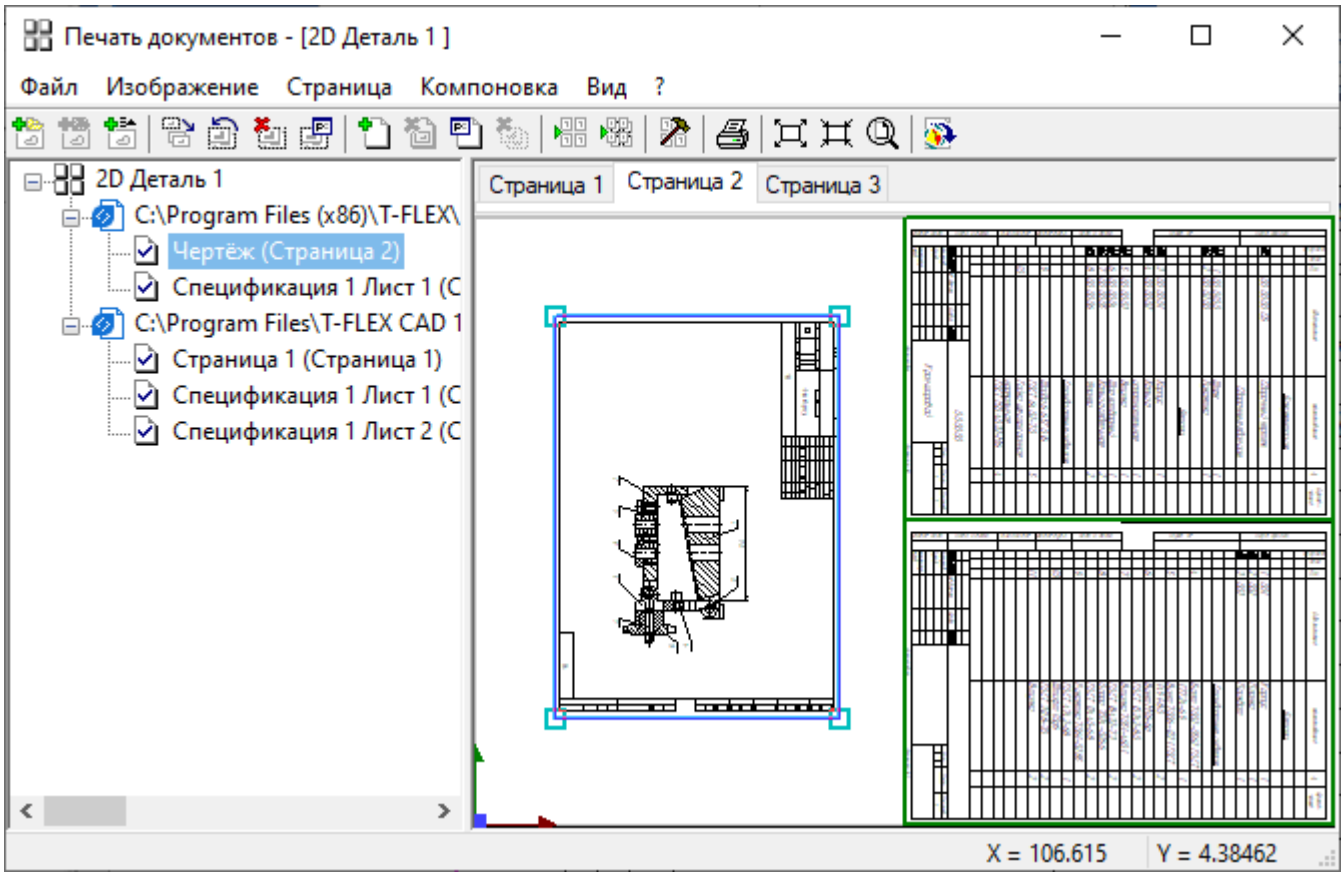


Для перемещения изображения по странице после выбора изображения необходимо поместить курсор в любое место внутри рамки изображения. Курсор примет следующий вид: ✥. Нажмите и, не отпуская кнопку мыши, переместите изображение в нужное место страницы. Здесь также

можно использовать другой вариант работы с манипулятором – если после нажатия отпустить кнопку мыши, то рамка изображения начнёт динамически двигаться за курсором. Второе нажатие зафиксирует её в новом месте.

При перемещении с помощью мыши выполняется привязка выбранного изображения к сторонам остальных изображений на текущей странице пакета (с учётом значения параметра **Редактор/Расстояние привязки, пикселей**: в диалоге настроек модуля печати документов).





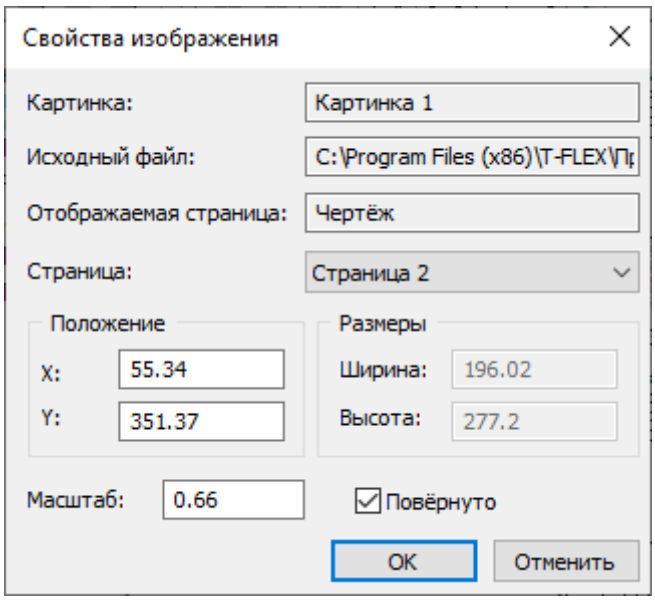
Перемещать выбранное изображение можно также при помощи стрелок клавиатуры.

Выбранное изображение можно переместить и на другую страницу базового документа. Для этого надо указать курсором внутрь его рамки, нажать и, не отпуская нажатой клавиши мыши,

подвести курсор к закладке нужной страницы. В области просмотра автоматически откроется указанная страница. После этого останется только разместить изображение на странице и отпустить кнопку мыши. Если после выбора изображения нажать и сразу же отпустить кнопку мыши, то перемещение будет завершено после повторного нажатия (на выбранной странице пакета).
Масштаб, страницу размещения и положение на этой странице выбранного изображения можно также изменить с помощью команды **Изменить свойства выбранных изображений**:

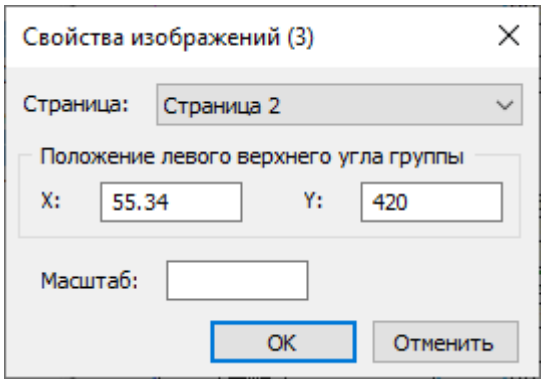
Пиктограмма	Текстовое меню
	Изображение > Свойства...

При вызове данной команды открывается окно диалога **Свойства изображения** с параметрами выбранного изображения:



Картинка. Данное поле содержит ID картинки в базовом документе пакета.
Исходный файл. Путь до исходного документа данного изображения.
Отображаемая страница. Параметр указывает страницу исходного документа, использованную при создании данного изображения.
Страница. Данный параметр показывает страницу базового документа, на котором будет размещено текущее изображение. Выпадающий список позволяет выбрать для размещения изображения другую существующую страницу базового документа.
Положение. Параметры данной группы определяют положение изображения на странице базового документа.
Размеры. Группа параметров, показывающая реальные размеры данного изображения (с учётом заданного масштаба).
Масштаб. Масштаб отображения текущего изображения на странице базового документа.
Повёрнуто. При установке данного флажка изображение поворачивается на 90° (относительно исходного расположения). Данный параметр устанавливается автоматически, если при автоматической компоновке изображение было повёрнуто.
Для изменения масштаба или положения сразу нескольких изображений на одной странице можно воспользоваться множественным выбором. Например, можно использовать выбор окном (в области просмотра) или последовательный выбор с помощью <**Shift**>+ (<**Ctrl**>+ отменяет

выбор изображения). Обратите внимание, что множественный выбор возможен только для изображений, размещённых на одной странице базового документа.



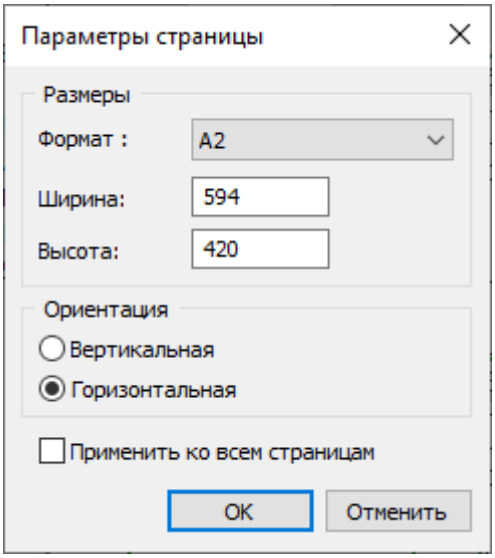
Выбранные изображения помечаются общей рамкой. Изменение размера (масштаба) и положения группы изображений осуществляется так же, как и при работе с одним выбранным изображением.
Когда выбранные изображения имеют разный масштаб, поле масштаба в данном диалоге отображается пустым. Если ввести значение масштаба, то
после нажатия **OK** и закрытия диалога заданное значения будет установлено для всех выбранных изображений. Если оставить поле пустым, масштаб элементов не изменится.
Вызов команды **Свойства изображений**: при выборе нескольких изображений приводит к появлению окна диалога **Свойства изображений**. В заголовке окна указывается, к скольким изображениям будет применяться настройки данного диалога.

Изменение параметров страниц базового документа. Добавление/удаление страниц

Для изменения параметров любой страницы базового документа в модуле печати используется команда **Изменить размеры**:

Пиктограмма	Текстовое меню
	Страница > Изменить размеры...

Вызов данной команды открывает диалог **Параметры страницы**.



С помощью данного диалога можно изменить формат (выбрав из списка стандартных форматов или задав нужные ширину и высоту) и ориентацию текущей страницы базового документа. Флажок **Применить ко всем страницам** позволяет применить заданные настройки данного диалога сразу ко всем страницам базового документа.

При необходимости можно вручную добавить страницу в базовый документ. Для этого используется команда **Добавить новую страницу**:

Пиктограмма	Текстовое меню
	Страница > Добавить

Удалить текущую страницу базового документа (при условии, что она не содержит ни одного изображения), можно с помощью команды **Удалить страницу**:

Пиктограмма	Текстовое меню
	Страница > Удалить страницу

Обратите внимание, что если на внешне пустой странице находятся скрытые изображения (то есть изображения, у которых в структуре пакета снята галочка рядом с именем), то удаление такой страницы также невозможно. В этом случае можно воспользоваться командой **Удалить скрытые изображения**:

Пиктограмма	Текстовое меню
	Страница > Удалить скрытые изображения

Данная команда удаляет из структуры документа неиспользуемые изображения, расположенные на текущей странице базового документа. После выполнения этой команды текущую страницу можно будет удалить.

Печать сформированного пакета документов

Вывести на печать сформированный пакет документов можно прямо из модуля печати с помощью следующей команды модуля:

Пиктограмма	Текстовое меню
	Файл > Печатать...

Данная команда осуществляет вызов команды Печать.
Сформированный пакет документов можно отправить на печать и из основного окна T-FLEX CAD, вызвав команду **Печать** для базового документа пакета.

См. также:

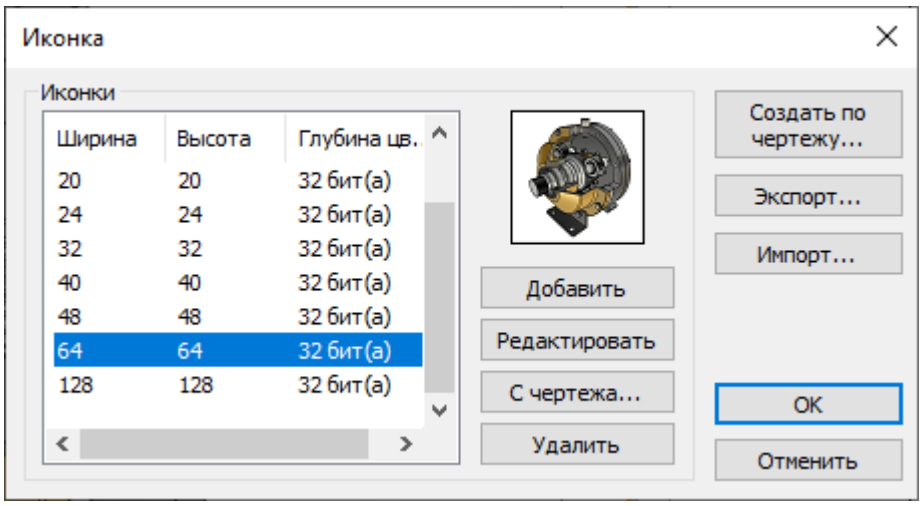
- Печать текущего документа

Иконка документа

Вызов команды:

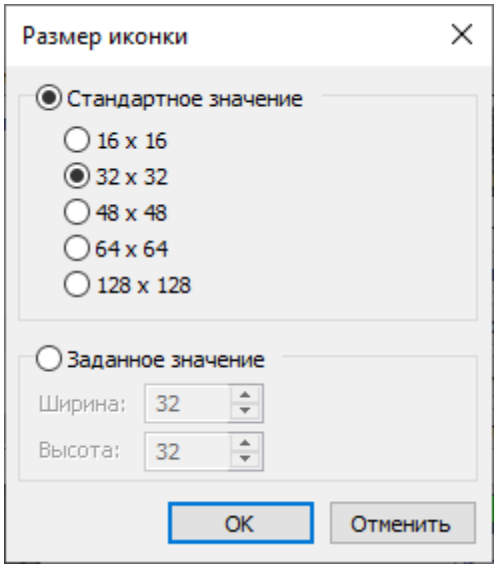
Пиктограмма	Лента
	Инструменты > Спец. данные > Иконка
Клавиатура	Текстовое меню
<IC>	Сервис > Специальные данные > Иконка

После вызова команды открывается окно диалога **Иконка**. В поле **Иконки** данного диалога находится список иконок, созданных в данном документе. При выборе иконки в списке в поле просмотра (справа от списка) появляется изображение выбранной иконки. Если в данном документе иконок нет, список будет пустым.



Иконки могут создаваться автоматически. Режим автоматического создания иконок устанавливается в команде Параметры документа (закладка **Сохранение**).

Для того, чтобы создать в текущем документе иконку, можно воспользоваться кнопками **Добавить** («ручное» создание изображения иконки) или **С чертежа** (автоматическое создание изображения иконки). При нажатии любой из этих двух клавиш появляется диалог, в котором предлагается выбрать размер создаваемой иконки: одно из стандартных значений или произвольно заданный размер.



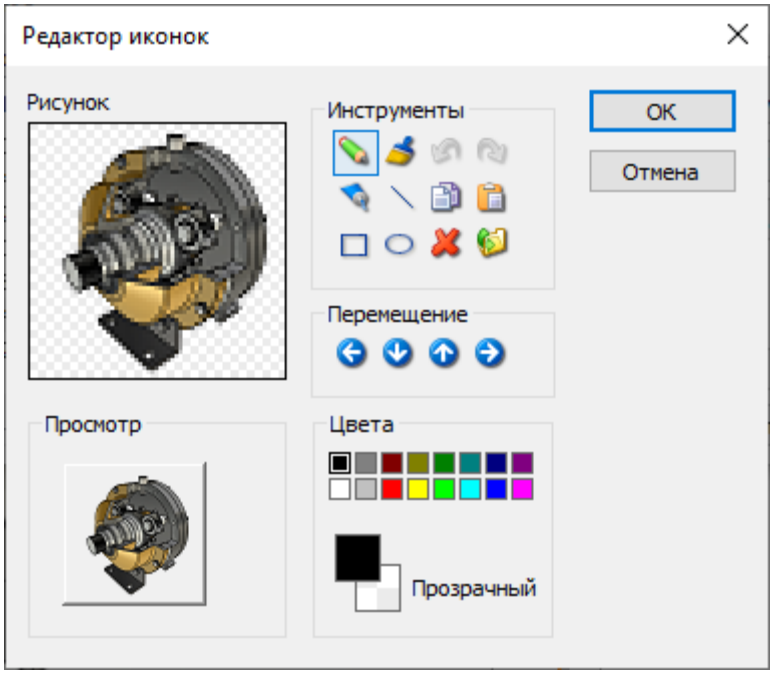
Крупные иконки (32x32, 48x48, 64x64, 128x128 пикселей) могут использоваться в окнах библиотек T-FLEX CAD.

После выбора размера иконки при использовании кнопки **Добавить** открывается окно редактора иконок (см. ниже).

При использовании кнопки **С чертежа** поведение команды после выбора размера иконки зависит от того, каким образом была вызвана команда **Создать/Редактировать иконку**. Если она была вызвана при активном 2D окне, то окно команды временно закрывается, и на экране появляется прямоугольная рамка, привязанная к курсору. Рамка позволяет выбрать область 2D чертежа, на основе которой будет создано изображение иконки. Если же команда была вызвана из 3D окна системы, то изображение иконки создаётся на основе содержимого всего 3D окне текущего документа.

В диалоге команды есть ещё одна кнопка, позволяющая создавать иконки – кнопка **Создать по чертежу**. Эта кнопка создаёт сразу несколько иконок разного размера. Изображение иконки задаётся так же, как и при использовании кнопки **С чертежа.**

Помимо создания, в команде **Создать/Редактировать иконку** можно редактировать и удалять уже существующие иконки. Для редактирования иконки необходимо выбрать её в списке (с помощью) и нажать кнопку **Редактировать**. В результате будет открыто окно редактора иконок, в котором можно изменить текущее изображение иконки.



Для того, чтобы удалить уже существующую иконку, достаточно выбрать её в списке и нажать кнопку **Удалить**.

Кнопка **Экспорт** позволяет сохранить все созданные в текущем документе иконки в один внешний файл формата ***.ico**. Загрузить иконки из внешнего файла можно с помощью кнопки **Импорт**.

Просмотр

Вызов команды:

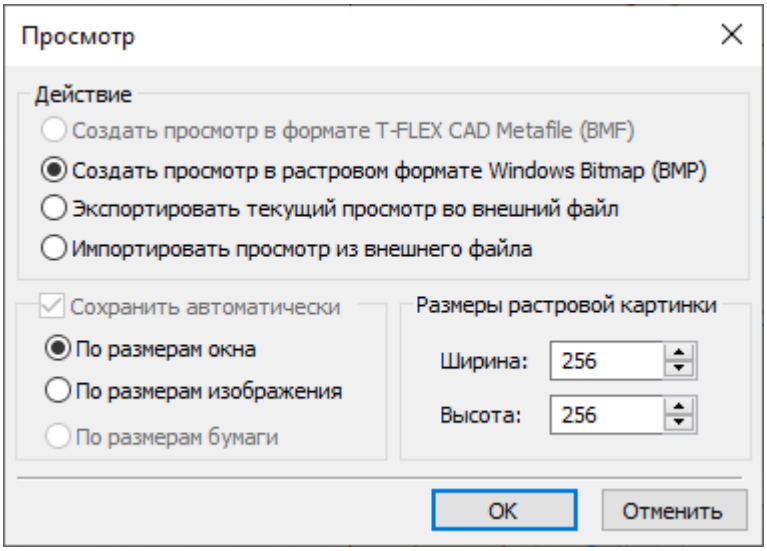
Пиктограмма	Лента
	Инструменты > Спец. данные > Просмотр
Клавиатура	Текстовое меню
<PV>	Сервис > Специальные данные > Просмотр

Просмотр – это векторное (T-FLEX CAD Metafile) или растровое (Windows BMP) изображение произвольного размера, сохраняемое в составе файла чертежа. Просмотр отображается на панели просмотра в окне Меню документов.

> Просмотр может создаваться автоматически. Режим автоматического создания просмотра устанавливается в команде Параметры документа (закладка **Сохранение**).

Создание просмотра

После вызова команды на экране появляется окно диалога.



Данный диалог предназначен для создания просмотра (в формате BMF или BMP), импорта просмотра из внешнего файла и экспорта просмотра во внешний файл.

> Просмотр (растровый), хранящийся во внешнем файле, можно отредактировать при помощи графического редактора, например, **Paint**.

Создание просмотра в формате T-FLEX CAD Metafile (BMF) возможно только при вызове команды из 2D окна. Такой просмотр создаётся на основе изображения активной 2D страницы текущего документа. Область страницы, изображение которой будет скопировано в просмотр, может определяться системой автоматически или задаваться пользователем.

Для автоматического определения области чертежа для создания просмотра следует установить флажок **Сохранить автоматически**. Положение переключателя под флажком определяет, как система будет выбирать область:

По размерам окна. Изображение просмотра создаётся по изображению текущего 2D окна;

По размерам изображения. Изображение просмотра создаётся по изображению всего изображения текущей страницы чертежа;

По размерам бумаги. Изображение просмотра создаётся по изображению чертежа, попадающему в пределы форматки данной страницы.

После включения флажка **Сохранить автоматически** и установки нужного положения переключателя достаточно нажать **OK**, и в текущем документе будет создан просмотр.

Для ручного задания области чертежа следует отключить флажок **Сохранить автоматически**. В этом случае после нажатия **OK** и закрытия окна диалога **Просмотр** необходимо в 2D окне указать прямоугольную область произвольного размера. Для этого нужно подвести курсор к одному из предполагаемых углов прямоугольника и нажать , затем подвести курсор к другому углу и снова нажать . После этого создание просмотра будет завершено.

Просмотр в растровом формате Windows Bitmap (BMP) можно создавать при вызове команды как из 2D, так и из 3D окна. Как и в предыдущем случае, просмотр создаётся на основе всего или части изображения активной 2D страницы. Используемая область страницы может определяться системой автоматически или задаваться пользователем.

Размер создаваемой растровой картинки (в пикселях) задаётся группой параметров **Размеры растровой картинки**. Эти же параметры определяют размеры прямоугольной рамки, которая используется для ручного задания области чертежа для создания просмотра.

Создание просмотра с автоматическим определением области чертежа происходит так же, как и для формата BMF: необходимо установить флажок **Сохранить автоматически**, выбрать нужный способ определения области чертежа и нажать **OK**.
Для ручного задания области чертежа в окне диалога команды следует отключить флажок **Сохранить автоматически**. После нажатия **OK** и закрытия окна диалога команды на экране появится привязанная к курсору прямоугольная рамка (её размер совпадает с размером создаваемой картинки). Для создания просмотра необходимо подвести рамку к нужной области 2D окна и нажать .

> Следует отметить, что если в команде Параметры документа на закладке **Сохранение**, в полях параметра **Сохранить** установлены значения **Нет** или **Автоматически**, то после подтверждения задания параметров описываемой команды, на экран выводится сообщение, что просмотр будет создаваться вручную. Это говорит о том, что установки команды **Параметры документа** отключаются и вводятся в действие установки данной команды.

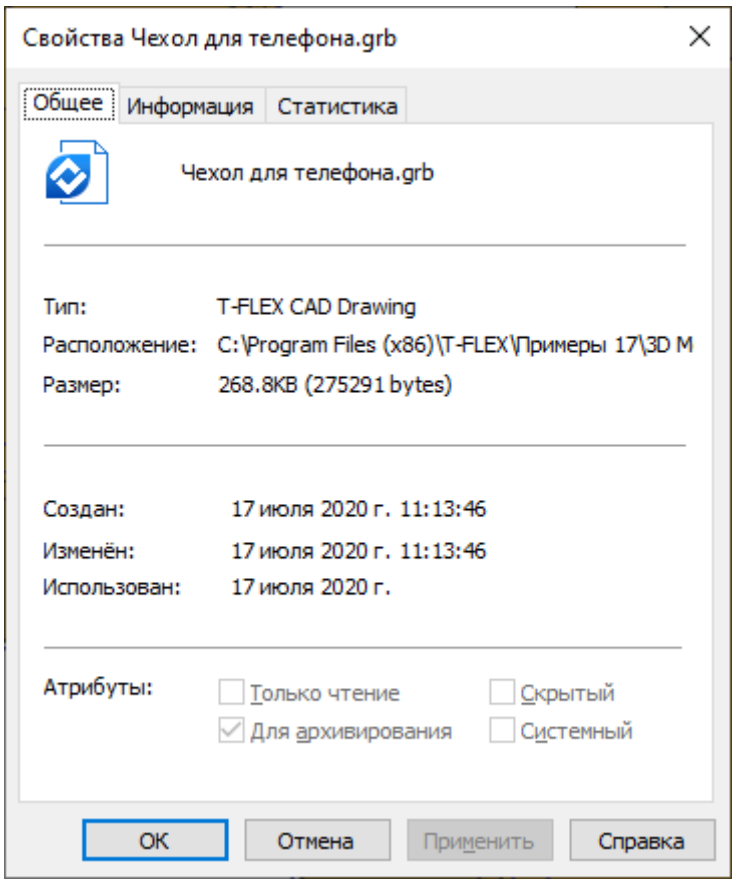
Созданный в текущем документе просмотр можно экспортировать во внешний файл формата BMF или BMP (в зависимости от того, в каком формате был создан просмотр текущего документа). И наоборот, любую картинку из внешнего файла формата BMF или BMP можно импортировать в текущий документ. Для этого необходимо после вызова команды выбрать в списке нужное действие **Сохранить просмотр**, а затем в появившемся стандартном окне сохранения/открытия файлов указать имя внешнего файла.
Просмотр, сохранённый во внешнем файле формата BMP, можно редактировать средствами любого графического редактора.

Свойства документа

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Файл > Свойства
Клавиатура	Текстовое меню
<PS>	Файл > Свойства

Команда позволяет просмотреть все характеристики текущего документа.



Диалог разбит на отдельные закладки.

Закладка Общее

Это информационная закладка.

Параметры, расположенные на этой закладке не могут быть изменены. Эти параметры содержат информацию о названии чертежа, полном пути на файл, его размере, датах создания, изменения и использования, а также атрибутах файла.

Закладка Информация

Закладка редактируемых параметров.

Содержит информацию о названии чертежа и темы, авторе и компании. Чертеж может быть отнесен к какой-либо категории, могут быть указаны ключи для поиска и описаны комментарии к чертежу.

Закладка Статистика

Содержит информацию о датах создания, изменения, использования и печати файла чертежа. Обратите внимания, что при использовании чертежа из предыдущей версии программы дата создания совпадает с датой использования.

При новом сохранении файла в характеристики чертежа заносится информации об имени пользователя, сохранившего чертеж, номере копии и общем времени редактирования.

Также можно просмотреть статистические данные о количестве элементов построения и изображения, входящих в чертеж.

Конвертер документов

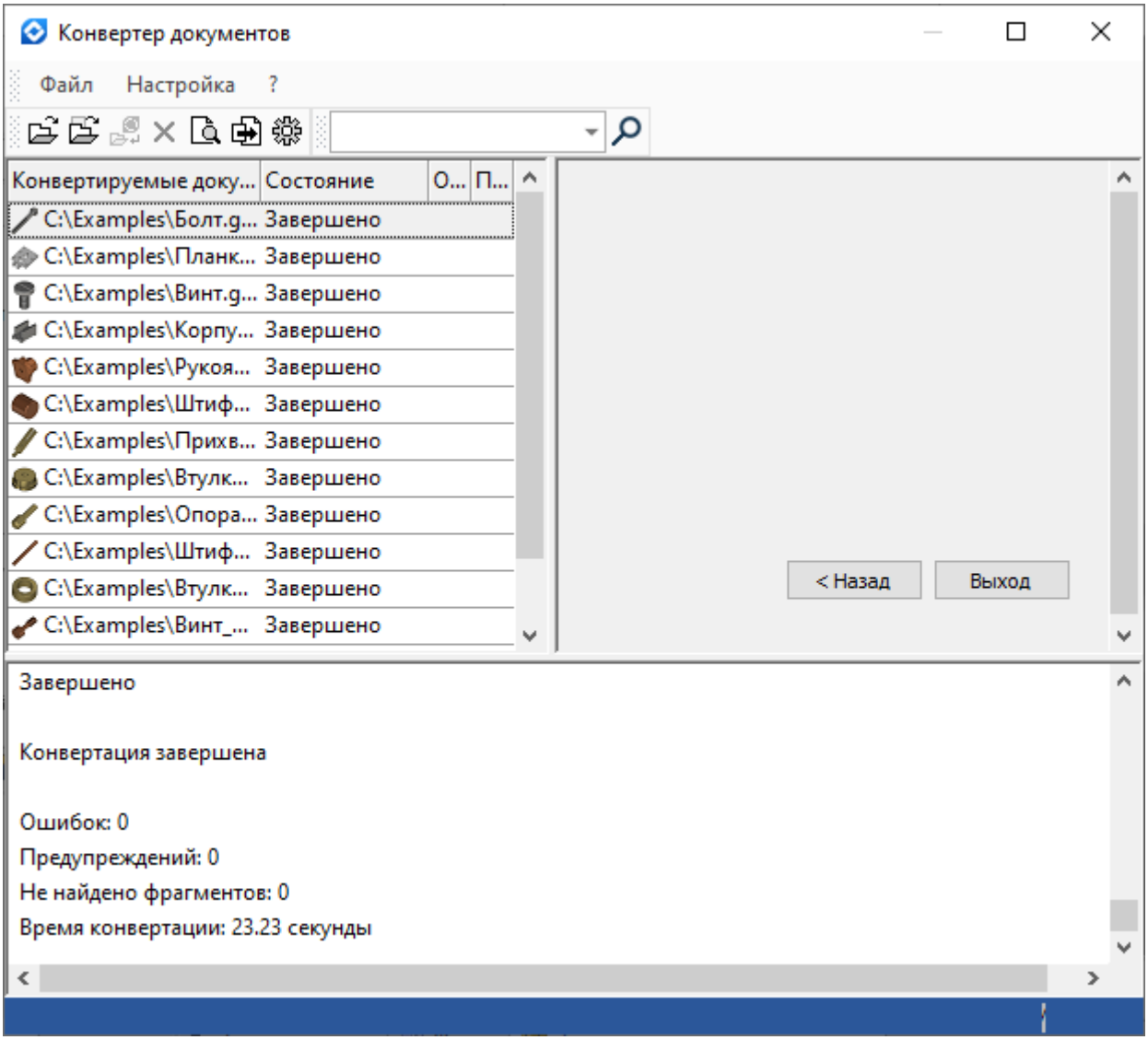
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Файл > Конвертер документов Начало работы > Файлы > Конвертер документов
Клавиатура	Текстовое меню
<AC>	Файл > Конвертер документов

Данная команда выполняет пересчет и пересохранение сборок с входящими в них фрагментами и/или файлов, содержащих отдельные детали. Необходимость выполнения этой процедуры возникает при переходе на новую версию системы, т.к. при этом текущий формат файла GRB изменяется. При открытии файла, созданного в одной из предыдущих версий системы, автоматически запускается полный пересчет для записи данных в формате новой версии, поэтому время открытия старых файлов возрастает. Однако после сохранения пересчитанного файла повторное открытие производится значительно быстрее (пересчета в этом случае уже нет). Для повышения скорости работы системы со сборочной моделью (чертежом) необходимо пересчитать и сохранить все включенные в неё фрагменты. Пересохранение должно выполняться снизу вверх по структуре сборки. Конвертер документов предыдущих версий позволяет выполнить эту процедуру автоматически, т.е. определяет всю иерархию входящих в сборку фрагментов и выполняет их пересчет и сохранение в нужной последовательности (сначала открываются, регенерируются и сохраняются фрагменты нижнего уровня, затем предыдущего и т.д., до файла сборки). В процессе преобразования файлов формируется отчёт, в котором фиксируются результаты работы (предупреждения, информационные сообщения, ошибки). Исходные файлы могут быть сохранены в виде резервных копий.

После вызова команды на экране появляется окно конвертера. Оно разбито на 3 области:

- Область списка файлов (слева вверху);
- Область служебной информации и кнопок (справа вверху);
- Область диагностики и вывода сообщений о ходе процесса конвертации (в нижней части окна).



Список выбранных для конвертации файлов отображается в левом верхнем поле диалога конвертера. По умолчанию список файлов пуст.

Если на момент вызова команды в T-FLEX CAD были открыты какие-либо документы, система предложит закрыть их (это необходимо для успешной работы конвертера) и автоматически занесёт их в список для конвертации. При необходимости пользователь может удалить часть файлов из списка и/или добавить в него другие документы T-FLEX CAD.

Для добавления файлов в список можно использовать кнопки **Добавить файлы, Добавить папку** и **Добавить папку из T-FLEX DOCs** (если включен режим совместной работы с T-FLEX DOCs) на инструментальной панели конвертера. Эти команды можно вызвать и из текстового меню.

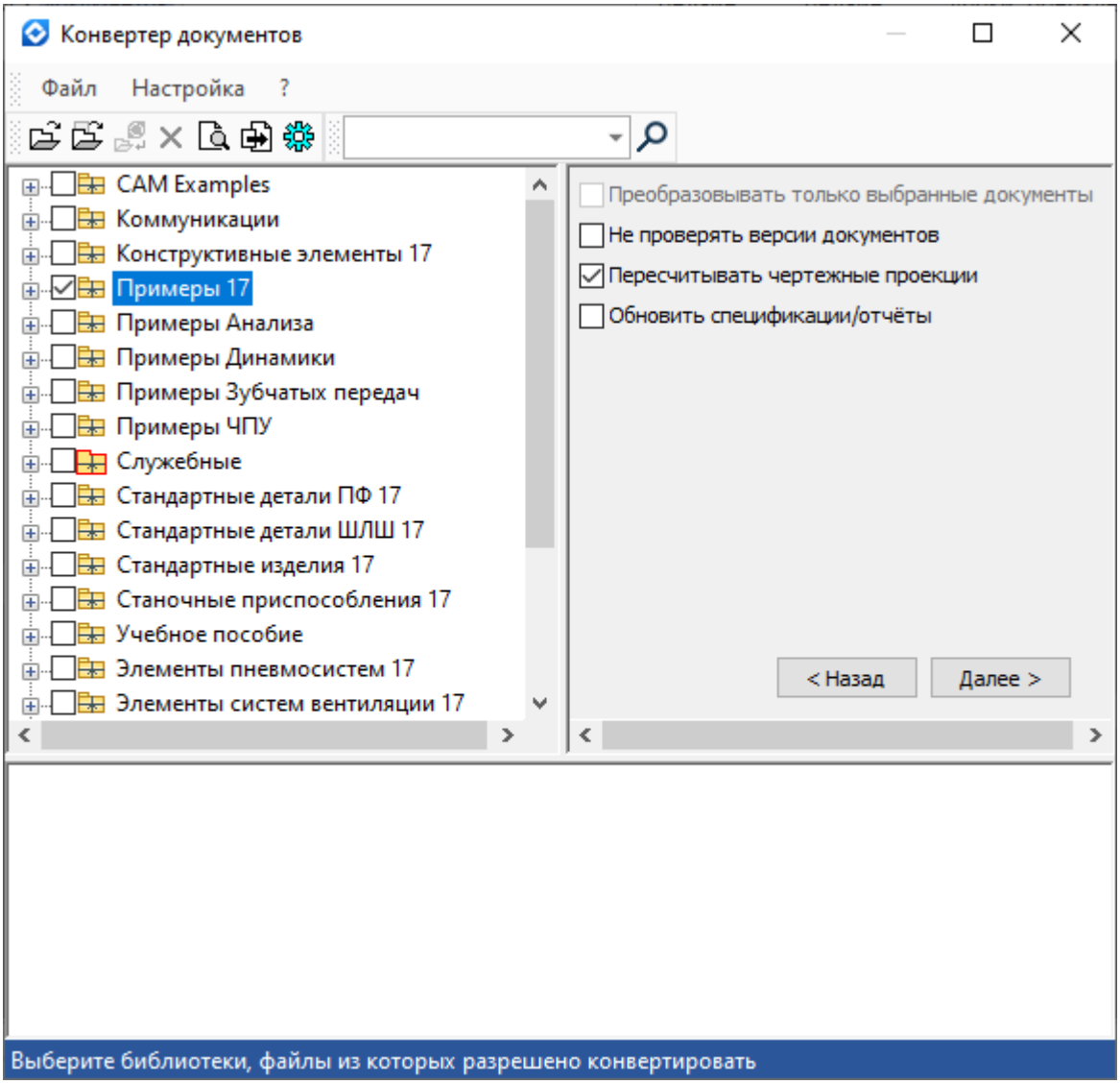
Первая кнопка позволяет добавить в список отдельные документы, вторая – все документы T-FLEX CAD, находящиеся в выбранной папке. Если выбранная папка содержит вложенные папки, система выдаст запрос о необходимости включения их в список.

Для удаления файла из списка необходимо выбрать его в списке и нажать кнопку **Удалить файлы** или **<Del>**. Завершить формирование списка файлов, подлежащих конвертации, можно с помощью кнопки **Далее** (в правом верхнем поле окна конвертера).

В процессе конвертации, после анализа структуры выбранных моделей, система может самостоятельно добавить в список конвертируемых файлов недостающие фрагменты преобразуемых сборок. Будет ли она это делать, определяется одним из параметров конвертации (см. раздел **Настройка конвертера**).

Выполнение конвертации

После формирования списка конвертируемых файлов необходимо нажать кнопку **Далее** в правой части окна конвертера. После нажатия кнопки содержимое левой верхней области окна конвертера изменится. Список конвертируемых файлов будет заменён списком библиотек T-FLEX CAD. На этом этапе необходимо указать, элементы каких библиотек следует подвергать преобразованию, если они будут обнаружены в структуре конвертируемых документов. Библиотеки, элементы которых можно будет конвертировать, помечаются «галочкой» в списке библиотек (для пометки необходимо указать курсором на символ ☐ рядом с именем библиотеки и нажать).

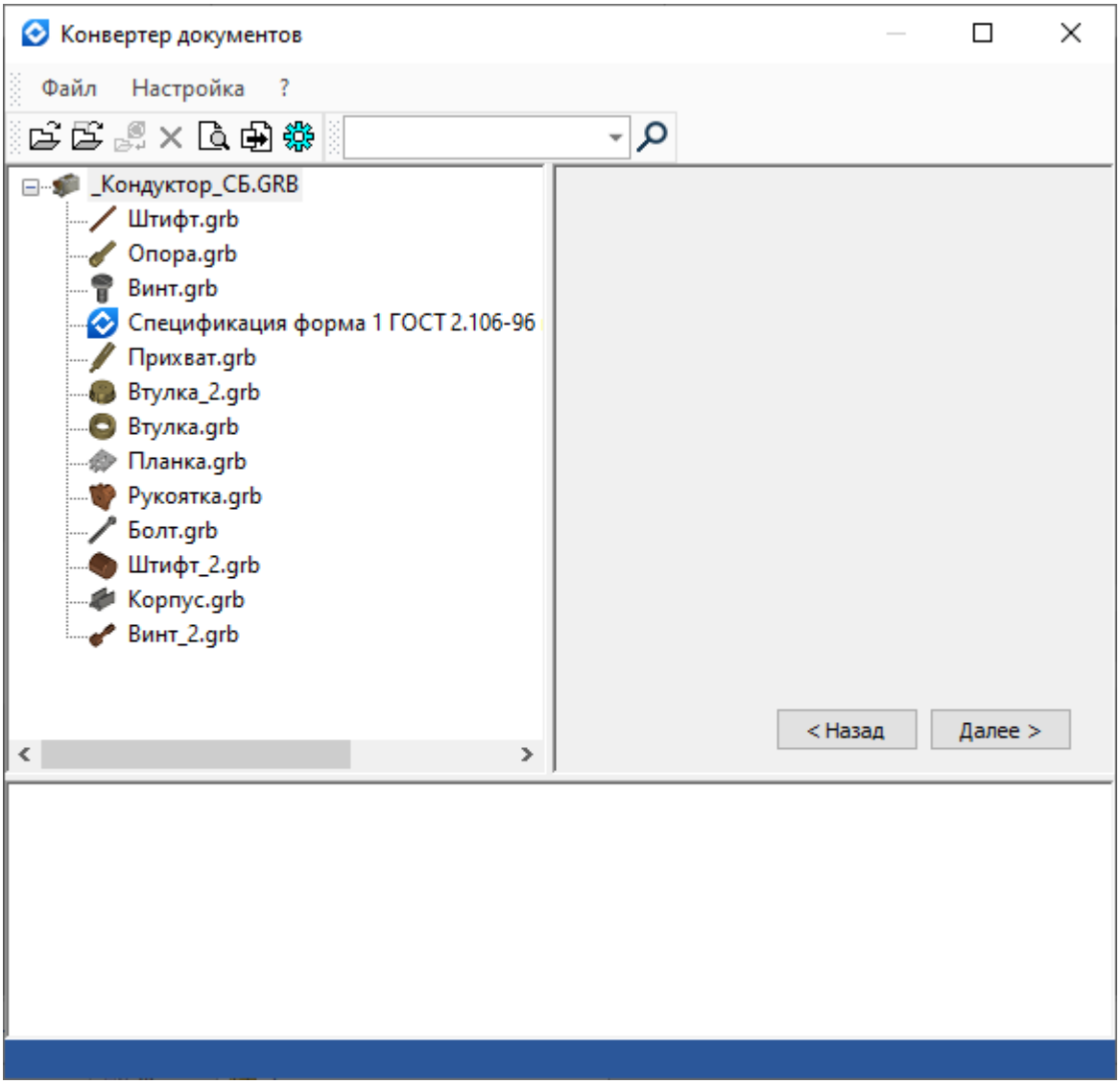


Параметры, отражающиеся на этом этапе в правой части окна конвертера, дублируют параметры в диалоге настроек конвертации (см. раздел **Настройка конвертора**).

После указания библиотек, элементы которых можно изменять при конвертации, следует снова нажать кнопку **Далее** для перехода к следующему этапу. Для возвращения на стадию выбора документов (например, при необходимости внесения изменений в список выбранных файлов) используется кнопка **Назад**.

На следующем этапе в левой верхней области окна конвертера будет показана структура связей конвертируемых файлов.

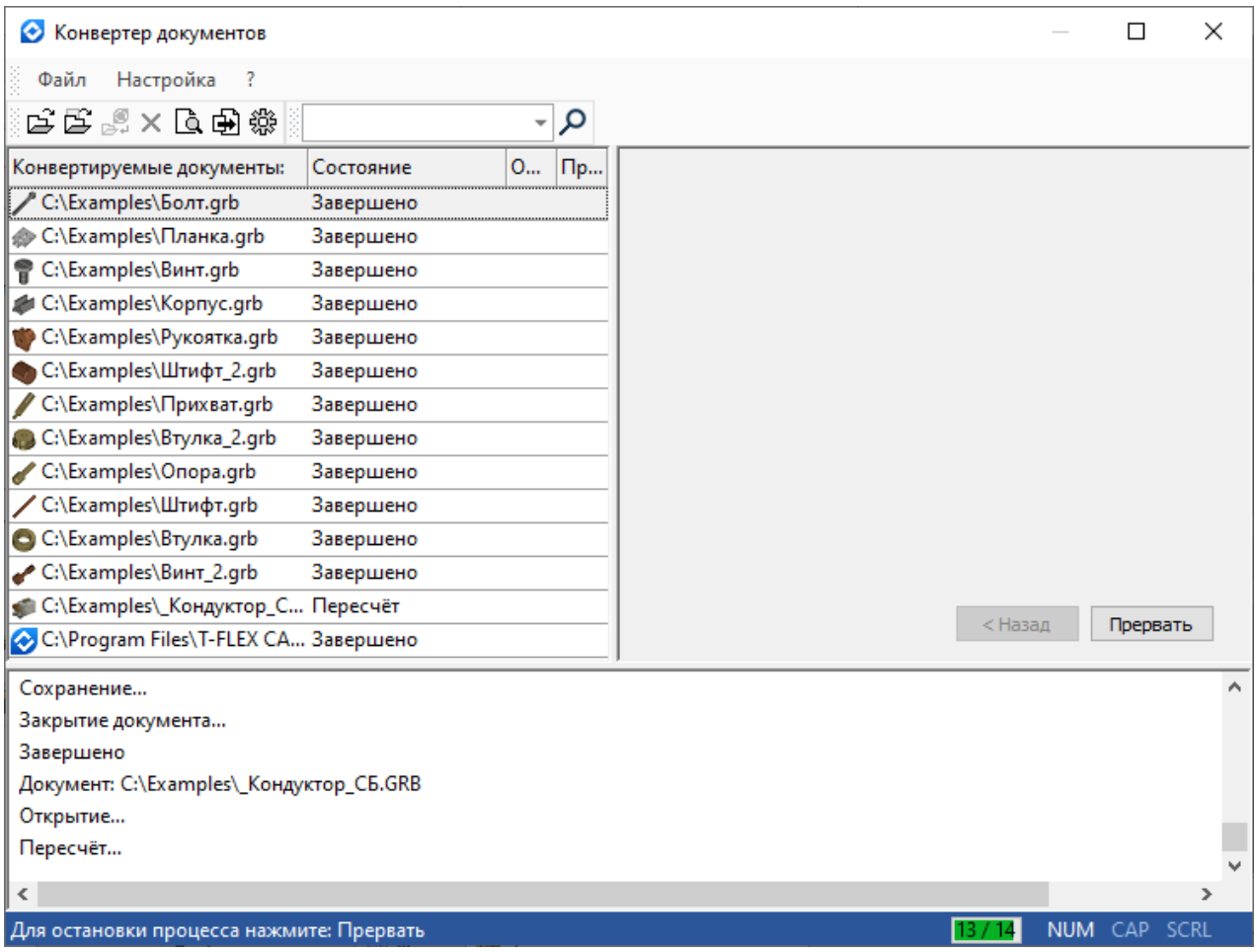
При необходимости в список добавляются дополнительные файлы, соответствующие фрагментам преобразуемых сборочных моделей.



Для начала пересчёта выбранных файлов необходимо ещё раз нажать кнопку **Далее**.

Стадию выбора библиотек и просмотра структуры связей документов можно пропустить, если для перехода на следующую стадию процесса конвертации использовать не нажатие кнопки **Далее**, а команды **Предварительный просмотр** и **Конвертировать** на инструментальной панели или в текстовом меню конвертера. В этом случае для библиотечных элементов будут использоваться настройки, заданные по умолчанию (по умолчанию конвертация разрешена только для пользовательских библиотек; стандартные библиотеки, поставляемые с системой, не конвертируются).

В процессе пересчёта выбранных файлов в нижней части окна конвертера будет выводиться информация о ходе и результатах работы конвертера, а в левой верхней области снова появится список конвертируемых файлов, в котором для каждого файла будет отображаться текущее состояние работы с ним. В нижнем правом углу отображается индикатор обрабатываемых файлов.



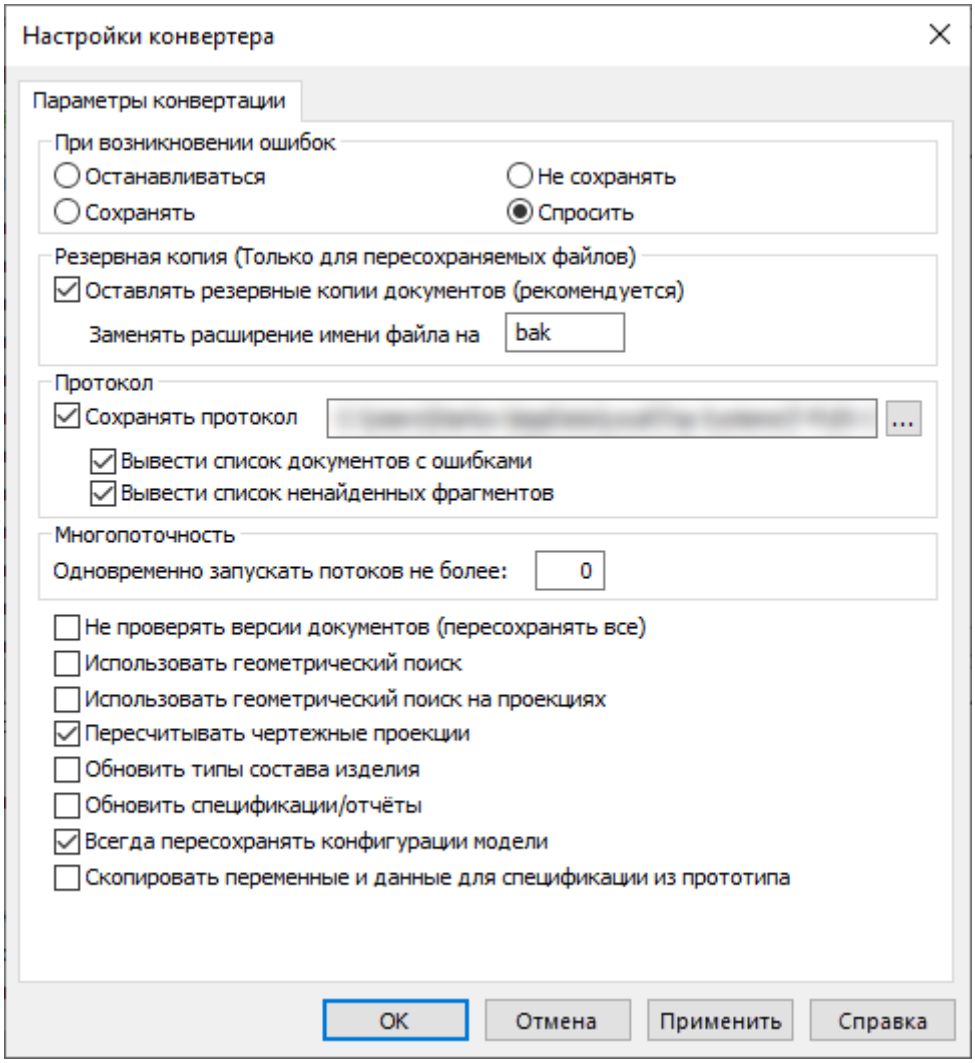
При конвертации документов, содержащих спецификацию старого типа (с использованием базы данных во внешнем файле) будет выдано сообщение о преобразовании спецификации к новому формату и разрыву связи с файлом базы данных.

По окончании преобразования файлов в нижней части окна конвертера будет выведено сообщение о завершении процесса с указанием количества возникших ошибок.

Завершить работу с приложением можно, воспользовавшись кнопкой **Выход**.

Настройка конвертера

Диалог настроек процесса конвертации вызывается из текстового меню **Настройка** > **Настройка конвертера**.



Группа параметров **При возникновении ошибок** определяет реакцию системы на возникновение ошибок в процессе пересчёта и сохранения документов:
Останавливаться – завершить процесс конвертации;
Сохранять – сохранить документ, несмотря на возникновение ошибок;
Не сохранять – не сохранять документ, при пересчёте которого возникли ошибки;
Спросить – вывести на экран окно диалога с сообщением о возникшей ошибке и запросом о дальнейших действиях.
Группа параметров **Резервная копия** позволяет включить режим создания резервных копий файлов с указанным расширением.
Группа параметров **Протокол** служит для управления информацией, отображаемой в нижней части окна конвертера и в файле протокола:
Флажок **Сохранять протокол** задаёт сохранение информации о процессе конвертации, в файл протокола. В поле справа от флажка можно задать имя и путь файла протокола. Если данный флажок снят, файл протокола не сохраняется.
Параметры **Вывести список документов с ошибками** и **Вывести список ненайденных фрагментов** задают необходимость вывода в протокол соответствующей информации.
Группа **Многопоточность** содержит единственный параметр **Одновременно запускать процессов не более:**. Он позволяет ограничивать максимальное количество одновременно запущенных при конвертации процессов.
При конвертировании T-FLEX запускает несколько процессов, в которых происходит одновременный пересчёт не зависящих друг от друга файлов (если в сборке между ними нет отношения родитель/потомок). При этом по умолчанию, для достижения максимального эффекта,

количество запускаемых процессов равно количеству процессоров на компьютере (это позволяет занять все имеющиеся ресурсы машины). Данный параметр позволяет ограничить количество процессов и занимаемых ими ресурсов компьютера.

Не проверять версии документов (пересохранять всё). При неустановленном параметре документы, формат которых соответствует текущей версии T-FLEX CAD, преобразовываться не будут (кроме сборок, фрагменты которых подверглись конвертации). При установке данного параметра будут преобразовываться все файлы, независимо от их формата.

Следующая группа параметров используется только при конвертации документов, содержащих 3D модель:

Использовать геометрический поиск. Когда данный параметр включен, при возникновении в процессе пересчёта ошибок регенерации элементов модели (например, ошибки регенерации 3D узла, построенного на вершине тела, или ошибки регенерации сглаживания рёбер или граней) запускается процедура геометрического поиска, позволяющая восстановить потерянные геометрические связи.

> Использование режима **Использовать геометрический поиск** особенно рекомендуется для файлов версии младше, чем 7.2. Однако его включение в ряде редких случаев может приводить к построению некорректных связей в модели.

Использовать геометрический поиск на проекциях. При установленном параметре возникновение в процессе пересчёта ошибок регенерации элементов, созданных на основе линий 2D проекции, приводит к запуску процедуры, позволяющей восстановить привязку этих элементов.

Пересчитывать чертёжные проекции. При установленном параметре выполняется пересчёт всех 2D проекций независимо от значения параметра проекции «Обновлять». На сложных моделях пересчет проекций и сечений может занимать достаточно большое время, поэтому при необходимости его можно отключить.

Обновить спецификации. Данный параметр управляет пересчётом всех спецификаций документа, а также обновлением таблиц баз данных. По умолчанию отключен.

Всегда пересохранять конфигурации модели. Когда данный параметр установлен, конфигурации, существующие в конвертируемом документе, пересохраняются при конвертации.

Скопировать переменные и данные для спецификации из прототипа. Если данный параметр установлен, в файлах, конвертируемых из форматов версий 7.2 и ниже, автоматически создаются скрытые системные переменные для работы с данными для спецификации (на основе прототипов документов).

Переменные копируются только в том случае, если в конвертируемом документе нет ни одной переменой, совпадающей по имени с переменными в прототипе. Данные для спецификации копируются, если в документе нет данных для спецификации, и удалось скопировать переменные. Для чертежей используется прототип 2D чертежа, для 3D моделей – прототип 3D модели.

Рекомендуемая последовательность действий при переходе на новую версию T-FLEX CAD.

1. Отложите резервные копии документов.
2. Убедитесь, что полный пересчет модели в предыдущей версии T-FLEX CAD проходит без сообщений об ошибках, а открытие сборки без сообщений о ненайденных файлах фрагментов.
3. Запустите конвертер со значениями по умолчанию (включены режимы **Всегда пересохранять конфигурации модели**, **Пересчитывать чертёжные проекции**).
4. Для моделей со сложными проекциями (разрезы, сечения) - флаги **Использовать геометрический поиск на проекциях** и **Пересчитывать чертёжные проекции** имеет смысл использовать тогда, когда преобразование с выключенными режимами не привело к желаемому результату (особенно это касается режима Использовать геометрический поиск на проекциях). Включение этих режимов может привести к значительному увеличению времени конвертации.

5. В случае возникновения проблем с поиском элементов оформления на чертеже перезапустите конвертер с добавленным флагом Использовать геометрический поиск на проекциях.
6. В случае если на очень больших сборочных моделях системе не удаётся пересчитать проекции из-за недостатка оперативной памяти, то возможна конвертация с выключенным флагом Пересчитывать чертёжные проекции.
Включение режима **Использовать геометрический поиск** особенно рекомендуется для файлов, созданных в версиях младше, чем 7.2. Однако его включение в ряде редких случаях может приводить к построению некорректных связей в модели.

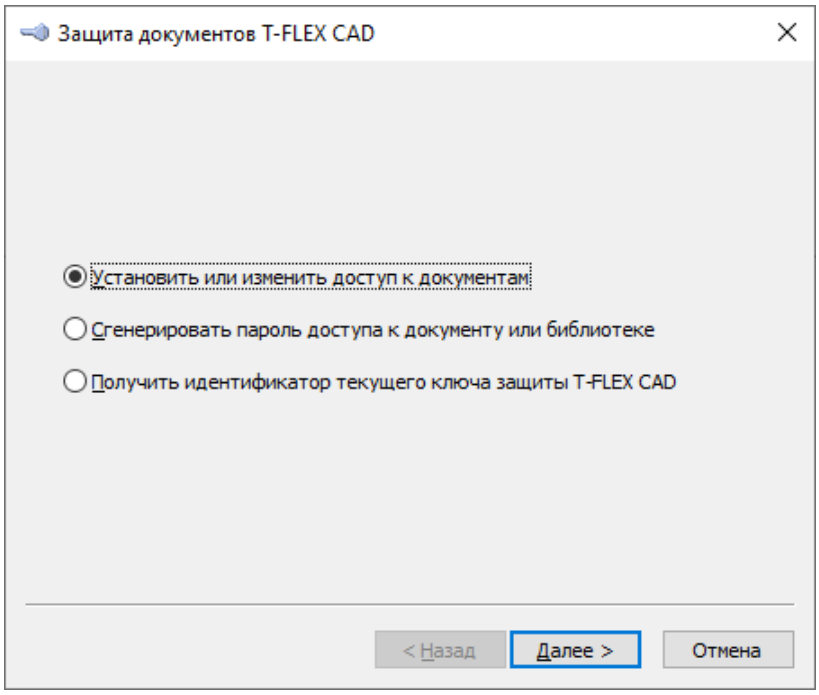
Защита документов

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Файл > Защита документов
Клавиатура	Текстовое меню
<AF>	Файл > Защита документов

В T-FLEX CAD существует возможность для установки ограничений на работу с документами. Разработчик документа или набора документов (библиотеки) может установить на них защиту при помощи этой команды и в дальнейшем при необходимости изменять параметры этой защиты.
Работа с защищенными документами предполагает наличие у пользователя ключа защиты HASP. Защищённый документ может содержать неограниченное количество защит разных типов. Разработчик документа может установить для различных пользователей разные права доступа на этот документ. Например, одна защита будет предусматривать только возможность открытия и просмотра документа и будет установлена для всех пользователей, а другая защита будет предусматривать возможность полного доступа, и будет установлена только для определенного ID ключа защиты HASP.
Вся информация о защите документа хранится внутри самого документа.

После вызова команды на экране появится диалог, в котором можно выбрать одно из следующих действий:



Для защиты документа необходимо выполнить следующие действия:
1. При помощи опции **Установить или изменить доступ к документам** необходимо установить защиты с наборами типов доступа для защищаемых документов.
2. Если защита имеет тип **На пароль**, то при помощи опции **Сгенерировать пароль доступа к документу или библиотеке** разработчик должен сгенерировать пароль для доступа пользователя к документу по ID ключу, присланному от пользователя.
Опция **Получить идентификатор текущего ключа T-FLEX CAD** позволяет пользователю посмотреть ID ключа, установленного в данный момент на его машине.

Основные темы в этом разделе:

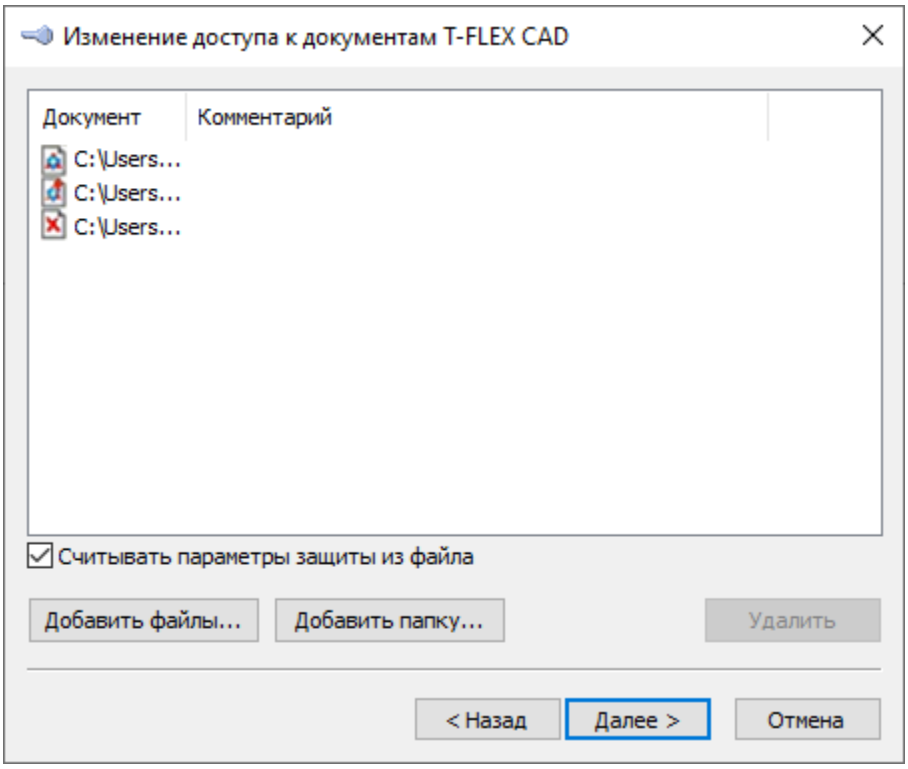
- Установка доступа к документу
- Типы защиты документа
- Типы доступа к защищённому документу
- Генерация пароля доступа к документу
- Получение идентификатора текущего ключа защиты
- Работа с защищённым документом
- Изменение доступа к защищённому документу

Установка доступа к документу

В начальном диалоге команды **Защита документов** выберите опцию **Установить или изменить доступ к документам.** Будет вызван диалог выбора файлов для установки или изменения доступа к ним.
При помощи кнопок **Добавить файлы...** и **Добавить папку...** в этом диалоге можно выбрать как отдельные файлы, так и указать папку, файлы которой будут добавлены в список.
Для защиты файлов необходимо, чтобы их версия совпадала с текущей версией T-FLEX CAD. Выбранные файлы будут добавлены в список. Иконка слева от файла показывает текущее его состояние.
– формат файла соответствует формату текущей версии T-FLEX CAD. В этом случае на файл будет установлена защита.

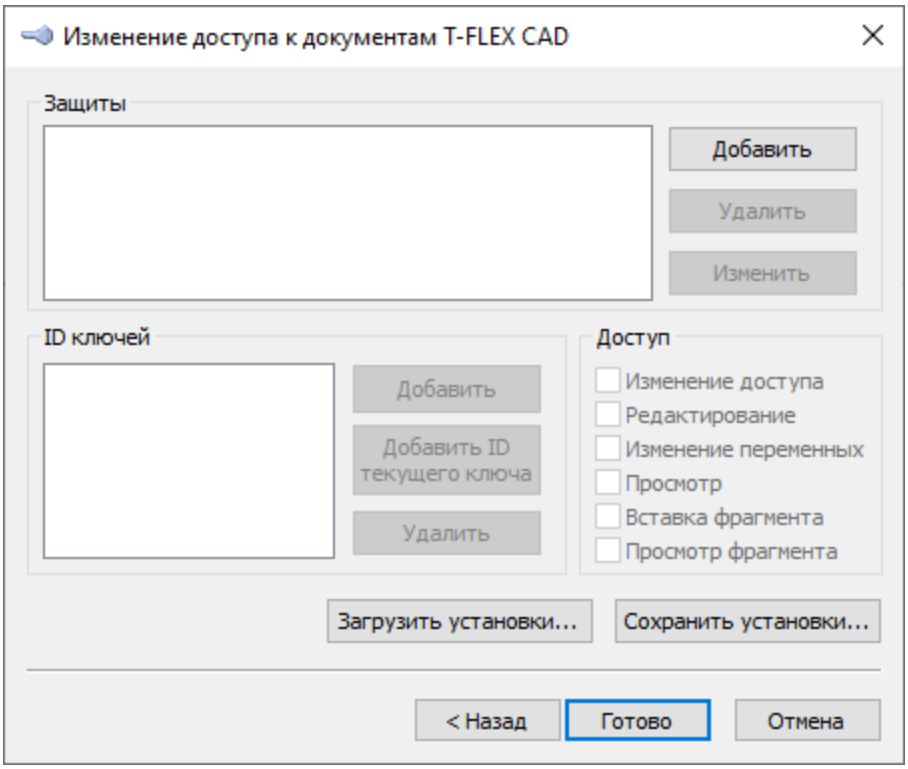
– формат файла соответствует формату предыдущих версий T-FLEX CAD. В этом случае файл необходимо пересохранить в текущей версии. Это можно сделать при помощи конвертера файлов предыдущих версий. Без этого защита на файл установлена не будет.

– файл защищён от записи или используется другой программой. В этом случае нужно соответственно или снять атрибут файла **Только для чтения** или завершить работу другого приложения с этим файлом. После этого повторить попытку защиты документа.

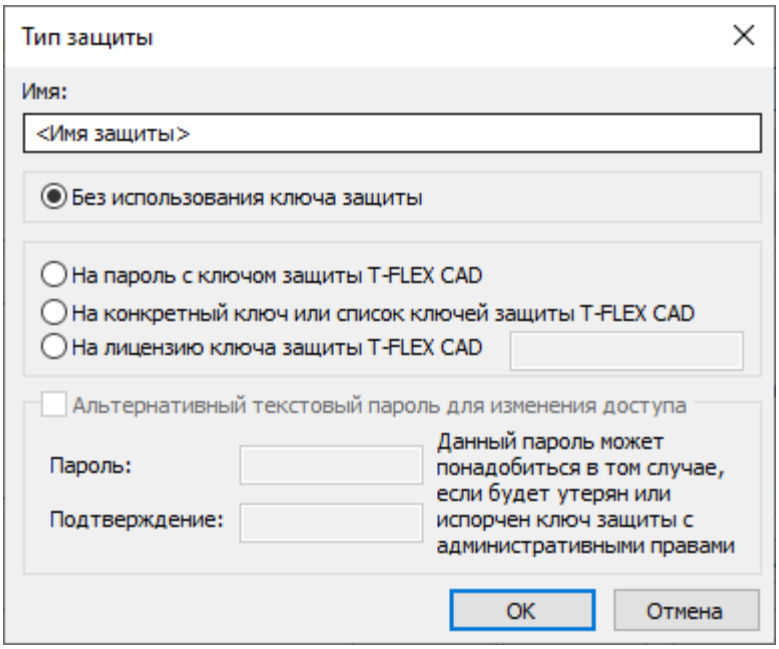


Следует заметить, что если необходимо защитить несколько документов (библиотеку) на один пароль, то желательно выбирать сразу все файлы этой библиотеки. Это связано с тем, что каждая вновь создаваемая защита с типом «**На пароль**» является уникальной и требует генерации и ввода отдельного пароля.

После выбора необходимых файлов и нажатия кнопки **Далее** появится диалог изменения доступа к документам.



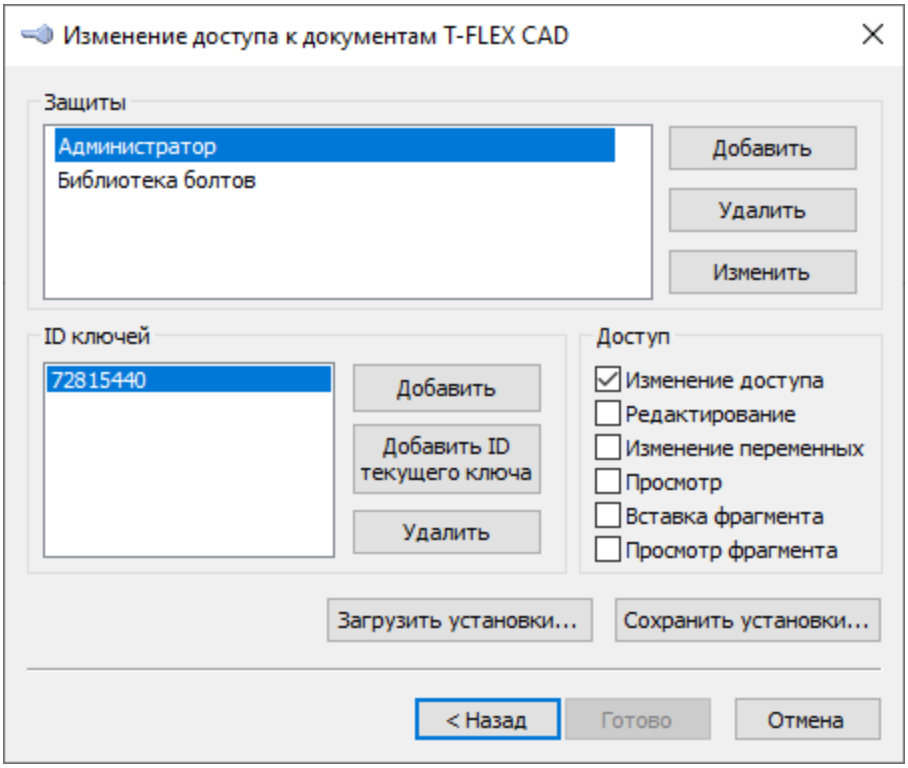
В этом диалоге при помощи кнопок **Добавить** можно добавить новую защиту. Кнопка **Изменить** предназначена для изменения типа существующей защиты. После нажатия на одну из этих кнопок будет отображен диалог с выбором типа защиты.

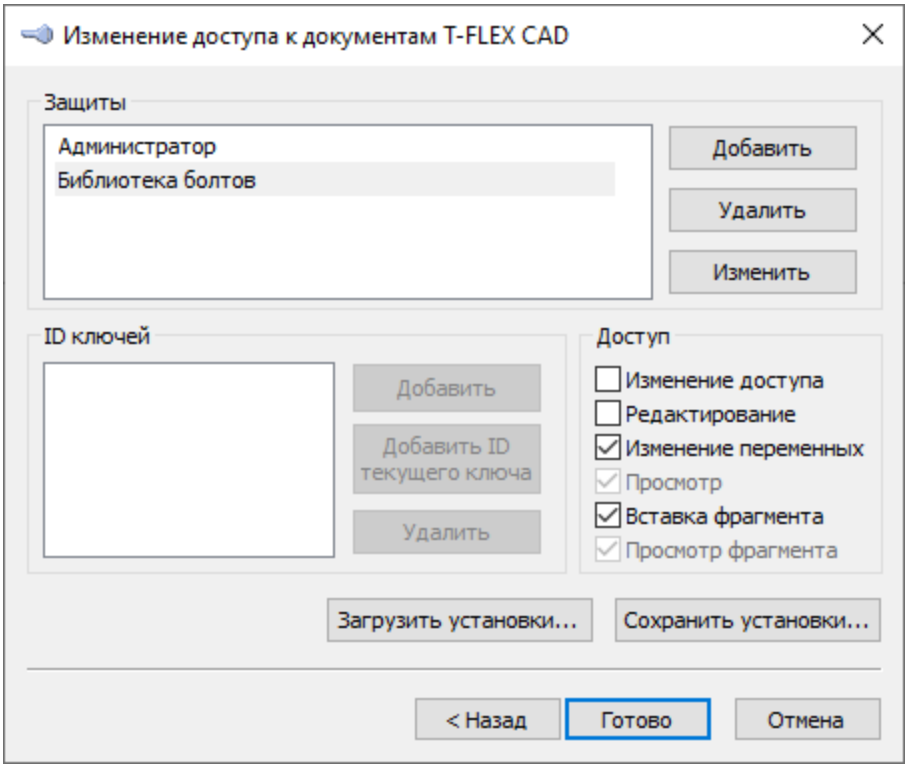


В этом диалоге нужно выбрать тип защиты и задать для него имя. Если устанавливается тип защиты **На другой конкретный ключ или список ключей защиты** или **На пароль с другим ключом защиты**, то для этих типов нужно в полях **Пароль 1** и **Пароль 2** ввести специальный пароль доступа к ключу защиты HASP . Этот пароль выдается производителем ключей защиты HASP. Если это сетевой ключ, то нужно заполнить поле **Номер программы сетевого ключа**. Эту информацию также дает производитель ключей защиты.

При установке защиты документа на ключ возможен ввод альтернативного текстового пароля. Этот пароль может понадобиться в случае, если будет утерян ключ защиты с административными правами (ключ защиты, на который был установлен тип доступа **Изменение доступа**).

После создания новой защиты её название будет отображено в списке защит в окне **Изменение доступа к документам T-FLEX CAD**.





Для созданной защиты нужно установить типы доступа. При помощи кнопок **Добавить** или **Добавить ID текущего ключа** нужно ввести ID ключа, если этот тип защиты предполагает защиту на ключ.

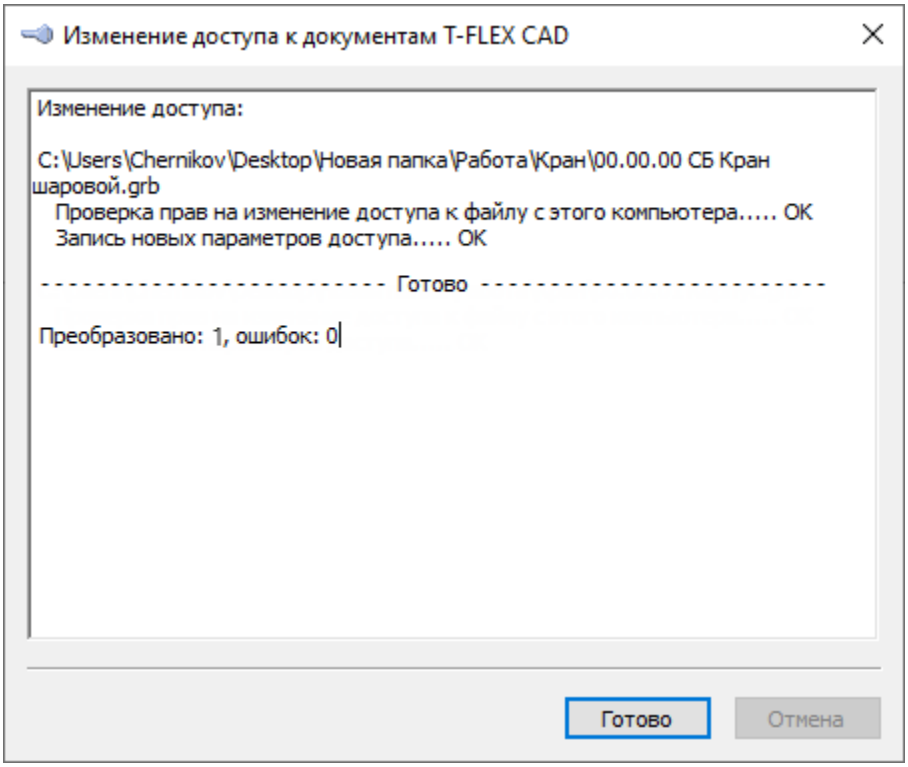
Рассмотрим более подробно один из вариантов установки защиты на документ. На картинке выше показано две защиты, установленные на документ. Первая защита с именем **Администратор** имеет тип **На конкретный ключ или список ключей защиты T-FLEX CAD**. Для неё был введен ID ключа и задан тип доступа **Изменение доступа**. Это означает, что пользователь, работающий с ключом

защиты **ID 72815440**, может изменять параметры защиты на этот документ. Вторая защита с именем **Библиотека болтов** имеет тип **На пароль с ключом защиты T-FLEX CAD** и для неё были установлены типы доступа на изменения переменных и вставку фрагмента. Для того, чтобы пользователь получил доступ к документу с этой защитой необходимы следующие действия:

1. Пользователь, для которого была установлена эта защита, должен прислать разработчику ID своего ключа защиты T-FLEX CAD.
2. Разработчик при помощи команды **Сгенерировать пароль доступа к документу или библиотеке** должен сгенерировать пароль по присланному ID ключа защиты и отправить этот пароль пользователю.
3. При обращении к документу пользователь должен ввести этот пароль для получения доступа.

Все установки защиты можно сохранять в файл специального формата ***.tfdat** при помощи кнопки **Сохранить установки...**. Используя кнопку **Загрузить установки...** можно считать в документ защиту из файла ***.tfdat**. Эта возможность может быть полезной в том случае, когда требуется добавить документ в уже защищенную библиотеку (набор документов). Для этого можно сохранить параметры защиты из защищенного документа, а в новый документ загрузить эти установки.

После нажатия кнопки **Готово** будет установлена защита на выбранные файлы.



Типы защиты документа

Для защиты документа могут быть установлены следующие типы:

- **Без использования ключа защиты**. Данный тип защиты устанавливается для любого пользователя. В этом типе защиты можно, например, разрешить доступ только на **Просмотр** и **Изменение переменных**. Тогда любой пользователь, работающий с этим документом, сможет только открыть его для просмотра без возможности других действий по редактированию или копированию информации. Это удобно, если разработчик предполагает передать документ пользователю только для ознакомления с содержимым. В этом случае наличие ключа защиты HASP у пользователя не обязательно, т.к просмотр документа может осуществляться программой T-FLEX Viewer, не требующей ключа защиты HASP.

- **На конкретный ключ или список ключей защиты T-FLEX CAD**. Данный тип защиты применяется в том случае, если разработчик заведомо знает ID ключей защиты T-FLEX CAD пользователей, которые будут работать с защищенными документами. В параметрах защиты документа должны быть введены ID ключей защиты T-FLEX CAD. Доступ к защищенному документу будет открыт на любом компьютере, на котором установлен данный ключ защиты T-FLEX CAD. В случае использования сетевого ключа доступ может быть открыт на любом из компьютеров в сети.
- **На пароль с ключом защиты T-FLEX CAD**. Данный тип защиты удобен, если разработчик изначально не знает ID ключей защиты T-FLEX CAD пользователей, которые будут работать с защищенным документом. Этот тип защиты в основном применяется при распространении документа или библиотеки (набора документов). Чтобы каждый раз не изменять защиту документа для нового пользователя, можно установить такой тип защиты на документ один раз. Далее пользователь должен выслать разработчику документа ID своего ключа защиты T-FLEX CAD. Разработчиком, при помощи этой команды на основе ID ключа защиты, генерируется ключевое слово (пароль), которое передается пользователю. При обращении к защищенному документу пользователь должен ввести этот пароль для получения доступа к документу.
- **На другой конкретный ключ или список ключей защиты**. Защита документа может быть установлена не только на ключ защиты HASP T-FLEX CAD, но и на любой другой ключ защиты HASP. Данный тип защиты аналогичен типу **На конкретный ключ или список ключей защиты T-FLEX CAD**, но в этом случае при установке типа защиты разработчику нужно указать в параметрах специальный пароль для используемого ключа защиты, который он должен получить у производителя этого ключа защиты.
- **На пароль с другим ключом защиты**. Данный тип защиты аналогичен типу **На пароль с ключом защиты T-FLEX CAD** за исключением того, что он может быть установлен на любой ключ защиты HASP при условии, что известен специальный пароль доступа к этому ключу защиты, полученный от производителя ключа.

Типы доступа к защищённому документу

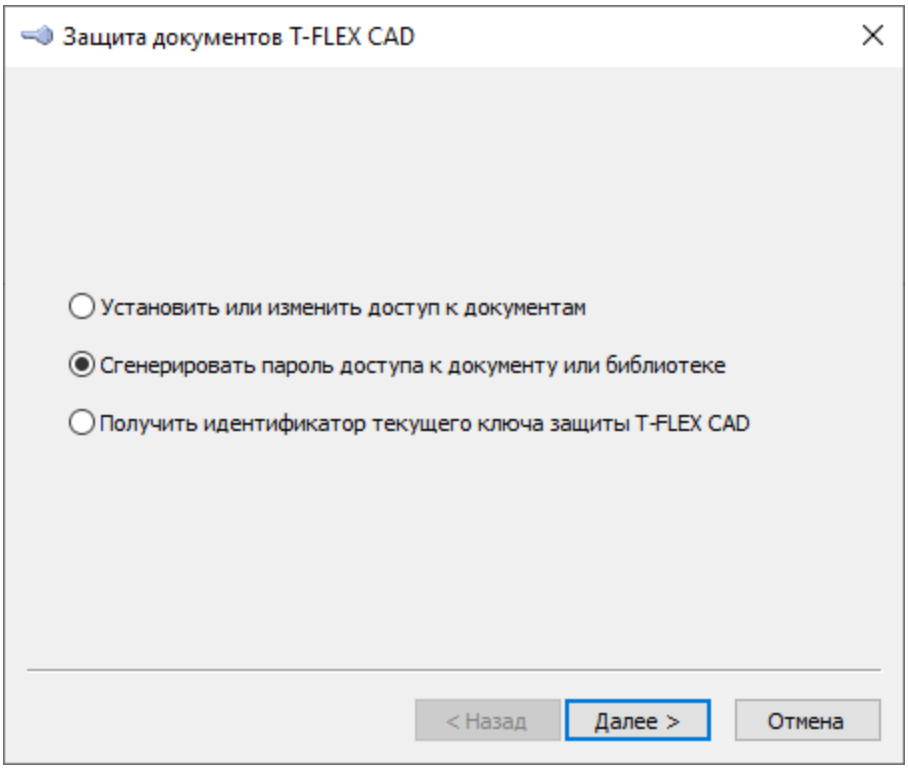
Для каждого типа защиты может быть установлен свой набор типов доступа к документам. В команде **Защита документов** предусмотрены следующие типы доступа:

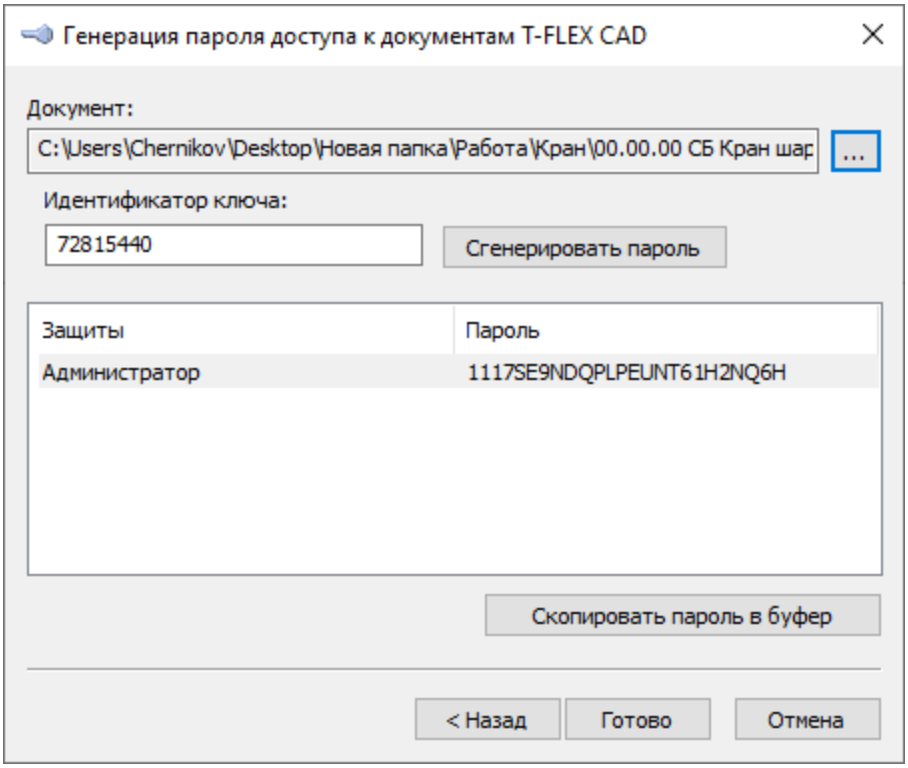
- **Изменение доступа**. Этот тип доступа устанавливается для пользователя, который будет иметь право на изменение или удаление типов защиты и типов доступа к этому защищенному документу. Как правило, такой тип доступа устанавливает для себя разработчик документа.
- **Редактирование**. Пользователь, для которого разрешён такой тип доступа, может открывать, изменять, сохранять данный документ. Доступ на редактирование означает полный доступ без возможности **Изменение доступа**.
- **Просмотр**. Этот тип доступа предполагает разрешение на открытие, просмотр и вывод на печать защищенного документа. При открытии такого документа в T-FLEX CAD все команды, которые могут его изменить, заблокированы.
- **Просмотр фрагмента**. Документ, для которого разрешён данный вид доступа, может быть открыт из документа сборки, если он используется в этой сборке в качестве фрагмента, картинки или OLE-объекта.
- **Изменение переменных**. Данный тип доступа разрешает изменение переменных документа и пересчёт документа с установленными значениями. При установке данного типа доступа автоматически устанавливается доступ на **Просмотр** и **Просмотр фрагмента**.
- **Вставка фрагмента**. Документ, для которого разрешён такой вид доступа, может быть вставлен как фрагмент, картинка или OLE-объект в другой документ. Если на документ

устанавливается такой тип доступа, то автоматически устанавливается тип доступа **Просмотр фрагмента**.

Генерация пароля доступа к документу

Как уже отмечалось ранее, в случае защиты документа на пароль с ключом защиты разработчик должен передать пользователю пароль для доступа к документу, сгенерированный по ID ключу пользователя. Для в начальном диалоге команды **Защита документов** необходимо выбрать опцию **Сгенерировать пароль доступа к документу или библиотеке**.

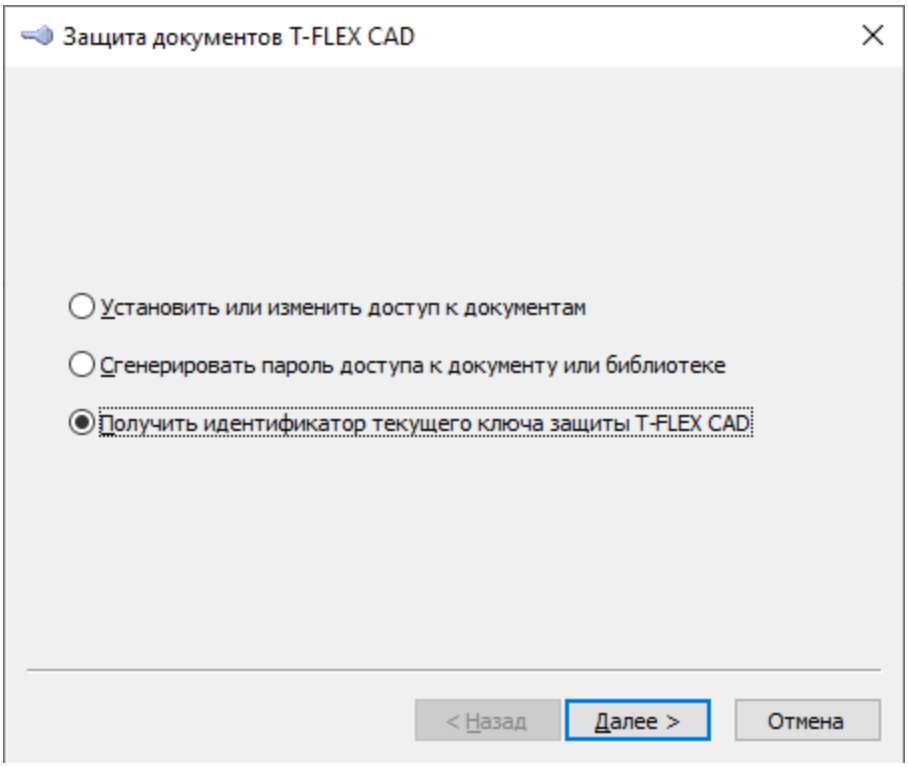


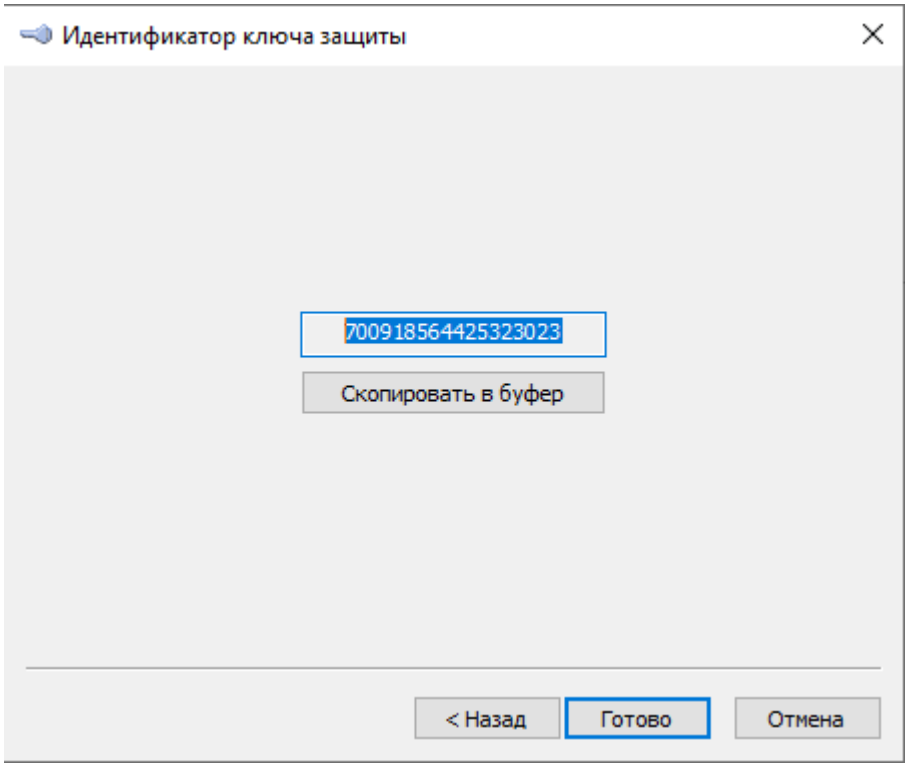


В этом диалоге нужно выбрать документ, который был защищён ранее. После выбора документа в соответствующем поле необходимо ввести идентификатор ключа, на который будет сгенерирован пароль для доступа с документу, и нажать кнопку **Сгенерировать пароль**.Так как в документе могут содержаться одновременно несколько защит, то формируется список защит, для каждой из которых генерируется свой пароль. Кнопка **Скопировать пароль в буфер** копирует выбранный пароль в буфер обмена.

Получение идентификатора текущего ключа защиты

В начальном диалоге команды Защита документов выберите опцию **Получить идентификатор текущего ключа защиты T-FLEX CAD**. В результате идентификатор будет показан в диалоге и доступен для копирования. Полученный идентификатор может быть передан разработчику защищённого документа для генерации пароля.





Работа с защищённым документом

Если документ был защищён на конкретный ключ защиты HASP, то при его использовании (открытии, вставки как фрагмента и т.д.) пользователем будет сравниваться ID текущего ключа пользователя с ID ключом, установленным в параметрах защиты документа. В случае совпадения идентификаторов этому пользователю будет разрешен доступ, установленный этой защитой. В случае не совпадения идентификаторов доступ к документу будет закрыт.

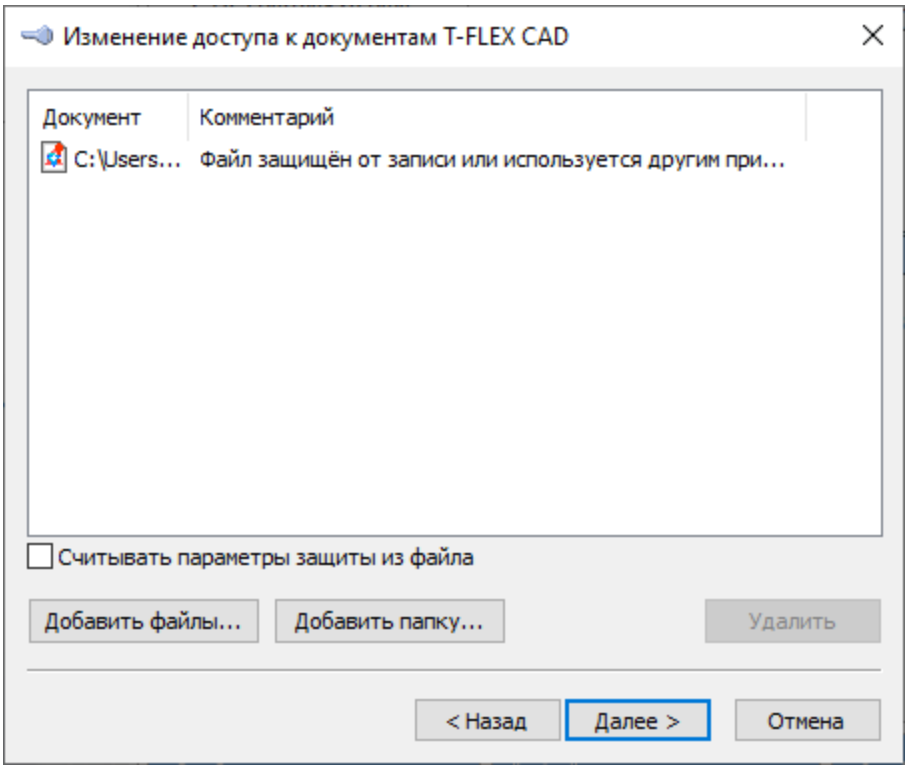
Если документ был защищён на пароль с ключом доступа, то при открытии документа пользователем будет выдан запрос на ввод пароля.
В этом диалоге пользователь должен ввести пароль, полученный от разработчика документа (см. Получение идентификатора текущего ключа защиты).
После ввода пароля он может быть автоматически сохранён в специальном файле **DocAccess.ini**, который будет создан в папке **Program**. При последующих открытиях документов с этой защитой пароль будет браться из файла **DocAccess.ini**.

В случае если пароль на момент открытия документа неизвестен, можно установить параметр **Отменить запрос пароля для данной библиотеки или документа**. Тогда при последующем использовании этого документа не будет выводиться диалог запроса пароля и будет устанавливаться доступ на защиту **Без использования ключа защиты** (если такой тип защиты был задан в документе). Если же не была установлена защита с типом **Без использования ключа защиты**, то доступ к документу будет закрыт.

При работе с защищенным документом устанавливается доступ, соответствующий максимально разрешённому доступу. Например, если одна защита предусматривает редактирование документа, а другая запрещает, то редактирование документа считается разрешённым.

Изменение доступа к защищённому документу

Процедура изменения доступа к защищённым документам аналогична установке доступа.
В начальном диалоге команды **Защита документов** выберите опцию **Установить или изменить доступ к документам.** Будет вызван диалог выбора файлов для установки или изменения доступа к ним.
Выберите защищённые документы или папку с защищёнными документами так же, как это делалось при установке доступа. В списке файлов нужно выбрать файл, с которого будут считаны параметры защиты. Если такой файл не был выбран, то параметры защиты будут считаны с первого файла в списке.



В зависимости от того, какая защита имела доступ на **Изменение доступа** возможны следующие варианты:

1. Если эта защита имела тип **На конкретный ключ или список ключей защиты**, то при совпадении ID ключей будет разрешен доступ на изменение.
2. Если тип этой защиты был **На пароль с ключом защиты**, то после нажатия кнопки **Далее** появится диалог с запросом пароля на эту защиту. После ввода пароля будет также разрешен доступ на изменение защиты.
3. Если же отсутствует аппаратный ключ, на которой была установлена эта защита или не введен пароль на доступ к этой защите, то можно нажать кнопку **Отмена**. В этом случае будет запрошен альтернативный пароль для доступа. После ввода альтернативного пароля будет разрешен доступ на изменение защиты.

Отправить по почте

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Файл > Отправить по почте
Клавиатура	Текстовое меню
	Файл > Отправить по почте

Команда запускает создание нового сообщения электронной почты в приложении, используемом для работы с почтой по умолчанию в текущей операционной системе, и прикрепляет к этому сообщению текущий документ. Если документ имеет несохранённые изменения, система предложит их сохранить.

Виды. 3D сцена

В этой главе будут описаны механизмы работы и настройки 3D сцены и способ отображения объектов в этой сцене. Практически все кнопки управления находятся на панели **Вид**.

Основные темы в этом разделе:

- Окна видов
- Элементы интерфейса в окнах видов
- Управление видом на плоскости
- 3D сцена. Работа с окном 3D вида
- Управление видимостью элементов
- Фотореалистичное изображение
- Стереоскопическое изображение

Окна видов

В пределах одного окна документа может быть несколько окон видов. Управление окнами видов осуществляется с помощью:

- команды Размещение видов;
- мыши;
- команд разделения окна по горизонтали/вертикали;
- линейки;

Также можно сохранить фиксированный набор окон.

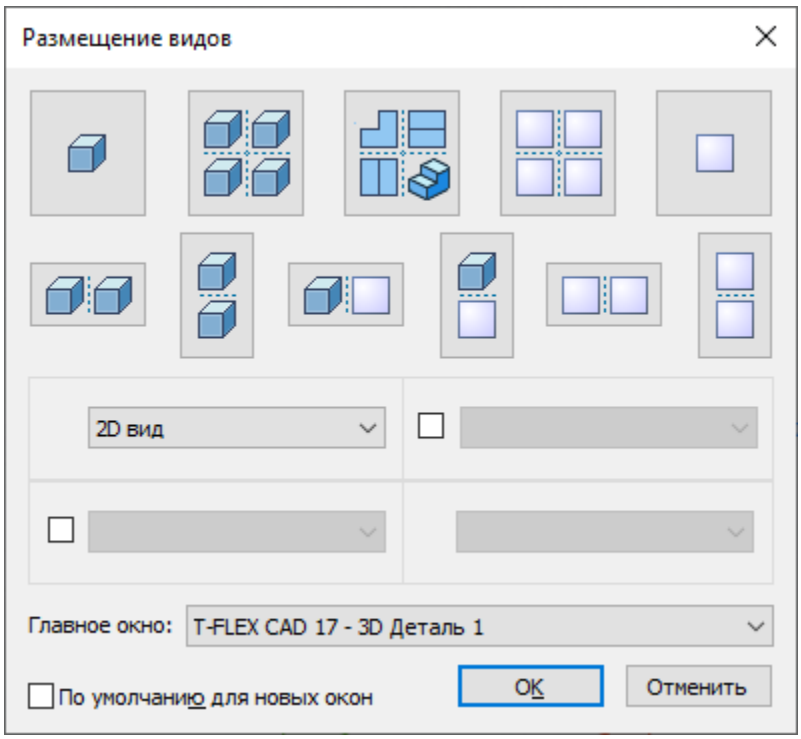
Размещение видов

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > Окно > Размещение видов Графики > Окно > Размещение видов
Клавиатура	Текстовое меню
<WSV>	Окно > Размещение видов

Также команда доступна в верхней части **Панели Вид**.

При вызове команды появляется диалог **Размещение видов,** предназначенный для выбора конфигурации окон видов в текущем окне документа.



Кнопки, расположенные в верхней части диалога позволяют задать одну из предустановленных конфигураций размещения видов в рабочем окне одним нажатием. В данных конфигурациях доступны:

- 2D виды (страницы чертежа);
- 3D виды со свободным вращением;
- 3D виды с фиксированной стандартной ориентацией камеры.

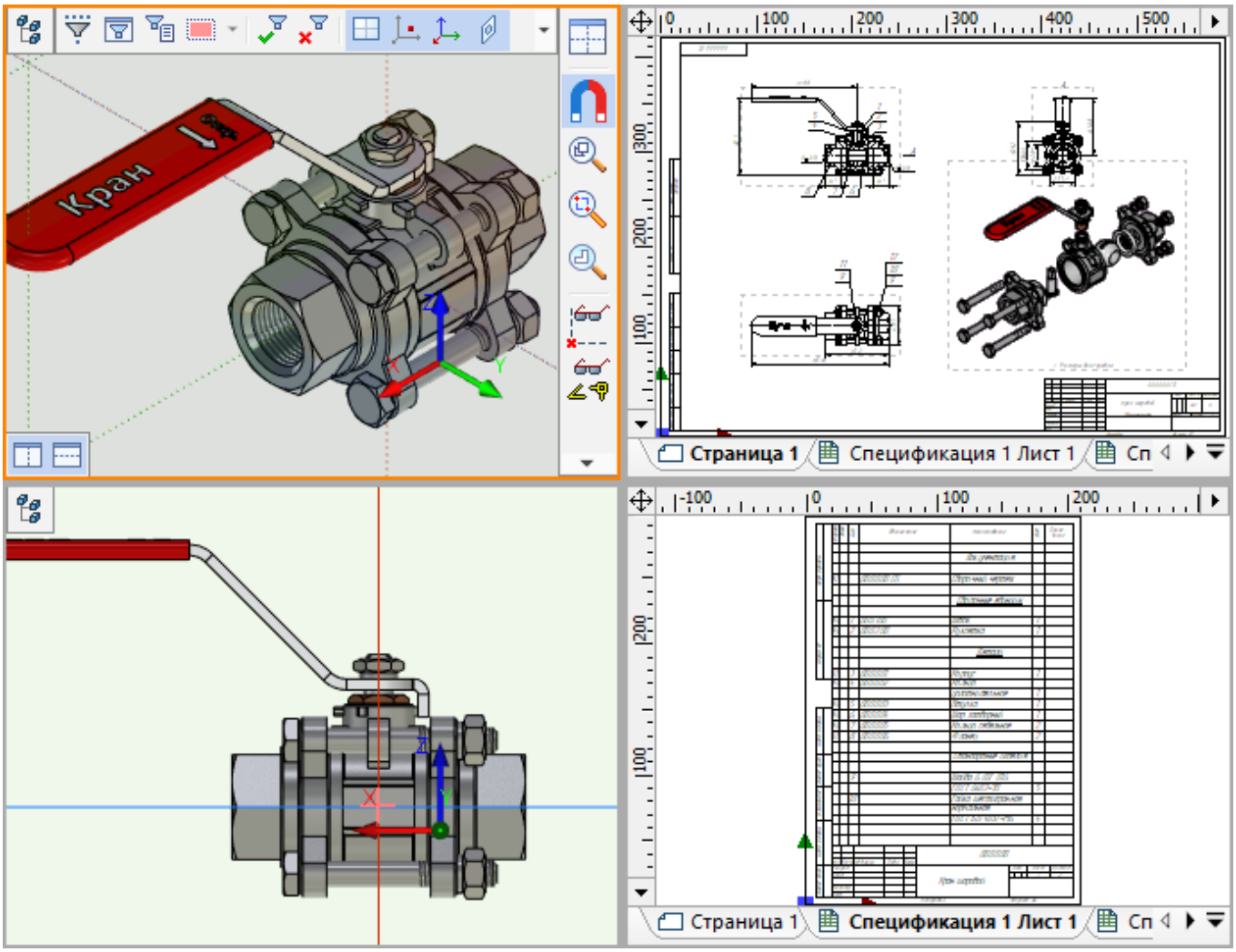
Ниже расположена зона, разделенная на четыре части с выпадающим списком в каждой части. Данное разделение соответствует разделению окна документа. Для включения/выключения разделения окна по вертикали установите/снимите флаг у нижнего левого выпадающего списка. Для включения/выключения разделения окна по горизонтали установите/снимите флаг у верхнего правого выпадающего списка. Выпадающие списки предназначены для выбора вида, отображаемого в данной части окна документа. В отличие от предустановленных конфигураций, в выпадающих списках доступен расширенный набор видов:

- 2D вид (страница чертежа);
- 3D вид (со свободным вращением);
- Редактор БД;
- Граф СЭ;
- Редактор графиков;
- Фотореалистичный вид.

В поле **Главное окно:** отображается название текущего главного окна T-FLEX CAD.

Опция **По умолчанию для новых окон** позволяет пользователю установить, что выбранный вариант размещения в видов будет использоваться автоматически при создании новых окон документов в текущем сеансе работы. Диалог задания размещения видов при этом появляться не будет. Для отключения данной опции завершите текущий сеанс и начните новый.

Активное окно при разделении окна на части выделяется рамкой, цвет которой задаётся в команде **Установки**. По умолчанию - оранжевый.



Настройки способа разделения окна запоминаются при сохранении документа.

Настройка разделения окна при помощи мыши

Пропорции разделения окна документа на окна видов можно регулировать при помощи мыши. Подведите курсор к вертикальной или горизонтальной разделительной линии и он сменит вид на , после чего можно зажать и перемещать мышь. Разделительная линия будет следовать за курсором, пока вы не отпустите . Если отвести разделительную линию за соответствующий край рабочей области, окна видов, в сторону которых линия была перемещена, закроются.

Команды разделения окна документа

Пиктограмма	Лента
	Вид > Окно > Разделить по горизонтали
Клавиатура	Текстовое меню
<WSH>	Окно > Разделить по горизонтали

Команда позволяет разделить активное окно документа на два окна вида горизонтальной границей.

Повторный вызов команды позволит отменить разделение окна.

Пиктограмма	Лента
	Вид > Окно > Разделить по вертикали
Клавиатура	Текстовое меню
<WSR>	Окно > Разделить по вертикали

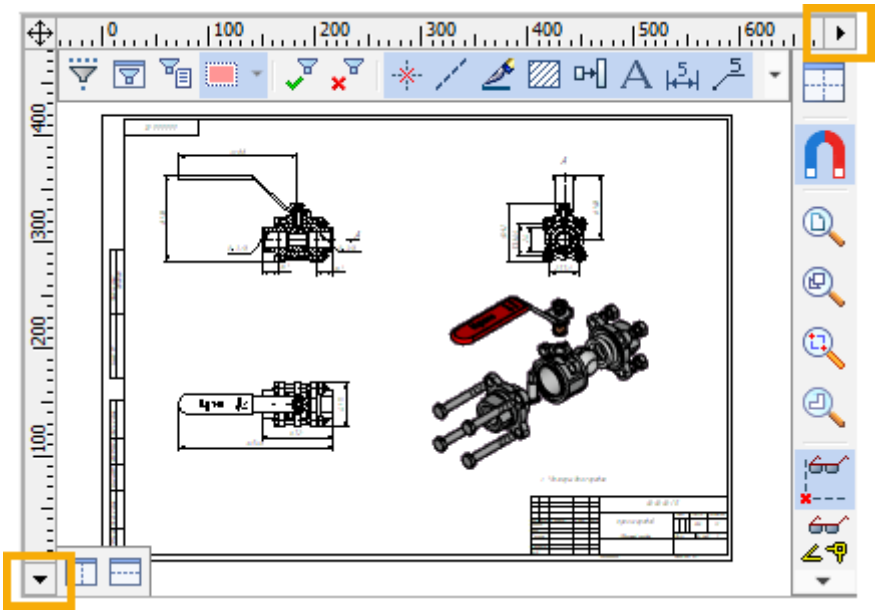
Команда позволяет разделить активное окно документа на два окна вида вертикальной границей. Повторный вызов команды позволит отменить разделение окна.

Последовательный вызов указанных выше команд приведет к разделению текущего окна на четыре части.
Если активно окно 2D вида, новые окна, создаваемые при помощи данных команд, содержат 3D виды со свободным вращением; в противном случае - 2D виды.
Также данные команды доступны в виде кнопок в левом нижнем углу активного окна вида**:**

При включённом разделении кнопка соответствующей ему команды (а также её иконка в текстовом меню) подсвечены синим цветом.

Разделение окна при помощи линейки

В 2D окне имеются кнопки, позволяющие разделить окно на части или закрыть одно из двух окон. Кнопки расположены на линейках, одна на горизонтальной справа, другая - на вертикальной внизу.



Кнопка на горизонтальной линейке работает следующим образом. Если в данный момент существует только одно окно, то нажатие на кнопку разделит окно по вертикали на две равные части. Выбор типа окна при этом не производится, а создаётся 3D окно, которое будет расположено справа.

Если существовали два окна, разделённых горизонтальной линией, то создаются сразу два 3D окна. Когда существуют окна, разделённые вертикальной линией, то нажатие на кнопку закроет второе окно. Нажатие на кнопку закроет два окна, если окна были разделены ещё и по горизонтали.
Кнопка на вертикальной линейке внизу работает аналогично.

Фиксированный набор окон

Разделение окна документа на части можно зафиксировать для последующих сеансов работы с документом. Для этого надо установить флаг **Фиксированный набор окон** в **Параметрах документа** (**Параметры документа > Документ > 3D**) и сохранить документ. При повторном открытии документа окно будет разделено так же, как на момент сохранения документа после установки вышеуказанного параметра. Поменять разбивку окна документа на части будет нельзя.

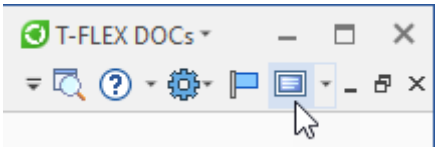
Основные темы в этом разделе

- Полноэкранный режим
- Режим презентации

Полноэкранный режим

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	> Полноэкранный режим
Клавиатура	Текстовое меню
<FS>, <F11>	Окно > Полноэкранный режим

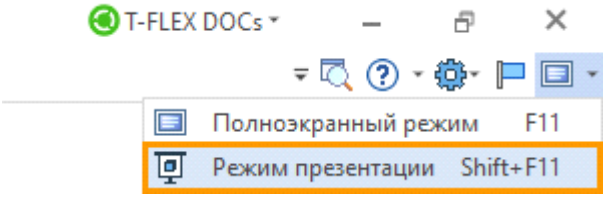


Команда позволяет работать в максимально большом рабочем окне. При вызове этого режима все служебные окна закрываются, а лента сворачивается. Повторный вызов команды восстанавливает обычный режим отображения главного окна.

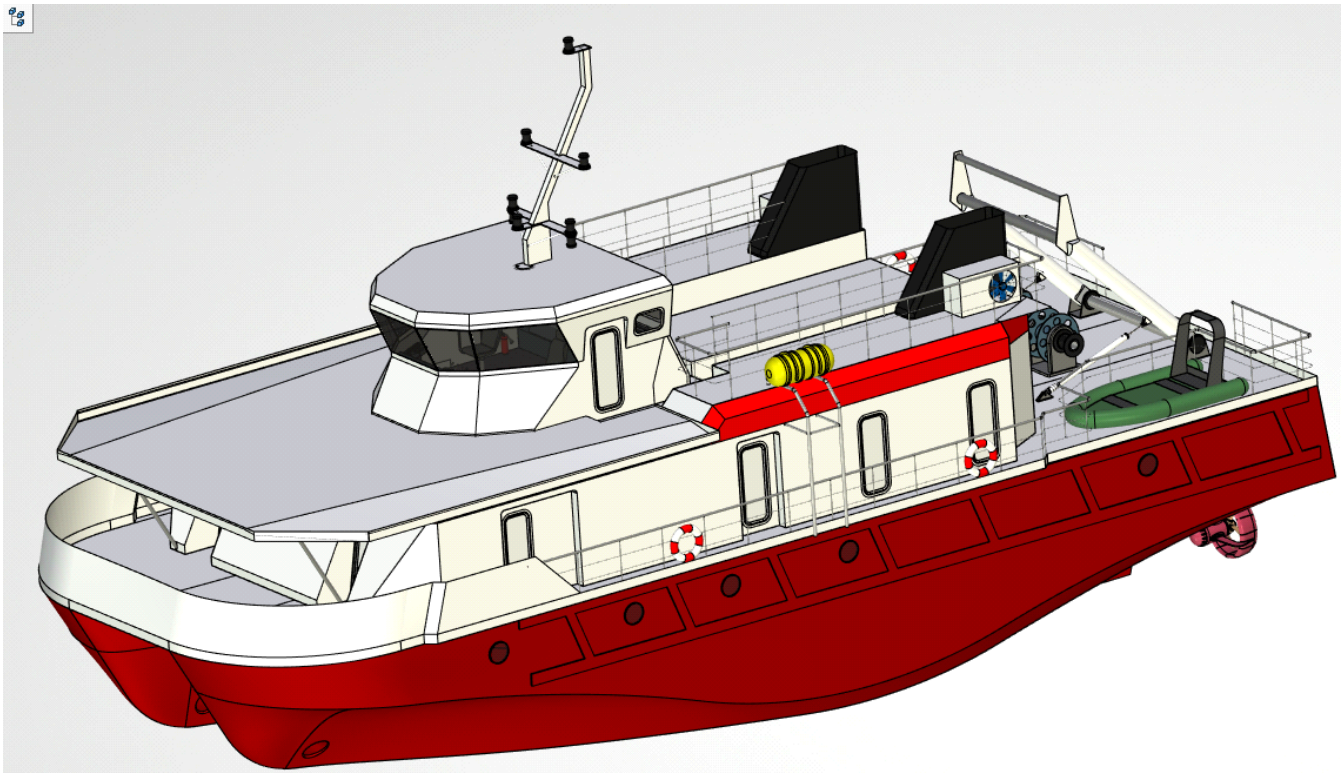
Режим презентации

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	> Режим презентации
Клавиатура	Текстовое меню
<Shift> + <F11>	Окно > Режим презентации



В режиме презентации на экране остаются только окна видов текущего документа, а все элементы интерфейса скрываются. Повторный вызов команды восстанавливает обычный режим отображения главного окна.



Элементы интерфейса в окнах видов

Помимо основных панелей системы в окнах 2D и 3D видов используются дополнительные элементы интерфейса:

- Полосы прокрутки
- Линейка
- Закладки страниц

См. также:

- Закладки документов

Полосы прокрутки

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Настройка > Элементы интерфейса > Полосы прокрутки Вид > Окно > Полосы прокрутки > Элементы интерфейса > Полосы прокрутки
Клавиатура	Текстовое меню
<WSS>	Окно > Полосы прокрутки

Команда позволяет вывести на экран полосы прокрутки, которые находятся справа и снизу от рабочего окна документа и являются одним из средств перемещения по документу. Повторный вызов команды отменяет вывод на экран полос прокрутки.
Если убрать полосы прокрутки, то увеличивается рабочая зона окна. Выполнить действия, которые предоставляют полосы прокрутки, с помощью клавиатуры нельзя. Но существует целый ряд инструментов, предлагающих аналогичные функциональные возможности, причем в большем диапазоне, например, линейка, или использование .

Если окно разделено на части (окна видов и/или окна документов при включённых группах закладок документов) по горизонтали, то вертикальная полоса прокрутки используется для обеих частей. Действия с помощью такой полосы проявляются в той части окна, которая активна в данный момент. Горизонтальная полоса прокрутки в таком случае у каждой части своя. Если окно разделено по вертикали, то используется одна общая горизонтальная полоса прокрутки и две вертикальные. Если окно разбито на части по обеим осям, то работают четыре полосы прокрутки, их действие проявляется в той части окна, которая в данный момент активна. Чтобы сделать определённую часть окна активной, достаточно указать на неё курсором и нажать любую из клавиш мыши.

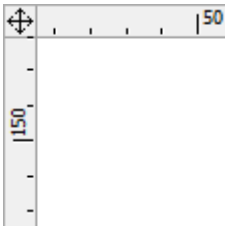
Линейка

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Настройка > Элементы интерфейса > Линейка Вид > Окно > Линейка > Элементы интерфейса > Линейка
Клавиатура	Текстовое меню
	Настройка > Окна > Линейка

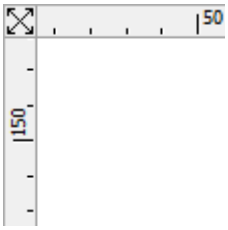
Линейки позволяют ориентироваться в 3D пространстве, оценить размер модели и расстояния между элементами модели. Координаты, отображаемые на линейках, представляют собой координаты на воображаемой плоскости, параллельной плоскости экрана.
Также с помощью линеек 3D окна можно в прозрачном режиме создавать новые рабочие плоскости и редактировать положение уже существующих рабочих плоскостей.

Линейка показывает координаты **X** и **Y** текущего окна чертежа. Свойства линейки могут быть заданы с помощью контекстного меню.



Видимость линеек можно задать с помощью кнопки **Линейка** во вкладке ленты **Вид**, а также задать пунктом текстового меню **Настройка** > **Окна** > **Линейка** или в контекстном меню, возникающем при нажатии и указании на одну из инструментальных панелей.
Линейка может использоваться для перемещения по чертежу.

Для этого необходимо подвести курсор к горизонтальной линейке и, нажав и не отпуская её, перемещать курсор влево или вправо. При этом изображение чертежа будет перемещаться за курсором. Если отпустить, то изображение чертежа зафиксируется в текущем положении. Для перемещения чертежа вверх и вниз необходимо аналогичным способом воспользоваться вертикальной линейкой.
Если подвести курсор к кнопке, находящейся на пересечении горизонтальной и вертикальной линеек и нажать, то изображение кнопки изменится. В этом режиме линейку можно использовать для увеличения и уменьшения изображения чертежа.



Для увеличения изображения чертежа необходимо подвести курсор к горизонтальной или вертикальной линейке и, нажав и не отпуская её, перемещать курсор соответственно вправо или вверх. Для уменьшения изображения чертежа необходимо подвести курсор к горизонтальной или вертикальной линейке и, нажав и не отпуская её, перемещать курсор соответственно влево или вниз. Если отпустить, то изображение чертежа зафиксируется в текущем положении.
Обратное переключение режимов осуществляется повторным нажатием кнопки, находящейся на пересечении горизонтальной и вертикальной линеек.

Линейки могут отображаться и в 3D окне. В этом случае они позволяют лучше ориентироваться в 3D пространстве, оценивая расстояния и размеры. Линейка 3D окна показывает координаты на воображаемой плоскости, параллельной плоскости экрана.

С помощью линеек в 3D окне можно перемещать и копировать рабочие плоскости.

Управление видом на плоскости

Рамка

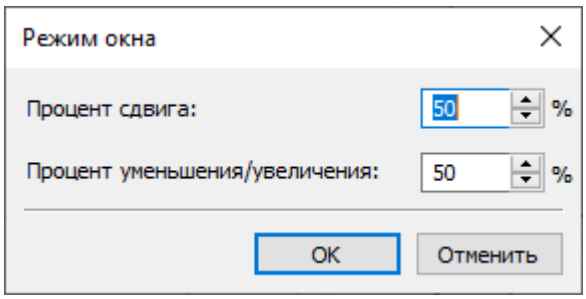
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > Масштаб > Рамка
Клавиатура	Текстовое меню
<ZW>, <F3>	Вид > Масштаб > Рамка

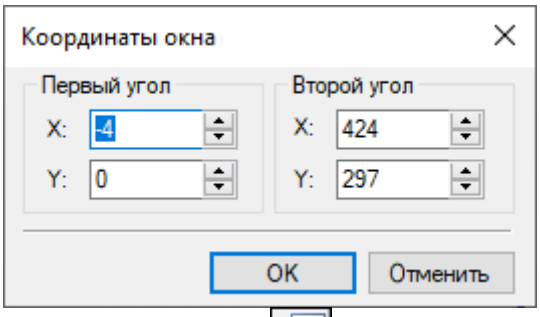
Вызов также доступен из **Панели Вид** в 2D или 3D окне.
Команда **Рамка** предназначена для масштабирования и перемещения видимой области текущего окна.
После вызова команды можно приближать произвольную прямоугольную область рабочего окна, указанием двух противоположных углов. Зажмите в точке, соответствующей первому углу интересующей области, и перемещайте мышь, не отпуская . Границы приближаемой области будут отображаться в виде фиолетового прямоугольника. Второй угол прямоугольника будет следовать за курсором, пока вы не отпустите .
Доступные опции автоменю:

	<P>	Задать параметры команды
	<I>	Увеличить масштаб изображения
	<O>	Уменьшить масштаб изображения
	<L>	Переместить изображение влево
	<R>	Переместить изображение вправо
	<U>	Переместить изображение вверх
	<D>	Переместить изображение вниз
	<A>	Установить окно по форматке
	<M>	Показать всё изображение
	<W>	Задать абсолютные координаты окна
	<T>	Реальный размер
	<BackSpace>	Восстановить предыдущее окно
	<S>	Сохранить координаты окна
	<Esc>	Выйти из команды

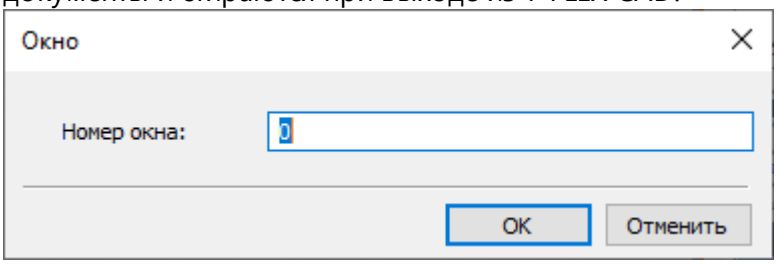
При выборе опции откроется диалог **Режим окна**, в котором можно указать, на какой процент от размеров окна будет производиться сдвиг и масштабирование. Данные параметры применяются не только к команде **Рамка**, но и к использованию горячих клавиш для работы с камерой.



При выборе опции в 2D окне откроется диалог **Координаты окна**, в котором можно задать положение окна в координатах текущего листа чертежа. Данная опция работает только в 2D окне.



При выборе опции откроется диалог **Окно**, в котором следует задать **Номер окна** в диапазоне от 0 до 9. После нажатия **OK** текущее положение окна будет сохранено под заданным номером.
Для последующего вызова сохраненного положения окна нажмите клавишу, соответствующую его номеру. Это работает только при запущенной команде **Рамка**. Сохранённые положения окон являются общими для всех документов, открытых в текущей сессии. Они не записываются в сами документы и стираются при выходе из T-FLEX CAD.



Вспомогательные команды рамки

Большая часть опций автоменю команды **Рамка** также доступна в виде отдельных команд. Эти команды перечислены ниже:

Показать по размеру листа

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > Масштаб >По размеру листа
Клавиатура	Текстовое меню
<ZA>, **<Ctrl>+<Shift>+<Home>**	Вид > Масштаб > Показать по размеру листа

Вызов также доступен из **Панели Вид** в 2D окне.
Команда позволяет установить границы рабочего окна в соответствии с размерами формата чертежа.

Показать всё изображение

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > Масштаб > Всё изображение
Клавиатура	Текстовое меню
<ZM>, **<Ctrl>+<Shift>+<End>**	Вид > Масштаб > Показать всё изображение

Вызов также доступен из **Панели Вид** и по двойному клику средней кнопки мыши в 2D или 3D окне.
При использовании данной команды границы рабочего окна устанавливаются таким образом, чтобы охватить все элементы модели или чертежа (кроме 2D построений, с которыми не связаны линии изображения).

Увеличить

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > Масштаб > Увеличить
Клавиатура	Текстовое меню
<ZI>, **<Ctrl>+<Shift>+<PageUp>**	Вид > Масштаб > Увеличить

При использовании этой команды происходит увеличение изображения в рабочем окне. Масштаб увеличения зависит от параметра, заданного в команде **Рамка**.

Уменьшить

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > Масштаб > Уменьшить
Клавиатура	Текстовое меню
<ZO>, **<Ctrl>+<Shift>+<PageDown>**	Вид > Масштаб > Уменьшить

При использовании этой команды происходит уменьшение изображения в рабочем окне. Масштаб уменьшения зависит от параметра, заданного в команде **Рамка**.

Вверх

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<ZU>, **<Ctrl>+<Up>**	Вид > Масштаб > Вверх

При использовании данной команды изображение в рабочем окне смещается вверх на величину, определенную в параметрах команды **Рамка**.

Вниз

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<ZD>, **<Ctrl>+<Down>**	Вид > Масштаб > Вниз

При использовании этой команды изображение в рабочем окне смещается вниз на величину, задаваемую в параметрах команды **Рамка**.

Вправо

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<ZR>, **<Ctrl>+<Right>**	Вид > Масштаб > Вправо

При использовании данной команды изображение в рабочем окне смещается вправо на величину, определенную в параметрах команды **Рамка**.

Влево

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<ZL>, **<Ctrl>+<Left>**	Вид > Масштаб > Влево

При использовании данной команды изображение в рабочем окне смещается влево на величину, определенную в параметрах команды **Рамка**.

Реальный размер

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > Масштаб > Реальный размер
Клавиатура	Текстовое меню
<ZT>	Вид > Масштаб > Реальный размер

Данная команда устанавливает масштаб изображения в активном окне (2D вида или 3D вида) в соответствии с его реальными размерами.

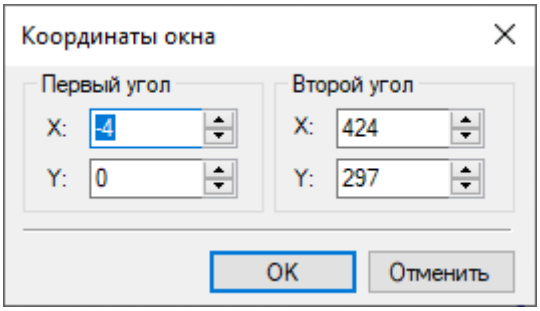
Координаты

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<ZC>	Вид > Масштаб > Координаты

Команда доступна только в 2D окне

При вызове команды откроется диалог **Координаты окна**, в котором можно задать положение окна в координатах текущего листа чертежа аналогично опции в команде **Рамка**.



Предыдущее

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<ZP>	Вид > Масштаб > Предыдущее окно

После отработки команды вы получаете предыдущий вид рабочего окна (2D вида или 3D вида).

См. также:

- Переход к выбранному элементу

3D сцена. Работа с окном 3D вида

Окно 3D вида (3D окно) - один из основных инструментов системы для работы с 3D моделью. Оно используется для визуализации 3D сцены. В 3D окне осуществляется просмотр создаваемой модели, а также выбор 3D объектов для выполнения различных действий над ними (получение информации о выбранном объекте, редактирование, использование в к исходных данных при создании операций и 3D построений).

Что такое «3D сцена»?

3D сцена – совокупность всех 3D объектов (3D тел и 3D построений), имеющихся в модели. Размер 3D сцены определяется кубом минимальной величины, охватывающего все 3D элементы. При определении размеров куба учитываются и невидимые 3D объекты, скрытые с экрана различными способами.

Обзор объектов 3D сцены осуществляется с помощью камер. Камера, изображение с которой отражается в 3D окне, называется активной камерой. По умолчанию в модели присутствует только системная камера, расположенная за пределами 3D сцены (камера по умолчанию). Именно она обычно используется для осмотра 3D сцены. В большинстве случаев системной камеры достаточно для работы с 3D моделью. Положением и ориентацией системной камеры можно управлять. Системную камеру нельзя удалить, нельзя переместить её внутрь 3D сцены (расстояние от камеры до центра 3D сцены нельзя сделать меньше, чем половина размера 3D сцены).

В ряде случаев (например, для осмотра внутренних областей сложных 3D моделей или при создании анимационных роликов) возможности системной камеры могут оказаться недостаточными. В таких ситуациях пользователь может создавать и использовать свои камеры для получения изображения в 3D окне. Пользовательские камеры привязываются к локальным системам координат (ЛСК). Положение ЛСК определяет положение камеры. Работе с пользовательскими камерами посвящён соответствующий раздел данной главы.

Источники света

Освещение тел в 3D сцене обеспечивается источниками света. Источники света можно разделить на два основных типа:

- стационарные источники, создаваемые пользователем с помощью команды «Создать источник света». Такие источники света не зависят от используемой камеры и её положения.
- динамические источники света, «установленные» на активной камере. Положение таких источников света определено относительно активной камеры. При перемещении/вращении активной камеры источники света будут также изменять своё положение.

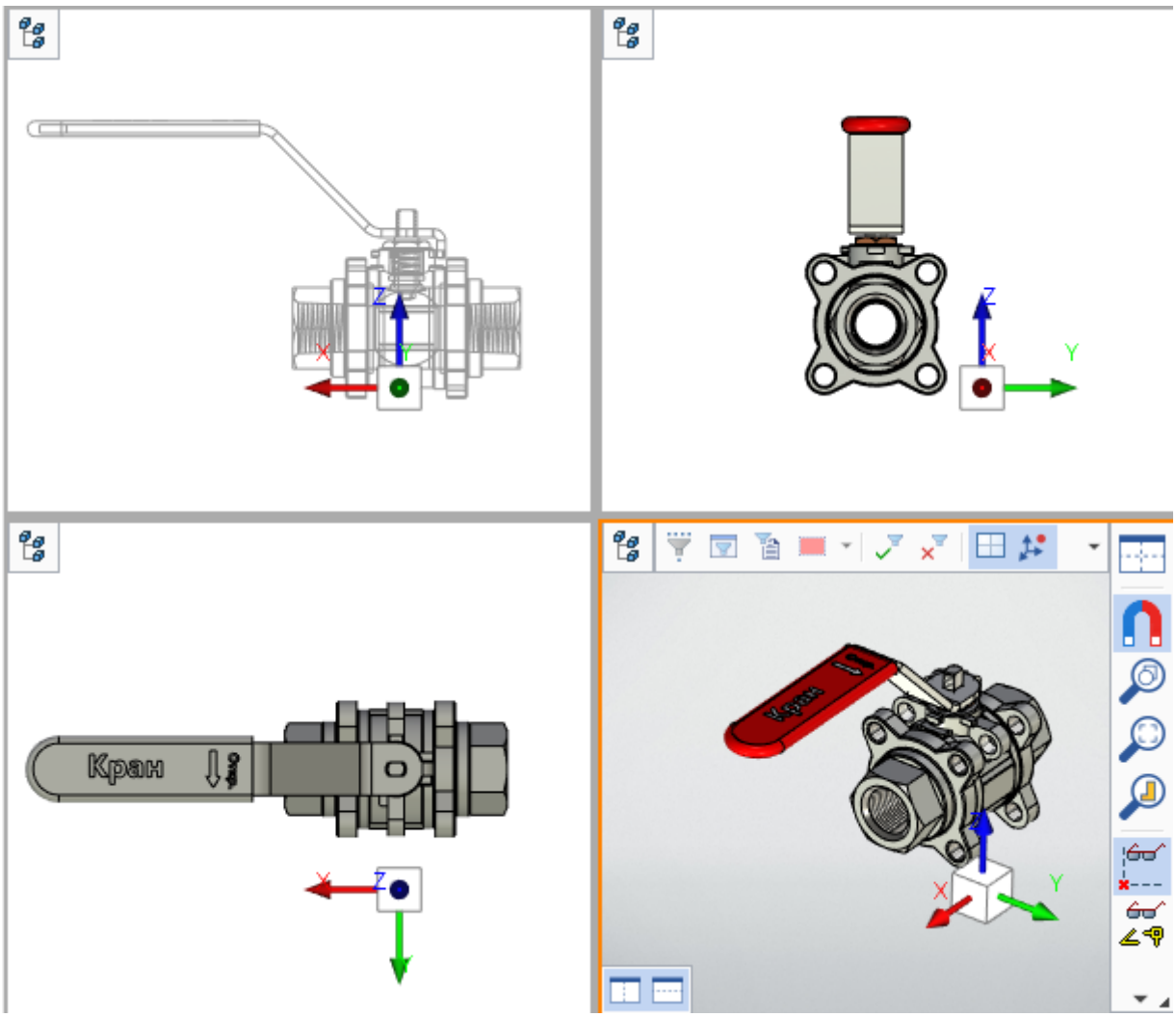
Динамические источники света, как и метод визуализации, являются характеристикой 3D окна, не зависящей от используемой камеры (системной или пользовательской).

По умолчанию в 3D окне существует два источника света, связанных с активной камерой, - источник рассеянного света (равномерно освещающий всё пространство 3D сцены) и направленный источник белого света, расположенный на камере. При необходимости пользователь может изменить их параметры (цвет, интенсивность, для направленного источника – положение относительно камеры), а также самостоятельно создать дополнительные динамические источники света.

Создание и редактирование источников света, связанных с активной камерой, осуществляется в специальном диалоге параметров 3D вида. Там же можно задать цвет фона 3D окна (цвет фона не зависит от имеющихся в 3D окне источников света). Пользователь может выбрать в качестве цвета фона любой цвет в соответствии со своими предпочтениями. Допускается также установка неоднородного цвета фона (с плавным переходом от одного выбранного цвета к другому).

Работа с несколькими 3D окнами

При работе с 3D моделью пользователь может открыть несколько 3D окон одновременно. Для каждого из открытых 3D окон можно назначить собственные параметры: метод визуализации, положение и направление взгляда активной камеры, цвет фона и количество источников света на активной камере, масштаб изображения, и т.д.



Более подробно про работы с несколькими окнами написано в разделе Окна видов.

Разделение окна документа на части можно зафиксировать для последующих сеансов работы с документом. Для этого достаточно установить флаг **Фиксированный набор окон** на вкладке 3D диалога **Параметров документа** и сохранить документ. При повторном открытии документа окно будет разделено так же, как на момент сохранения документа после установки вышеуказанного параметра. Поменять вид окна документа будет нельзя.

Использование 3D видов

Для быстрой настройки 3D окна можно использовать хранящиеся в системе **3D виды**.

3D вид – это совокупность информации о 3D окне, включающая в себя информацию о параметрах используемой камеры, о связанных с ней источниках света, используемый метод визуализации, и т.д.

При загрузке для текущего 3D окна одного из хранящихся в системе 3D видов происходит автоматическая настройка 3D окна в соответствии с данными этого 3D вида.

Пользователь может редактировать имеющиеся в системе 3D виды, занося в них свои наборы данных о состоянии 3D окна. Работа с 3D видами осуществляется в специальном диалоге параметров 3D вида.

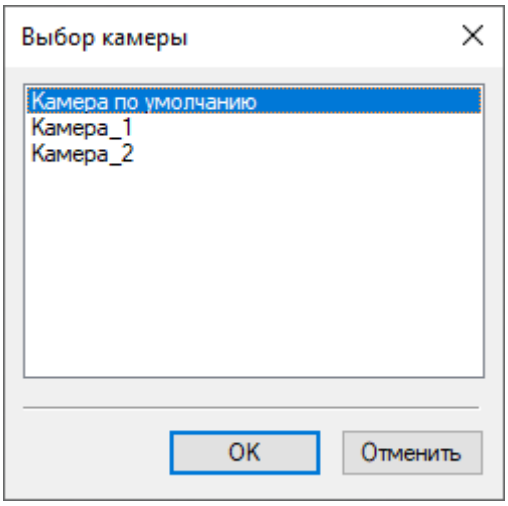
Работа с пользовательскими камерами

О создании и использовании пользовательских камер подробно будет рассказано в главе **Камеры**. Здесь же мы расскажем лишь об общих принципах работы с ними.

Пользовательские камеры используются в тех случаях, когда возможностей системной камеры оказывается недостаточно. В такой ситуации пользователь может самостоятельно создать те камеры,

которые необходимы ему для поставленных целей – например, обзора сложных внутренних областей 3D модели или создания анимационных роликов.
Положение пользовательской камеры задаётся с помощью ЛСК. Эта же ЛСК определяет направление взгляда пользовательской камеры. Для камеры задаётся ряд параметров, определяющих получаемое с неё изображение (например, способ проецирования).
Для того, чтобы в 3D окне выводилось изображение с пользовательской, а не системной камеры, пользовательскую камеру следует выбрать в качестве активной камеры данного 3D окна. Сделать это можно с помощью команды «Выбрать камеру».
После вызова команд появляется окно диалога **Выбор камеры**, содержащее список всех камер, имеющихся в данной 3D модели. В нём необходимо выбрать камеру, с которой будет производиться обзор 3D сцены.

При работе с несколькими 3D окнами для каждого окна можно задавать свою активную камеру.



При работе с пользовательской камерой можно использовать режим автомасштабирования изображения 3D сцены, применять плоскость обрезки, изменять уже имеющиеся и создавать новые источники света на камере.
Работа с диалогом параметров 3D вида аналогична описанному для случая использования системной камеры, за одним исключением: в диалоге будут недоступны для редактирования параметры, относящиеся к активной камере. Для пользовательских камер эти параметры задаются в диалоге параметров самой камеры.
У активной пользовательской камеры нельзя изменить параметры. Если это необходимо, следует сначала выбрать в качестве активной другую камеру (системную или пользовательскую).

Основные темы в этом разделе

- Глобальная система координат
- Вращение 3D сцены
- Стиль отображения 3D сцены
- Качество изображения 3D сцены
- Стандартные точки взгляда
- Способ проецирования 3D сцены
- Плоскость обрезки 3D сцены
- Применить сечение к 3D сцене
- Параметры 3D вида
- Камеры
- Источник света

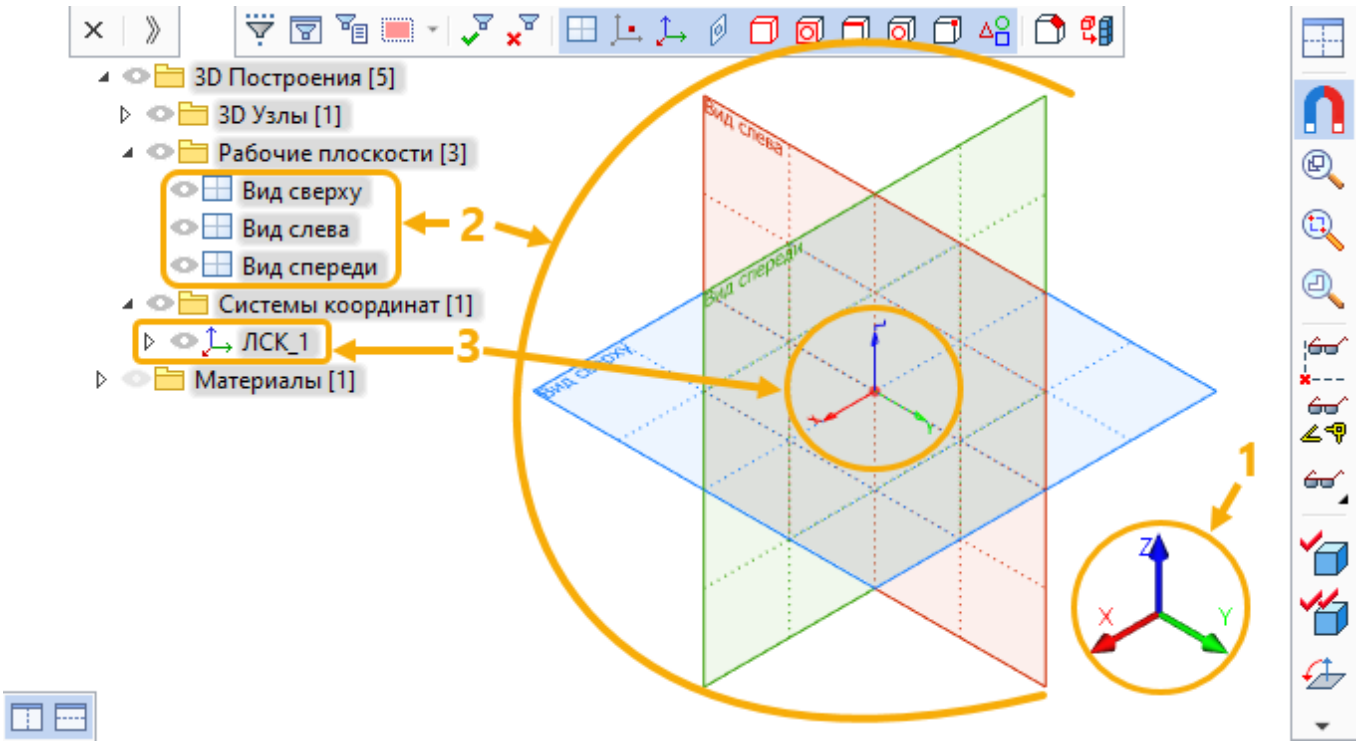
Глобальная система координат

Глобальная система координат (ГСК) - это система координат, в которой по умолчанию рассчитывается положение и ориентация всех 3D элементов текущего документа. ГСК является неотъемлемой частью любого документа. Она не отображается в списке элементов модели, дереве модели и 3D сцене, но присутствует в числе доступных для выбора систем координат в ряде команд создания и редактирования 3D элементов.
Направление осей ГСК отображается в правом нижнем углу 3D окна. Размер индикатора направления осей ГСК можно настроить в установках системы (**Установки > 3D > Размер системы координат > Основной**).

В документах, созданных на основе 3D прототипов, по умолчанию присутствуют три стандартные рабочие плоскости, параллельные плоскостям ГСК (**Вид спереди** - плоскость **XZ**, **Вид слева** - плоскость **YZ**, **Вид сверху** - плоскость **XY**). По умолчанию цвет стандартной рабочей плоскости соответствует цвету оси ГСК, которая параллельна нормали к этой плоскости (**Вид спереди** - ось **Y** - зелёный, **Вид слева** - ось **X** - красный, **Вид сверху** - ось **Z** - синий). При этом направление нормали к плоскости может совпадать с направлением оси или быть противоположным, в зависимости от ориентации координат, установленной в параметрах документа (**Параметры документа > Документ > 3D > Рабочие плоскости > Ориентация координат**). Точка пересечения стандартных плоскостей по умолчанию находится в начале координат ГСК. При необходимости эти плоскости можно переместить, удалить или создать вручную. Помимо вышеперечисленных стандартных плоскостей можно также создать аналогичные плоскости с противоположным направлением нормалей - **Вид сзади, Вид справа, Вид снизу**.

По умолчанию направления стандартных точек взгляда и направления проецирования соответствующих им стандартных проекций противоположны направлениям нормалей к одноимённым стандартным плоскостям, т.к. в параметрах документа для ориентации видов выбрана глобальная система координат (**Параметры документа > Документ > 3D > 3D > Ориентация видов**). Однако, выбор другой системы координат для ориентации видов не влияет на стандартные рабочие плоскости, т.к. они всегда строятся относительно глобальной системы координат. Точки взгляда и проекции доступны независимо от того, присутствуют ли одноимённые плоскости в 3D модели.

Вместо ГСК для расчёта отдельных 3D элементов можно создавать и использовать **Локальные системы координат (ЛСК)**.



1 - Индикатор направления осей глобальной системы координат

2 - Стандартные рабочие плоскости

3 - Локальная система координат, совпадающая с глобальной

См. также:

- Локальные системы координат
- Стандартная плоскость
- Стандартные точки взгляда
- Стандартные проекции

Вращение 3D сцены

Управление системной камерой

В первоначальный момент после открытия 3D окна системная камера располагается на расстоянии, обеспечивающем обзор всех элементов 3D сцены (т.е. всех 3D построений и 3D Тел, существующих в модели). Для обзора 3D сцены её можно произвольно вращать и/или перемещать, приближать/удалять, меняя положение и направление взгляда, а также масштаб изображения в 3D окне.

При наблюдении за 3D окном в процессе вращения/перемещения системной камеры у пользователя создаётся впечатление, что движется не камера, а сама 3D сцена. Поэтому в дальнейшем при описании работы с 3D моделью мы часто будем говорить о процессе вращения/перемещения системной камеры как о вращении 3D сцены.

Вращение 3D сцены

При работе с 3D моделью чаще всего используется **режим свободного вращения**, поэтому он установлен в 3D окне по умолчанию. Камеру можно перемещать в плоскости экрана, вращать и приближать/отдалять с помощью мыши и клавиатуры.

Следует понимать, что под приближением/отдалением камеры имеется в виду изменение фокусного расстояния её объектива. При этом сама камера остается на месте. Этот процесс похож на работу настоящей камеры.

Наиболее часто используемый способ вращения камеры - перемещение курсора мыши с зажатой в пределах 3D окна.

Для быстрого изменения положения и масштаба 3D сцены можно использовать ряд дополнительных команд, которые описаны в разделе Управление видом на плоскости.

Центр вращения камеры

Вращение изображения в 3D окне при активной системной камере по умолчанию осуществляется перемещением камеры вокруг центра сцены. При необходимости центр вращения можно изменить с помощью команды **Выбрать центр вращения**:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D модель > Выбрать центр вращения > Выбрать центр вращения
Клавиатура	Текстовое меню
<3RC>	Вид > Вращение > Выбрать центр вращения

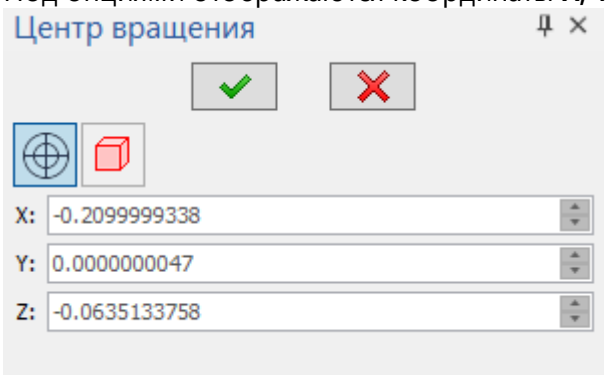
Также команду можно вызвать из контекстного меню.

После вызова на экране появляется изображение текущего центра вращения камеры в виде перекрестья. В окне **Параметры** становятся доступны следующие опции:

Точка пересечения

Центр тела

Под опциями отображаются координаты **X, Y** и **Z** выбранного центра вращения.



Для того, чтобы в качестве центра вращения выбрать центр масс 3D операции, достаточно включить опцию , а затем указать в 3D сцене нужную операцию. Перекрестье, обозначающее центр вращения, переместится в центр масс тела, созданного указанной операцией.

Опция позволяет задать в качестве центра вращения произвольную точку. Для этого после выбора опции достаточно указать в 3D сцене требуемую точку. Если луч, проходящий через данную точку перпендикулярно плоскости экрана, пересечёт какой-либо 3D объект, центр вращения будет перемещён в указанную точку. Если луч не пересекается ни с одним из 3D объектов, то центр вращения не меняется.

Задать произвольный центр вращения 3D сцены можно и без вызова команды **Выбрать центр вращения**. Для этого достаточно в режиме ожидания команды подвести курсор к любому телу в 3D сцене, нажать и, не отпуская кнопки, удержать курсор в неподвижном положении некоторое время. В указанной точке появится маркер в виде крестика. Это сигнализирует о том, что данная точка будет использоваться в качестве **временного центра вращения 3D сцены**. После завершения вращения (при отпускании кнопки мыши) центр вращения возвращается в исходное положение.

Команда **Сбросить центр вращения** используется для возврата к центру вращения по умолчанию:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D модель > Выбрать центр вращения > Сбросить центр вращения
Клавиатура	Текстовое меню
	Вид > Вращение > Сбросить центр вращения

Режим фиксированного направления взгляда

Включается с помощью команды **Зафиксировать**.

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D модель > Свободное > Зафиксировать
Клавиатура	Текстовое меню
<3RL>	Вид > Вращение > Зафиксировать

Также команду можно вызвать из контекстного меню.
При включении данного режима фиксируется направление взгляда, т.е. вращение 3D сцены невозможно. При этом можно масштабировать камеру и перемещать её в плоскости экрана. Данная настройка сохраняется в текущем документе и действует и при дальнейших сеансах работы с ним.
Для отключения режима фиксированного направления необходимо выбрать любой режим вращения камеры.

Режимы вращения системной камеры

Существуют следующие режимы вращения системной камеры.

- **Свободное вращение**.
- **Вращение относительно одной из осей** системы координат, расположенной в центре вращения камеры.
  Ориентация осей может определяться **в глобальной системе координат**, или **в системе координат экрана**.
- **Панорамное вращение**.

Режим **Свободное вращение**:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D модель > Свободное > Свободное
Клавиатура	Текстовое меню
<3RF>	Вид > Вращение > Свободное

Также команду можно вызвать из контекстного меню.
Режим свободного вращения установлен по умолчанию. В этом режиме вращение 3D камеры может осуществляться в любом направлении относительно центра вращения.

Режим **Вращение вокруг оси X**:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D модель > Свободное > Вокруг оси X
Клавиатура	Текстовое меню
<3RX>	Вид > Вращение > Вокруг оси X

Также команду можно вызвать из контекстного меню.
В центре вращения располагается мнимая система координат, относительно оси X которой происходит вращение. Ориентация осей этой системы координат зависит от того, активен ли режим вращения в системе координат экрана (см. ниже). Если режим активен, направление осей соответствует направлению осей экрана; в противном случае - направлению осей глобальной системы координат.

Режим **Вращение вокруг оси Y**:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D модель > Свободное > Вокруг оси Y
Клавиатура	Текстовое меню
<3RY>	Вид > Вращение > Вокруг оси Y

Также команду можно вызвать из контекстного меню.
В центре вращения располагается мнимая система координат, относительно оси Y которой происходит вращение. Ориентация осей этой системы координат зависит от того, активен ли режим вращения в системе координат экрана (см. ниже). Если режим активен, направление осей соответствует направлению осей экрана; в противном случае - направлению осей глобальной системы координат.

Режим **Вращение вокруг оси Z**:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D модель > Свободное > Вокруг оси Z
Клавиатура	Текстовое меню
<3RZ>	Вид > Вращение > Вокруг оси Z

Также команду можно вызвать из контекстного меню.
В центре вращения располагается мнимая система координат, относительно оси Z которой происходит вращение. Ориентация осей этой системы координат зависит от того, активен ли режим вращения в системе координат экрана (см. ниже). Если режим активен, направление осей соответствует направлению осей экрана; в противном случае - направлению осей глобальной системы координат.

Ориентация осей вращения для перечисленных выше трёх режимов определяется состоянием режима **В системе координат экрана**:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D модель > Свободное > В системе координат экрана
Клавиатура	Текстовое меню
<3RS>	Вид > Вращение > В системе координат экрана

Также команду можно вызвать из контекстного меню.
Активация данного режима ориентирует оси системы координат, относительно которой происходит вращение, по направлениям осей экрана. Таким образом две оси лежат в плоскости экрана (одна - горизонтально, другая - вертикально), а третья ось совпадает с направлением взгляда (перпендикулярна плоскости экрана). Если режим не активен, оси системы координат, относительно которой происходит вращение, соответствуют осям глобальной системы координат.

Режим **Панорама:**

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D модель > Свободное > Панорама
Клавиатура	Текстовое меню
<3RP>	Вид > Вращение > Панорама

Также команду можно вызвать из контекстного меню.
В данном режиме ось Z нельзя наклонить вправо/влево, но всё еще можно наклонять вперёд/назад. Проекция оси Z на плоскость экрана всегда остается вертикальной. Режим панорамного вращения может быть полезен при работе с моделями зданий, мебели, интерьеров и т.д.

Автоматическое вращение

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D модель > Свободное > Автоматическое вращение
Клавиатура	Текстовое меню
<3RA>	Вид > Вращение > Автоматическое вращение

Также команду можно вызвать из контекстного меню.
Автоматическое вращение может осуществляться в любом из вышеперечисленных режимов вращения системной камеры.
Для задания режима автоматического вращения необходимо с зажатой левой кнопкой мыши переместить ее в направлении вращения и затем отпустить. В результате будут определены параметры вращения: направление и угловая скорость. До отмены режима автоматического вращения, 3D окну периодически будет посылаться команда вращения с этими параметрами, что создает эффект вращения 3D сцены по инерции.

Автомасштабирование

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<3VA>	Вид > Автомасштабирование

Также команду можно вызвать из контекстного меню.
Команда включает/выключает режим, при котором после пересчёта модели положение и масштаб камеры автоматически меняются таким образом, чтобы в кадр попали все имеющиеся 3D объекты.

Развернуть по нормали к выбранному элементу

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<3VN>, <Ctrl>+<F8>	Вид > Развернуть по нормали к выбранному элементу

Также команда доступна на панели Вид в 3D окне, в том числе в режиме черчения на активной рабочей плоскости. Вызов команды возможен не только в режиме ожидания, но и в процессе использования других команд. В последнем случае состояние активной команды будет сохранено и система вернётся к нему после выхода из команды разворота по нормали.
В режиме черчения на активной рабочей плоскости команда совмещает направление взгляда с нормалью к этой плоскости.
Вне режима черчения на активной РП после вызова команды необходимо выбрать плоский объект, о чём свидетельствует активность следующей опции автоменю:

<P> Выбрать элемент

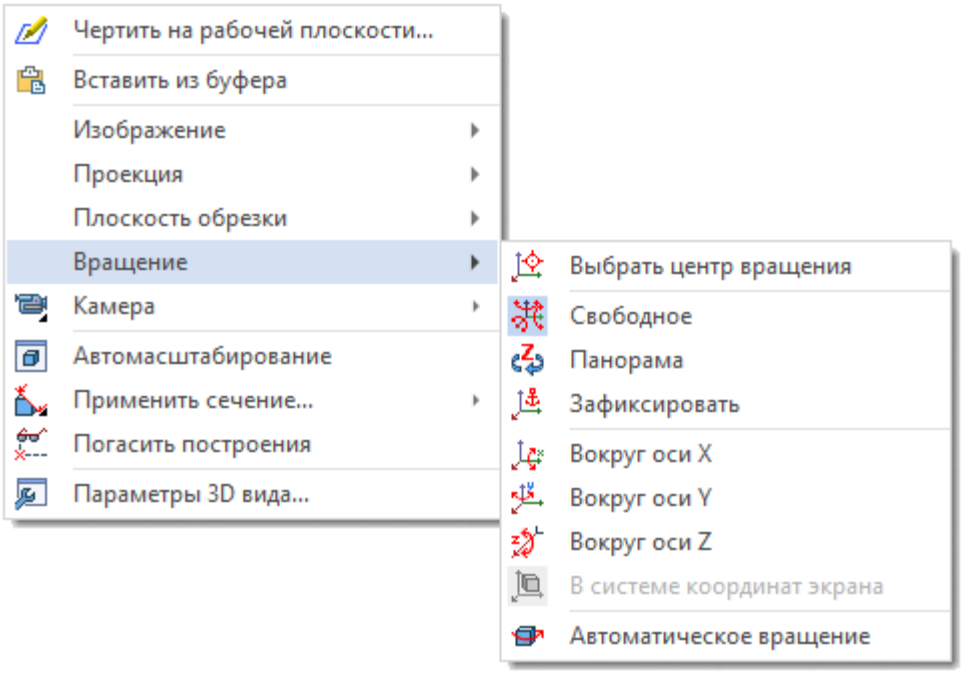
Наведите курсор на желаемый объект и нажмите . В результате направление взгляда будет совмещено с нормалью к выбранному объекту. После того, как установлено желаемое направление взгляда, выйдите из команды, нажав или <**Esc**>, либо воспользовавшись следующей опцией автоменю:

<X> Выйти из команды

Если плоский объект выбран заранее перед вызовом команды, то камеру сразу будет повёрнута в соответствии с его нормалью. В таком случае остаётся только выйти из команды.

Вращение сцены с помощью контекстного меню

Команды вращения сцены также доступны в контекстном меню, вызываемом при нажатии на пустом месте в 3D сцене в режиме ожидания команды.
Если тот или иной режим включен, то соответствующие ему иконки в текстовом и контекстном меню подсвечиваются.



Стиль отображения 3D сцены

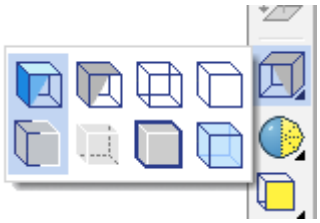
T-FLEX CAD поддерживает различные стили отображения 3D моделей. Выбранный стиль применяется ко всем телам в текущем 3D окне. Сами 3D объекты при этом не меняются, изменяется только способ их отображения. Для каждого из стилей также доступны дополнительные опции.

> Стиль является характеристикой конкретного 3D окна и не зависит от активной камеры. Одна и та же модель может одновременно отображаться в разных 3D окнах с использованием разных стилей.

Выбрать стиль и задать его опции можно в диалоге параметров 3D вида или в выпадающем списке стилей отображения:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D Модель > Стиль отображения
Клавиатура	Текстовое меню

Список также можно найти на панели **Вид**:



В списке доступны следующие стили и опции:

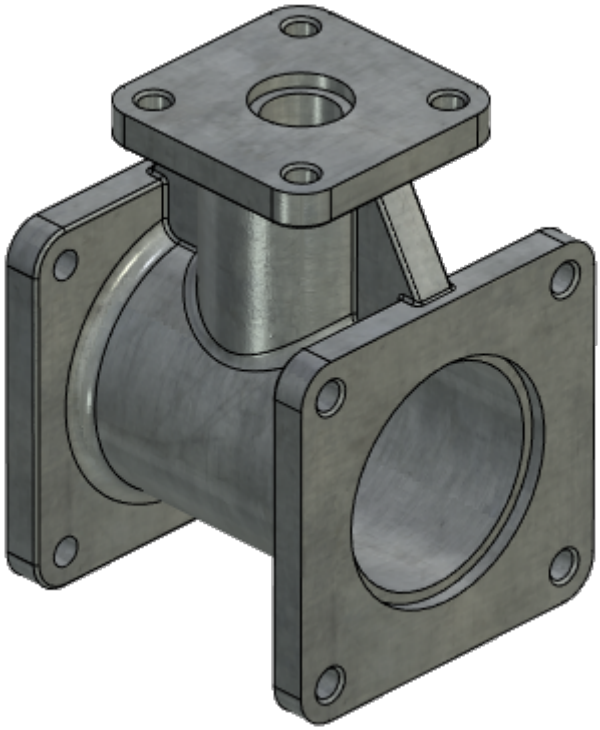
Тоновая закраска с материалами

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D Модель > Стиль отображения > Тоновая закраска с материалами
Клавиатура	Текстовое меню
<3VD>	Вид > Изображение > Тоновая закраска с материалами

После вызова команды в 3D окне отображается трехмерная модель с назначенными на тела материалами и установленными источниками света. Редактирование материалов осуществляется в команде Материалы.

> Помимо материала тела и грани тел в 3D сцене имеют цвет. При данном стиле отображения цвет не виден.

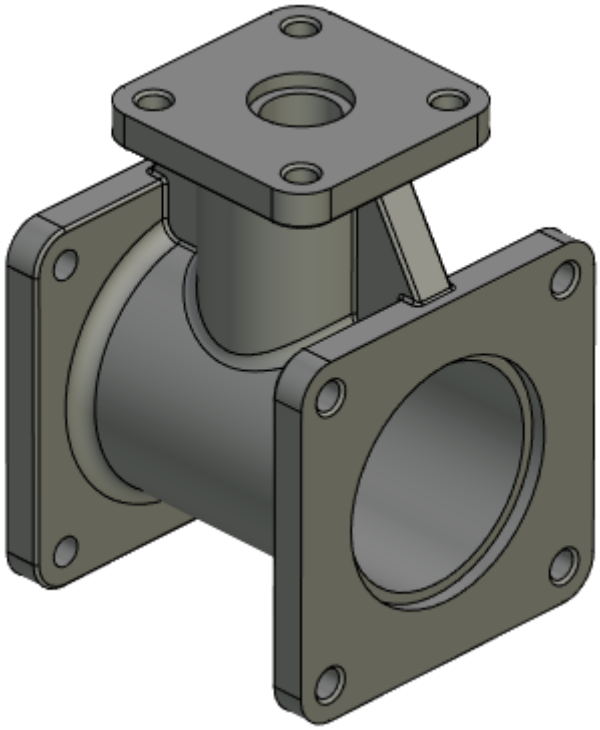


Тоновая закраска

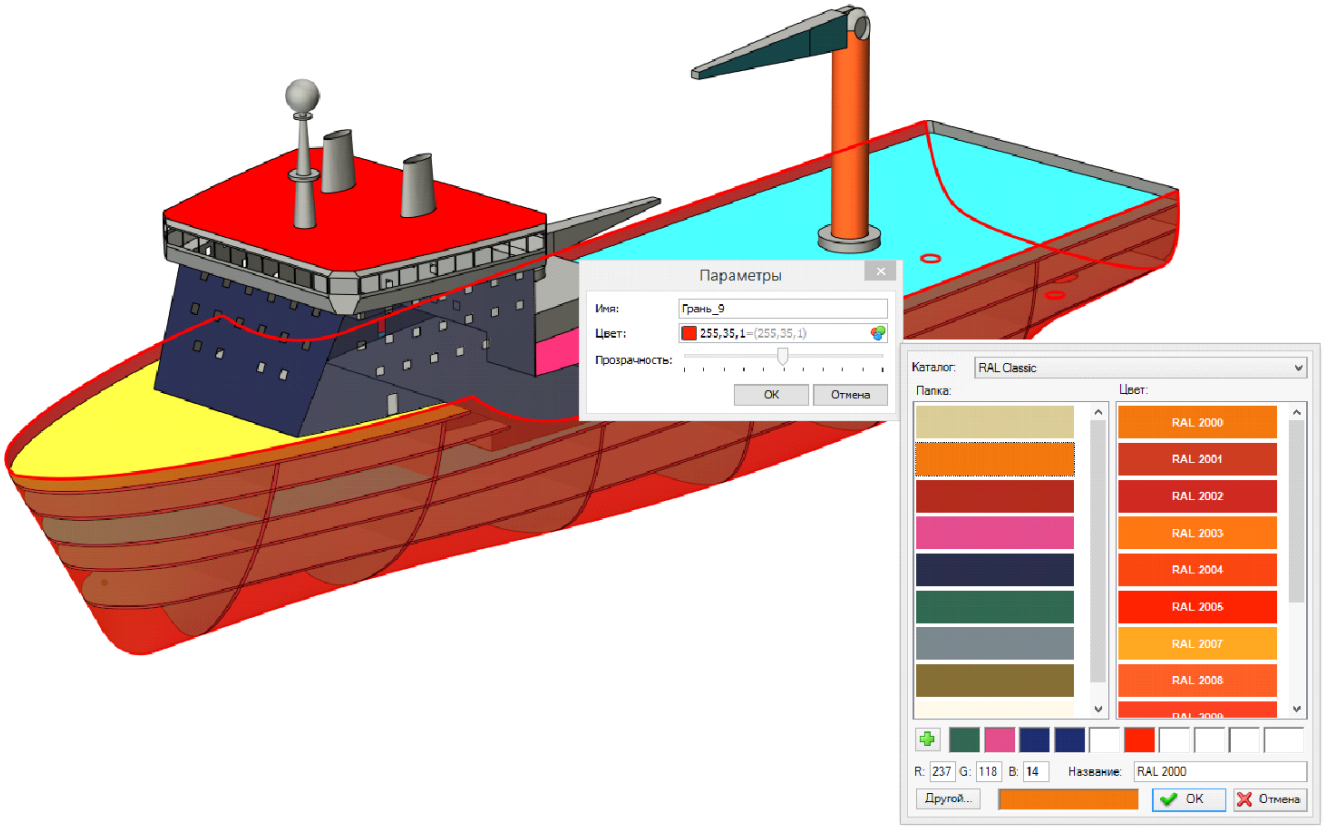
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D Модель > Стиль отображения > Тоновая закраска
Клавиатура	Текстовое меню
<3VS>	Вид > Изображение > Тоновая закраска

После вызова команды в 3D окне отображается трехмерная модель с тоновой закраской.



Только при этом стиле отображения видны цвета и прозрачности отдельных граней, заданные в диалоге параметров грани:

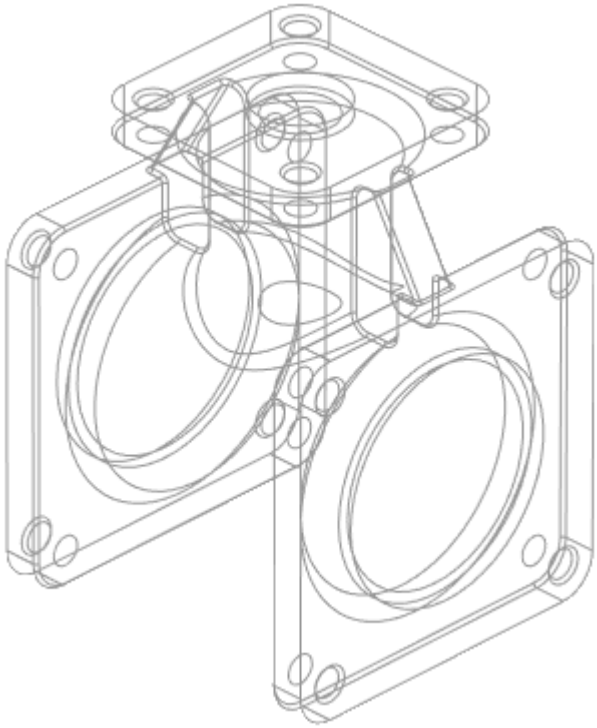


Реберное изображение

Все трёхмерные тела изображаются в виде каркаса из образующих их рёбер. Метод удобен тем, что элементы заднего плана не заслоняются передними элементами. Также можно увидеть объекты, расположенные внутри тела. Это свойство используется при выборе элементов построения для выполнения операций.
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D Модель > Стиль отображения > Рёберное изображение
Клавиатура	Текстовое меню
<3VW>	Вид > Изображение > Рёберное изображение

После вызова команды в 3D окне отображается трехмерная реберная модель.



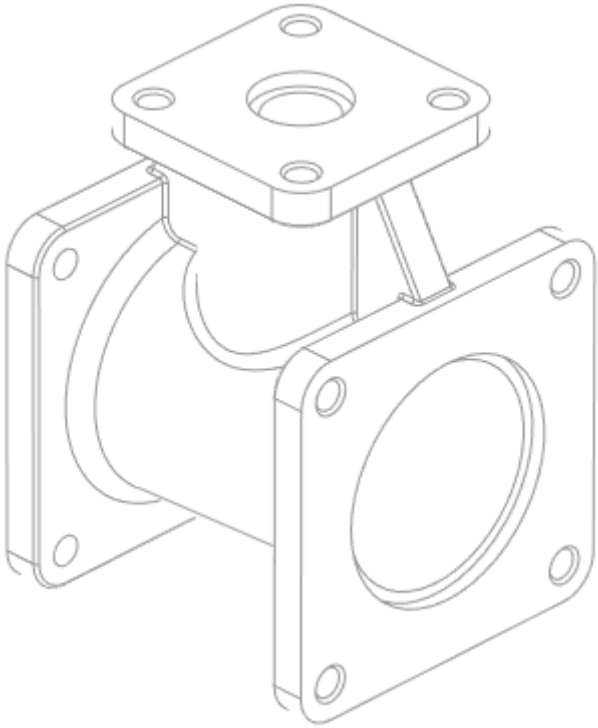
Рёберное отображение можно также установить отдельно для любого тела модели. Такое тело будет отображаться рёберным независимо от стиля отображения, установленного для 3D окна. Включить рёберное отображение тела можно в его диалоге параметров или в диалогах параметров операций, формирующих тело.

С удалением невидимых линий

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D Модель > Стиль отображения > С удалением невидимых линий
Клавиатура	Текстовое меню
<3VH>	Вид > Изображение > С удалением невидимых линий

В 3D окне показывается рёберное изображение 3D модели без невидимых линий. Используется быстрый алгоритм определения видимости линий.

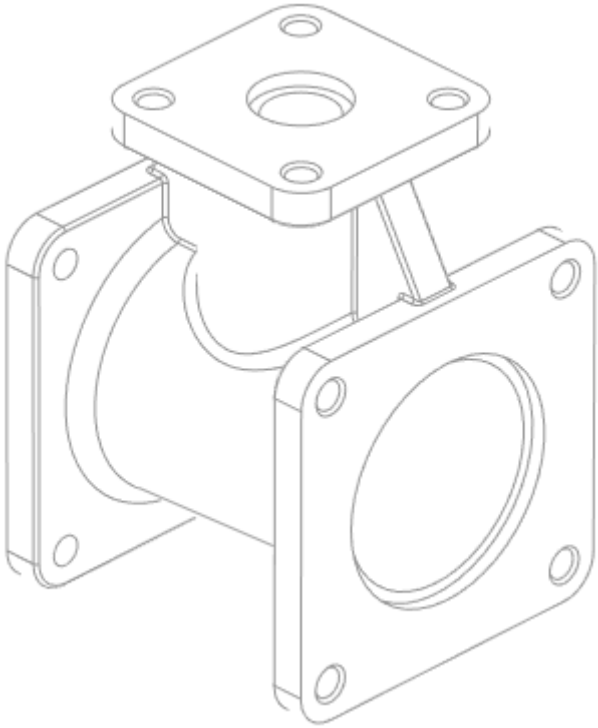


С точным удалением невидимых линий

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D Модель > Стиль отображения > С точным удалением невидимых линий
Клавиатура	Текстовое меню
<3VZ>	Вид > Изображение > С точным удалением невидимых линий

После вызова команды в 3D окне отображается трехмерная модель с точным удалением невидимых линий. Отличие данной команды от команды **Удаление невидимых линий** заключается в значительно более точном получаемом изображении.

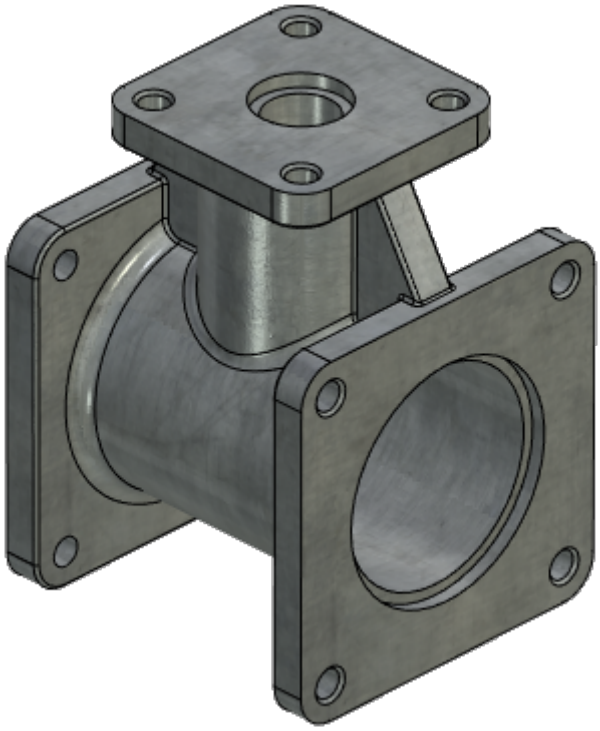


Показать рёбра

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D Модель > Стиль отображения > Показать рёбра
Клавиатура	Текстовое меню
<3V1>	

Данная команда является дополнительной настройкой для основных стилей отображения. Можно использовать только с **Тоновой закраской** и **Тоновой закраской с материалами.** В этом режиме показываются все рёбра.

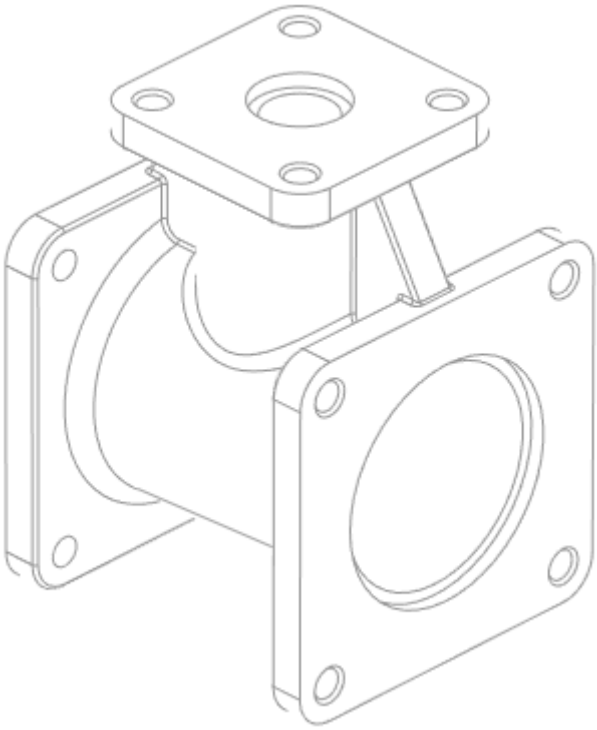


Показать скрытые линии

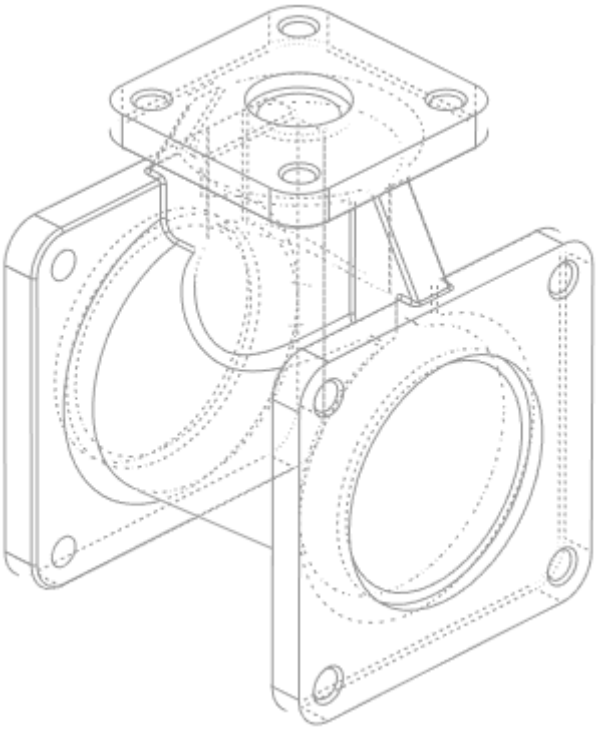
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D Модель > Стиль отображения > Показать скрытые линии
Клавиатура	Текстовое меню
<3V2>	

Данная команда является дополнительной настройкой для основных стилей отображения. Можно использовать только совместно с командой **С удалением невидимых линий.** В этом режиме пунктиром отображаются скрытые линии.



Не показывать скрытые линии



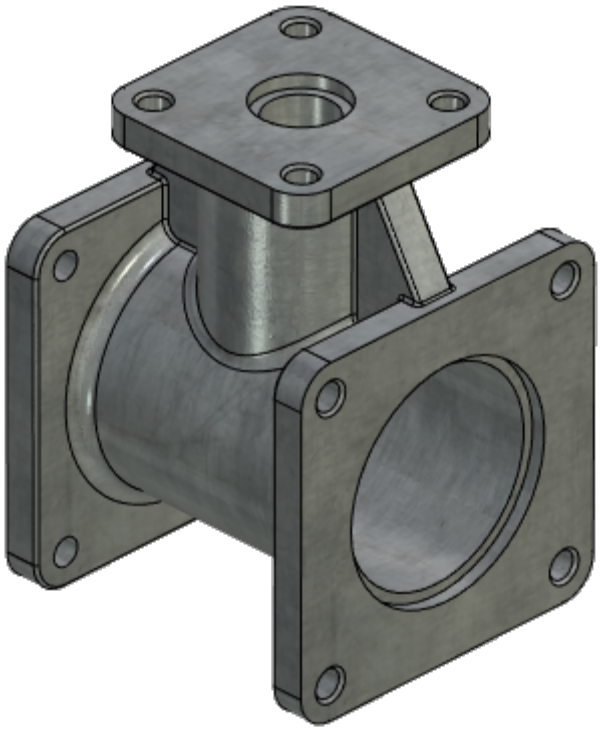
Показывать скрытые линии

Показать очерковые линии

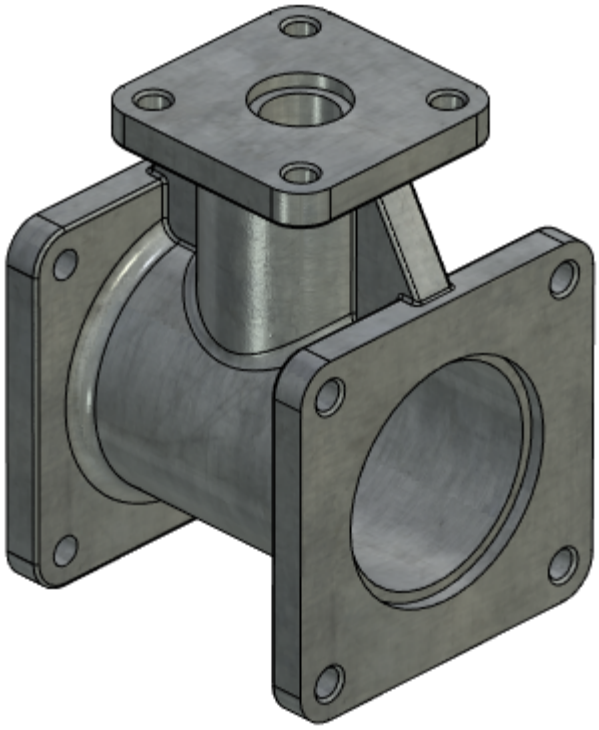
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D Модель > Стиль отображения > Показать очерковые линии
Клавиатура	Текстовое меню
<3V3>	

Данная команда является дополнительной настройкой для основных стилей отображения. В этом режиме добавляются очерковые линии.



Не показывать очерковые линии



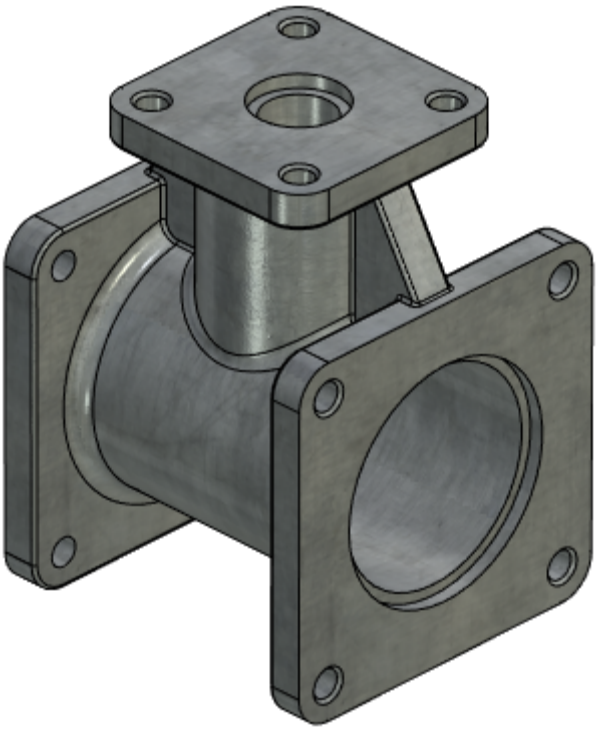
Показывать очерковые линии

Полупрозрачное изображение

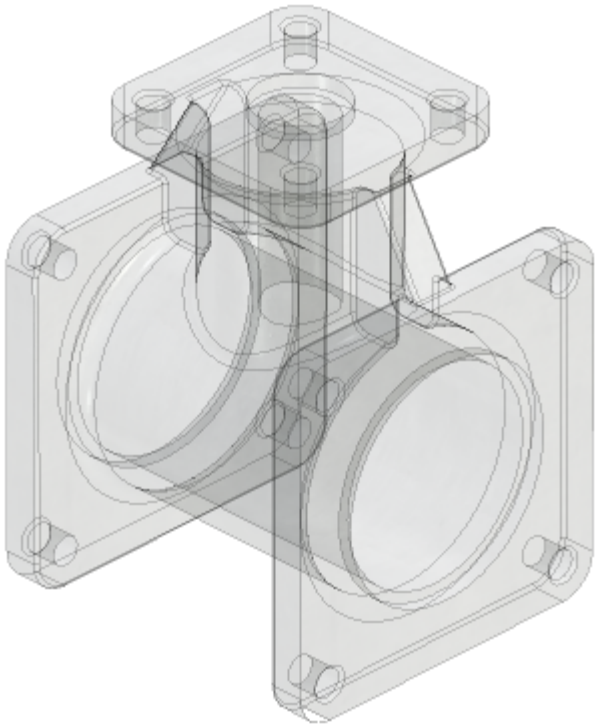
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D Модель > Стиль отображения > Полупрозрачное изображение
Клавиатура	Текстовое меню
<3VM>	Вид > Изображение > Полупрозрачное изображение

Данная команда является дополнительной настройкой для основных стилей отображения.



Изображение по умолчанию



Полупрозрачное изображение

Прозрачное изображение можно также установить отдельно для любого тела модели. Но такое тело будет отображаться прозрачным только при использовании режима тоновой закраски или тоновой закраски с материалами. Включить прозрачное отображение тела можно в его диалоге параметров или в диалогах параметров операций, формирующих тело.
Кроме того, существует возможность делать прозрачными отдельные грани тел. Это можно сделать в диалоге параметров грани. Прозрачность граней также видна только в режимах тоновой закраски и тоновой закраски с материалами.

Качество изображения 3D сцены

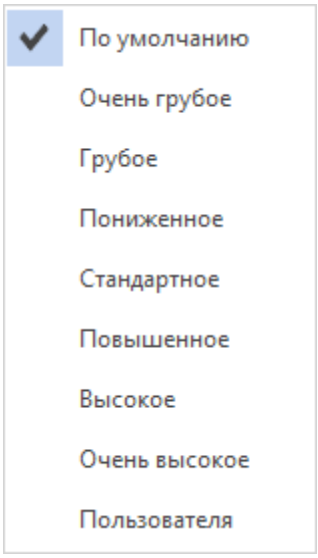
Вызов команды доступен на **Панели Вид** в 3D окне:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню

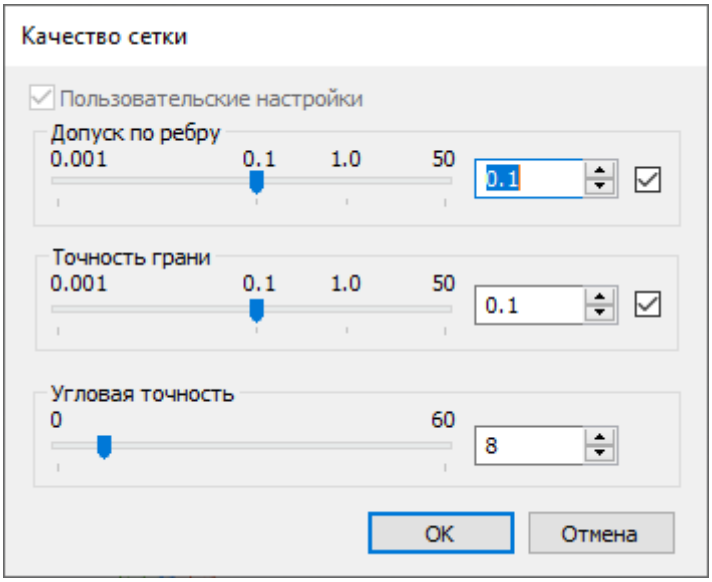
Команда **Качество изображения** позволяет настроить качество отображения объектов в 3D окне.

> Качество изображения является единым для всех 3D окон. Изменение качества в одном окно автоматически меняет его и в других окнах.

При вызове команды появляется выпадающее меню, в котором доступны следующие опции:



Существует ряд встроенных в систему наборов параметров качества (**Очень грубое**, **Грубое**, **Пониженное**, **Стандартное**, **Повышенное**, **Высокое** и **Очень высокое**).
Вариант **По умолчанию** применяет параметры **Качества сетки**, установленные на вкладке 3D **Параметров документа**.
Вариант **Пользователя** позволяет настроить параметры качества сетки вручную. При активации этого варианта появляется диалоговое окно:



В этом диалоговом окне представляется возможность настроить 3 основных параметра:

- **Допуск по ребру**
- **Точность грани**
- **Угловая точность**

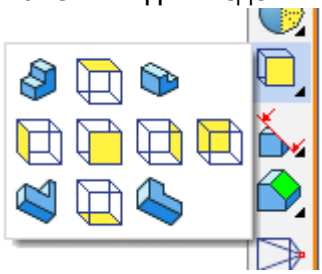
Чем меньше значение каждого параметра, тем точнее будет отображаться модель.
Значения, установленные по умолчанию при открытии данного диалога, соответствуют примененным в данный момент.
Геометрический смысл данных параметров описан в разделе 3D. Параметры документа.

> Увеличение качества изображения может привести к уменьшению производительности.

Качество можно также задавать индивидуально для конкретного тела в диалоге его параметров.

Стандартные точки взгляда

Для удобства работы в 3D сцене подготовлен набор стандартных точек взгляда. Применение стандартной точки взгляда соответствующим образом ориентирует активную камеру относительно системы координат, выбранной в параметрах документа (**Параметры документа** > **Документ** > **3D** > **3D** > **Ориентация видов**). По умолчанию выбрана глобальная система координат. При этом ориентация той или иной точки взгляда относительно выбранной системы зависит также от ориентации координат, установленной в параметрах документа (**Параметры документа** > **Документ** > **3D** > **Рабочие плоскости** > **Ориентация координат**).
На **Панель Вид** выведены все варианты стандартных точек взгляда:



Следует отметить, что полученное изображение зависит от того, какой режим проецирования установлен: **Параллельная проекция** или **Перспективная проекция**.

Вид спереди

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D Модель > Вид спереди
Клавиатура	Текстовое меню
<Ctrl>+<Num 5>	Вид > Проекция > Вид спереди

Команда применяет к активной камере в 3D сцене стандартную точку взгляда **Вид спереди.**
По умолчанию в параметрах документа установлена ориентация координат согласно **ЕСКД**, в результате чего направление взгляда данной точки противоположно направлению оси **Y** выбранной системы координат. Если сменить ориентацию координат на **XY-Вид сверху**, направление взгляда данной точки станет совпадать с направлением оси **Y** выбранной системы координат.

Вид сзади

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D Модель > Вид сзади
Клавиатура	Текстовое меню
<Ctrl>+<Num 0>	Вид > Проекция > Вид сзади

Команда применяет к активной камере в 3D сцене стандартную точку взгляда **Вид сзади.**
По умолчанию в параметрах документа установлена ориентация координат согласно **ЕСКД**, в результате чего направление взгляда данной точки совпадает с направлением оси **Y** выбранной

системы координат. Если сменить ориентацию координат на **XY-Вид сверху**, направление взгляда данной точки будет противоположным направлению оси **Y** выбранной системы координат.

Вид сверху

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D Модель > Вид сверху
Клавиатура	Текстовое меню
<Ctrl>+<Num 8>	Вид > Проекция > Вид сверху

Команда применяет к активной камере в 3D сцене стандартную точку взгляда **Вид сверху**, при которой направление взгляда противоположно направлению оси **Z** выбранной системы координат, независимо от установленной ориентации координат. При этом, смена ориентации координат поворачивает вид вокруг направления взгляда.

Вид снизу

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D Модель > Вид снизу
Клавиатура	Текстовое меню
<Ctrl>+<Num 2>	Вид > Проекция > Вид снизу

Команда применяет к активной камере в 3D сцене стандартную точку взгляда **Вид снизу**, при которой направление взгляда совпадает с направлением оси **Z** выбранной системы координат, независимо от установленной ориентации координат. При этом, смена ориентации координат поворачивает вид вокруг направления взгляда.

Вид справа

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D Модель > Вид справа
Клавиатура	Текстовое меню
<Ctrl>+<Num 6>	Вид > Проекция > Вид справа

Команда применяет к активной камере в 3D сцене стандартную точку взгляда **Вид справа.**
По умолчанию в параметрах документа установлена ориентация координат согласно **ЕСКД**, в результате чего направление взгляда данной точки совпадает с направлением оси **X** выбранной системы координат. Если сменить ориентацию координат на **XY-Вид сверху**, направление взгляда данной точки будет противоположно направлению оси **X** выбранной системы координат.

Вид слева

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D Модель > Вид слева
Клавиатура	Текстовое меню
<Ctrl> + <Num 4>	Вид > Проекция > Вид слева

Команда применяет к активной камере в 3D сцене стандартную точку взгляда **Вид слева**.
По умолчанию в параметрах документа установлена ориентация координат согласно **ЕСКД**, в результате чего направление взгляда данной точки противоположно направлению оси **X** выбранной системы координат. Если сменить ориентацию координат на **XY-Вид сверху**, направление взгляда данной точки будет совпадать с направлением оси **X** выбранной системы координат.

Изометрия спереди

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D Модель > Изометрия спереди
Клавиатура	Текстовое меню
<Ctrl> + <Num 7>	Вид > Проекция > Изометрия спереди

Команда применяет к активной камере в 3D сцене стандартную точку взгляда **Изометрия спереди.**
По умолчанию в параметрах документа установлена ориентация координат согласно **ЕСКД**, в результате чего направление взгляда данной точки соответствует сумме отрицательных направлений осей **X, Y, Z** выбранной системы координат. Если сменить ориентацию координат на **XY-Вид сверху**, направление взгляда данной точки будет соответствовать сумме положительных направлений осей **X** и **Y** с отрицательным направлением оси **Z** выбранной системы координат.

Изометрия снизу

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D Модель > Изометрия снизу
Клавиатура	Текстовое меню
<Ctrl> + <Num 1>	Вид > Проекция > Изометрия снизу

Команда применяет к активной камере в 3D сцене стандартную точку взгляда **Изометрия снизу.**
По умолчанию в параметрах документа установлена ориентация координат согласно **ЕСКД**, в результате чего направление взгляда данной точки соответствует сумме отрицательных направлений осей **X** и **Y** с положительным направлением оси **Z** выбранной системы координат. Если сменить ориентацию координат на **XY-Вид сверху**, направление взгляда данной точки будет соответствовать сумме положительных направлений осей **X, Y, Z** выбранной системы координат.

Изометрия сзади

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D Модель > Изометрия сзади
Клавиатура	Текстовое меню
<Ctrl>+<Num 9>	Вид > Проекция > Изометрия сзади

Команда применяет к активной камере в 3D сцене стандартную точку взгляда **Изометрия сзади.**
По умолчанию в параметрах документа установлена ориентация координат согласно **ЕСКД**, в результате чего направление взгляда данной точки соответствует сумме положительных направлений осей **X** и **Y** с отрицательным направлением оси **Z** выбранной системы координат. Если сменить ориентацию координат на **XY-Вид сверху**, направление взгляда данной точки будет соответствовать сумме отрицательных направлений осей **X, Y, Z** выбранной системы координат.

Изометрия сзади снизу

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D Модель > Изометрия снизу сзади
Клавиатура	Текстовое меню
<Ctrl>+<Num 3>	Вид > Проекция > Изометрия снизу сзади

Команда применяет к активной камере в 3D сцене стандартную точку взгляда **Изометрия снизу сзади**.
По умолчанию в параметрах документа установлена ориентация координат согласно **ЕСКД**, в результате чего направление взгляда данной точки соответствует сумме положительных направлений осей **X, Y, Z** выбранной системы координат. Если сменить ориентацию координат на **XY-Вид сверху**, направление взгляда данной точки будет соответствовать отрицательных направлений осей **X** и **Y** с положительным направлением оси **Z** выбранной системы координат.

См. также:

- Камеры
- Выбрать камеру
- Пользовательские точки взгляда
- Глобальная система координат
- Стандартная плоскость

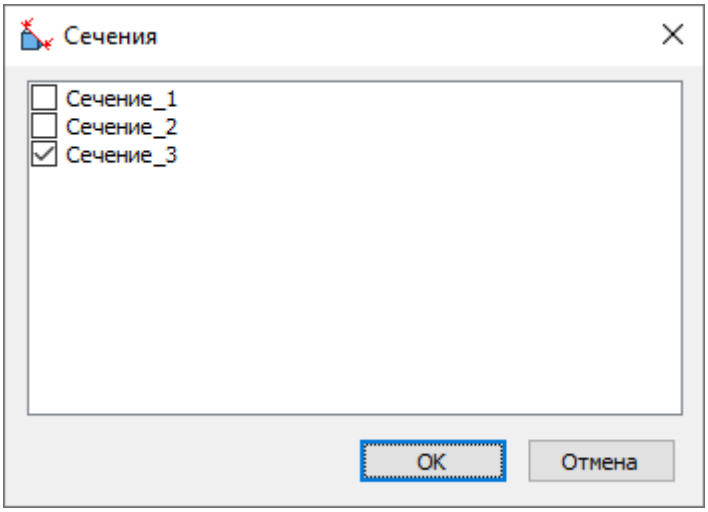
Применить сечение к 3D сцене

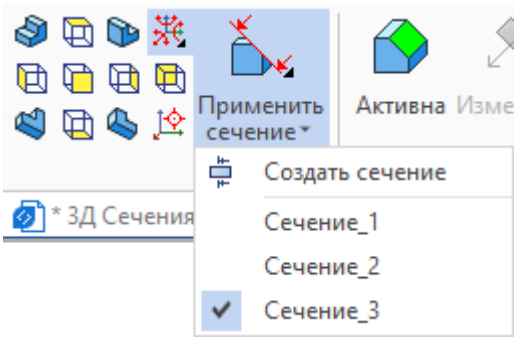
Вызов команды:

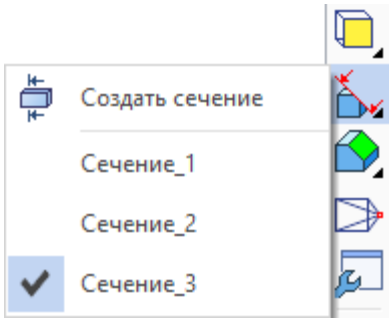
Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D модель > Применить сечение
Клавиатура	Текстовое меню
<3AS>	Вид > Сечение

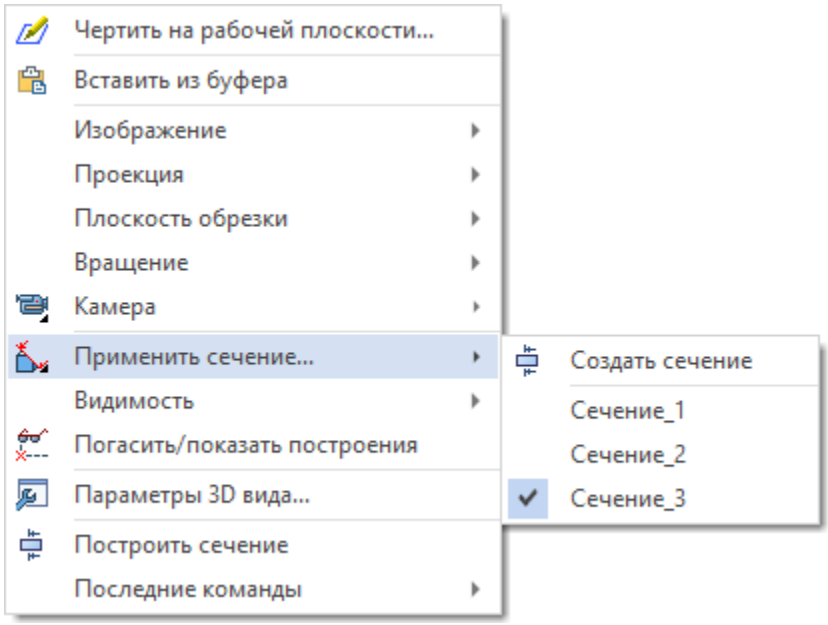
Команда также доступна на панели **Вид** и в контекстном меню, вызываемом по нажатию на пустом месте 3D сцены в режиме ожидания команды. После вызова команды появляется список 3D сечений, доступных в текущем документе. При вызове команды с клавиатуры список появляется в отдельном окне. При вызове команды другими способами список выпадает из кнопки вызова команды, и в нём дополнительно доступна команда создания нового **3D сечения**. Для применения сечения необходимо установить его флаг в списке, для отмены применения - снять флаг. После применения сечения тела в окне 3D вида отображаются без отсечённых частей. Параметры отображения и рассекаемые тела задаются индивидуально для каждого сечения.

Кроме того, команду можно вызвать из контекстного меню 3D сечения. В этом случае, после вызова команды список сечений не отображается, а сразу применяется выбранное сечение или отменяется его применение. Когда сечение применено, кнопка данной команды в его контекстном меню подсвечивается. Иконка применённого сечения в дереве модели отличается от иконок неприменённых сечений .







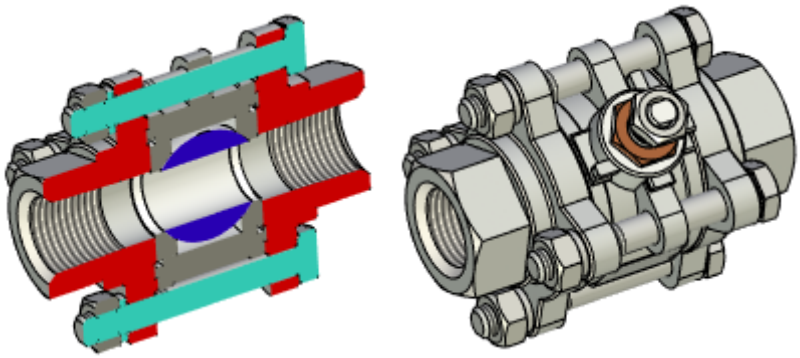


См. также:

- 3D сечение

Плоскость обрезки 3D сцены

Для отображения элементов модели, перекрываемых другими элементами, можно воспользоваться **плоскостью обрезки**. Она делит 3D сцену на две части. Одна из частей остаётся неизменной, другая обрезается. Тела (как твёрдые, так и поверхности) и их части, попадающие в обрезаемую часть сцены, не отображаются на экране. Получившееся сечение тела закрашивается цветом, установленным в Параметрах данного тела. Элементы **Опорной геометрии** не обрезаются.
Плоскость обрезки влияет исключительно на отображение объектов в 3D окне. При её применении в 3D модели не создаётся никаких новых объектов и не меняются имеющиеся объекты. В отличие от 3D сечения, плоскость обрезки не может быть использована для создания разрезов и сечений на чертеже.



Доступны следующие плоскости обрезки:

- пользовательская;
- в плоскости экрана;
- вид спереди;
- вид справа;
- вид сверху.

Пользовательская плоскость обрезки создаётся при применении изменений в режиме редактирования с помощью опции автоменю . Остальные плоскости создаются системой автоматически при вызове соответствующих им команд.

Команды для работы с плоскостью обрезки

Активировать плоскость обрезки:

Пиктограмма	Лента
	Вид > Плоскость обрезки > Активна
Клавиатура	Текстовое меню
<3CL>	Вид > Плоскость обрезки > Активна

Иконка данной команды подсвечивается, когда активна любая из возможных плоскостей обрезки.
Если никакая из плоскостей обрезки не активна, вызов команды активирует **пользовательскую** плоскость обрезки (при наличии таковой) или обрезку **В плоскости экрана** (при отсутствии пользовательской плоскости).
Если активная какая-либо плоскость обрезки, вызов команды деактивирует её.

В плоскости экрана:

Пиктограмма	Лента
	Вид > Плоскость обрезки > В плоскости экрана
Клавиатура	Текстовое меню
<3CS>	Вид > Плоскость обрезки > В плоскости экрана

Вызов данной команды активирует плоскость обрезки параллельно плоскости экрана.

Вид спереди:

Пиктограмма	Лента
	Вид > Плоскость обрезки > Вид спереди
Клавиатура	Текстовое меню
	Вид > Плоскость обрезки > Вид спереди

Вызов данной команды активирует плоскость обрезки параллельно стандартной рабочей плоскости **Вид спереди**.

Вид справа:

Пиктограмма	Лента
	Вид > Плоскость обрезки > Вид справа
Клавиатура	Текстовое меню
	Вид > Плоскость обрезки > Вид справа

Вызов данной команды активирует плоскость обрезки параллельно стандартной рабочей плоскости **Вид слева** в противоположном направлении.

Вид сверху

Пиктограмма	Лента
	Вид > Плоскость обрезки > Вид сверху
Клавиатура	Текстовое меню
	Вид > Плоскость обрезки > Вид сверху

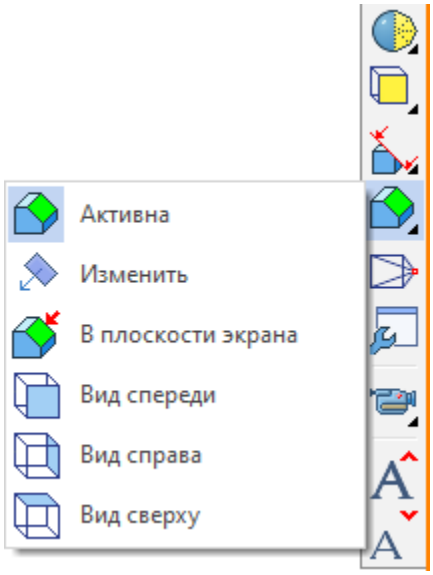
Вызов данной команды устанавливает и активирует плоскость обрезки параллельно стандартной рабочей плоскости **Вид сверху**.

Изменить плоскость обрезки:

Пиктограмма	Лента
	Вид > Плоскость обрезки > Изменить
Клавиатура	Текстовое меню
	Вид > Плоскость обрезки > Изменить

Команда доступна только когда активна плоскости обрезки.
Вызов данной команды в режиме редактирования плоскости обрезки сбрасывает положение и ориентацию плоскости к исходному состоянию на момент начала редактирования.
Вызов данной команды вне режима редактирования плоскости обрезки переключает систему в этот режим.

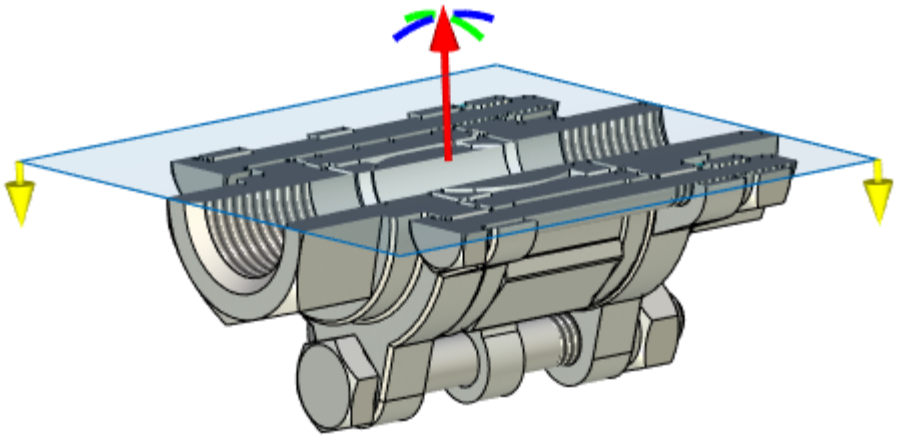
Команды для работы с плоскостью обрезки также доступны на **Панели Вид.**



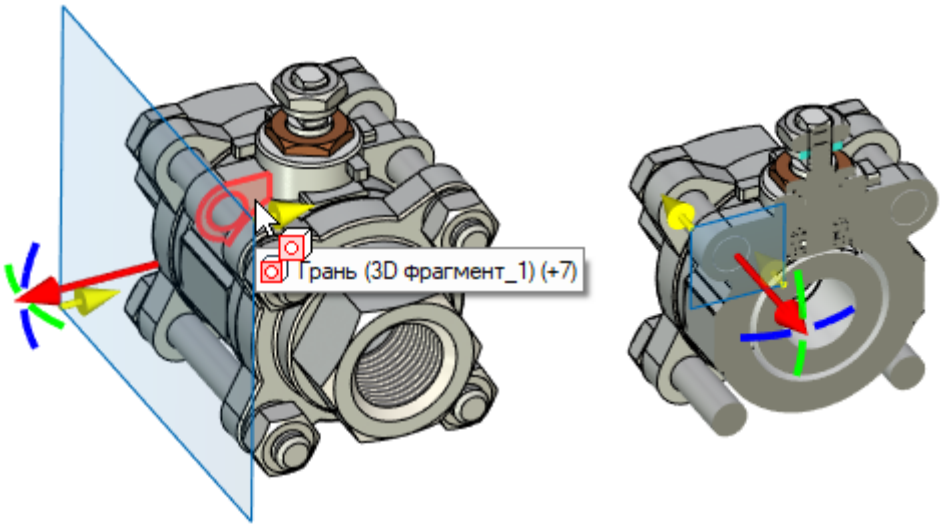
Режим редактирования плоскости обрезки

При активации любой из перечисленных плоскостей обрезки активируется режим ее редактирования. В режиме редактирования в 3D сцене отображается сама плоскость в виде голубого полупрозрачного прямоугольника и манипуляторы следующих типов:

- **Манипулятор перемещения плоскости обрезки**
  Имеет вид длинной красной стрелки, расположенной по нормали к плоскости обрезки в её центре.
  Работает аналогично манипуляторам перемещений 3D элементов вдоль оси СК.
- **Манипуляторы поворота плоскости обрезки**
  Имеют вид синих и зеленых дуг, расположенных по бокам от стрелки манипулятора перемещения плоскости.
  Работает аналогично манипуляторам поворота 3D элементов вокруг оси СК.
- **Манипулятор направления обрезки**
  Имеет вид двух коротких жёлтых стрелок на противоположных углах плоскости.
  Стрелки направлены в сторону той части 3D сцены, которая не обрезается (противоположно нормали к плоскости). Для изменения направления нажмите на стрелку. При изменении направления обрезки меняется и направление нормали.



Также в режиме редактирования активен фильтр выбора граней на панели фильтров. После выбора грани в 3D сцене плоскость обрезки будет совмещена с ней (если грань плоская) или расположена по касательной к ней в произвольной точке (если грань криволинейная).



По окончании редактирования плоскости вы можете:

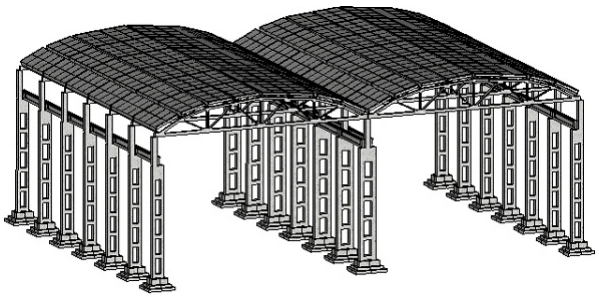
- Подтвердить текущую ориентацию с помощью опции автоменю .
  Плоскость останется активной, но ее прямоугольник и манипуляторы перестанут отображаться. Текущее положение и ориентация сохраняются в качестве новой **пользовательской** плоскости обрезки.
- Отменить редактирование с помощью опции автоменю или нажатием .
  Плоскость деактивируется, а все внесенные с момента последней активации изменения положения и ориентации отменяются.
- Использовать команду Изменить для возврата к исходным параметрам плоскости.

Перемещение плоскости обрезки вне режима редактирования.

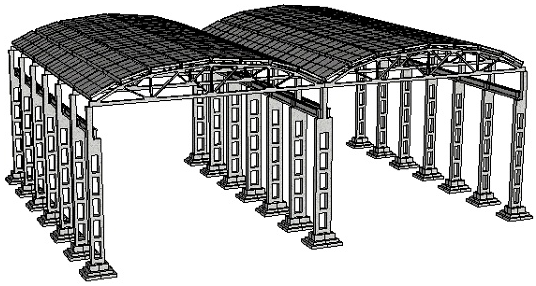
Можно перемещать активную плоскость обрезки вдоль её нормали без вызова дополнительных команд, перемещая мышь вперед/назад при одновременно зажатых +<Ctrl>+<Shift>.

Способ проецирования 3D сцены

Изображение 3D сцены в окне 3D вида зависит, помимо установленного метода визуализации, от используемого системной камерой способа проецирования. Способ проецирования определяет, как камера будет показывать объекты в 3D сцене: без учёта расстояния до точки взгляда и угла зрения – **параллельное проецирование**, либо с учётом этих параметров – **перспективное проецирование**.



Параллельное проецирование



Перспективное проецирование

Способ проецирования, в отличие от метода визуализации, является характеристикой именно **используемой** (активной) **камеры**, а не 3D окна. При смене используемой камеры (например, смене системной камеры на пользовательскую) изображение в 3D окне будет формироваться с учётом способа проецирования новой активной камеры.

Для удобства выбор типа проекции вынесен на панель **Вид.** По умолчанию включена параллельная проекция.
Вызов команды **Параллельная проекция**:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<3VO>	Вид > Проекция > Параллельная проекция

Переключает камеру в 3D сцене в режим параллельного проецирования.
Вызов команды **Перспективная проекция**:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D Модель > Перспективная проекция
Клавиатура	Текстовое меню
<3VE>	Вид > Проекция > Перспективная проекция

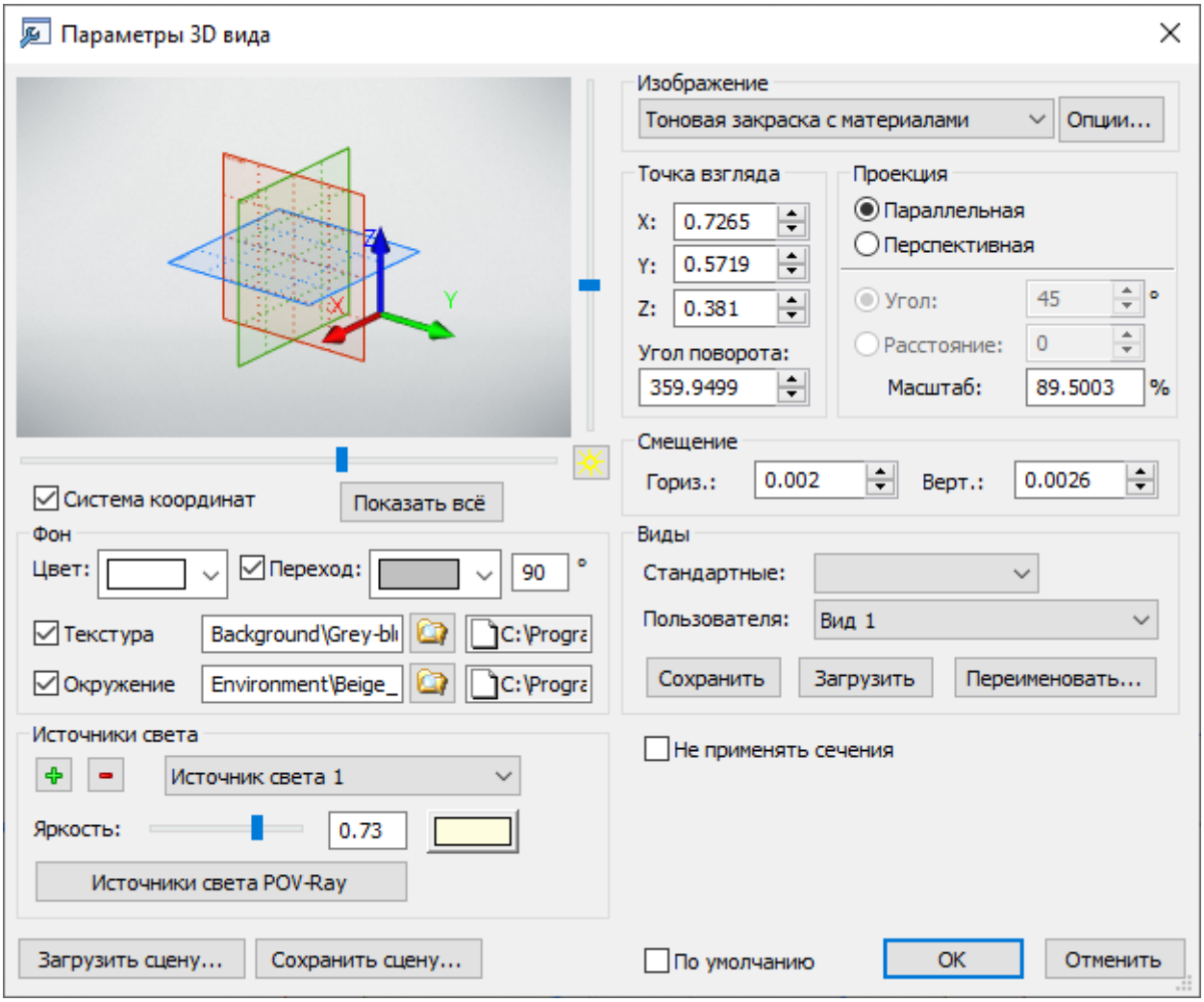
Переключает камеру в 3D сцене в режим перспективного проецирования.

Параметры 3D вида

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > Параметры 3D вида
Клавиатура	Текстовое меню
<PW>	Вид > Параметры 3D вида

Данную команду также можно вызвать из контекстного меню, появляющегося при нажатии в свободном пространстве 3D сцены.
Команда вызывает диалоговое окно, где вы можете задать режимы и параметры изображения в 3D окне.



Поле просмотра содержимого 3D окна

В левой части окна диалога расположено поле просмотра содержимого 3D окна. В нём отображается то же самое, что и в самом 3D окне, но в уменьшенном виде. С изображением в поле просмотра можно работать так же, как и с изображением в окне 3D вида: поворачивать, перемещать, масштабировать.

Для быстрого просмотра содержимого 3D сцены можно воспользоваться кнопкой **Показать всё** – при её нажатии изображение масштабируется таким образом, чтобы было видно всё содержимое 3D сцены. После закрытия диалога все изменения, сделанные в поле просмотра, будут применены и к изображению в 3D окне.

Система координат. Флаг управляет видимостью глобальной системы координат в 3D окне.

Фон

Параметры, объединенные в группу **Фон**, задают цвет фона 3D окна.

- **Цвет фона**. Позволяет выбрать цвет фона 3D сцены.
- **Переход**. При установленном флаге позволяет выбрать цвет, нижней части 3D окна. При этом общий фон формируется с переходом от цвета, заданного в предыдущем параметре, к цвету, заданному данным параметром.
- **Текстура**. При установленном флаге и заданном файле в качестве фона будет использоваться файл с растровым изображением текстуры фона.
- **Окружение**. При установленном флаге и заданном файле в сцене будет использована текстура окружения. Данный механизм позволяет виртуально окружить объекты модели трёхмерным изображением, которое будет отражаться в гранях модели. Таким образом, пользователь имеет возможность сформировать виртуальное окружение своей модели. Для задания такой текстуры используется формат ***.hdr**.

Источники света

Для работы с источниками света, связанными с активной камерой, в 3D сцене предназначена группа параметров в левом нижнем углу окна диалога. Данная группа включает в себя список существующих в данном 3D окне динамических источников света, кнопки для добавления/удаления источников света, связанных с камерой, а также элементы управления для задания параметров каждого из источников света.

Для редактирования параметров существующего источника света необходимо выбрать данный источник в выпадающем списке. Элементы управления, расположенные под списком, позволяют изменить яркость выбранного источника света (с помощью бегунка или численным значением), а также его цвет. Удалить выбранный источник света можно, нажав кнопку . Нажатие кнопки приводит к созданию ещё одного направленного источника света, связанного с активной камерой. Положение выбранного источника света относительно камеры задаётся с помощью бегунков, расположенных справа и снизу поля просмотра содержимого 3D окна. По умолчанию динамические источники света расположены прямо на камере (бегунки расположены в центре шкал). Смещая бегунки от центра шкалы, можно сдвигать источники света вправо/влево и вверх/вниз относительно камеры. Кнопка возвращает источник света на камеру.

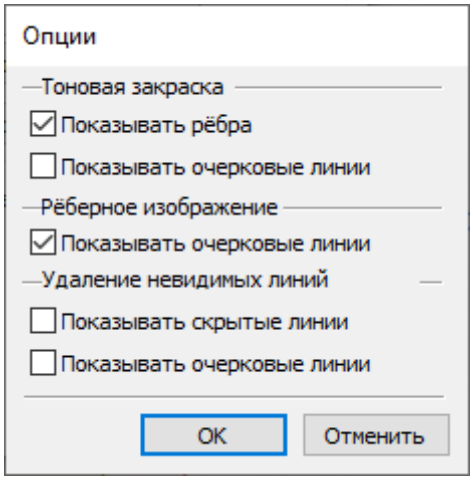
Импорт/экспорт параметров 3D вида

Кнопки **Загрузить сцену**, **Сохранить сцену** предназначены для работы с файлом описания 3D сцены. Существует возможность сохранять описание параметров 3D сцены в специальный файл с расширением **.tfscene** для последующего использования. Файл содержит описание цвета и текстуры фона, текстуру окружения, положение и яркость источников света.

Файл сохраняется при помощи кнопки **Сохранить сцену...**. Загрузить сцену можно при помощи кнопки **Загрузить сцену...** или путём перетаскивания файла в 3D окно из Проводника или другого источника. В поставку системы входит несколько предустановленных сцен, позволяющих получить качественную картинку как в 3D окне, так и в окне фотореалистичного вида.

Изображение

Метод визуализации 3D сцены в данном 3D окне задаётся с помощью параметров группы **Изображение**. Выпадающий список позволяет выбрать требуемый метод (рёберное изображение, тоновая закраска, тоновая закраска с материалами, быстрое удаление невидимых линий, точное удаление невидимых линий), а кнопка **Опции** позволяет задать дополнительные параметры каждого режима. При нажатии на данную кнопку появляется диалог **Опции**, в котором для каждого метода визуализации указывается необходимость отрисовки различных линий 3D модели (рёбер, очерковых и скрытых линий), а также теней.



Точка взгляда, Проекция и Смещение

Группы параметров **Точка взгляда**, **Проекция** и **Смещение** определяют направление взгляда и способ проецирования системной камеры, а также её удалённость от центра 3D сцены. При параллельном способе проецирования удалённость камеры определяется параметром **Масштаб**. Данный параметр задаёт степень увеличения изображения в 3D сцене. При перспективном проецировании удалённость камеры может задаваться либо **углом** обзора 3D сцены, либо напрямую расстоянием между камерой и центром 3D сцены. Все три параметра задаются числовыми значениями. Кроме того, масштаб и угол обзора можно менять с помощью мыши прямо в окне просмотра данного диалога, аналогично тому, как это делается в самом 3D окне при перемещении/вращении камеры. Параметр **Смещение** устанавливает смещение по горизонтали и вертикали центра 3D сцены относительно камеры.

Виды

Группа параметров **Виды**, расположенная в правом нижнем углу диалога, предназначена для быстрой настройки положения системной камеры.

Выпадающий список **Стандартные** позволяет изменить направление взгляда в соответствии с одной из стандартных точек взгляда. Для этого достаточно только выбрать в списке название точки взгляда.

Выпадающий список **Пользователя** предназначен для работы с пользовательскими точками взгляда (3D видами), хранящимися в системе.

3D вид можно загрузить (т.е. настроить 3D окно в соответствии с хранящейся в 3D виде информацией), пересохранить (записав в 3D вид информацию о текущем состоянии 3D окна) и переименовать. Для загрузки 3D вида необходимо выбрать этот 3D вид в списке и нажать кнопку **Загрузить**. Нажатие кнопки **Сохранить** записывает в выбранный в списке **Пользователя** 3D вид информацию о текущем состоянии 3D окна. Нажатие кнопки **Переименовать...** вызывает окно дополнительного диалога для задания нового имени выбранного 3D вида.

Имейте в виду, что, в отличие от стандартных видов, пользовательские виды не применяются автоматически при выборе их из выпадающего списка. Для применения выбранного пользовательского вида необходимо нажать кнопку **Загрузить**.

При сохранении видов **Текстура** и **Окружение** не запоминаются.

Не применять сечения. При установленном флаге блокируется применение графических сечений в текущем 3D окне. Это позволяет при работе с несколькими окнами иметь возможность в одном окне видеть полное изображение модели, а в другом рассеченных вид.

По умолчанию. После нажатия **ОК** при установленном флаге загруженный (с помощью кнопки **Загрузить**) пользовательский или стандартный вид будет применяться по умолчанию ко всем вновь создаваемым 3D в данном документе.

Вид применяется с теми параметрами, с которыми он сохранён. Если вы изменили параметры, но не нажали кнопку **Сохранить**, то после нажатия **ОК** измененные параметры применяются к текущему окну, но не применяются как параметры по умолчанию.

Камера

Камера является необходимым элементом для визуализации трехмерных объектов, определяющим точку и направление взгляда на 3D сцену. В каждом 3D окне имеется системная камера, которая установлена «по умолчанию». Пользователь дополнительно может создавать собственные камеры и делать одну из них активной. Привязка камеры всегда осуществляется к локальной системе координат, которая задает первоначальное положение и направление взгляда камеры. Созданные камеры можно перемещать по 3D сцене и изменять направление их взгляда. Это можно применять при осмотре внутренних элементов сцены и создании анимационных роликов.
При открытии нового 3D окна активной становится системная камера. В первоначальный момент она располагается на расстоянии, обеспечивающем обзор всех элементов 3D сцены.

Основные темы в этом разделе:

- Создать камеру
- Выбрать камеру в качестве активной
- Контекстное меню камеры
- Параметры камеры
- Редактировать камеру

См. также:

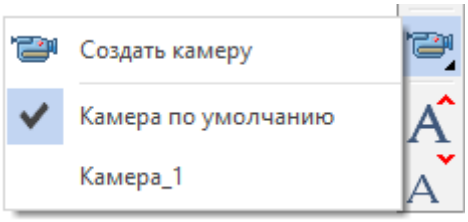
- Стандартные точки взгляда
- Пользовательские точки взгляда

Создать камеру

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D Модель > Выбрать камеру > Создать камеру
Клавиатура	Текстовое меню
<3CA>	Построения > Камера Вид > Камера > Камера

Камеру можно создать с помощью команды на панели **Вид**:



Камера является элементом визуализации трехмерных объектов, определяющим точку и направление взгляда на 3D сцену. В каждом окне имеется системная камера, которая установлена «по умолчанию». Пользователь может создавать собственные камеры и делать одну из них активной.

У камеры имеется собственная система координат и набор манипуляторов. Манипуляторы позволяют перемещать созданные камеры по 3D сцене и изменять направление их взгляда. Это можно применять при осмотре внутренних элементов сцены и создании анимационных роликов.

При открытии нового 3D окна активной становится системная камера. В первоначальный момент она располагается на расстоянии, обеспечивающем обзор всех элементов 3D сцены.

При вызове команды вам становятся доступны следующие опции:

	<Y>	Закончить ввод
	<P>	Задать параметры элемента
	<I>	Выбрать другой ближайший элемент
	<Esc>	Отменить выбор
	<F5>	Предварительный просмотр результата операции
	<L>	Выбрать целевую систему координат

Для создания камеры необходимо:

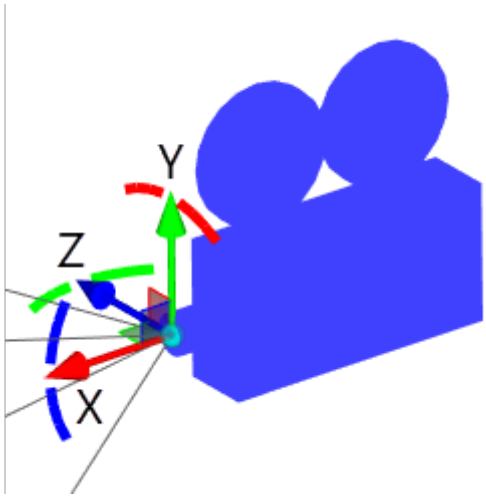
- задать положение и направление взгляда камеры (с помощью манипуляторов или выбрав одну из существующих в сцене локальных систем координат);
- задать параметры камеры (необязательное действие);
- подтвердить построение камеры.

Задание камеры

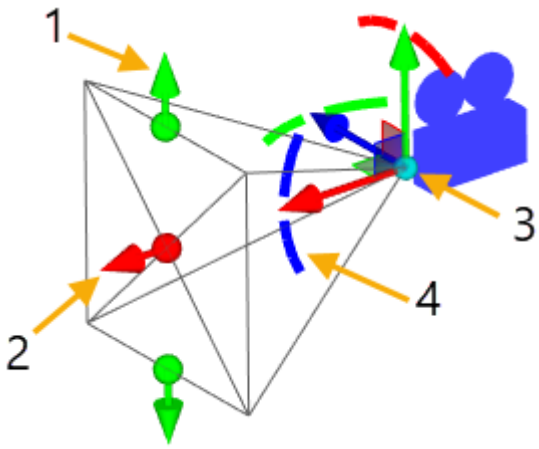
После вызова команды в автоменю автоматически установится опция:

<L> Выбрать целевую систему координат

При помощи этой опции в окне 3D вида надо выбрать локальную систему координат.
После выбора системы координат в окне 3D вида отобразится условное изображение камеры. Начальное направление камеры всегда ориентировано по оси X, ось Y всегда будет направлена вверх, а ось Z вправо.

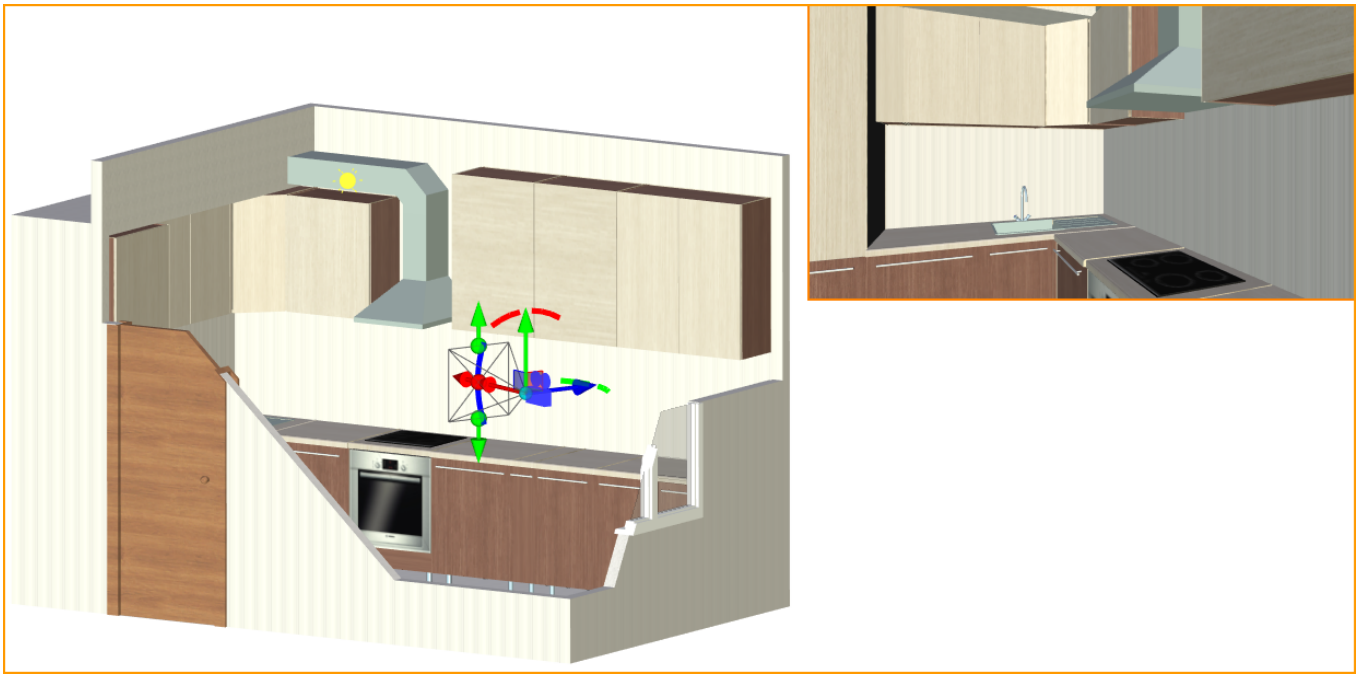


После этого можно задать параметры (если это необходимо), и подтвердить построение камеры нажатием (в автоменю или окне свойств).
Если в сцене нет ЛСК, можно задать положение камеры с помощью манипуляторов.



1. Манипулятор настройки угла перспективной проекции
2. Манипулятор настройки длины перспективной проекции
3. Манипулятор перемещения карты
4. Манипулятор поворота

В режиме создания камеры в правом верхнем углу рабочего окна отображается окно предпросмотра. Оно демонстрирует вид из камеры в режиме реального времени.

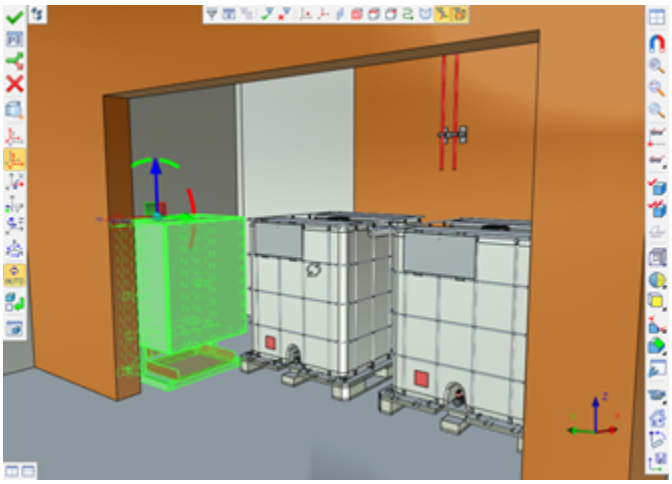


Перемещение камеры

Для обзора 3D сцены при помощи движения камеры, необходимо данную камеру сделать активной.

Режим активной камеры позволяет «пройтись» по существующей 3D сцене. Его очень удобно использовать при создании планировок помещений.

Для перемещения камер используется отдельный механизм. Благодаря этому в режиме выбранной камеры можно перемещаться внутри проектируемых помещений, вращать камеру и при этом выполнять операции, как при обычной работе с T-FLEX CAD. Подробная информация о работе с активной камерой доступна в главе Выбрать камеру в качестве активной.



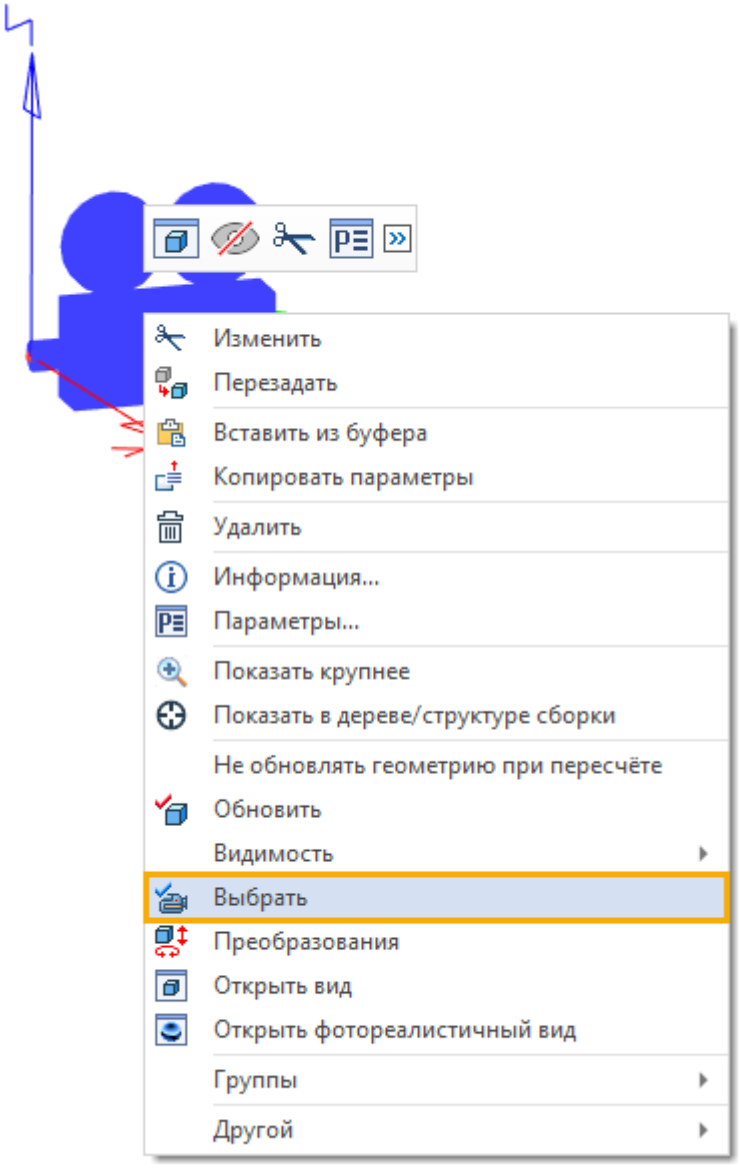
При перемещении камеры внутрь твёрдого тела в сцене, у этого объекта включается рёберное отображение.

Выбрать камеру в качестве активной

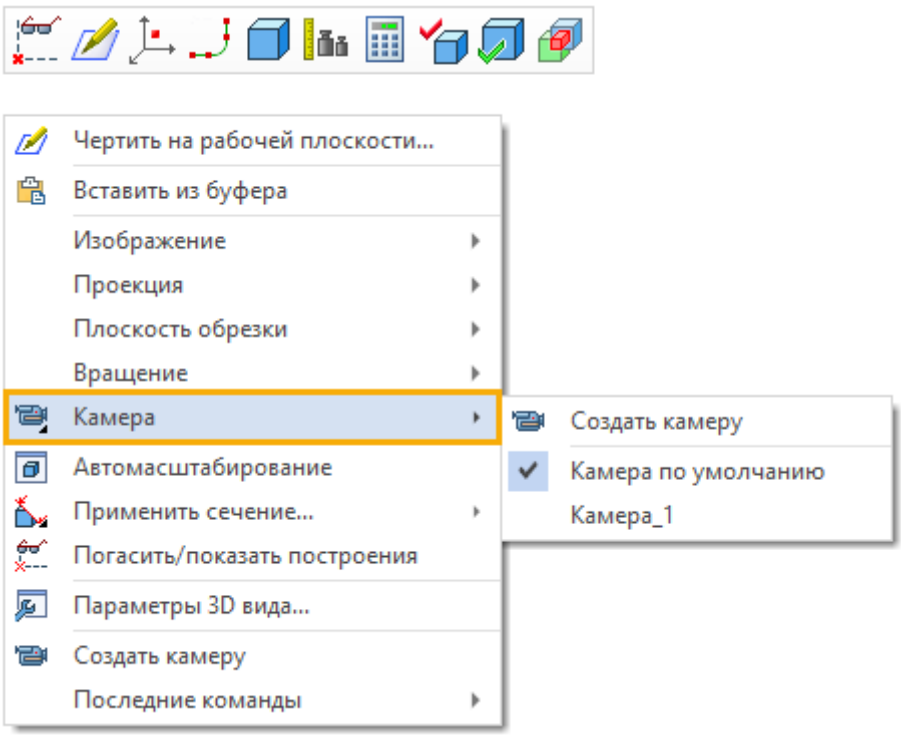
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D Модель > Выбрать камеру
Клавиатура	Текстовое меню
<3VC>	Вид > Камера

После вызова данной команды появится окно диалога, содержащее список всех камер, присутствующих в 3D сцене. Надо выбрать камеру, с которой будет производиться обзор 3D сцены.
Второй способ выбора камеры в качестве активной доступен, когда система находится в режиме ожидания команды: можно в 3D окне подвести курсор к камере и нажать и в появившемся меню выбрать пункт **Выбрать**.



Камеру можно выбрать из контекстного меню, вызванного кликом , при указании курсора в свободное поле 3D окна.



Также выбор камеры доступен из дерева модели.

> Иногда при выборе камеры в качестве активной обзор заслоняет изображение ЛСК, по которой была построена камера. В этом случае можно скрыть ЛСК, используя соответствующую иконку из дерева модели.

Если задать на экране наличие двух 3D окон (при помощи команды Разделить по вертикали), то во втором 3D окне можно наблюдать перемещение выбранной камеры с системной камеры.
Если камера используется в каком-либо 3D виде, её выбрать нельзя. Создать камеру и задать ее параметры можно в команде Создать камеру. Изменить уже существующие камеры и их параметры можно в команде Редактировать камеру.

Управление в режиме активной камеры

> **Внимание**! Управление описано для перспективной камеры. Результат использования данных сочетаний клавиш для параллельной камеры может отличаться из-за свойств параллельной проекции.

- – вращение камеры.

> Для того чтобы исключить поворот вокруг оси взгляда при вращении нужно включить режим **Панорама** .

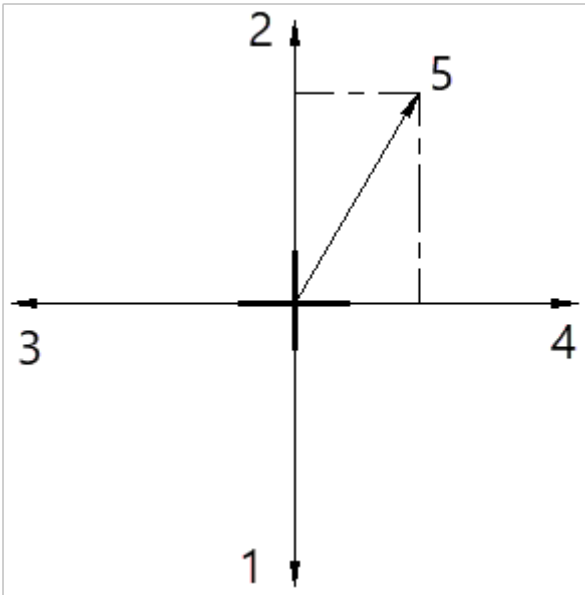
- Стрелки клавиатуры позволяют перемещаться по сцене вперёд/назад.
- Page up/Page down позволяют перемещаться вверх/вниз.

> При перемещении в режиме выбранной камеры рекомендуется отключать объектную привязку на панели **Вид**.

- +<**Ctrl**> – перемещение в плоскости экрана.
- +<**Shift**> – зум.
- +<**Alt**> – вращение вокруг вертикальной оси.

- + <**Ctrl**> – режим плавного перемещения вперёд/назад. Скорость перемещения изменяется в зависимости от положения курсора.

На экране появится крестик, который будет являться центром отсчета для направляющего вектора (векторы на экране не отображаются). Перемещение происходит следующим образом: если переместить курсор с нажатой кнопкой вверх от перекрестья по вертикали, то камера будет перемещаться вперёд. Если переместить курсор по вертикали вниз от крестика, то камера будет перемещаться назад. Если перемещать курсор по горизонтали направо или налево от перекрестья, то камера будет совершать поворот вокруг своей вертикальной оси соответственно в правую или левую сторону. Если переместить курсор по диагонали так, чтобы в результате получался суммарный вектор (см. рисунок), то камера будет совершать как перемещение в соответствующем направлении, так и поворот. Причём, от близости расположения курсора к тому или иному вектору, будет зависеть, в какой степени будет больше совершаться перемещение или поворот. Чем дальше отвести курсор от перекрестья, тем быстрее будет перемещаться камера.



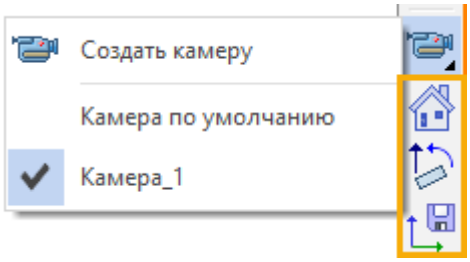
1. Назад
2. Вперёд
3. Поворот вокруг своей вертикальной оси в левую сторону
4. Поворот вокруг своей вертикальной оси в правую сторону
5. Вперёд с поворотом в правую сторону

- – зум, как перемещение камеры вперёд/назад.
- + <**Ctrl**> – зум, как изменение угла перспективы без перемещения камеры.

Длительное нажатие на левую кнопку мыши (до появления символа перекрестья) – орбитальное вращение вокруг выбранного центра. Центр выбирается на существующей в сцене геометрии.
Для настройки перемещения камеры используется специальная вкладка **3D - Пользовательская камера** в диалоге Параметры документа.

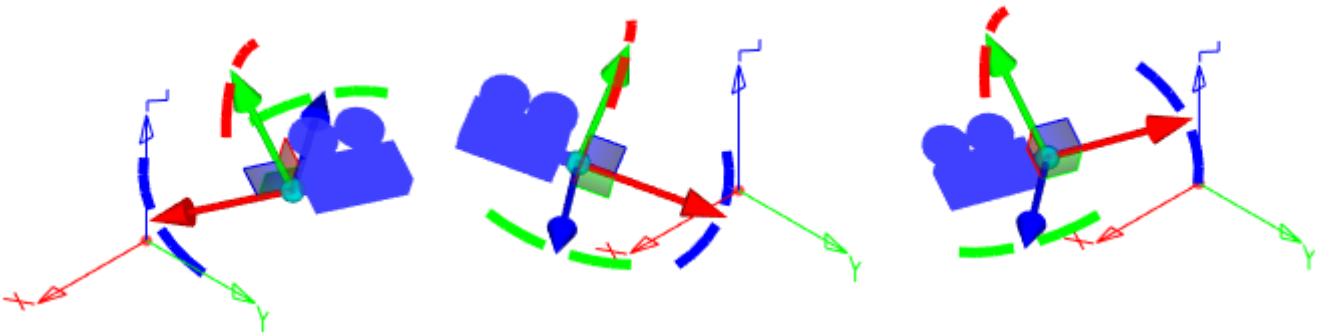
Опции активной камеры

При работе в режиме активной камеры на панель **Вид** добавляются дополнительные опции для работы с камерой:



Установить камеру в начальное положение
Возвращает положение и ориентацию камеры в последнее сохранённое состояние.

Вернуть вертикаль камеры в исходное состояние
Возвращает ориентацию вертикальной оси камеры в последнее сохранённое состояние.



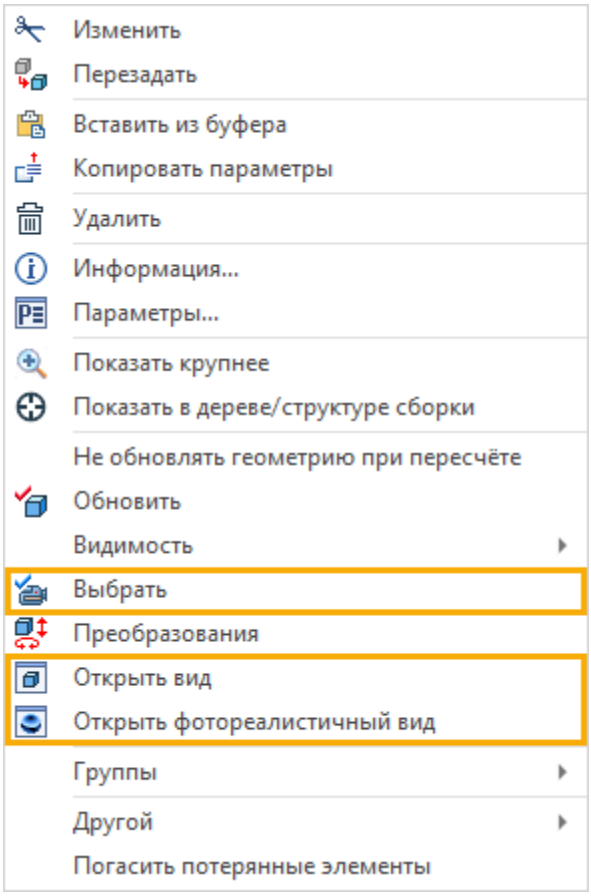
Исходные положение и ориентация камеры

Положение и ориентация после вращения и перемещения

Положение и ориентация после возврата вертикали в исходное состояние

Сохранить текущее состояние в модельной камере
Сохраняет текущее положение и ориентацию камеры. Если не использовать эту опцию после перемещения/вращения камеры, то камера вернётся в исходное состояние после выхода из режима активной камеры.

Контекстное меню камеры



Помимо команд, общих для элементов всех типов, контекстное меню, вызываемое по нажатию на камере в 3D окне или дереве модели, содержит следующие команды:

Выбрать камеру
Активирует выбранную камеру в активном окне 3D вида. Если активное окно не содержит 3D вида, команда недоступна. Подробнее см. главу Выбрать камеру в качестве активной.

Открыть вид
Открывает новое окно документа, содержащее одно окно 3D вида и активирует в этом окне выбранную камеру.

Открыть фотореалистичный вид
Открывает новое окно документа, содержащее одно окно фотореалистичного вида на основе выбранной камеры.

Параметры камеры

Закладка Общие

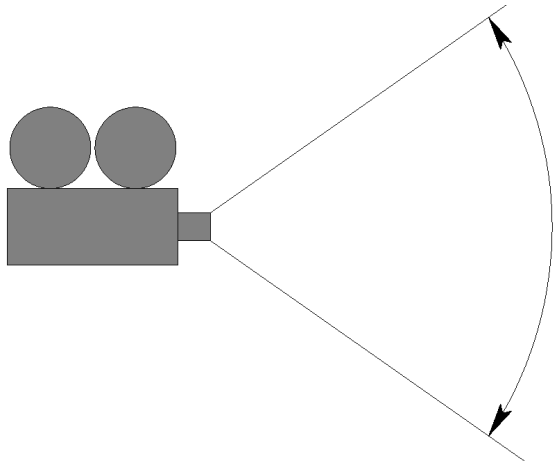
Параметр Имя позволяет задать уникальное имя.
Параметры Уровень, Цвет и Слой являются общесистемными и задают режим отображения камеры на экране.
Показывать в 3D окне. При установленном флаге видимость камеры в 3D окне управляется специальными командами. При снятом флаге камера не отображается в 3D окне, независимо от команд управления видимостью элементов. Возможность использования камеры не зависит от её видимости.

Закладка Параметры

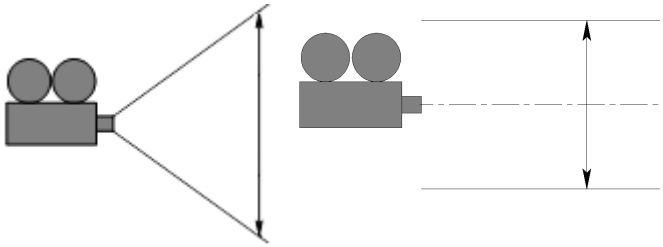
Параметр **Тип** определяет метод проецирования объектов 3D сцены при визуализации её данной камерой.

Проекция может быть **Параллельная** – задающая параллельное проецирование, то есть без учёта расстояния до точки взгляда или **Перспективная** – задающая перспективное проецирование, при котором учитывается искажение, возникающее при увеличении расстояния между камерой и видимым объектом.

Угол. Задаёт угол обзора перспективной проекции. Изменение угла влияет на высоту обзора проекции.

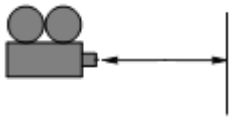


Высота. Задаёт высоту обзора проекции. Изменение высоты влияет на угол обзора проекции.



Длина. Задаёт дистанцию до проекции.

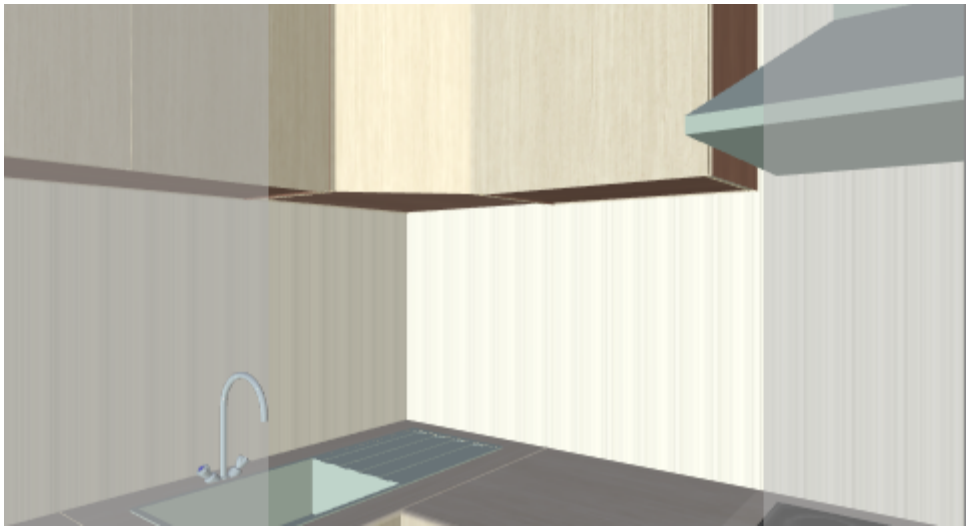
> При параллельном проецировании изменение данного параметра не влияет на изображение, получаемое с камеры. В данном случае возможность редактирования длины сохранена для удобства работы с манипуляторами в 3D сцене (при переключении типа проецирования манипуляторы сохраняют положение).



Соотношение сторон ширина/высота. Задаёт соотношение сторон проекции. Можно выбрать значение из выпадающего списка или настроить соотношение вручную.

> Соотношение сторон учитывается при записи анимации разборки через камеру.

> Подробную информацию об анимации разборки можно найти в разделе Управление разборкой.



Внешняя. Если модель используется в качестве 3D фрагмента, то камеры этой модели, у которых данный параметр установлен, являются доступными и в сборочной модели. Положение такой камеры определяется положением 3D фрагмента. Изменять параметры внешней камеры в сборке нельзя.

Закладка Преобразование

В данной закладке можно выполнить необходимые преобразования для камеры (см. раздел Преобразование 3D элементов).

Закладка Преобразование сопряжений

В данной закладке можно удалить преобразования сопряжений, созданных после создания камеры (см. раздел Перемещение сопряженных элементов).

Общие параметры

По умолчанию. Выбранная опция означает, что заданные общие параметры будут использованы для всех последующих операций.

Редактировать камеру

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<3CC>	Правка > Построения > Камера

Команда предназначена для редактирования созданных пользователем камер.
Доступные опции:

<Esc> Отменить выбор всех элементов

<A> Выбрать все элементы

<Z> Выбор элемента по имени

	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, <Ctrl>+<E>	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды

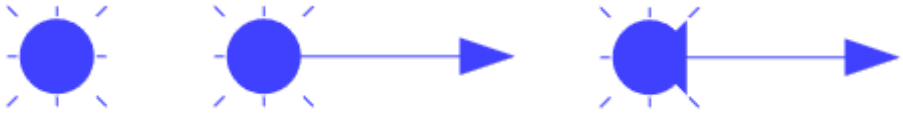
Выбранный элемент можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию).
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Отметим, что для множественного выбора может использоваться комбинация <Shift>+ (комбинация <Ctrl>+ отменяет выбор).

Источник света

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D Модель > Источник света
Клавиатура	Текстовое меню
<3L>	Построения > Источник света

Данная команда служит для создания в 3D сцене источников света, не связанных с активной камерой. По умолчанию, в освещении 3D сцены также участвуют источники света на камере, ориентированные относительно направления взгляда. Для настройки параметров этих источников света используется команда Параметры 3D вида.
Источник света является элементом визуализации трёхмерных объектов, позволяющим регулировать освещенность 3D сцены.
Источник света отображается в 3D сцене в виде небольшого «излучающего» шара. В зависимости от типа источника для него также может отображаться направление и угол рассеивания:



Точечный Направленный Прожектор

По умолчанию источники излучают белый свет. При необходимости можно выбрать любой другой цвет света в диалоге параметров источника.
В 3D окне происходит упрощённый расчёт освещения: освещённость (и соответственно цвет) поверхности зависит только от наклона поверхности относительно направления света. Эффекты

затенения, отражения, преломления и рассеяния света отсутствуют. Для создания более реалистичного изображения сцены можно использовать фотореалистичное изображение.
Изображение источника света может быть скрыто при сохранении эффекта освещения.
В одной сцене может быть создано любое количество источников света. Однако, максимальное количество источников света, влияющих на результат изображения в 3D окне, равно четырём.

Основные темы в этом разделе:

- Типы источников света
- Создать источник света
- Диалог параметров источника света
- Редактировать источник света

См. также:

- Источники света активной камеры

Типы источников света

Доступны следующие типы источников света:

- **Точечный**
- **Направленный**
- **Прожектор**

Точечный

Точечный источник света излучает свет из одной точки во всех направлениях на всю 3D сцену.
Он не имеет конкретного направления распространения света, поэтому для его создания нужно указать только положение самого источника света.

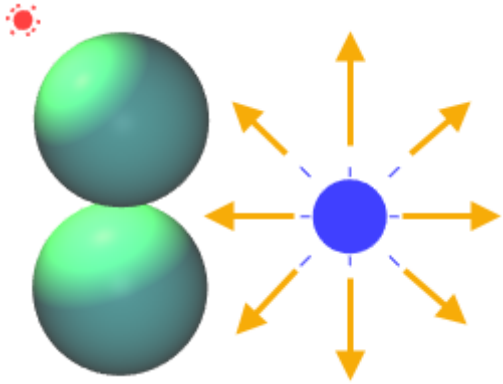


Схема распространения света, излучаемого точечным источником

Направленный

Направленный источник света излучает свет в определённом направлении на всю 3D сцену.
Поэтому для его создания необходимо задать положение источника света и направление распространения света.

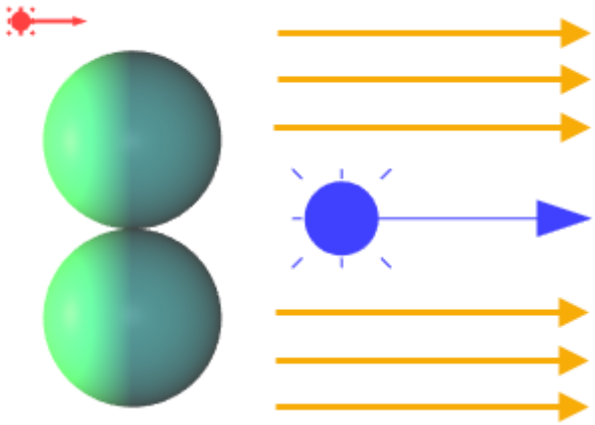


Схема распространения света, излучаемого направленным источником

Прожектор

Прожектор излучает свет из определенной точки в определенном направлении с заданным углом рассеивания.

Поэтому для его создания необходимо задать положение источника света, направление распространения света и угол рассеивания.

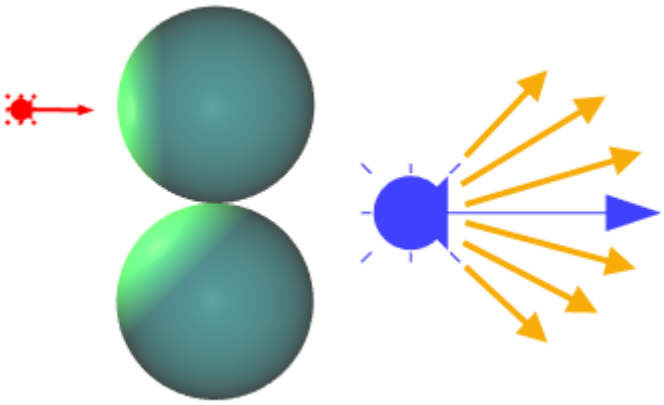


Схема распространения света, излучаемого прожектором

> Документы с примерами построения всех типов источников света находятся в библиотеке **Примеры xx** по следующему пути: **3D Построения/3D Источник света**.

Создать источник света

Для создания источника света необходимо выполнить следующие действия после вызова команды **Источник света**:

1. Выбрать тип источника.
2. Задать положение источника и направление распространения света (для точечного источника направление не задаётся).
3. Задать параметры источника.
4. Закончить ввод (<**Ctrl**> + <**Enter**>).

Тип источника

> Информация о типах доступна в главе Типы источников света.

Тип задаётся путём активации одной из следующих опций автоменю:

<L> Точечный источник света

<D> Направленный источник света

<S> Прожектор

Выбранный тип также отображается в поле **Тип** в окне параметров.

Положение источника и направление распространения света

Положение источника и направление распространения света задаются путём применения преобразований к источнику с помощью манипуляторов ЛСК, аналогичных используемым для задания преобразований 3D элементов. Положению источника соответствует начало координат манипулятора, а направлению распространения света - ось X манипулятора. Список применённых преобразований отображается на вкладке **Преобразования** в окне параметров команды. Преобразования задаются так же как в команде **Преобразования** (см. главу Виды преобразований 3D элементов). Отличия состоят лишь в меньшем наборе доступных разновидностей преобразований и опций контекстного меню манипуляторов. При задании преобразований положение и ориентацию манипуляторов можно привязывать к различным элементам модели.

Кроме того, можно воспользоваться следующими опциями автоменю:

<1> Выбрать положение источника света

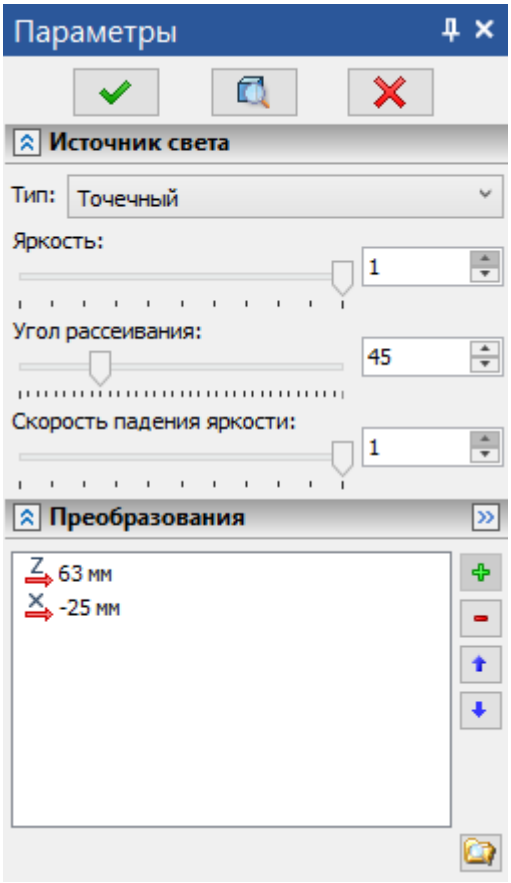
Пока активна данная опция, нажатие на точке в 3D сцене устанавливает источник в данную точку, т.е. совмещает с ней начало координат манипулятора ЛСК.

<2> Выбрать направление источника света

Пока активна данная опция, нажатие на точке в 3D сцене направляет свет источника на данную точку, т.е. поворачивает манипулятор ЛСК вокруг его начала координат таким образом, чтобы ось X была направлена на выбранную точку.

Параметры источника света

В окне параметров можно задать следующие параметры источника:

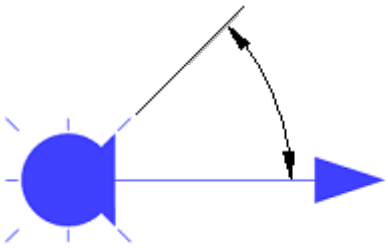


Яркость

Интенсивность источника света. Чем выше яркость света, тем сильнее он влияет на изображение в 3D окне, и тем выше яркость результирующего изображения.

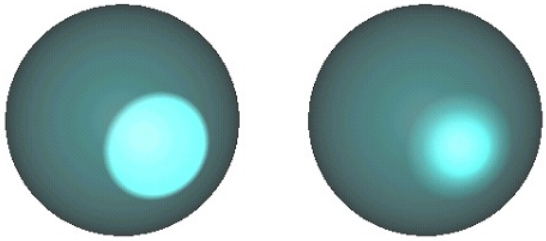
Угол рассеивания

Угол рассеивания света прожектора. Для источников других типов изменение данного параметра не имеет эффекта.



Скорость падения интенсивности

От скорости падения зависит плавный переход границ пятна освещенности у прожектора. На приведённом ниже рисунке отчётливо заметны возможности данного параметра при значении 0 и 1 соответственно.



Диалог параметров источника света

При создании источника света диалог его параметров можно вызвать с помощью опции автоменю:

<P> Задать параметры элемента

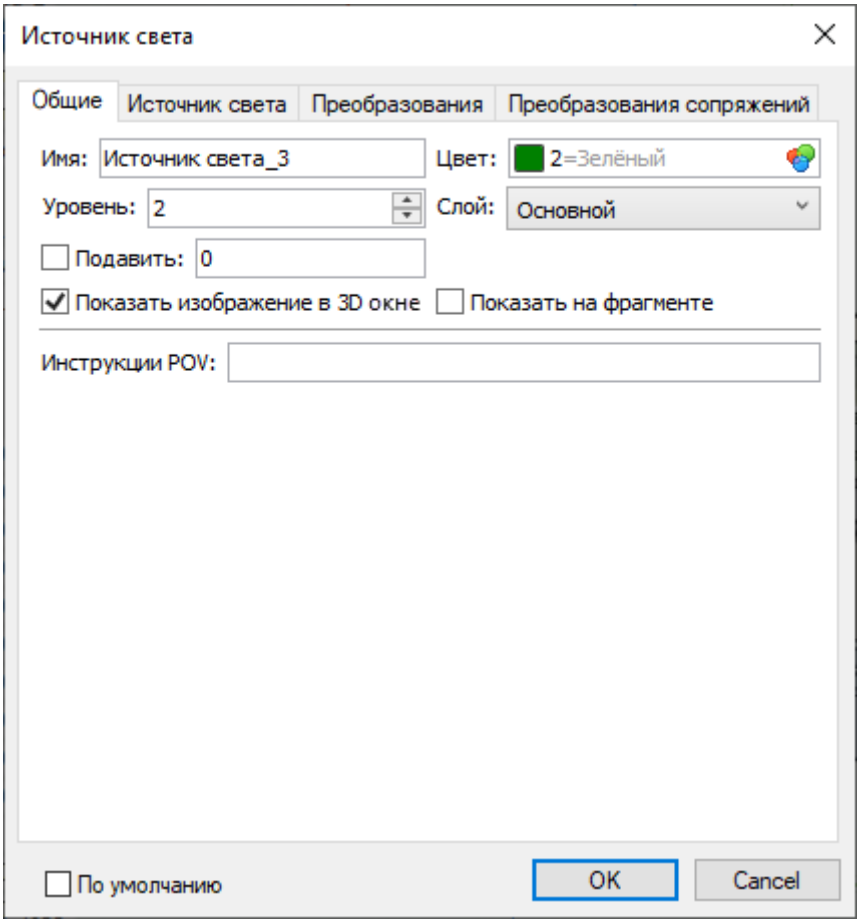
Для уже созданного источника диалог параметров можно вызвать двойным нажатием на источнике или выбором пункта **Параметры** в его контекстном меню.

Диалог параметров источника света содержит следующие вкладки:

- **Общие**
  Информация о содержимом данной вкладки приведена ниже.
- **Источник света**
  Содержимое данной вкладки полностью повторяет содержимое одноимённой вкладки, отображаемой в служебном окне **Параметры**, при создании источника. Тип уже созданного источника нельзя изменить в данном диалоге. Для изменения типа вызовите команду **Изменить** из контекстного меню источника и воспользуйтесь соответствующими опциями автоменю.
- **Преобразования**
  Содержит информацию о преобразованиях, применённых к данному элементу. Функционал вкладки соответствует функционалу окна **Параметры**, описанному для команды **Преобразования**, за исключением отсутствия параметров **Преобразования сопряжений**, которые вынесены в отдельную вкладку, а также невозможности задавать симметрию и привязку сопряжений к 3D элементам.
- **Преобразования сопряжений**
  Содержит информацию о преобразованиях сопряжений, применённых к данному элементу. Подробная информация о данной вкладке доступна в главе Преобразования сопряжений.

Кроме того, в нижней части диалога независимо от активной вкладки отображается флаг **По умолчанию.** Если его установить, то все параметры, установленные для данного источника света на вкладках **Общие** и **Источник света,** будут применяться по умолчанию для всех вновь создаваемых источников света.

Общие параметры источника света



Имя

Все элементы модели имеют уникальное имя. Пользователь может самостоятельно задавать имя. В этом случае система следит только за уникальностью вводимого имени. При попытке ввести имя, которое уже назначено другому элементу данной модели, внесенные изменения не будут применены. Если пользователь не задаёт имя, то система генерирует имя автоматически. Подробная информация об автоматически присваиваемых именах приведена в разделе Настройка имён 3D элементов.

Цвет

Цвет света, излучаемого источником. Выбор цвета описан в разделе Цвет. Цвет отображения источника в 3D окне определяется сочетанием данного параметра и **Яркости** источника.

Уровень

Информация о данном параметре приведена в разделе Уровни.

Слой

Информация о данном параметре приведена в разделе Слои.

Подавить

Эта опция отвечает за исключение данного источника из расчёта 3D модели. Подавленный источник и излучаемый им свет не отображаются в 3D сцене. Установка флага **Подавить** исключает источник из расчёта 3D модели и устанавливает в поле ввода значение "**1**". Снятие флага включает источник в расчёт 3D модели и устанавливает в поле ввода значение "**0**". Значение в поле ввода можно ввести с клавиатуры или задать вещественной переменной для управления подавлением при помощи Параметризации. Источник будет подавлен, если значение переменной не равно нулю. Любые целые значения, отличные от нуля, при подстановке в поле заменяются на единицу. Дробные значения недопустимы.

Показать изображение в 3D окне

При установленном флаге видимость источника света в 3D окне управляется специальными командами. При снятом флаге источник не отображается в 3D окне, независимо от команд управления видимостью элементов. Свет, излучаемый источником, виден всегда независимо от видимости самого источника.

Показать на фрагменте

Если модель используется в качестве 3D фрагмента, то источник света, у которого данный параметр установлен, отображается в сборке.

Инструкции POV

В поле данного параметра можно записать инструкции, которые будут добавлены в конце описания источника света при экспорте данного файла в POV для создании фотореалистичного изображения.

См. также:

- Параметры по умолчанию
- Задание параметров элемента

Редактировать источник света

Для редактирования источника света используется команда **Изменить источник света**.
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<3EL>	Правка > Построения > Источник света

Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды

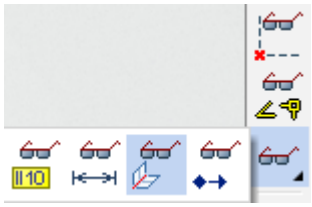
Выбранный элемент можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию).

При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Отметим, что для множественного выбора может использоваться комбинация <Shift> + (комбинация <Ctrl> + отменяет выбор).

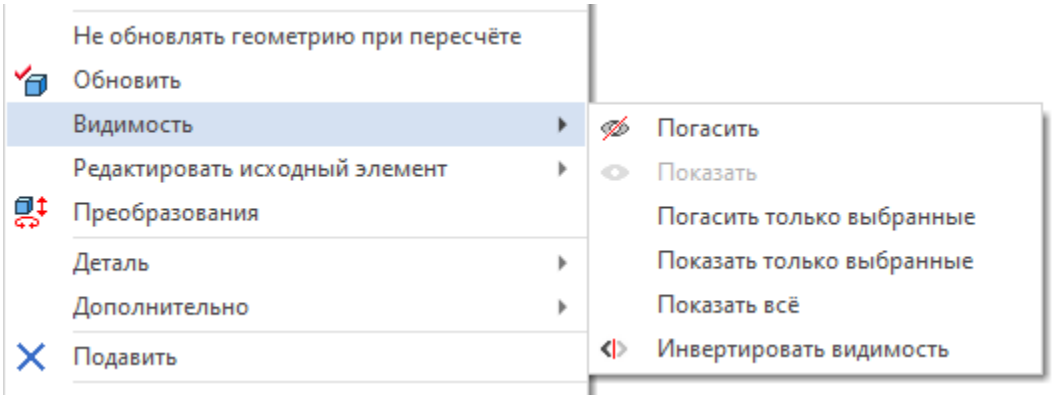
Управление видимостью элементов

При работе со сложными чертежами и моделями часто требуется временно скрыть те или иные 2D или 3D элементы, т.к. они закрывают собой другие элементы или просто усложняют восприятие чертежа/модели. T-FLEX CAD предоставляет широкий набор инструментов для управления видимостью элементов. Можно скрывать/показывать элементы индивидуально, выбирая каждый по отдельности, скрывать/показывать сразу множество выбранных элементов, автоматически скрывать/показывать элементы определенных типов, показать сразу все ранее скрытые элементы или инвертировать видимость (т.е. сделать ранее невидимые элементы видимыми и наоборот).
Команды управления видимостью элементов доступны:

- на панели Вид и в текстовом меню
  (см. Погасить/показать элементы по типу, Погасить/показать 2D элементы)



- в контекстном меню 3D элементов и в дереве модели
  (см. Погасить/показать 3D элементы)



Кроме того, видимость элементов зависит от видимости слоя, к которому они принадлежат, а также уровней и интервалов видимости. 3D элементы могут быть не только скрыты, но и подавлены.
В параметрах некоторых 3D элементов (рабочих плоскостей, рабочих поверхностей, 3D сечений, камер) доступен флаг **Показывать в 3D окне.** При установленном флаге видимость элемента управляется командами, описанными в данном разделе. При снятом флаге элемент не отображается в 3D окне, независимо от команд управления видимостью.

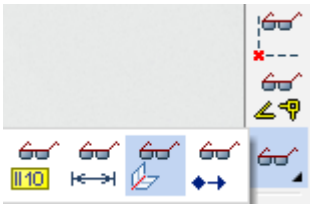
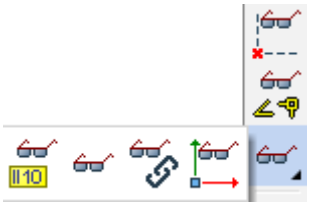
Основные темы в этом разделе:

- Погасить/показать элементы по типу
- Погасить/показать 3D элементы
- Погасить/показать 2D элементы

Погасить/показать элементы по типу

Дополнительным инструментом для управления видимостью 2D и 3D элементов являются команды **Погасить/Показать построения,** **Погасить/Показать ограничения,** а также команды группы **Погасить/Показать.** Состав группы **Погасить/Показать** отличается в окне чертежа и в 3D сцене.

Данные команды доступны на инструментальной панели **Вид.** Часть команд также доступна в разделе **Вид** текстового меню.

<table>
<tr><td> 
3D Сцена</td><td> 
Чертёж</td></tr>
<tr><td colspan="2">Погасить/показать построения</td></tr>
<tr><td colspan="2">Погасить/показать ограничения</td></tr>
<tr><td colspan="2">Погасить/показать отношения</td></tr>
<tr><td>Погасить/показать элементы оформления</td><td>Погасить/показать элементы</td></tr>
<tr><td>Погасить/показать сетку рабочих плоскостей</td><td>Погасить/показать гиперссылки</td></tr>
<tr><td>Погасить/показать манипуляторы</td><td>Погасить/показать системы координат</td></tr>
</table>

Команда **Погасить/показать построения**:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<SI>, **<Ctrl>+<Shift>+<C>**	Вид > Погасить/показать построения

Команда позволяет погасить все элементы построения, границы чертёжных видов и проекций, а также вспомогательные линии и размеры, в текущем окне (2D вида или 3D вида). Повторный вызов команды позволит восстановить прорисовку элементов построения.

Команда **Погасить/показать ограничения**:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<SS>	

Команда позволяет погасить все ограничения в текущем окне (2D вида или 3D вида). Повторный вызов команды позволит восстановить прорисовку ограничений.

Команда **Погасить/показать отношения**:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<RES>	

Команда позволяет временно скрывать с экрана все отношения, созданные в текущем 2D окне. Повторный вызов команды восстанавливает прорисовку отношений.

Команда **Погасить/показать элементы оформления**:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<SN>	Вид > Погасить/показать элементы оформления

Команда доступна только в 3D версии системы.
Она позволяет скрыть все 3D элементы оформления (3D размеры, надписи и т.п.) в текущем 3D окне. Повторный вызов команды восстанавливает прорисовку 3D элементов оформления

Команда **Погасить/показать сетку рабочих плоскостей**:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<3VQ>	

Команда доступна только в 3D версии системы.

Она позволяет скрыть сетку рабочих плоскостей в текущем 3D окне. Повторный вызов команды восстанавливает прорисовку сетки рабочих плоскостей.

Команда **Погасить/показать манипуляторы**

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<3SM>	

Команда доступна только в 3D версии системы.
Она позволяет скрыть все манипуляторы в текущем 3D окне. Повторный вызов команды восстанавливает прорисовку манипуляторов.

Команда **Погасить/показать гиперссылки:**

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<TLS>	

Команда позволяет скрыть все гиперссылки в текущем 2D окне. Повторный вызов команды восстанавливает прорисовку гиперссылок.

Команда **Погасить/показать системы координат:**

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<BRT>	

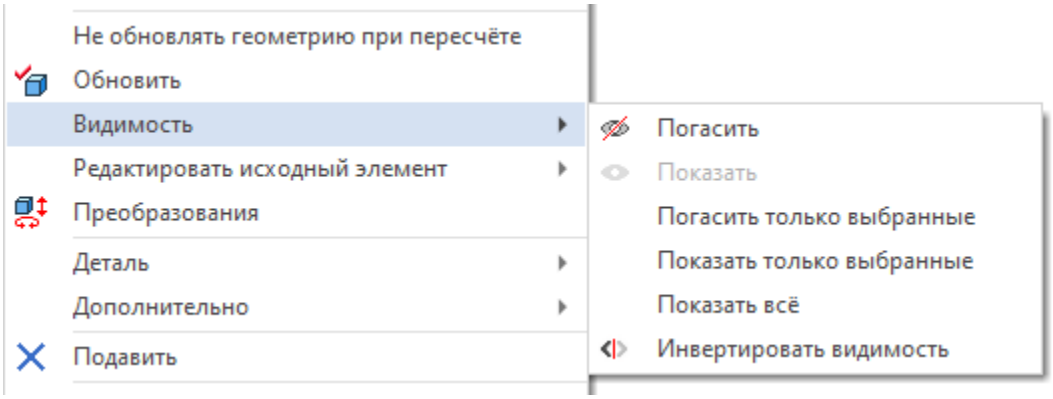
Команда позволяет скрыть все системы координат в текущем 2D окне. Повторный вызов команды восстанавливает прорисовку систем координат.

См. также:

- Погасить/показать 3D элементы
- Погасить/показать 2D элементы

Погасить/показать 3D элементы

Пункт **Видимость** в контекстном меню, вызываемом по нажатию на 3D элементах в 3D окне, в дереве модели или окнах **3D модель**, **Структура сборки** и **Элементы модели**, содержит следующие команды для управления видимостью элементов:



Погасить

Делает невидимыми в 3D сцене выбранные 3D элементы. Если выбранный элемент уже погашен, то данная команда будет недоступна.

Показать

Команда, отменяющая действие предыдущей, т.е. делающая видимыми выбранные 3D элементы в 3D сцене. Если выбранный элемент уже видим, то данная команда будет недоступна.

Погасить только выбранные

Делает невидимыми все выбранные 3D элементы и показывает все остальные, если они ранее были погашены.

Показать только выбранные

Делает видимыми все выбранные 3D элементы и гасит (т.е. делает невидимыми) все остальные.

Показать всё

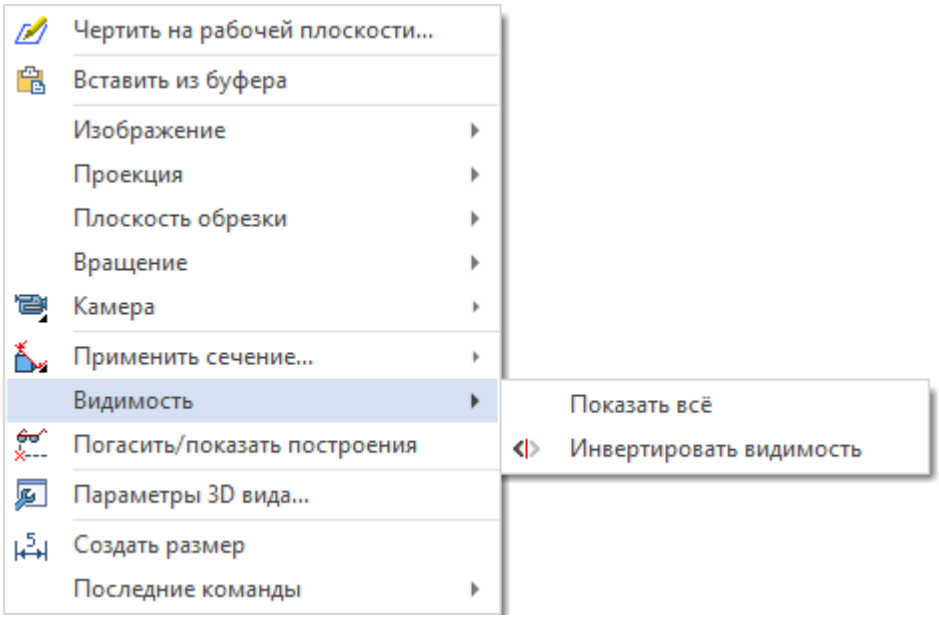
Делает видимыми все элементы 3D сцены.

Инвертировать видимость

Меняет видимость всех элементов на противоположную, т.е. видимые элементы становятся невидимыми, а невидимые - видимыми. Данная команда также может быть вызвана с помощью клавиш <**3CB**> или <**Ctrl**>+<**Shift**>+<**B**>.

Если нажать на пустом пространстве 3D окна при наличии выбранных 3D элементов, контекстное меню будет содержать тот же набор команд для управления видимостью, что описан выше.

Если нажать на пустом пространстве 3D окна при отсутствии выбранных 3D элементов, контекстное меню будет содержать только команды **Показать всё** и **Инвертировать видимость**.



Состояние видимости отдельных элементов отображается иконкой (элемент погашен) или (элемент видим) в дереве модели, а также в столбце **Видимость** окна **3D модель.** В окне **Структура сборки** используется аналогичная колонка **Видимость в сборке** с иконками и .

Можно переключать видимость элемента нажатием на иконку, не выбирая сам элемент.

У тел и 3D фрагментов видимость/невидимость может быть задана без использования вышеописанных команд с помощью параметра **Погасить** в диалоге параметров тела/фрагмента или операций, формирующих данное тело. Значение параметра можно задавать с помощью переменной. В случае использования переменной команды группы **Видимость** и соответствующие столбцы служебных окон не будут оказывать влияние на видимость данного элемента. Иконка в столбце **Видимость** дерева модели при этом символизирует связь с переменной - (элемент погашен) или (элемент видим).

См. также:

- Погасить/показать элементы по типу

Погасить/показать 2D элементы

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<ESO>	

Данная команда позволяет управлять видимостью отдельных 2D элементов на чертеже или активной рабочей плоскости.
В состав автоменю этой команды доступны следующие опции:

	<S>	Список элементов, доступных для выбора.
	<L>	Показать список погашенных элементов.
	<*>	Показать все погашенные элементы.
	<Esc>	Выйти из команды.

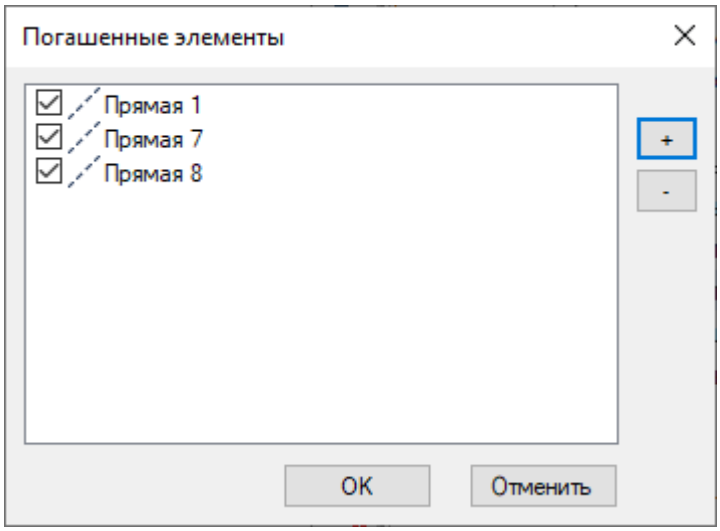
Опция вызывает окно селектора, определяющего список элементов, выбор которых разрешён в процессе работы данной команды. Установки селектора, сделанные внутри команды, не влияют на установки, заданные в команде «Селектор». По умолчанию после вызова команды в селекторе разрешён выбор всех элементов.

Для того чтобы сделать элемент невидимым достаточно указать на него курсором мыши и нажать левую кнопку мыши. При этом изображение элемента исчезает с экрана, т.е. он становится **скрытым элементом чертежа**. Скрытым элементам система присваивает атрибуты:

- имя **Hidden**,
- тип **Целый**,
- значение «**1**».

Скрытые элементы не отображаются на экране, но могут быть выбраны в командах создания и/или редактирования 2D элементов.

Опция выводит окно со списком всех погашенных элементов.



Для восстановления видимости какого-то элемента необходимо снять флаг, слева от его имени. Графические кнопки «+», «-» позволяют снять/установить отметку для всех элементов списка.

При вызове опции все погашенные элементы чертежа станут видимыми.

Следует отметить, что скрытые элементы чертежа могут образоваться в результате выполнения команды «Фрагмент», опция **Выделить фрагмент**.

См. также:

- Погасить/показать элементы по типу

Фотореалистичное изображение

Фотореалистичное изображение 3D сцены - это специальное изображение сцены, в котором учитываются тени, отбрасываемые объектами, а также такие явления как отражение и преломление света.
В программе имеется три различных механизма создания фотореалистичных изображений:

Фотореалистичный вид GPU NVIDIA

Пиктограмма	Лента
	Инструменты > Оформление > Фотореализм > Фотореалистичный вид (GPU NVIDIA)
Клавиатура	Текстовое меню
<3RV>	Сервис > Фотореалистичный вид (GPU NVIDIA)

Данный механизм генерации фотореалистичных изображений основан на технологии NVIDIA OptiX. Она предназначена для генерации фотореалистичных изображений высокого качества с учётом освещения, а также таких свойств материала, как прозрачность, коэффициент преломления, свойства поверхности и т.д.
Механизм позволяет получать фотореалистичное изображение непосредственно из среды T-FLEX CAD, обеспечивая удобный интерфейс управления параметрами сцены, качеством генерации изображения, а также возможность сохранения результатов генерации в файл и печати. С помощью данного механизма можно получать фотореалистичное изображение не только с трёхмерных моделей, но и с импортированных 3D изображений.

> Технология NVIDIA OptiX используется при создании фотореалистичных видео при записи анимации разборки в команде Разборка.

Фотореалистичный вид CPU

Пиктограмма	Лента
	Инструменты > Оформление > Фотореализм > Фотореалистичный вид (CPU)
Клавиатура	Текстовое меню
<3RU>	Сервис > Фотореалистичный вид (CPU)

Данный механизм генерации фотореалистичных изображений использует Embree - ядро трассировки лучей, разработанное Intel.
Для своих расчётов Embree использует центральный процессор и отличается высокой производительностью и качеством изображения.

Реалистичное изображение POV-Ray

Данный механизм использует технологию POV-Ray, программу применяющую метод трассировки луча.

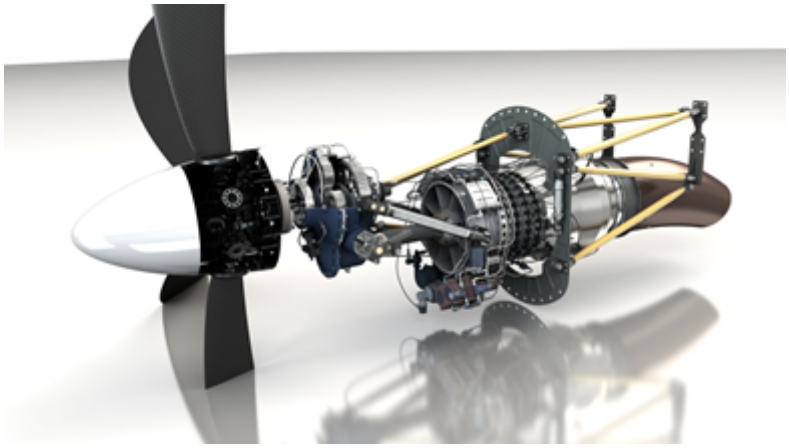
> Интерфейс работы с POV-Ray отличается от других видов фотореалистичных изображений и описан отдельно в разделе POV-Ray.

Рекомендуется использовать механизм **Cycles**.

Примеры фотореалистичных изображений

NVIDIA Optix:

Embree:



Основные темы в этом разделе:

- Качество фотореалистичного вида
- Работа с фотореалистичным видом
- Параметры фотореалистичного вида
- POV-Ray

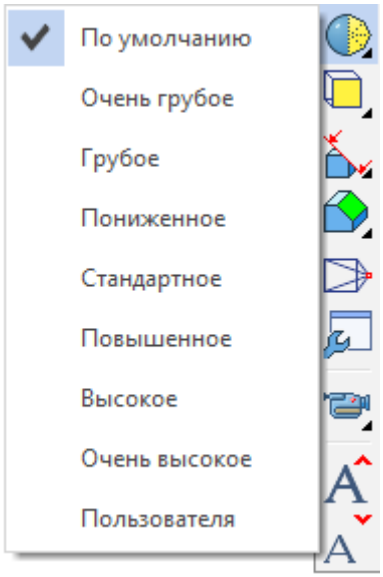
Качество фотореалистичного вида

Создать удачное фотореалистичное изображение с первой же попытки удаётся редко. Обычно требуется создать несколько тестовых фотореалистичных изображений, которые помогают скорректировать положение камеры, яркость и положение источников света, а также проверить правильность анимации. После этого проводится финальная визуализация.

Но создание фотореалистичного изображения может занимать различное время, в зависимости от сложности сцены и параметров, определяющих качество изображения. Знание этих параметров с одной стороны, помогает избежать излишних затрат времени на проведение пробной визуализации, а с другой стороны, помогает добиться более высокого качества финального изображения.

Качество получаемого фотореалистичного изображения зависит от следующих ключевых факторов:

- **Качество сетки**
  Перед запуском команды создания фотореалистичного вида необходимо установить желаемое качество сетки 3D модели. Это можно сделать:
  ○ на панели **Вид** в 3D окне



  ○ в диалоге параметров документа

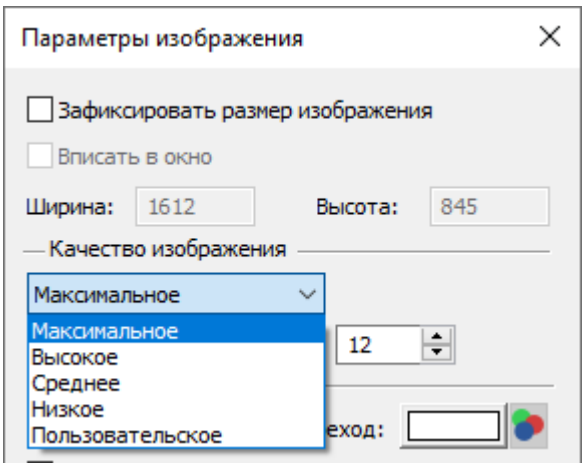
Для получения наиболее реалистичных изображений рекомендуется устанавливать качество не ниже чем **Повышенное**. Данный параметр особенно важен при наличии в модели скругленных поверхностей. Наглядное различие между изображениями разного качества показано ниже:

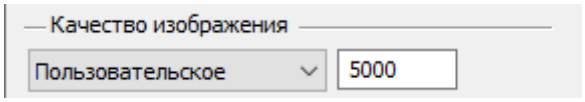
Очень грубое Стандартное Очень высокое

- **Количество итераций**
  Вычисление цвета пикселей изображения происходит в несколько итераций. С каждой последующей итерацией изображение принимает всё более реалистичный вид. В зависимости от размера изображения, плотности сетки и количества объектов, для достижения желаемого качества изображения может потребоваться различное число итераций. После запуска команды создания фотореалистичного вида **GPU NVIDIA** или **CPU**

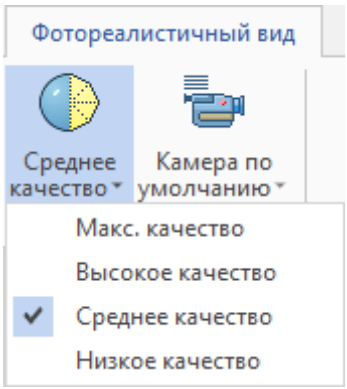
количество выполненных итераций и прогресс их выполнения относительно целевого количества отображаются в статусной строке.

Целевое количество итераций определяется параметром **Качество изображения** в диалоге параметров фотореалистичного вида. Можно выбрать одну из предустановленных опций качества или ввести желаемое количество итераций вручную при выборе опции **Пользовательское**.

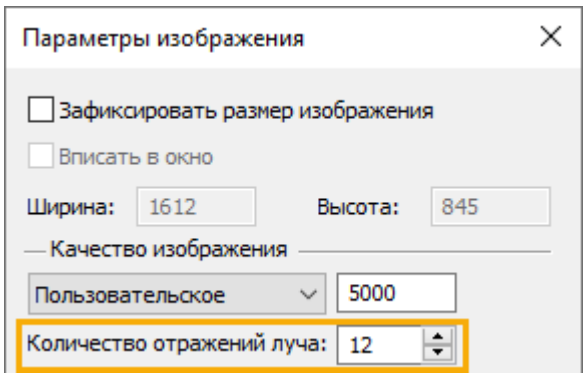




Кроме того, при активном окне фотореалистичного вида переключение между предустановленными опциями качества доступно напрямую в ленте на вкладке **Фотореалистичный вид**.



- **Количество отражений луча**
  Также задаётся в в диалоге параметров фотореалистичного вида.

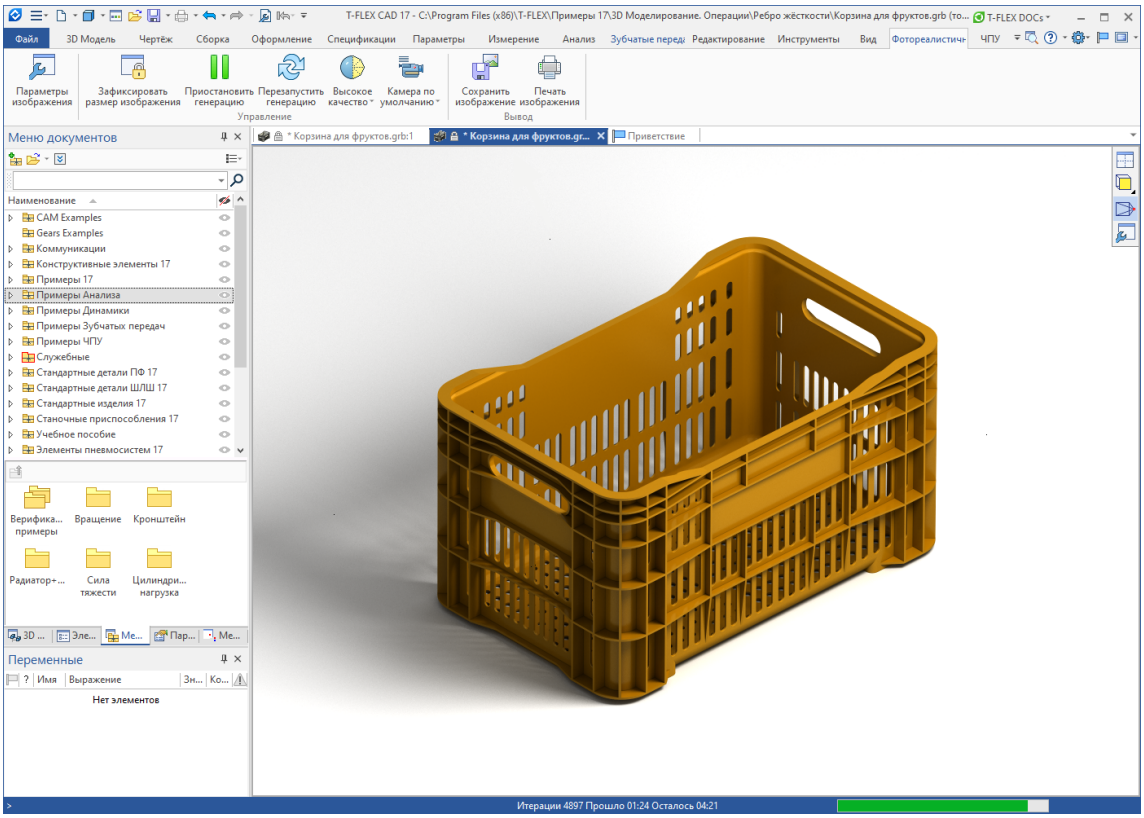


В зависимости от мощности компьютера, сложности модели, установленного качества сетки, целевого количества итераций и отражений луча, процесс генерирования изображения может занимать от нескольких минут до нескольких часов.

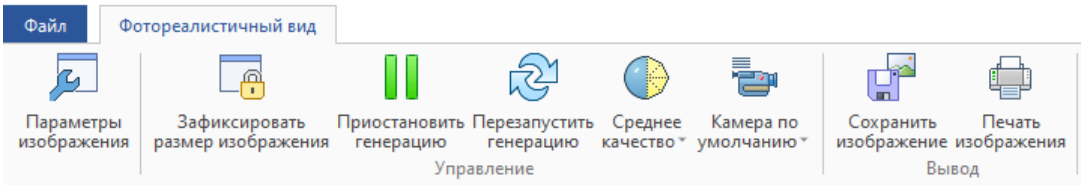
Процесс создания фотореалистичных изображений предъявляет определённые требования к системным характеристикам (см. Требования к системе).

Работа с фотореалистичным видом

После активации команды создания фотореалистичного вида **GPU NVIDIA** или **CPU** появляется новое окно, в котором генерируется изображение.

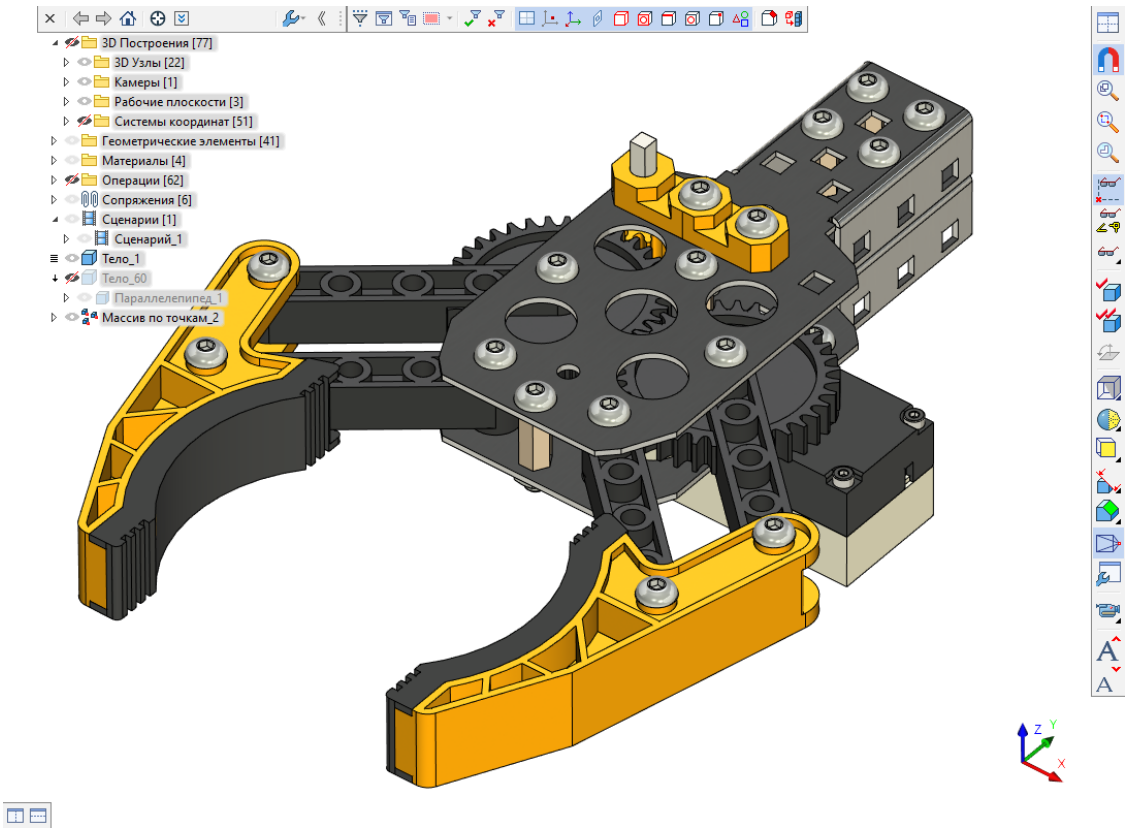


При активном окне фотореалистичного вида в ленте отображается вкладка **Фотореалистичный вид**, содержащая следующие команды для управления генерацией изображения.

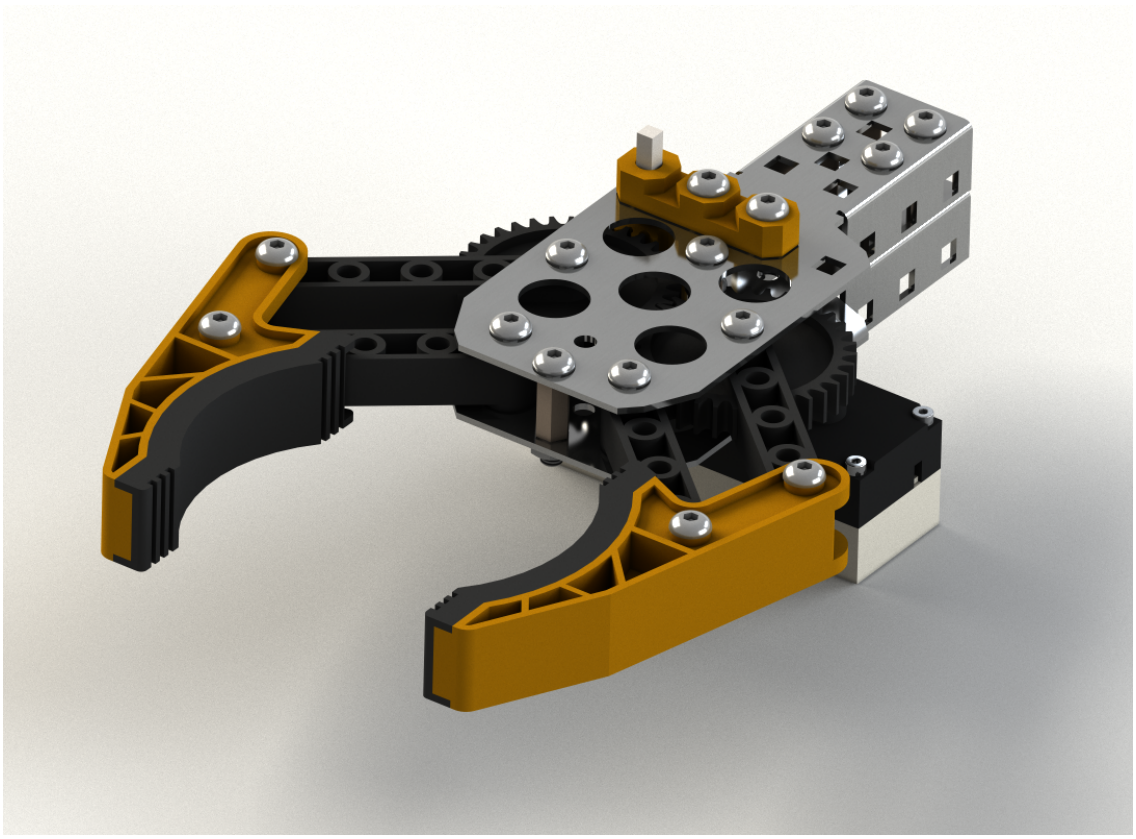


Параметры изображения.
Открывает диалог параметров фотореалистичного вида.
Зафиксировать размер изображения
Позволяет зафиксировать направление взгляда и масштаб изображения.
Приостановить генерацию
Позволяет временно прекратить генерацию изображения. При этом высвобождаются затрачиваемые на этот процесс ресурсы компьютера, в связи с чем повышается производительность.
Перезапустить генерацию
Запускает генерацию фотореалистичного изображения заново, при этом происходит сброс текущих результатов.
Выбор качества генерируемого изображения.
В выпадающем списке можно выбрать одно из четырёх значений качества изображения. Низкое и среднее качество применяются для черновых вариантов изображений. При выборе такого качества система автоматически высчитывает минимальное количество итерации, необходимое для получения изображений с определённым уровнем «шумов». Для получения наиболее реалистичных изображений нужно выбрать высокое или максимальное качество. При максимальном качестве количество итераций не ограничено. Подробная информация о факторах, вляющих на качество фотореалистичного изображения доступна по ссылке.
Выбор текущей активной камеры
Позволяет выбрать одну из присутствующих в 3D сцене камер. Изображение будет создаваться в соответствии с положением и ориентацией выбранной камеры.
Сохранить изображение
Позволяет экспортировать полученное изображение в файлы растровых форматов *.bmp, *.jpg, *gif, *tiff, *tif, *.png, *.tga. Для файла можно задать имя и указать, где он будет храниться.
Печать изображения
Позволяет вывести получаемое изображение на печать.

Генерации изображения может быть остановлена в любой момент. Получившийся результат можно сохранить на компьютере с помощью опции **Сохранить изображение** или сразу же направить на печать опцией **Печать изображения**.
Результат выполнения операции:



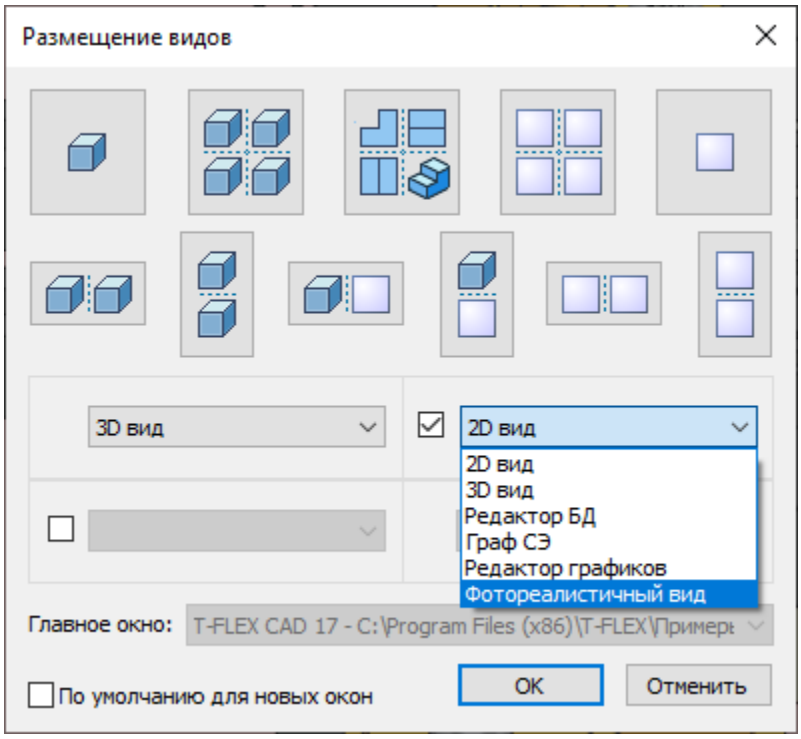
Исходная модель



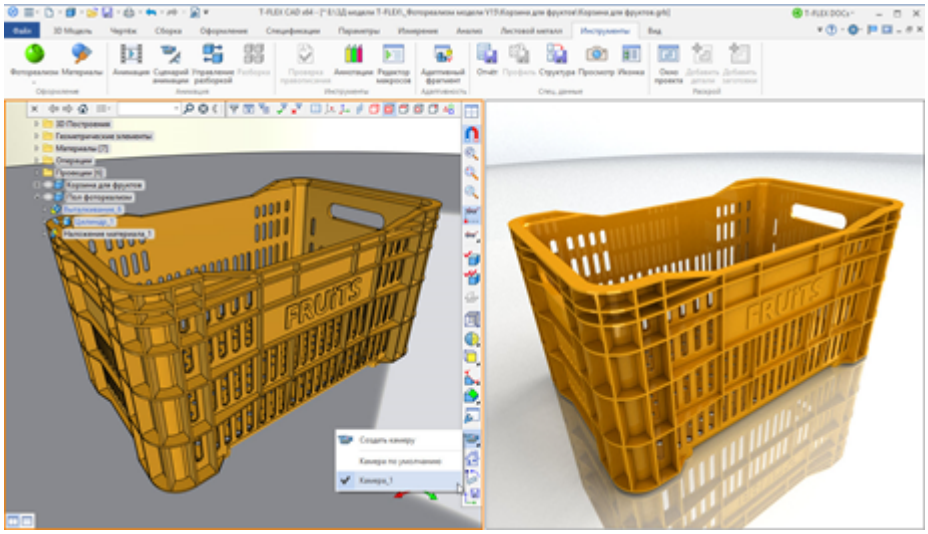
Фотореалистичное изображение

Файлы с примерами создания фотореалистичного изображения находятся в библиотеке **Примеры 17\Сервисные инструменты\Материалы и фотореализм**.

Для удобства работы можно одновременно отображать окно фотореалистичного вида и окно модели на экране. Для этого необходимо воспользоваться командой Размещение видов.

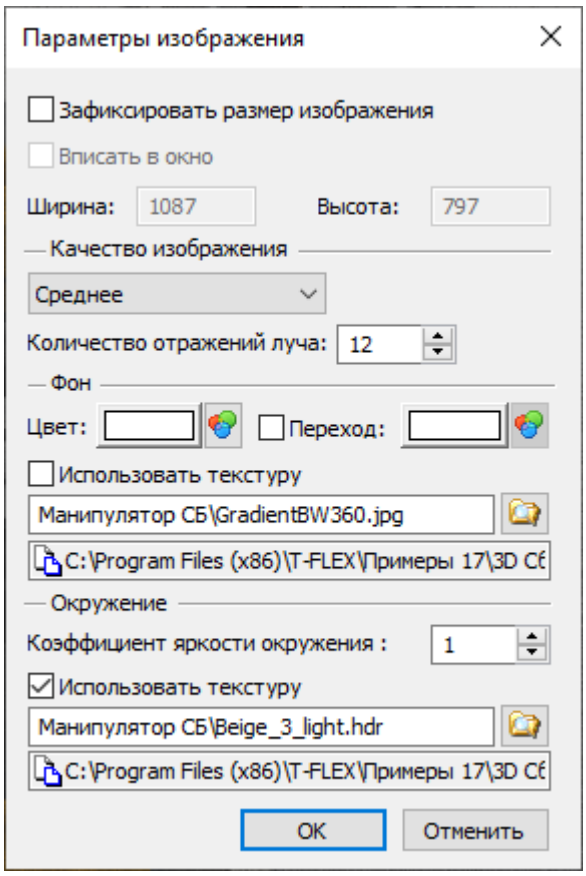


В появившемся диалоговом окне из выпадающего списка необходимо выбрать пункт **Фотореалистичный вид**. С помощью четырёх выпадающих списков можно настроить удобное расположение окон на экране.



Параметры фотореалистичного вида

Диалог параметров фотореалистичных видов **GPU NVIDIA** и **CPU** содержит следующие элементы:



Зафиксировать размер изображения. При активации позволяет задать размер создаваемого изображения. При этом включается аналогичная опция ленты. Размер изображения задаётся в пикселях. Изображение указанного размера будет создано целиком не зависимо от того, помещается оно на экране или нет. Для получения изображений высокого качества рекомендуется выставлять как можно больший фиксированный размер изображения.

Вписать в окно. Опция активна только при установленном флаге **Зафиксировать размер изображения**. При включённой опции изображение заданного размера полностью отображается на экране.

Качество изображения. Данная опция повторяет список настроек с ленты. Единственным отличием является возможность задать количество итераций вручную, выбрав качество изображения **пользовательское** и введя в поле необходимое число.

Количество отражений луча. Параметр важен при генерации преломлений и отражений.

Настройки фона и текстуры полностью совпадают с одноименными стандартными параметрами 3D вида. Подробнее о них можно прочитать в главе Параметры 3D вида.

Коэффициент яркости окружения. Позволяет настраивать яркость сцены, регулируя количество света попадающее на объекты.

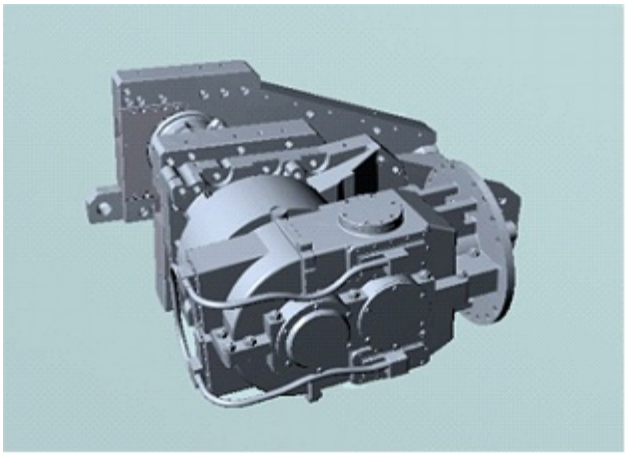
> Оптимальные параметры для создания фотореалистичного изображения установлены по умолчанию.

POV-Ray

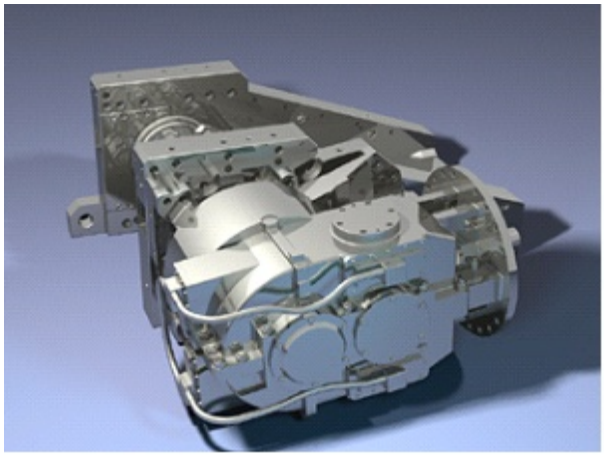
Пиктограмма	Лента
	Инструменты > Оформление > Фотореализм > Реалистичное изображение (POV-ray)
Клавиатура	Текстовое меню
<3VY>	Сервис > Реалистичное изображение (POV-ray)

Данный механизм использует приложение POV-Ray, применяющую метод трассировки луча (ray-tracing). Условия генерации изображения прописываются в T-FLEX CAD в текстовом виде.

> Приложение POV-Ray требует отдельной инсталляции. Пакет установки приложения можно скачать с сайта: https://www.povray.org/download/.



Изображение в T-FLEX CAD



Фотореалистичное изображение (POV-Ray)

Для получения фотореалистичного изображения 3D сцена, используя установки текущего 3D окна, экспортируется в формат POV. Далее для генерации результирующего изображения автоматически запускается приложение POV-Ray. По окончании генерации результирующее изображение можно просмотреть в окне просмотра и при желании сохранить в файл.

> При экспорте в POV-Ray на объекты накладываются те же текстуры, что и в 3D окне T-FLEX CAD. Кроме того, в POV-Ray можно использовать текстуры всех форматов, поддерживаемых POV-Ray (gif, tga, iff, ppm, pgm, png, jpeg, tiff, sys).

Работа POV-Ray осуществляется параллельно другим системам, т.е. после запуска данного приложения можно продолжить работу в T-FLEX CAD. Правда, в зависимости от сложности генерирующегося изображения, POV-Ray может забирать больше ресурсов, и тогда работа в T-FLEX CAD будет замедляться.

Работа с командой

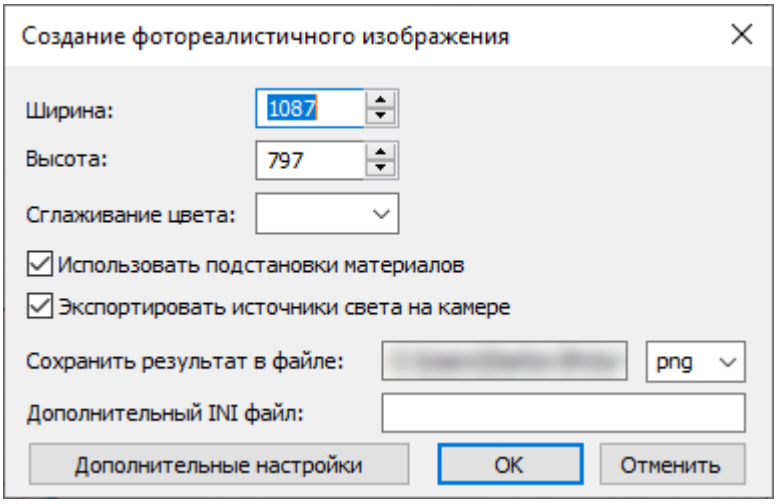
Для создания фотореалистичного изображения используется команда **Реалистичное изображение (POV-Ray)**. Данная команда доступна в том случае, когда 3D окно активно. Перед вызовом команды необходимо установить 3D сцену в желаемое положение, установить необходимый материал операций, источники света (можно использовать источники света на камере). При создании фотореалистичного изображения рекомендуется пользоваться перспективной проекцией.

Вызов команды осуществляется следующим способом:

T-FLEX CAD сохраняет информацию о местонахождении приложения POV-Ray и при каждом обращении к нему проверяет его наличие.

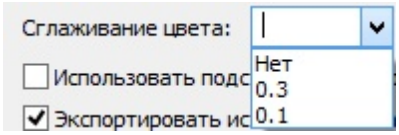
В случае, когда POV-Ray вызывается впервые, а также если система не может найти данное приложение, T-FLEX CAD запрашивает путь к нему. В этом случае на экран выводится окно диалога, с помощью которого необходимо задать путь к приложению POV-Ray. Обычно приложение находится по следующему пути: **Program Files\POV-Ray\v3.7\bin**. Отсутствие соответствующей директории говорит о том, что приложение не установлено.

После вызова команды на экране появляется окно диалога.



Ширина и **Высота**. Задают ширину и высоту создаваемой картинки фотореалистичного изображения в пикселях. По умолчанию устанавливается размер текущего 3D окна.

Сглаживание цвета. Отвечает за сглаживание цвета генерируемого изображения. Значение данного параметра должно быть больше 0.



Чем меньше это значение, тем мягче будет выглядеть переход от одного цвета к другому, но в этом случае визуализация (т.е. расчёт изображения) будет проходить дольше. Значение данного параметра можно выбрать из списка или задать самостоятельно.

Использовать подстановки материалов. В POV-Ray для описания 3D сцены используется специальный язык. С его помощью есть возможность задать для поверхности материала, а также для внутренней части материала, большое количество различных характеристик. Поэтому в T-FLEX CAD у материала есть специальные инструкции, определяющие то, как будет выглядеть материал при визуализации в POV-Ray (команда Материалы, свойства материала, вкладка **POV-Ray**). При установке флажка **Использовать подстановки материалов**, эти инструкции будут передаваться в POV-Ray. Все материалы, входящие в поставку системы, включают специальные инструкции для POV-Ray. Кроме материалов, в POV будут экспортироваться и дополнительные инструкции для источника света (см. Параметры источника света, параметр **Инструкции POV**).

Если флажок **Использовать подстановки материалов** отключён, в POV-Ray будут переданы инструкции, автоматически сгенерированные T-FLEX CAD, на основе таких свойств материала как цвет и отражательная способность.

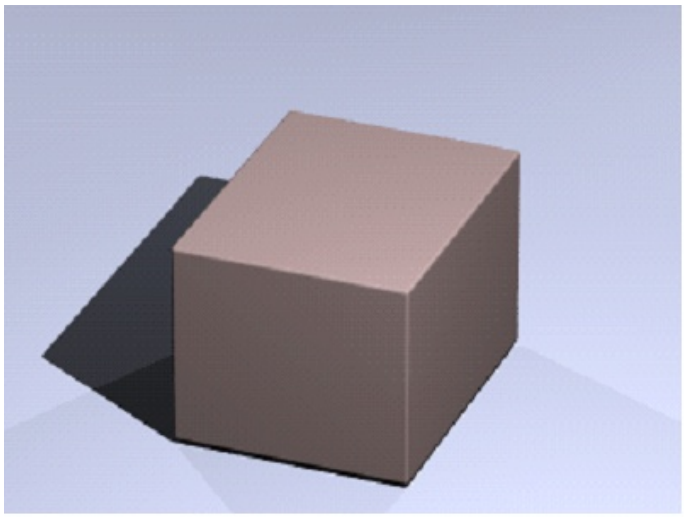
Экспортировать источники света на камере. В 3D окне к камере по умолчанию привязаны один или несколько источников света. Данные источники света ориентированы относительно камеры и перемещаются вместе с ней (см. описание Параметры 3D вида). Если флажок **Экспортировать источники света на камере** включен, данные источники света передаются в POV-Ray.

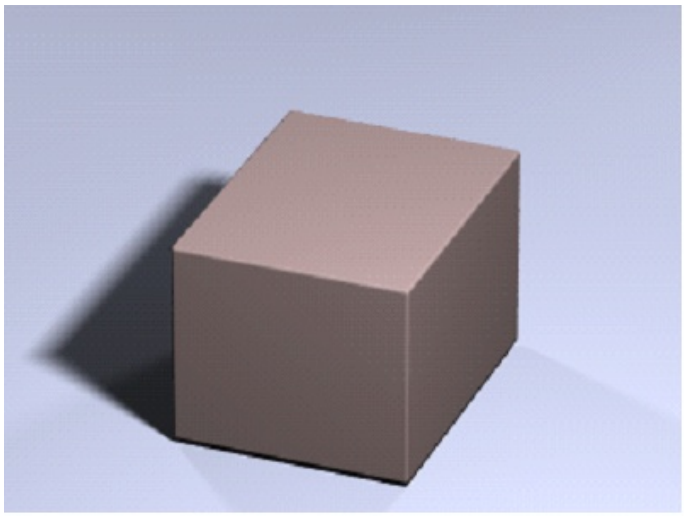
Сохранить результат в файле. Здесь отображается путь к временно создаваемому выходному файлу, который будет использовать POV-Ray для сохранения результирующего изображения в формате bmp, а T-FLEX CAD для его считывания. Поэтому, если приложение T-FLEX CAD будет закрыто раньше, чем получен результат, то изображение из этого файла можно просмотреть позже, используя любую другую программу для просмотра изображений.

> Все временно создаваемые файлы в процессе генерации изображения создаются в папке, которая указана в системной переменной TEMP. После создания изображения все файлы, кроме выходного, удаляются. Сам выходной файл хранится в этой папке до создания нового фотореалистичного изображения.

Информация для пользователей, имеющих опыт работы в POV-Ray

Параметры источников света. При создании фотореалистичного изображение с использованием обычных источников света, тени объектов получаются очень чёткие, так как источники света имеют бесконечно малую величину. В реальности, это бывает очень редко, поэтому тени, чаще всего, бывают сглаженными. Применение рассеянных источников света позволяет сделать тени более сглаженными и повысить качество и реалистичность изображения. В рассеянных источниках света вместо одного точечного источника света используются несколько сдвинутых друг относительно друга точечных источников. Чем больше они сдвинуты, тем менее чёткой будет тень. Чем больше количество точечных источников имеет рассеянный источник – тем выше размытость тени и тем больше времени нужно на визуализацию.





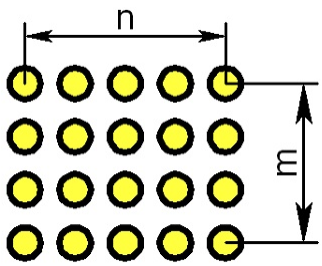
Обычный свет

Рассеянный свет

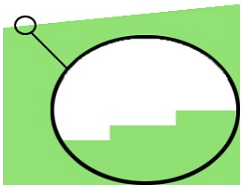
Рассеянный источник света в POV-Ray представляет собой множество точечных источников света. Эти источники света размещаются в виде прямоугольника, ориентированного некоторым образом относительно указанного центра. Количество источников света вдоль каждой из сторон прямоугольника может быть разное. Чтобы созданный в T-FLEX CAD источник света стал рассеянным источником света в POV-Ray, в свойствах источника света в поле «Инструкции POV» необходимо записать следующее:

area_light <0.035, 0, 0>, <0, 0.035, 0.035>, 5, 5 adaptive 1 jitter

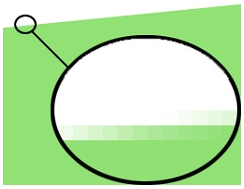
Здесь в треугольных скобках заданы координаты противоположных углов прямоугольника относительно исходной точки (точки, в которой расположен рассеянный источник света). «5, 5» - это количество источников света в каждом направлении. При этом общее количество точечных источников света составляет 5x5=25. «adaptive 1 jitter» - дополнительные параметры, включающие оптимизацию расчёта теней.



Сглаживание (Antialiasing). При обычной визуализации на границах объектов могут возникать явления ступенчатости, прерывистости тонких линий. Сглаживание путём проведения дополнительных расчётов может уменьшить негативное влияние данных явлений.



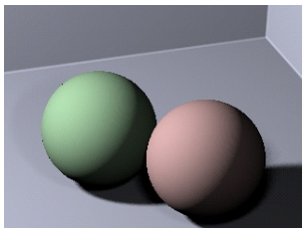
Ступенчатость на границах



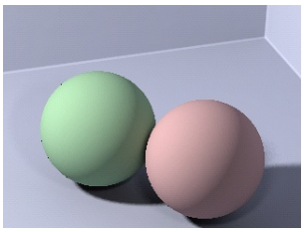
Сглаживание включено

Сглаживание основано на визуализации частей сцены с увеличенным разрешением. При этом визуализация сцены замедляется. Поэтому на этапе пробной визуализации включать сглаживание не следует. Но для финальной визуализации включить сглаживание желательно.

Рассеянное освещение (Radiosity). При обычной визуализации учитывается прямое освещение, при котором освещены только те участки объектов, на которые непосредственно попадает свет от источника света. Однако в реальном мире свет исходит не только от источников. Он ещё и отражается от объектов, освященных прямым светом. В POV-Ray есть возможность включить механизм расчёта рассеянного освещения, который в некоторых случаях помогает улучшить реалистичность изображения.



Обычное освещение



Рассеянное освещение

В связи с большим количеством дополнительных расчётов, использование механизма рассеянного освещения может привести к существенному замедлению визуализации. Поэтому использование рассеянного освещения при тестовой визуализации следует проводить только в низких разрешениях. Чтобы включить механизм рассеянного освещения, следует в поле **Включить строки** окна **Создание фотореалистичного изображения** записать следующее:

```
global_settings {
radiosity { count 500 minimum_reuse 0.018 brightness 0.8}}
```

Значение приведённых инструкций, а также дополнительные сведения, касающиеся механизма рассеянного освещения, следует искать в документации приложения POV-Ray.

Разрешение изображения. Данный параметр существенно влияет на время, затрачиваемое на визуализацию. При неизменном качестве изображения, скорость визуализации прямо пропорциональна площади результирующего изображения. При тестовой визуализации можно ограничиться небольшими разрешениями, например, 320*240.

Дополнительный INI файл: При запуске приложения POV-Ray создается файл с расширением ini, куда записываются экспортируемые установки. При необходимости можно задать другие установки и даже переопределить генерируемые в T-FLEX CAD, задавая их в этом файле. В этом случае в поле данного диалога указывается имя этого файла.

Включить строки: В поле данного диалога можно вставить строки, являющиеся выражениями, записанными в формате POV, которые будут вставлены в экспортируемый файл.

Пояснение: При запуске команды создается файл в формате POV, который имеет следующую структуру:

- **<генерируемые переменные>**
- **<включаемые строки>**
- **<экспортированная 3D сцена>.**

Генерируемые переменные

В экспортируемый файл включаются следующие переменные:

- fAspectRatio – ширина / высота экрана. При переопределении установок Width и Height в дополнительном INI файле нужно переопределить и эту переменную, используя <включаемые строки>.
- vSceneMin и vSceneMax – вершины куба ограничивающие 3D сцену в 3D пространстве.
- vSceneCenter – центр куба.
- fSceneSize – длина диагонали куба.
- vCameraPos – положение камеры.
- vCamera2Scene – вектор из vCameraPos до центра куба.
- fCamera2Scene – длина вектора vCamera2Scene.
- cBackColor – цвет фона.

Эти переменные могут быть переопределены или использованы во <включаемых строках>.

Например:

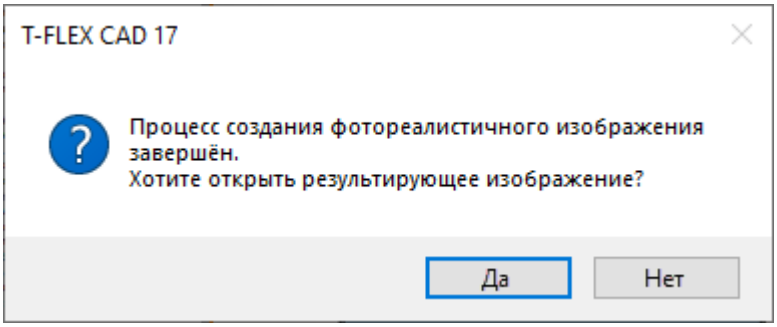
```
#declare cBackColor <0.1, 0.1, 0.1>
fog {
        fog_type 2
        distance fCamera2Scene / 2
        rgb <0, 0, 1>
        fog_offset vSceneMin . z
        fog_alt (vSceneMax . z -  vSceneMin . z) / 4
        up <0, 0, 1>
   }
```

переопределяет цвет фона и задает синий туман, зависящий от положения и размера 3D – сцены.

После задания всех необходимых параметров для создания фотореалистичного изображения нужно нажать на кнопку **OK**. Иногда, при запуске POV-Ray, может возникнуть окно диалога **About POV-Ray(tm) for Windows**, для запуска приложения в этом случае достаточно нажать на кнопку **OK**.

При создании анимации с включенным фотореализмом в команде Анимировать модель желательно дождаться начала визуализации первого кадра в POV-Ray, чтобы убедиться, что окно **About POV-Ray(tm) for Windows** не появилось и не мешает созданию анимации.

После запуска POV-Ray управление передаётся к T-FLEX CAD (т.е. можно продолжить работу с ним). По окончании генерации изображения или в случае ее прерывания на экран выдается сообщение:



Если необходимо просмотреть результирующее изображение, то нужно нажать на кнопку **Да**. В результате открывается окно просмотра, изображение которого можно сохранить в файл. Если просмотр и сохранение результирующего изображения не требуется, то следует нажать на кнопку [**Нет**]. В этом случае, результат фотореалистичного изображения, какое-то время (до создания следующего фотореалистичного изображения) будет храниться в системном каталоге **TEMP**.

До завершения генерации изображения можно запустить POV-Ray ещё раз (количество таких запусков не ограниченно). Тогда T-FLEX CAD, выполняя экспорт в POV, при окончании процесса генерации предыдущего изображения, произведёт новый запуск приложения POV-Ray. Таким образом, реализуется очередь задач на генерацию изображений, т.е. новая задача запускается после завершения генерации предыдущей.

Примеры фотореалистичных изображений моделей T-FLEX CAD

Прототипы для фотореализма

В стандартной инсталляции существуют прототипы, специально предназначенные для быстрого создания фотореалистичного изображения. Для создания документов на основе данных прототипов необходимо вызвать команду Создать из прототипа, и на закладке **Фотореализм** выбрать один из двух прототипов: **Комната** или **Облёт вокруг объекта**.

В каждом из этих прототипов заранее создано несколько источников света, камера и система координат для привязки 3D фрагмента. Положение этих элементов можно изменить по своему усмотрению, перемещая соответствующие элементы в окне чертежа. Также в 2D окне есть небольшая инструкция по использованию прототипа.

Обычно работа с этими прототипами ведётся следующим образом: создаётся новый документ на основе одного из прототипа. В этот документ в качестве 3D фрагмента или 3D изображения вставляется 3D модель (в подходящем масштабе), фотореалистичное изображение которой необходимо получить. Далее проводится несколько пробных визуализаций для выявления подходящего расположения источников света и камеры. В конце проводится финальная визуализация.

О настройках, которые необходимо задавать для пробной и финальной визуализации, будет сказано ниже. Но прежде, необходимо сказать об отличительных особенностях каждого из прототипов.

Прототип **Комната** предназначен для создания статичного изображения. В этом прототипе сцена представляет собой «комнату», два источника света и камеру. Кроме этого, для удобства заранее создана система координат для привязки 3D фрагмента. По умолчанию, две стены и потолок «комнаты» не видны, но их можно сделать видимыми, если в 2D окне снять флажок «Скрыть потолок».

Прототип **Облёт вокруг объекта** предназначен как для создания статичного изображения, так и для создания фотореалистичной анимации, в которой камера движется вокруг объекта. Сцена представляет собой большую круглую платформу, три источника света и камеру. В сцене заранее создана система координат для привязки 3D фрагмента. Кроме того, положение камеры связано с выражением и зависит от кадра, в котором находится сцена. 2D окне необходимо задать продолжительность анимации (то есть время, за которое камера облетит вокруг объекта и вернется на исходное место). Анимацию сцены необходимо проводить по переменной «frame», учитывая, что количество кадров в секунду равно 25.

> Пример использования прототипа **Облёт вокруг объекта** находится в библиотеке **Примеры xx**, в папке **Сервисные инструменты\Реалистичное изображение\Облёт вокруг объекта**. Открыв файл **Облёт вокруг объекта.grb**, необходимо в 3D окне выбрать камеру **Камера**. Далее надо использовать команду Анимировать модель и провести анимацию по переменной «frame» от 0 до 250 с шагом 1.

Стереоскопическое изображение

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > 3D модель > Стерео
Клавиатура	Текстовое меню

Команда доступна при использовании 3D очков. Она активирует режим стереоскопического отображения 3D моделей.

В установках системы можно настроить параметры стереоскопического изображения (**Установки** > **3D** > **Параметры графики** > **Стерео**).

Настройки

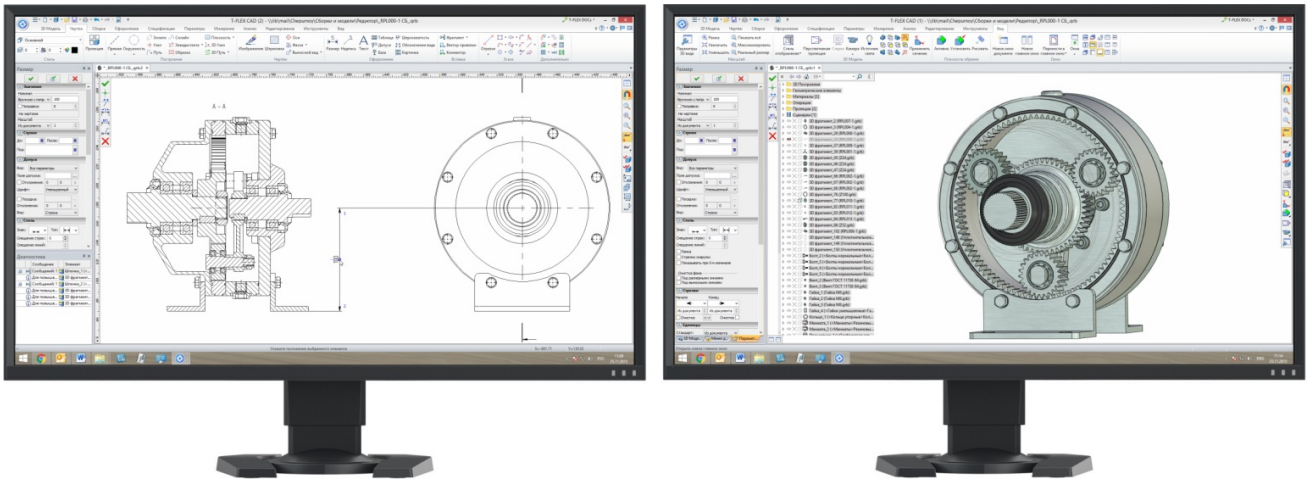
Система T-FLEX CAD имеет широкий перечень настроек рабочего пространства для более удобной работы с системой.

Основные темы в этом разделе:

- Работа с несколькими мониторами
- Требования к системе
- Настройка установок системы
- Настройка интерфейса
- Добавление пользовательских команд
- Сохранение пользовательских настроек
- Сброс настроек
- Параметры документа
- Стили оформления главного окна

Работа с несколькими мониторами

В рамках одного сеанса работы с T-FLEX CAD можно открыть сразу несколько главных окон и отображать один и тот же документ или разные документы сразу на нескольких мониторах.
Например, если к компьютеру подключены два монитора, то на один монитор вы можете вывести 3D окно с моделью, а на другой – рабочий чертёж с проекциями той же модели. Выполненные операции отображаются во всех главных окнах, которые связаны с одним документом, так что изменения в модели на одном мониторе показываются на проекциях на другом сразу после активации команды Полный пересчёт.



Разные главные окна независимы друг от друга в плане интерфейса. В каждом из них доступен выбор команд, ввод параметров и другие элементы пользовательского интерфейса.

> Система спросит о необходимости сохранения документа только при закрытии главного окна с его последней открытой копией.

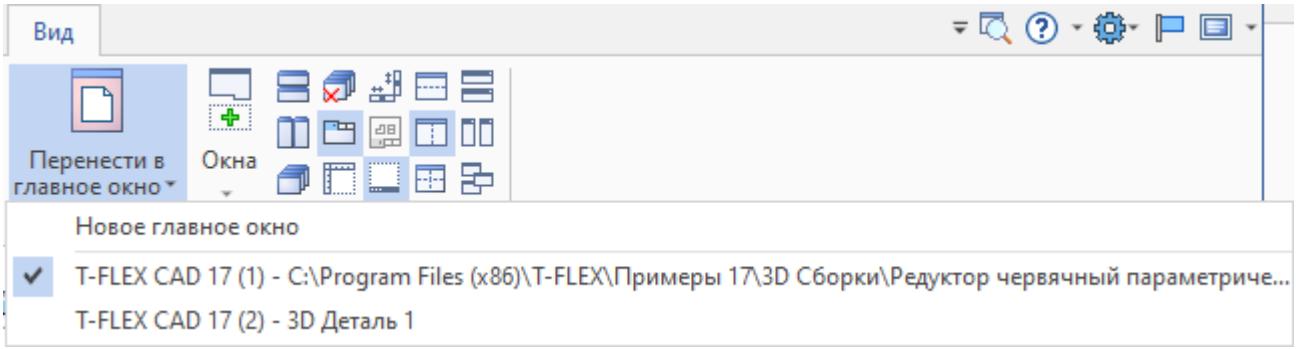
Копировать документ в новое главное окно можно с помощью команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > Окно > Новое главное окно
Клавиатура	Текстовое меню
	Окно > Новое главное окно

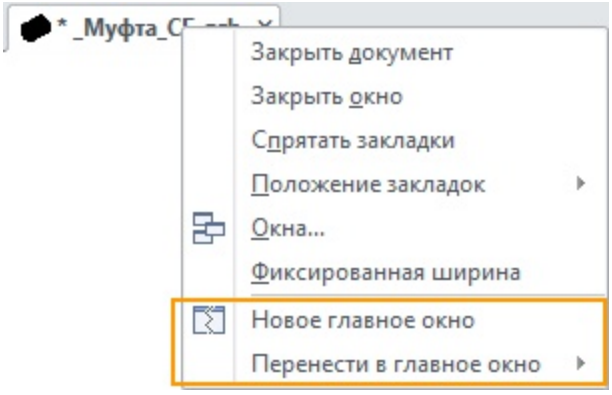
Перенести документ в другое главное окно можно с помощью команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > Окно > Перенести в главное окно
Клавиатура	Текстовое меню
	Окно > Перенести в главное окно

При вызове команды появляется выпадающее меню со списком всех открытых в данном сеансе главных окон. Текущее окно отмечено флагом. В начале списка также доступна опция **Новое главное окно**. В отличие от одноимённой команды данная опция не копирует документ в новое окно, а переносит его.



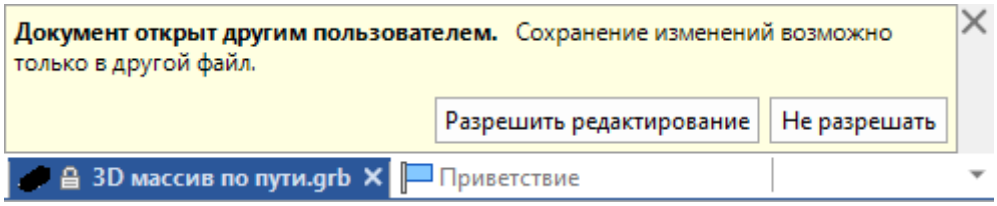
Эти команды также доступны в контекстных меню закладок документов.



Главные окна, открытые в рамках одного сеанса работы с T-FLEX CAD, нумеруются. Номер окна выводится в его заголовке в круглых скобках. Это помогает выбрать нужное окно для переключения или переноса рабочих окон.

Также можно открыть одновременно несколько сеансов T-FLEX CAD на одном компьютере (несколько раз запустить программу). Однако, окна принадлежащие разным сеансам не

синхронизированы друг с другом и не позволяют одновременно работать над одним и тем же документом. При открытии документа, уже открытого в другом сеансе, над окном текущего вида отображается предупреждение о том, что **документ открыт другим пользователем** и **сохранение изменений возможно только в другой файл.** Изначально такой документ открывается в особом режиме просмотра, в котором все команды черчения и 3D моделирования заблокированы. При нажатии кнопки **Не разрешать** предупреждение пропадает с экрана, а работа продолжается в режиме просмотра. То же самое происходит и при нажатии на кнопку ✕ в правом верхнем углу предупреждения. При нажатии кнопки **Разрешить редактирование** система перейдёт в обычный режим, в котором доступны все команды, однако сохранить изменения можно будет только в другой файл. При попытке сохранить измененный файл под тем же именем в ту же папку система выдаст ошибку.



Требования к системе

Минимальные	
Операционная система:	Windows 7 x64 (с Пакетом обновлений 1)
Процессор:	Intel или AMD с поддержкой SSE3
Объем оперативной памяти:	4 Гб
Объем свободного дискового пространства:	3 Гб
Видеокарта:	видеокарта с поддержкой OpenGL 3.3 и выше
Рекомендуемые	
Операционная система:	Windows 10 x64 *
Процессор:	Core i5 или выше
Объем оперативной памяти:	16 Гб и больше
Жёсткий диск:	SSD накопитель
Видеокарта:	высокопроизводительная видеокарта NVIDIA или AMD с памятью 1Гб и выше и поддержкой OpenGL 4.2 и выше

* Поддерживается работа на ОС Windows 11 и Astra Linux (Wine).

Рекомендуется использовать для работы только дискретные (не встроенные) видео-карты.

Функция фотореалистичного рендеринга в реальном времени доступна только при использовании процессоров Intel и AMD с поддержкой SSE 4.1 или видеокарт NVIDIA, поддерживающих технологию Compute Capability 5.0 (серия чипов Maxwell) или выше. Проверить, какую версию Compute Capability поддерживает ваша видеокарта можно на сайте NVIDIA: https://developer.nvidia.com/cuda-gpus.

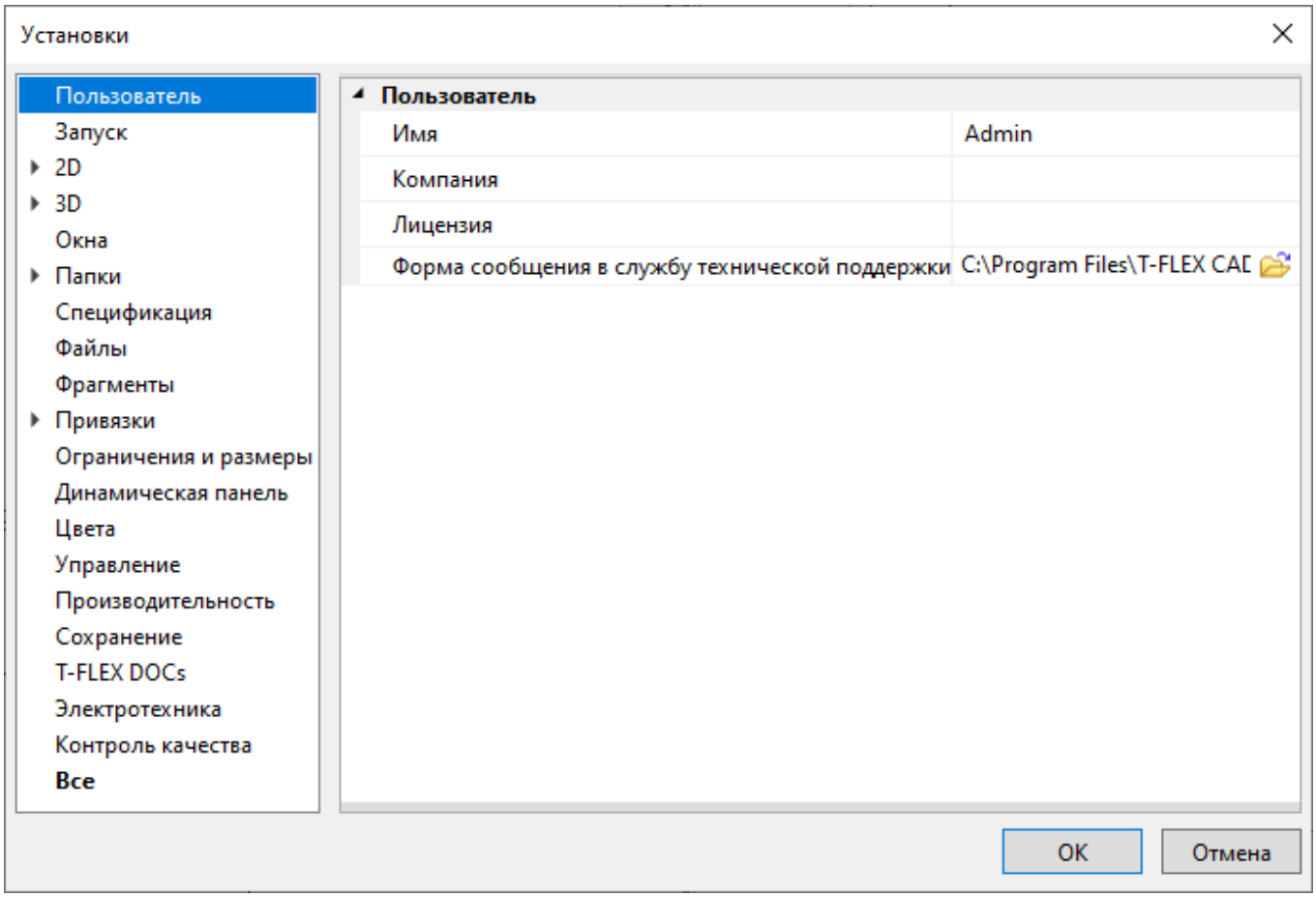
Убедитесь, что у вас установлена последняя версия драйверов.

Установки системы

Для задания установок системы предназначена команда **Установки**:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Настройка > Установки... > Установки...
Клавиатура	Текстовое меню
<SO>	Настройка > Установки...

Она представляет собой диалоговое окно с закладками, на которых расположены различные группы параметров.



При выборе параметра в нижней части окна появляется всплывающая подсказка. Эти подсказки доступны для большинства параметров.

T-FLEX CAD предоставляет большие возможности по настройке различных системных установок. Вы можете задать удобный для вас набор цветов, разместить на экране элементы диалога удобным для вас образом, настроить функциональные клавиши для быстрого выполнения команд, задать расположение различных служебных окон на экране. Для задания таких параметров существует группа команд настройки системы.

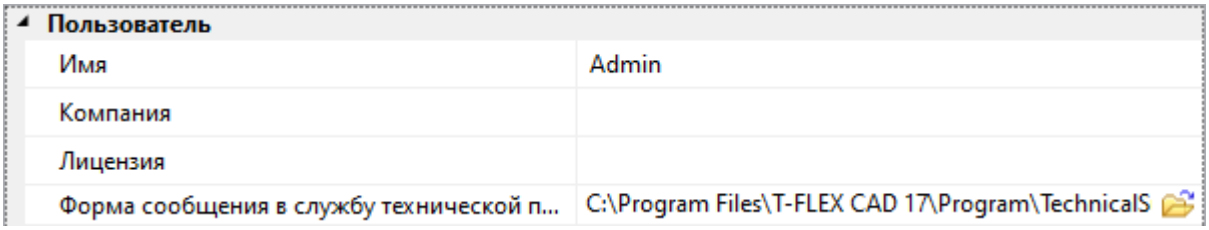
Информация о настройке системы хранится в системном реестре (Registry). При этом настройки системы могут различаться для разных пользователей компьютера.

Основные темы в этом разделе:

- Пользователь
- Запуск
- 2D
- 3D
- Окна
- Папки
- Спецификация
- Файлы
- Фрагменты
- Привязки
- Ограничения и размеры
- Динамическая панель
- Цвета
- Управление
- Производительность
- Сохранение
- T-FLEX DOCs
- Электротехника
- Контроль качества
- Всё

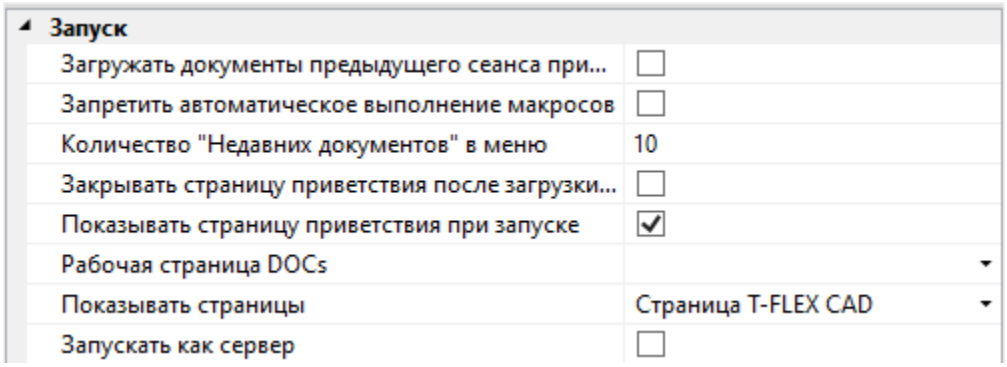
Пользователь

На данной закладке диалога указаны имя пользователя, название компании, использующей систему, и номер её лицензии.



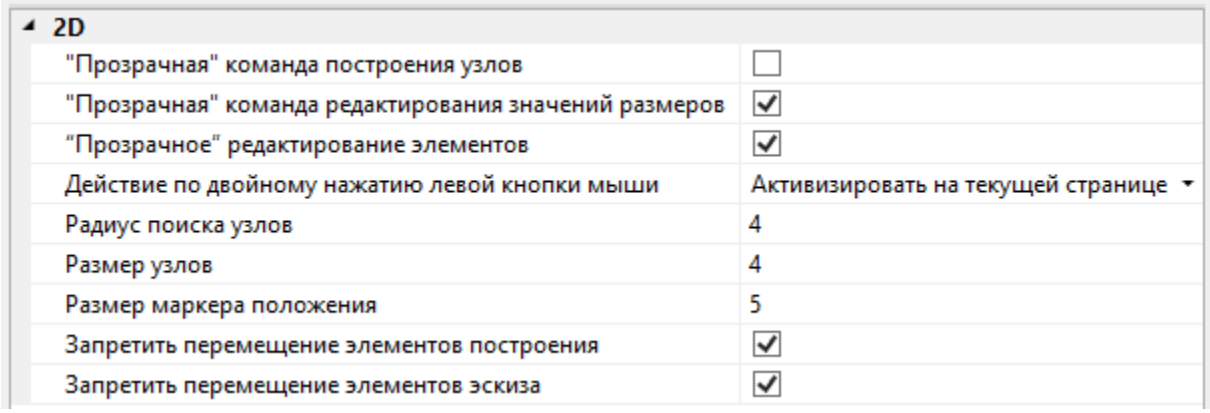
Имя пользователя и **название** компании сохраняются в каждом новом файле документа. Кроме того, данные параметры, а также номер лицензии, автоматически вставляются в текст сообщения в службу технической поддержки, создаваемого с помощью команды **? > Техническая поддержка...**
Лицензия. Автоматически вставляется в текст сообщения в службу технической поддержки, создаваемого с помощью команды **? > Техническая поддержка...**.
Сообщение в службу технической поддержки создаётся на основе шаблона, местонахождение которого задаётся параметром **Форма сообщения в службу технической поддержки**.

Запуск



Загружать документы предыдущего сеанса при запуске
При установке данного флажка при запуске T-FLEX CAD будут автоматически загружаться документы, открытые в момент последнего выхода из системы.
Запретить автоматическое выполнение макросов
Опция позволяет запретить автоматическое выполнение макросов, назначенных на события документа (открытие, закрытие, сохранение и т.д.). Данный режим может быть полезен при отладке макросов пользователями.
Количество "Недавних документов" в меню
Задаёт количество пунктов списка последних файлов, которые открывались в предыдущих сеансах работы (в меню **Файл > Предыдущие файлы** и на странице **Приветствие**). Количество не должно превышать 16.
Закрывать страницу приветствия после загрузки
При установленном флаге страница приветствия будет закрываться автоматически после открытия какого-либо файла.
Показывать страницу приветствия при запуске
Данный параметр определяет появление страницы **Приветствие** при запуске системы.
Рабочая страница DOCs
В выпадающем списке данного параметра можно выбрать любую из рабочих страниц, доступных в клиенте T-FLEX DOCs, с которым интегрирован текущий сеанс T-FLEX CAD. Выбранная страница может отображаться при запуске CAD, в зависимости от следующего параметра.
Показывать страницы
В зависимости от данного параметра, в режиме интеграции с T-FLEX DOCs при запуске системы может отображаться страница приветствия CAD, рабочая страница DOCs (см. предыдущий параметр) или обе страницы.
Запускать как сервер.
Параметр, необходимый для приложений, использующих специализированный Server API для работы в другом процессе.

2D



"Прозрачная" команда построения узлов
При снятом флаге, вызов команды **Узел** из других команд черчения отменяет текущую команду. При установленном флаге в аналогичном случае система запоминает состояние текущей команды и возвращается к нему после создания узла.

"Прозрачная" команда редактирования значений размеров

Данная опция включает возможность редактировать значения размеров, нажав на значении без вызова команд редактирования. При этом находятся элементы построения, отвечающие за значение размера, и перемещаются (если это возможно) в соответствующее новому номиналу положение. Если включена опция **"Прозрачное" редактирование элементов**, то прозрачное редактирование значений размеров доступно независимо от состояния опции **"Прозрачная" команда редактирования значений размеров.**

"Прозрачное" редактирование элементов

Когда данный параметр включён, при выборе 2D элементов с помощью в режиме ожидания команды автоматически запускается команда редактирования выбранного элемента. При отключённом параметре после выбора 2D элемента ничего не происходит, система ожидает команд пользователя. По умолчанию параметр включён.

Действие по двойному нажатию левой кнопки мыши

Параметр позволяет выбрать действие, выполняемое системой при двойном нажатии , в случае выбора чертёжного вида:

- Активизировать на текущей странице
- Редактировать свойства
- Активизировать в новом окне

Радиус поиска узлов
Задаёт размер радиуса поиска узлов на экране в пикселях. Радиус поиска применяется при построении новых узлов в режиме «свободного» рисования. Если курсор попадает в радиус поиска какого-нибудь узла, то выбирается именно этот узел, и новый узел не создаётся.

Размер узлов
Задаёт размер узла на экране в пикселях.

Размер маркера положения

Задаёт размер маркера положения. Маркер положения задаёт положение размера и значения на нём при редактировании.

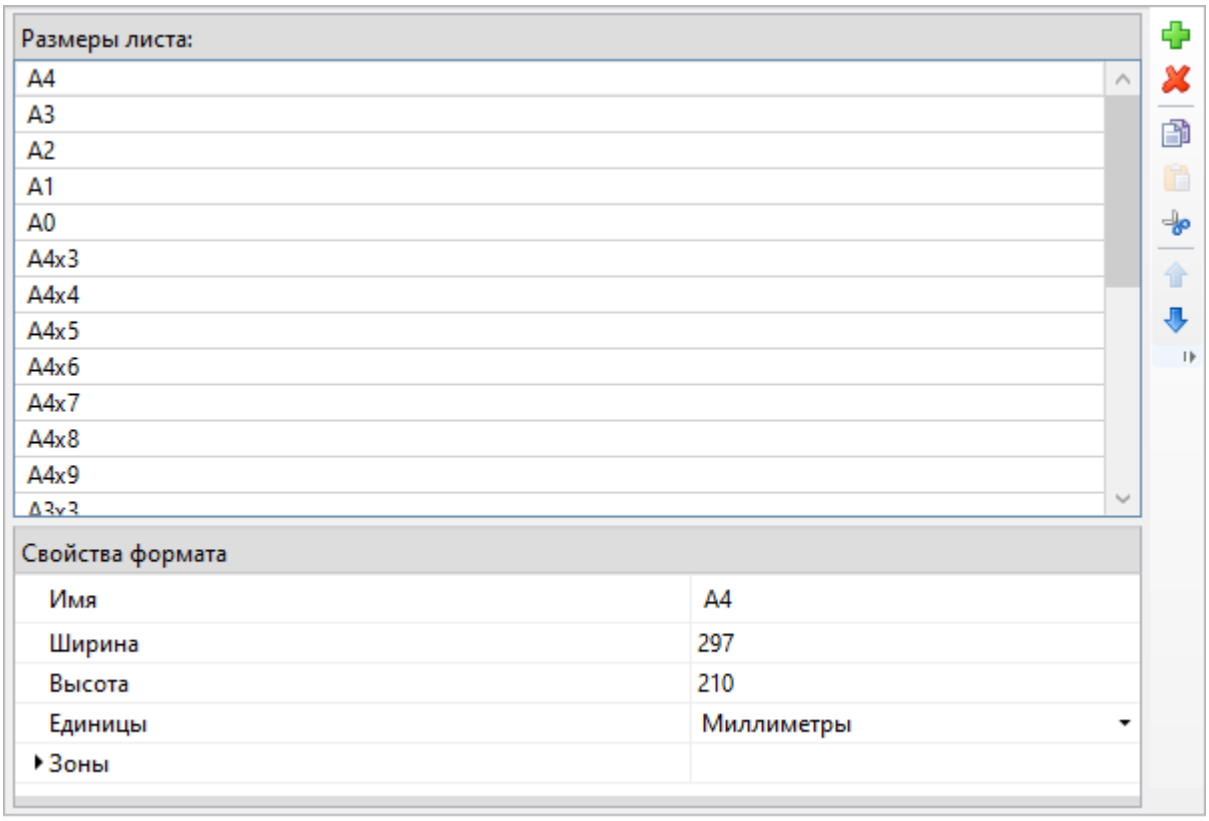
Запретить перемещение элементов построения
Запрещает перетягивание мышью линий построения и 2D узлов.

Запретить перемещение элементов эскиза
Запрещает перетягивание мышью линий изображения.

Основные темы в этом разделе:

- Список форматов листа
- Список пользовательских масштабов
- Параметры графики

Список форматов листа



Размеры листа. В разделе можно редактировать список форматов листа чертежа.
В разделе **Свойства формата** можно задать **имя, ширину** и **высоту** основного формата или формата пользователя, определить **единицы измерения**, в которых работает система T-FLEX CAD.
Также в этом разделе можно установить параметры, позволяющие разбить чертёж на **Зоны**:

- **Количество** по X и Y. Количество зон по вертикали и горизонтали.
- **Направление**. Определяет направление простановки обозначений зон (**слева направо** или **справа налево, сверху вниз** или **снизу вверх**).
- **Отображать первым символ**. Задаёт, какой из символов, определяющих зону (по оси X или Y), будет стоять первым в её обозначении.
- **Первый символ** по X и Y. Задаёт начальный символ обозначения зон по вертикали и горизонтали.
- **Смещение**. Задаёт смещение разбиваемой на зоны области по осям X и Y относительно точки (0,0).

- **Шаг**. Определяет значение X и Y размера одной зоны.

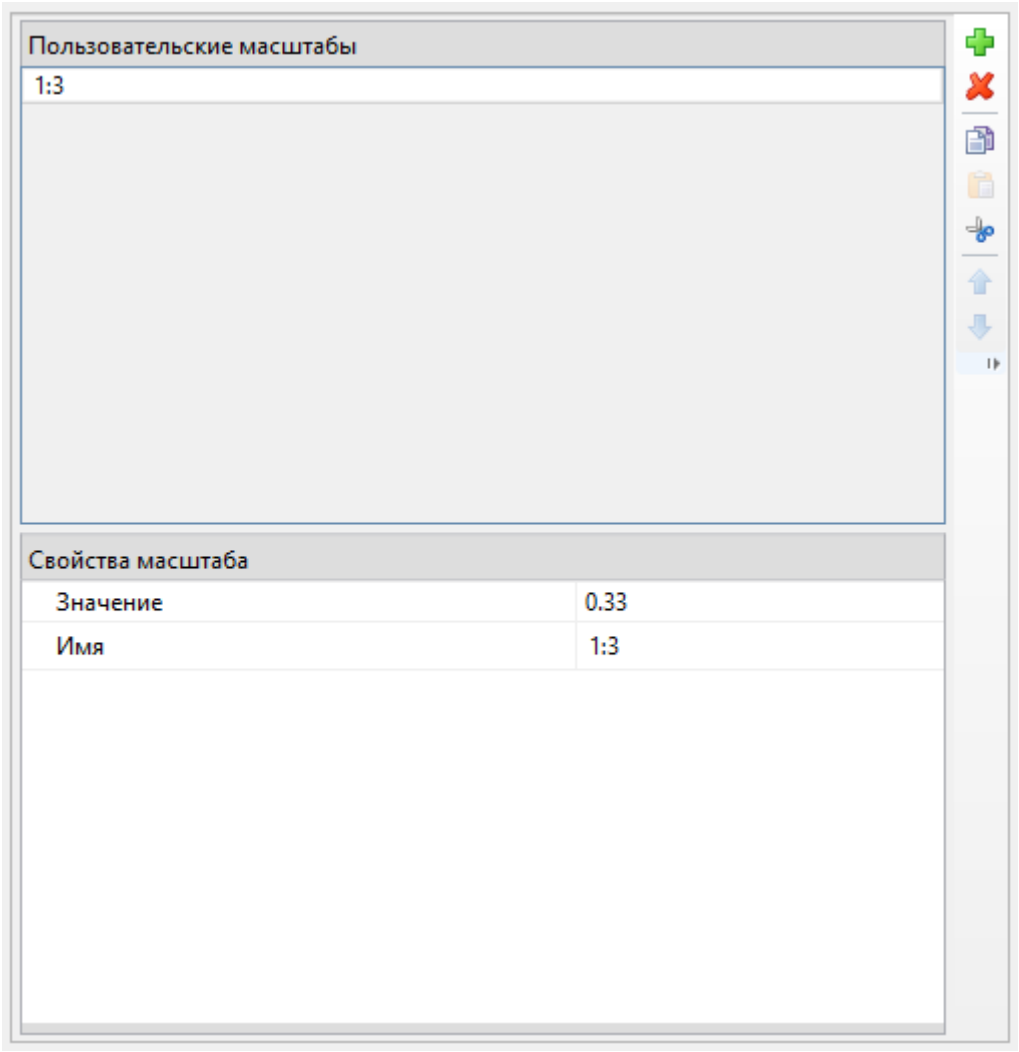
Кнопка добавляет новую строку в списке размеров листа.

При помощи кнопки можно удалить размер, выбранный в списке.

Кнопки и перемещают выбранную строку в списке .

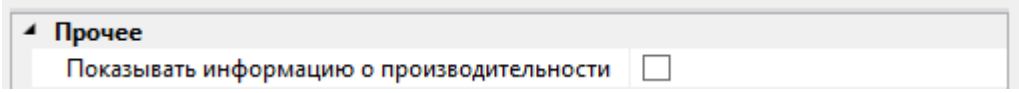
Для работы со строками для списка через буфер обмена используются кнопки , , .

Список пользовательских масштабов



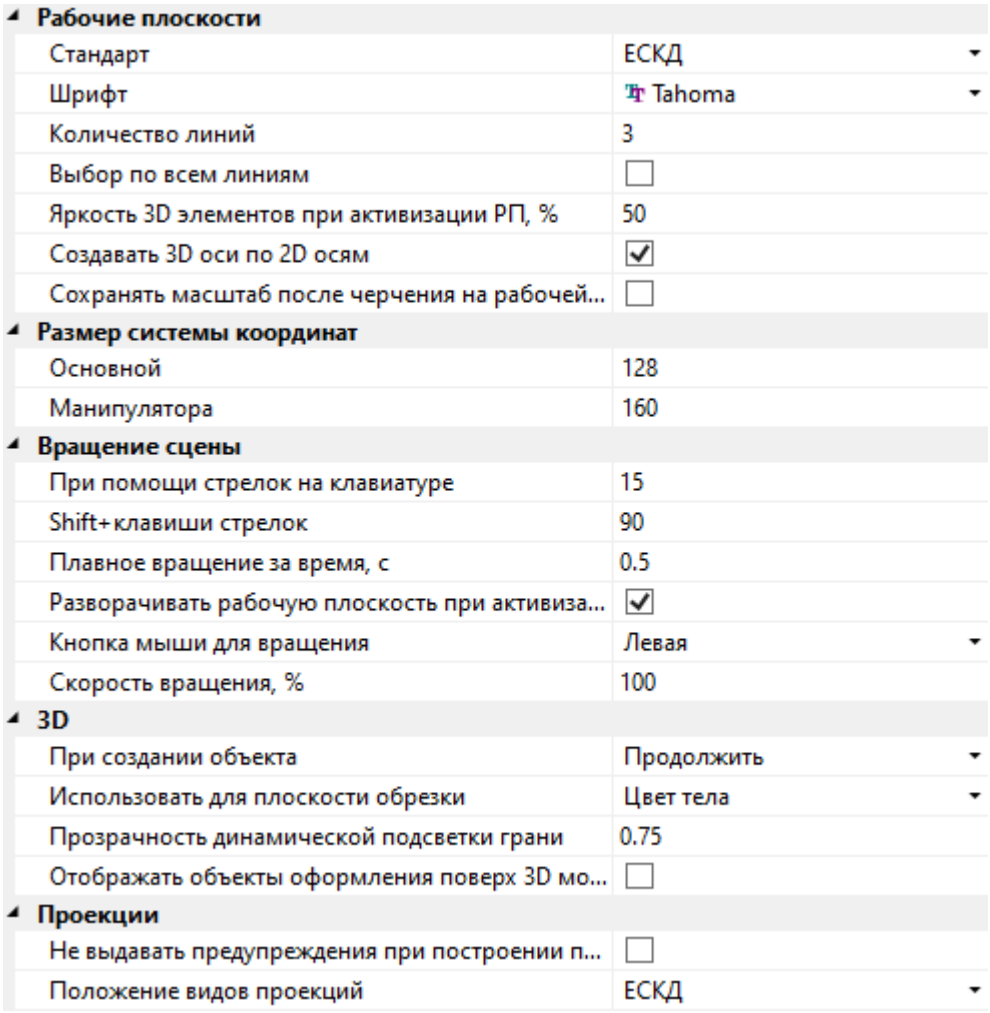
В данный список можно вносить пользовательские масштабы. В свойствах масштаба можно указывать значение масштаба и имя.

Параметры графики



При активации флага **Показывать информацию о производительности** в правом нижнем углу экрана 2D окна будет отображаться время отрисовки изображения.

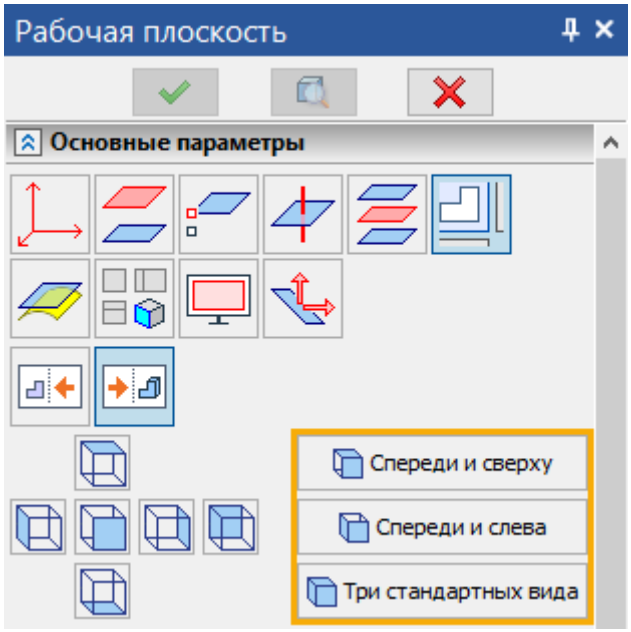
3D



Данная закладка задаёт установки, которые используются при работе с 3D моделью.

Рабочие плоскости

Группа параметров **Рабочие плоскости** задаёт различные параметры рабочих плоскостей:
Стандарт. Выбранный стандарт задаёт набор стандартных рабочих плоскостей, создаваемых в команде **Стандартная плоскость** при выборе опций **Три стандартных вида**, **Спереди и слева**, **Спереди и Сверху**. Если выбран стандарт **ЕСКД**, создаются плоскости, указанные в названиях опций. Если выбран стандарт **ANSI**, вместо плоскости **Вид слева** создаётся **Вид справа**, а вместо **Вид сверху** - **Вид снизу**.



Шрифт. Выбранный шрифт используется для отображения имени рабочей плоскости (или её типа, в зависимости от настроек) в 3D окне.
Количество линий. Данный параметр определяет количество вспомогательных внутренних линий на изображении рабочей плоскости в 3D окне.
Выбор рабочих плоскостей при работе в 3D окне по умолчанию производится только по наружным линиям (границам) рабочей плоскости. При необходимости можно разрешить выбор рабочих плоскостей по любым линиям изображения рабочей плоскости (и граничным, и внутренним), установив флажок **Выбор по всем линиям**.
Яркость 3D элементов при активизации РП, % задаёт яркость 3D элементов при черчении на грани или поверхности.
Создавать 3D оси по 2D осям. Если параметр активирован, то после завершения черчения на рабочей плоскости 2D оси будут преобразованы в 3D оси.
Сохранять масштаб после черчения на рабочей плоскости. Если параметр активирован, то после завершения черчения на рабочей плоскости будет сохранен заданный пользователем масштаб.

Размер системы координат

Основной. Задаёт размер индикатора направления осей глобальной системы координат, отображаемого в правом нижнем углу 3D окна.
Манипулятора. Задаёт размер манипулятора локальной системы координат, используемого в ряде 3D команд.

Вращение сцены

Группа параметров **Вращение сцены** задаёт режимы, позволяющие вращать 3D сцену на определённые углы:
При помощи стрелок на клавиатуре. Задаёт угол в градусах, на который будет поворачиваться 3D сцена при использовании клавиш управления курсором, а также клавиш **<Page Up>** и **<Page Down>**.
Shift + клавиши стрелок. При помощи данного параметра можно задать второй режим вращения 3D сцены на угол, отличный от предыдущего. Работает аналогично параметру **При помощи стрелок на клавиатуре**, но только в сочетании с клавишей **<Shift>**.
Плавное вращение за время. Данный параметр устанавливает время в секундах, за которое происходит плавное вращение 3D сцены в момент выбора стандартных точек взгляда.

Разворачивать рабочую плоскость при активизации. При установке данного параметра при вызове команды **Активизировать рабочую плоскость** будет осуществляться разворот 3D сцены в положение, соответствующее виду выбранной рабочей плоскости.

Кнопка мыши для вращения. Данный параметр позволяет сменить кнопку мыши для вращения.

- По умолчанию используется **Левая** кнопка мыши.
- Если для вращения выбрана **Правая** кнопка мыши, то выделение объектов рамкой осуществляется при помощи левой кнопки.
- Если для вращения выбрана **Средняя** кнопка мыши, то перемещение осуществляется при одновременном зажатии средней кнопки и клавиши **<Ctrl>**, а левая кнопка может использоваться для выделения рамкой аналогично правой.

Скорость вращения, %. Данный параметр позволяет задать скорость вращения мыши в процентном соотношении.

3D

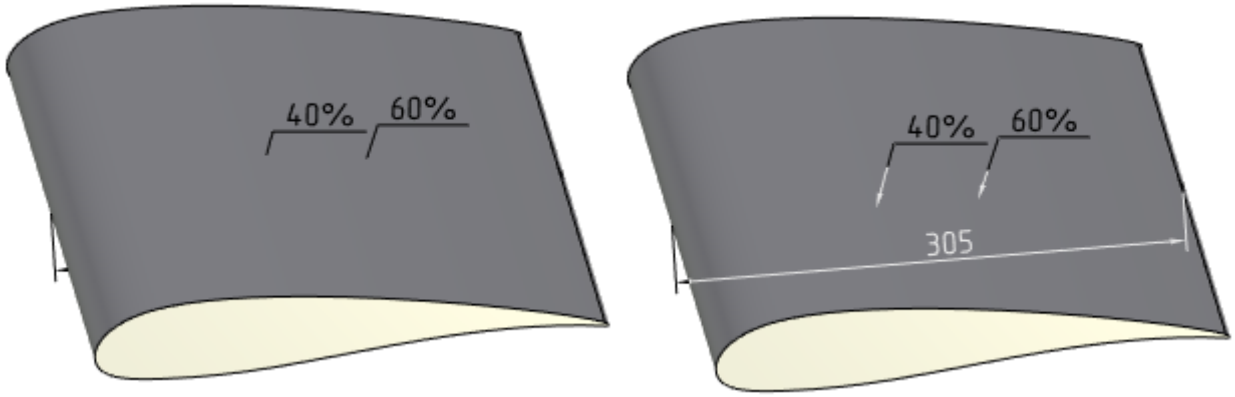
При создании объекта. Данный параметр определяет действия системы после создания 3D элемента:

- **Продолжить**. Система продолжает выполнение 3D команды после создания любого элемента.
- **Выйти из команды**. Команда автоматически завершается после создания любого элемента.
- **Выбрать объект**. Команда автоматически завершается после создания любого элемента. Если созданный 3D элемент является элементом построения, он помещается в селектор (выбирается). Данный режим может быть удобен, когда пользователь создаёт элемент и сразу выполняет действие над ним (построение рабочей плоскости – её активизация, построение профиля – выталкивание).

Использовать для плоскости обрезки. В выпадающем списке можно выбрать один из вариантов: **цвет сечения, цвет тела** или **материал тела.** Он будет использован для отображения плоскости обрезки.

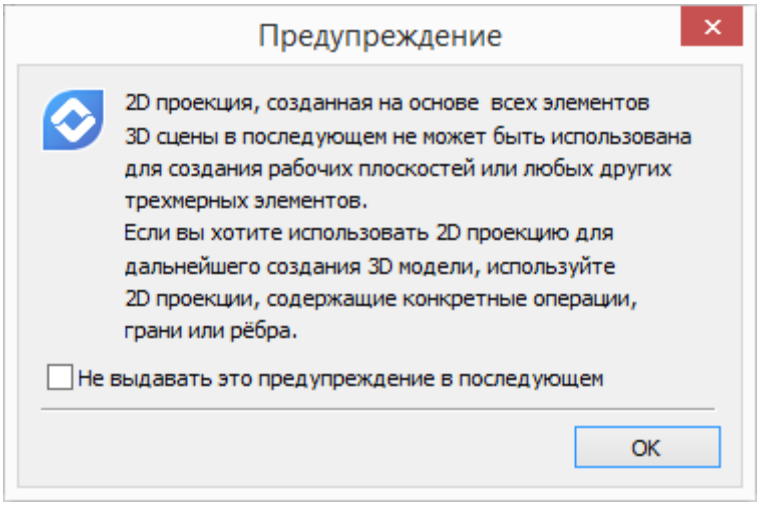
Прозрачность динамической подсветки грани. Данный параметр позволяет задать прозрачность динамической подсветки грани при наведении на неё мышью от 0 до 1. При значении 1 у грани подсвечивается только контур.

Отображать объекты оформления поверх 3D модели. По умолчанию части элементов оформления в 3D (надписей, размеров, обозначений), перекрываемые непрозрачными элементами модели, не отображаются. При установке данного флага перекрываемые элементы отображаются белым цветом.



Проекции

Не выдавать предупреждение при построении проекций. При установленном флаге не будет отображаться предупреждение при построении 2D проекции на плоскости, созданной на основе всех элементов 3D сцены.

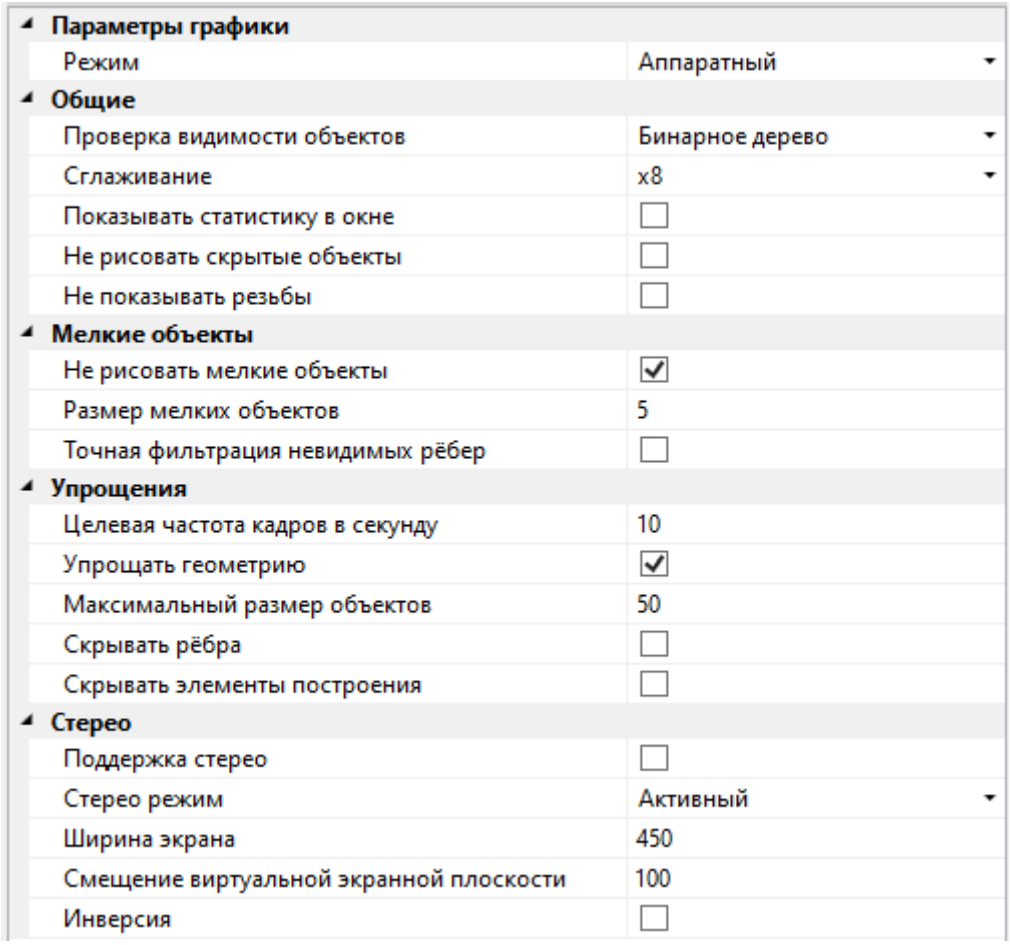


Положение видов проекции. Выбранный стандарт задаёт положение кнопок стандартных видов проекции в окне параметров и самих проекций на чертеже в командах **Проекция**, **Три стандартных вида** и **Набор стандартных видов**.

Основные темы в этом разделе:

- Параметры графики

Параметры графики



Параметры графики

Режим. Опция позволяет выбрать один из двух режимов:

- **Совместимый** режим предназначен для случая, когда графическая карта устарела либо отсутствует (режим удалённого рабочего стола) и графика платой не ускоряется.
- **Аппаратный** режим обеспечивает более эффективную и производительную работу системы.

Общие

Проверка видимости объектов. Параметр определяет алгоритм проверки попадания объектов в поле зрения камеры: **Бинарное дерево** и **Полный перебор**.

Сглаживание. Данный параметр определяет количество пикселей, используемых для рисования сглаженного изображения. Данный параметр позволяет уменьшить *пилообразность* линий на 3D модели. Параметр **Сглаживание** доступен только в случае использования **Аппаратного** режима. По умолчанию параметр **Сглаживание** отключён.

Показывать статистику в окне. Если данный режим включён, то в верхнем правом углу 3D окна отображаются текущие параметры графической системы, влияющие на её производительность.

- Модель видеоадаптера
- **FPS** - количество кадров, выводимых на экран в секунду;
- **Triangles** - Количество треугольных плоских граней в сетке разбиения модели, отображаемых в данный момент;
- **Lines** - количество линий, отображаемых в данный момент;
- **Points** – Количество точек, отображаемых в данный момент.
- **MTr/s** - скорость прорисовки треугольников, на которые разбивается модель. Измеряется в миллионах треугольников в секунду.
- **Memory** - объем занятой видеопамяти и её общий объем.

По умолчанию этот параметр отключён. Для повышения производительности по возможности нужно стремиться к уменьшению количественных показателей графического представления моделей. Управлять этим можно с помощью параметров качества сетки:

Не рисовать скрытые объекты. Включение данной опции позволяет ускорить прорисовку изображения за счёт пропуска объектов сцены, полностью скрытых другими объектами. Данный параметр доступен только в случае использования **Аппаратного** режима.

Не показывать резьбы. При включении данной опции в 3D моделях не отображаются косметические резьбы. Данная опция влияет только на изображение, формируемое в 3D окне, и не влияет на 2D проекции и размеры на резьбовых поверхностях.

Мелкие объекты

Не рисовать мелкие объекты

Отключает отображение объектов, максимальные размеры которых не превышают значение, заданное ниже в поле **Размер мелких объектов**.

Размер мелких объектов

Максимальный размер объектов на экране в пикселях, которые не прорисовываются в режиме **Не рисовать мелкие объекты**.

Точная фильтрация невидимых рёбер

Включает более точный алгоритм отсечения невидимых рёбер, позволяющий устранить "просвечивание" невидимых рёбер сквозь тонкостенные тела. Использование опции может ухудшить качество отображения некоторых элементов.

Упрощения

Параметр настройки **Целевая частота кадров в секунду** даёт возможность установить оптимальную скорость перерисовки 3D тел.

Включение опции **Упрощать геометрию** позволяет упрощать видимую геометрию в зависимости от размеров объектов на экране. Когда при заданных значениях частоты кадров в секунду подробное изображение модели сформировать не удаётся, система определяет, изображение каких тел занимает наименьшую площадь в кадре. Данные тела (их изображения) рисуются упрощённо в виде параллелепипедов. Таким образом, изображение всей модели упрощается до тех пор, когда время выведения кадра не станет меньше, чем частота перерисовки экрана.

Параметр **Максимальный размер объектов** позволяет вручную выбрать максимальный размер объектов в пикселях, которые могут прорисовываться в виде параллелепипедов при включении данной оптимизации.

Скрывать рёбра. При установленном флаге не будет выполняться прорисовка рёбер модели, если не обеспечивается требуемая частота кадров.

Скрывать элементы построения. Если в сборке много элементов построения (например, присутствуют системы координат, поднятые с 3D фрагментов), то вращение сцены может замедляться из-за прорисовки этих элементов. Если этот флаг установлен, то при вращении сцены элементы построения будут гаситься.

Стерео

Позволяет настроить отображение стереоскопических изображений. Для просмотра стереоскопических изображений 3D моделей требуется использовать 3D очки.

Поддержка стерео. Включает стереоскопическое отображение моделей.

Стерео режим позволяет выбрать режим создания стереоскопического изображения.

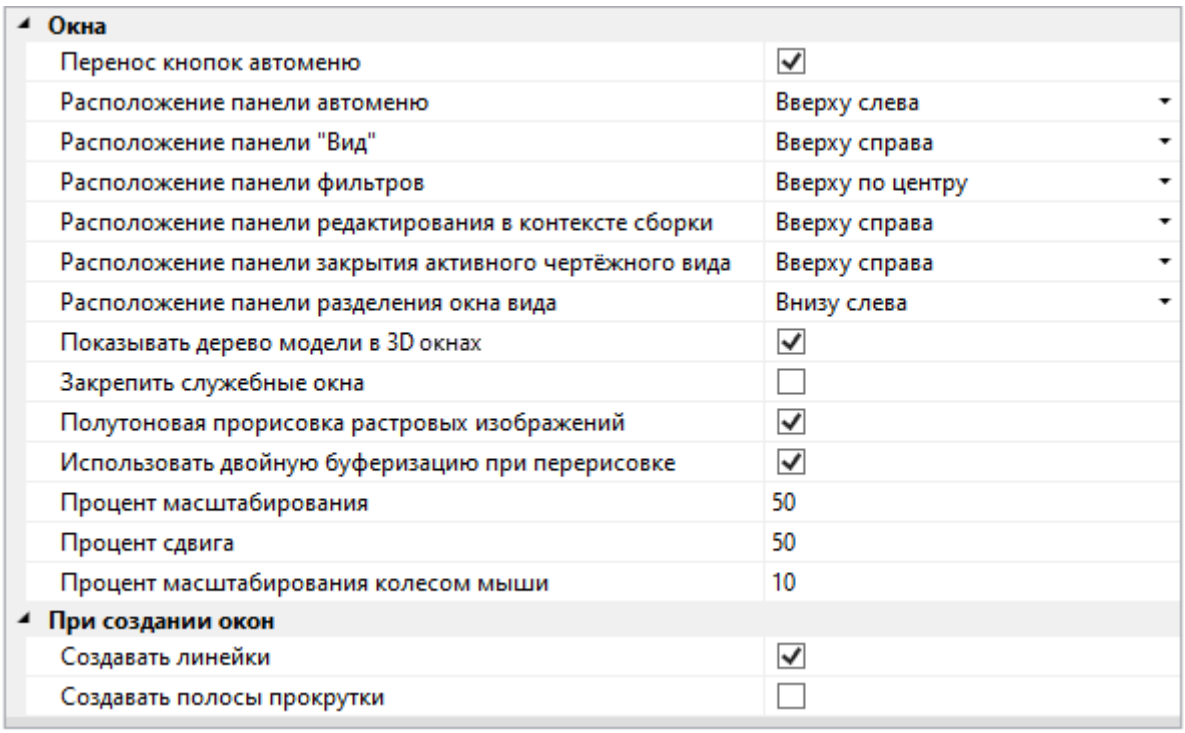
- **Активный.** Этот режим использует четверную буферизацию для получения стереоскопического изображения. Принцип работы стерео с четырёхкратной буферизацией заключается в предоставлении глазу уникальных изображений, снятых со слегка разных углов зрения, при помощи четырёх буферов (передний левый, передний правый, задний левый, задний правый)
- **Вертикальный –** изображения для правого и левого глаза располагаются друг над другом.
- **Горизонтальный** - изображения для правого и левого глаза располагаются рядом друг с другом горизонтально.

Ширина экрана - Это ширина экрана монитора или размер проекции (если это проектор) в миллиметрах.

Смещение виртуальной экранной плоскости. Задаёт смещение плоскости стереоскопического изображения в процентах от текущего положения.

Инверсия. Меняет местами изображения для правого и левого глаза.

Окна



- **Перенос кнопок автоменю.** При нехватке места в автоменю его опции будут располагаться в несколько столбцов.
- **Расположение панели автоменю, Расположение панели «Вид», Расположение панели фильтров, Расположение панели редактирования в контексте сборки, Расположение панели редактирования в контексте сборки, Расположение панели разделения окна 3D вида** позволяют задать расположения соответствующих панелей на экране.
- **Показывать дерево модели в 3D окнах.** Данный параметр позволяет отображать дерево модели в верхнем левом углу 3D окна. По умолчанию данный параметр включён.
- **Закрепить служебные окна**. Запрещает менять расположение служебных окон на экране. Установка/снятие данного флага включает/выключает опцию **Закрепить окна**.
- **Полутоновая прорисовка растровых изображений.** Параметр включает полутоновый режим прорисовки растровых изображений: растровых картинок, вставленных в документ T-FLEX CAD, результатов создания фотореалистичных изображений и т.д. По умолчанию данный параметр включён.

- **Использовать двойную буферизацию при перерисовке.** Этот параметр задаёт режим использования двойной буферизации при прорисовке 2D окна документа, что улучшает восприятие перерисовки (нет моргания).
- **Процент масштабирования** задаёт процент, на который будет увеличена или уменьшена видимая область текущего окна при использовании команды **Рамка**.
- **Процент сдвига** задаёт процент, на который будет перемещена видимая область текущего окна при использовании команды **Рамка**.

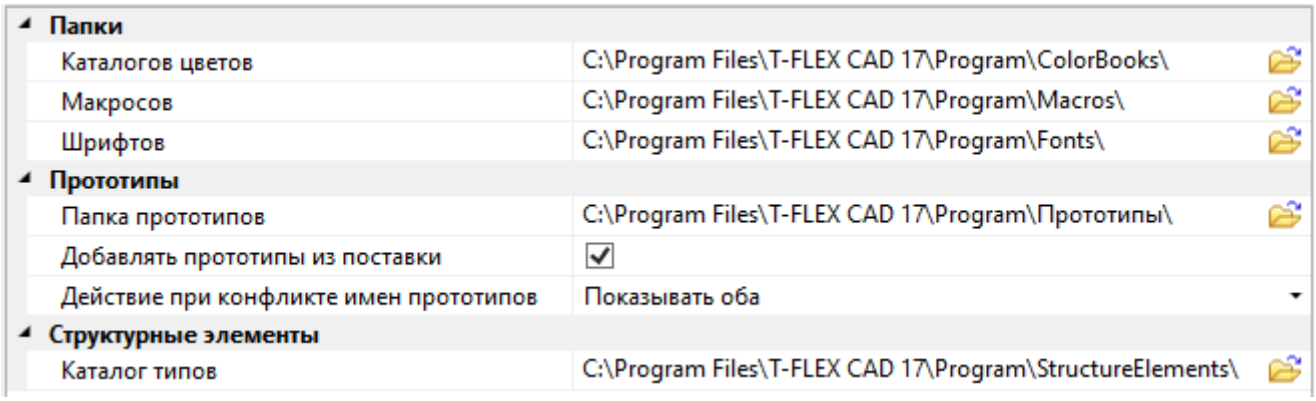
Эти же параметры можно задать в параметрах команды **Рамка.**

- **Процент масштабирования колесом мыши** задаёт процент, на который будет увеличена или уменьшена видимая область текущего окна при использовании масштабирования при помощи колеса мыши.

Группа параметров **При создании окон** задаёт следующие режимы:

- **Создавать линейки.** Отображение линейки при открытии окна документа.
- **Создавать полосы прокрутки.** Также, как и в предыдущем случае, если данный параметр не устанавливать, то полосы прокрутки при открытии окна создаваться не будут.

Папки



Папки

Каталогов цветов

Путь к папке, которая содержит каталоги цветов. Например, эти цвета применяются для создания материалов на основе цвета и для задания цветов на закладке **Цвета**.

Макросов

Путь к папке, содержимое которой выводится в окно **Макросы.**

Шрифтов

Путь к папке, в которой находятся файлы описания шрифтов SHX. При необходимости пользователь имеет возможность выбирать шрифты не из стандартной папки.

Прототипы

Папка прототипов

Путь к папке прототипов, содержимое которой добавляется в список прототипов для создания нового документа.

Пока в системе не создано ни одного пользовательского прототипа, значение данного параметра соответствует пути к папке прототипов, поставляемых вместе с T-FLEX CAD. Эта папка всегда располагается внутри папки установки T-FLEX CAD (по умолчанию - **C:\Program Files\T-FLEX CAD 17\Program\Прототипы).** Если вручную указать другой путь, прототипы поставки сохраняют свое расположение, а содержимое указанной вручную папки считается пользовательскими прототипами, которые могут использоваться как вместо прототипов поставки, так и в дополнение к ним, в зависимости от состояния флага **Добавлять прототипы из поставки** (см. ниже)
Если путь не был указан вручную, то после создания любого пользовательского прототипа значение данного параметра автоматически меняется на путь по умолчанию к папке пользовательских прототипов - **C:\Users\Имя пользователя\AppData\Local\Top Systems\T-FLEX CAD 3D 17\Rus\Прототипы.**

Список прототипов используется несколькими командами. Информация о списке доступна в описании команды **Сохранить как прототип.**

Указание пользовательской папки прототипов не влияет на работу команд **2D Деталь, 2D Сборка, 3D Деталь, 3D Сборка, Листовая деталь, Импорт.** Прототипы, используемые данными командами, задаются отдельно (см. Установки > Файлы > Прототипы).

Добавлять прототипы из поставки
При установленном флаге в списке прототипов будут одновременно отображаться прототипы из пользовательской папки (если таковая задана выше в поле **Папка прототипов**) и прототипы, входящие в комплект поставки T-FLEX CAD. В противном случае отображаются только прототипы из пользовательской папки.
Действие при конфликте имён прототипов
В выпадающем списке можно выбрать, что будет происходить при наличии прототипов со идентичными именами.

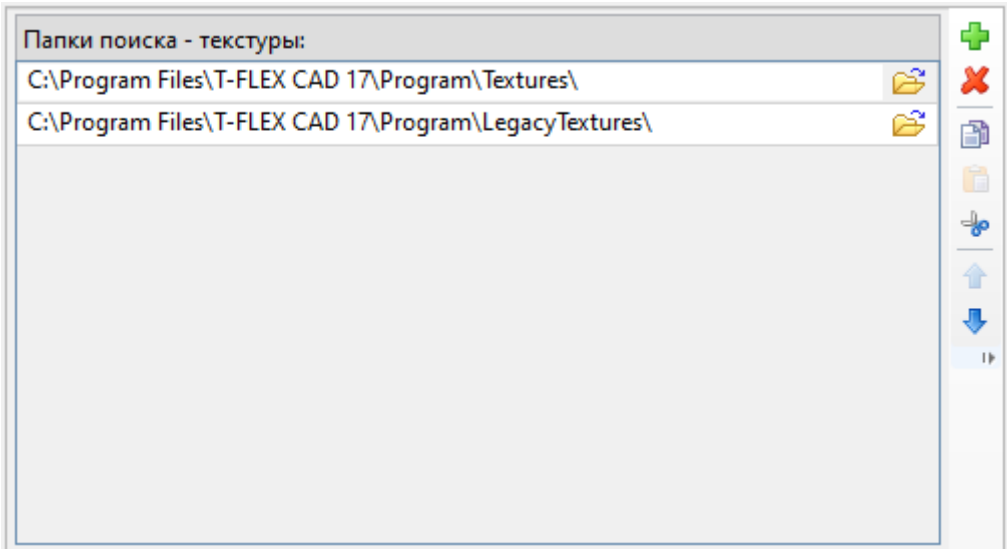
Структурные элементы

Каталог типов
Путь к папке, содержимое которой будет выводиться в редакторе типов структурных элементов.

Основные темы в этом разделе:

- Базы данных/Документы/Спецификации/Текстуры

Базы данных/Документы/Спецификации/Текстуры



При помощи этих закладок можно задать список дополнительных каталогов для поиска файлов, которые не удалось найти в установленных директориях.

Кнопка добавляет новую строку для папки поиска. Кнопка вызывает окно обзора папок, присутствующих на диске. Необходимую папку можно выбрать из дерева при помощи курсора. После подтверждения кнопкой **OK** окно обзора исчезнет, а обозначение и путь к выбранной папке появится в поле выбранного типа файлов.

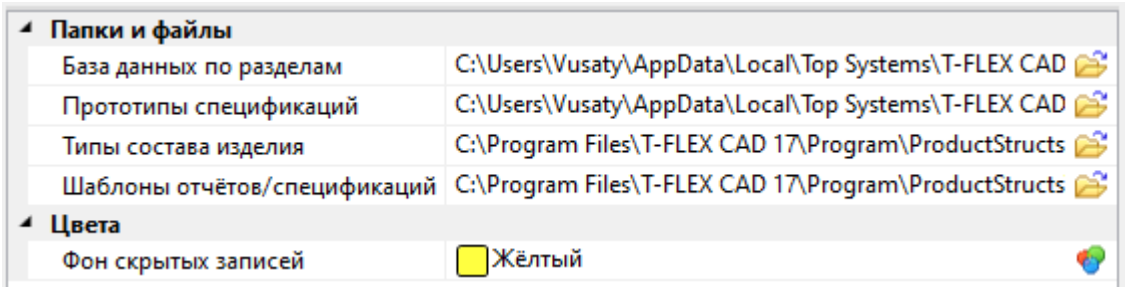
При помощи кнопки можно удалить папку, выбранную из списка установленных папок.

Кнопки и обеспечивают передвижение строки выбора по списку установленных папок.

Для работы со строками для папок поиска через буфер обмена используются кнопки , , .

Например: если открыть файл чертежа, где был создан фрагмент, и путь этого фрагмента был изменён, то на экране появится сообщение об ошибке открытия файла фрагмента, а сам фрагмент на чертеже не отобразится. Устранить эту ошибку можно либо поменяв путь фрагмента, либо при помощи описываемой закладки установив дополнительную папку, где находится файл фрагмента. Тогда система будет автоматически искать файл фрагмента и в дополнительно установленной папке. В этом случае ошибка при открытии файла возникать не будет.

Спецификация



Группа **Папки и файлы**:

- **База данных по разделам**
  Имя и путь к файлу базы данных, где хранится набор разделов спецификации. Именно эта база данных будет использоваться при создании новых и при чтении уже созданных спецификаций.

- **Прототипов спецификаций**
  Путь к папке, где хранятся файлы прототипов, используемые при создании спецификаций по прототипу.

Пока в системе не создано ни одного пользовательского прототипа, значение данного параметра соответствует пути к папке прототипов спецификаций, поставляемых вместе с T-FLEX CAD. Эта папка располагается внутри общей папки прототипов, поставляемых вместе с T-FLEX CAD, которая в свою очередь всегда располагается внутри папки установки T-FLEX CAD (по умолчанию - **C:\Program Files\T-FLEX CAD 17\Program\Прототипы\Спецификации).** Если вручную указать другой путь, прототипы поставки сохраняют свое расположение, а содержимое указанной вручную папки считается пользовательскими прототипами, которые могут использоваться как вместо прототипов поставки, так и в дополнение к ним, в зависимости от состояния флага **Установки > Папки > прототипы > Добавлять прототипы из поставки**.
Если путь не был указан вручную, то после создания любого пользовательского прототипа значение данного параметра автоматически меняется на путь по умолчанию к папке пользовательских прототипов спецификаций внутри общей папки пользовательских прототипов - **C:\Users\Имя пользователя\AppData\Local\Top Systems\T-FLEX CAD 3D 17\Rus\Прототипы\Спецификации.**

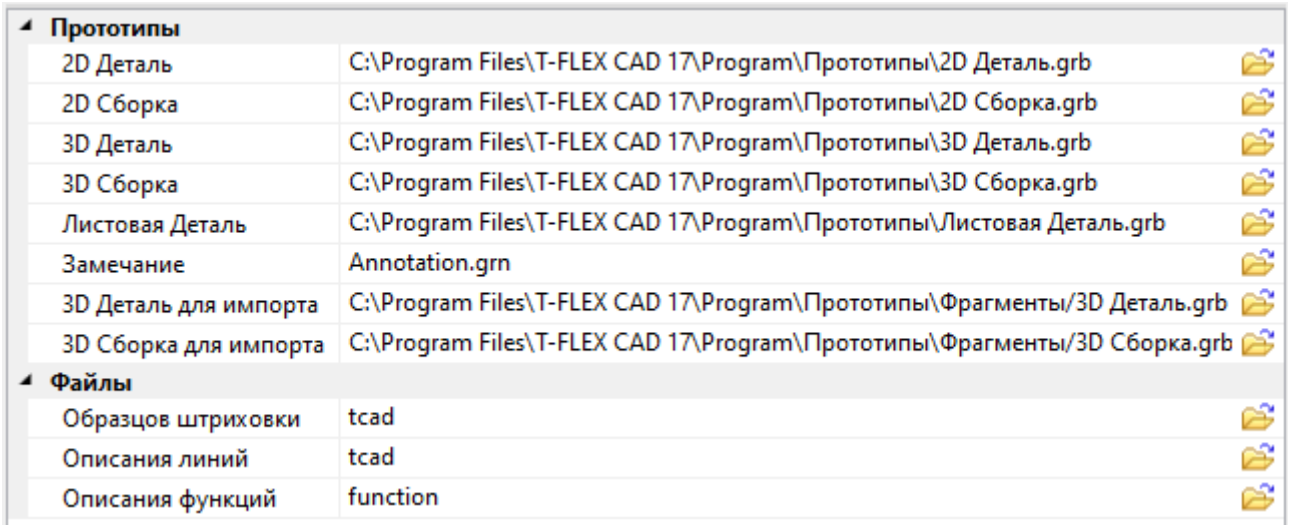
Список прототипов в команде **Создать отчёт/спецификацию** на вкладке **Спецификация по прототипу** формируется на основе содержимого вкладки **Спецификации** общего списка прототипов, используемого в различных командах, и включает в себя как пользовательские так и стандартные прототипы, поставляемые вместе с T-FLEX CAD. Информация о редактировании общего списка прототипов доступна в описании команды **Сохранить как прототип.** Информация о создании и редактировании пользовательских прототипов спецификации доступна в разделе Прототип спецификации предыдущей версии.

- **Типов структуры изделия**
  Путь к папке, в которой хранятся XML файлы с описаниями типов состава изделия.
- **Шаблонов отчётов/спецификаций**
  Путь к папке, где хранятся файлы шаблонов, используемые при создании отчётов/спецификаций по шаблону.

Группа **Цвета**:

- **Фон скрытых записей**
  Цвет фона скрытых записей. Скрытыми являются записи, удалённые из спецификации, но ещё хранящиеся во внутренней структуре её данных. Отображение скрытых записей в спецификации задаётся соответствующим режимом.

Файлы



На данной вкладке указывается путь к файлам прототипов, используемых при создании новых документов T-FLEX CAD, а также файлов, в которых хранятся параметры различных элементов чертежа. Путь может быть введен с клавиатуры или указан с помощью кнопки, расположенной справа от поля ввода пути. Вне режима интеграции с T-FLEX DOCs при нажатии на эту кнопку сразу открывается стандартное окно выбора файла Windows. В режиме интеграции при нажатии на эту кнопку появляется выпадающее меню, в котором доступны следующие опции:

Открыть...

Выбор локального файла с помощью стандартного окна выбора файла Windows аналогично тому, как это делается вне режима интеграции с DOCs.

Открыть из T-FLEX DOCs...

Выбор файла из справочника **Файлы** DOCs с помощью стандартного окна выбора файла DOCs.

Путь к любому файлу на данной вкладке может быть указан в следующих форматах:

- **Полный путь**
  Пример: **C:\Program Files\T-FLEX CAD 17\Program\Прототипы\3D Деталь.grb**
  В таком формате можно указать путь к любому локальному файлу. Этот формат используется автоматически при выборе файла из окна выбора файла Windows.
- **Имя файла**
  Пример: **Annotation.grn**
  В таком формате можно указать имя любого файла, находящегося в папке **...T-FLEX CAD 17\Program**. Для прототипов необходимо указывать расширение, для других файлов - нет.
- **Путь относительно библиотеки**
  Пример: **<Форматки>FORMAT.GRB**
  В угловых скобках указывается имя папки, содержащейся в любой из подключенных конфигураций библиотек, далее - имя файла, расположенного в этой папке.
- **Путь относительно справочника Файлы T-FLEX DOCs**
  Пример: **<*T-FLEX DOCs*>Служебные файлы\Шаблоны эскизов\2D чертёж.grb**
  Элемент **<*T-FLEX DOCs*>** обозначает справочник **Файлы**, далее указывается путь к файлу в структуре папок справочника.

Прототипы

Здесь указывается путь к следующим стандартным прототипам:

- **2D Деталь**
  Прототип, используемый в команде **2D Деталь**.
- **2D Сборка**
  Прототип, используемый в команде **2D Сборка**.
- **3D Деталь**
  Прототип, используемый в команде **3D Деталь**.
- **3D Сборка**
  Прототип, используемый в команде **3D Сборка**.
- **Листовая деталь**
  Прототип, используемый в команде **Листовая деталь**.

По умолчанию для команд **2D Деталь, 2D Сборка, 3D Деталь, 3D Сборка, Листовая деталь** используются одноимённые прототипы из общего списка прототипов, (информация о списке и создании пользовательских прототипов доступна в описании команды **Сохранить как прототип)**. Поэтому вышеперечисленными командами создаются такие же документы, что и при создании документов на основе тех же прототипов с помощью команды **Создать из прототипа** или страницы **Приветствие.** Если указать для команды **2D Деталь, 2D Сборка, 3D Деталь, 3D Сборка** или **Листовая деталь** другой прототип, то создаваемый ею документ будет отличаться от документов, создаваемых на основе одноимённого прототипа.

- **Замечание**
  Прототип, используемый в команде **Замечание**.
- **3D Деталь для импорта, 3D Сборка для импорта**
  Прототипы, используемые в команде **Импорт.**

По умолчанию для импорта используются прототипы из общего списка прототипов, используемого несколькими командами (информация о списке и создании пользовательских прототипов доступна в описании команды **Сохранить как прототип)**.

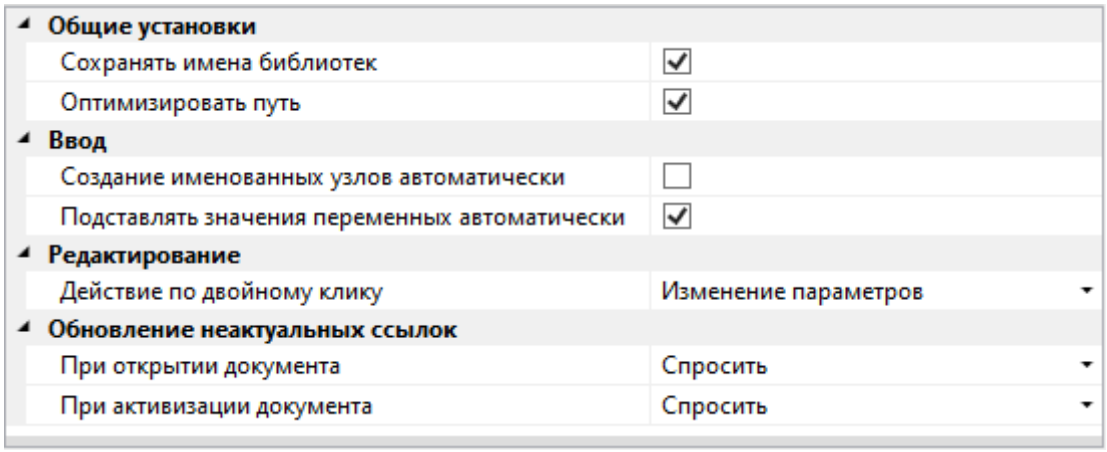
Файлы

Образцов штриховки. В системе используются файлы описания образцов штриховки, соответствующие файлам *.PAT системы AutoCAD. Вместе с системой поставляется файл TCAD.PAT, в соответствии с которым заполняются контуры штриховок по образцу. Вы можете задать любой другой свой файл описания.

Описания линий. В системе существует несколько встроенных типов линий изображения (основная, тонкая, волнистая). Остальные типы определяются из файла описания линий. По умолчанию используется файл TCAD.LIN. Его формат соответствует файлам описания линий системы AutoCAD. Вы можете задать любой другой свой файл описания.

Описания функций. При создании линий построения с помощью команды **Функция** исходные данные для формирования параметров функции находятся в специальном текстовом файле. Для создания новых функций необходимо изменить стандартный файл, который называется FUNCTION.DAT или создать по образцу другой файл и указать путь к нему в данном поле диалога.

Фрагменты



Данная закладка задаёт опции, которые используются при нанесении и редактировании фрагментов. Параметры этой закладки могут также быть установлены при изменении параметров фрагментов в командах нанесения и редактирования фрагментов при помощи кнопки **Установки...**

Группа **Общие установки**:

- **Сохранять имена библиотек**. При установке данного параметра в случае вставки фрагмента из библиотеки сохраняется имя библиотеки. В противном случае вместо имени библиотеки подставляется абсолютный путь каталога, соответствующий библиотеке.
- **Оптимизировать путь**. В случае установки данного параметра и вставки фрагмента из того же каталога, в котором находится файл текущего документа, имя библиотеки или имя каталога подставляться не будет. Это позволяет переносить файл документа и фрагмента в другой каталог без каких-либо настроек на каталоги.

Группа **Ввод** задаёт параметры, применяемые при создании фрагментов:

- **Создание именованных узлов автоматически**. Данный параметр задаёт, будут ли на основе помеченных (именованных) узлов создаваться узлы на текущем чертеже при создании фрагментов. Созданные с фрагментов узлы могут быть использованы для дальнейших построений, простановки размеров и т.д.
- **Подставлять значения переменных автоматически**. В случае установки данного параметра при нанесении фрагментов их внешним переменным автоматически присваиваются значения, установленные для них в модели фрагмента. В противном случае значения переменным не присваиваются.

Группа **Редактирование** определяет параметры редактирования фрагментов:

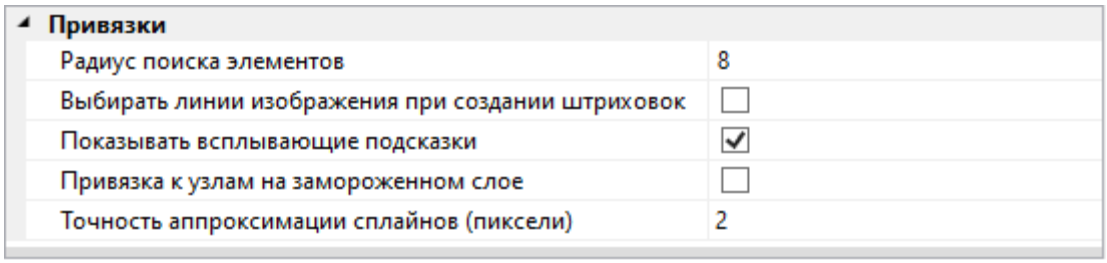
- **Действие по двойному клику**. Данный параметр задаёт тип действия, которое выполняется при редактировании фрагмента в случае использования двойного щелчка левой кнопкой мыши.

Группа **Обновление неактуальных ссылок**. Параметры данной группы определяют поведение системы при изменении файлов фрагментов, входящих в текущий документ (текущую 3D сборку), в различных ситуациях:

- **При открытии документа**. Параметр определяет поведение системы при открытии 3D сборки (если обнаружено, что файлы фрагментов были изменены с момента сохранения сборки). Из списка можно выбрать следующие варианты: **Обновлять** - обновлять фрагменты, **Не обновлять**- не обновлять фрагменты, **Спросить** – при обнаружении изменённых фрагментов выдать запрос о дальнейших действиях. По умолчанию установлено **Спросить**.
- **При активизации документа**. Параметр определяет поведение системы при возвращении в окно документа (при одновременной работе с несколькими документами T-FLEX CAD). В этом случае также производится проверка состояния данной 3D сборки на соответствие

документам фрагментов, хранящимся на диске. Если в результате проверки обнаружатся фрагменты, документы которых были изменены с момента предыдущей проверки, то система поступит в соответствии с установленным значением данного параметра: **Обновлять**, **Не обновлять**, **Спросить**. По умолчанию установлено **Спросить**.

Привязки



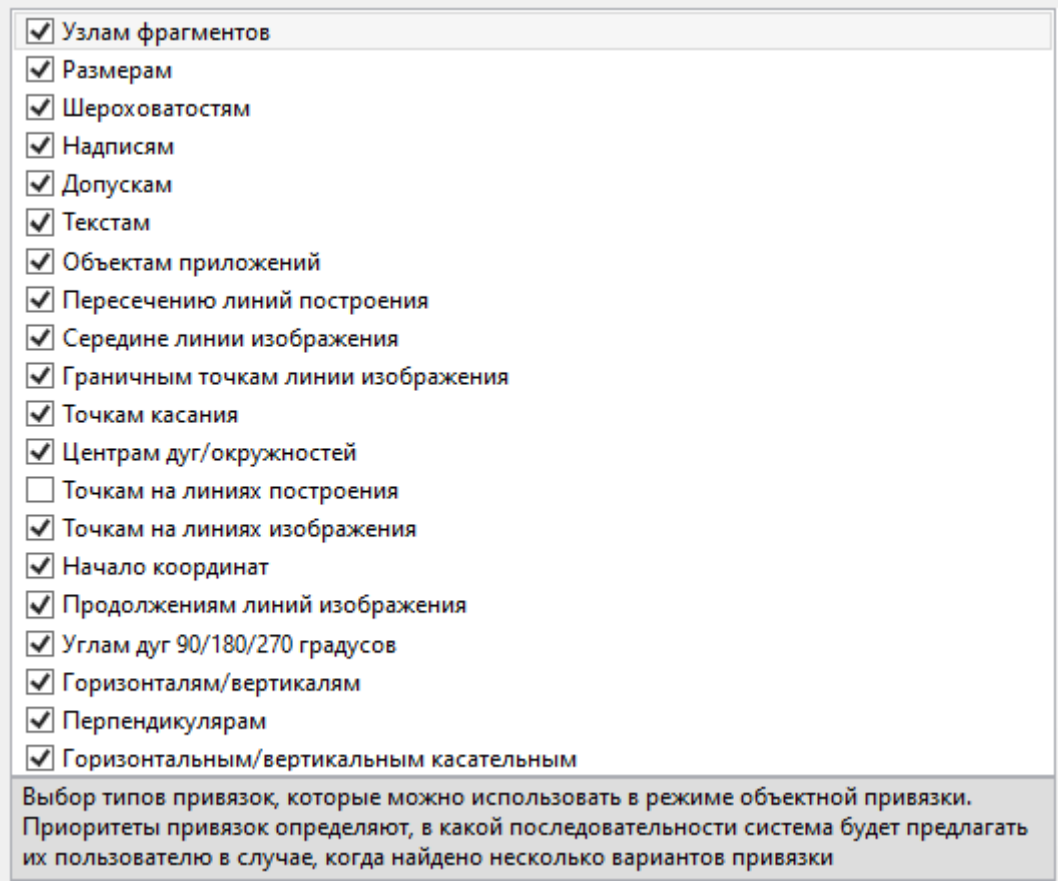
Данная закладка задаёт параметры, которые используются при работе в режиме объектной привязки (в том числе при создании эскиза):

- **Радиус поиска элементов**. Задаёт радиус, в пределах которого будет производиться поиск элементов системы на экране. Значение радиуса задаётся в пикселях. Данный параметр применяется при построении новых элементов в режиме объектной привязки. Следует помнить, что значение данного параметра перебивает значение параметра **Радиус поиска узлов**, заданное на закладке 2D.
- **Выбирать линии изображения при создании штриховок**. Установка данного параметра позволяет выбирать линии изображения при построении штриховок и 2D путей. Это нужно в тех случаях, когда линии построения совпадают с линиями изображения. Эта опция помогает настроить объектную привязку таким образом, чтобы в сложных случаях выделялись нужные элементы при приближении к ним курсора – например, линии изображения (при установленном параметре). При этом с помощью команд, вызываемых с клавиатуры, можно все равно выбирать остальные элементы (<C> – выбрать окружность, <L> – выбрать прямую и т.д.).
- **Показывать всплывающие подсказки**. Установка этого параметра задаёт режим отображения всплывающих подсказок при выборе элементов чертежа в режиме объектной привязки.
- **Привязка к узлам на замороженном слое**. Если этот флажок отключён, невозможна привязка к узлам, расположенным на *замороженных* слоях. При включении флажка к таким узлам можно привязываться.
- **Точность аппроксимации сплайнов (пиксели)**. Задаёт точность аппроксимации сплайнов в пикселях при вводе "от руки".

Основные темы в этом разделе:

- Приоритет

Приоритет



Закладка **Приоритет** определяет, какие типы 2D привязок можно использовать в режиме объектной привязки.

> Большинством привязок можно управлять и вне диалога **установок системы** – с помощью пиктограмм привязок, отображаемых на панели фильтров.

Созданный с помощью привязки любого типа 2D узел может быть свободным (после создания не сохраняет связь с элементами, на основе которых он был построен) или связанным (связь узла с исходными элементами сохраняется).
При использовании привязок к пересечению линий построения, центру окружности, граничным точкам линий изображения, к характерным точкам элементов оформления чертежа (размеров, надписей, шероховатостей, допусков), а также 2D фрагментов – всегда создаются связанные узлы.

> При использовании всех остальных типов привязок учитывается состояние режима автопараметризации. Если режим автопараметризации был включён, то создаётся связанный узел. При отключённом режиме автопараметризации создаётся либо свободный узел, либо выбирается точка с соответствующими координатами (при создании надписи, шероховатости, допуска, обозначения вида и 2D фрагментов).

Кнопки и позволяют изменять приоритет объектных привязок. Приоритеты привязок определяют, в какой последовательности система будет предлагать их пользователю в случае, когда найдено несколько вариантов привязки. В списке **Разрешить привязки к** привязки расположены по мере убывания приоритета.
Например, по умолчанию привязка к линиям построения имеет более высокий приоритет, чем привязка Вертикаль/Горизонталь (это можно определить по их расположению в списке). Следовательно, при построении 2D элементов с использованием привязок система в первую

очередь будет предлагать пользователю привязку к линиям построения, и только после неё – привязку к вертикали/горизонтали относительно узлов.

Ограничения и размеры

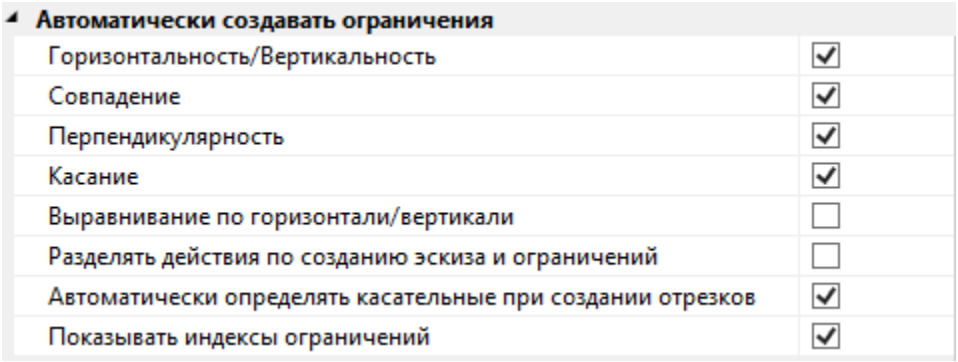
Данную вкладку диалога установок системы можно вызвать непосредственно из ленты с помощью следующей команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Ограничения > Установки по созданию ограничений и размеров Рабочая Плоскость > Ограничения > Установки по созданию ограничений и размеров

Вкладка содержит следующие группы параметров:

- Автоматически создавать ограничения;
- Автоматически создавать размеры;
- Установки для рабочих плоскостей;
- Установки для чертёжных страниц;
- Установки поиска ограничений.

Автоматически создавать ограничения

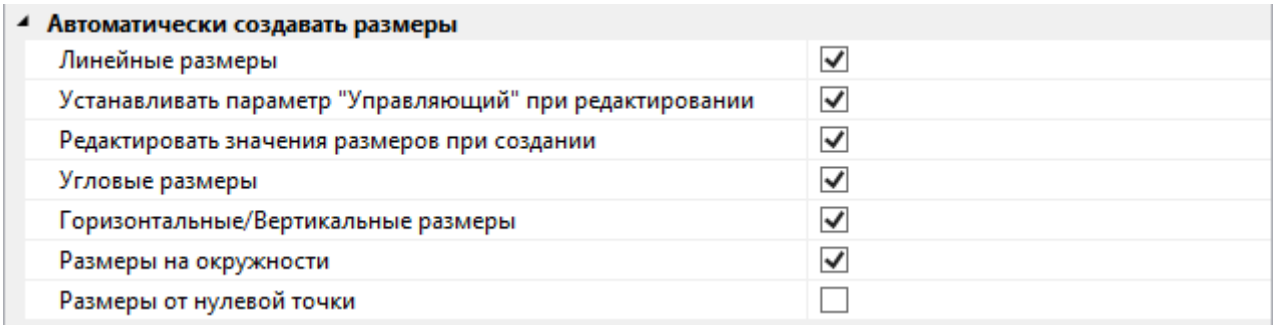


Группа **Автоматически создавать ограничения** определяет параметры автоматического создания ограничений:

- **Горизонтальность/Вертикальность**, **Совпадение**, **Перпендикулярность**, **Касание**, **Выравнивание по горизонтали/вертикали**
  При построении эскиза в режиме автоматического создания ограничений создаются ограничения только тех типов, флаги которых установлены здесь.
- **Разделять действия по созданию эскиза и ограничений**
  При установленном флаге создание линии эскиза и сопутствующее автоматическое создание ограничений для этой линии считаются двумя отдельными действиями. В результате можно отменить создание ограничений, не отменяя создание линии. При снятом флаге автоматическое создание ограничений считается частью действия по созданию линии и не может быть отменено отдельно.
- **Автоматически определять касательные при создании отрезков**
  Параметр позволяет при соединении геометрического элемента с окружностью либо дугой автоматически определять траекторию касания.
- **Показывать индексы ограничений**
  При установленном флаге рядом с иконками ограничений некоторых типов на чертеже отображаются цифровые индексы, позволяющие легко различать однотипные ограничения и

их объекты. Логика присвоения индексов описана в разделах справки, посвящённых соответствующим типам ограничений.

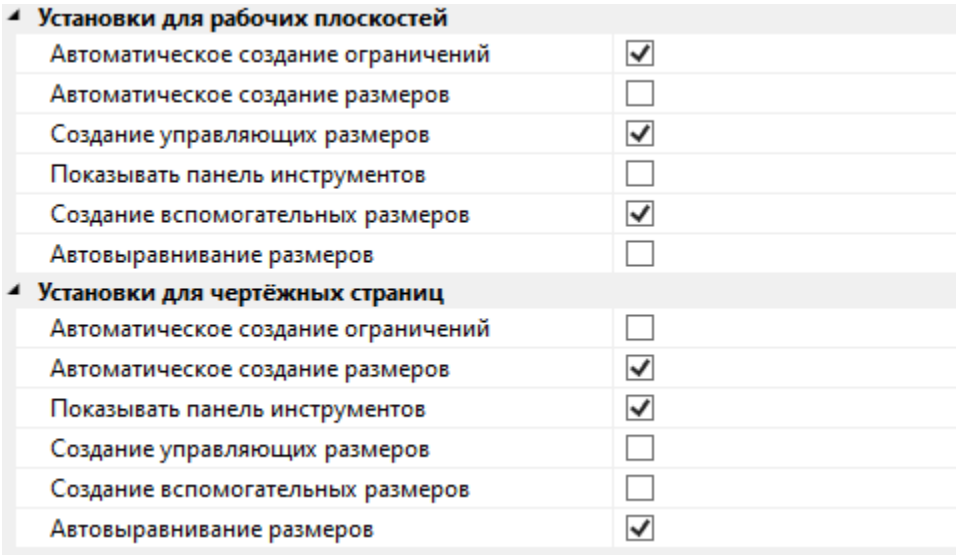
Автоматически создавать размеры



Группа **Автоматически создавать размеры** определяет параметры автоматического создания размеров:

- Выбор типов размеров (**Линейные размеры**, **Угловые размеры**, **Горизонтальные/вертикальные размеры**, **Размеры по окружности**, **Размеры от нулевой точки**) означает их создание по умолчанию в режиме построения эскиза с функцией автоматического создания размеров.
- **Устанавливать параметр «Управляющий» при редактировании.** Параметр позволяет изменить тип размера на управляющий после редактирования его значения.
- **Редактировать значения размеров при создании.** Параметр позволяет вводить значение управляющего размера в момент его создания.

Установки для рабочих плоскостей, Установки для чертёжных страниц

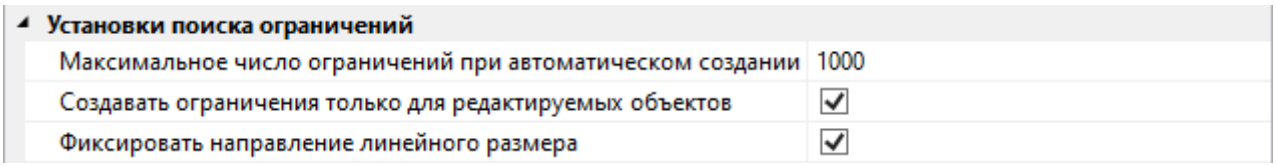


Группы **Установки для рабочих плоскостей** и **Установки для чертёжных страниц** позволяют задать нужные параметры по умолчанию при работе с командой **Эскиз** на рабочих плоскостях и чертёжных страницах соответственно:

- **Автоматическое создание ограничений**. Параметр предполагает, что создание геометрических элементов сопровождается созданием ограничений, выбранных по умолчанию в соответствующей группе.
- **Автоматическое создание размеров.** Создание геометрических элементов сопровождается созданием размеров, типы которых выбраны по умолчанию в соответствующей группе.
- **Создание управляющих размеров.** Если флажок установлен, то в этом случае все создаваемые размеры по умолчанию будут управляющими.

- **Показывать панель инструментов.** Позволяет отображать панель инструментов (маркеры и иконки, позволяющие изменить положение полки надписи, заполнить её содержимое и настроить тип стрелок размера) при работе с размерами.
- **Создание вспомогательных размеров.** Параметр, предполагающий создание геометрических элементов с функцией автоматического создания размеров, вспомогательных по умолчанию.
- **Автовыравнивание размеров.** Если опция включена, то, при уменьшении размера до определённых значений система автоматически располагает размерное число и стрелки снаружи.

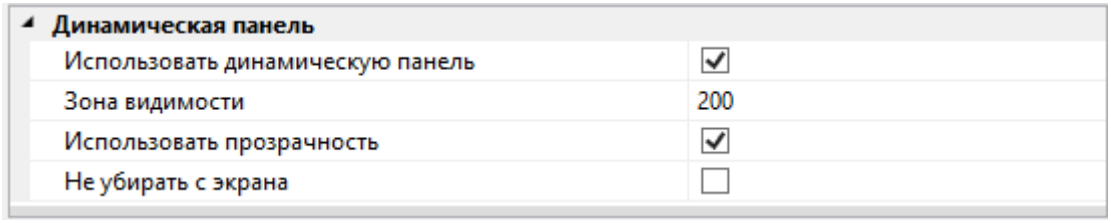
Установки поиска ограничений



Группа **Установки поиска ограничений** позволяет установить параметры по умолчанию для команды **Поиск ограничений**:

- **Максимальное число ограничений при автоматическом создании** позволяет ограничивать количество создаваемых ограничений в рабочем окне. Данный параметр удобно использовать при большом количестве геометрических элементов для оптимизации работы системы.
- **Создавать ограничения только для редактируемых объектов.** Если флаг активен, то вновь создаваемые геометрические элементы в режиме автоматического создания размеров не будут привязываться к существующим элементам.
- **Фиксировать направление линейного размера**. Параметр позволяет при создании размера фиксировать его направление относительно базового геометрического элемента.

Динамическая панель



Использовать динамическую панель. Данный параметр управляет отображением динамической панели при выборе 2D и 3D элементов в режиме ожидания команды с помощью . Данная панель содержит часто используемые для выбранного элемента команды. Для 2D элементов динамическая панель отображается только при отключённом параметре **Прозрачное редактирование элементов**.
Зона видимости. Определяет зону вокруг динамической панели в пикселях. Если курсор находится в этой зоне, то динамическая панель отображается на экране. Как только курсор выходит за пределы этой зоны, динамическая панель исчезает.
Использовать прозрачность. Если флаг активен, прозрачность динамической панели зависит от положения курсора. Чем курсор дальше от панели, тем она прозрачнее. Если флаг отключён, прозрачность панели не изменяется при перемещении курсора.
Не убирать с экрана. Если флаг активен, то динамическая панель видна на экране до завершения работы с командой. Положение курсора не влияет на отображение панели.

Цвета

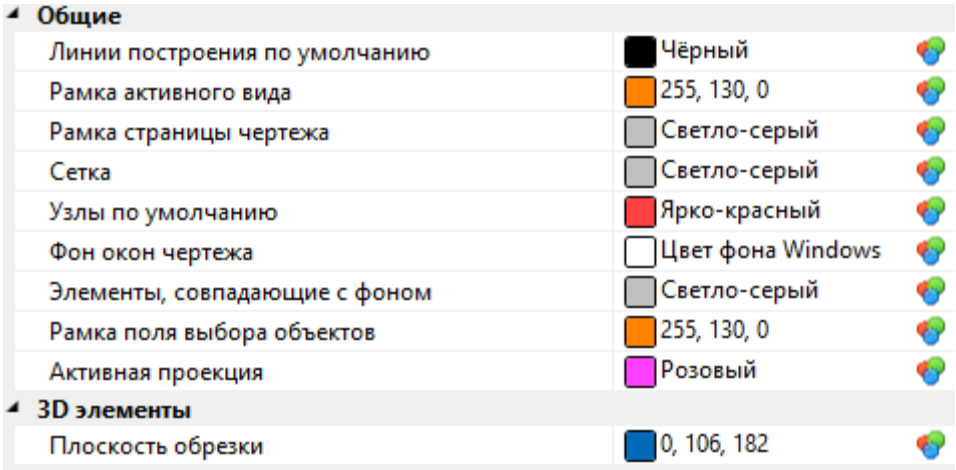
Данная закладка позволяет настроить цвета, которые используются для выделения различных 2D и 3D элементов в окнах видов, а также некоторых элементов интерфейса.
Часть данных настроек не действуют на те страницы, для которых соответствующие цвета заданы специально в Параметрах документа.
Цвета выбираются из выпадающего списка или из каталога как описано в разделе Цвет.

Общие

Линии построения по умолчанию. Цвет линий построения на чертеже и РП.
Рамка активного вида. Цвет, которым выделяется контур активного в данный момент окна вида.
Сетка. Цвет точек сетки.
Узлы по умолчанию. Цвет 2D узлов на чертеже и РП.
Фон окон чертежа. Цвет фона в 2D окнах.
Элементы, совпадающие с фоном. Этим цветом на экране отображаются 2D элементы, в параметрах которых установлен такой же цвет, как у фона чертежа.
Рамка поля выбора объектов. Цвет выделения в служебных окнах активных полей, которые требуют выбора объектов.
Активная проекция. Цвет границ активного чертёжного вида или 2D проекции.

3D элементы

Плоскость обрезки. Цвет плоскости обрезки в 3D окнах.

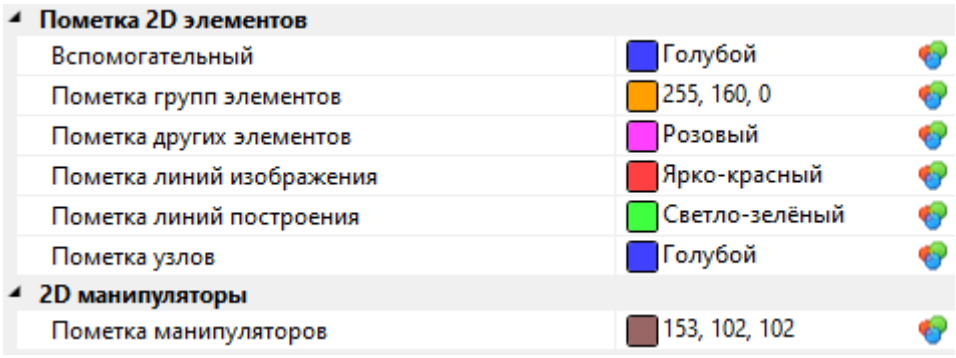


Пометка 2D элементов

Цвета, используемые для выделения выбранных 2D объектов различного типа в окнах видов.

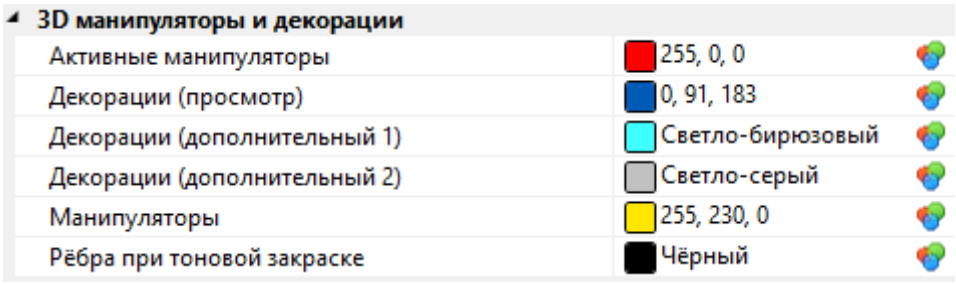
2D манипуляторы

Цвет манипуляторов 2D узлов, отображаемых при редактировании внешних переменных 2D фрагмента в сборке.



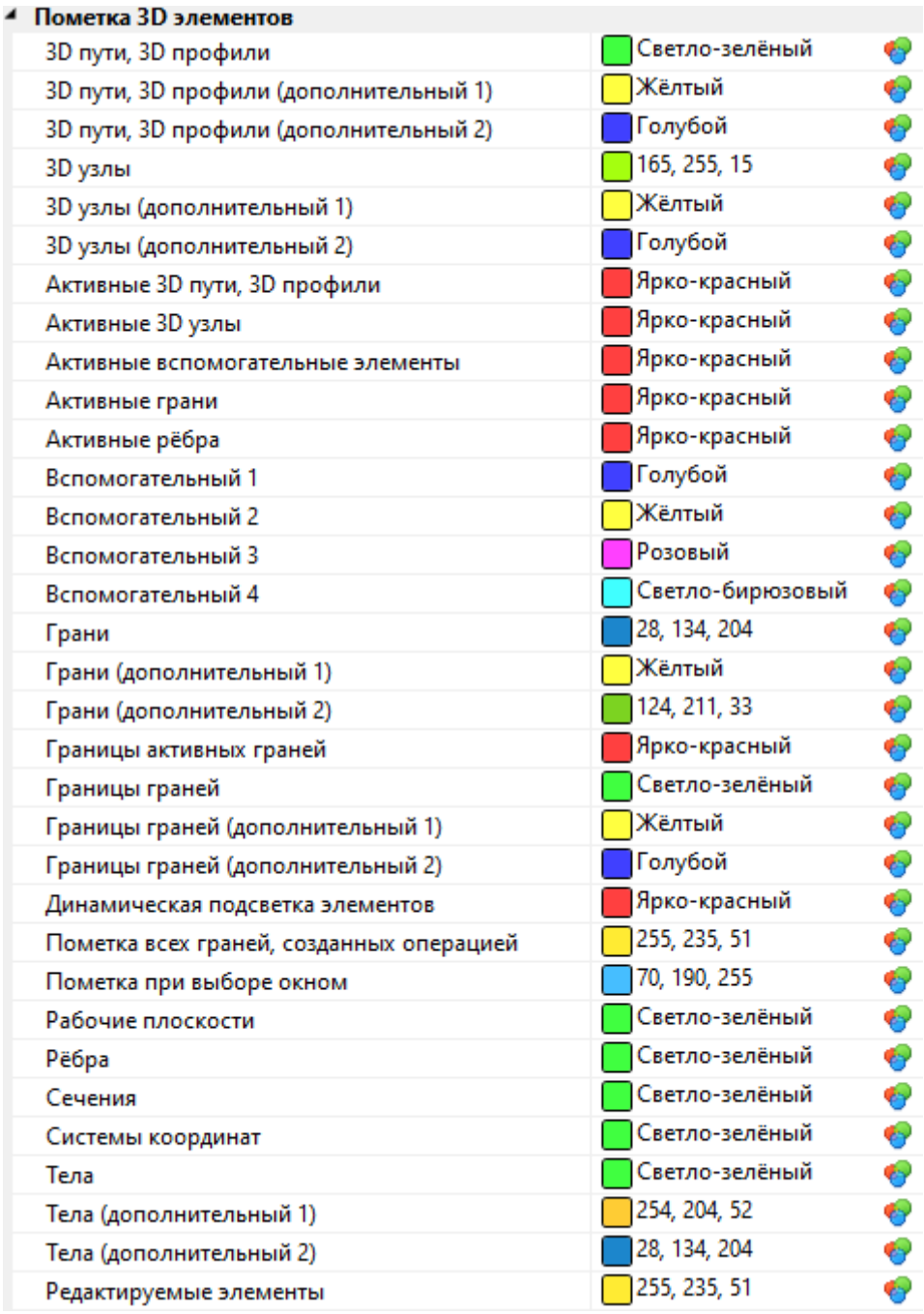
3D манипуляторы и декорации

Цвета 3D манипуляторов (кроме тех, цвета которых заданы индивидуально), декораций и рёбер 3D модели.



Пометка 3D элементов

Цвета, используемые для выделения выбранных 3D объектов различного типа в окнах видов.



Пометка 3D элементов	
3D пути, 3D профили	Светло-зелёный
3D пути, 3D профили (дополнительный 1)	Жёлтый
3D пути, 3D профили (дополнительный 2)	Голубой
3D узлы	165, 255, 15
3D узлы (дополнительный 1)	Жёлтый
3D узлы (дополнительный 2)	Голубой
Активные 3D пути, 3D профили	Ярко-красный
Активные 3D узлы	Ярко-красный
Активные вспомогательные элементы	Ярко-красный
Активные грани	Ярко-красный
Активные рёбра	Ярко-красный
Вспомогательный 1	Голубой
Вспомогательный 2	Жёлтый
Вспомогательный 3	Розовый
Вспомогательный 4	Светло-бирюзовый
Грани	28, 134, 204
Грани (дополнительный 1)	Жёлтый
Грани (дополнительный 2)	124, 211, 33
Границы активных граней	Ярко-красный
Границы граней	Светло-зелёный
Границы граней (дополнительный 1)	Жёлтый
Границы граней (дополнительный 2)	Голубой
Динамическая подсветка элементов	Ярко-красный
Пометка всех граней, созданных операцией	255, 235, 51
Пометка при выборе окном	70, 190, 255
Рабочие плоскости	Светло-зелёный
Рёбра	Светло-зелёный
Сечения	Светло-зелёный
Системы координат	Светло-зелёный
Тела	Светло-зелёный
Тела (дополнительный 1)	254, 204, 52
Тела (дополнительный 2)	28, 134, 204
Редактируемые элементы	255, 235, 51

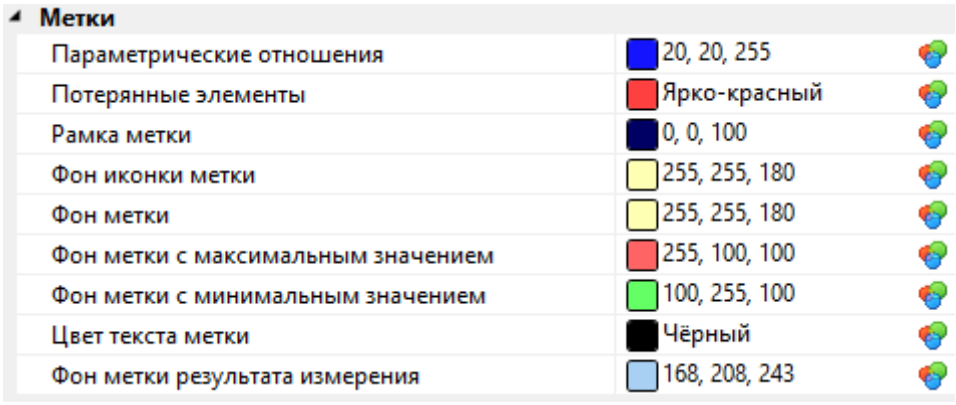
3D линейки

Цвета линеек, отображаемых при использовании 3D манипуляторов.

3D линейки	
Метки	Чёрный
Направляющая	Чёрный
Начальное положение	255, 255, 0
Текущее положение	0, 0, 255
Шкала	Чёрный

Метки

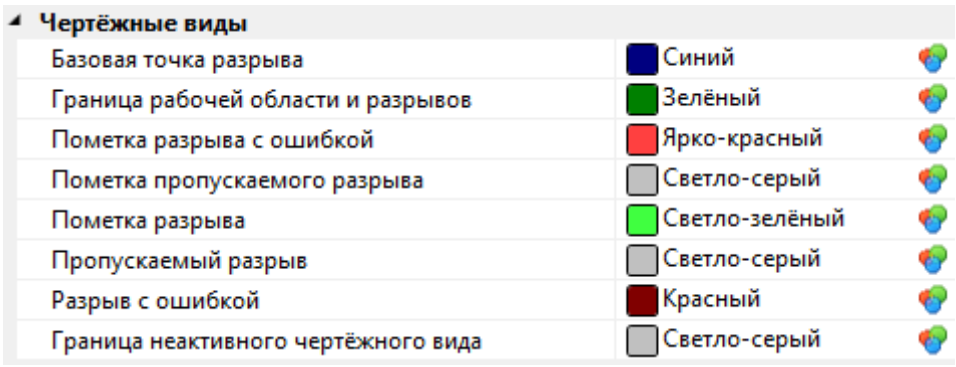
Цвета меток, отображаемых в различных командах 3D моделирования.



Чертёжные виды

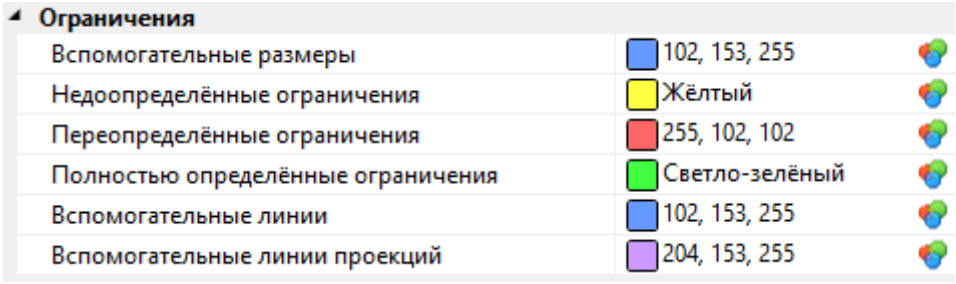
Цвета, используемые при задании разрывов на чертёжных видах и 2D проекциях.

Граница неактивного чертёжного вида. Цвет границ неактивного чертёжного вида или 2D проекции.



Ограничения

Цвета, используемые для отображения ограничений, а также вспомогательных линий и размеров.

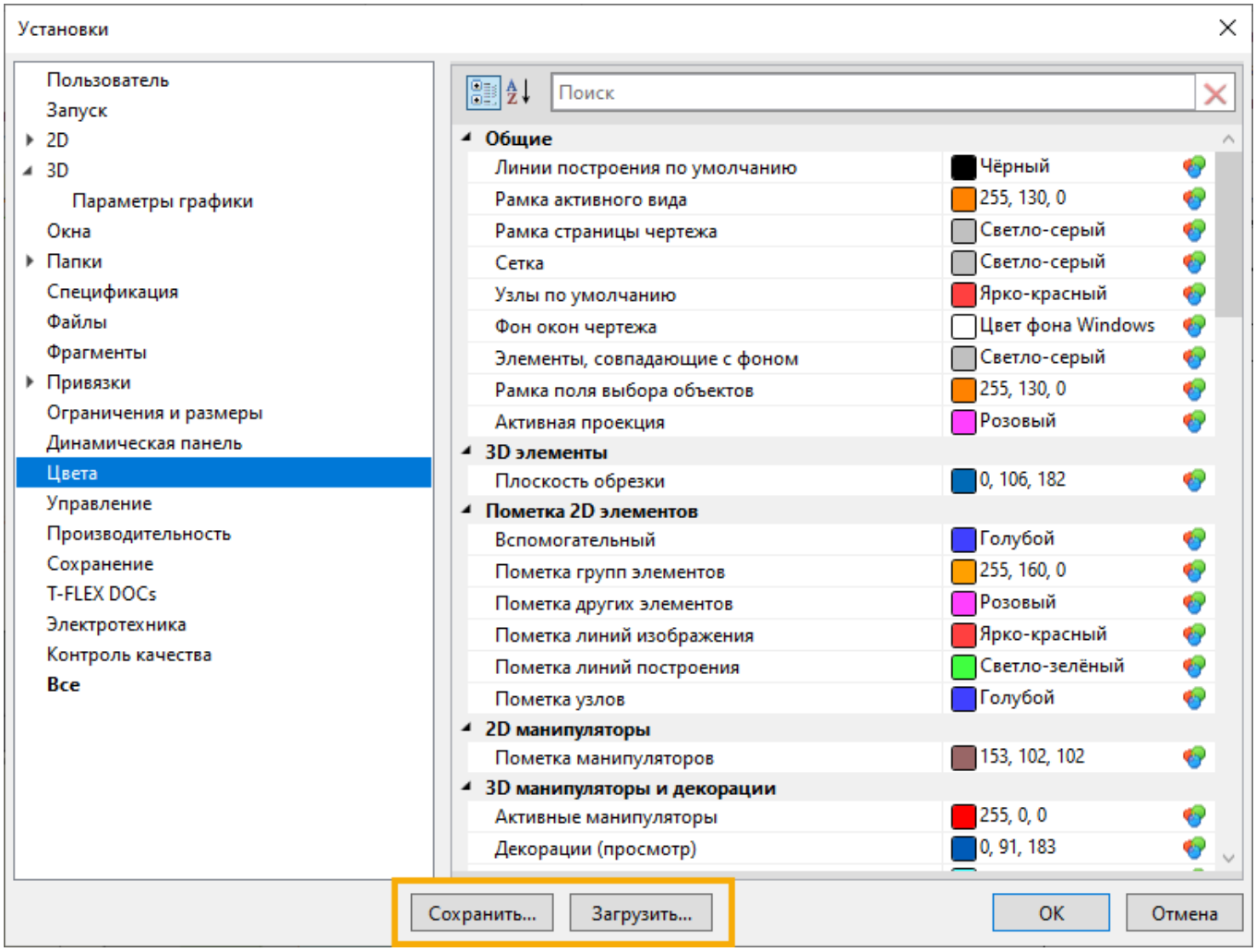


Проверка контуров

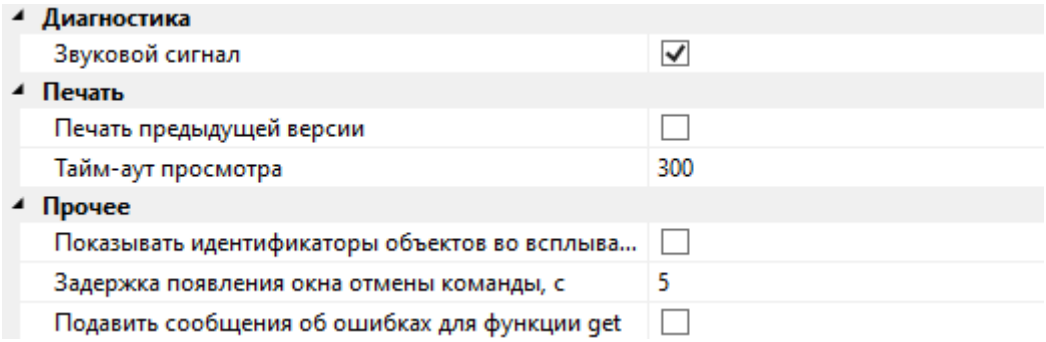
Цвета, используемые для выделения на чертеже или РП результатов проверки контуров.

Импорт/экспорт цветовой конфигурации

Заданные настройки можно сохранить во внешний файл «*.tfc» для последующего использования. Сделать это можно с помощью кнопки **Сохранить...** Для загрузки цветов из внешнего файла используется кнопка **Загрузить...**



Управление



Диагностика

Звуковой сигнал. Появление сообщения в окне **Диагностика** будет сопровождаться звуковым сигналом.

Печать

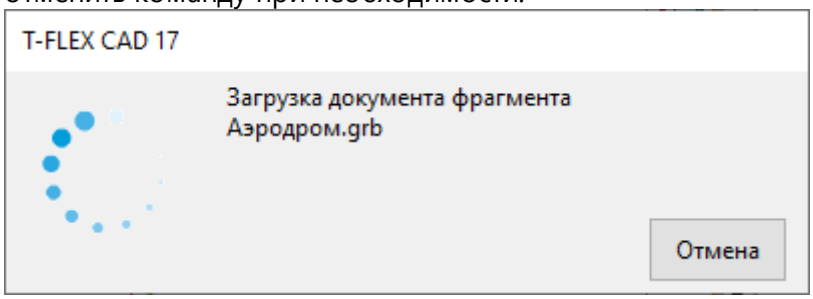
Печать предыдущей версии. Использовать команду **Печать** для предыдущей версии.

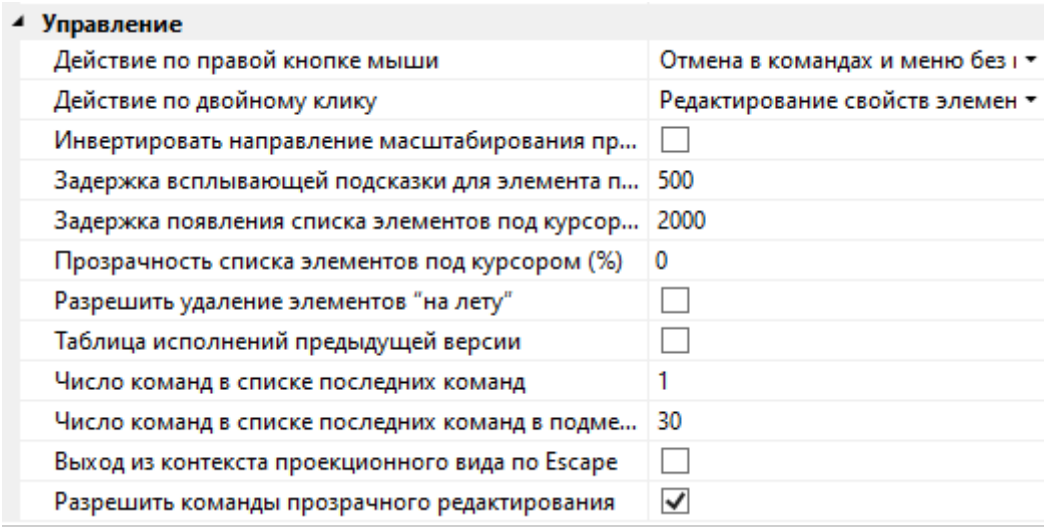
Тайм-аут просмотра. Если время рисования просмотра печати занимает больше указанного времени (в миллисекундах), то перерисовка не происходит и в окне **Печать** появляется кнопка **Показать**.

Прочее

Показывать идентификаторы объектов во всплывающих подсказках. При наведении курсора на объект во всплывающей подсказке отобразиться его идентификатор.

Задержка появления окна отмены команды, с. Если выполнение команды занимает больше времени, чем задано этим параметром (в секундах), то на экране появляется окно, позволяющее отменить команду при необходимости.





Управление

Действие по правой кнопке мыши. Данный параметр задаёт тип действия, которое выполняется в командах при нажатии . Действие выбирается из выпадающего списка. В зависимости от выбора после нажатия в различных режимах либо будет вызываться контекстное меню с доступными в данный момент командами, либо будет происходить отмена текущей команды.

Например, если выбран пункт **Меню в командах...**, то контекстное меню будет дублировать автоменю при нажатии во время выполнения команды.

Действие по двойному клику. Задаёт тип действия, которое выполняется по двойному клику левой кнопки мыши по элементу модели: редактирование свойств элемента либо редактирование элемента.

Инвертировать направление масштабирования при вращении колёсика мыши. Данный параметр позволяет изменить направление масштабирования в окнах системы при вращении колёсика мыши на противоположное.

Задержка всплывающей подсказки для элемента под курсором (мс). Время в миллисекундах с момента наведения курсора на элемент в 3D сцене или на чертеже до появления всплывающей подсказки, отображающей название и тип элемента.

Задержка появления списка элементов под курсором (мс). Время в миллисекундах с момента наведения курсора на элемент в 3D сцене или на чертеже до того, как во всплывающей подсказке появится полный список элементов, находящихся под курсором.

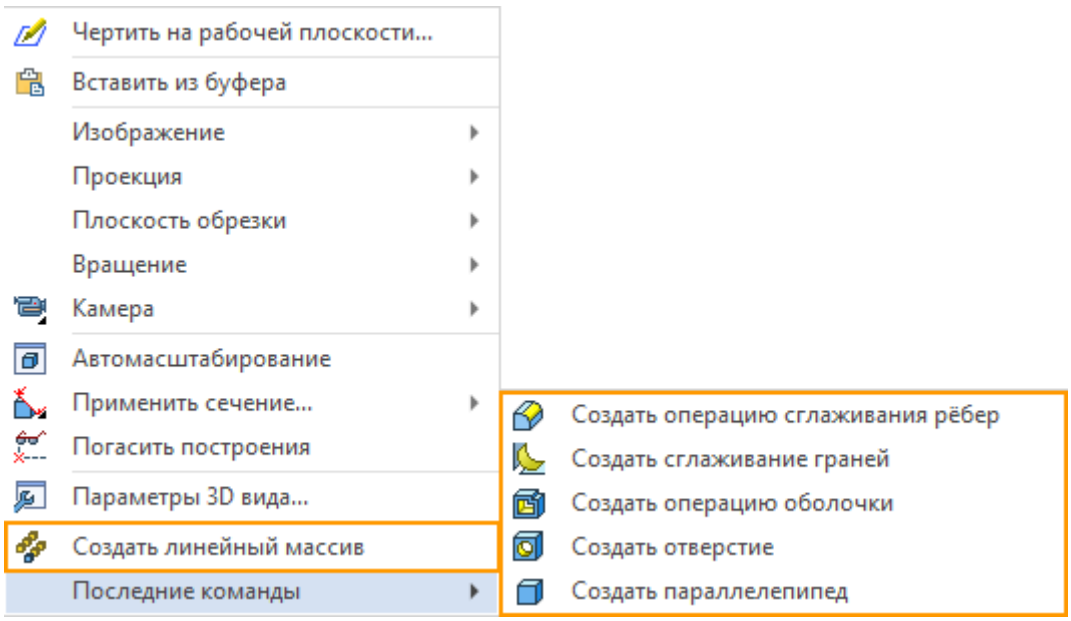
Прозрачность списка элементов под курсором (%). Прозрачность всплывающих подсказок, появляющихся при наведении курсора на элементы в 3D сцене или на чертеже.

Разрешить удаление элементов «на лету». Данный флажок позволяет включить режим «быстрого удаления». Для удаления любого 2D элемента достаточно будет подвести к нему курсор (элемент подсветится) и нажать <**Del**>.

Таблица исполнений предыдущей версии. Включает использование устаревшего механизма создания таблицы исполнений, применявшегося в прошлых версиях T-FLEX CAD.

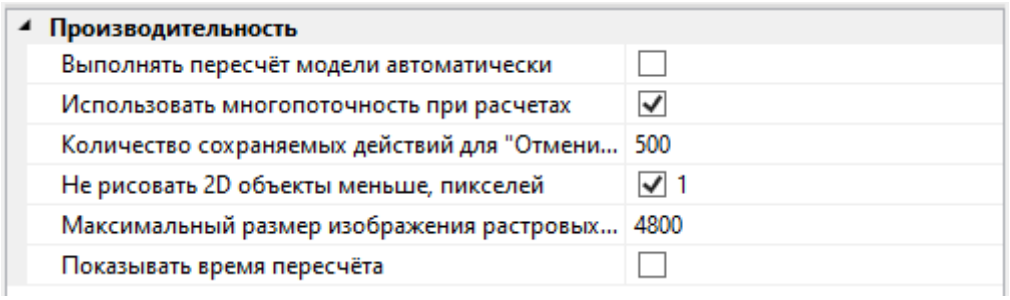
Число команд в списке последних команд. Параметр определяет количество последних команд, которое будет отображаться в контекстном меню, вызываемом в 3D окне.

Число команд в списке последних команд в подменю. Параметр определяет количество последних команд, которое будет отображаться в подменю **Последние команды** контекстного меню, вызываемого в 3D окне.



Выход из контекста проекционного вида по Escape. При установленном флаге активный в данный момент чертежный вид деактивируется по нажатию **<Esc>**.
Разрешить команды прозрачного редактирования. При установленном флаге возможно прозрачное редактирование некоторых 3D элементов.

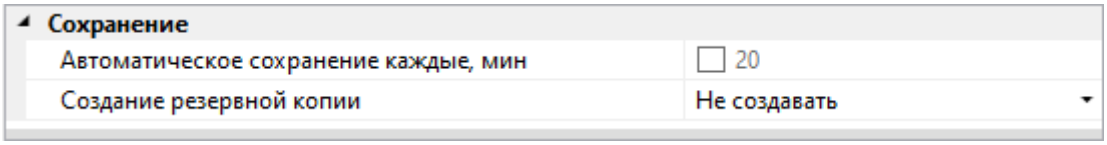
Производительность



Выполнять пересчёт модели автоматически
При установке данного флага пересчёт 3D модели будет запускаться автоматически при изменении параметров 2D модели (при выходе из редактора переменных, изменения положения линий построения и т.д.). При снятом флаге автоматический пересчёт в этих ситуациях не осуществляется. Для пересчёта потребуется обновить модель вручную.
Использовать многопоточность при расчётах
Данный флаг задействует механизм многопоточной работы T-FLEX CAD на компьютерах, имеющих многоядерные процессоры или на многопроцессорных системах. Это позволяет повысить скорость пересчёта моделей. Многопоточная обработка данных используется при расчёте геометрии 3D операций, при расчёте конечно-элементных сеток.
Количество сохраняемых действий для "Отменить/Повторить"
Параметр позволяет задать максимальное число действий пользователя, которые будут запоминаться для выполнения команд Отменить изменения и Повторить изменения. Параметр следует устанавливать до открытия файла.
Не рисовать 2D объекты меньше, пикселей
Все объекты, размер которых меньше указанного значения, не будут отображены на чертеже. Опция позволяет ускорить пересчёт больших чертежей.

Максимальный размер изображения растровых проекций, пиксели
Максимальная сторона изображения растровых проекций не превышает заданное значение. Пропорции изображения при этом сохраняются.
Показывать время пересчёта
Позволяет выводить информацию о времени пересчёта модели в статусную строку.

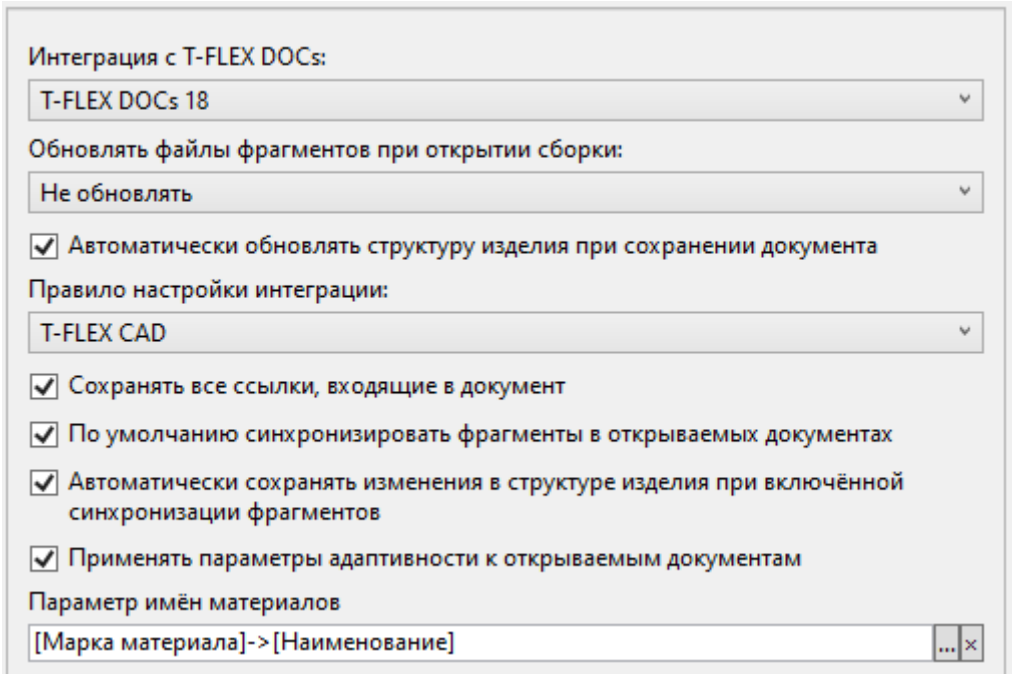
Сохранение



Автоматическое сохранение каждые, мин. При установке данного параметра текущий документ автоматически сохраняется через указанный промежуток времени. В целях сохранения целостности модели сохранение документа производится только при переходе из команды в команду и не выполняется при работе в одной команде.
Создание резервной копии. Данный параметр задаёт режим создания резервной копии файла документа при его сохранении. Параметр может принимать следующие значения:

- **Не создавать** - резервная копия не создаётся.
- **При первом сохранении** - файл с расширением «.BAK» создаётся при первом сохранении документа после его открытия для редактирования.
- **При каждом сохранении** - резервная копия создаётся из предыдущей версии файла при каждом сохранении документа.
- **При каждом сохранении новая** - резервная копия создаётся при каждом сохранении изменённого файла с разными расширениями: «.B01», «.B02» и т.д.

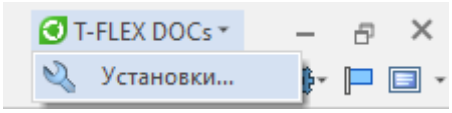
T-FLEX DOCs



Данная вкладка определяет параметры совместной работы T-FLEX CAD и системы T-FLEX DOCs. Настройки данной вкладки доступны для редактирования только в том случае, если на данном рабочем месте установлена система T-FLEX DOCs.

Подробная информация о совместной работе CAD и DOCs доступна в разделе Интеграция с T-FLEX DOCs.

Чтобы открыть диалог установок системы сразу на этой вкладке можно воспользоваться кнопкой, расположенной в правом верхнем углу главного окна T-FLEX CAD.



Параметр **Интеграция с T-FLEX DOCs** позволяет выбрать клиент T-FLEX DOCs для интеграции с T-FLEX DOCs. В выпадающем списке всегда присутствует пункт **Нет** (система работает в обычном режиме, без интеграции), а также перечислены все установленные на данном рабочем месте версии T-FLEX DOCs.

Параметр **Обновлять файлы фрагментов при открытии сборки** задаёт режим проверки актуальности файлов фрагментов, картинок и т.п. при открытии и пересчёте сборки:

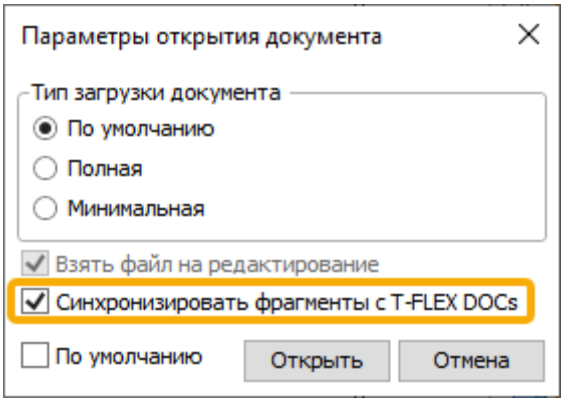
- **Не обновлять** – Файл будет загружен с сервера только при его отсутствии. Это самый оптимальный вариант по производительности, но нет синхронизации при совместной работе.
- **Обновлять** – Все неактуальные файлы автоматически синхронизируются. Данный вариант работает медленнее, но всегда гарантирует актуальность, если на сервере что-то изменилось.
- **Проверить и спросить** – Будет проверена актуальность всех файлов в сборке на все уровни, и задан вопрос, если в DOCs есть файлы новее, чем в рабочей папке. Компромиссный вариант.

Автоматически обновлять структуру изделия при сохранении файла. Если флажок установлен, при первом сохранении документа автоматически вызывается команда сохранения состава изделия в DOCs. При последующих сохранениях структура изделия в DOCs обновляется.

Правило настройки интеграции. Данный параметр позволяет выбрать одно из правил справочника **Правила настройки интеграции** T-FLEX DOCs.
Правило настройки интеграции можно задать только после того как интеграция с DOCs была активирована, т.к. правила интеграции хранятся в DOCs. Т.е. нужно выбрать вариант интеграции и нажать **ОК**. После этого, дождаться, когда интеграция произойдёт, вновь открыть диалог **Установки Системы** и выбрать правило интеграции в списке.

Сохранять все ссылки, входящие в документ. Данный флаг служит для настройки режима сохранения в T-FLEX DOCs составных документов T-FLEX CAD - документов, содержащих ссылки на внешние файлы. Если данный флаг снят, в справочник T-FLEX DOCs "Файлы" будут сохранены только внешние файлы формата GRB (фрагменты сборки). Чтобы помимо файлов GRB сохранить внешние файлы других форматов, необходимо установить данный флаг.

По умолчанию синхронизировать фрагменты в открываемых документах. Данный флаг управляет состоянием по умолчанию флага **Синхронизировать фрагменты с T-FLEX DOCs** в диалоге параметров открытия документа.

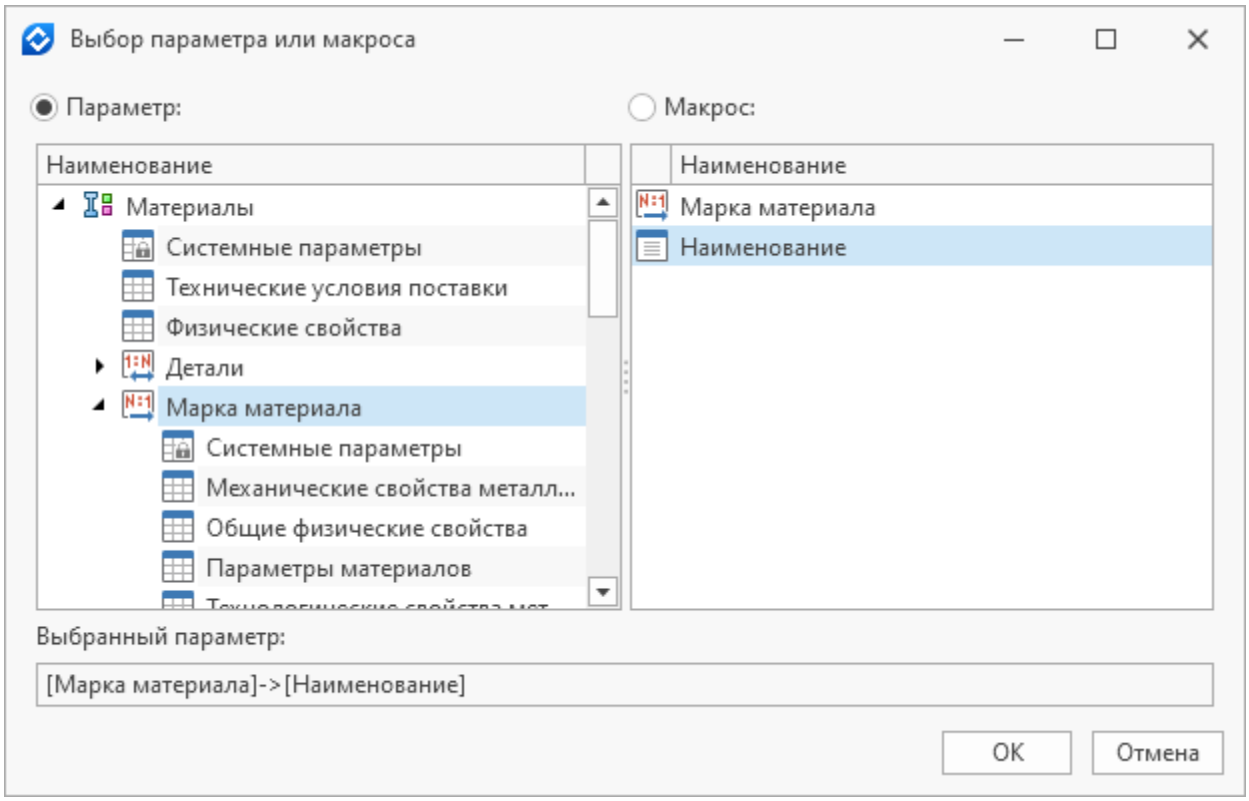


Автоматически сохранять изменения в структуре изделия при включённой синхронизации фрагментов. По умолчанию этот и предыдущий флаг установлены. В результате при изменении состава изделия в T-FLEX CAD структура изделия в T-FLEX DOCs автоматически обновляется в соответствии с этими изменениями. Для увеличения производительности при работе с большими сборками данную опцию можно отключить.

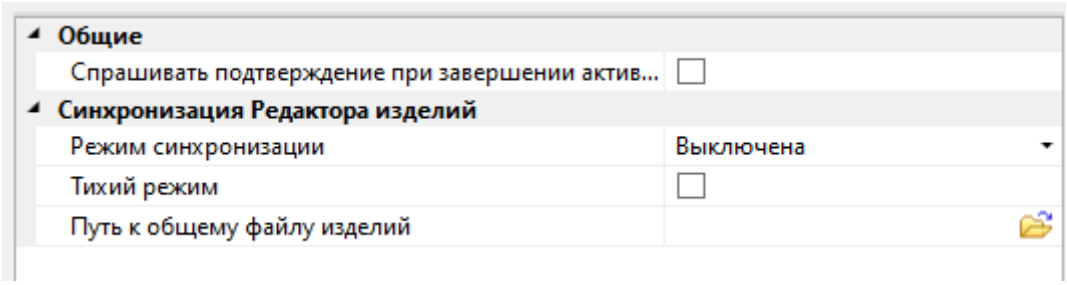
Применять параметры адаптивности к открываемым документам. При установленном флаге параметры адаптивности считываются из параметров подключения объекта ЭСИ.

Параметр имён материалов. При использовании в CAD материалов из DOCs можно выбрать параметр объектов справочника **Материалы** DOCs, который будет отображаться в качестве имени материала в CAD. Для выбора параметра используется кнопка в правой части поля. Она открывает окно DOCs со списком доступных параметров. Выберите желаемый параметр и нажмите **OK** для возврата в CAD. Для сброса параметра используется кнопка в правой части поля. Если параметр не задан, используется **[Имя]**.

Данная опция доступна только при использовании T-FLEX DOCs версии не ниже 17.5.4.62.



Электротехника



Данная закладка доступна только, если на данном рабочем месте установлено приложение **Электротехника**.

Общие

Содержит флаг **Спрашивать подтверждение при завершении активной команды**.

Синхронизация Редактора изделий

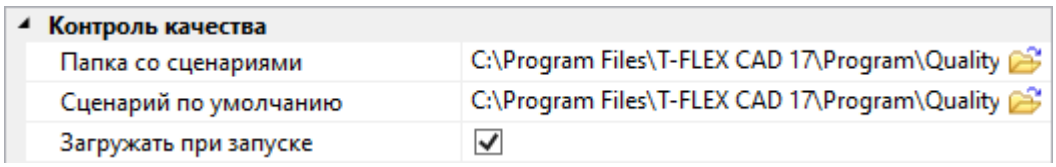
Режим синхронизации. Параметр позволяет задать условия синхронизации общего файла электротехнических изделий с его локальной версией на рабочем месте:

- **Выключена**. Связь общего файла электротехнических изделий и его локальной версии на рабочем месте отсутствует;
- **В одну сторону – Оттуда**. Изменения общего файла передаются в локальную версию на рабочее место;
- **В одну сторону – Туда**. Изменения локальной версии на рабочем месте передаются в общий файл;
- **В обе стороны.** Режим, при котором синхронизация осуществляется в обе стороны.

Тихий режим. При установленном флаге система не будет спрашивать пользователя перед автоматической синхронизацией.

Путь к общему файлу изделий. Данный параметр указывает путь к папке, которая содержит общий файл, содержащий в себе все информационные модели электротехнических изделий.

Контроль качества

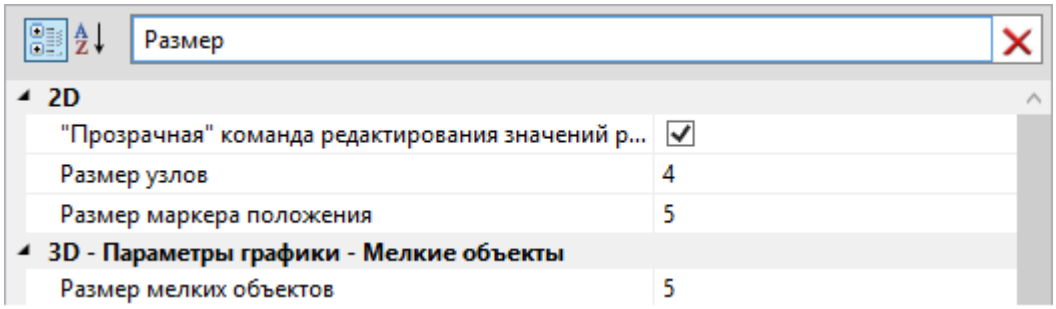


Содержит настройки встроенного средства **Контроля качества**.

- **Папка со сценариями**. В этой папке находятся шаблоны сценариев.
- **Сценарий по умолчанию**. В этом пункте задается путь до сценария по умолчанию.
- **Загружать при запуске**. При активном флаге модуль будет загружаться при запуске системы.

Все

На закладке **Все** отображаются все существующие установки.
Эти параметры можно сортировать по категориям или алфавиту.
С помощью строки поиска можно найти нужный параметр, достаточно ввести её название или его часть.

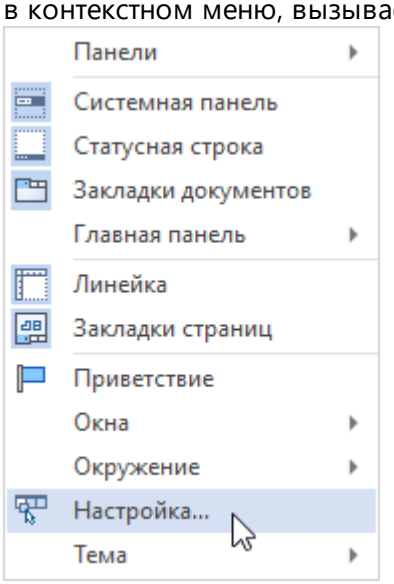


Настройка интерфейса

Для задания настроек инструментальных панелей предназначена команда **Настройка**:

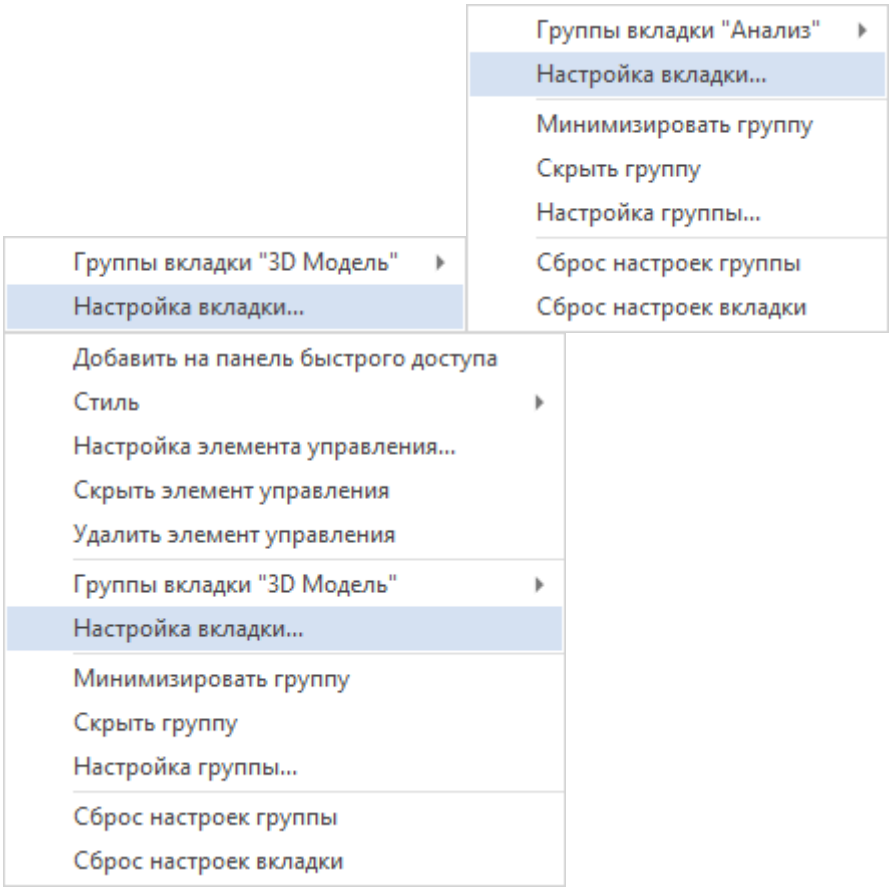
Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Настройка > Настройка... > Настройка...
Клавиатура	Текстовое меню
<SB>	Настройка > Настройка...

При выключенном режиме ленты команда также может быть вызвана выбором пункта **Настройка...** в контекстном меню, вызываемом по нажатию на инструментальных или системной панелях.



При включенном режиме ленты команда также может быть вызвана выбором пунктов **Настройка вкладки...** или **Настройка группы...** в контекстном меню, вызываемом по нажатию на ленте или на текстовом меню.

Состав контекстного меню может отличаться в зависимости от того, на каком элементе интерфейса оно вызвано.



Данная команда позволяет пользователю настроить средства пользовательского интерфейса.

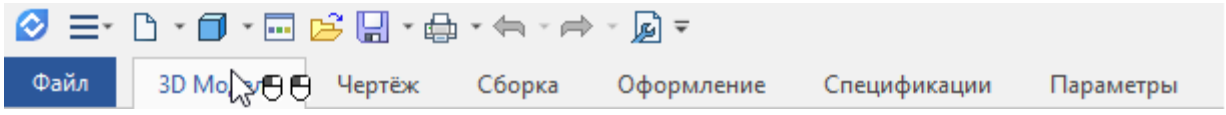
Настройка ленточного интерфейса

В ленточном интерфейсе все команды распределены по вкладкам. Название каждой вкладки отражает содержимое. Иконки команд объединены в группы.

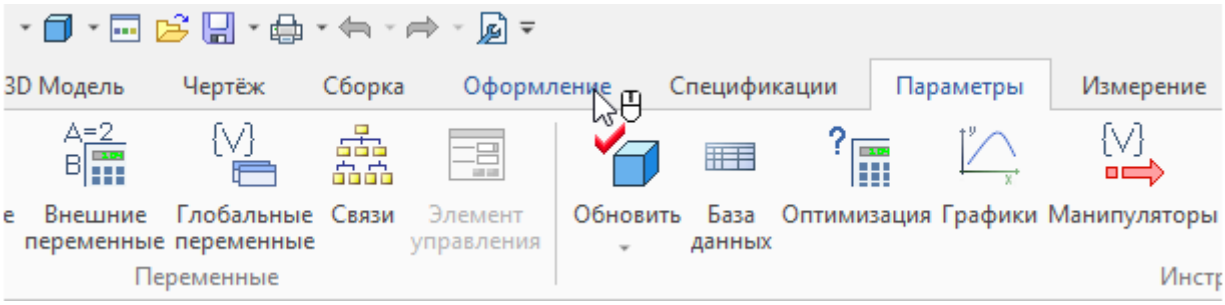
Лента подстраивается под текущий режим работы. Например, вкладки **3D Модель** и **Чертёж** меняются при переключении между 3D и 2D окнами.

Система запоминает, на какой вкладке располагалась последняя выбранная команда. Если выбрать команду со вкладки **Измерение** в 3D окне, а потом продолжить работу в 2D окне, то при следующей активации 3D окна будет активна вкладка с последней использованной в 3D командой.

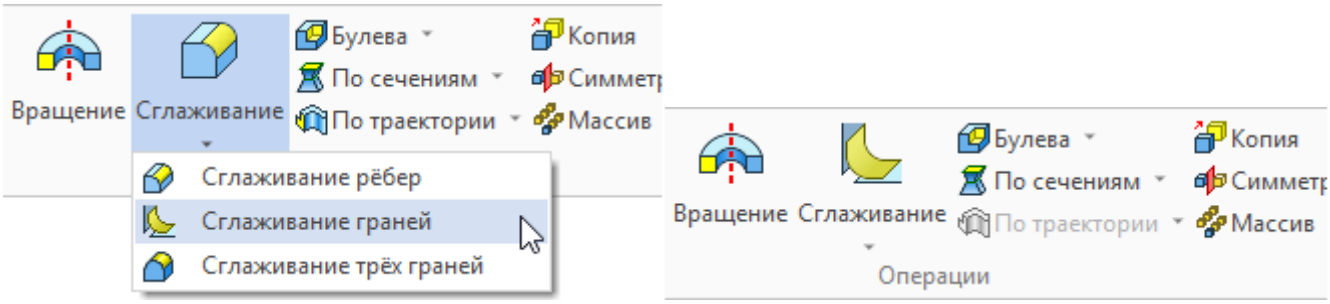
Ленту можно скрыть при помощи двойного клика по ней. При этом она вновь появляется при выборе любой из её вкладок. Восстановление ленты осуществляется повторным двойным кликом.



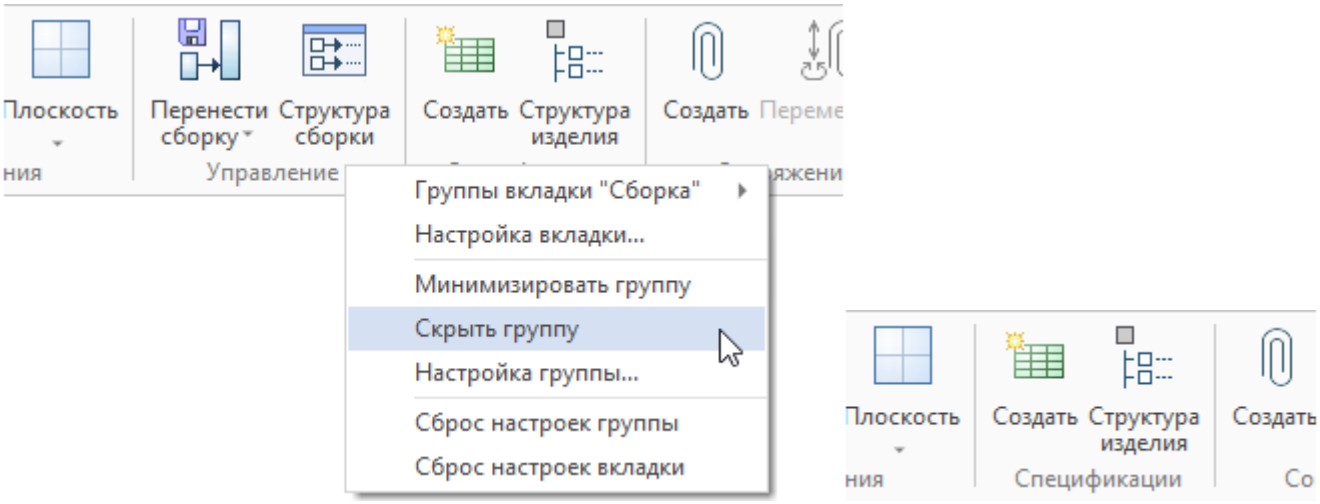
Вкладки можно переключать с помощью колеса мыши, если навести на них курсор и вращать колесо.



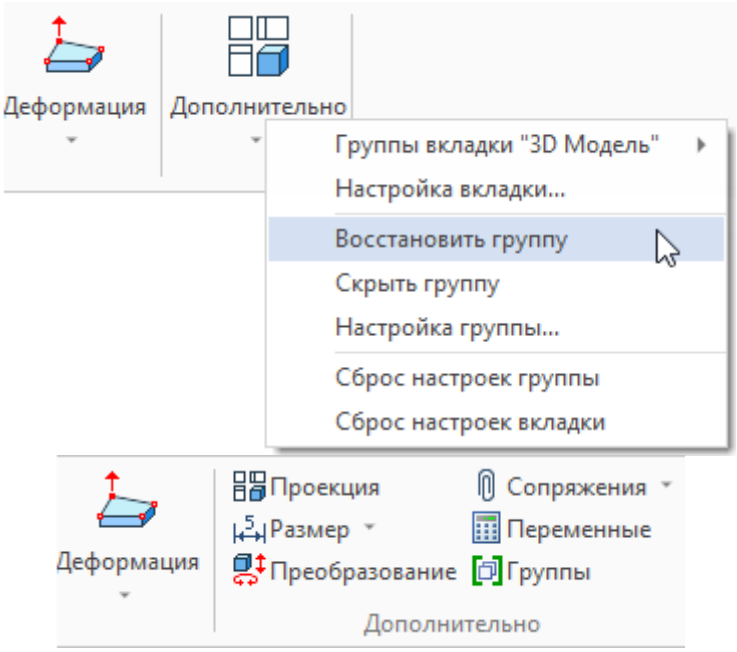
Если несколько равноценных команд в ленте объединены в выпадающий список, то последняя выбранная команда запоминается.



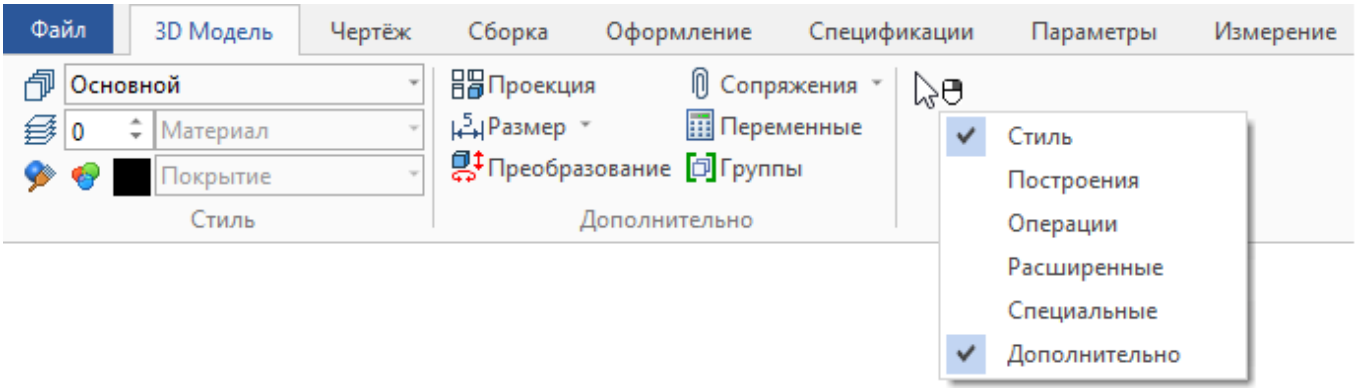
Для персональной настройки существует возможность редактирования существующих вкладок и создания собственных вкладок с необходимыми командами и операциями.
Пользователь может скрывать в ленте группы, которые никогда не использует.



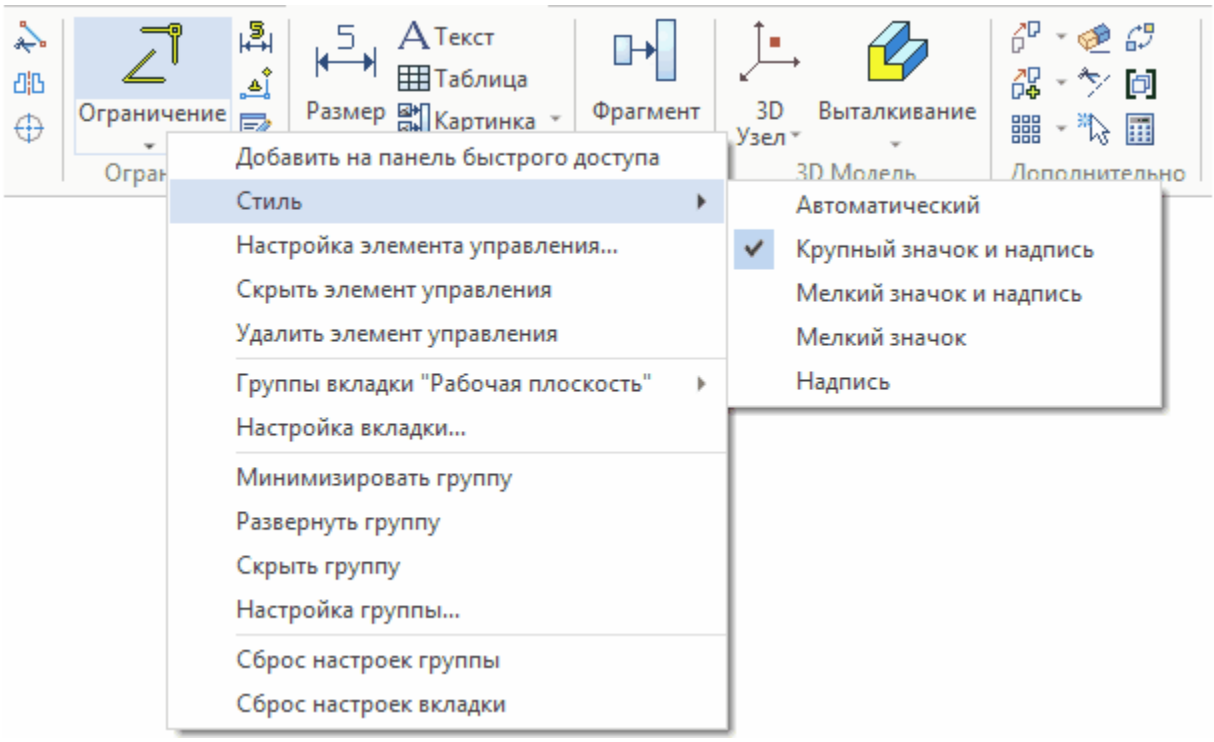
В ленте существует возможность свернуть\развернуть группы команд.



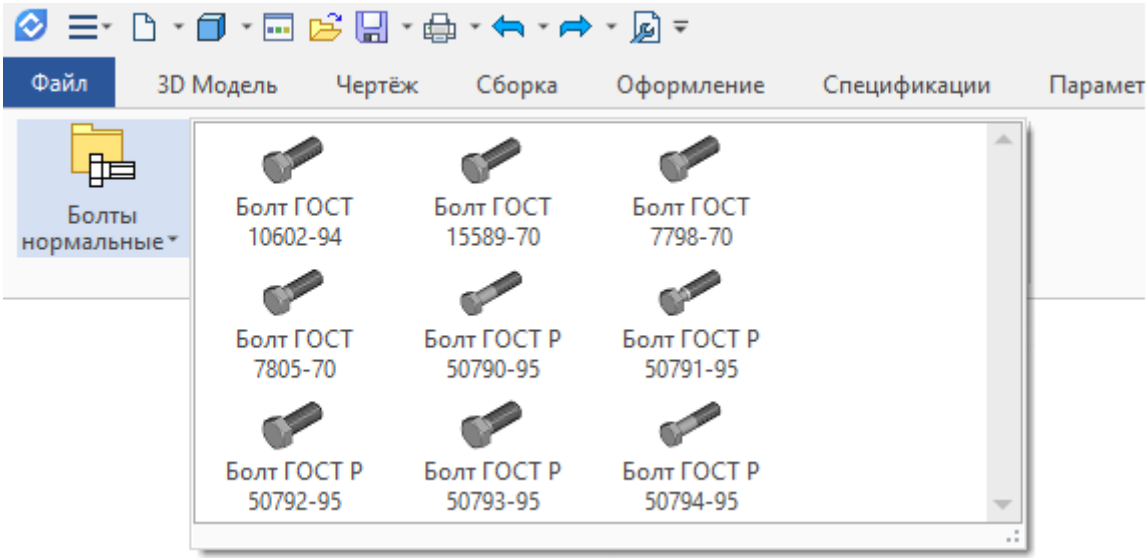
Скрытые группы можно восстановить из контекстного меню, которое вызывается при клике в пустое пространство ленты.



Для любой из кнопок ленты можно вызвать контекстное меню, в котором можно настроить стиль отображения кнопки или скрыть её без входа в диалог **Настройки**.



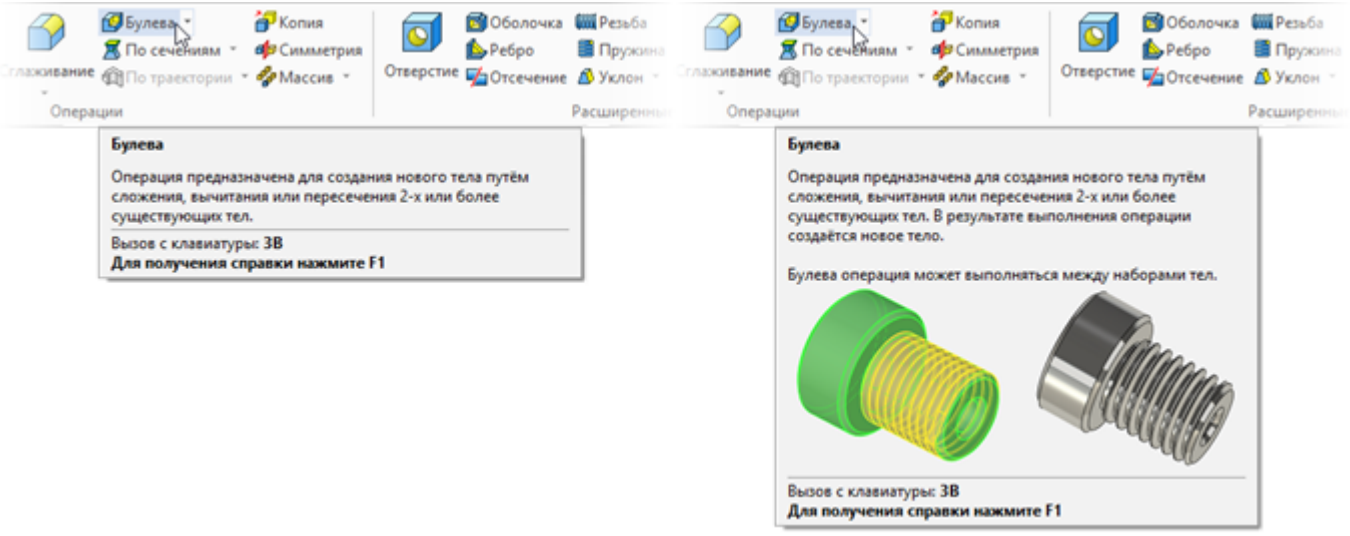
Существует возможность добавлять фрагменты из библиотек в ленту. Для этого в команде **Настройки** на вкладке Лента надо выбрать категорию **Вставка фрагментов из библиотек** и перетащить выбранные файлы на нужную группу ленты. Это позволяет создавать пользовательские вкладки ленты с библиотечными элементами или дополнять ими существующие вкладки.



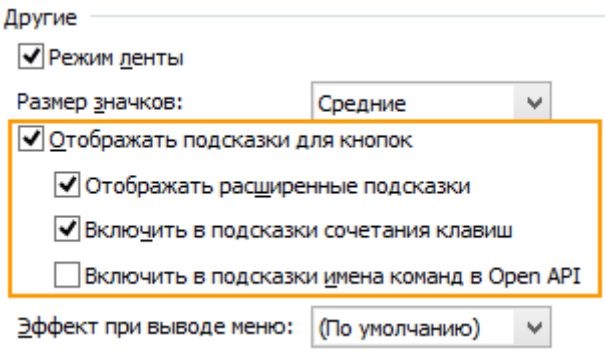
При выборе категории **Создание документов из прототипов** можно добавить на выбранную вкладку иконку создания нового документа на основе указанного прототипа.

Подсказки

При наведении курсора на иконку команды появляется краткая подсказка к ней. Если задержать курсор на две секунды, то появится расширенная подсказка с иллюстрацией.



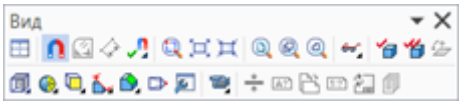
Управление отображением подсказок осуществляется на вкладке **Параметры** команды **Настройки:**



Настройка инструментальных панелей текстового интерфейса

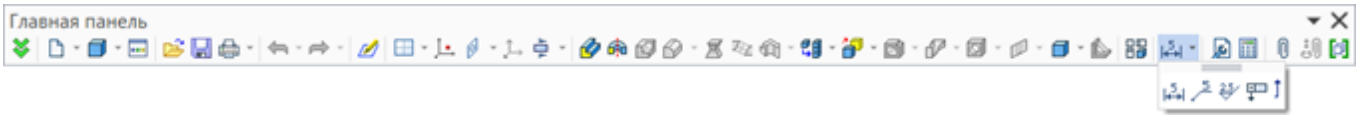
Для перемещения инструментальной панели необходимо нажать , указывая курсором в область панели, свободной от кнопок, и, не отпуская кнопки, переместить панель в требуемую область. При этом панель может «прилипнуть» к любой из границ главного окна системы, либо может остаться «плавающей» над главным окном. В плавающем состоянии панель имеет заголовок со своим названием.

Форму такой панели можно менять, для этого нужно установить курсор на край поля панели (он должен принять вид двусторонней стрелки), а затем переместить его.

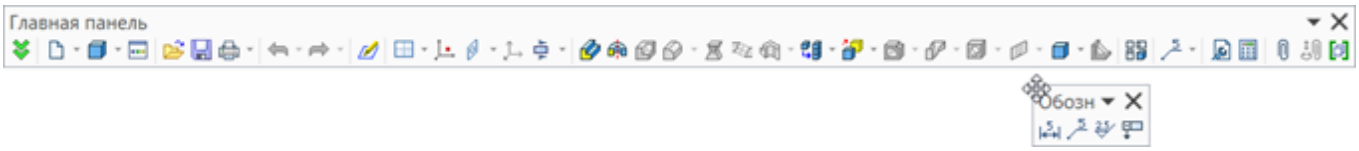


Для переключения состояния расположения панели вдоль границы главного окна и «плавающего» состояния можно воспользоваться при указании курсором в область панели, свободной от кнопок.

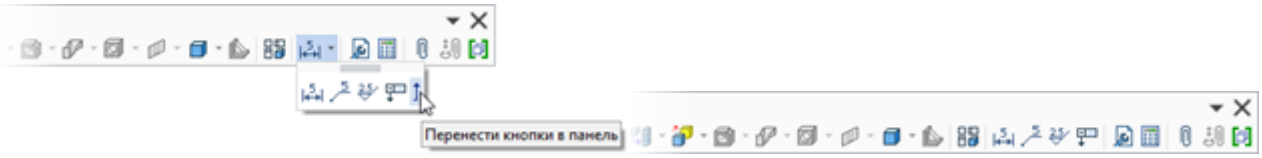
Стандартные инструментальные панели (Главная и панель «Вид») содержат в себе некоторые «вложенные» панели. При этом в основной инструментальной панели по умолчанию отображается только одна пиктограмма «вложенной» панели (остальные скрыты), справа от которой расположена кнопка . При нажатии на эту кнопку открывается «вложенная» панель с остальными пиктограммами данной группы.



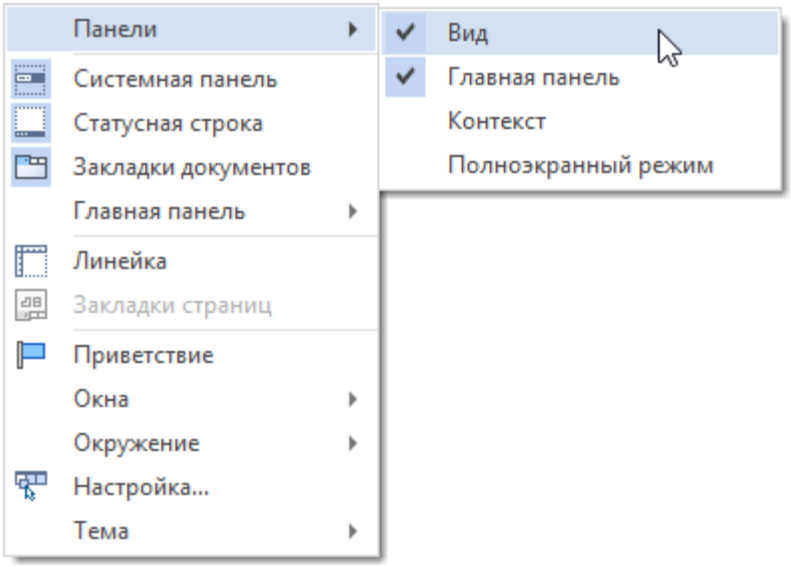
Вложенную панель можно превратить в полноценную инструментальную панель. Для этого необходимо поместить курсор в область заголовка вложенной панели, нажать и, не отпуская нажатой клавиши мыши, перетащить её в любое место окна T-FLEX CAD.



Кнопки вложенной панели можно разместить и непосредственно на основной панели. Для этого достаточно нажать кнопку в правом конце вложенной панели.



Изменение видимости инструментальных панелей



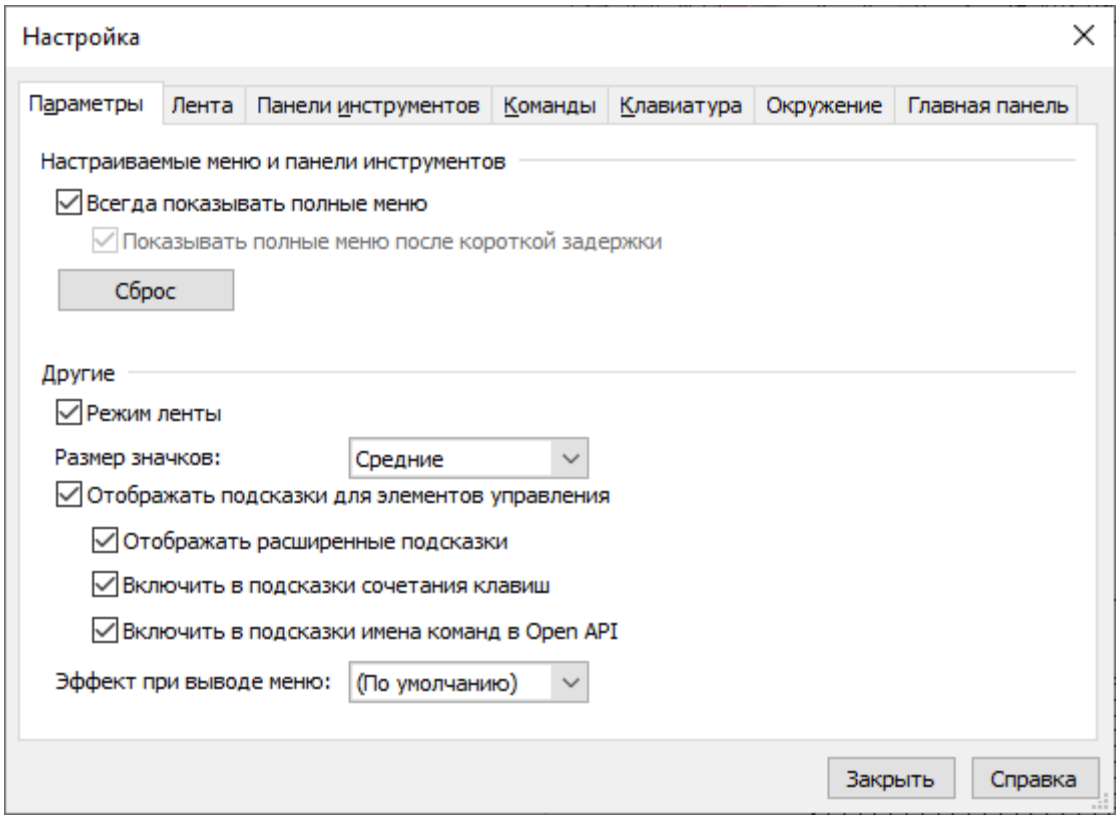
Для включения или выключения требуемой инструментальной панели можно воспользоваться , указывая курсором в одну из инструментальных панелей. При этом будет выведено контекстное меню, первый пункт которого содержит список всех доступных инструментальных панелей.
Галочками отмечены видимые в данный момент панели. Для включения или выключения требуемой панели необходимо выбрать соответствующий пункт меню.
Для того чтобы включить или выключить сразу несколько панелей, можно воспользоваться пунктом Настройка... в этом же меню или командой **Настройка системы.**
Данная команда вызывает диалоговое окно с закладками. Оно позволяет выполнить ряд действий над инструментальными панелями и задать любые комбинации клавиш на команды.

Основные темы в этом разделе:

- Параметры
- Лента
- Панели инструментов

- Команды
- Клавиатура
- Окружение
- Главная панель

Параметры



На закладке **Параметры** собраны параметры отображения текстового меню и инструментальных панелей системы.

Настраиваемые меню и панели инструментов

Группа включает в себя параметры, определяющие способ отображения текстовых меню системы:

Всегда показывать полные меню

По умолчанию флажок включён. В противном случае текстовые меню T-FLEX CAD показываются в сокращённом виде, скрывая неиспользуемые продолжительное время пункты меню.

- **Показывать полные меню после короткой задержки**
  Данный флаг доступен только при отключенной опции **Всегда показывать полные меню**.
  По умолчанию флаг установлен, в результате чего полная версия текстового меню отображается автоматически через некоторое время после наведения курсора на кнопку **Развернуть** в нижней части меню. При снятом флаге для отображения полной версии меню эту кнопку необходимо нажать с помощью .

Сброс

Кнопка отменяет все изменения, внесённые пользователем в настройки стандартных панелей.

Другие

Группа объединяет следующие параметры:

Режим ленты

Позволяет переключаться между ленточным и текстовым интерфейсами системы.

Размер значков

Размер кнопок и иконок/пиктограмм в различных панелях системы. В выпадающем списке можно выбрать **Мелкие** (16x16 пикселей), **Средние** (24x24 пикселей) и **Крупные** значки (32x32 пикселей). Данный параметр по разному влияет на разные панели:

Размер кнопок в **Ленте** настраивается индивидуально для каждой кнопки с помощью пункта **Стиль** в контекстном меню кнопки и не зависит от данного параметра.

В **служебных** окнах, **системной панели, текстовом меню, меню справки, меню настроек, закладках страниц, закладках документов** и в различных **контекстных меню** всегда используются мелкие значки.

Главная панель поддерживает все три возможных размера значков, если не включены подписи под кнопками; в противном случае всегда используются крупные значки. Кроме того, если в выпадающем списке диалога настройки инструментальных панелей выбраны мелкие значки, можно сделать исключение для главной панели, установив в её опциях отображения флаг **Крупные значки**. Тогда для главной панели будут использоваться средние значки.

Панели дерева модели в 3D окне, фильтров и **разделения окна вида** используют мелкие значки, не только, когда выбрана опция **Мелкие**, но и когда выбрана опция **Средние**. При выборе опции **Крупные** используются средние значки.

Панель Вид в ленточном интерфейсе, а также панели **Автоменю, редактирования в контексте сборки** и **закрытия активного чертёжного вида** при любом типе интерфейса используют мелкие значки, когда выбрана опция **Мелкие**, и средние значки, когда выбраны опции **Средние** или **Крупные**.

Динамическая панель и прочие **инструментальные панели** поддерживают все три возможных размера значков.

Отображать подсказки для кнопок

Параметр задаёт режим отображения всплывающей подсказки при наведении курсора на кнопки инструментальных панелей.

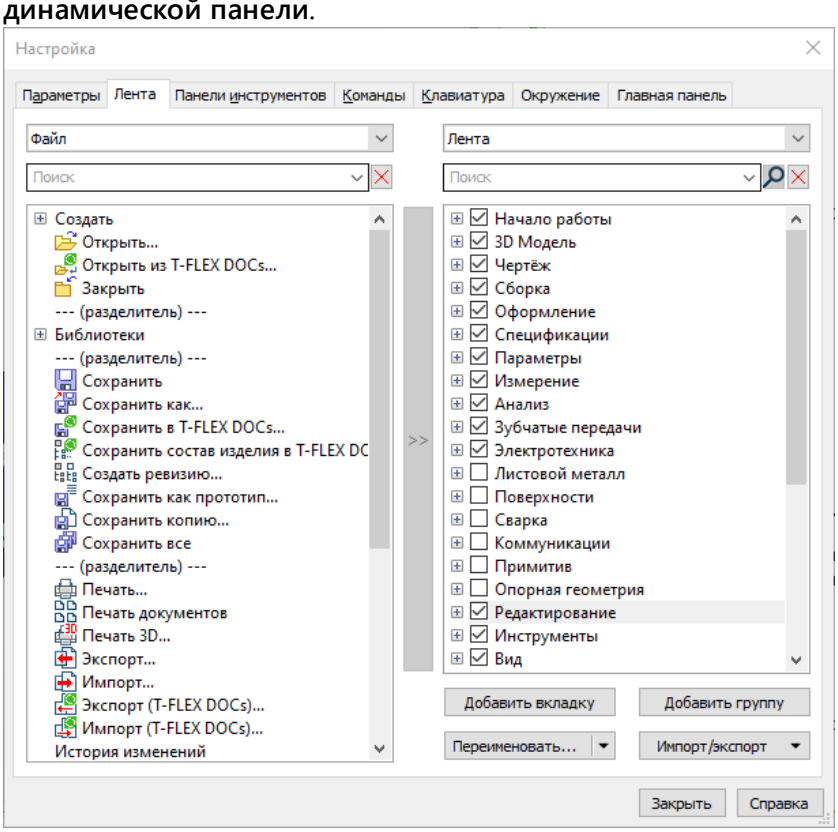
- **Отображать расширенные подсказки**
  Заменяет обычную подсказку на более подробную с иллюстрациями, если таковая доступны для текущей кнопки. Доступен только при включённом флажке **Отображать подсказки для кнопок.**
- **Включать в подсказки сочетания клавиш**
  Эта опция включает/выключает режим, при котором во всплывающей подсказке показывается не только название команды, но и сочетание клавиш для её вызова. Доступен только при включённом флажке **Отображать подсказки для кнопок**.
- **Включать в подсказки имена команд в Open API**
  Эта опция включает/выключает режим, при котором во всплывающей подсказке показывается имя команды в Open API. Доступен только при включённом флажке **Отображать подсказки для кнопок**.

Эффект при выводе меню

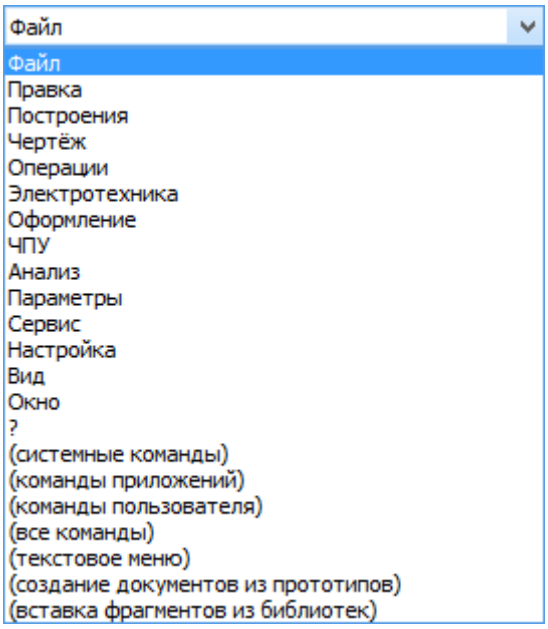
Данный выпадающий список определяет спецэффект, используемый при открытии текстовых меню: **По умолчанию** (в соответствии с общими настройками Windows), **Случайный выбор**, **Развёртывание**, **Соскальзывание**, **Угасание**, **Нет**.

Лента

Закладка **Лента** позволяет выбрать наполнение для вкладок **ленты, панели быстрого доступа** и **динамической панели**.



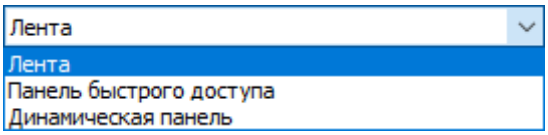
В левой части диалога отображается список команд, существующих в T-FLEX CAD. С помощью выпадающего списка над левым списком команд можно выбрать, команды какой группы будут отображаться в списке.



Поле поиска под выпадающим списком позволяет отфильтровать список команд, расположенный ниже, оставив только те команды, названия которых содержат введённый текст.

В правой части диалога перечислены с разбивкой на группы и вкладки все команды, доступные в ленте, панели быстрого доступа или динамической панели.

Переключение между лентой, панелью быстрого доступа и динамической панелью осуществляется с помощью выпадающего списка над правым списком команд.



Поле поиска, расположенное под выпадающим списком, позволяет найти среди перечисленных ниже команд те, названия которых содержат введённый текст. В отличие от поля поиска в левой части окна, поле в правой части не фильтрует список команд. Для последовательного переключения между найденными результатами поиска необходимо воспользоваться кнопкой , расположенной справа.

Для добавления команды на выбранную панель или вкладку ленты, необходимо:

- Выбрать команду в левом списке.
- Выбрать в правом списке группу, в которую будет добавлена выбранная команда.
- Нажать на кнопку [>>] в центре.

Под правым списком находятся следующие кнопки:

- **Добавить вкладку**
  Доступна только для ленты, позволяет добавить новую пустую вкладку на ленту.
- **Добавить группу**
  Доступна для ленты при выбранной вкладке и для динамической панели независимо от выбора.
  Для ленты добавляет новую пустую группу в выбранную вкладку.
  Для динамической панели открывает перечень возможных типов объектов для добавления в правый список.
- **Переименовать/Удалить**
  Доступна всегда.
- **Импорт/экспорт**.
  Доступна для ленты и панели быстрого доступа. Позволяет выгрузить настройки ленты или панели (целиком, независимо от выбранной группы/вкладки/команды) во внешний xml-файл и импортировать настройки из внешнего xml-файла.

Настройка ленты и панели быстрого доступа

При нажатии на команде, группе или вкладке в правом поле диалога вызывается контекстное меню. Для групп это меню содержит следующие пункты:

- **Переименовать...**
- **Удалить**

Для команд помимо вышеуказанных опций доступен также пункт **Стиль,** позволяющий настроить отображение команды в ленте.

Для вкладок помимо переименования и удаления доступны следующие пункты:

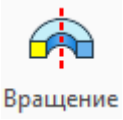
- **Теги**...
  Позволяет прописать пользовательские теги в исходном коде вкладки.
- **Экспортировать вкладку**...
  Создаёт xml-файл с исходным кодом вкладки.

Две последние опции могут быть полезны при создании пользовательских надстроек для T-FLEX CAD.

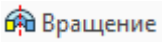
Стили отображения команд в ленте

- **Автоматический**
  Система сама выбирает стиль, исходя из наличия свободного места на экране.

- **Крупный значок и надпись**



- **Мелкий значок и надпись**



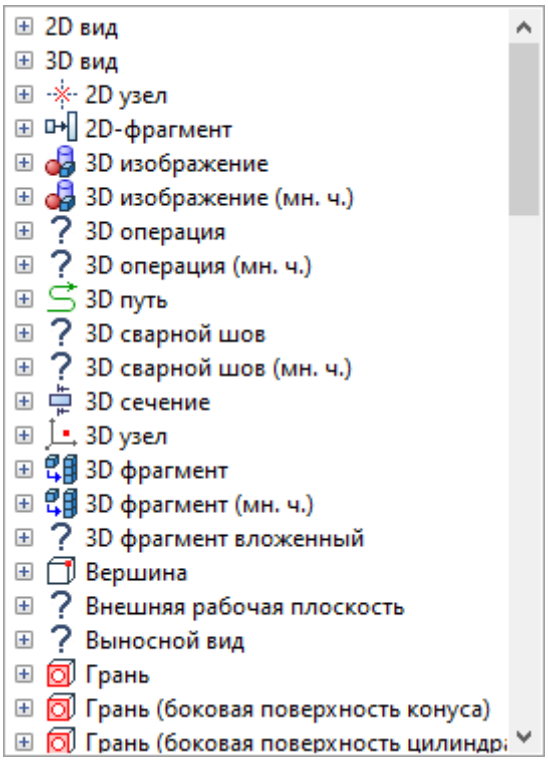
- **Мелкий значок**

- **Надпись**

Настройка динамической панели

Для динамической панели команды в правом списке сгруппированы по типам объектов, при выборе которых отображается динамическая панель.

Для одного и того же типа объекта может отображаться разный набор команд в зависимости от того, выбран один объект или несколько. Наборы команд для нескольких объектов отмечены как **(мн. ч.)**.

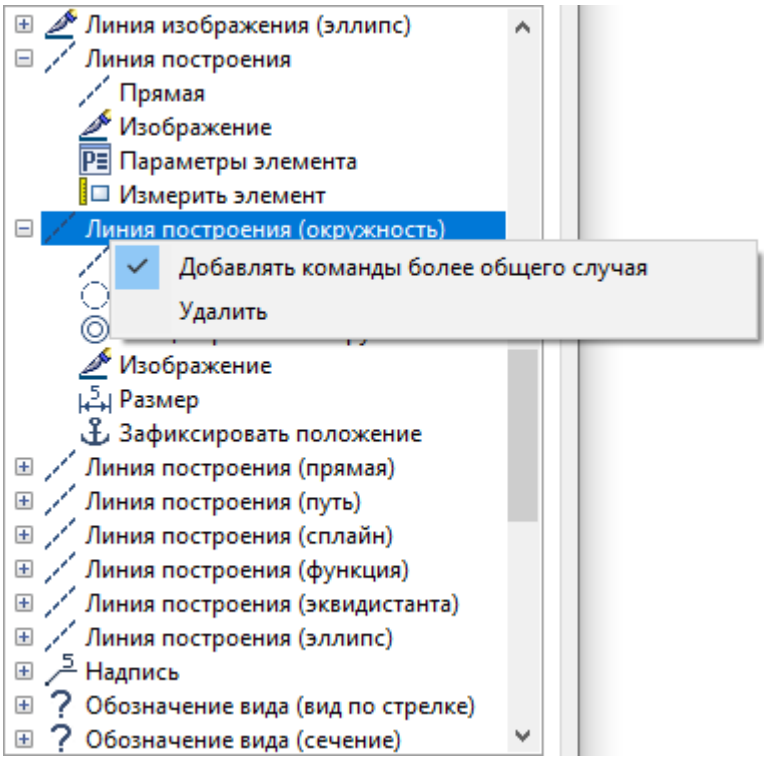


Некоторые типы объектов дополнительно делятся на подтипы, название которых указывается в скобках. Например, в тип **Линия построения** входят подтипы **окружность, прямая, путь, сплайн, функция, эквидистанта, эллипс**.

Также есть следующие особые типы:

- **3D операция**
  Включает все операции 3D моделирования
- **2D вид**
  Набор команд, отображаемых при нажатии на пустом месте в 2D окне
- **3D вид**
  Набор команд, отображаемых при нажатии на пустом месте в 3D окне

Контекстное меню каждого типа объектов в правом списке содержит опцию **Добавлять команды более общего случая**. Например, для объектов типа **Линия построения** (**окружность**) при включенной опции будут также отображаться команды, соответствующие типу **Линия построения**.



Контекстное меню команд и типов объектов в правом списке также содержит пункт **Удалить**. Кроме того, для команд доступна опция **Показывать в панели** (включена по умолчанию). При **удалении** команда не только не будет отображаться в динамической панели для данного типа объектов, но и удалится из правого списка. При отключении опции **Показывать в панели** команда не будет отображаться в динамической панели для данного типа объектов, но останется в списке.

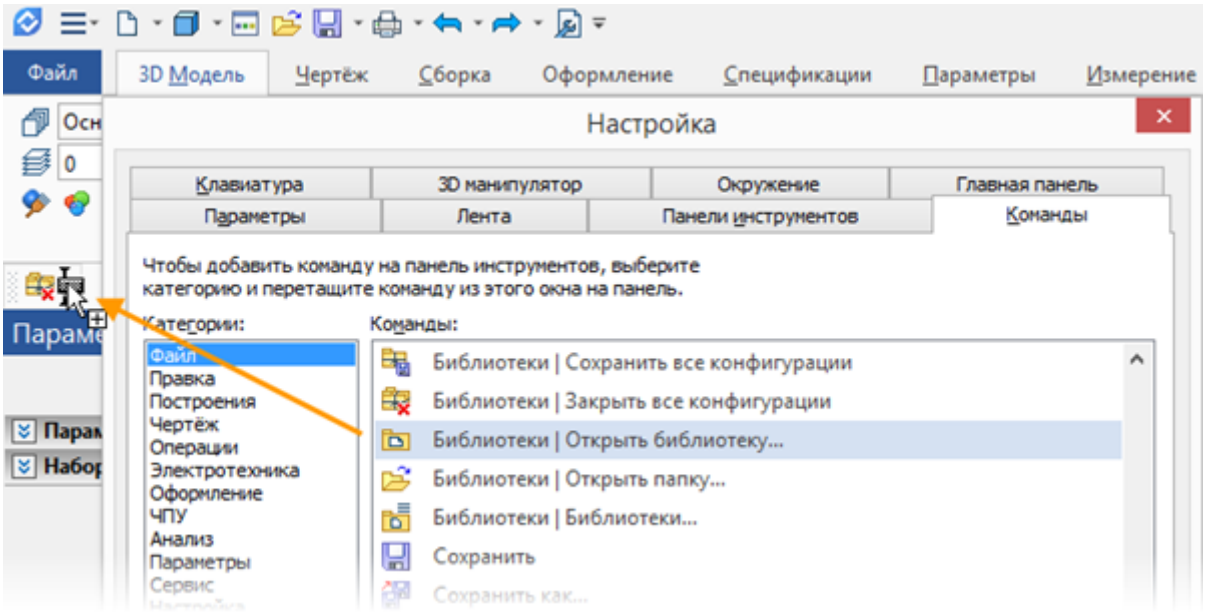
Панели инструментов

Список **Панели инструментов** содержит перечень стандартных инструментальных панелей, используемых в T-FLEX CAD. Изменение видимости панели осуществляется установкой или снятием галочки рядом с её именем.

Кнопки в правой части диалога используются для создания и редактирования собственных инструментальных панелей пользователя, а также для восстановления настроек стандартных панелей (отмены изменений, сделанных пользователем).

Создание пользовательской панели. Задание имени панели

Для создания новой панели необходимо воспользоваться кнопкой **Создать...** В появившемся окне диалога нужно задать имя новой панели и нажать кнопку **ОК**. На экране появится плавающая инструментальная панель. После этого откройте закладку **Команды**. Выбрав нужную панель из списка **Категории** и кнопку команды из области **Команды**, перетащите её при помощи в новую инструментальную панель.



Имя пользовательской инструментальной панели можно изменить и после её создания. Для этого достаточно выбрать нужную панель в списке и нажать кнопку **Переименовать...** В результате на экране снова появится окно для задания имени данной панели.

> Создание новых панелей может осуществляться также на закладке Главная панель.

Изменение содержимого панели

Находясь в команде **Настройка системы** при открытых закладках **Панели** или **Команды**, можно из видимых инструментальных панелей удалять и переносить в другие панели кнопки, при помощи курсора и . Также можно добавлять и убирать разделитель в инструментальных панелях. Для этого необходимо выбрать кнопку и перетащить её немного в сторону. Те же самые действия можно совершить и без вызова команды, при помощи клавиши <**Alt**>.

При одновременно нажатых клавишах <**Ctrl**>+<**Alt**> можно создать копию любой кнопки видимых инструментальных панелей, перетащив её при помощи курсора и в другую инструментальную панель или создав новую плавающую инструментальную панель.

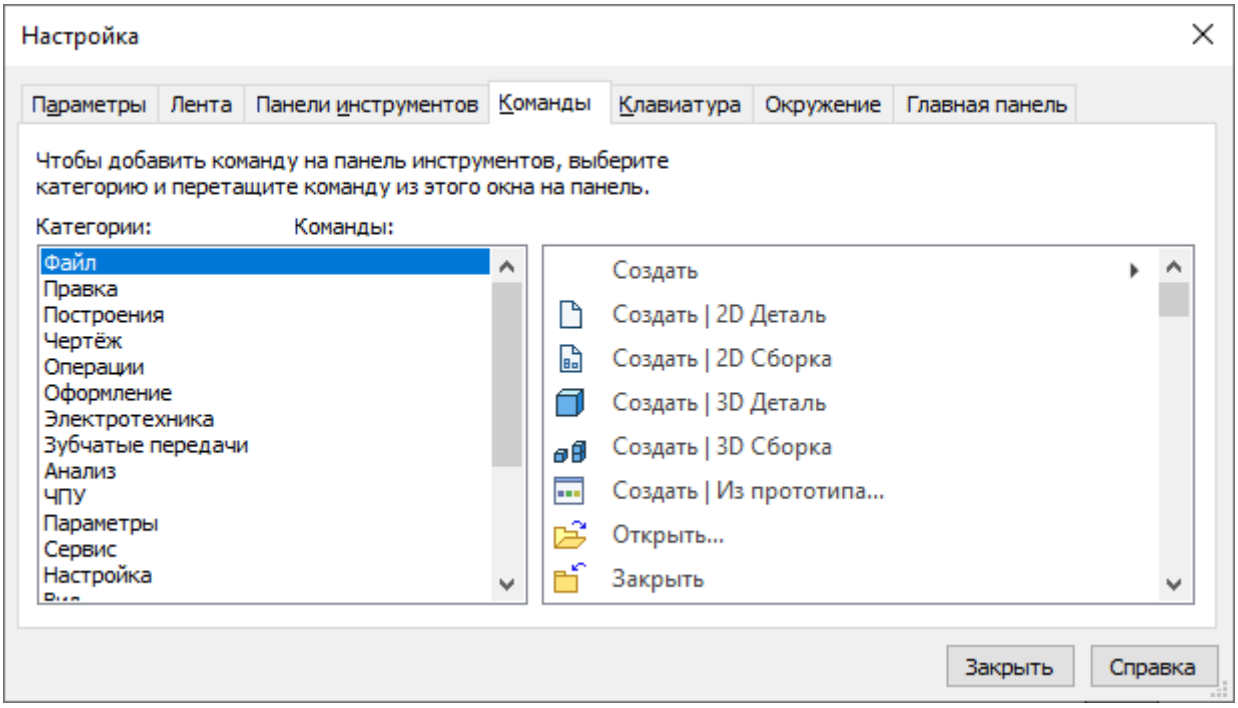
Удаление панели

Для удаления панели необходимо воспользоваться кнопкой **Удалить**. При этом требуемая панель должна быть выбрана в списке. Необходимо отметить, что можно удалить только ту панель, которая была создана самим пользователем. Стандартные панели удалить нельзя.

Восстановление содержимого изменённой панели

Для отмены всех изменений, внесённых в стандартные инструментальные панели, можно воспользоваться кнопкой **Сброс**. Нажатие кнопки возвращает в исходное состояние выбранную стандартную панель.

Команды

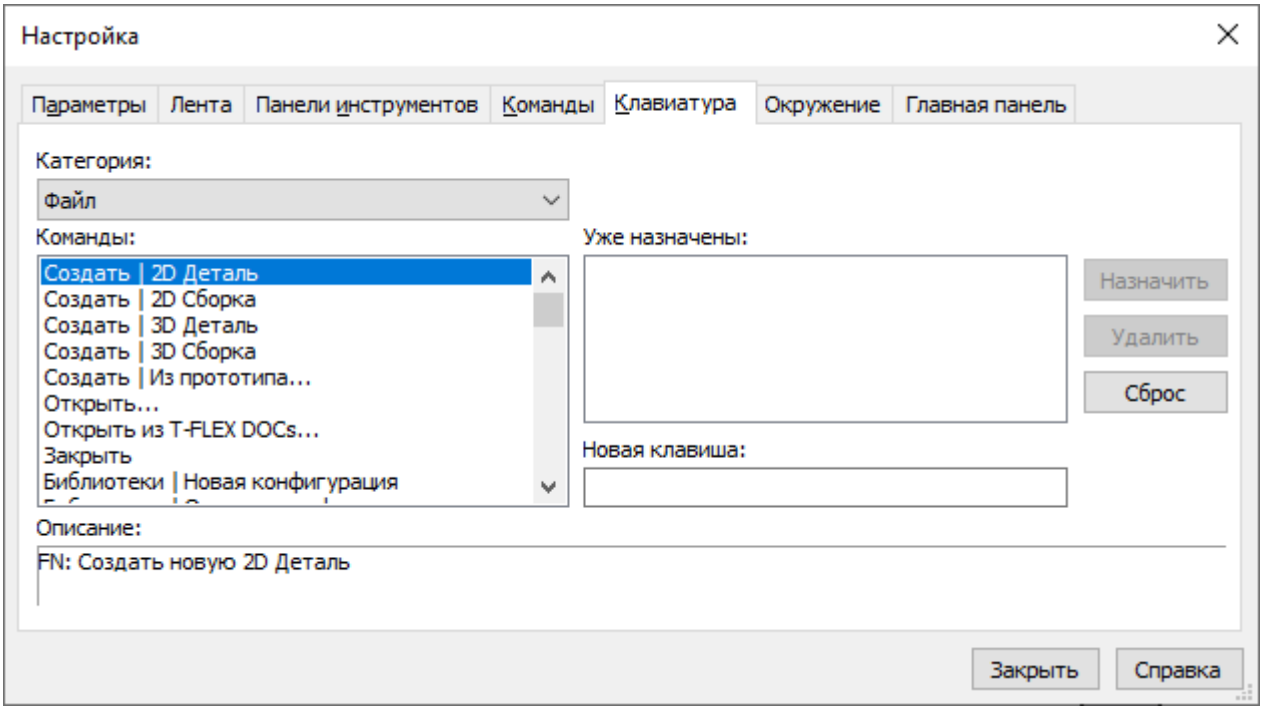


Список **Категории** содержит перечень категорий команд T-FLEX CAD. При выборе категории меняется набор кнопок в поле **Команды**.

Особая категория **Команды пользователя** включает в себя пользовательские команды, заданные в диалоге команды **Настройка** > **Команды пользователя**.

Поле **Команды** содержит список команд, входящих в выбранную категорию. Для добавления команды в инструментальную панель следует просто перетащить её при помощи курсора и на нужную панель.

Клавиатура



Данная закладка предназначена для настройки комбинаций управляющих клавиш на команды системы. При помощи этой закладки можно создавать новые комбинации клавиш, назначать их на команды, удалять назначенные комбинации клавиш, а также сбросить (установить в начальное состояние) все комбинации клавиш.

Выпадающий список **Категория** позволяет выбрать категорию, в которую входит редактируемая команда. Команды, входящие в выбранную категорию, отображаются в списке **Команды**.

В поле **Уже назначены** отображаются все комбинации управляющих клавиш для конкретной команды (команда выбирается из списка **Команды**). Если после выбора команды поле остаётся пустым, это означает, что на данную команду управляющие клавиши не назначены. Для того, чтобы назначить управляющие клавиши на команду, необходимо ввести новую комбинацию клавиш в поле **Новая клавиша**.

Создание новой комбинации клавиш

Для создания новой комбинации клавиш необходимо:

- Выбрать категорию команд в списке **Категория**.
- Выбрать команду в списке **Команды**.
- Перевести курсор в поле **Новая клавиша** и нажать .
- Задать новую комбинацию клавиш при помощи клавиатуры, например, одновременно нажать **<Ctrl><Alt><F12>**. При этом в строке отобразится **Ctrl+Alt+F12**. Если комбинация задана неправильно, то достаточно набрать правильную комбинацию клавиш, не совершая ни каких действий по удалению.
- Нажать кнопку **Назначить**. После этого в меню текущих клавиш появится новая комбинация клавиш.

На одну команду можно назначить несколько комбинаций клавиш.

Удаление комбинации клавиш

Для удаления комбинации клавиш вызова команды необходимо:

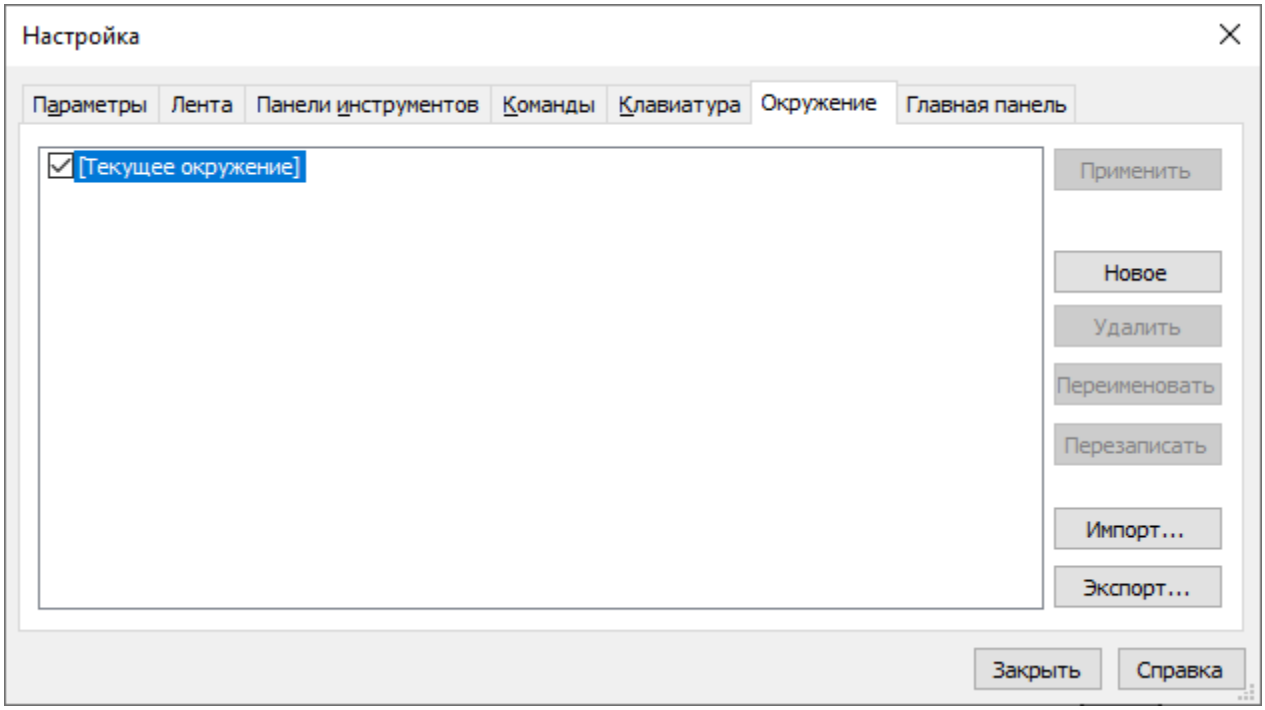
- В списке **Категория** выбрать категорию команд.

- В списке **Команды** выбрать команду, соответствующую комбинации клавиш, которую необходимо удалить.
- В списке **Уже назначены** выбрать нужную комбинацию клавиш.
- Нажать кнопку **Удалить**.

Сброс всех комбинаций клавиш в исходное состояние

Для того чтобы осуществить удаление всех комбинаций клавиш, назначенных вручную, достаточно нажать кнопку **Сброс**. После этого все назначения клавиш будут установлены в начальное состояние (в соответствии с тем, как они были назначены в момент первой установки системы).

Окружение



Данная закладка предназначена для работы с **Окружениями**. Её также можно вызвать напрямую из текстового меню или из выпадающего меню настроек, расположенного в правом верхнем углу окна T-FLEX CAD.

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Настройка > Окружение > Настройка... > Окружение > Настройка...
Клавиатура	Текстовое меню
	Настройка > Окружение > Настройка...

Окружение – это набор настроек системы, который можно сохранить в реестре Windows или внешнем файле, с целью последующей быстрой настройки системы. Окружение может включать в себя следующие настройки:

- видимость и состав панелей инструментов, вкладок ленты, служебных окон;
- установки системы;
- параметры элементов по умолчанию;
- списки значений в полях ввода;
- конфигурации библиотек;

- список стандартов трубопровода;
- данные редактора изделий T-FLEX Электротехника.

В левой части диалога показывается список имеющихся Окружений. Изначально в списке присутствует только пункт **Текущее окружение**. Это условное обозначение текущих настроек системы. Сюда же затем добавляются все созданные пользователем Окружения.

Уже существующие окружения можно переименовать или удалить. Для этого необходимо выбрать их в списке (с помощью) и нажать соответствующую кнопку (**Переименовать** или **Удалить**). Для того, чтобы применить существующее окружение, необходимо выбрать его в списке и нажать **Применить**.

Создать новое окружение можно либо на основе текущих настроек системы (**Текущее окружение**), либо на основе уже существующего окружения.

Для создания нового окружения необходимо:

- Выбрать в списке окружение, настройки из которого надо скопировать в новое окружение. В качестве такого окружения можно выбрать и **Текущее окружение** – тогда в создаваемом окружении будут сохранены текущие настройки системы.
- Для выбранного окружения откроется список тех групп настроек, которые хранятся в нём. По умолчанию все группы параметров помечены в списке галочками. Это значит, что все они будут скопированы в новое окружение. Для отказа от копирования некоторых настроек следует снять галочки рядом с названиями соответствующих групп.

Список групп настроек закрывается при повторном нажатии на выбранном окружении. Сделанные в нём изменения (изменения в пометке групп настроек) при этом сохраняются до выбора в списке другого окружения. Также для закрытия списка можно использовать **<Left>**, **<Right>**.

- Нажать кнопку **Новое**. Будет создано новое окружение со стандартным именем **Окружение 1 (2, 3, ...)**. Сразу же после создания окружения система перейдёт в режим редактирования его имени. Выйти из этого режима можно, нажав вне поля ввода имени окружения. Впоследствии имя окружения можно будет изменить с помощью кнопки **Переименовать**.

Уже существующее окружение можно изменить, заменив хранящиеся в нём настройки на текущие. Для этого необходимо выбрать его в списке окружений, отметить в его списке настроек те группы настроек, которые надо заменить, и нажать **Перезаписать**. Обратите внимание, что для варианта «Текущее окружение» эта кнопка недоступна.

Для того, чтобы сохранить существующее окружение во внешнем файле, используется кнопка **Экспорт...** При нажатии кнопки появится стандартное окно сохранения файла. По умолчанию для создаваемого файла предлагается имя, совпадающее с именем окружения. Ранее для файлов окружения T-FLEX CAD 2D+ использовалось расширение ***.SEenv**, а для обычной версии T-FLEX CAD - ***.3Denv**. В настоящее время используется единое расширение ***.tfenv**, но доступна возможность использования файлов со старыми расширениями.

Для импорта окружения из внешнего файла используется кнопка **Импорт...**. При её нажатии открывается стандартный диалог открытия файла, в котором необходимо указать файл окружения. Импортированное из файла окружение появляется в списке окружений. Кроме того, при импорте окружения система предложит применить его.

Файлы окружений, созданные в 2D версии системы, не будут читаться в 3D версии, и наоборот.

Для пункта **Текущее окружение** кнопки **Применить**, **Удалить**, **Переименовать**, **Перезаписать** недоступны. Но для него существует дополнительная команда **Сброс настроек**, при использовании которой текущие настройки заменяются настройками по умолчанию.

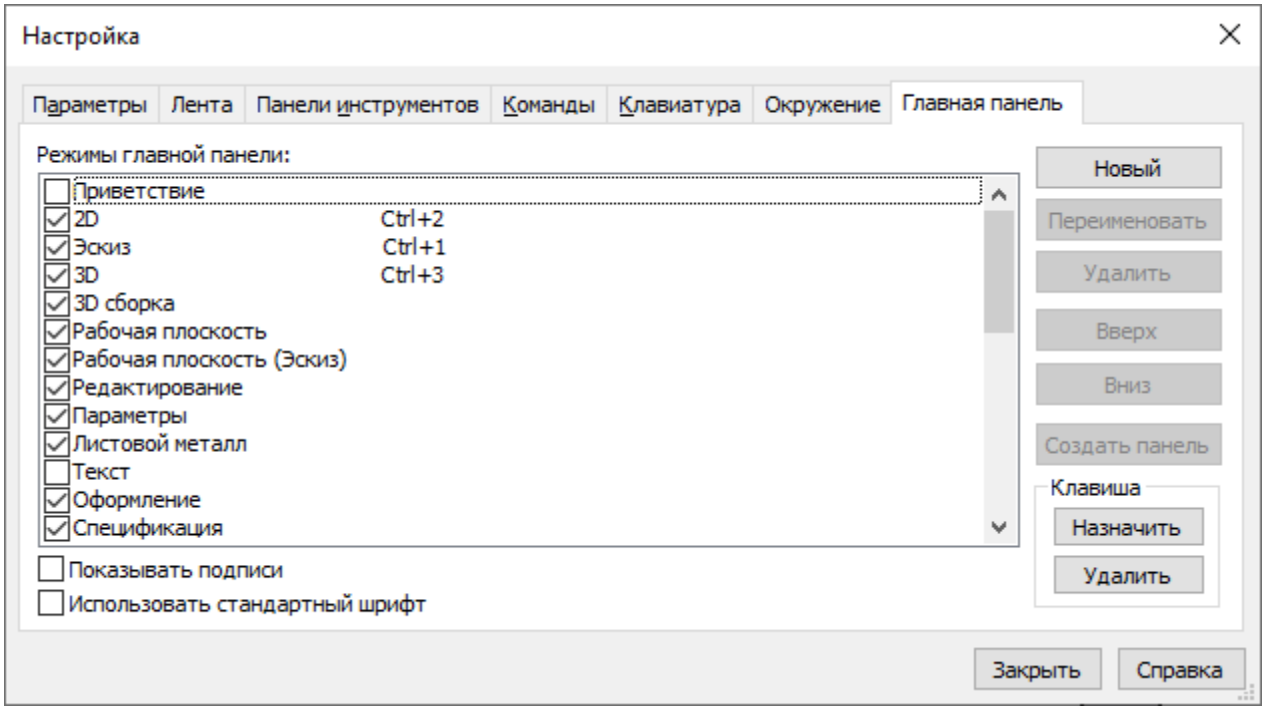
Централизованное распространение окружений в корпоративной среде

Для применения окружений на рабочих местах в корпоративной среде администратор может использовать механизм, аналогичный механизму распространения правил интеграции T-FLEX DOCs. Если в разделе **HKEY_LOCAL_MACHINE\SOFTWARE\Top Systems\T-FLEX CAD 3D 17\Rus** реестра ОС целевого рабочего места прописать строковый параметр **StartupProfileFileName**, содержащий путь к файлу окружения, то этот файл будет автоматически применён при последующей установке или обновлении T-FLEX CAD. Указанный файл окружения может располагаться в любой папке, доступной для чтения с целевого рабочего места, в том числе в сетевой папке на сервере.

См. также:

- Переключение окружений

Главная панель



Данная закладка отображает список всех заданных в системе наборов главной панели. Наборы, помеченные в списке галочкой, отображаются на панели, не помеченные – скрыты. Видимостью наборов можно управлять самостоятельно, снимая/устанавливая галочку (с помощью) рядом с именем соответствующего набора.

Двойное нажатие на имени любого набора активизирует его на главной панели.

Кнопка **Переименовать** позволяет присвоить другое имя любому набору главной панели. После нажатия кнопки появляется окно для задания нового имени набора.

Кнопки **Вверх** и **Вниз** позволяют изменять порядок следования наборов в списке.

Для добавления на главную панель нового (пользовательского) набора используется кнопка **Новый**. После нажатия кнопки система предложит задать имя создаваемого набора. Также на экране появится предложение добавить в новый набор стандартные кнопки (команды по работе с новыми документами, файлами и т.д.). В случае отрицательного ответа создаётся пустой набор, в случае положительного – набор, содержащий только стандартные кнопки. Добавить другие кнопки в созданный набор можно на закладке **Команды** (методом «drag&drop»).

Удалить ранее созданный пользовательский набор можно, выбрав его в списке и нажав кнопку **Удалить** (для стандартных наборов она не доступна).

Кнопка **Создать панель** позволяет на основе выбранного в списке набора создать отдельную инструментальную панель. При создании панели возможно автоматическое удаление из неё стандартных кнопок (по умолчанию они есть практически во всех стандартных наборах главной панели).
Для удобства работы некоторым наборам команд главной панели назначены комбинации клавиш для быстрой активизации с помощью клавиатуры (по умолчанию это наборы **2D**, **Эскиз**, **3D**). При необходимости комбинации клавиш можно назначить и для других наборов (в том числе пользовательских). Для этого используются кнопки **Назначить** и **Удалить** в группе **Клавиша**.
После нажатия кнопки **Назначить** открывается окно, в котором необходимо указать требуемую комбинацию клавиш для выбранного набора. Для задания комбинации достаточно одновременно нажать соответствующие клавиши. Если комбинация задана неправильно, то достаточно повторно нажать правильную комбинацию. После закрытия окна с помощью **ОК** заданная комбинация клавиш отобразится в списке справа от имени соответствующего набора.
Для изменения уже назначенной комбинации клавиш для какого-либо набора достаточно нажать клавишу **Назначить** и задать новую комбинацию.
Для удаления назначенной комбинации клавиш без задания новой комбинации необходимо после выбора набора в списке нажать клавишу **Удалить**.
Флажок **Показывать подписи** управляет отображением подписей к кнопкам главной панели. По умолчанию флажок отключён, т.е. подписи не показываются.

> Аналогичное действие оказывает флажок **Подписи под кнопками** в контекстном меню, вызываемом с помощью в области автоменю или любой инструментальной панели. Эти два флажка (**Показывать подписи** в команде **Настройка системы** и **Подписи под кнопками** в контекстном меню инструментальных панелей) работают синхронно.

Дополнительный флажок **Использовать стандартный шрифт** влияет на отображение подписей к кнопкам главной панели при работе в Windows Vista. Если в настройках Windows Vista установлен крупный шрифт, то при отключённом флажке **Использовать стандартный шрифт** подписи к кнопкам главной панели отображаются крупнее, чем надписи в текстовом меню. Если флажок включён, то размер шрифта на главной панели совпадает с размером шрифта в текстовом меню.

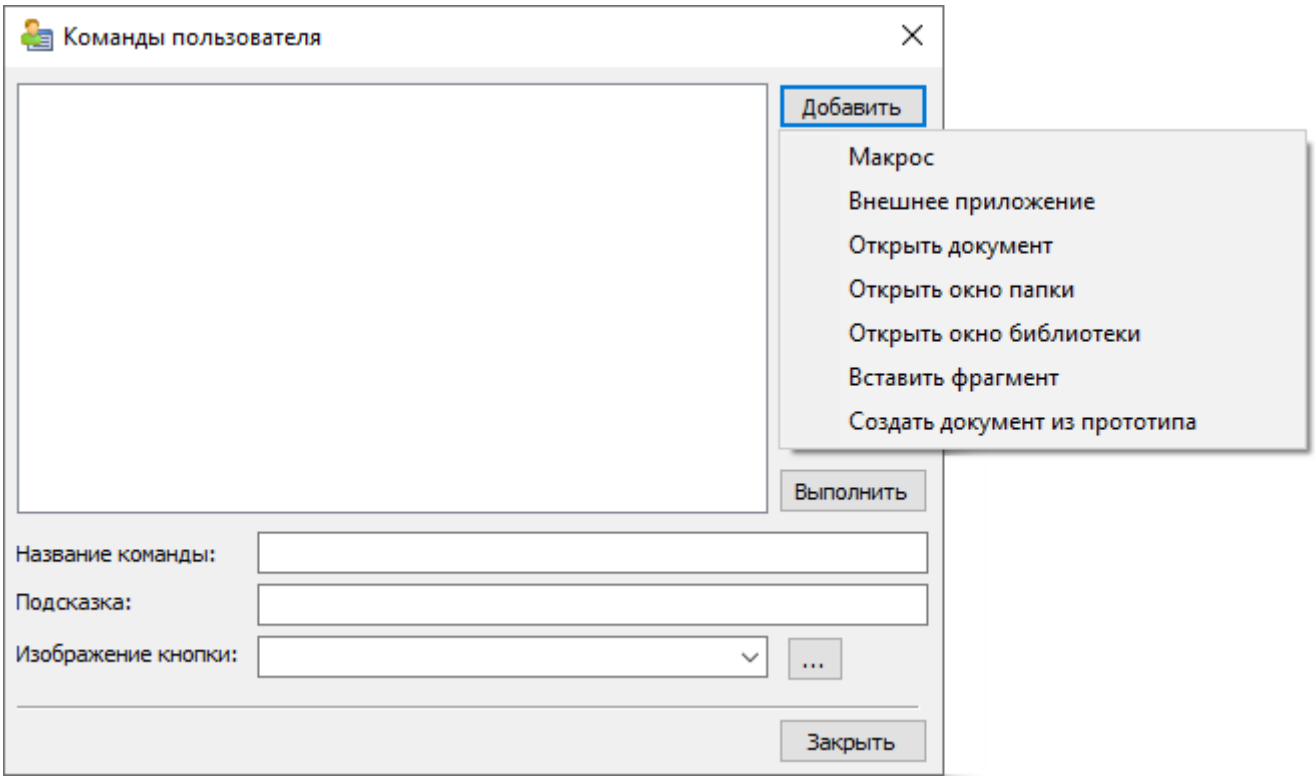
Добавление пользовательских команд

T-FLEX CAD позволяет пользователю добавлять в систему собственные команды, позволяющие осуществлять запуск внешних приложений и макросов, открытие документа, окна папки или библиотеки. После добавления в систему команда может быть добавлена в ленту и на различные панели с помощью диалога настройки инструментальных панелей.
Для добавления пользовательской команды в систему используется команда:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Настройка > Команды пользователя... > Команды пользователя...
Клавиатура	Текстовое меню
-	Настройка > Команды пользователя...

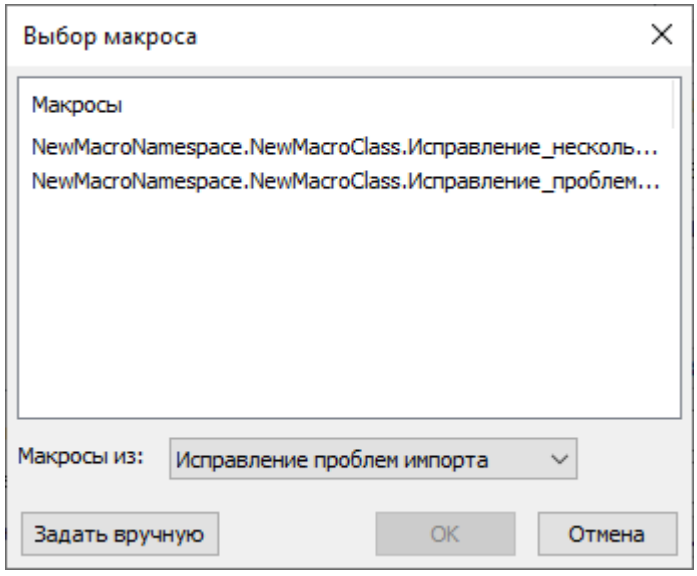
После вызова команды на экране появляется окно диалога **Команды пользователя**. В этом окне задаётся тип команды (какое действие она будет выполнять), параметры вызова команды, название команды, строку подсказки для команды и её иконку для отображения в ленте или на

инструментальных панелях системы. Для того чтобы назначить команду, необходимо нажать кнопку **Добавить**.



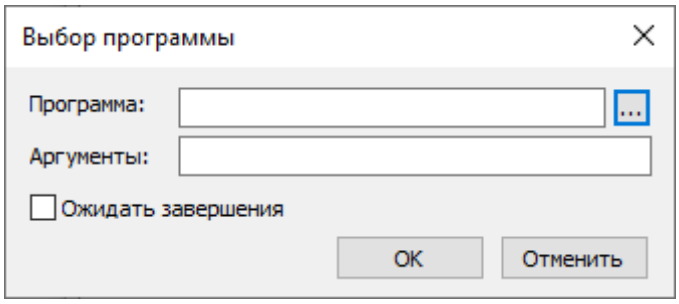
В левой части диалога располагается список имеющихся пользовательских команд. Для выбора команды в списке нажмите на её строке.
Справа от списка доступны следующие кнопки:

- **Добавить**
  Добавляет новую команду в список. При нажатии на кнопку появляется выпадающий список для выбора типа добавляемой команды:
  - **Макрос** – добавление команды вызова макроса. При выборе данного пункта открывается окно вспомогательного диалога для выбора макроса. Макрос можно выбрать из списка или задать вручную;

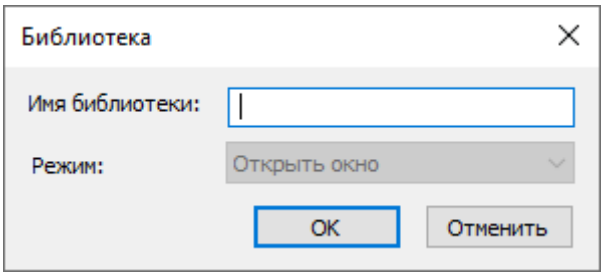


  - **Внешнее приложение** – добавление команды вызова внешнего приложения (без выхода из T-FLEX CAD). При выборе данного варианта открывается окно вспомогательного

диалога для выбора внешнего приложения и параметров запуска. Дополнительный флажок **Ожидать завершения** запрещает продолжение работы в T-FLEX CAD до закрытия окна внешнего приложения;



- **Открыть документ** – добавление команды открытия документа T-FLEX CAD. При выборе данного пункта открывается стандартный диалог выбора файла;
- **Открыть окно папки** – добавление команды открытия определённой папки документов T-FLEX CAD. При выборе данного варианта открывается стандартный диалог выбора папки;
- **Открыть окно библиотеки** – добавление команды открытия библиотеки T-FLEX CAD. При выборе данного варианта появляется диалог для задания имени библиотеки.



- **Вставить фрагмент** – добавление команды «вставка фрагмента». При выборе данного варианта можно создать путь к файлу фрагмента, который будет вставляться в текущий документ при нажатии на эту кнопку. Изображение иконки для такой команды может браться из самого файла фрагмента;
- **Создать документ из прототипа** – добавление команды создания документа из выбранного прототипа. При выборе данного пункта открывается стандартный диалог выбора файла.

- **Удалить**
  Удаляет команду, выбранную в списке.
- **Свойства**
  Вызывает для выбранной в списке команды тот же диалог, что был использован при добавлении данной команды. Таким образом можно изменить параметры команды (например, указать другой файл для открытия или другой макрос).
- **Экспорт**
  Позволяет экспортировать список пользовательских команд можно сохранить во внешний файл в формате ***.tfcmd**.
- **Импорт**
  Позволяет импортировать список пользовательских команд из внешнего файла в формате ***.tfcmd**.
- **Выполнить**
  Осуществляет вызов команды, выбранной в данный момент в списке команд.

При задании пользовательских команд следует иметь в виду, что команды, определённые в диалоге **Команды пользователя**, по умолчанию не добавляются в текстовое меню или инструментальные панели системы. Доступ к ним возможен только с помощью кнопки **Выполнить** данного диалога. Для упрощения доступа к пользовательским командам можно добавить их в ленту и на различные панели с помощью диалога настройки инструментальных панелей.

В нижней части диалога располагаются следующие поля:

- **Название команды**
  Название команды, выбранной в списке.
- **Подсказка**
  Текст всплывающей подсказки, отображаемой при наведении курсора на кнопку команды, выбранной в списке.
- **Изображение кнопки**
  Иконка команды, выбранной в списке. В данном поле необходимо указать путь к файлу иконки в формате ***.ico** или к документу T-FLEX CAD (в этом случае будет использована иконка, сохранённая в документе, при наличии таковой). Вне режима интеграции с T-FLEX DOCs кнопка , расположенная справа от поля, открывает стандартный диалог выбора файла на диске. В режиме интеграции с T-FLEX DOCs при нажатии на кнопку появляется выпадающий список, в котором доступны следующие пункты:
  Открыть
  Открывает стандартный диалог выбора файла на диске.
  Открыть из T-FLEX DOCs
  Открывает диалог выбора файла из T-FLEX DOCs.

Переключение окружений

Настройки, сделанные в командах Установки и Настройка, а также в ряде других команд, можно сохранять с помощью механизма окружений. Созданные окружения применяются для быстрой настройки системы.

Окружение – сохранённый в реестре Windows набор настроек системы: видимость и состав панелей инструментов, специальных окон системы, окон библиотек и папок; настройки по умолчанию различных команд. Также в окружение могут включаться установки в различных окнах системы (редактор переменных, баз данных, и т.д.) и, как уже было сказано выше, все данные, задаваемые в командах **Настройка** и **Установки системы**.

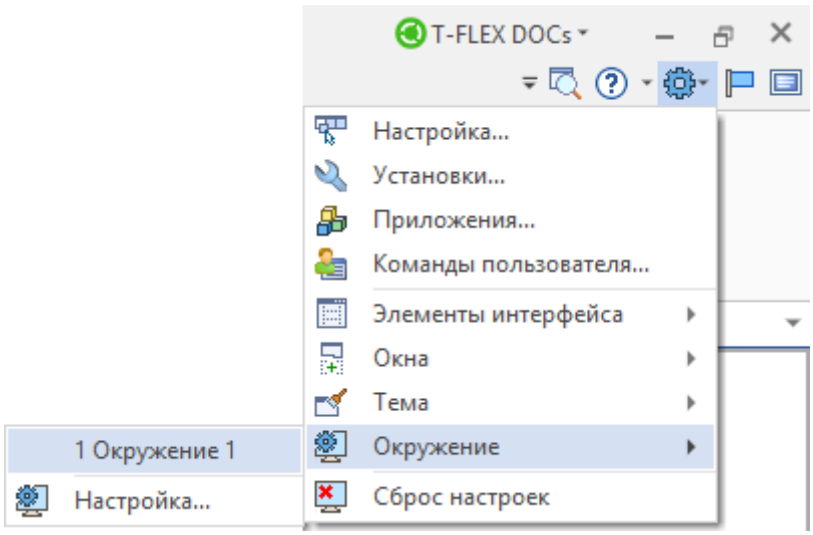
Окружения создаются пользователем. Созданные окружения можно изменять и удалять.

Используя окружения, можно быстро настроить систему нужным образом, просто применив сохранённое ранее окружение. Можно создавать любое количество окружений. Таким образом, например, можно организовать удобную работу нескольких пользователей на одном рабочем месте: сохранить для каждого пользователя окружение с его личными настройками и применять их по мере необходимости. Кроме того, окружения можно хранить во внешних файлах, и, соответственно, загружать из внешних файлов. Это позволяет переносить настройки T-FLEX CAD с одного рабочего места на другое.

Основная работа с окружениями (создание, изменение, удаление, применение, экспорт/импорт из внешнего файла) осуществляется в диалоге команды Настройка на закладке **Окружение**. Это было описано в данной главе в разделе Окружение. Здесь же мы расскажем о быстром способе применения уже созданных окружений.

Окружения можно быстро загружать при помощи выпадающего меню, в которое автоматически добавляются все имеющиеся в системе окружения:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Настройка > Окружение > Окружение
Клавиатура	Текстовое меню
	Настройка > Окружение



Для применения любого Окружения достаточно войти в указанное меню и выбрать нужное окружение из списка.
Команда **Настройка...**, расположенная в этом же меню, позволяет быстро открыть диалог команды **Настройка** на закладке Окружение.

См. также:

- Окружение

Сброс настроек

Вызов команды

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Настройка > Сброс настроек > Сброс настроек
Клавиатура	Текстовое меню
	Настройка > Окружение > Сброс настроек

Набор различных настроек T-FLEX CAD называется окружением и хранится в реестре операционной системы. Для работы с окружениями используется вкладка **Окружение** диалога настройки интерфейса T-FLEX CAD.

Для восстановления настроек, используемых по умолчанию при первой установке T-FLEX CAD, используется команда **Сброс настроек**. Команда также доступна в меню **Пуск** операционной системы (**Пуск > T-FLEX CAD 17 > Сброс настроек T-FLEX CAD 17**).
Сброс настроек рекомендуется выполнить, если после установки обновления T-FLEX CAD в интерфейсе не видны новые команды и опции, добавленные этим обновлением.

При сбросе настроек все имеющиеся окружения будут удалены. Чтобы можно было вернуться к пользовательским настройкам, использовавшимся до сброса, экспортируйте их во внешний файл перед сбросом с помощью вкладки Окружение диалога настройки интерфейса.

Параметры документа

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Редактирование > Документ > Параметры документа
Клавиатура	Текстовое меню
<ST>	Настройка > Параметры документа

Команда также доступна на панели быстрого доступа.

Каждый документ в T-FLEX CAD имеет свои собственные параметры. К этим параметрам относится множество различных характеристик как общего плана, например, размеры страницы чертежа, масштаб, так и касающихся отдельных элементов (стандарт размеров, толщина линий и т.д.). Параметры можно изменить в любой момент во время работы над документом. Все параметры сохраняются вместе с документом. Если создан многостраничный документ, то параметры нужно устанавливать отдельно для каждой страницы. При создании новой страницы, параметры для неё копируются с активной на данный момент страницы.

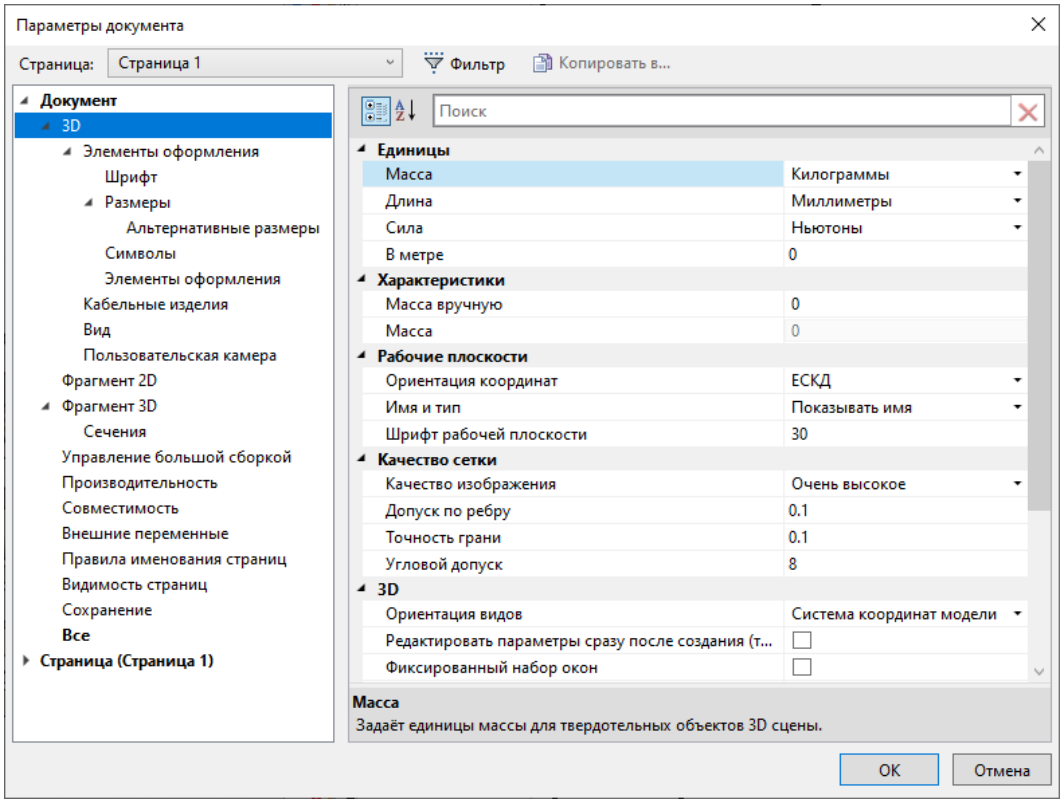
Для создания нового документа используется файл-прототип. Параметры и начальное содержимое документа копируются из прототипа. В комплект поставки T-FLEX CAD входит набор стандартных прототипов, используемых по умолчанию в различных командах. Кроме того, пользователь может создавать и использовать собственные прототипы. Подробная информация о прототипах доступна в описании команды **Сохранить как прототип.**

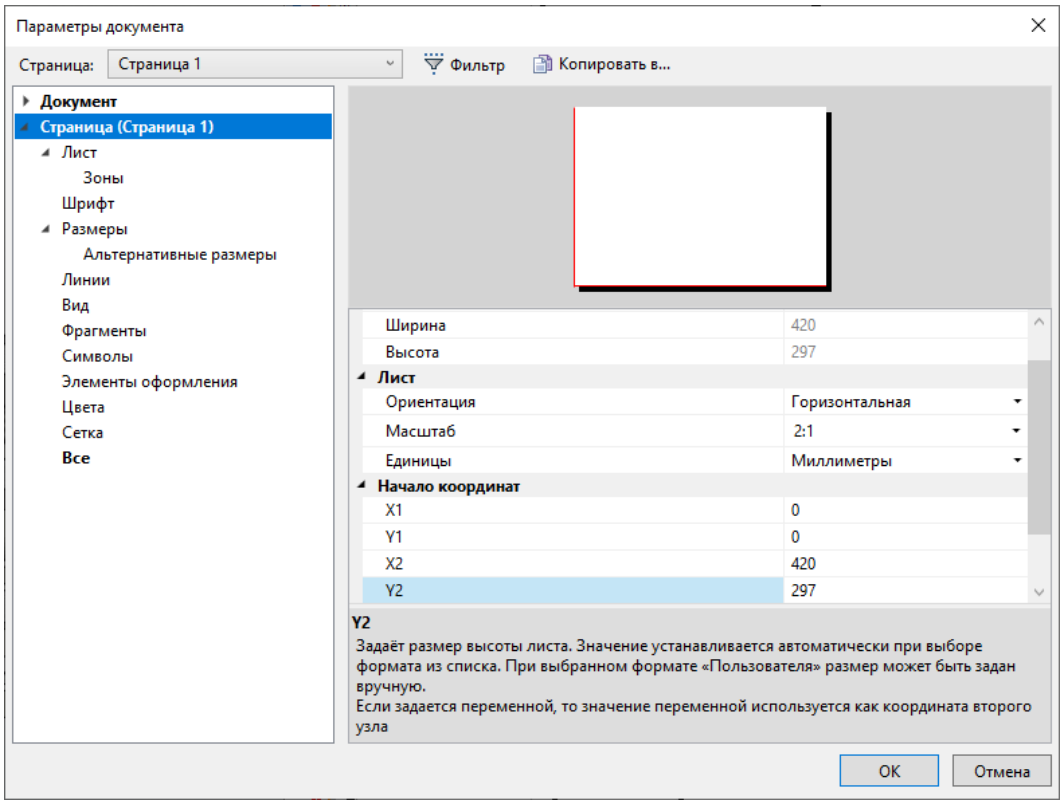
Окно команды Параметры документа

Для задания параметров документа предназначена команда **Параметры документа**.

После вызова команды на экране появляется окно со вкладками, на которых расположены различные группы параметров.

При выборе параметра в нижней части окна появляется всплывающая подсказка. Эти подсказки доступны для большинства параметров.





В левой части окна **Параметры документа** отображается дерево вкладок, в правой - содержимое выбранной в данный момент вкладки.

Вкладки разбиты на две группы - **Страница** и **Документ**.

При выборе в дереве группы вкладок в правой части окна отображается содержимое первой вкладки, входящей в данную группу.

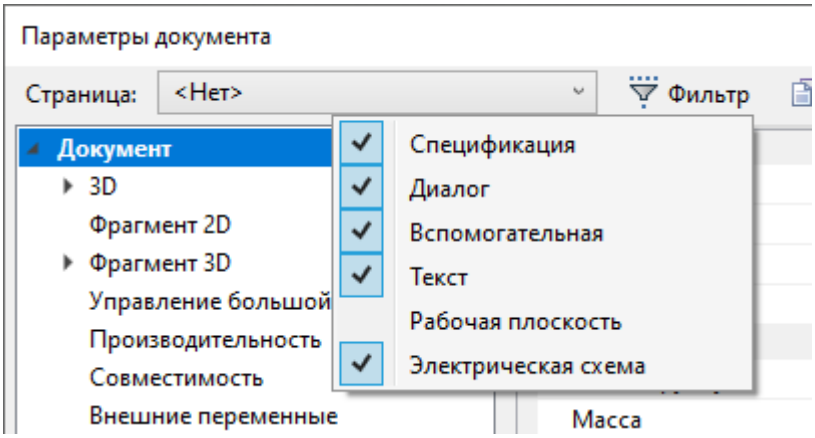
Можно сразу отобразить содержимое всех вкладок группы, выбрав в дереве пункт **Все**.

Содержимое группы вкладок **Документ** относится ко всему документу, группы **Страница** - только к выбранной в данный момент странице.

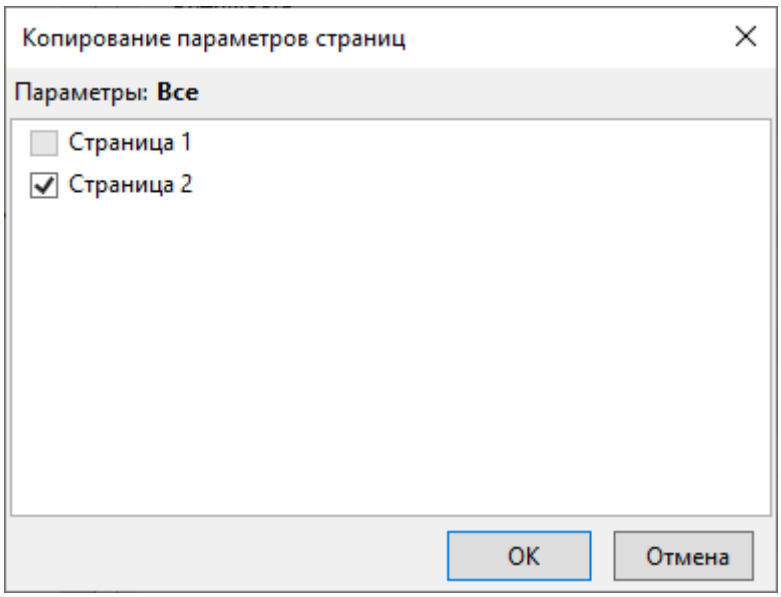
Группа вкладок **Документ** содержит группу **Элементы оформления**, вкладки которой имеют одинаковые названия и набор параметров со вкладками группы **Страница**. В данном случае параметры, устанавливаемые на вкладках группы **Документ,** относятся к элементам оформления, отображаемым в 3Д сцене, а устанавливаемые на вкладках группы **Страница** - к элементам оформления на чертеже.

В группах вкладок **Страница** и **Документ** присутствуют вкладки с одинаковым названием **Вид**, но разным набором параметров. Данные вкладки относятся к виду в **2D** и **3D** окне соответственно.

Страницу можно выбрать в выпадающем списке в верхней части окна. Настроить тип страниц, доступных в этом списке, можно с помощью кнопки **Фильтр**:



С помощью кнопки **Копировать в...** можно применить все параметры, относящиеся ко вкладке, выбранной в данный момент в дереве, к другим страницам. При нажатии данной кнопки открывается окно **Копирование параметров страниц**. Строка **Параметры:** в верхней части окна содержит название вкладки, выбранной для копирования. Ниже располагается список страниц и соответствующие им флаги. При нажатии **OK** выбранные параметры будут применены к тем страницам для которых установлен флаг.

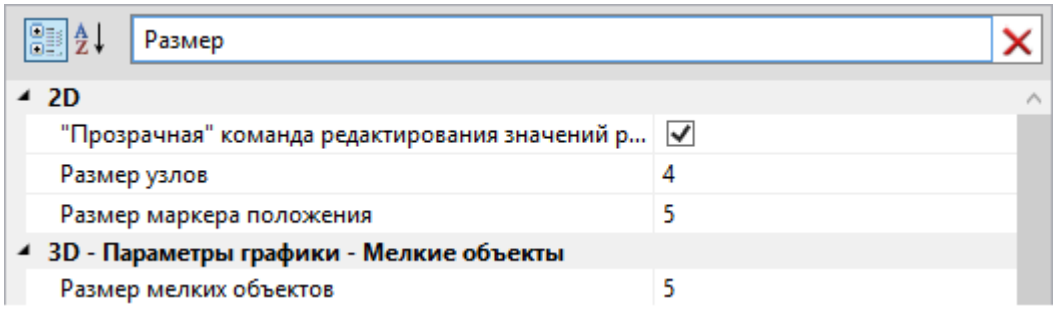


Основные темы в этом разделе:

- Все параметры документа
- Группа вкладок Документ в Параметрах документа
- Группа вкладок Страница в Параметрах документа

Все параметры документа

На вкладке **Все** отображаются все существующие в текущей группе (**Документ** или **Страница**) параметры.
Эти параметры можно сортировать по категориям или алфавиту.
С помощью строки поиска можно найти нужный параметр, достаточно ввести её название или его часть.



Для получения информации о конкретном параметре обратитесь к странице справки с описанием вкладки диалога параметров, на которой этот параметр находится.

Группа вкладок Документ

Включает следующие вкладки:

- 3D
  - Элементы оформления
    - Шрифт
    - Размеры
      - Альтернативные размеры
    - Символы
    - Элементы оформления

Содержимое вкладок **Элементы оформления, Шрифт, Размеры, Альтернативные размеры, Символы, Элементы оформления,** входящих в группу вкладок **Документ,** аналогично содержимому одноимённых вкладок в группе **Страница**. В данном случае параметры, устанавливаемые на вкладках группы **Документ,** относятся к элементам оформления, отображаемым в 3Д сцене, а устанавливаемые на вкладках группы **Страница** - к элементам оформления на чертеже.

  - Кабельные изделия
  - Вид

В группах вкладок **Страница** и **Документ** присутствуют вкладки с одинаковым названием **Вид**, но разным набором параметров. Данные вкладки относятся к виду в **2D** и **3D** окне соответственно.

  - Пользовательская камера
- Фрагмент 2D
- Фрагмент 3D
  - Сечения

- Управление большой сборкой
- Производительность
- Совместимость
- Внешние переменные
- Правила именования страниц
- Видимость страниц
- Сохранение

3D

Данная вкладка объединяет общие параметры, относящиеся к 3D моделированию.

Единицы

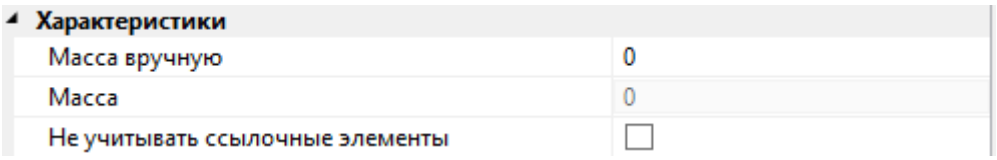
Группа **Единицы** задаёт единицы измерения для элементов и операций 3D сцены.

- **Масса**. Задаёт единицы массы для твердотельных объектов 3D сцены.
- **Длина**. Задаёт единицы длины для элементов и операций 3D сцены.
- **Сила**. Задаёт единицы силы для объектов 3D сцены. Используется в команде **Измерения** и задании нагрузок при работе с задачами **Анализа**.

В метре. Данное поле актуально в том случае, когда в поле **Длина** выбран параметр **Пользователя**. Величина, введенная в это поле соответствует отношению пользовательской единицы измерения длины к одному метру. Может принимать значения от 0 до 100. Например:

- **В метре = 1**
  Пользовательская единица равна одному метру.
- **В метре = 100**
  Пользовательская единица равна одному сантиметру.
- **В метре = 0.1**
  Пользовательская единица равна десяти метрам.

Характеристики



Группа параметров **Характеристики** позволяет управлять значением служебной переменной **Масса**. Данная переменная используется для заполнения данных о массе изделия в составах изделия и основных надписях текущего документа, а также задает массу фрагмента при вставке текущего документа в сборку. По умолчанию масса рассчитывается автоматически как суммарная масса всех имеющихся в документе тел, где масса тел рассчитывается из их объёма и плотности основного материала.

Масса вручную

Данное поле служит переключения между заданием массы вручную и автоматическим расчётом:

- -1<**Масса вручную**<1
  Значение в данном поле округляется до нуля при применении, масса изделия рассчитывается автоматически.

- **Масса вручную**<-1 или >1
  Введенное значение сохраняется при применении. Масса изделия задаётся вручную в поле **Масса** ниже.

Значения в поле **Масса вручную** можно вводить как в численном виде так и в виде переменной.

Масса

При ручном задании массы изделия её значение следует ввести в это поле. Единицы измерения массы задаются выше.

Не учитывать ссылочные элементы

При установленном флаге масса ссылочных элементов не учитывается при автоматическом расчёте массы изделия.

Рабочие плоскости

Группа параметров **Рабочие плоскости** задаёт режим отображения имени и типа рабочих плоскостей на экране. Отображение данных параметров происходит в левом верхнем углу соответствующих рабочих плоскостей.

Ориентация координат

Определяет ориентацию стандартных рабочим плоскостей относительно осей глобальной системы координат (ГСК). От ориентации этих плоскостей в свою очередь зависят стандартные точки взгляда и соответствующие им стандартные проекции. Доступны следующие варианты ориентации:

- **ЕСКД**
  Направления нормалей к плоскостям **Вид спереди, Вид слева** и **Вид сверху** совпадают с направлениями осей **Y, X** и **Z** ГСК соответственно, а направления нормалей к плоскостям **Вид справа** и **Вид сзади** противоположно направлению осей **X** и **Y** ГСК соответственно. При этом направления осей **X** и **Y** локальной системы координат плоскости **Вид сверху** не совпадают с направлениями одноимённых осей ГСК.
- **XY-Вид сверху**
  Направления нормалей к плоскостям **Вид сзади, Вид справа** и **Вид сверху** совпадают с направлениями осей **Y, X** и **Z** ГСК соответственно, а направления нормалей к плоскостям **Вид слева** и **Вид спереди** противоположно направлению осей **X** и **Y** ГСК соответственно. При этом направления осей **X** и **Y** локальной системы координат плоскости **Вид сверху** совпадают с направлениями одноимённых осей ГСК.

Имя и тип

Задаёт режим отображения на экране имени и типа рабочей плоскости.

- **Не показывать.** Имя и тип плоскости не отображаются.
- **Показывать имя**. Задаёт режим отображения имени рабочей плоскости, которое соответствует типу рабочей плоскости. Следует отметить, что при изменении типа рабочей плоскости её имя остаётся прежним. Изменить имя можно вручную в параметрах данной рабочей плоскости.
- **Показывать тип**. Данный параметр задаёт режим отображения на экране типа рабочей плоскости (вид спереди, вид слева и т.д.).
- **Показывать имя и тип.** Отображаются и имя и тип плоскости.

Шрифт рабочей плоскости

Задаёт размер шрифта для имён, которые отображаются на рабочих плоскостях.

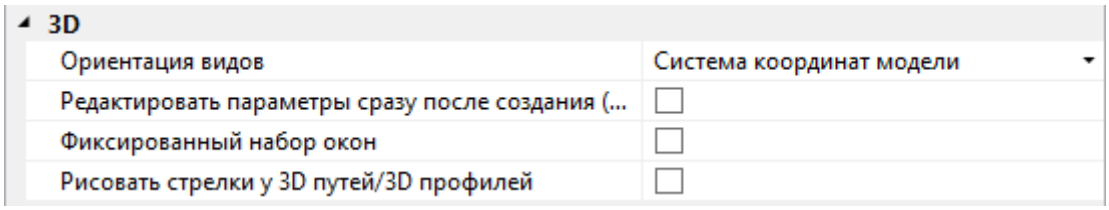
Качество сетки

Качество изображения. Параметр позволяет задать степень разбиения модели на сетку треугольных плоских граней при выводе изображения в 3D окне. Более высокое качество отображения модели увеличивает количество плоских граней, замедляя работу на больших моделях или недостаточно производительных видеокартах. Рекомендуется по возможности минимизировать качество изображения модели.

> Определить, на сколько треугольников разбивается конкретная модель при конкретном значении параметра качества, можно с помощью опции **Показывать статистику в окне** на вкладке Параметры графики диалога **Установки системы**.

Допуск по ребру – максимальное расстояние между кривыми модели и аппроксимирующими их рёбрами сетки;
Точность грани – максимальное расстояние между поверхностями модели и аппроксимирующими их плоскими гранями сетки;
Угловой допуск – максимальный угол между кривыми модели и аппроксимирующими их рёбрами сетки, задаваемый в градусах. Угол измеряется как сумма углов между рёбрами сетки и касательными к исходной кривой в конечных точках рёбер. Данный параметр также определяет максимально допустимый угол между поверхностями модели и аппроксимирующими их плоскими гранями сетки (т.е. угол между нормалями поверхности и грани).

3D



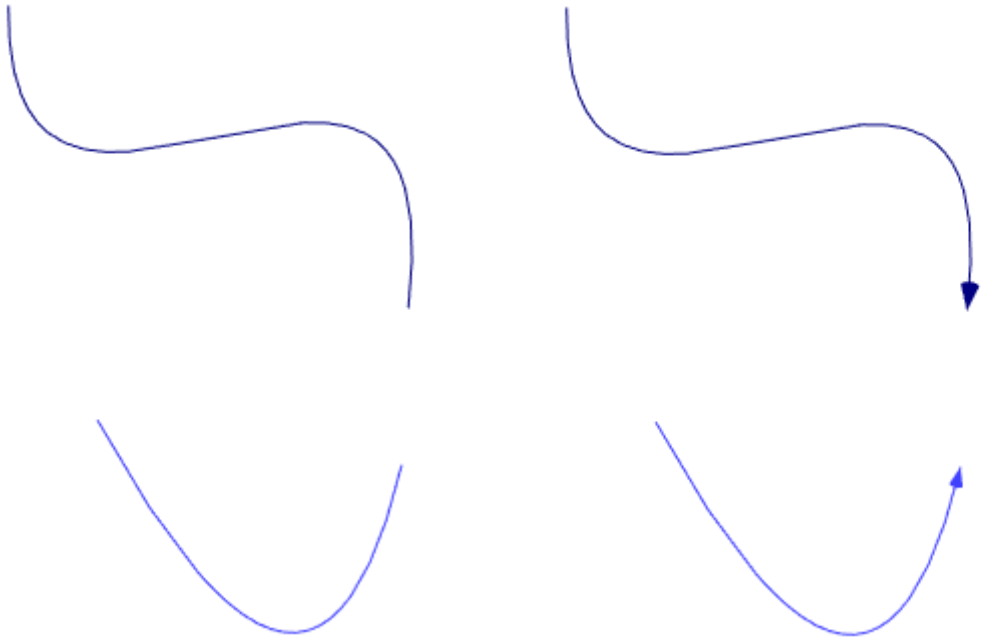
Ориентация видов. Данный параметр позволяет выбрать систему координат, относительно которой определяется ориентация стандартных точек взгляда и соответствующих им стандартных проекций. В выпадающем списке доступны все имеющиеся в документе локальные системы координат, а также **Система координат модели** (глобальная система координат). По умолчанию используется глобальная система координат, относительно которой также рассчитывается ориентация стандартных рабочих плоскостей, вследствие чего направления стандартных точек взгляда противоположны нормалям стандартных плоскостей. Однако, выбор другой системы координат для ориентации видов не влияет на стандартные рабочие плоскости, т.к. они всегда строятся относительно глобальной системы координат. Точки взгляда и проекции доступны независимо от того, присутствуют ли одноимённые плоскости в 3D модели.
Возможность выбора СК для ориентации видов полезна при работе с импортированной геометрией, деталями, созданными в контексте сборки и т.д., когда ориентация детали не соответствует удобному расположению основных направлений проецирования.

> Локальную систему координат, выбранную для ориентации видов, нельзя удалить.

Редактировать параметры сразу после создания (только для прототипов). Данный параметр также используется только для документа, который станет прототипом. Причём документ-прототип должен иметь набор внешних переменных. Тогда, при включённом флажке, при создании нового документа на основе этого прототипа будет сразу же появляться окно редактора внешних переменных создаваемого документа.

Фиксированный набор окон. При установке данного параметра в документе фиксируется текущий набор видов (т.е. 2D и 3D окон). При последующих открытиях документа изменение набора видов будет недоступно. Нельзя будет ни удалить одно из окон уменьшением его размера до нуля (при перемещении разделителя окна), ни добавить новый вид (кнопка создания нового вида будет недоступна). Данная функциональность удобна для создания шаблонов с заранее определённым набором видов.

Рисовать стрелки у 3D путей/профилей.



Флаг снят (по умолчанию) Флаг установлен

Выбор прозрачных граней

Группа параметров **Выбор прозрачных граней** позволяет управлять выбором прозрачных граней в 3D сцене:

Порог прозрачности. Параметр может принимать значения от 0 до 1. Возможно задание значения порога прозрачности с помощью переменной. Если прозрачность какой-то грани тела выше указанного порога, при выборе в 3D сцене данная грань игнорируется.

Напомним, что прозрачность 0 соответствует абсолютно непрозрачному телу (грани), 1 – абсолютно прозрачному. Прозрачность больше 1 невозможна, поэтому значение порога 1 (по умолчанию) соответствует обычному поведению системы.

Выбор по рёбрам. Если флажок установлен, то те грани, прозрачность которых больше заданного порога, можно выбирать по их рёбрам (как в режиме рёберного отображения). При выключенном флажке такие грани выбрать невозможно.

Сопряжения

Группа параметров **Сопряжения** устанавливает производительность решателя сопряжений только при регенерации модели.

Время. Устанавливает коэффициент, характеризующий предельное время расчёта для решателя (по принципу меньше - больше). Устанавливается в пределах от 0 до 1.

Метод расчёта. Устанавливает один из двух доступных методов расчёта – точно или быстро.

> Подробную информацию о методах расчёта можно найти в разделе 3D Сборки – Сопряжения и степени свободы.

Точность. Устанавливает точность расчёта сопряжений во время регенерации модели. Параметр может принимать значения от 0.000001 (10-6) до 1. Значение точности задаёт минимальную величину отклонений в сопряжениях, при которых сопряжения будут считаться требующими пересчёта. Если в документе нет ни одного сопряжения, отклонения в котором равны или превышают эту величину, то пересчёт сопряжений выполняться не будет, что уменьшит время пересчёта модели.

Метод определения контактов - метод определения контактов тел, не являющихся примитивами. Используется при включённом анализе контактов в задачах динамического анализа и команде перемещения сопряжённых тел. Доступны следующие методы:

- **Сетки**
- **Parasolid**

Кроме того, вкладка 3D содержит следующие вкладки:

- Элементы оформления
  - Шрифт
  - Размеры
    - Альтернативные размеры
  - Символы
  - Элементы оформления

> Содержимое вкладок **Элементы оформления, Шрифт, Размеры, Альтернативные размеры, Символы, Элементы оформления,** входящих в группу вкладок **Документ,** аналогично содержимому одноимённых вкладок в группе **Страница**. В данном случае параметры, устанавливаемые на вкладках группы **Документ,** относятся к элементам оформления, отображаемым в 3Д сцене, а устанавливаемые на вкладках группы **Страница** - к элементам оформления на чертеже.

- Кабельные изделия
- Вид

> В группах вкладок **Страница** и **Документ** присутствуют вкладки с одинаковым названием **Вид**, но разным набором параметров. Данные вкладки относятся к виду в **2D** и **3D** окне соответственно.

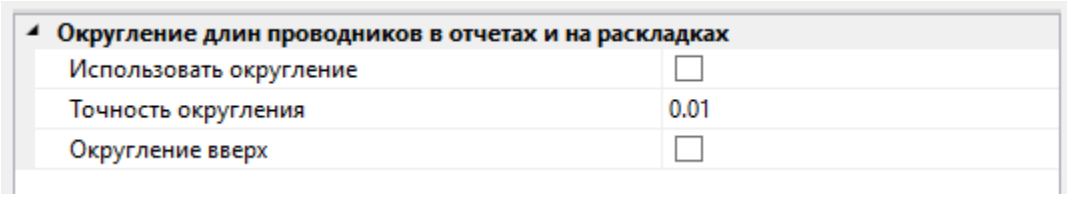
- Пользовательская камера

Кабельные изделия

Данная вкладка содержит следующие группы параметров:

- Округление длин проводников в отчётах и на раскладках
- Припуски на длину КИ, проценты от длины по 3D модели

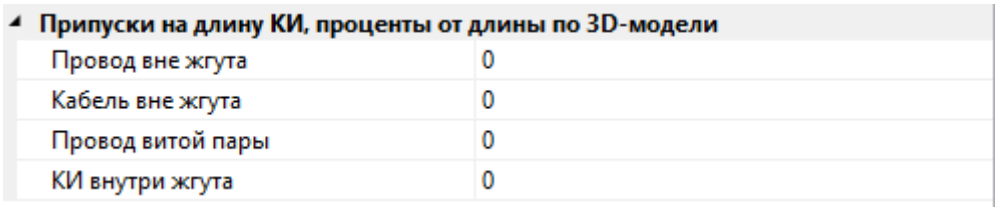
Округление длин проводников в отчётах и на раскладках



Использовать округление
Включает использование округления до ближайшего значения кратного **Точности округления** при расчёте длин проводников и кабельных изделий в отчётах и на раскладках.
Точность округления
Измеряется в метрах.
Округление вверх
Включает использование округления к большему значению кратному **Точности округления** при расчёте длин проводников и кабельных изделий в отчётах и на раскладках.

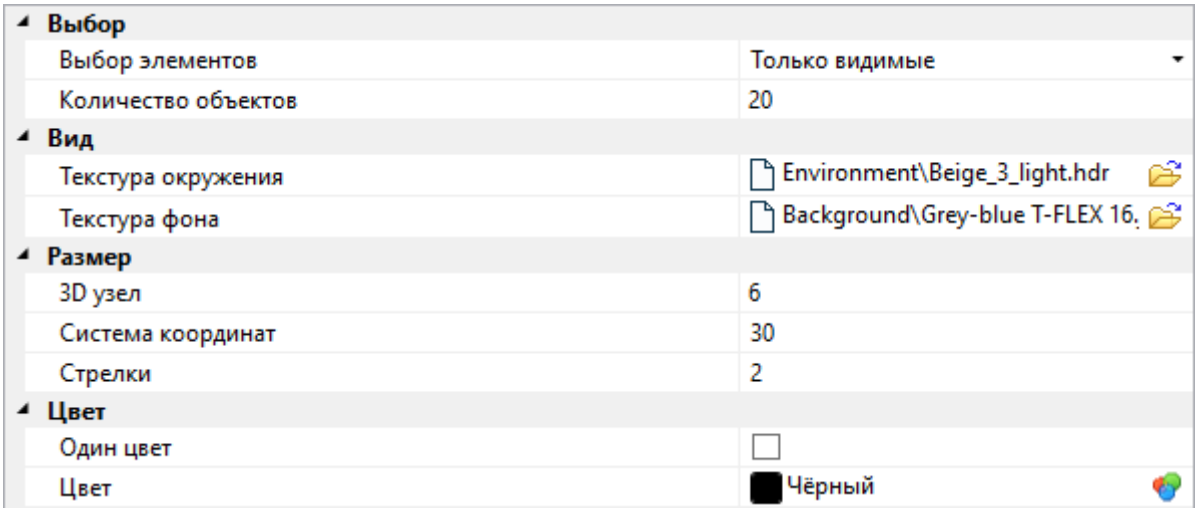
Пример:
Исходное значение - 3.21
Точность округления - 1
Результат округления до ближайшего значения - 3
Результат округления к большему значению - 4

Припуски на длину КИ, проценты от длины по 3D модели



При расчёте длин КИ для отчётов к длине изделия, рассчитанной по 3D модели, автоматически добавляется указанный припуск. Припуски задаются отдельно для разных типов КИ: **Провод вне жгута, Кабель вне жгута, Провод витой пары, КИ внутри жгута**.

Вид



Выбор

Выбор элементов. Определяет режим выбора элементов в командах нанесения и редактирования. Можно выбрать один из двух режимов:

- **Все**. При создании и изменении элементов будут выбираться все существующие элементы.
- **Только видимые**. При создании и изменении элементов будут выбираться только видимые элементы. Видимость определяется, исходя из уровней элементов и интервалов видимости, задаваемых в команде Задать уровни отображения (**Настройка** > **Уровни...**), а также конфигурации слоёв, задаваемой в команде Редактировать слои (**Настройка** > **Слои...**).

Вид

Текстура окружения. Файл изображения, содержащий рисунок текстуры. Данный параметр позволяет виртуально окружить объекты модели трёхмерным изображением, которое будет отражаться в гранях модели. Для задания такой текстуры используется формат hdr.
Окружение может также задаваться в свойствах 3D вида или при помощи перетаскивания файла текстуры из Проводника Windows в 3D окно.

Во всех окнах 3D модели применяется одна и та же текстура окружения. В конкретном окне применение текстуры может быть заблокировано соответствующим флажком в диалоге свойств.
На визуальные свойства материала при использовании текстуры окружения большое влияние оказывают параметры материала **Глянец** и **Отражение**.
В случае если эти параметры имеют нулевые значения, окружающая текстура на внешний вид модели влияния не оказывает.
Текстура фона. Файл изображения, содержащий рисунок текстуры. Ссылка на файл может задаваться в диалоге **Параметры документа** на закладке **3D**, в диалоге свойств 3D окна либо методом перетаскивания файла растрового изображения из Проводника Windows в 3D окно. Данный параметр позволяет использовать текстуру в качестве фона окна текущего чертежа.
Для всех окон 3D модели используется одна и та же текстура фона. Использование текстуры в конкретном окне может быть отключено, для чего в свойствах 3D вида имеется соответствующий параметр (флажок). Для задания текстуры можно использовать файлы форматов bmp, jpg, jpeg, gif, tga, tif, tiff, png.

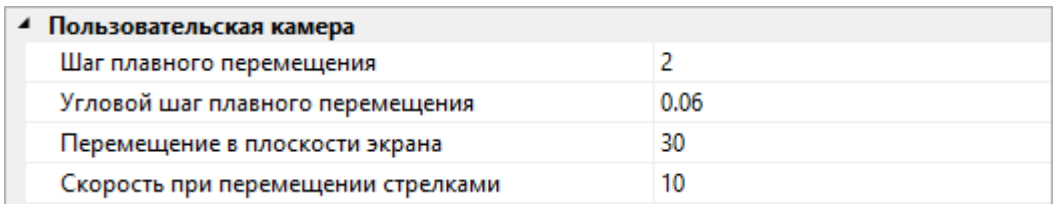
Размер

В группе параметров **Размер** задаются размеры 3D узлов (в пикселях), систем координат и стрелок направления 3D путей/профилей (в единицах измерения длины). Размеры 3D элементов можно задавать любые по желанию пользователя.

Цвет

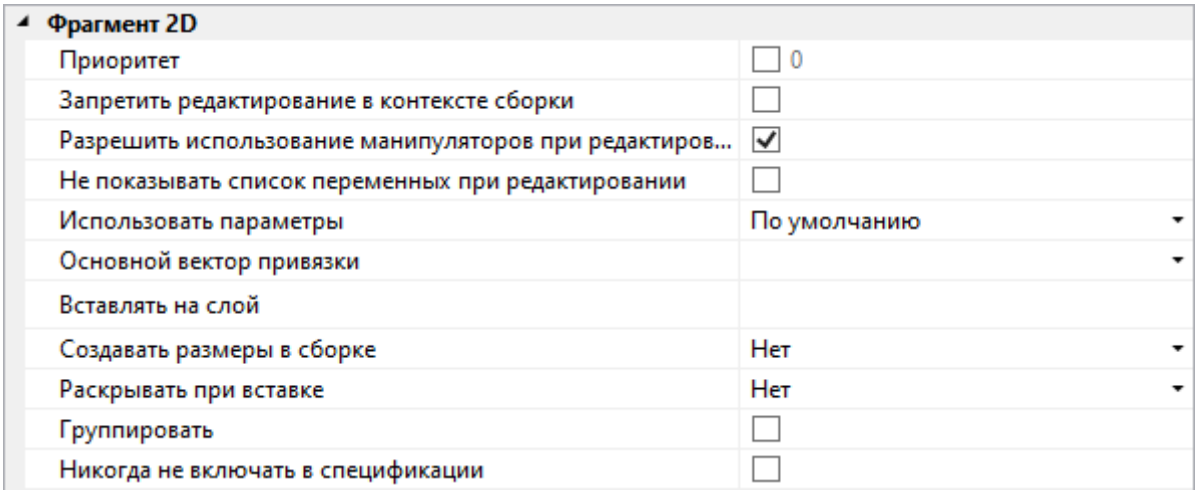
Один цвет. При установке этого параметра задаётся режим отображения всех 3D элементов модели одним цветом, отличным от их собственных установок.
Цвет. Определяет цвет всех 3D элементов модели при установленном режиме отображения модели одним цветом.

Пользовательская камера



Шаг плавного перемещения. Размер шага в режиме плавного перемещения. В процентах от размера сцены.
Угловой шаг плавного перемещения. Угловой шаг поворота в режиме плавного перемещения. В радианах.
Перемещение в плоскости экрана. Влияет на скорость перемещения. В процентах от 0% до 100%.
Скорость при перемещении стрелками. Скорость рассчитывается в зависимости от текущего размера сцены. Чем больше значение, тем быстрее перемещение.

Фрагмент 2D



На вкладке **2D Фрагмент** можно задать параметры работы с фрагментами в сборочном чертеже:
Приоритет. Установка данного параметра позволяет задать значение приоритета, который будет назначен фрагменту при вставке документа в сборочный чертёж.
Запретить редактирование в контексте сборки. При включении этого параметра блокируется редактирование данного документа в контексте сборки.
Разрешить использование манипуляторов при редактировании. Если флаг установлен, то при вставке данного документа как 2D фрагмента в сборку в режиме редактирования фрагмента будут доступны манипуляторы, позволяющие менять значения внешних переменных фрагмента при помощи мыши.
Не показывать список переменных при редактировании. Включение данной опции блокирует отображение флажков **Просмотр** и **Список переменных** в диалоге переменных фрагмента при его редактировании. Опция работает только в том случае, если для редактирования переменных фрагмента используется пользовательский диалог.

Использовать параметры. Параметр позволяет указать, какие настройки чертежа будут использоваться при вставке данного документа как фрагмента в сборку:

- **По умолчанию**. Будут использоваться настройки, указанные в сборке в параметрах по умолчанию 2D фрагмента;
- **Документа фрагмента**. Будут использоваться настройки текущего документа;
- **Текущего документа**. Будут использоваться настройки сборочного чертежа.

Основной вектор привязки. Данный параметр устанавливает основной вектор привязки, используемый при вставке данного документа как 2D фрагмента. Параметр дублирует соответствующий флажок в свойствах вектора привязки.

Вставлять на слой. Параметр указывает имя слоя, на который будет помещён 2D фрагмент при вставке данного документа в сборку.

Создавать размеры в сборке. Опция отвечает за способ создания размеров, существующих в файле 2D фрагмента, в сборке. Если на 2D фрагмент нанесены размеры, то при вставке такого фрагмента в сборочный чертёж размеры преобразуются в отдельные элементы. Так, как если бы они были проставлены в самом сборочном чертеже. Имеется три варианта создания размеров:

- **Нет**. В сборку переносятся размеры, находящиеся в файле фрагмента. Эти размеры нельзя редактировать в сборке, так как они являются частью фрагмента.
- **Автоматически**. При вставке фрагмента, в сборке будут автоматически создаваться размеры. Эти размеры создаются в самой сборке, а не переносятся из файла фрагмента. Такие размеры создаются на основе размеров, созданных в файле фрагмента, т.е. их положения и привязки наследуются из фрагмента. Это обеспечивает возможность их редактирования. Размеры будут корректно отображаться при повороте фрагмента в случае вставки фрагмента по вектору привязки.

> Размеры будут созданы только в том случае, если в документе фрагмента они созданы на основе линий изображения, а не на линиях построения или узлах.

  Если размер в файле фрагмента является управляющим, т.е. номинал размера задан с помощью внешней переменной, то при переносе в сборку значение переменной можно изменять. В соответствии с ним будут пересчитаны фрагмент и его размеры.
- **Вручную**. При вставке фрагмента в сборку, размеры не добавляются. Чтобы добавить размеры в сборку, необходимо выбрать пункт **Создать размеры в сборке** в контекстном меню фрагмента.

Размеры будут созданы в сборке таким же образом как и в режиме **Автоматически**.

Раскрывать при вставке – позволяет автоматически раскрыть 2D фрагмент при его вставке в сборку. При раскрытии фрагмент удаляется, а вместо него в сборочном чертеже создаются копии всех видимых элементов фрагмента.

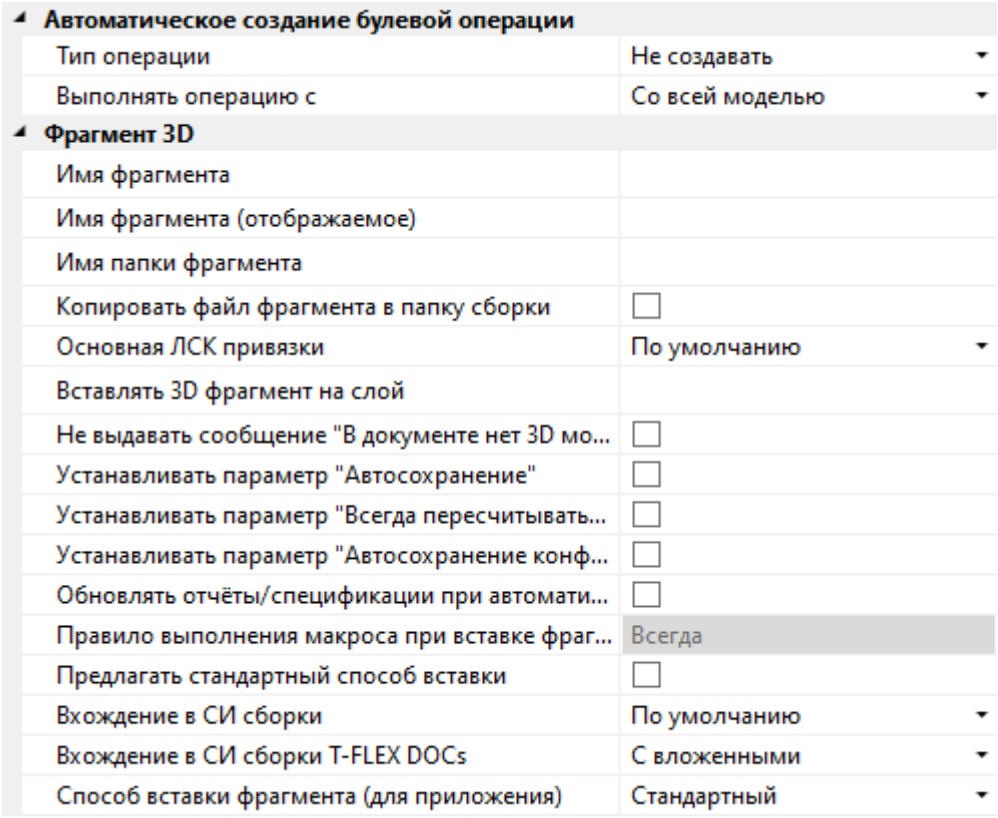
- **Нет**. Фрагмент не будет раскрыт при вставке в сборку.
- **Без построений**. Фрагмент будет раскрыт при вставке в сборку. В раскрытом фрагменте будут созданы копии всех видимых элементов изображения из исходного документа.
- **С построениями**. Фрагмент будет раскрыт при вставке в сборку. В раскрытом фрагменте будут созданы копии всех видимых элементов построения и изображения из исходного документа.

Группировать. При раскрытии фрагмента, все его элементы будут автоматически объединены в группу.

> Опция работает только для раскрываемых фрагментов.

Никогда не включать в спецификации. При включённом параметре данные о фрагменте не попадают в структуру изделия.

Фрагмент 3D



В диалоге команды **Параметры документа** на вкладке **3D Фрагмент** можно указать имя и папку сохранения файла фрагмента при его вставке в сборку, способ вставки и основную ЛСК привязки, слой в сборке, на который будет автоматически помещён данный фрагмент; установить исходную систему координат по умолчанию, настроить параметры для автоматической булевой операции.

Автоматическое создание булевой операции

При нанесении 3D фрагмента можно автоматически создать булеву операцию заданного типа. В качестве первого операнда будет использоваться выбранное тело сборки, а в качестве второго – одно из тел 3D фрагмента, или все тела фрагмента сразу. Настройка автоматической булевой операции осуществляется при помощи нескольких параметров:

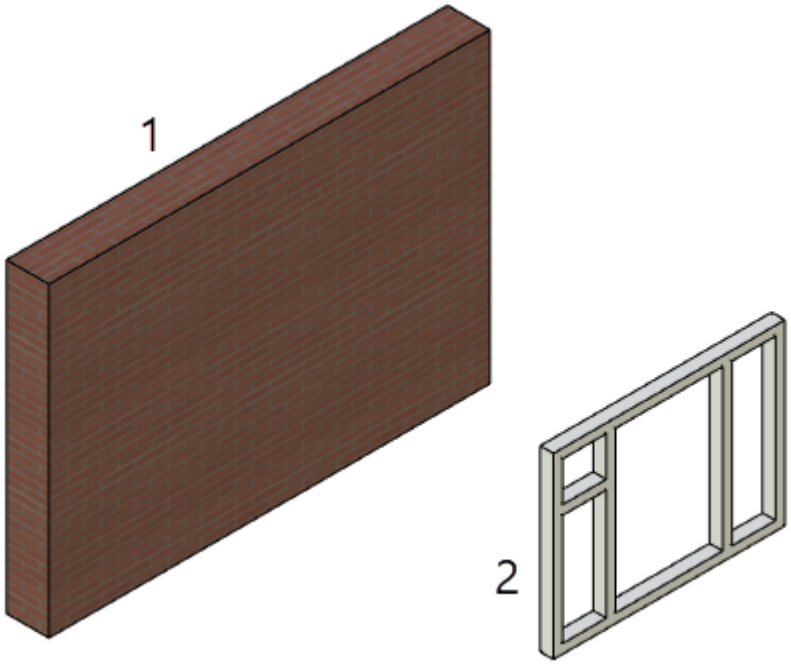
Тип операции. Данный параметр задаёт тип булевой операции (сложение, вычитание, пересечение), которая будет создаваться при вставке фрагмента в сборочную модель. Тип можно выбрать из списка.

Выполнять операцию. При вставке 3D фрагмента можно автоматически создать булеву операцию заданного типа. В качестве первого операнда будет использоваться выбранное тело 3D сборки, а в качестве второго – одно из тел 3D фрагмента или все тела 3D фрагмента сразу.

- **Со всей моделью**. Если выбран данный параметр, то в качестве операнда булевой операции используется вся трёхмерная модель фрагмента.
- **С отдельной операцией**. При выборе этого параметра булева операция будет создаваться только с одной отдельной операцией фрагмента. Конкретную операцию можно выбрать из списка всех существующих операций.

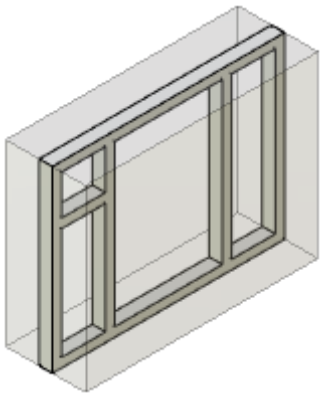
В том случае, если необходимо для булевой операции использовать тело, невидимое при работе с документом 3D фрагмента, можно помещать его на специальный слой, помеченный как **Видимый только при вставке в сборку**.

Рассмотрим на примере применение автоматического создания булевой операции при вставке фрагмента. Пусть есть 3D модель стены дома, в которую необходимо вставить окно в качестве 3D фрагмента.

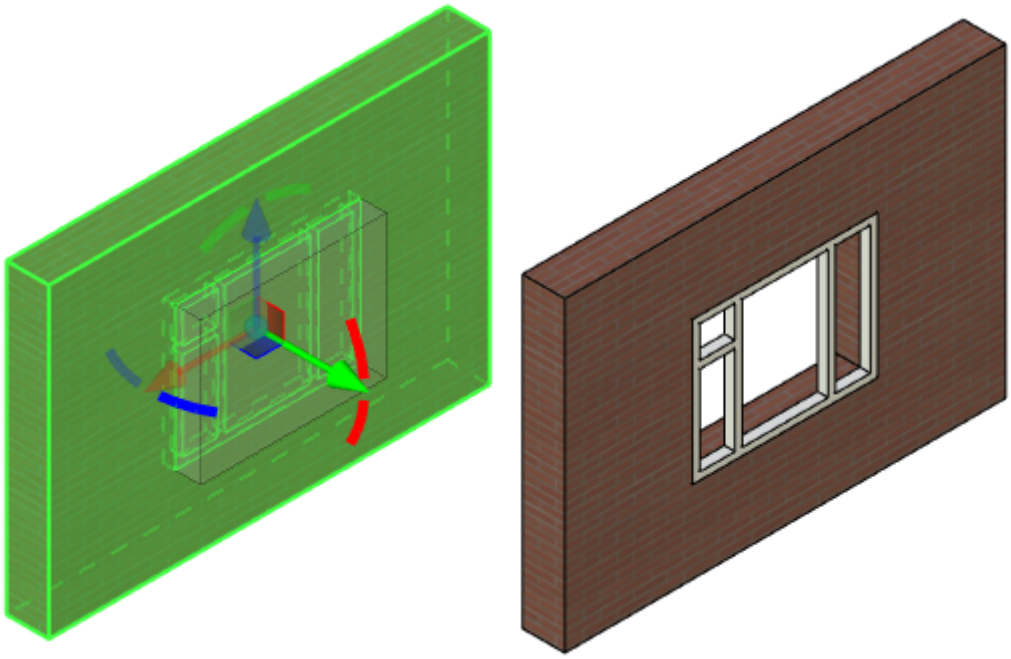


1. Модель стены дома
2. Модель окна в отдельном фрагменте

Для этого модель окна необходимо построить определённым образом. Нужно специально создать тело-параллелепипед поверх окна, по которому будет вырезан проём в стене для вставки окна.



Затем необходимо открыть параметры документа, закладку **Фрагмент 3D** (см. выше). Установите **Тип операции** – **Вычитание**, **Выполнять операцию с** – **операция создания тела-параллелепипеда** (например, Выталкивание_2).
Затем нужно перейти во фрагмент с моделью стены дома, вызвать команду вставки фрагмента, вставить фрагмент окна в необходимое место и нажать .



В результате вставленный фрагмент окна будет вычтен из модели стены дома.

Фрагмент 3D

Имя фрагмента. Неассоциативное имя, с которым будет отображаться операция 3D фрагмент в дереве модели при вставке текущего документа в сборку. Ввод переменных не поддерживается. По умолчанию при использовании этого имени после него в скобках отображается путь к файлу фрагмента.

Имя фрагмента (отображаемое). Ассоциативное имя, с которым будет отображаться операция 3D фрагмент в дереве модели при вставке текущего документа в сборку. Поддерживается ввод переменных. Имя переменной следует указывать в фигурных скобках (например: **{$name}**). По умолчанию при использовании этого имени путь к файлу фрагмента не отображается в дереве.

При вставке текущего документа как 2D фрагмента данное имя не используется.

Таким образом, возможны следующие варианты использования параметров имени 3D фрагмента:

Если оба поля (**Имя фрагмента** и **Имя фрагмента (отображаемое)**) не заполнены, то при вставке текущего документа в сборку операция 3D фрагмент будет иметь имя по умолчанию (**3D фрагмент_№**, где **№** - порядковый номер операции). При этом, в дереве модели по умолчанию будет отображаться данное имя, а после него в скобках - путь к файлу фрагмента.

Если заполнено только поле **Имя фрагмента**, то при вставке текущего документа в сборку операция 3D фрагмент будет иметь имя в формате **Имя фрагмента_№**, где **Имя фрагмента** - значение введённое в поле **Имя фрагмента**, а **№** - порядковый номер операции. При этом, в дереве модели по умолчанию будет отображаться данное имя, а после него в скобках - путь к файлу фрагмента.

Если заполнено только поле **Имя фрагмента (отображаемое)**, то при вставке текущего документа в сборку операция 3D фрагмент будет иметь имя по умолчанию (**3D фрагмент_№**, где **№** - порядковый номер операции). При этом, в дереве модели по умолчанию будет отображаться значение из поля **Имя фрагмента (отображаемое)** без добавления порядкового номера операции и пути к файлу фрагмента.

Если оба поля (**Имя фрагмента и Имя фрагмента (отображаемое)**) заполнены, то при вставке текущего документа в сборку операция 3D фрагмент будет иметь имя в формате **Имя фрагмента_№**, где **Имя фрагмента** - значение введённое в поле **Имя фрагмента**, а **№** - порядковый номер операции. При этом, в дереве модели по умолчанию будет отображаться значение из поля **Имя фрагмента (отображаемое)** без добавления порядкового номера операции и пути к файлу фрагмента.

Формат отображения имён фрагментов в дереве можно настроить с помощью команды **Представление...**, доступной в меню параметров дерева.

Параметр задаёт имя, с которым будет отображаться фрагмент в дереве модели сборки в формате **Имя_1**. Имя фрагмента может быть заданно переменной, например - **{a}**. При вставке такого фрагмента в сборку его имя может быть разным в зависимости от значения переменной.

Имя папки фрагмента. Параметр задаёт имя папки, в которую будет помещаться фрагмент в дереве модели сборки.

Имя фрагмента и имя папки считываются из файла фрагмента только при создании нового фрагмента. Если значения этих параметров изменить, то при обновлении фрагмента в сборке имя и папка останутся прежними.

Копировать файл фрагмента в папку сборки. При включении данного параметра файл фрагмента, вставляемого в сборку, автоматически копируется в папку сборочного документа (или её подпапку). В свойства фрагмента записывается ссылка на скопированный файл, а не на исходный.

В поле справа от флага можно задать имя подпапки, которая будет создана в папке сборочного документа, куда будет скопирован файл фрагмента. Если оно пустое - файл копируется прямо в папку сборки.

Основная ЛСК привязки выбирается из списка. В списке присутствуют все локальные системы координат модели, у которых установлен параметр **Использовать для привязки фрагмента**. При вставке этого документа в качестве 3D фрагмента, указанная система координат будет автоматически предложена в качестве исходной.

В свойствах подготовленной системы координат при необходимости можно установить разрешённые степени свободы, которые обеспечат правильное поведение данного 3D фрагмента в сборке в режиме перемещения сопряжённых элементов (см. главу Сопряжения и степени свободы).

Для несложных деталей, которые удобно вставлять в сборку в режиме **динамической привязки**, можно включить данный режим по умолчанию.

Вставлять 3D фрагмент на слой. Параметр задаёт имя слоя, на который будет помещён фрагмент при его вставке в сборку. Если в документе фрагмента установлен параметр «Вставлять на слой», а при вставке фрагмента в сборку такого слоя нет, то по запросу такой слой создаётся автоматически.

Не выдавать сообщение "В документе нет 3D модели". По умолчанию данный параметр отключён. В этом случае система не допускает вставки в 3D сборку фрагмента, в котором отсутствует или подавлена 3D модель. В качестве комментария выдаётся соответствующее сообщение в окне диагностики. При установленном флажке система позволяет вставку «пустого» фрагмента, не выдавая никаких сообщений.

Устанавливать параметр "Автосохранение". Если данный параметр установлен, при вставке текущего документа как 3D фрагмента в сборку в параметрах фрагмента, автоматически включается параметр **Автосохранение**. Файл такого фрагмента будет сохраняться автоматически при каждом сохранении сборки, с подстановкой значений внешних переменных и адаптивных параметров.

Устанавливать параметр "Всегда пересчитывать 3D модель". Устанавливает флаг **Всегда пересчитывать 3D модель и проекции с автоматическим обновлением** в параметрах 2D

фрагмента. При установленном флаге 3D модель фрагмента, а также те проекции 3D модели, для которых включен автоматический пересчёт, будут автоматически пересчитываться после изменения параметров 2D фрагмента.

Устанавливать параметр "Автосохранение конфигурации". Модифицирует конфигурацию/исполнение в файле фрагмента при изменении значений переменных.

Обновлять отчёты/спецификации при автоматическом сохранении. Если установить данный флаг и вставить текущий документ как 3D фрагмент в сборку, то при установленном флаге **Автосохранение** в параметрах фрагмента в момент автосохранения будут автоматически обновляться имеющиеся в документе фрагмента отчёты и спецификации.

Правило выполнения макроса при вставке фрагмента. В зависимости от значения этого параметра при **Способе вставки фрагмента «Смарт-фрагмент, макрос»** (см. ниже)макросы могут автоматически запускаться:

- **Только для 2D**,
- **Только для 3D**,
- **Всегда**.

Предлагать стандартный способ вставки. Если данный флаг установлен, то, прежде чем выполнить макрос при вставке фрагмента, система предложит выбор между выполнением макроса и стандартной вставкой.

Вхождение в СИ сборки. В выпадающем меню доступны опции **По умолчанию, Не включать, Без вложенных, С вложенными, Только вложенные**. Выбранная опция будет автоматически применяться в параметрах фрагмента (**Дополнительно** > **Включать в новый состав изделия**) при вставке данного документа в сборку. Если выбрана опция **По умолчанию,** то будет применяться параметр, заданный по умолчанию для всех фрагментов в документе сборки (с помощью флага **По умолчанию** в диалоге параметров фрагмента).

Вхождение в СИ сборки T-FLEX DOCs. Данный параметр аналогичен предыдущему, но в отличие от него, используется при вставке в сборку DOCs в режиме интеграции. Вне режима интеграции этот параметр не отображается.

Способ вставки фрагмента (для приложения). Выбранный способ определяет поведение 3D фрагмента при вставке в 3D сборку.

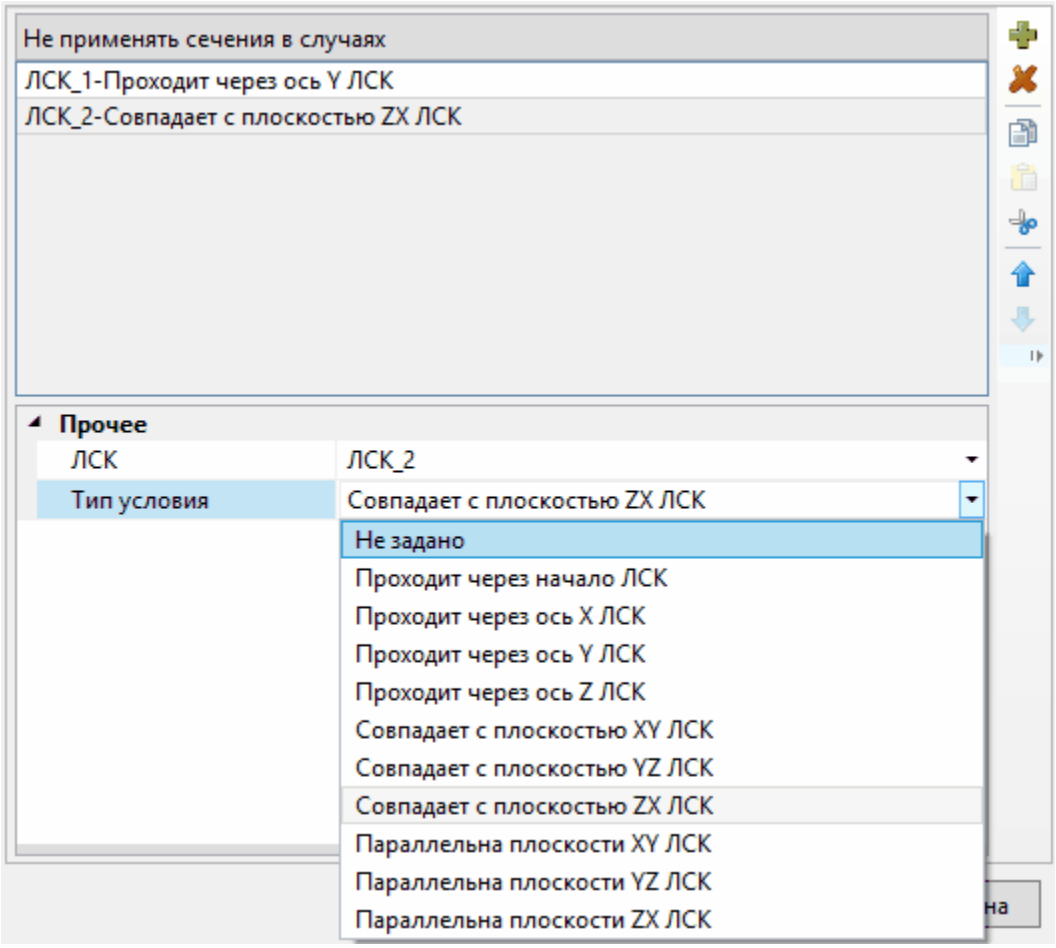
- **Стандартный**. При вставке в сборку перемещение фрагмента возможно только при помощи манипулятора ЛСК (динамическое перемещение отключено);
- **Крепёж**. При вставке в сборку фрагмент динамически перемещается за курсором мыши;
- **3D расстановка**. Этот способ вставки предназначен для быстрого создания расстановки в 3D сцене. В файле фрагменты должны быть созданы специальные привязки к полу, стенам, потолку, горизонтальным поверхностям. Привязки определяются посредством коннекторов с определёнными параметрами;
- **По трём точкам**. При вставке фрагмента он может быть привязан к выбранным в сцене точкам. Фрагмент изменяет свой размер в зависимости от расстояния между этими точками.
- **Smart fragment, макрос**. Данный способ вставки предназначен для параметрических фрагментов, сценарий вставки которых описан в программе (макросе), хранящейся непосредственно в файле данного фрагмента или во внешнем модуле (DLL). При вставке файла в качестве фрагмента будет выполняться заданный пользователем макрос.

Кроме того, вкладка Фрагмент 3D содержит следующую вкладку:

- Сечения

Сечения

На закладке **Сечения** можно задать условия для разрезов и сечений на 2D проекциях:



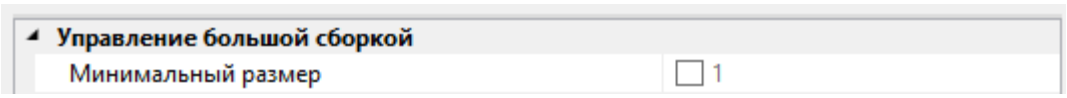
Группа **Не применять сечение в случаях** позволяет указать условия, при которых данный фрагмент не будет рассекаться при создании проекций сборочных моделей.

Для некоторых моделей (будущих деталей-компонентов сборочного документа) удобно заранее установить такие настройки, которые не позволят включать эти детали в число разрезаемых при создании проекций-разрезов для сборочных чертежей. Например, при создании моделей болтов заранее известно, что на определённых видах-разрезах они не должны быть разрезаны. Чтобы исключить кропотливую ручную настройку 2D проекции при работе со сборками, имеющими в своём составе такие детали, сделана эта опция.

Для создания нового условия нужно использовать кнопку +. Появится дополнительный раздел **Условие применения сечения**, в котором из списков выбираются условия и имя ЛСК.

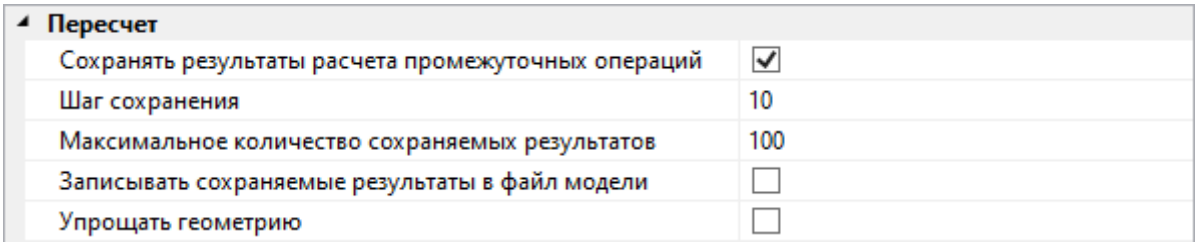
Условия формируются по отношению к предполагаемой исходной ЛСК фрагмента, существующей на данный момент в документе будущего 3D фрагмента. К примеру, деталь может не рассекаться, если плоскость сечения проходит через указанную ось исходной ЛСК, совпадает с одной из главных плоскостей ЛСК и т.д.

Управление большой сборкой



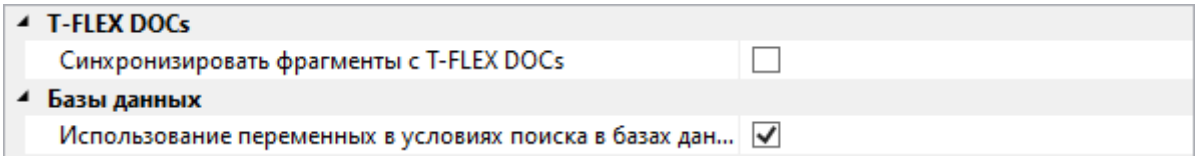
Минимальный размер. Если данный параметр установлен, в 3D модели не будут отображаться 3D объекты, размер которых не превышает заданный (в единицах, заданных для длины в параметрах документа).

Производительность



Сохранять результаты расчёта промежуточных операций. Включение данного параметра позволяет ускорить вход в редактирование промежуточных операций, однако при этом замедляется пересчёт и используется больше оперативной памяти.
Шаг сохранения. Результаты расчёта будут сохранены только для операций, соответствующих шагу. Например, будет сохраняться результат каждой пятой операции.
Максимальное количество сохраняемых результатов. В поле можно задать максимальное количество результатов операций, для которых сохраняется геометрия.
Записывать сохраняемые результаты в файл модели. Сохранять в файл геометрию промежуточных операций, если у этих операций на момент сохранения есть геометрия. Когда этот параметр включён, увеличивается размер сохраняемого файла и время загрузки модели.
Упрощать геометрию. При пересчете граней заменяет кривые на пересечении поверхностей на b-сплайны. Значительно уменьшает размер документа, незначительно замедляет пересчёт.

Совместимость



Синхронизировать фрагменты с T-FLEX DOCs. Если активен этот флаг, то при загрузке документа из T-FLEX DOCs фрагменты будут автоматически создаваться, изменяться и подавляться для приведения сборки в соответствие с электронной структуре изделия.
Использовать переменные в условиях поиска в базах данных. Если флаг установлен, то при поиске в базах данных имена и текстовые поля воспринимаются в условиях как текстовые переменные, иначе - как текстовые константы. Флаг разработан для предотвращения рекурсии в старых документах, в которых названия столбцов в БД могли начинаться с "**$**" и выражения типа **$A = val(5, DBNAME.$A)** (где в базе данных **DBNAME** имелось поле **$A**) обрабатывались нормально.

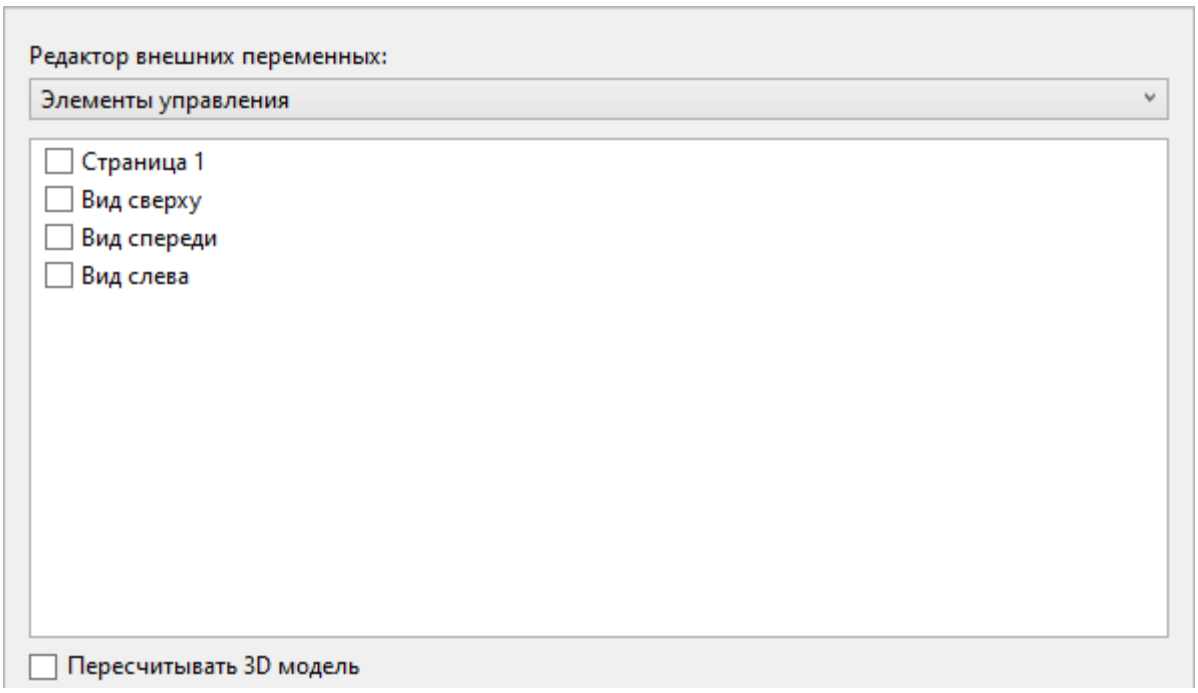
Внешние переменные

Редактор внешних переменных. Данный параметр задаёт средство редактирования внешних переменных в команде Внешние переменные.

При значении параметра **Встроенный** редактирование переменных модели производится при помощи **Редактора переменных** системы T-FLEX CAD.

При значении параметра **Внешняя программа** пользователь сам задаёт удобное для него средство редактирования модели. При этом пользователь может самостоятельно написать программу для редактирования внешних переменных. Для этого можно использовать Open API.

Подробную информацию об Open API можно найти в справке по Open API.



Элементы управления. Данный вариант используется, если в текущем документе создан пользовательский диалог параметров для редактирования внешних переменных. В списке страниц обязательно должны быть помечены те страницы документа, которые должны отображаться в окне диалога.

Если в документе есть страницы типа **Диалог**, созданные в команде Создать элемент управления, то данное значение параметра устанавливается автоматически, а соответствующая страница помечается в списке.

Пересчитывать 3D модель. Если данный флажок установлен, то при редактировании внешних переменных автоматически пересчитывается 3D модель документа.

Подробное описание создания пользовательского диалога и методов работы с ним приведено в главе Элементы управления. Создание пользовательских диалогов.

Правила именования страниц

Формат имени новых страниц	
Обычная	Страница {#}
Рабочая плоскость	РП {#}
Диалог	Диалог {#}
Вспомогательная	Страница {#}
Текст	Текст {#}
Спецификация	Спецификация {#}
Электрическая схема	Электрическая схема {#}

На вкладке можно задать имена и порядковые номера для следующих типов страниц: **Обычная**, **Рабочая плоскость**, **Диалог**, **Вспомогательная**, **Текст** и **Спецификация**.
Можно задать следующую нумерацию:
Номер позиции по типу. Нумерация страниц происходит в зависимости от их типа.

Спецификация	Спецификация: {#}

Имя	Тип
Страница 1	Обычная
Спецификация: 1	Спецификация
Страница 3	Обычная
Спецификация: 2	Спецификация

Номер сквозной позиции. Нумерация страниц происходит вне зависимости от типа.

Спецификация	Спецификация: {##}

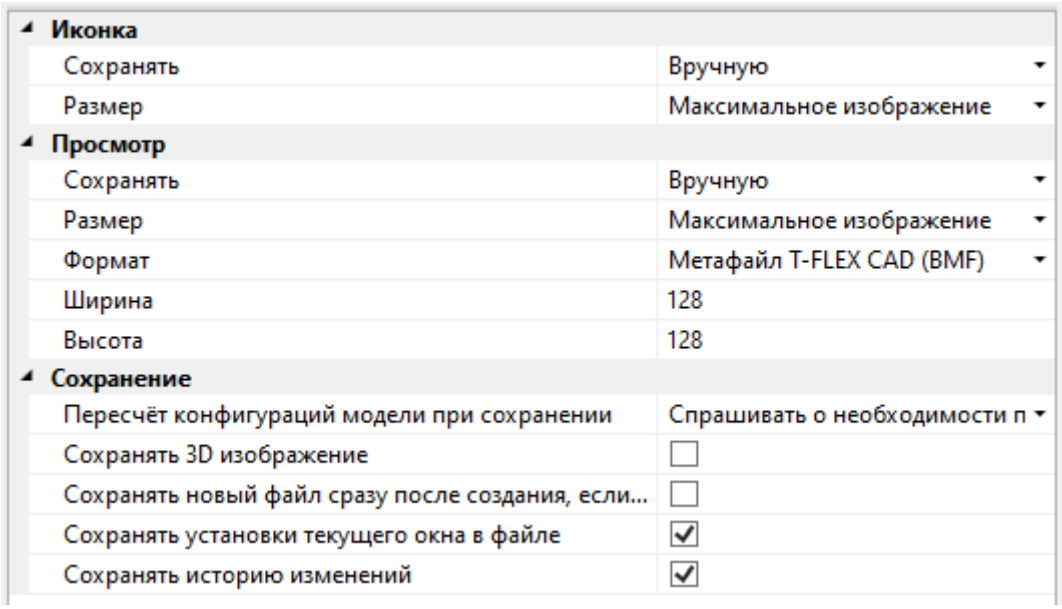
Имя	Тип
Обычная - 1	Обычная
Спецификация: 2	Спецификация
Обычная - 3	Обычная
Спецификация: 4	Спецификация

Видимость страниц

Показывать страницы	
Рабочая плоскость	☐
Диалог	☑
Вспомогательная	☐
Текст	☑
Спецификация	☑
Электрическая схема	☐
Проекция	☐

Данная вкладка содержит флаги всех типов страниц, которые доступны в T-FLEX CAD.
При установленном флаге страницы соответствующего типа отображаются в закладках страниц.
Видимость страниц также можно настроить с помощью диалога команды **Страницы**. Флаги в диалоге команды **Страницы** синхронизированы с флагами в **Параметрах документах**.

Сохранение



Данная вкладка предназначена для установки режима автоматического создания просмотра и иконки текущего чертежа. Причём и просмотр, и иконку при помощи данной вкладки можно создавать одновременно.

Иконка

Группа **Иконка** задаёт параметры создания иконок документа. Иконки документа будут отображаться везде, где предусмотрен показ иконки документа (на закладке документа при его открытии в T-FLEX CAD, в меню документов, и т.п.).

Сохранять. Задаёт режим создания иконки документа. Параметр может принимать следующие значения:

- **Нет**. Иконка не сохраняется. В этом случае в файле останется та иконка, которая была сохранена ранее (если таковая имеется).
- **Автоматически – 2D**. Иконка с 2D изображением сохраняется автоматически при каждом сохранении документа.
- **Автоматически – 3D**. Иконка с изображением 3D модели сохраняется автоматически при каждом сохранении документа.
- **Вручную**. При установке этого режима иконку можно создавать вручную при помощи команды Создать/Редактировать иконку (**Сервис** > **Специальные данные** > **Иконка...**). Если этой командой не воспользоваться, то установка данного режима будет работать также как и при значении «Нет».

Размер. Задаёт размер изображения иконки. Размер изображения можно выбрать из списка: **максимальное изображение**, **по размеру бумаги**.

Просмотр

Группа **Просмотр** задаёт параметры просмотра, который предназначен для быстрого вывода изображения чертежа в поле предварительного просмотра документа команды **Файл** > **Открыть...**

Сохранять. Данный параметр задаёт режим сохранения просмотра. Параметр может принимать следующие значения: **нет**, **автоматически**, **вручную**.

- **Нет**. Просмотр не сохраняется. В этом случае в файле останется тот просмотр, который был сохранён ранее (если таковой имеется).
- **Автоматически**. Просмотр сохраняется автоматически при каждом сохранении документа.

- **Вручную**. При установке этого режима, просмотр можно создавать вручную при помощи команды Сохранить просмотр (**Сервис** > **Специальные данные** > **Просмотр**). Если этой командой не воспользоваться, то установка данного режима будет работать так же, как и при значении **Нет**.

Размер. Задаёт размер изображения просмотра. Размер изображения можно выбрать из списка:

- **Максимальное изображение**. При установке этого параметра просмотр создаётся по максимальным границам изображения.
- **По размеру бумаги**. При этом параметре просмотр создаётся по размерам бумаги, формат которой задаётся на закладке **Общие** описываемой команды.

Формат. Задаёт формат файла просмотра. Формат можно выбрать из списка: **метафайл T-FLEX CAD**, **растровый (BMP) – 2D**, **растровый (BMP) – 3D**.

Ширина и **высота**. Данные параметры задают размеры растровой картинки в пикселях.

Сохранение

Пересчёт конфигураций модели при сохранении определяет действия системы при сохранении документа, в котором созданы конфигурации. Возможны следующие варианты действий при сохранении документа:

- **Спрашивать о необходимости пересчёта** - если в документе есть неактуальные конфигурации, при его сохранении будет задан вопрос о необходимости пересчёта конфигураций.
- **Пересчитать все конфигурации модели** (при сохранении документа конфигурации будут пересчитаны и сохранены автоматически).
- **Не пересчитывать конфигурации модели**.

Сохранять 3D изображение в файле документа. Задаёт режим сохранения 3D изображения в файле документа, что уменьшает время пересчёта модели при открытии файла, но увеличивает место на диске, занимаемое файлом. Кроме того, файл с сохранением 3D изображения может быть использован в качестве 3D картинки (команда Операции > 3D изображение).

Сохранять установки текущего окна в файле. Установка данного параметра позволяет сохранять последние установки окна текущего документа в файле. Например, если окно текущего документа было разбито на две части, в одной из которых находится 3D модель, то после повторного открытия документа размеры и расположение окна восстановятся.

Сохранять новый файл сразу после создания, если данный файл используется как прототип. Данный флажок полезен, если планируется использовать текущий документ в качестве прототипа. Когда флажок установлен, при создании нового документа на основе этого прототипа будет сразу же появляться окно сохранения файла. При отказе от сохранения новый документ не создаётся.

Сохранять историю изменений. Включает отслеживание истории изменений документа.

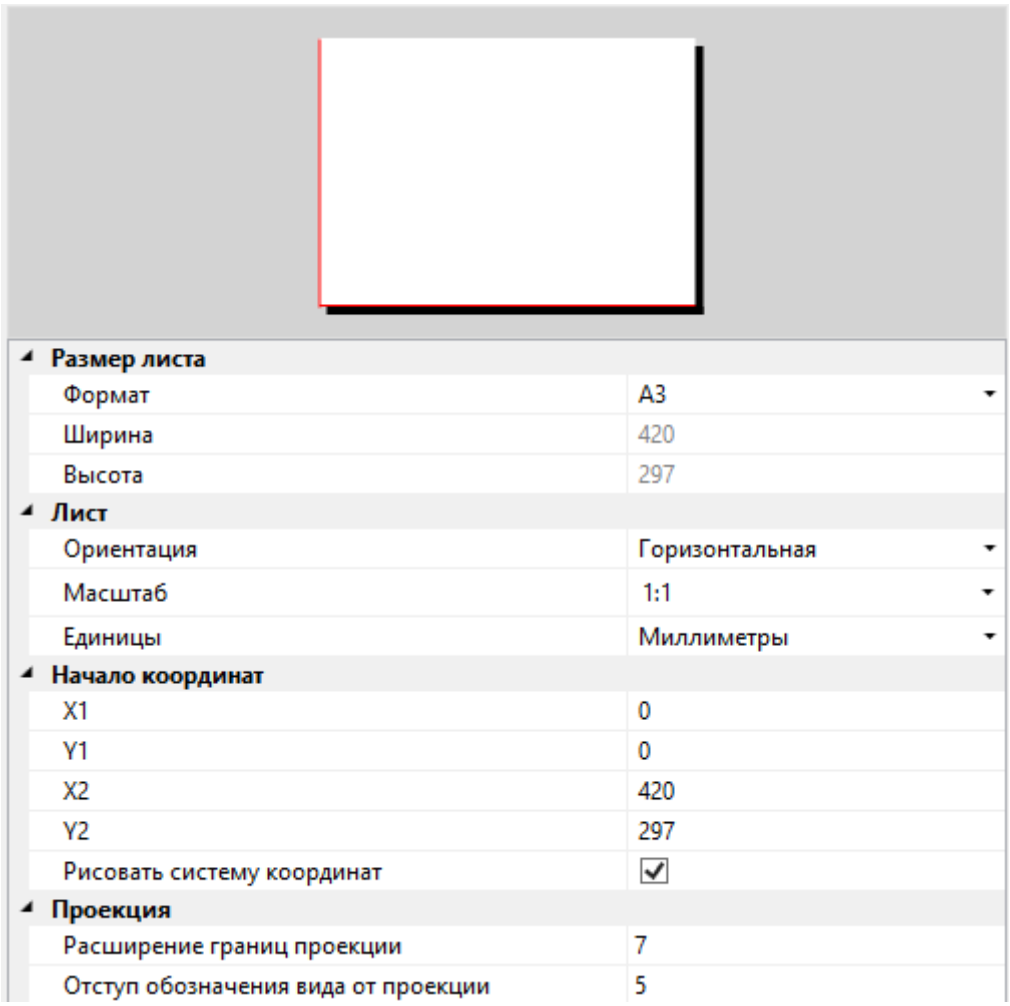
Группа вкладок Страница

Содержит следующие вкладки:

- Лист
  - Зоны
- Шрифт
- Размеры
  - Альтернативные размеры
- Линии
- Вид
- Фрагменты
- Символы
- Элементы оформления

- Цвета
- Сетка

Лист



Данная вкладка задаёт основные параметры настройки чертежа. Образец того, как документ будет выглядеть при заданных параметрах данной вкладки, можно увидеть в области предварительного просмотра.

Размер листа

Данная группа параметров задаёт границы чертежа.

Формат. Задаёт обозначение основных форматов, установленных ЕСКД и ANSI. Формат можно выбрать из списка. При выборе одного из основных форматов, параметры **Ширина** и **Высота** устанавливаются автоматически. При выборе параметра **Пользователя** можно самостоятельно задать любой размер сторон формата.

Ширина. Задаёт размер ширины листа. Значение устанавливается автоматически при выборе формата из списка. При выбранном формате Пользователя размер может быть задан вручную.

Высота. Задаёт размер высоты листа. Значение устанавливается автоматически при выборе формата из списка. При выбранном формате Пользователя размер может быть задан вручную.

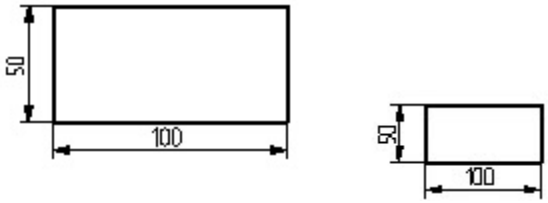
Лист

Ориентация. Данный параметр задаёт ориентацию форматки чертежа. Ориентация может быть **Вертикальная** или **Горизонтальная**.

Масштаб. Задаёт масштаб чертежа. Можно указать любое значение масштаба, а также выбрать значение из списка. Рекомендуется использовать масштабирование только в тех случаях, когда оно действительно необходимо. В большинстве случаев масштабирование не требуется, так как:

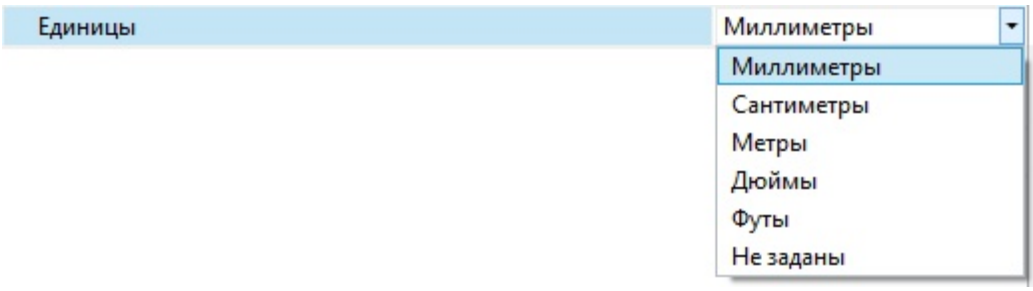
1. Для вывода на плоттер или принтер размер чертежа не является ограничительным фактором.
2. Для того чтобы обозначения размеров всего чертежа или какой-то его части были отмасштабированы, существуют специальные средства, которые будут описаны ниже.

Если всё же необходимо установить масштаб, то лучше это сделать перед началом создания чертежа. Если изменить установку масштаба для готового чертежа, то может потребоваться ручная корректировка положения его отдельных элементов. Это происходит потому, что масштабирование в T-FLEX не является просто функцией пропорционального изменения размера всех элементов чертежа. В T-FLEX масштаб определяет лишь положение линий чертежа. Например, величина размерных стрелок и текста в размерах останутся неизменными.



При работе в окне 2D вида на панели Вид расположены иконки для быстрого изменения формата, масштаба и ориентации страницы.

Единицы. Задаёт единицы измерения, в которых работает система T-FLEX CAD. Параметр выбирается из списка.



От этого параметра зависит сразу несколько вещей:

- расчёт допусков размеров, который различен при миллиметрах и дюймах;
- значения в меню при задании параметров шероховатости и допусков формы и расположения поверхностей;
- вывод на плоттер;
- экспорт в другие форматы;
- способ пересчёта размерных чисел в размерах, если пересчёт задан на закладке **Размеры** в группах **Масштаб** или **Альтернативный масштаб** для параметра Масштаб.

Начало координат

Эти параметры задают положение начала координат чертежа.

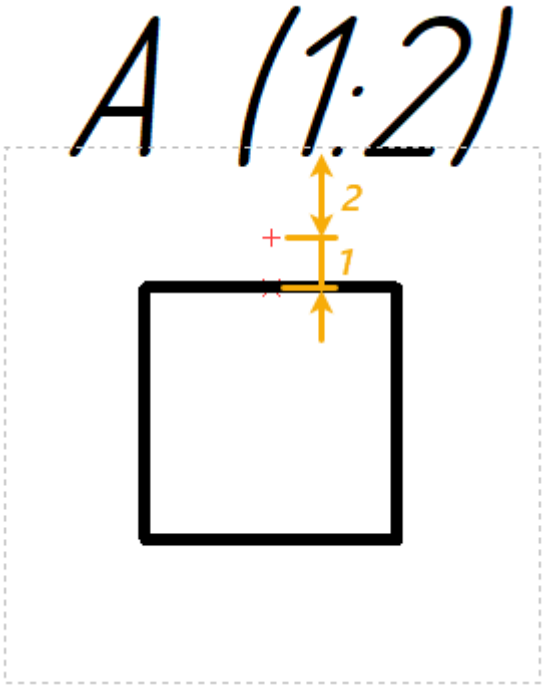
Рисовать систему координат. Позволяет видеть начальную точку страницы, к которой может быть выполнена привязка. Опция доступна как для чертёжных страниц, так и для рабочих плоскостей. Это,

в свою очередь, помогает управлять отслеживать ориентацию рабочей плоскости в пространстве при черчении на ней. Система координат не рисуется в режиме скрытых линий построения, не выводится на принтер и не экспортируется в сторонние форматы. По умолчанию опция активна.
X. Задаёт координату нижнего левого угла чертежа по оси X.
Y. Задаёт координату нижнего левого угла чертежа по оси Y.
X2. Ширина листа. При выборе формата из списка устанавливается автоматически. При выбранном формате **Пользователя** может быть задана вручную.
Y2. Высота листа. При выборе формата из списка устанавливается автоматически. При выбранном формате **Пользователя** может быть задана вручную.
Значения координат задаются в тех единицах, в которых будет создаваться чертёж, и которые определяются в пункте **Единицы**.

При задании параметров документа можно использовать переменные, которые будут храниться в файле чертежа. Для этого нужно вместо конкретного значения параметра (численного или текстового) вписать имя переменной. Имя переменной должно быть заключено в {фигурные скобки}. Если переменная текстовая, то её имя должно начинаться со знака $. Если поместить курсор в нужное поле параметра и нажать **<F8>**, то можно вставить переменную из списка уже созданных. Изменять значения переменных можно в редакторе переменных.

Проекционный вид

Расширение границ проекции. Расстояние между границами и линиями изображения проекции.
Отступ обозначения вида от проекции. Задаёт расстояние от проекции, на котором по умолчанию будет располагаться обозначение вида.



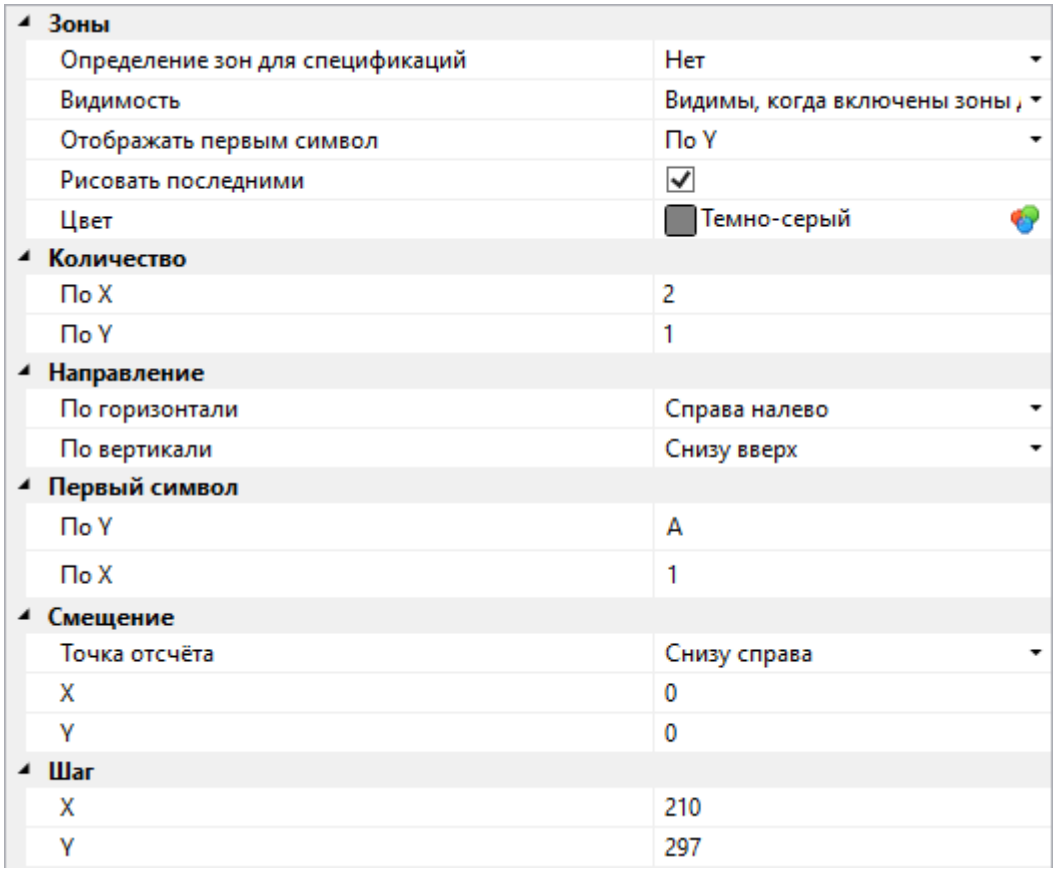
1 - Расстояние, задаваемое в параметрах документа (не масштабируется)

2 - Расстояние, задаваемое в параметрах обозначения вида (масштабируется в зависимости от масштаба вида)

Кроме того, вкладка Лист содержит следующую вкладку:

- Зоны

Зоны



Вкладка **Зоны** используется для установки параметров разбивки страницы чертежа на зоны. Для разных стандартных форматов листа заданы разные параметры разбивки по умолчанию. Обозначения зон могут отображаться в 2D окне, но не выводятся на печать. Система может автоматически определять, в какой зоне находится обозначение или заголовок вида на чертеже и автоматически добавлять номер зоны и/или листа к связанному обозначению. Также доступно автоматическое заполнение колонки **Зона** в спецификациях, в зависимости от того, в какой зоне находится обозначение соответствующей позиции на сборочном чертеже.

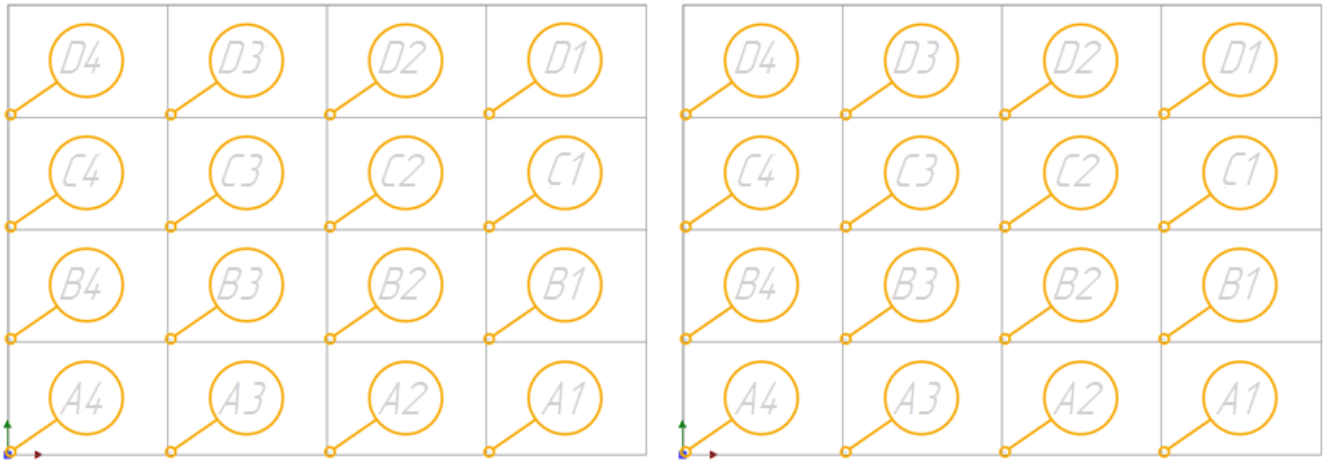
Зоны

Определение зон для спецификации

Данный параметр позволяет автоматически заполнить колонку **Зона** стандартной спецификации после простановки позиций на сборочном чертеже. Кроме того, от данного параметра зависит порядок нумерации зон. В выпадающем списке доступны следующие опции:

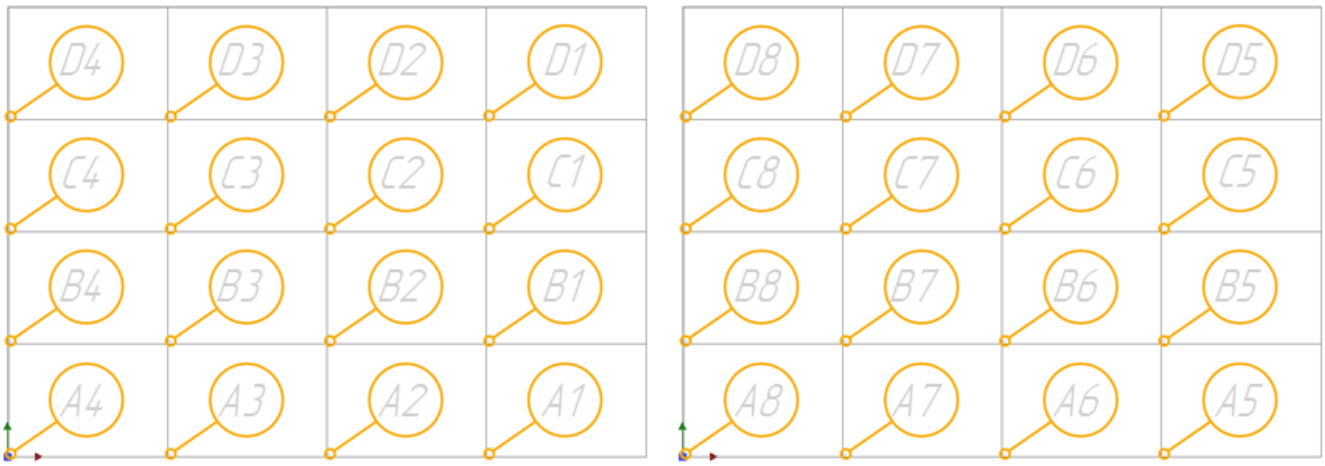
- **Нет**
  Колонка **Зона** в спецификации не заполняется, нумерация зон текущей страницы начинается заново.
- **Нумерация в пределах одного листа**
  Колонка **Зона** в спецификации заполняется автоматически, нумерация зон текущей страницы начинается заново.
- **Сквозная нумерация по горизонтали**
  Колонка **Зона** в спецификации заполняется автоматически, нумерация зон текущего листа по горизонтали продолжает нумерацию предыдущих страниц, если для них установлена такая же опция.

Принцип нумерации показан на рисунках ниже на примере двух страниц формата A0, для которых остальные параметры вкладки **Зоны** имеют значения по умолчанию.



Страница 1 Страница 2

Нумерация в пределах одного листа



Страница 1 Страница 2

Сквозная нумерация по горизонтали

Видимость

Видимость зон в окне чертежа. В выпадающем списке доступны следующие опции:

- **Нет**
  Зоны не отображаются на чертеже
- **Да**
  Зоны отображаются на чертеже при любом значении параметра **Определение зон для спецификации**, но порядок нумерации зон зависит от этого параметра.
- **Видимы, когда включены зоны для спецификации**
  Зоны отображаются на чертеже при условии, что для параметра **Определение зон для спецификации** не установлено значение **Нет**. Порядок нумерации зон также зависит от этого параметра

Отображать первым символ
Задаёт, какой из символов, определяющих зону (по оси X или Y), будет стоять первым в её обозначении.
Рисовать последними
При установленном флаге обозначения зон отображаются поверх элементов чертежа, при снятом флаге обозначения зон перекрываются элементами чертежа.
Цвет
Цвет линий, обозначающих границы зон. Выбор цвета осуществляется аналогично описанному в разделе Цвет.

Количество
Количество зон по вертикали (**По X**) и горизонтали (**По Y**).

Направление
Направление нумерации зон **По горизонтали** (**Слева направо** или **Справа налево**) и **По вертикали** (**Сверху вниз** или **Снизу вверх**).

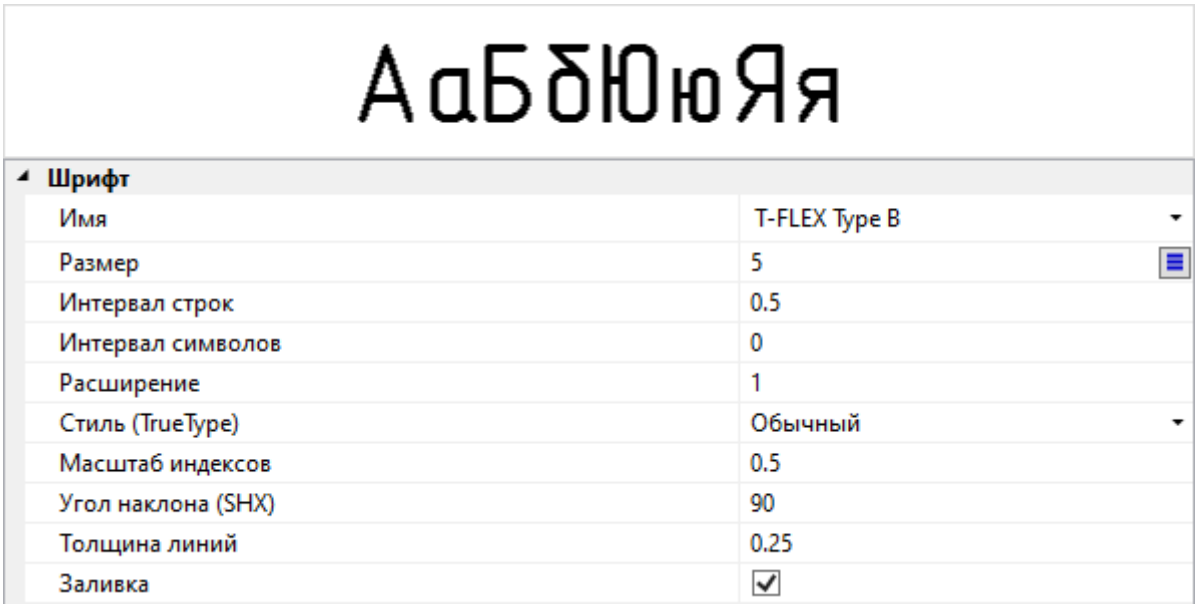
Первый символ
Задаёт начальный символ обозначения зон по вертикали (**По X**) и горизонтали (**По У**).

> Следует помнить, что настройки команды **Параметры документа** распространяются только на одну страницу. Поэтому, для чертежей, выполненных на нескольких страницах, разметку зон нужно задавать отдельно, при этом следует учесть сквозную нумерацию зон по горизонтали (по оси X).

Смещение
Смещение разбиваемой на зоны области по осям **X** и **У** относительно **Точки отсчёта** и положение этой точки (**Снизу слева** или **Снизу справа**).

Шаг
Размер одной зоны по осям **X** и **Y**

Шрифт



Данная вкладка задаёт параметры шрифта для всех стандартных элементов оформления на чертеже, если они не заданы в параметрах самих элементов оформления. Такими элементами оформления являются: тексты, таблицы, размеры, шероховатости, надписи, допуски, базы, обозначения видов.

Если в параметрах элемента оформления на вкладке **Шрифт** значение параметра отображается в **квадратных скобках**, то оно берётся из параметров документа; если значение отображается без квадратных скобок, то оно определяется параметрами конкретного элемента оформления.

Имя. Данный параметр задаёт имя и тип шрифта, который используется для создания текстовых объектов. T-FLEX CAD позволяет использовать два типа шрифтов: шрифты TrueType, которые являются стандартными для Windows и векторные шрифты формата SHX. В меню шрифтов шрифты формата TrueType и SHX различаются иконкой, расположенной слева от названия.
Размер. Задаёт вертикальный размер шрифта по прописным буквам (например, высота символа «А»). Задать можно любой размер шрифта, исключая значение 0. Кнопка ≡, расположенная справа в поле ввода, вызывает список разрешённых ГОСТ размеров шрифтов.

> Размер шрифта элементов оформления, как на чертеже, так и в 3D сцене можно быстро менять с помощью панели **Вид** .

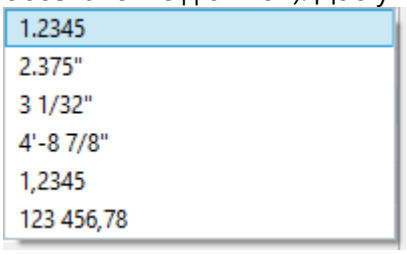
Интервал строк. Расстояние между двумя соседними строками многострочного текста. Интервал строк задаётся в относительных единицах. Для расчёта абсолютного значения интервала строк необходимо умножить данный параметр на высоту шрифта.
Интервал символов. Определяет дополнительный интервал между соседними символами в строке. Значение параметра является также относительным. Для получения абсолютного значения дополнительного интервала необходимо умножить данный параметр на высоту шрифта.
Расширение. Задаёт коэффициент масштабирования ширины символа шрифта. Можно задать любое расширение, исключая значение 0.
Стиль (TrueType) Способ начертания символов. Данный параметр является стандартным для шрифтов Windows и может принимать значения принятые в Windows (обычный, полужирный, курсив, полужирный курсив).
Масштаб индексов. Задаёт масштабный коэффициент для расчёта размера шрифта предельных отклонений размеров и других индексов (надстрочный и подстрочный тексты) относительно размера основного текста.
Угол наклона (SHX). Этот параметр задаёт угол наклона шрифта. Задать можно любой угол наклона, исключая значения 0, 180, 360 и т.д. Нормальный (вертикальный) шрифт имеет угол наклона 90 градусов.
Толщина линий. Данный параметр устанавливает толщину контурных линий.
Заливка шрифта. Если установлен этот параметр, то заливаемые шрифты выводятся заполненными цветом, в противном случае они выводятся в виде контуров.
Параметры **Угол наклона**, **Толщина линий** и **Заливка шрифта** влияют только на векторные шрифты формата SHX.

Размеры

Линейные размеры	
Единицы	1.2345
Минимальное количество цифр	0
Точность	0.01
Масштаб	
Масштаб	Нет
Коэффициент	1
Применять масштаб к проекциям и видам	☐
Размеры	
Стандарт	ЕСКД
Интервал выравнивания	10
Неуказываемый квалитет	14
Отступ от допуска	☐
Угловые размеры	
Единицы	10° 30' 15"
Минимальное количество цифр	0
Точность	0.5
Альтернативный масштаб	
Масштаб	Нет
Коэффициент	1

Линейные размеры

Единицы. Задаёт способ представления значений линейных размеров (разделитель, пробелы, обозначение дюймов). Доступны следующие варианты:



Минимальное количество цифр. Иногда при простановке размера требуется, чтобы после запятой у размерного числа было определённое количество цифр, в том числе и нулей. Для этого введён пункт **Минимальное количество цифр**. Например, если задать значение «3», то размер 28.5 отобразится на чертеже как 28.500.

Точность. Задаёт точность округления размерных чисел линейных размеров. Например, точность «0.01» означает, что размерные числа будут округляться до второго знака после запятой. Точность «0» означает, что размерные числа не будут округляться.

Масштаб

Масштаб. Задаёт способ пересчёта размерных чисел линейных размеров. Из списка можно выбрать следующие способы пересчёта:

- **Нет**. При задании этого способа, пересчёта размерных чисел не будет.
- **Дюймы/Миллиметры**. При этом способе, пересчёт размерных чисел будет производиться в соответствии с параметром **Единицы** в закладке **Общие**. Если установлена дюймовая система измерения, то размерные числа линейных размеров будут пересчитываться в миллиметры, т.е. умножаться на масштабный коэффициент 25.4. Если установлена метрическая система измерения, то размерные числа линейных размеров будут пересчитываться в дюймы, т.е. умножаться на масштабный коэффициент 1/25.4. Таким образом, можно работать с

чертежом в метрической системе, а наносить размеры с дюймовым значением размерных чисел и наоборот.

- **Пользователя**. При задании этого способа, можно задать любой масштабный коэффициент пересчёта размерных чисел.

Коэффициент. Если для параметра **Масштаб** установлено значение **Пользователя**, можно ввести свой коэффициент пересчёта размерных чисел линейных размеров. Все значения размеров будут умножены на этот коэффициент.

Применять масштаб к проекциям. Данный параметр используется только в 3D версии системы. Он влияет на простановку размеров на 2D проекциях в случае, когда в команде **Задать параметры документа** 2D страницы, содержащей проекцию, для размеров задан масштаб. При установленном флажке заданный масштаб применяется к размерам на 2D проекции с масштабом, при снятом флажке масштаб игнорируется.

Размеры

Стандарт. Задаёт способ прорисовки размеров на чертеже. Стандарт размеров можно выбрать из списка. В списке доступно 3 стандарта – ANSI, AR_ANSI и ЕСКД.

AR_ANSI означает архитектурный стандарт ANSI. При изменении стандарта размеров, размеры автоматически перерисуются в соответствии с заданным стандартом.

Интервал выравнивания. Задаёт интервал, который устанавливается между размерами при выравнивании размеров лесенкой.

Неуказываемый квалитет. Неуказываемый квалитет размеров на чертеже. Если задать в параметрах размера квалитет, равный данному параметру, то при прорисовке размера, поле допуска и предельные отклонения не будут прорисовываться.

Отступ от допуска. Если опция включена, то допуск в размере отделяется пробелами для удобства чтения.

Угловые размеры. Эта группа состоит из следующих параметров:

Единицы. Задаёт способ представления размерных чисел угловых размеров.

Минимальное количество цифр. Заданное значение определяет количество цифр после разделительного знака, в том числе и нулей.

Точность. Задаёт точность округления размерных чисел угловых размеров. Точность 0 означает, что размерные числа не будут округляться. Значение 0.5 = 30 минутам, 1/60 = 1 минуте, 1/360 = 1 секунде.

Альтернативный масштаб

Масштаб. Задаёт способ пересчёта размерных чисел альтернативных размеров. Из списка можно выбрать следующие способы пересчёта:

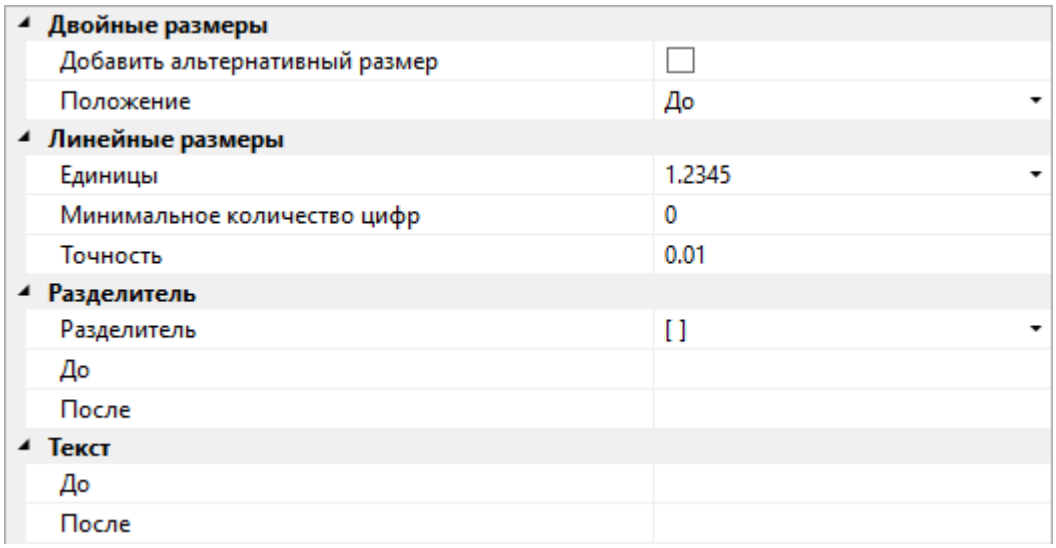
- **Нет**. При задании этого способа, пересчёта альтернативного размера не будет.
- **Дюймы/Миллиметры**. При этом способе, пересчёт альтернативного размера будет производиться в зависимости от установленного параметра **Единицы** в закладке **Общие**. Если установлена система измерения - дюймовая, то альтернативный размер будет пересчитываться в миллиметры, т.е. умножаться на масштабный коэффициент 25.4. Если установлена система измерения - метрическая, то альтернативный размер будет пересчитываться в дюймы, т.е. умножаться на масштабный коэффициент 1/25.4. Таким образом, можно одновременно проставить с помощью двойного размера и метрическое, и дюймовое значение.
- **Пользователя**. При задании этого способа, можно задать любой масштабный коэффициент пересчёта альтернативного размера.

Коэффициент. Отражает коэффициент пересчёта размерных чисел альтернативного размера при заданном альтернативном масштабе.

Кроме того, вкладка Размеры содержит следующую вкладку:

- Альтернативные размеры

Альтернативные размеры



Установка параметров данной вкладки будет применяться только к тем альтернативным размерам, в параметрах которых установлено значение **Из документа**.

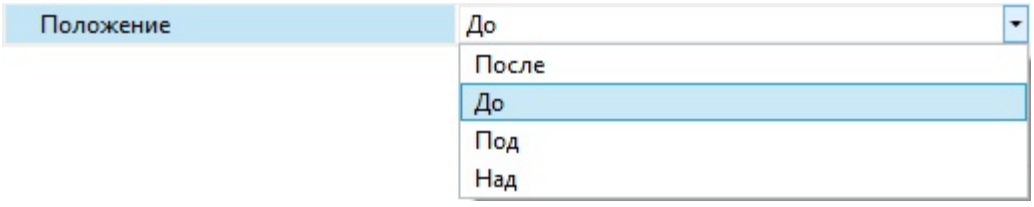
Двойные размеры

Группа параметров **Двойные размеры** определяет наличие и расположение альтернативных размеров на чертеже.

Добавить альтернативный размер. Установка данного параметра определяет наличие альтернативного размера на чертеже. Если простановка альтернативного размера не требуется, то флаг из поля параметра следует убрать.

Положение. Задаёт режим прорисовки значения альтернативного размера на чертеже относительно основного размерного числа.

В соответствии с выбранным вариантом, значение альтернативного размера будет прорисовываться на чертеже **После, До, Под** или **Над** основным размерным числом.



Линейные размеры

Эта группа состоит из следующих параметров.

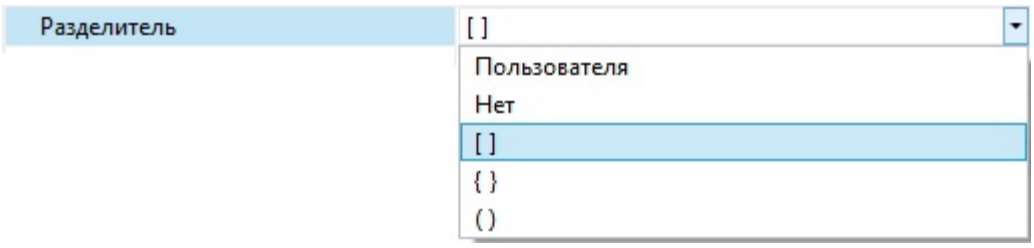
Точность. Задаёт точность округления размерных чисел альтернативных линейных размеров.

Единицы. Задаёт способ представления размерных чисел альтернативных линейных размеров.

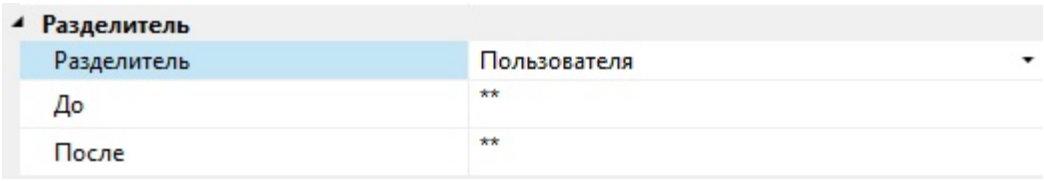
Минимальное количество цифр. Минимальное количество чисел после запятой.

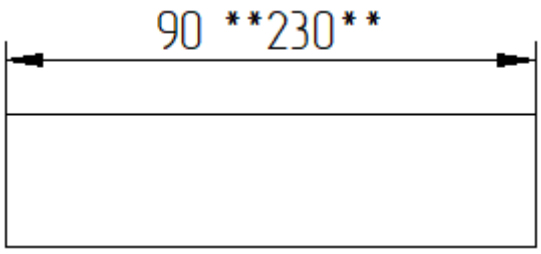
Разделитель

Параметры данной группы задают вид разделительных знаков, отделяющих значение альтернативного размера от основного. В выпадающем списке можно выбрать следующие варианты:



- **Нет**. Значение альтернативного размера будет прорисовываться без разделительных знаков.
- **[ ]**. Значение альтернативного размера будет прорисовываться в квадратных скобках.
- **{ }**. Значение альтернативного размера будет прорисовываться в фигурных скобках.
- **( )**. Значение альтернативного размера будет прорисовываться в круглых скобках.
- **Пользователя**. Значение альтернативного размера будет отображаться с помощью произвольных разделителей, заданных пользователем в одноимённых полях ввода данной группы.





До. Используется, когда параметр **Разделитель** = **Пользователя**. В этом случае в качестве разделителя можно вписать любой символ, например, *
После. Используется, когда параметр **Разделитель** = **Пользователя**. В этом случае в качестве разделителя можно вписать любой символ, например, *

Группа Текст

До и **После**. Определяет строки текста, которые необходимо проставить до или после размерного числа альтернативного размера. Можно ввести эти строки вручную, либо можно использовать подстановку численных или текстовых переменных. Переменные в строках должны быть представлены своими именами, заключёнными в фигурные скобки. Например, если в чертеже создана переменная A, тогда, для того, чтобы её значение появилось в отображении альтернативного размера, необходимо написать её имя, заключённое в фигурные скобки {A} в одной из строк **До** или **После**. Если переменная текстовая, и соответственно её значение представляет собой текстовую строку, тогда первым символом в её имени будет знак доллара, например, {$Text}.

Линии

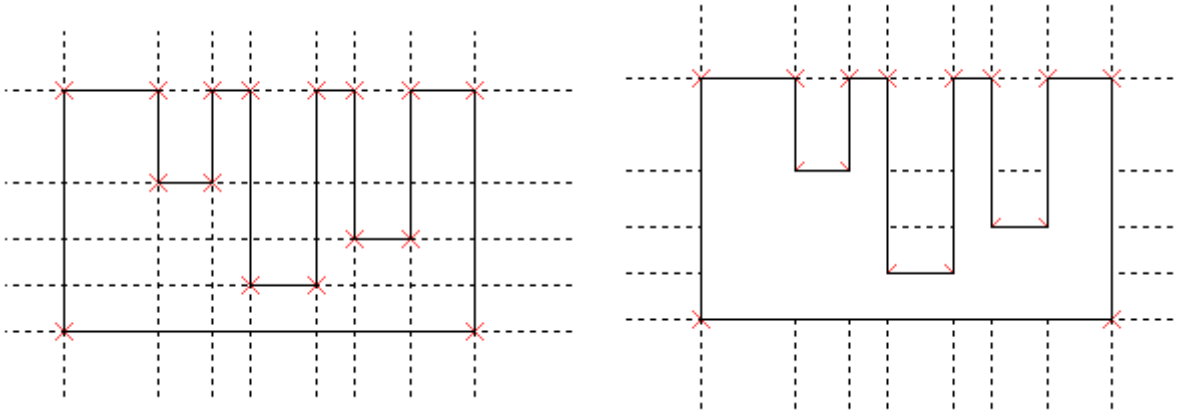
Линии	
Толщина основных	0.6
Толщина других	0.25
Выводить построения последними	☐
Удалять невидимые линии	☑
Рисовать вспомогательные линии штриховыми	☐
Стиль линий	
Масштаб штрихов	25.4
Размер стрелок (окончаний)	5
Отображать толщину линий	В реальном размере

Линии

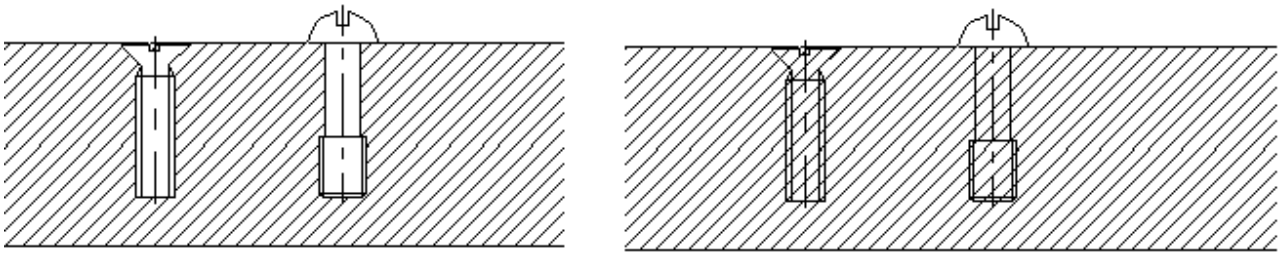
Толщина основных. Задаёт толщину сплошной основной линии изображения (CONTINUOUS).

Толщина других. Задаёт толщину всех остальных линий изображения и элементов оформления (линии допусков, шероховатостей, надписей, размеров).

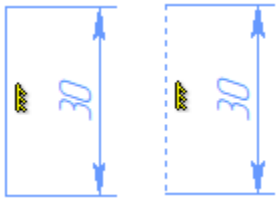
Выводить построения последними. Если установлен этот флаг, то элементы построения при перерисовке чертежа прорисовываются в последнюю очередь (на рисунке слева). В противном случае, они прорисовываются первыми (на рисунке справа) и могут быть скрыты другими элементами системы (заливками, линиями изображения и т.д.).



Удалять невидимые линии. Если этот флаг установлен и в составе чертежа имеются фрагменты, в которых заданы контуры для удаления невидимых линий, то будет выполняться удаление невидимых линий в соответствии с приоритетами фрагментов.



Рисовать вспомогательные линии штриховыми. По умолчанию вспомогательные линии отображаются с тем типом линии, который установлен в их параметрах. При установке данного флага все вспомогательные линии отображаются штриховыми независимо от того, какой тип линии установлен в их параметрах



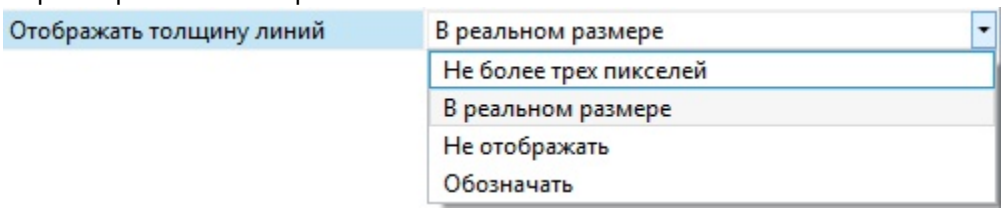
Вспомогательные линия и размер при отключенной (слева) и включенной (справа) опции ***Рисовать вспомогательные линии штриховыми***

Стиль линий

Масштаб штрихов. Задаёт масштаб штрихов для прерывистых типов линий относительно размера штрихов, описанных в файле описания типов линий (TCAD.LIN). На отображение сплошных линий не оказывает никакого влияния. Формат файла совпадает с форматом файла описания линий AutoCAD.

Размер стрелок (окончаний). Задаёт размер стрелок (окончаний) линий изображения, размерных линий, надписей, а также величину выступов выносных линий за размерные линии и выступов осевых линий за ограничивающие их линии изображения. Размер может быть установлен любым по желанию пользователя.

Отображать толщину линий. Этот параметр определяет прорисовку линий изображения на экране. Параметр можно выбрать из списка:

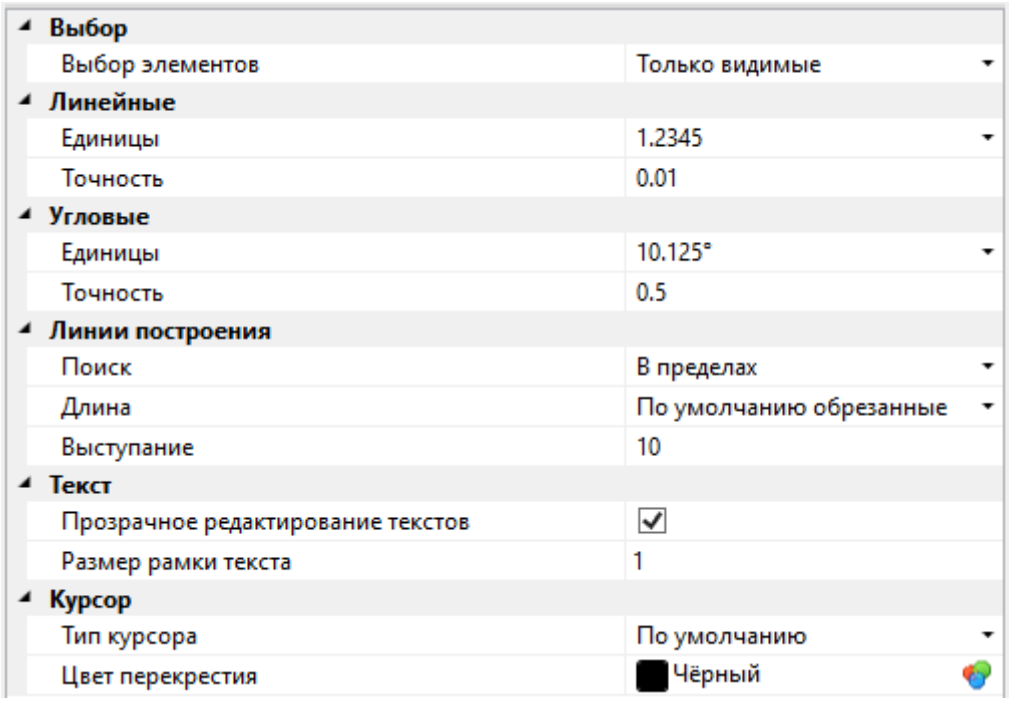


- **Не более трёх пикселей**. Все линии изображения будут выводиться с фиксированной толщиной (не более трёх пикселей). Этот параметр касается только тех линий изображения, толщина которых более трёх пикселей.

- **В реальном размере**. Все линии изображения будут выводиться с реальной толщиной. Реальная толщина задаётся в пункте **Толщина** данной закладки.
- **Обозначать**. Все основные линии изображения будут выводиться толщиной 3 пикселя, все тонкие линии изображения – толщиной 1 пиксель, вне зависимости от масштаба чертежа.
- **Не отображать**. Все линии изображения будут выводиться с толщиной равной 1 пикселю.

При работе в 2D окне на **Панели Вид** расположена иконка для быстрого изменения режима отображения толщины линии.

Вид



Группа параметров вида задаёт способы отображения линейных и угловых величин на экране, способы поиска и выбора элементов. Эти параметры не влияют на элементы изображения чертежа. Их можно скорее отнести к системным установкам, специфическим для чертежа.

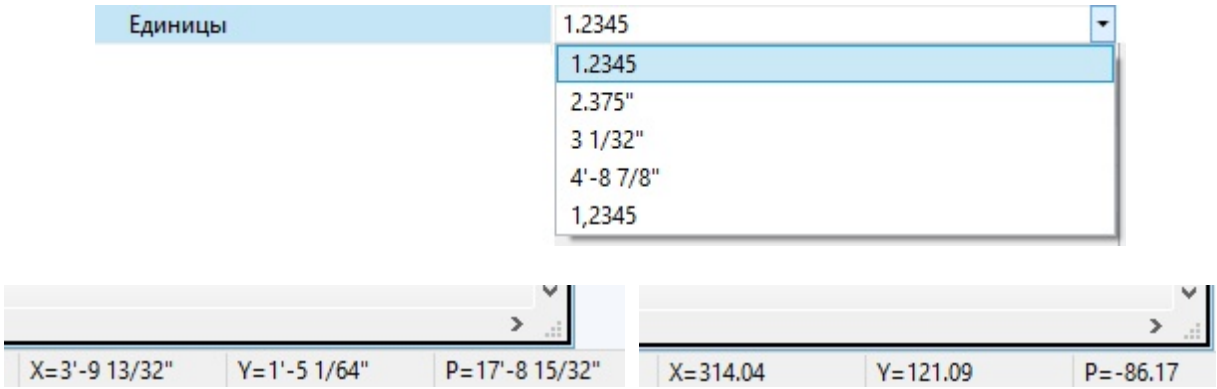
Выбор

Выбор элементов. Определяет режим выбора элементов в командах создания и редактирования. Можно выбрать один из двух режимов:

- **Все**. При создании и изменении элементов будут выбираться все существующие элементы.
- **Только видимые**. При создании и изменении элементов будут выбираться только видимые элементы. Видимость определяется, исходя из уровней элементов и интервалов видимости, задаваемых в команде **Уровни** (**Настройка** > **Уровни...**), а также кон- фигурации слоёв, задаваемой в команде **Слои** (**Настройка** > **Слои...**).

Линейные

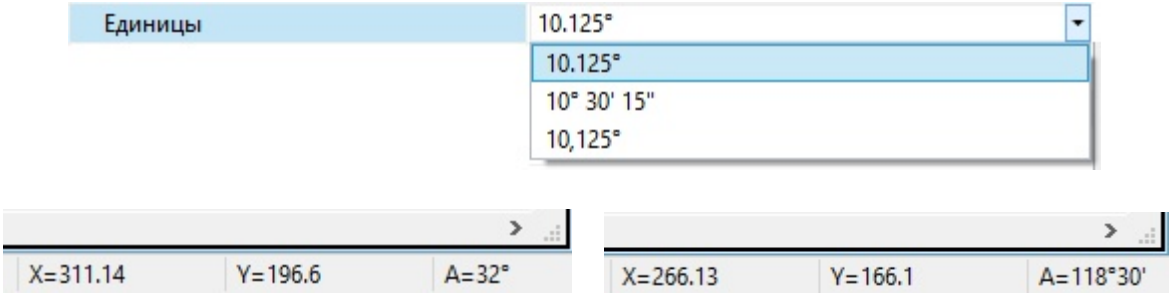
Единицы. Задаёт способ отображения линейных координат в информационных полях экрана. Например, X и Y координаты в статусной строке. Параметр не влияет на прорисовку размеров и других графических элементов.



Точность. Определяет точность отображения линейных координат в информационных полях на экране. Например, X и Y координаты в статусной строке. Параметр не влияет на прорисовку размеров и других графических элементов.

Угловые

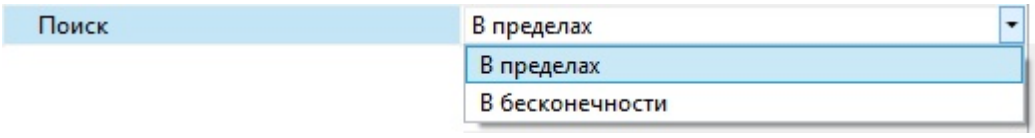
Единицы. Задаёт способ отображения угловых координат в информационных полях экрана. Параметр не влияет на прорисовку размеров и других графических элементов.



Точность. Определяет точность отображения угловых координат в информационных полях на экране. Параметр не влияет на прорисовку размеров и других графических элементов.

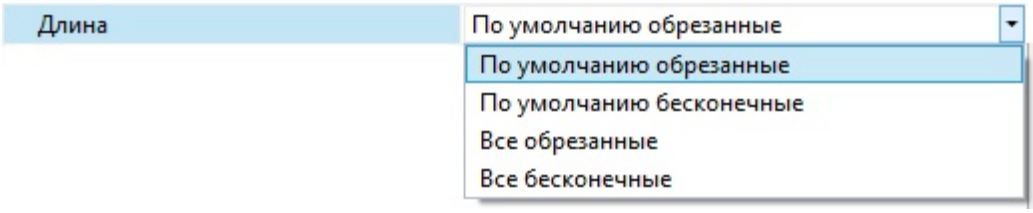
Линии построения

Поиск. Определяет режим выбора обрезанных линий построения. Можно выбрать один из двух режимов:



- **В пределах**
  Для выбора обрезанных линий необходимо наводить курсор на их части, отображаемые после обрезки.
- **В бесконечности**
  Для выбора обрезанных линий можно наводить курсор на любые их части, включая скрытые после обрезки.

Длина. Определяет способ обрезки линий построения. Доступны следующие опции:



- **По умолчанию обрезанные**
  Команда **Обрезка** обрезает линии, в параметрах которых для длины заданы значения **Из документа** и **Обрезанная**.
- **По умолчанию бесконечные**
  Команда **Обрезка** обрезает линии, в параметрах которых для длины задано значение **Обрезанная**.
- **Все обрезанные**
  Команда **Обрезка** обрезает все линии, независимо от их параметров.
- **Все бесконечные**
  Команда **Обрезка** не обрезает никакие линии, независимо от их параметров.

Выступание. Определяет вылет линии построения за ограничивающие узлы при её обрезке.

Текст

Прозрачное редактирование текста. При установленном флаге вход в режим редактирования текста происходит при нажатии левой кнопки мыши внутри прямоугольника, задающего границы параграф-текста. Когда параметр отключён, таким образом можно редактировать только вставленные в параграф-текст переменные.

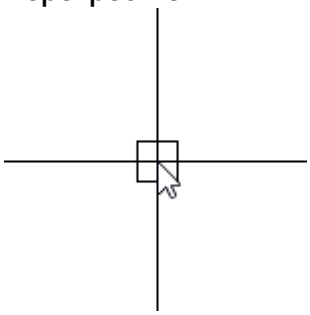
Размер рамки текста. Расстояние между реальными границами ограничивающего прямоугольника текста и рамкой, отображаемой при редактировании содержимого многострочного текста, параграф-текста и таблицы в окне чертежа. Измеряется в единицах, установленных на вкладке Лист.

Курсор

Тип курсора. В выпадающем меню доступны следующие опции:

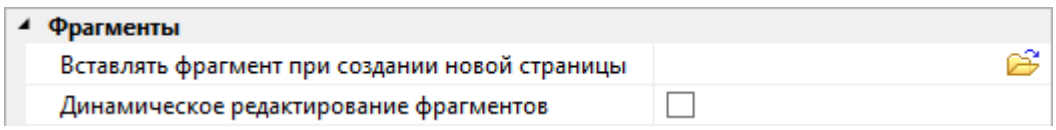
- **По умолчанию**

- **Перекрестие**



Цвет курсора. Цвет линий перекрестия. Выбор цвета осуществляется как описано в главе Цвет.

Фрагменты

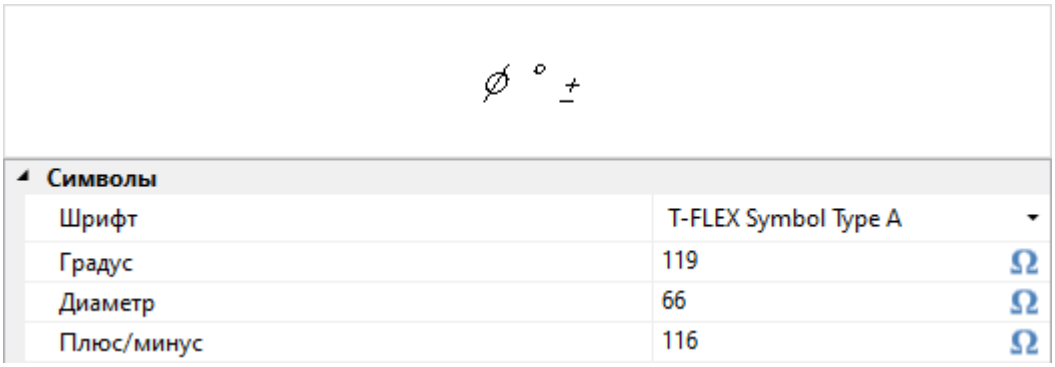


Вставлять фрагмент при создании новой страницы. В поле данного параметра можно задать путь к фрагменту, который будет автоматически наноситься при создании новой страницы. Если в качестве

фрагмента используется многостраничный документ, то наноситься будет первая страница этого документа. При создании спецификации данный параметр заполняется автоматически.

Динамическое редактирование фрагментов. При установке данного параметра, при вставке и редактировании 2D фрагментов происходит динамический пересчёт модели и перерисовка изображения. Это позволяет сделать работу с фрагментами более наглядной, однако не подходит для чертежей с большим количеством элементов, так как замедляет работу.

Символы



Шрифт. Задаёт шрифт специальных символов, используемый на данной странице.

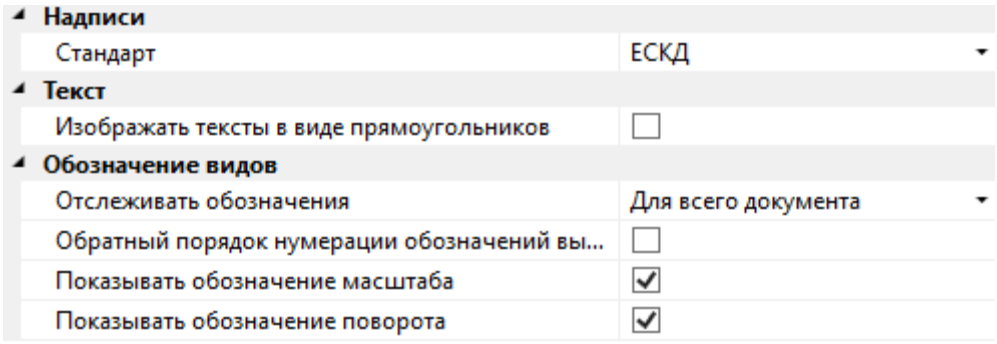
Градуса. Устанавливается символ, который будет вставляться в чертёж, если набрать в текстовом поле «%%d». По умолчанию устанавливается код символа градуса - 119.

Диаметр. Устанавливается символ, который будет вставляться в чертёж, если набрать в текстовом поле «%%c». По умолчанию устанавливается код символа диаметра - 066.

Плюс/минус. Устанавливается символ, который будет вставляться в чертёж, если набрать в текстовом поле «%%p». По умолчанию устанавливается код символа плюс/минус - 116.

Новый код символа при замене шрифта можно указать самостоятельно, набрав соответствующее число или выбрав символ в меню **Вставка символа** при нажатии на кнопку [**Выбрать**]. При выборе символа из таблицы код символа проставляется автоматически.

Элементы оформления



Надписи

Стандарт. Задаёт способ отображения надписей на чертеже. Стандарт надписей можно выбрать из списка. В списке доступно 2 стандарта – ANSI и ЕСКД.

При изменении стандарта надписей, надписи автоматически перерисуются в соответствии с заданным стандартом.

Текст

Изображать тексты в виде прямоугольников. Если установлен этот флаг, то все тексты представляются в виде прямоугольников, соответствующих размеру текстов. При этом сам текст не выводится. Эта опция позволяет ускорить прорисовку больших чертежей.

Обозначение видов

Отслеживать обозначения. Автоматическое отслеживание очерёдности буквенных обозначений выносных видов, разрезов, видов по стрелке.

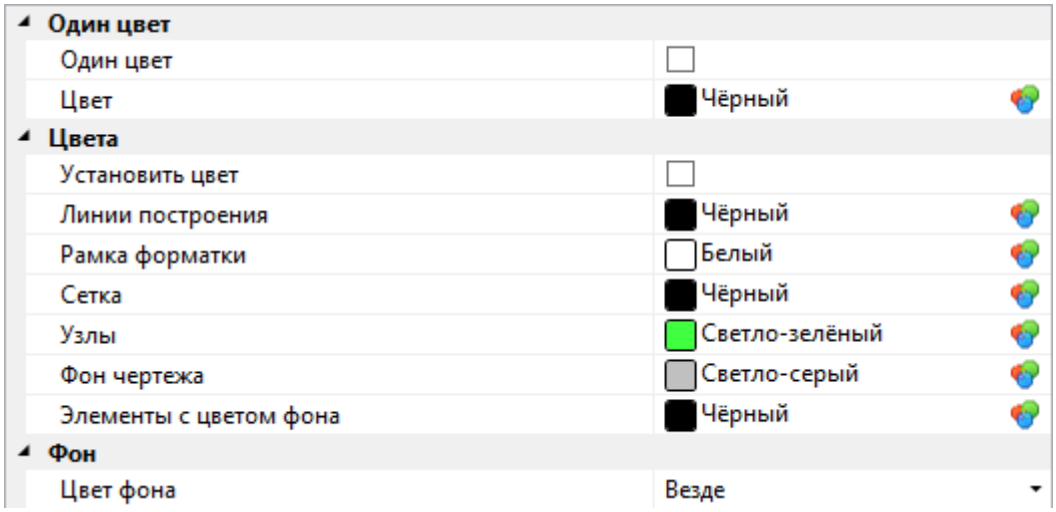
- **Не отслеживать**. Разные обозначения видов могут иметь одинаковые буквенные обозначения.
- **Только для страницы**. Обозначения видов на одной странице всегда будут иметь разные буквенные обозначения.
- **Для всего документа**. Для всех обозначений видов во всём документе будет отслеживаться уникальность буквенных обозначений.

Обратный порядок нумерации обозначений выносных видов. При установленном флаге обозначения выносных видов будут идти в обратном порядке (Я - А).

Показывать обозначение масштаба. При установленном флаге на проекциях будет автоматически проставляться масштаб, если масштаб был изменён.

Показывать обозначение поворота. При установленном флаге на проекциях будет автоматически проставляться символ поворота, если угол поворота был изменён.

Цвета



Задаёт цветовую гамму чертежа, а также её сохранение вместе с чертежом. При этом системные установки для этих характеристик, заданные командой Настройка > Установки > Цвета, игнорируются.

Один цвет

Группа **Один цвет**. Сюда входят два параметра, которые используются в том случае, если необходимо прорисовать одним цветом весь чертёж.

Один цвет. Задаёт режим прорисовки всех элементов чертежа одним цветом, отличным от их собственных установок.

Цвет. Определяет цвет всех элементов чертежа при установленном режиме прорисовки чертежа одним цветом. Цвет можно выбрать из меню цветов.

Цвета

Группа **Цвета** позволяет задать цвета, которые необходимо хранить для отдельного чертежа.

Установить цвет. Установка данного пункта, позволяет установить цвет для следующих элементов чертежа:
Линии построения. Задаёт цвет линий построения для текущей страницы.
Рамка форматки. Задаёт цвет, которым отображаются границы рабочей области чертежа.
Сетка. Задаёт цвет сетки на экране.
Узлы. Задаёт цвет узлов.
Цвет можно выбрать из меню цветов для каждого пункта отдельно.

> Следует отметить, что при установленном параметре **Один цвет** установка цветов для элементов с цветом фона, линий построения и узлов игнорируется.

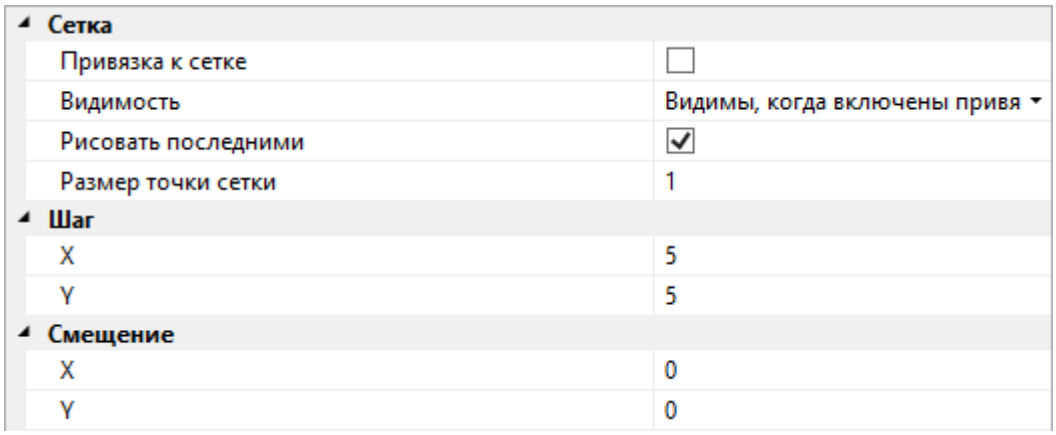
Фон чертежа. Задаёт цвет фона окна текущего чертежа.
Элементы с цветом фона. Задаёт цвет, которым будут прорисовываться элементы, цвет которых совпадает с цветом окна текущего чертежа. Важно помнить, что каждый цвет в системе имеет номер. Всего имеется 256 стандартных цветов (номера 0-255). Может произойти следующее: визуально цвета элементов совпадают, а номера цветов различны. Например, цвет фона установлен чёрный - №0, а цвет элемента – серый 100%, то есть тоже чёрный, только №226. В этом случае элемент не будет опознан, как элемент с цветом фона.

Фон

Цвет фона:

- **Везде**. Цвет фона чертежа применяется в пределах и за пределами форматки.
- **В пределах форматки**. При включении данного параметра цветом фона чертежа будет закрашиваться только область внутри рамки чертежа.
- **В пределах форматки с тенью** включает режим прорисовки теней вокруг рамки чертежа.

Сетка



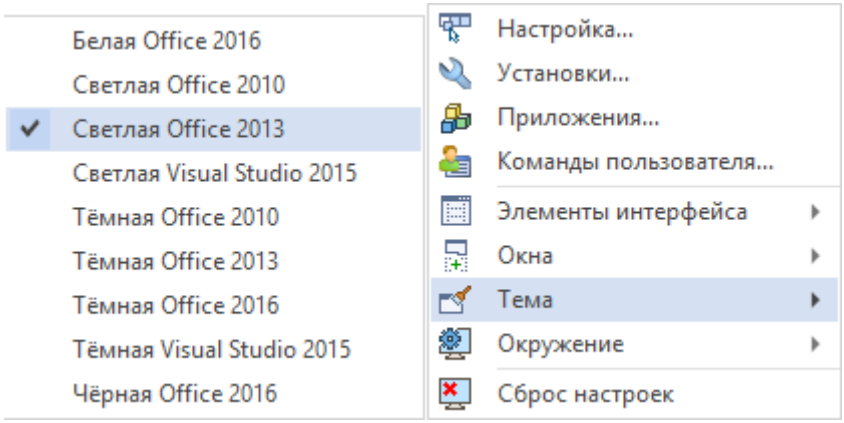
Задаёт параметры и видимость точек сетки.
Привязка к сетке. Задает режим привязки элементов к сетке.
Видимость (Да\Нет\Видимы, когда включены привязки к сетке). Задает режим отображения на экране точек сетки. Цвет сетки устанавливается в системных установках (команда **Установки системы**).
Рисовать последними. Определяет порядок прорисовки точек сетки на экране.
Размер точки сетки. Определяет размер точки при отображении сетки на чертеже.
Шаг по X. Задает значение шага сетки по оси X на чертеже.
Шаг по Y. Задает значение шага сетки по оси Y на чертеже.
Смещение по X. Задает смещение сетки по оси X на чертеже относительно точки (0,0).
Смещение по Y. Задает смещение сетки по оси Y на чертеже относительно точки (0,0).

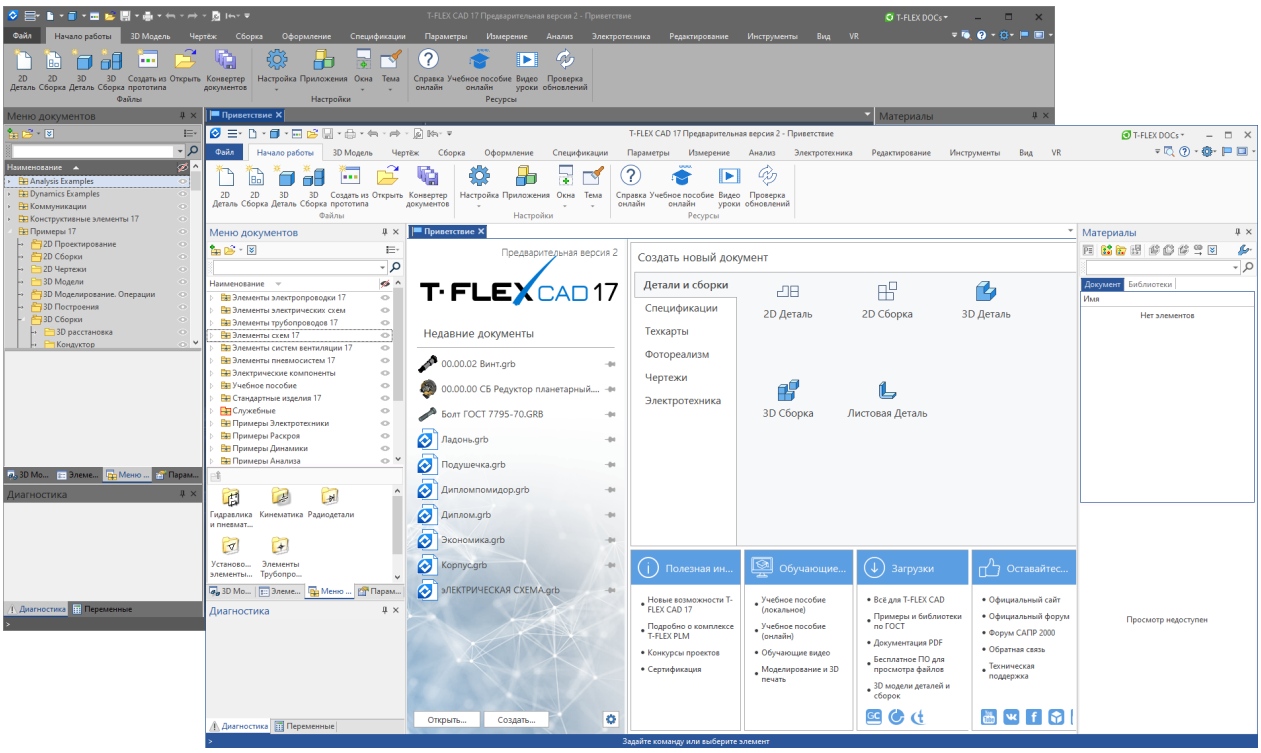
Стили оформления главного окна

С помощью следующей команды можно менять стиль оформления главного окна T-FLEX CAD:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Тема > Тема
Клавиатура	Текстовое меню

Команда содержит выпадающее меню, позволяющее выбрать желаемый стиль оформления. Она также доступна в контекстном меню инструментальных панелей в текстовом интерфейсе.





Общее управление элементами

У каждого элемента модели в системе T-FLEX CAD есть набор параметров, которые могут быть настроены. Для удобства работы с элементами моделей можно пользоваться **фильтрами, поиском, селектором**.

Основные темы в этом разделе:

- Задание параметров элемента
- Единицы измерения параметров элемента
- Копирование параметров 2D элементов
- Параметры по умолчанию
- Окно "Параметры"
- Окно "Элементы модели"
- Информация об элементах
- Слои, уровни, приоритеты, имена, цвета
- Выбор элементов
- Обновление элементов
- Группы элементов
- Поиск элементов
- Удалить лишнее

Задание параметров элемента

Общие принципы задания параметров элементов

В командах создания и редактирования элементов в полях задания значений параметров встречаются различные варианты значений.

- Значение параметра задано константой. Например, в параметрах текста **Угол поворота** задан значением 0.
- Вместо значения параметра стоит строка **Из документа**. Это означает, что значение параметра будет подставлено из соответствующего параметра команды **Параметры документа**. Например, параметр **Стиль** > **Стандарт** в меню параметров размера будет подставлен из параметра **Размеры** > **Стандарт размеров** команды **Параметры документа**. Использование параметров, заданных по умолчанию, очень удобно для быстрого изменения элементов всего чертежа в целом. Например, при использовании параметров по умолчанию для размеров можно с помощью изменения параметров на закладке **Размеры** команды **Параметры документа** полностью изменить способ отображения размеров и соответственно весь чертеж. А с помощью изменения параметра **Толщина линий** > **Основных** закладки **Линии** команды **Параметры документа** можно изменить толщину всех основных линий на чертеже.
- Значения большинства численных параметров в диалогах параметров различных элементов можно задавать с использованием переменных и выражений. При этом значение параметра будет определяться значением переменной или значением выражения. При таком задании вы можете с помощью изменения значений переменных изменять значение соответствующего параметра элемента. С помощью этого механизма Вы можете изменять любые параметры элементов T-FLEX CAD: размер текстовых строк, угол наклона символов, величину стрелок размеров и линий изображения и т.д. Вы можете определить с помощью переменных параметры чертежа, задаваемые в команде **Параметры документа**: масштаб, размер бумаги, размер шрифта и т.д. С помощью переменных можно определить системные уровни видимости элементов, задаваемые в команде **Уровни**.

Особенности задания параметров с помощью переменных

- При задании **численных** параметров с помощью переменной необходимо ввести имя переменной или выражение без каких-либо вспомогательных символов. Например: A или A+B
- При задании **строковых** параметров с помощью переменных необходимо ввести имя переменной или выражение, заключённое в фигурные скобки. Например: {$NAME} или {A+B}
- При задании строковых параметров в фигурных скобках можно вводить как вещественные переменные, так и текстовые переменные.

Если при задании параметра с использованием переменных вы задали имя новой переменной, то после выхода из меню вам необходимо задать значение создаваемой переменной.

Задание параметров создаваемого элемента

Наиболее удобно задавать параметры создаваемого элемента в служебном окне окне параметров. Часть параметров требует обязательного задания пользователем, другие же изначально применяются со значениями по умолчанию. Далее пользователь может либо подтвердить создание элемента с параметрами, предложенными по умолчанию, либо сменить параметры на требуемые для данного конкретного элемента.

> Подробная информация о Параметрах по умолчанию доступна в одноименном разделе.

В большинстве команд создания элементов также можно вызвать диалог параметров элемента с помощью опции:

<P> Задать параметры элемента

> Обычно диалог, вызываемый с помощью данной опции, имеет такой же вид, что и диалог, вызываемый из контекстного меню существующих элементов (см. ниже). Таким образом, заданные параметры применяются только к первому элементу, созданному после выхода из диалога, а для применения заданных параметров в качестве параметров по умолчанию необходимо установить флаг **По умолчанию**. Однако, для некоторых команд (например: линии изображения, текст) вызывается диалог параметров, в котором отсутствует флаг **По умолчанию**, а заданные в диалоге параметры автоматически применяются как параметры по умолчанию для всех создаваемых в дальнейшем элементов данного типа.

Часть параметров для вновь создаваемых элементов вы можете также задать с помощью ленты или системной панели.

В окне параметров некоторых команд доступна опция **Показывать диалог параметров для каждого элемента**. Если она включена, диалог параметров появляется автоматически каждый раз при создании элемента.

Изменение параметров существующего элемента

Для изменения параметров существующего элемента можно воспользоваться:

- служебным окном параметров без прозрачного редактирования;
- служебным окном параметров в режиме прозрачного редактирования;
- командами **Изменить** и **Перезадать.**
- командами редактирования элементов;
- диалогом параметров элемента, вызываемым из контекстного меню элемента или из динамической панели.

Подробная информация о диалогах параметров 3D элементов доступна в разделе Общие параметры 3D элементов.

Подробная информация о диалогах параметров 2D элементов доступна в разделах с описаниями каждого типа 2D элементов.

Некоторые параметры также могут быть изменены с помощью ленты или системной панели.

Изменение параметров элементов разного типа

Для одновременного изменения параметров элементов в режиме ожидания команды используется окно параметров. При этом, в отличие от работы в командах редактирования различных элементов, можно одновременно менять параметры элементов разных типов.

В режиме ожидания команды в окне параметров отражается диалог для изменения параметров выбранных элементов. По умолчанию диалог неактивен. Для активизации диалога достаточно перейти в окно параметров и раскрыть в нём вкладку **Параметры элементов**. После этого при любом выборе элементов в окне параметров будут отображаться их параметры. Для автоматического открытия диалога можно после выбора элементов вызвать из контекстного меню команду **Параметры**.

Для отказа от активного режима работы диалога достаточно вновь закрыть группу **Параметры элементов**.

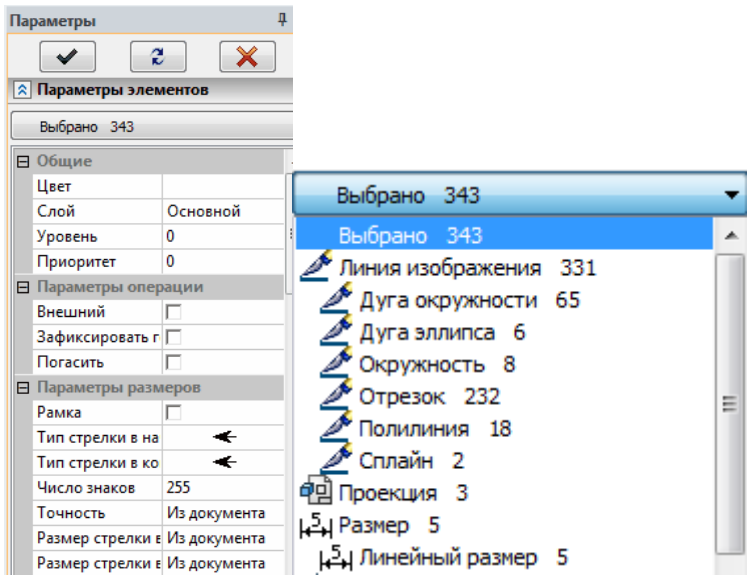
Следует отметить, что при выборе одного элемента вызов команды **Параметры** из контекстного меню приведёт к открытию диалога параметров данного элемента в отдельном окне.

Диалог изменения параметров выбранных элементов, отображаемый в окне параметров, состоит из двух частей: основной - **Параметры элементов** и вспомогательной - **Наборы параметров**.

Основная часть содержит таблицу параметров редактируемых элементов. По умолчанию редактируемыми считаются все выбранные элементы. В верхнем поле **Выбрано** при этом отражается общее количество выбранных элементов. Список редактируемых элементов можно ограничить элементами одного типа, выбрав его в выпадающем списке данного поля. В этом случае таблица параметров будет содержать только параметры элементов выбранного типа. Вносимые изменения также будут действовать не на всю группу выбранных элементов, а только на элементы заданного типа.

По умолчанию в таблице показаны все параметры редактируемых элементов. С помощью флажка **Только общие** содержимое таблицы можно ограничить их общими параметрами.

Для изменения параметров элементов достаточно отметить в таблице нужные параметры, задать в поле справа требуемые значения и нажать кнопку или в верхней части окна.



При выборе кнопки **Закончить ввод** внесённые изменения применяются к выбранным элементам. Работа с выбранными элементами прекращается, выбор элементов отменяется.

Кнопка **Применить изменения** также позволяет применить внесённые изменения. Однако в этом случае работа с выбранными элементами не прекращается. Данной кнопкой удобно пользоваться в то случае, когда необходимо задать различные параметры для разных групп элементов из выбранного набора.

Кнопка **Выйти из команды** позволяет отказаться от внесённых изменений и завершить работу с выбранным набором элементов. Отказаться от внесённых изменений и работы с текущим набором элементов можно и простым нажатием в поле чертежа.

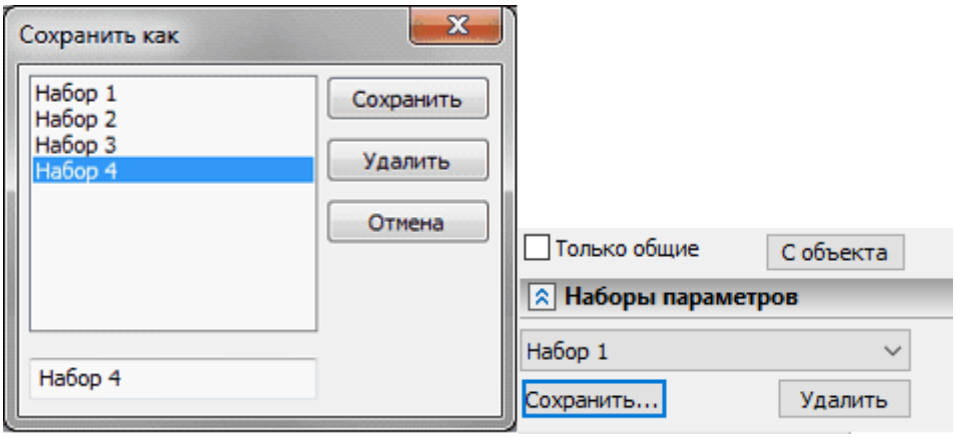
Дополнительная кнопка **С объекта** позволяет выбрать на экране элемент, значения параметров которого будут использованы в качестве текущих значений редактируемых параметров. Для этого необходимо предварительно указать в таблице параметры, значения которых нужно взять с объекта. Затем надо нажать кнопку и указать с помощью на экране требуемый элемент. Значения помеченных параметров установятся в соответствии со значениями параметров указанного объекта.

Вспомогательная часть диалога редактирования параметров – **Наборы параметров** - позволяет сохранить текущий набор параметров с определённым именем для последующего их использования.

Для сохранения установленного сочетания параметров как набора параметров необходимо нажать кнопку **Сохранить**. На экране появляется окно диалога, в котором можно задать имя нового набора. В верхнем поле диалога отображаются все существующие именованные наборы параметров. Выбрав с помощью один из наборов, его можно удалить, воспользовавшись кнопкой **Удалить**.

В нижнем поле диалога задаётся имя для сохраняемого набора. После ввода имени необходимо нажать кнопку **Сохранить**. Окно данного диалога закроется, сохранённый набор появится в выпадающем списке наборов. Кнопка **Отмена** закрывает окно диалога без сохранения нового набора.

Для загрузки сохранённого набора достаточно выбрать его в выпадающем списке наборов.

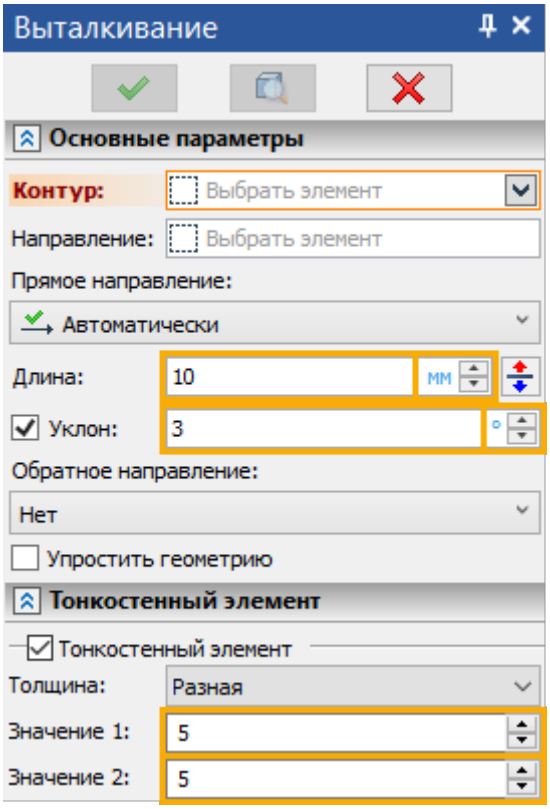


См. также:

- Копирование параметров 2D элементов
- Параметры по умолчанию
- Общие параметры 3D элементов
- Окно параметров
- Приёмы редактирования
- Изменение и перезадание элементов
- Команды редактирования элементов

Единицы измерения параметров элемента

Различные параметры измеряются в различных единицах. Чтобы узнать единицы измерения конкретного параметра, следует посмотреть в правую часть поля ввода его значения.
Если там не отображаются единицы, то они задаются в параметрах документа сразу для всех параметров соответствующего типа (длина, масса, сила). Если там отображается стандартное сокращение единиц, то их можно изменить непосредственно в данном поле индивидуально для данного параметра.



Единицы длины и угла уклона задаются непосредственно в полях ввода; единицы толщин тонкостенного элемента задаются в параметрах документа.

Изменение единиц измерения в параметрах документа

Параметры документа > 3D

Параметры документа > Страница > Лист

Единицы измерения параметров элементов 3D сцены задаются на вкладке **3D** диалога параметров документа. Доступно задание единиц массы, длины и силы.

Единицы измерения параметров элементов чертежа задаются отдельно для каждой страницы на вкладке **Лист** диалога параметров документа. Доступно только задание единиц длины.

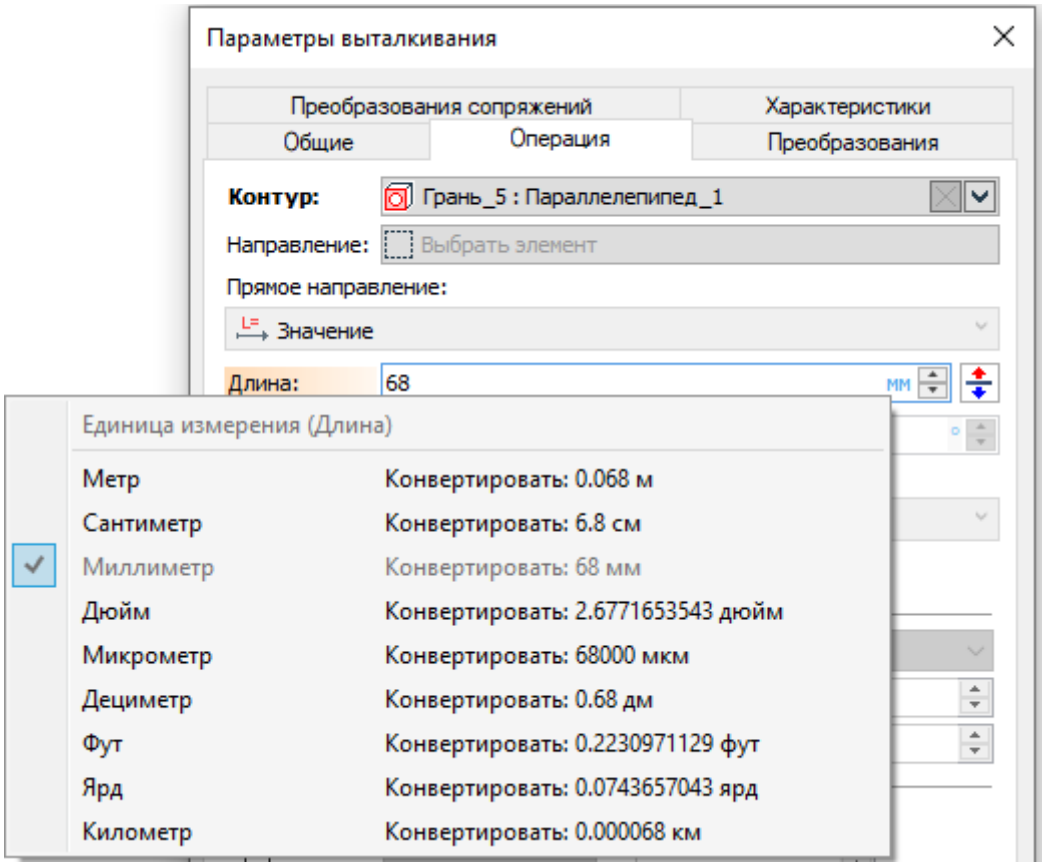
В обоих случаях, выбранные единицы используются в том числе и в качестве единиц по умолчанию в полях ввода, допускающих изменение единиц непосредственно в самом поле.

При изменении единиц в параметрах документа параметры элементов (кроме тех, для которых единицы были заданы вручную непосредственно в поле ввода) не конвертируются в новые единицы, сохраняя старые числовые значения. Т.е. фактические параметры элементов изменяются. Эффект изменения единиц станет виден после полного пересчета модели.

Угол всегда измеряется по умолчанию в градусах и долях градуса. При необходимости задания угла в минутах и секундах следует воспользоваться опцией ввода угла.
Данные настройки не распространяются на единицы измерения размеров на чертеже, последние задаются отдельно для каждой страницы на вкладке **Размеры** диалога параметров документа.

Изменение единиц измерения в поле ввода

Если в правой части поля ввода значения параметра отображаются единицы измерения, то их можно изменить отдельно для этого конкретного параметра. Нажмите на отображаемых единицах. Появится меню, в котором можно будет выбрать другие единицы. Значение параметра при этом будет сконвертировано в новые единицы. В правой части меню для каждой из доступных единиц измерения отображается сконвертированное значение параметра. Пока для параметра установлены единицы по умолчанию, они зависят от параметров документа. После изменения единиц в поле ввода они перестают зависеть от параметров документа, т.е. при изменении единиц измерения параметров соответствующего типа в параметрах документа единицы измерения данного параметра уже не меняются.



См. также:

Контекстные меню полей ввода.

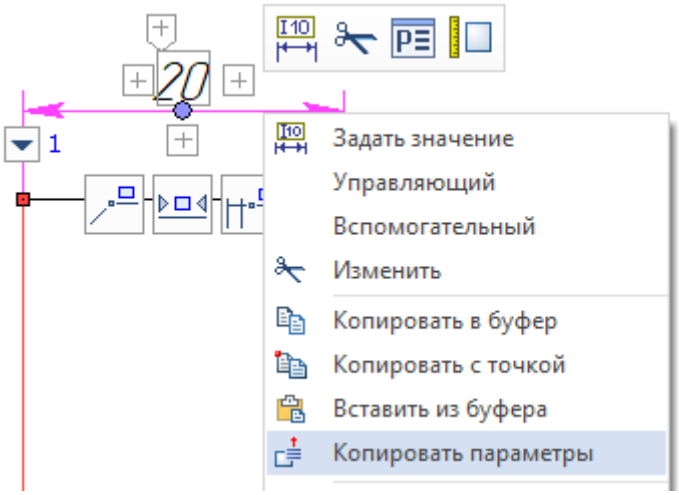
Копирование параметров 2D элементов

Можно применить параметры одного существующего 2D элемента к другому существующему или создаваемому 2D элементу того же типа. Доступны два способа копирования параметров:

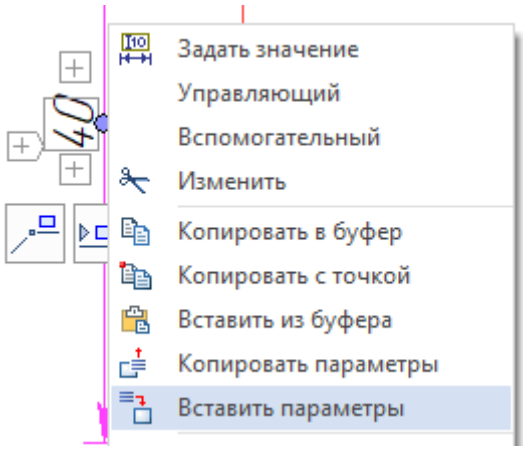
- через буфер обмена;
- с помощью автоменю.

Копирование параметров через буфер обмена

В контекстном меню для любого 2D элемента доступна команда **Копировать параметры**. При вызове данной команды параметры выбранного элемента копируются во внутренний буфер обмена.



После этого в контекстном меню при выборе любых других 2D элементов будет доступна команды **Вставить параметры**. При её вызове скопированные в буфер параметры применяются к выбранным элементам.



Копирование параметров с помощью автоменю

В автоменю многих команд создания и редактирования 2D элементов доступна опция:

<Alt>+<P> Скопировать параметры с существующего элемента

После вызова данной опции необходимо выбрать элемент того же типа, что и создаваемый/редактируемый. В результате параметры выбранного элемента будут применены к создаваемому/редактируемому.

В процессе выбора элемента для копирования параметров в автоменю доступна следующая опция:

<S> Запомнить параметры в параметрах по умолчанию

По умолчанию эта опция неактивна, в результате чего в командах создания элементов скопированные параметры применяются ко вновь создаваемым элементам только до выхода из команды. При повторном запуске команды параметры вновь создаваемых элементов возвращаются к значениям по умолчанию.
Если активировать данную опцию, то параметры выбранного элемента будут назначены в качестве параметров по умолчанию для всех создаваемых далее в текущем документе элементов того же типа.

См. также:

- Задание параметров элемента
- Параметры по умолчанию
- Общие параметры 3D элементов

Параметры по умолчанию

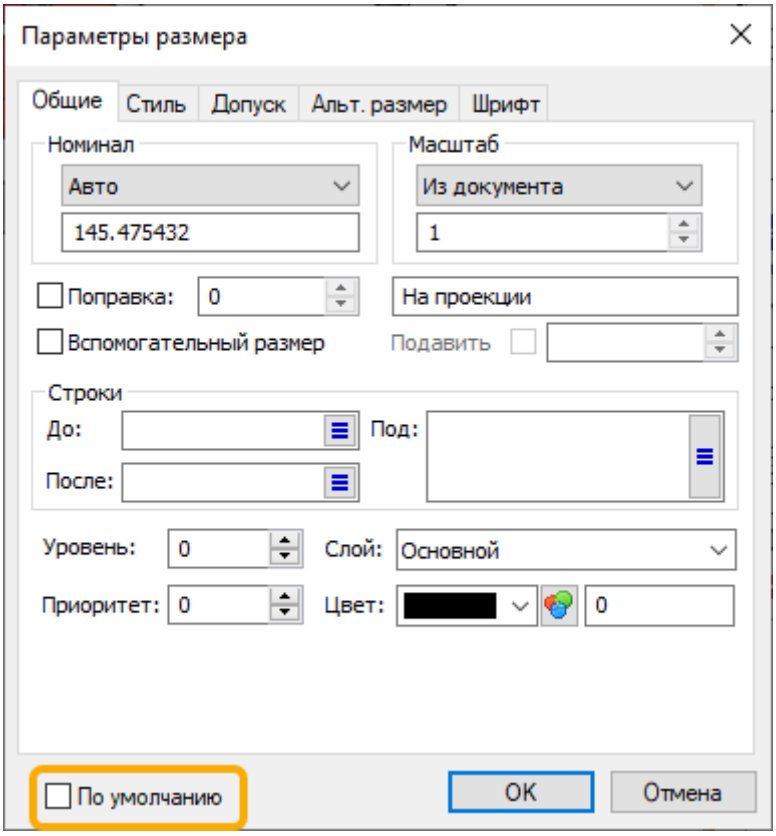
При создании 2D и 3D элементов параметры, не требующие обязательного задания пользователем (тип линий изображения, тип, стиль и размер шрифта текста, длина выталкивания, размеры примитивов и др.), изначально применяются со значениями по умолчанию. Далее пользователь может либо подтвердить создание элемента с параметрами, предложенными по умолчанию, либо сменить параметры на требуемые для данного конкретного элемента. Полный набор параметров, предлагаемых системой по умолчанию для того или иного типа элементов, может быть изменен с помощью:

- диалога параметров элемента;
- окна параметров команды.

Кроме того, некоторые общие (слой, цвет, уровень, приоритет, материал) параметры по умолчанию, могут быть изменены с помощью:

- команды **Параметры по умолчанию**;
- ленты или системной панели.

Изменение параметров по умолчанию с помощью диалога параметров



В нижней части диалога параметров любого элемента слева от кнопок **OK** и **Отмена** доступен флаг **По умолчанию.**

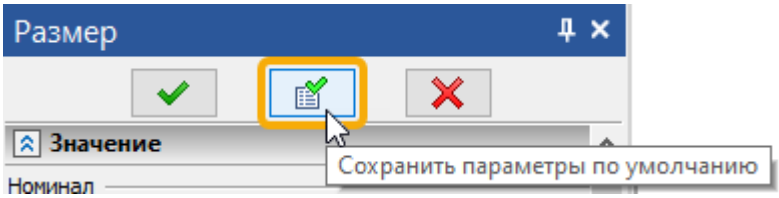
Если установить этот флаг, параметры выбранного элемента будут применяться по умолчанию для всех вновь создаваемых элементов такого же типа.

Диалог параметров может быть вызван как для уже созданных элементов при помощи контекстного меню, так и для создаваемых в текущий момент элементов с помощью опции автоменю, доступной в большинстве команд создания элементов:

<P> Задать параметры элемента

Обычно диалог, вызываемый с помощью данной опции, имеет такой же вид, что и диалог, вызываемый из контекстного меню существующих элементов. Таким образом, заданные параметры применяются только к первому элементу, созданному после выхода из диалога, а для применения заданных параметров в качестве параметров по умолчанию необходимо установить соответствующий флаг аналогично описанному выше. Однако, для некоторых команд (например: линии изображения, текст) вызывается диалог параметров, в котором отсутствует флаг **По умолчанию**, а заданные в диалоге параметры автоматически применяются как параметры по умолчанию для всех создаваемых в дальнейшем элементов данного типа.

Изменение параметров по умолчанию с помощью окна параметров



В окне параметров некоторых команд создания 2D элементов доступна кнопка **Сохранить параметры по умолчанию**. Если её нажать, параметры установленные в момент нажатия, будут применяться по умолчанию для всех вновь создаваемых элементов такого же типа.

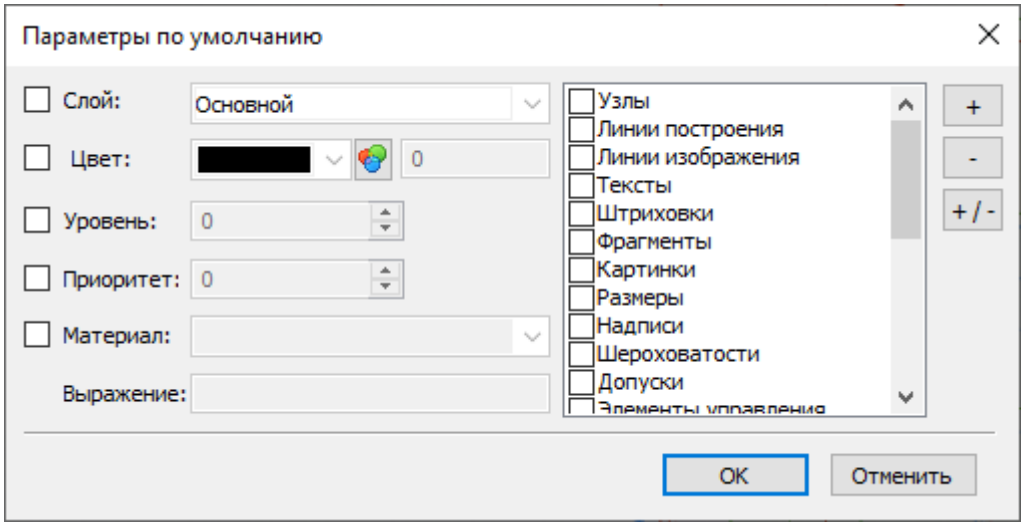
Команда Параметры по умолчанию

Для удобства создания чертежа имеется возможность установить общие параметры – цвет, слой, уровень, приоритет – для 2D и 3D элементов чертежа, а также материал для 3D операций. Выбранные параметры устанавливаются по умолчанию для вновь создаваемых элементов тех типов, которые были выбраны из списка.

Для установки параметров по умолчанию используется команда **Установить параметры по умолчанию:**

Пиктограмма	Лента
	Редактирование > Документ > Параметры по умолчанию
Клавиатура	Текстовое меню
<PD>	Настройка > Параметры по умолчанию

Команда вызывает окно диалога **Параметры по умолчанию**.

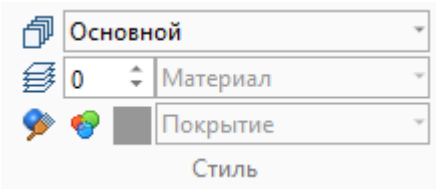


В правой части окна располагается список типов элементов – элементы построения, изображения, оформления, и т.д. Нужно установить флаг напротив тех элементов, для которых вы собираетесь задать новые параметры. Можно выбрать сразу все элементы, если нажать на кнопку [+] или, наоборот, снять флаги со всех элементов, если нажать на кнопку [-]. Кнопка [+/-] инвертирует выбор элементов.

В левой части окна располагается список доступных параметров. Для того, чтобы изменить какой-нибудь параметр, нужно напротив него установить флаг. В противном случае он будет недоступен для редактирования. Некоторые параметры применимы не ко всем типам элементов Например,

Материал можно установить только для 3D операций. **Материал** можно как выбрать из списка, так и задать с помощью переменных, введя имя переменной в поле **Выражение**.
В случае, когда требуется установить различные параметры по умолчанию для различных элементов, необходимо несколько раз вызвать диалоговое окно **Параметры по умолчанию**.
Пусть, например, требуется, чтобы для линий изображения был по умолчанию установлен голубой цвет, а вновь создаваемые элементы оформления помещались на специально созданный слой. Для этого необходимо 2 раза вызвать команду **Параметры по умолчанию...**. В первый раз необходимо пометить в правом списке только **Линии изображения**, а в левом списке пометить параметр **Цвет** и установить требуемую настройку – то есть голубой цвет. Для завершения первого этапа нажмите **OK**. После второго вызова команды нужно пометить элементы оформления – **Допуски, Шероховатости, Надписи, Размеры** и снять флаг с элемента **Линии изображения**. Затем необходимо пометить параметр **Слой** и установить нужную настройку. С параметра **Цвет** необходимо снять флаг. Для завершения второго этапа нажмите **OK**. Теперь, если при создании линии изображения вызвать окно **Параметры** линии изображения нажатием клавиши **<P>** , то вы увидите, что для параметра **Цвет** установлен голубой цвет. Аналогичным образом можно наблюдать изменение параметров по умолчанию и для элементов оформления.

Изменение параметров по умолчанию с помощью ленты или системной панели



При создании элементов можно изменять некоторые параметры (слой, цвет, уровень, приоритет, материал, покрытие) в ленте или на системной панели. В левой части многих вкладок ленты находится группа **Стиль**, содержащая элементы управления данными параметрами. Если параметры в ленте или на системной панели изменяются при активной команде создания 2D элемента, то эти параметры устанавливаются по умолчанию для данного типа элементов. В случае, если никакая команда не активна, то после изменения какого-либо параметра появляется диалог команды **Параметры по умолчанию** (см. выше), в котором нужно установить, для каких типов элементов установить по умолчанию изменённые параметры. В случае, если активна команда создания 3D элемента, параметры по умолчанию не изменяются, а выбранный параметр применяется лишь к создаваемому в данный момент элементу.

См. также:

- Задание параметров элемента
- Копирование параметров 2D элементов
- Общие параметры 3D элементов

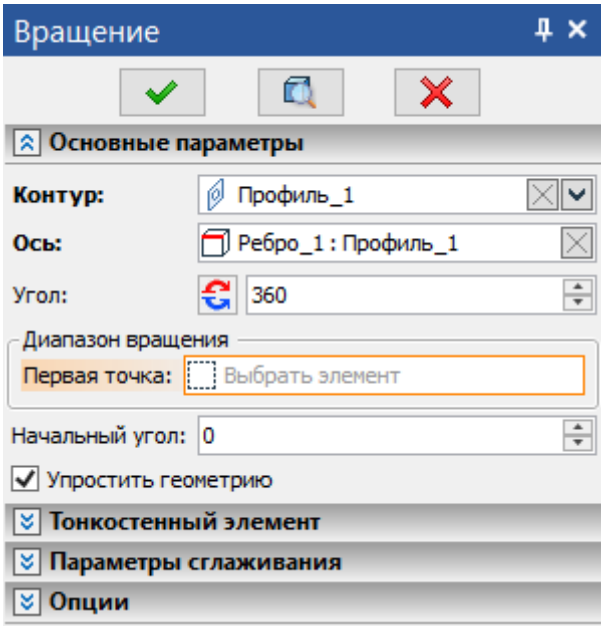
Окно "Параметры"

Вызов окна:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Окна > Параметры Вид > Окно > Окна > Параметры > Окна > Параметры
Клавиатура	Текстовое меню
<Alt>+<4>	Настройка > Окна > Параметры

Окно параметров используется в большинстве команд создания элементов чертежа, 3D элементов построения и операций для задания параметров создаваемого или редактируемого объекта. По умолчанию в левой части экрана расположено окно, объединяющее системные окна **Параметры**, **Меню документов** и **3D модель**. Переключение между окнами осуществляется при помощи одноимённых закладок. При необходимости любое окно можно расположить в произвольном месте экрана. Для этого надо нажать правую кнопку мыши внутри окна, выбрать в контекстном меню команду **Сделать плавающим** и затем перетащить его в удобное для Вас место. Команда контекстного меню **Спрятать** позволяет погасить данное окно.

Ещё один пункт контекстного меню в окне **Параметры** это **Показывать автоматически**. Устанавливать этот флаг имеет смысл, если окно будет спрятано. Тогда при вызове команды или обращению к окну параметров какого-нибудь элемента окно будет появляться на экране, а при выходе - исчезать. Если окно сделать плавающим, то в контекстном меню появится опция **Автоматически изменять размер**. При установленном флаге размер окна подбирается автоматически в соответствии с размером диалога параметров текущей команды, иначе при вызове новой команды размеры окна будут совпадать с размерами окна параметров предыдущей команды.

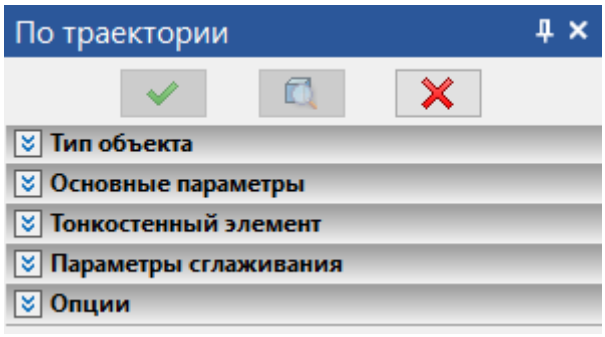


Если параметры команды предполагают возможность использования переменных, то справа от поля редактирования значения предусмотрено поле, показывающее текущее значение, если оно задано при помощи переменной или выражения. Если значение какого-либо параметра задано значением

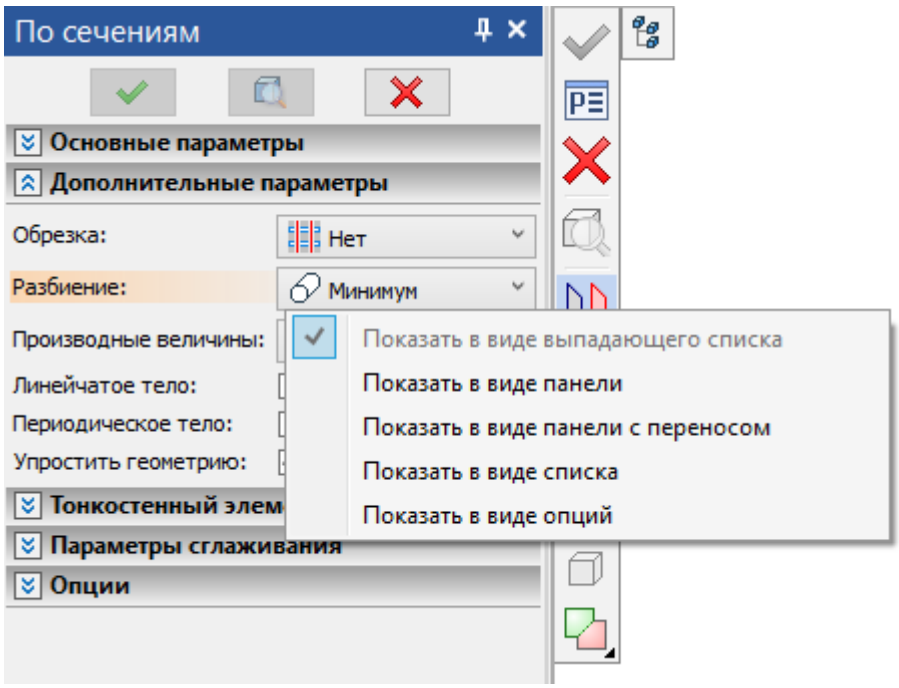
Из документа или **По умолчанию** (например, параметры операций листовой штамповки), то справа от этого поля выводится реальное значение этого параметра.

> Заголовок и содержимое окна зависят от активной на данный момент команды и её опции. Параметры, отображаемые в окне, можно изменять, непосредственно вводя требуемое значение с клавиатуры. Текущее поле для ввода значений можно устанавливать, указав на него курсором и нажав , или при помощи клавиатуры. Сочетание клавиш для перехода в то или иное поле окна параметров отображается во всплывающей подсказке при наведении курсора на данное поле.

Немодальный диалог может быть раскладным, т.е. группы параметров диалога могут быть скрыты. Если раскрыть часть какого-то диалога, то этот признак сохраняется именно для этого диалога и при последующем входе в данную команду вид окна будет сохранён. В командах создания 3D элементов и операций в окне **Параметры** доступны кнопки **Закончить ввод**, **Предварительный просмотр результата операции** и **Выйти из команды**, работающие синхронно с соответствующими опциями в автоменю.

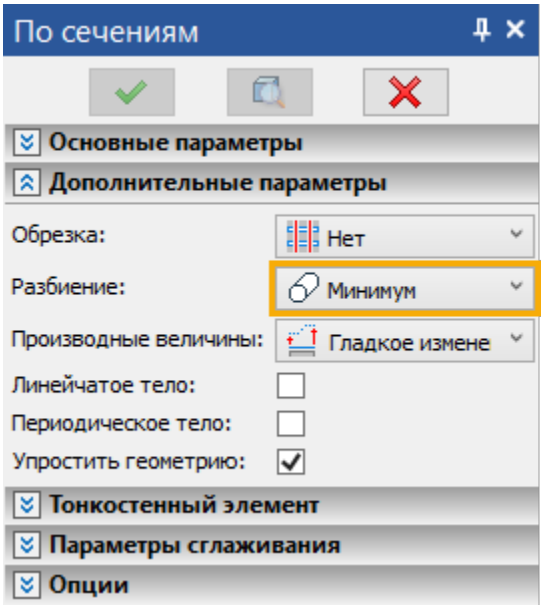


Для большинства опций в окне параметров можно выбирать тип отображения.

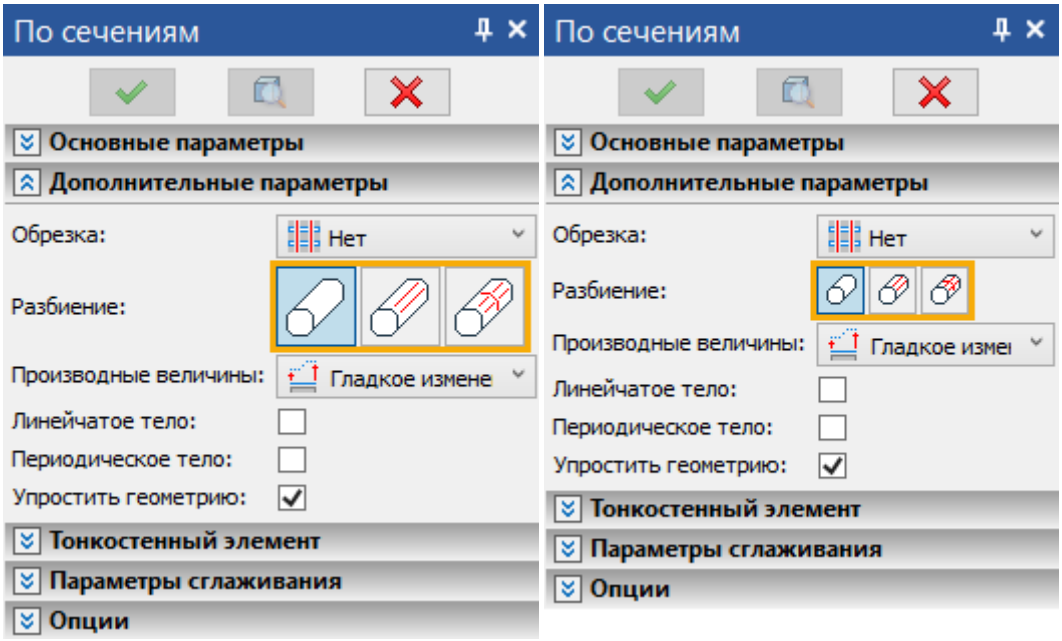


Доступны следующие типы отображения опций:

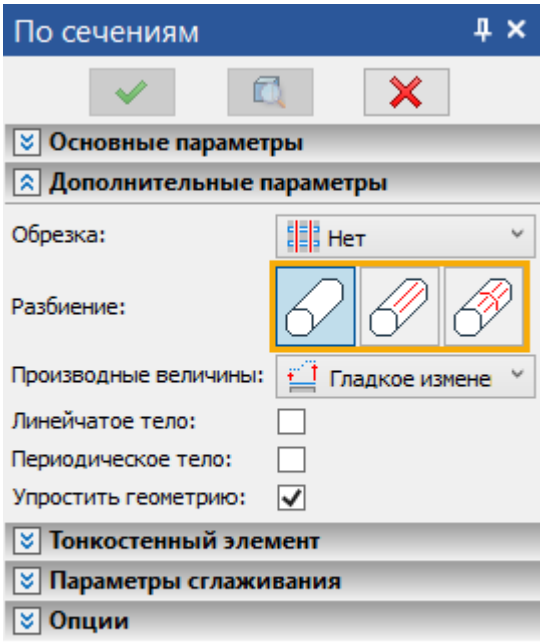
- **Показать в виде выпадающего списка**

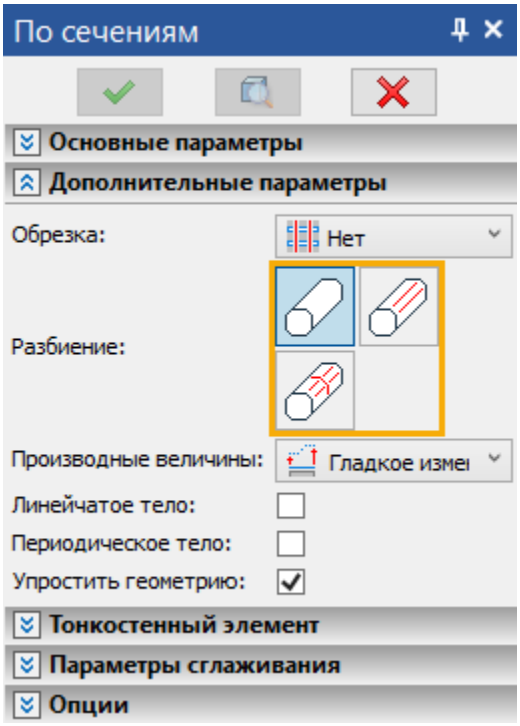


- **Показать в виде панели**. При такой опции во время сужения окна иконки будут уменьшены.

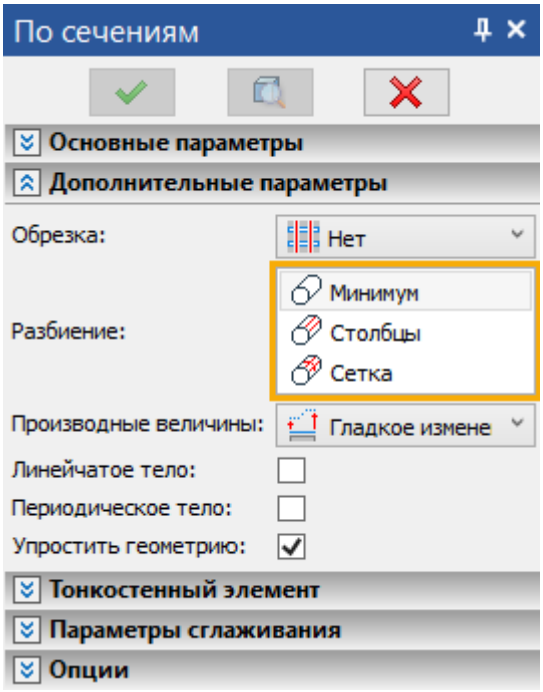


- **Показать в виде панели с переносом**. При такой опции во время сужения окна иконки будут перемещены.

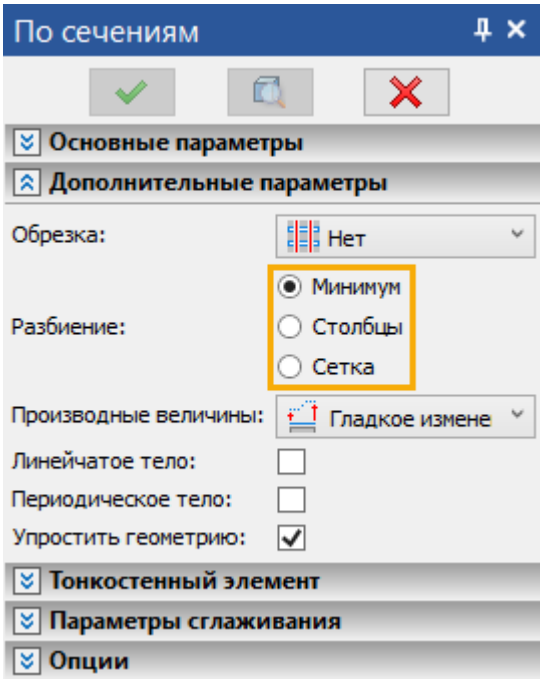




- **Показать в виде списка**



- **Показать в виде опций**

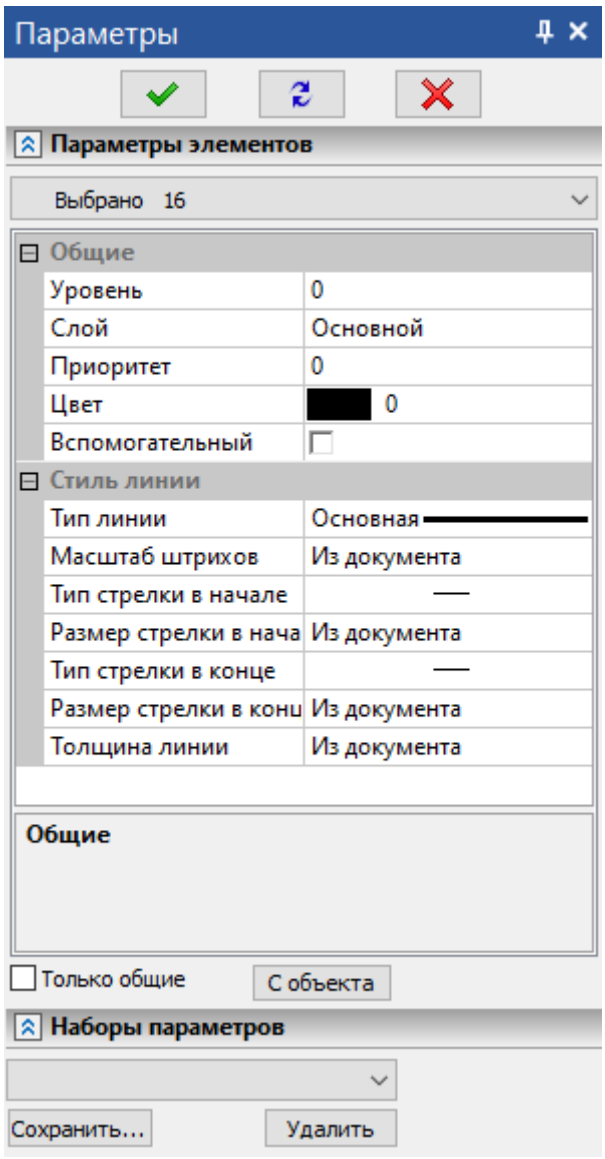


Использование окна для задания параметров команды

Большинство команд T-FLEX CAD используют окно **Параметры** для задания параметров создаваемого элемента или операции. Однако часть параметров может быть доступна только при вызове опции (<**P**>). Например, задание преобразования 3D элементов построения и операций.

Использование окна для задания параметров выбранных объектов

При выборе нескольких элементов одного или разных типов доступна возможность редактирования их свойств при помощи окна **Параметры**. Если окно параметров погашено (опция **Спрятать**), то его вызов доступен через команду контекстного меню **Параметры**, если выбрано более одного элемента.



В окне отображается количество выбранных элементов и полный перечень свойств этих элементов. При включенном флаге **Только общие** в список помещаются только те параметры, которые есть у всех выбранных элементов. Выпадающий список в верхней части диалога (**Выбрано**) позволяет просмотреть, элементы какого типа выбраны в данный момент. Кроме этого, при выборе конкретного типа элементов в этом списке будут устанавливаться свойства элементов только этого типа. Кнопка **С объекта** позволяет выбрать на экране элемент, значения свойств которого будут использованы в качестве текущих значений. Нижняя раскрывающаяся часть диалога **Наборы параметров** позволяет сохранить текущий набор свойств с определённым именем для последующего их использования. Загрузить такой набор можно при помощи кнопки выпадающего списка, который содержит имена сохранённых наборов. В верхней части документа диалога расположены 3 кнопки **Закончить ввод, Применить изменения** и **Выйти из команды.**

При использовании **Закончить ввод** применяются выбранные свойства и отменяется выбор элементов.

При нажатии **Применить изменения** применяются выбранные свойства, но отмены выбора не производится.

При нажатии **Выйти из команды** отменяется выбор элементов, а диалог закрывается.

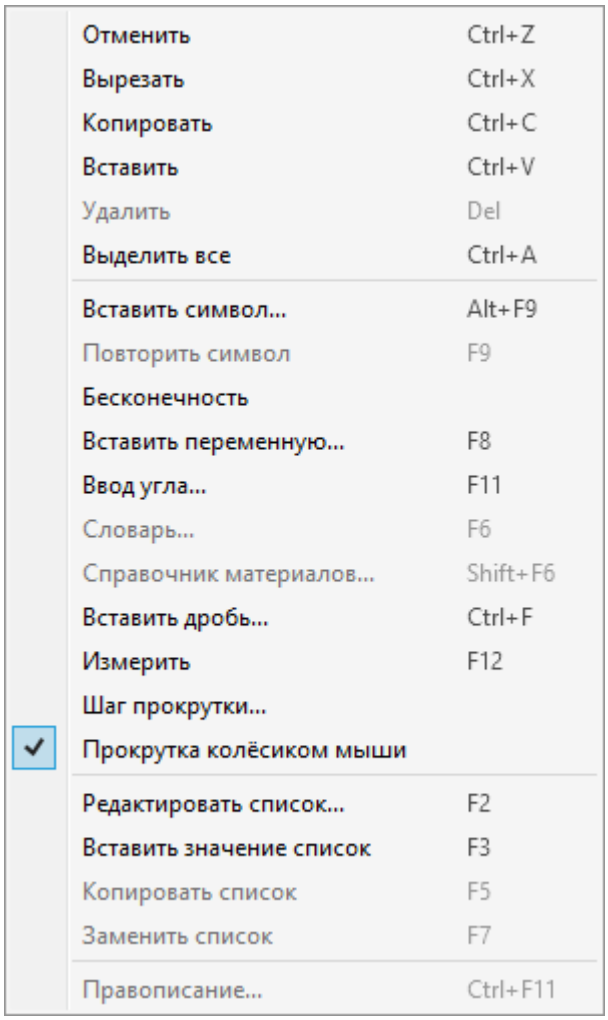
Основные темы в этом разделе:

- Контекстные меню полей ввода

Контекстные меню полей ввода

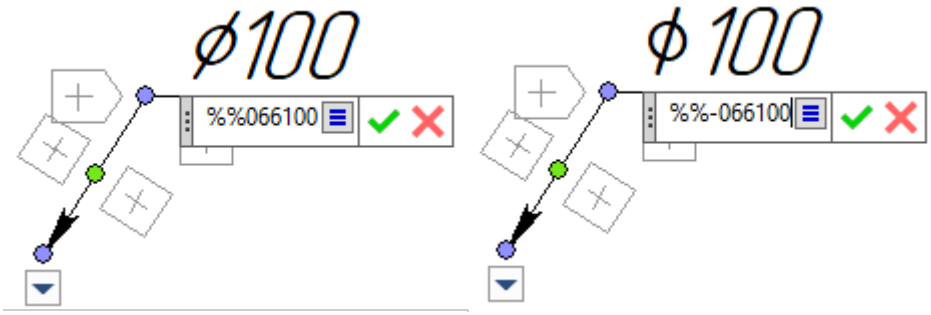
При работе с окном **Параметры** и различными диалоговыми окнами, содержащими поля ввода числовых или текстовых значений, можно вызвать контекстное меню, установив курсор в поле ввода и нажав .

В зависимости от типа вводимых данных в контекстном меню могут быть доступны различные команды из следующего набора:



Отменить Ctrl>+<Z>.
Отмена последнего изменения.
Вырезать <Ctrl>+<X>.
Вырезать выделенный текст в буфер обмена.
Копировать <Ctrl>+<C>.
Скопировать выделенный текст в буфер обмена.
Вставить <Ctrl>+<V>.
Вставить текст из буфера обмена.
Удалить <Del>.
Удалить выделенный текст.
Выбрать все. <Ctrl>+<A>.
Выбрать весь текст в текущем поле ввода.
Вставить символ. <Alt>+<F9>.
Вставка символа из диалога. Работа с диалогом осуществляется аналогично описанному для вставки символов в текст.

В поле ввода отображается не сам символ, а его код (например, **%%066** – символ диаметра). По умолчанию, если текст данного поля отображается на чертеже курсивом, то и символ будет курсивом. Если при выборе символа в диалоге был установлен флаг **Игнорировать наклон шрифта**, то после %% добавляется знак "минус", и символ будет отображаться обычным шрифтом без наклона, тогда как остальной текст останется курсивом. Минус также можно добавить к коду символа вручную введя его с клавиатуры.



Если вы знаете код нужного символа, то можно ввести его вручную с клавиатуры, не вызывая команду **Вставить символ**.

В T-FLEX CAD существует также возможность задания наиболее часто употребляемых спецсимволов и режимов разметки текста специальными кодами аналогично тому, как это делается в других системах:

%%c - диаметр;

%%d - градус;

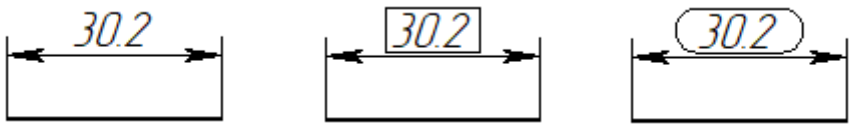
%%p - плюс-минус;

%%u - включить/выключить режим подчеркивания текста;

%%o - включить/выключить отрисовку линии над текстом (надчёркивание).

Для подчёркивания или надчёркивания части текста введите соответствующий код дважды - в начале и в конце выделяемой подстроки. Если код введён один раз, подчёркиваются или надчёркиваются все символы после кода до конца строки.

Если ввести символ ~ или ` в начале текстовой строки, вокруг текста будет отображаться прямоугольная или овальная рамка соответственно. Те же символы в любой другой позиции воспринимаются как часть строки и не влияют на рамку.



Нет рамки | Прямоугольная рамка | Овальная рамка

Вышеуказанные коды и символы не влияют на многострочный текст, параграф-текст и текст в ячейках таблицы.

Повторить символ <F9>.

Повторная вставка символа, вставленного в последний раз в текущем сеансе.

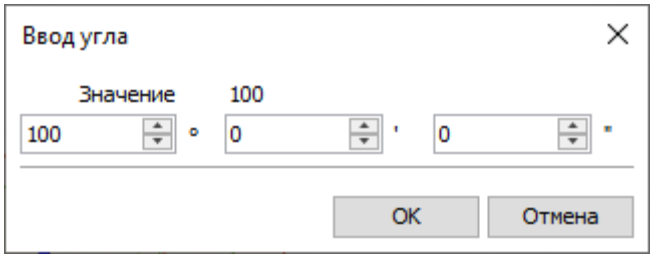
Бесконечность.

Вставка символа ∞.

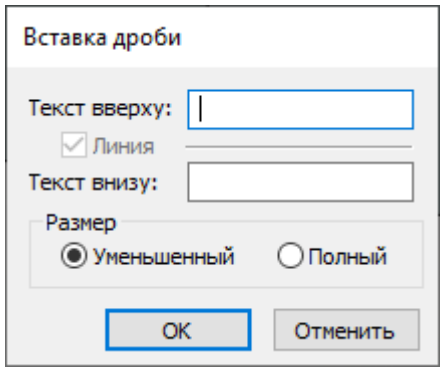
Вставить переменную... <F8>.

Вставка переменной из списка уже созданных. В поле диалога вставляется имя переменной в фигурных скобках. На чертёж выводится значение переменной. Изменять значения переменных можно в редакторе переменных или, в некоторых случаях, непосредственно на чертеже.

Ввод угла... <F11>.
Эта команда переводит значение угла в десятичное число. Команда вызывает диалоговое окно, в соответствующих полях которого можно ввести значение угла в градусах, минутах, секундах. Это значение будет преобразовано в десятичное число.

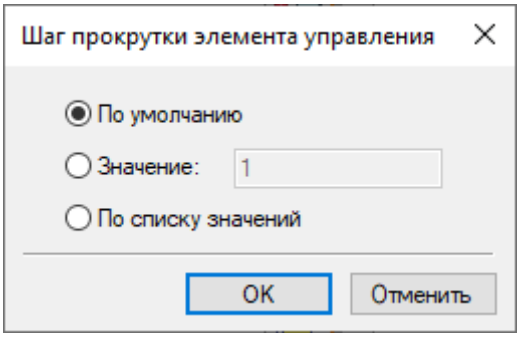


Словарь <F6>.
Вставка текста из словаря T-FLEX CAD. Работа со словарем описана в разделе Вставка текста из словаря.
Словарь T-FLEX DOCs <Shift>+<F6>
Вставка текста из словаря T-FLEX DOCs. Данная команда доступна только в режиме интеграции. Использование данной команды описано в разделе Вставка текста из словаря T-FLEX DOCs в чертежи T-FLEX CAD.
Вставить дробь... <Ctrl>+<F>.
Вставка дроби в поле ввода. Можно использовать, например, при задании содержимого текстовых полей размеров, надписей, текстов и т.п.
При вызове команды на экране появляется окно вспомогательного диалога для задания параметров дроби.

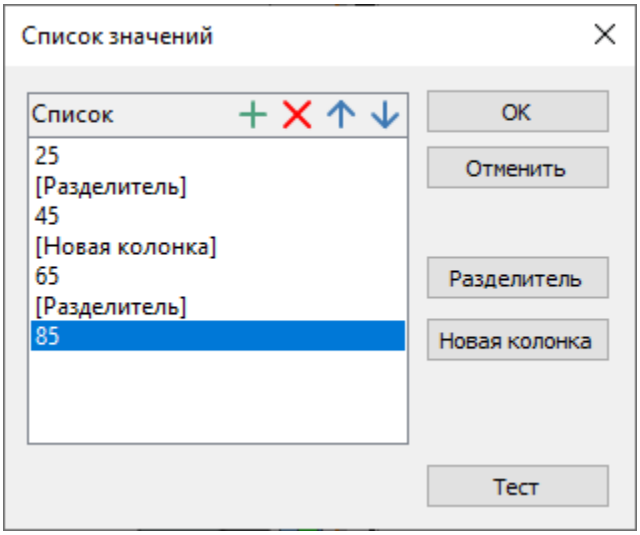


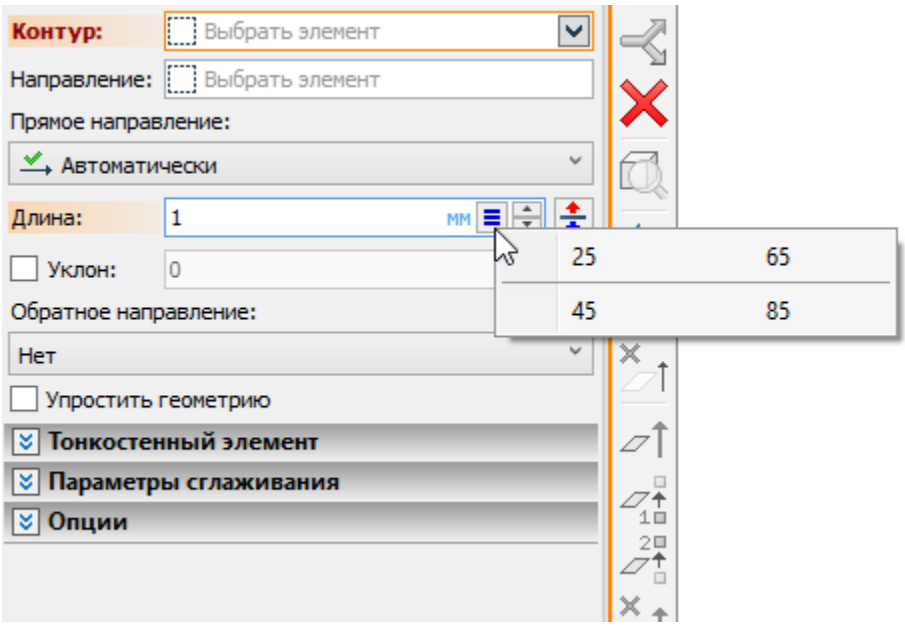
Измерить <F12>.
Эта команда дает возможность считывать геометрические данные с существующих элементов чертежа и использовать их при создании новых элементов. При этом можно создавать параметрические зависимости между элементами. Более подробную информацию можно найти в разделе Измерить.
Шаг прокрутки... <F4>.
Можно установить приращение значения параметра при прокрутке. В окне настройки шага прокрутки можно установить одно из трёх положений: **По умолчанию**, **Значение**, **По списку значений**.

- **Значение**.
  Установите численное значение приращения значения.
- **По списку значений**.
  Установка этой настройки позволит прокручивать список значений, если, конечно, список значений создан для текущего поля диалога.



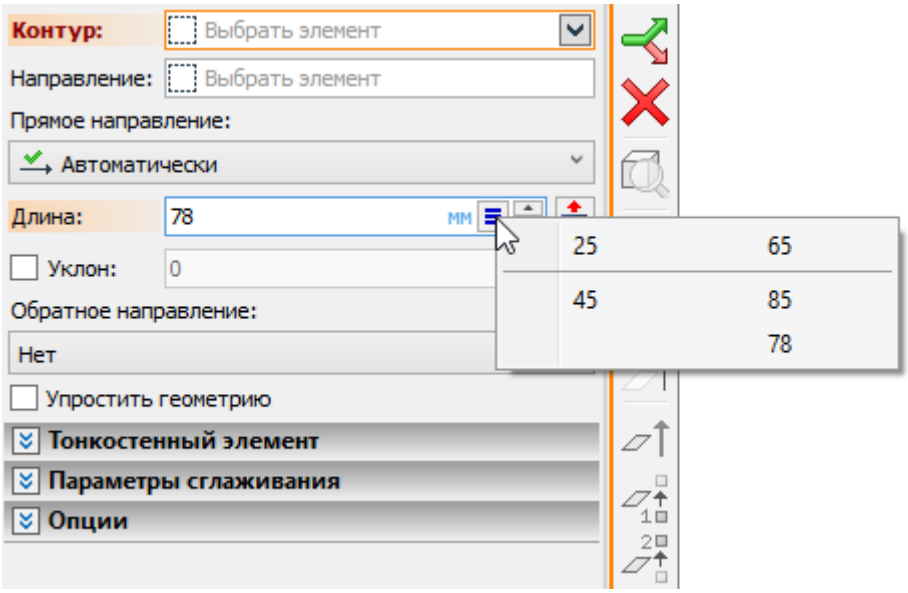
Редактировать список... <**F2**>.
Для полей ввода можно создавать списки значений. Для некоторых полей такие списки уже созданы (например, поля **База** и **Значение** в диалоговом окне **Параметры допуска**). Команда вызывает окно редактирования списка значений. Список можно разбивать на колонки, а также отделять группы данных в колонке горизонтальными разделителями.
Списки значений, используемые по умолчанию, хранятся в файле **DlgData_METRIC.ini** для метрической системы и **DlgData_INCH.ini** для дюймовой системы. Данные файлы расположены в папке **Program** внутри папки установки T-FLEX CAD.
Списки значений, отредактированные пользователем, хранятся в текущем окружении. Таким образом, их можно переносить между рабочими местами путём экспорта/импорта окружений.





Вставить значение в список <F3>.

Эта команда добавляет текущее значение из поля ввода в список. Если списка нет, то он создается.



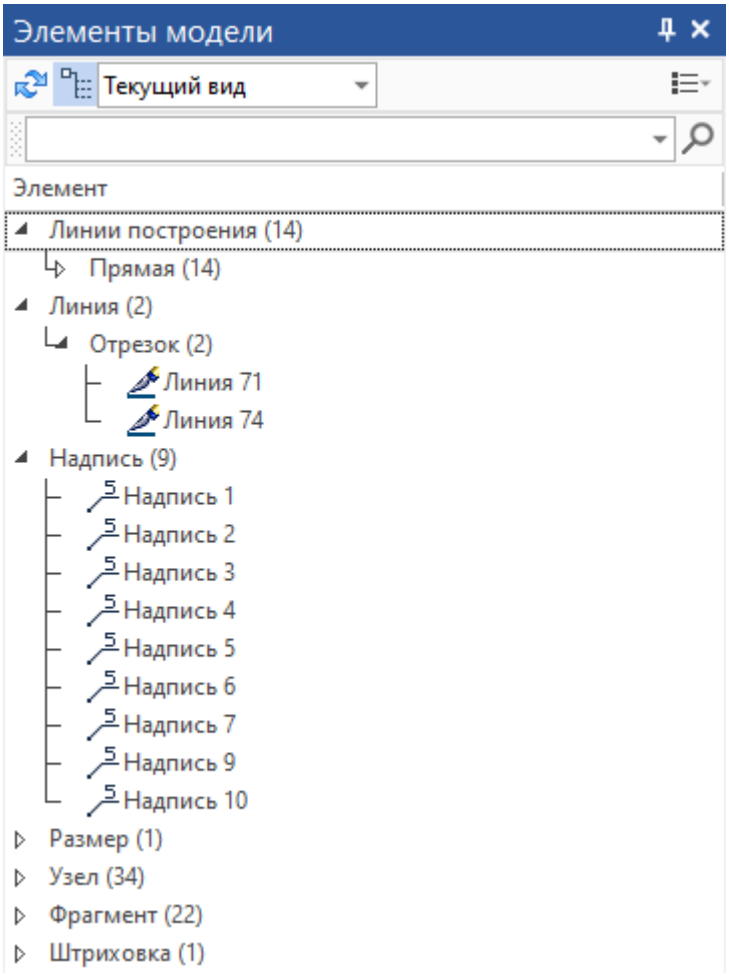
Копировать список <F5>.
Команда копирует в буфер список значений данного поля ввода.
Заменить список <F6>.
Команда заменяет список значений, имеющийся у данного поля ввода, на список значений из буфера. Список должен быть заранее скопирован в буфер с помощью команды **Копировать список**.
Правописание <Ctrl>+<F11>.
Проверка правописания содержимого поля ввода, для которого было вызвано контекстное меню.

Окно "Элементы модели"

Вызов окна:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Окна > Элементы модели Вид > Окно > Окна > Элементы модели > Окна > Элементы модели
Клавиатура	Текстовое меню
<Shift>+<F1>	Настройка > Окна > Элементы модели

Для отображения всех существующих в документе элементов используется окно **Элементы модели**. В окне отображаются как 2D, так и 3D элементы. Для каждого из элементов доступно контекстное меню с соответствующим набором команд.

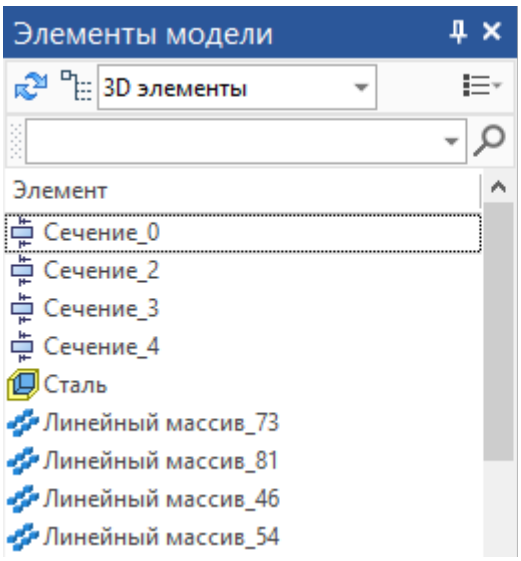


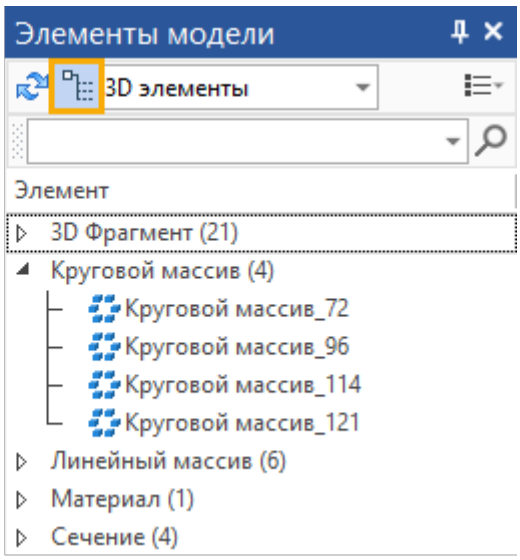
При выборе элементов из списка, они подсвечиваются в сцене и на чертеже.
В окне можно выбирать элементы для использования в текущей операции, например, выбрать линии изображения для операции **Копирование**.
Это окно особенно полезно при работе с чертежами. Оно предоставляет информацию по каждому элементу чертежа на текущей странице или на всех страницах документа.

Инструментальная панель

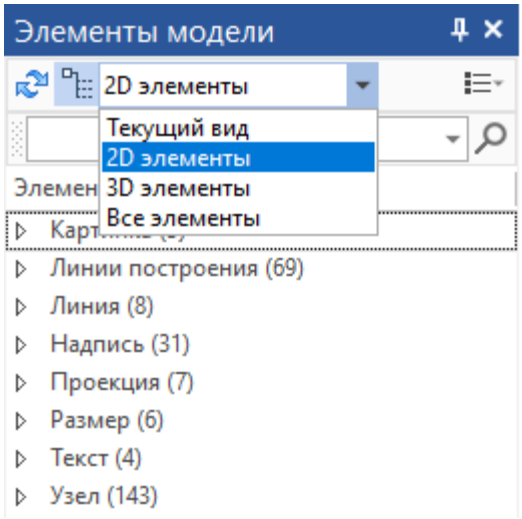
Для работы с окном используется инструментальная панель.

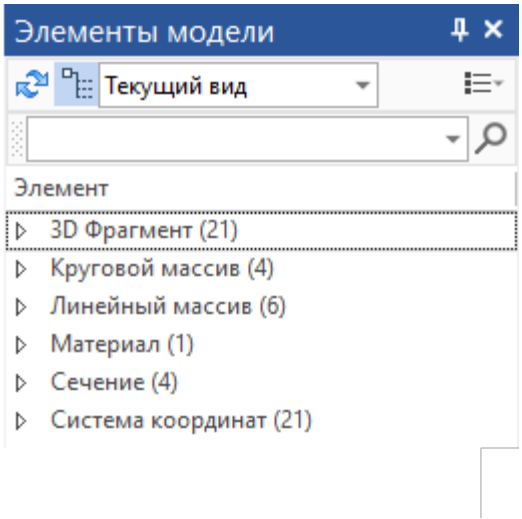
Для обновления содержания окна используется опция .
С помощью опции можно включать и отключать группировку элементов по типу.



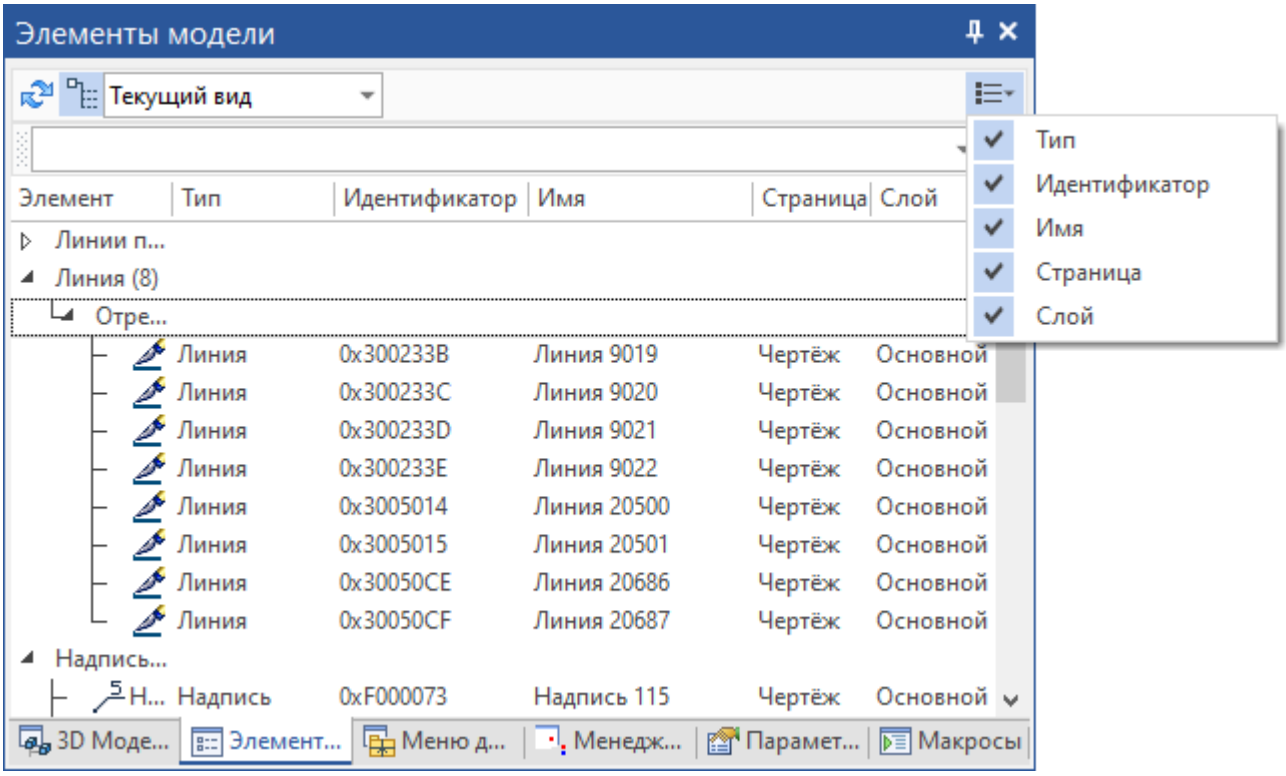


Для настройки отображения элементов в окне используется выпадающий список.





Текущий вид – отображает элементы, расположенные в текущем активном виде.
2D элементы – показывает все 2D элементы, существующие в документе.
3D элементы - показывает все 3D элементы, существующие в документе.
Все элементы - показывает все элементы, существующие в документе.
В правом углу окна можно выбрать колонки, в которых будет выводиться информация об элементах: **тип, идентификатор, имя, страница** и **слой**.



Поиск элементов можно осуществлять с помощью строки поиска.

Для записей окна **Элементы модели** доступна **группировка** и **сортировка**.

Информация об элементах

Вызов команды:

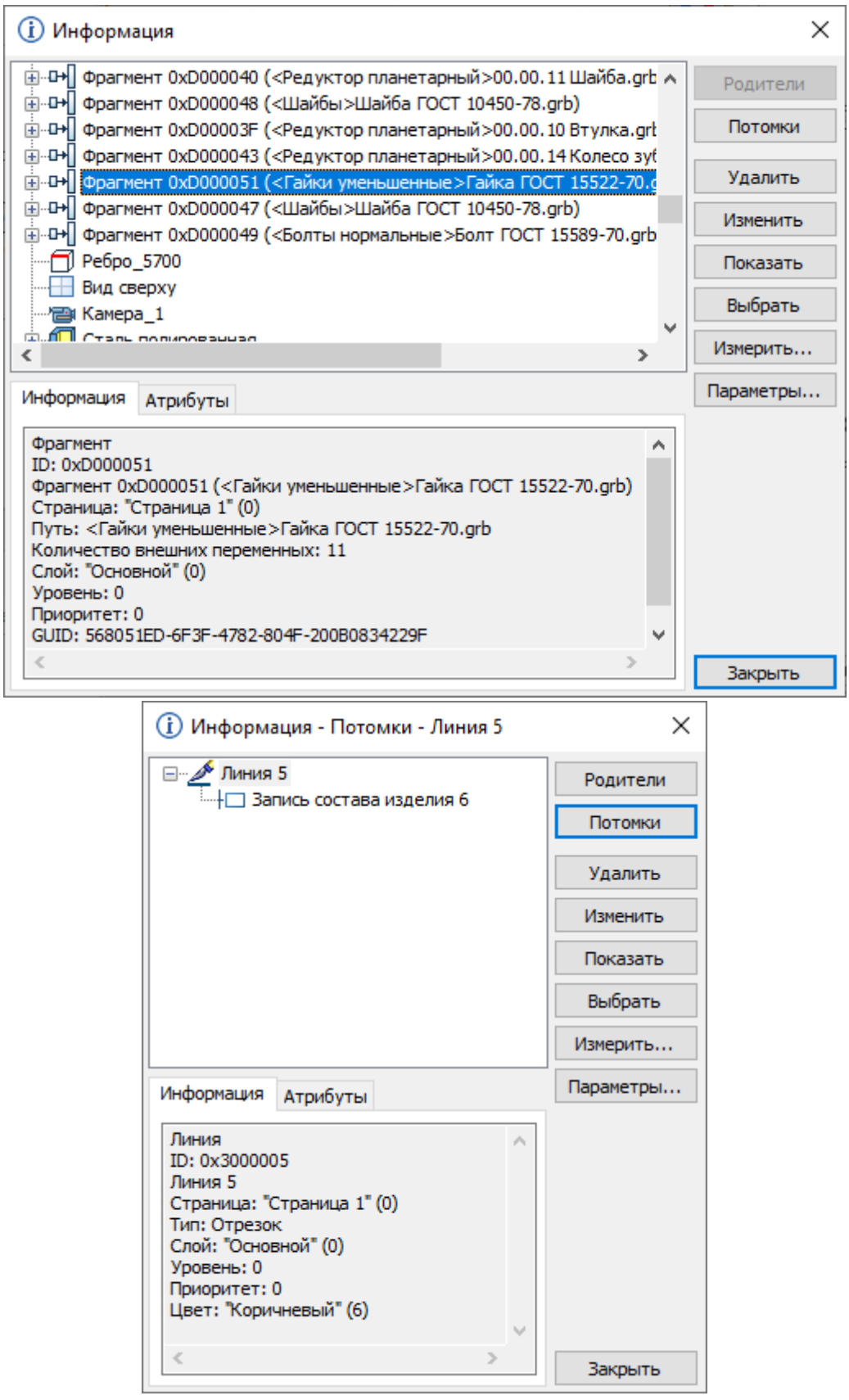
Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<Alt>+<F1>	? > Информация

Также команда доступна в контекстном меню различных элементов.
Команда вызывает окно, содержащее информацию об элементах документа.
Окно команды состоит из трёх частей:

- левая верхняя часть окна содержит дерево связей;
- правая часть окна содержит кнопки, позволяющие применить различные действия к элементу, выбранному в дереве;
- левая нижняя часть окна содержит вкладки Информация и Атрибуты с различными данными элемента, выбранного в дереве.

При работе с окном **Информация** пользователю доступны все средства навигации между окнами и страницами текущего документа. При этом доступны команды, не меняющие состава текущего документа (например, изменение масштаба чертежа). Окно **Информация** закрывается

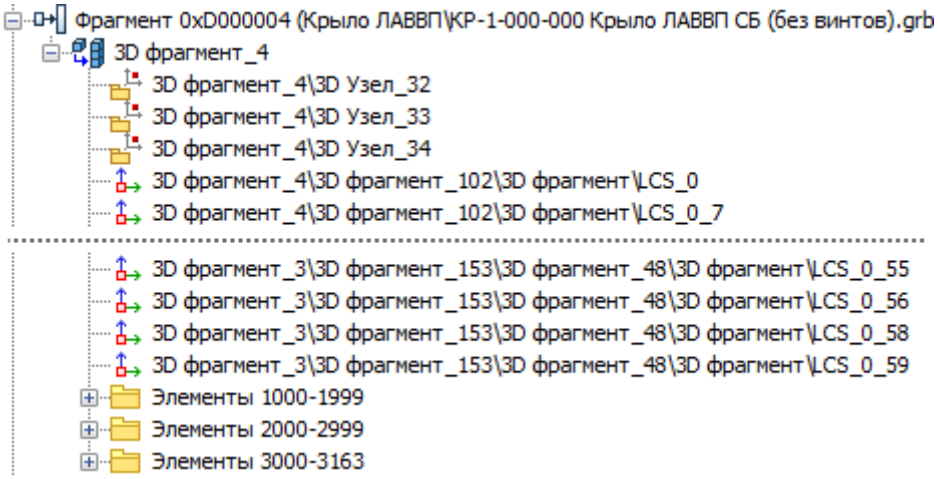
автоматически при переходе в окно любого другого документа, при закрытии документа, при удалении объектов текущего документа, а также при изменении их параметров или создании новых объектов.



Дерево связей

Если при создании одного элемента используются данные другого элемента, то между такими элементами образуется связь, где первый элемент является потомком второго, а второй - родителем первого. Эти связи можно увидеть в дереве связей, отображаемом в левой верхней части окна **Информация**.

Если вызвать команду **Информация** без предварительного выбора элементов, то на верхнем уровне дерева будут показаны 3D элементы, не имеющие родителей. Каждый последующий уровень содержит элементы-потомки элементов предыдущего уровня. По умолчанию дерево свернуто, т.е виден только верхний уровень. С помощью кнопок, отображаемых в дереве, можно разворачивать и сворачивать уровни. В случае наличия большого количества элементов на одном уровне, при раскрытии уровня отображаются только первые 999 элементов, а остальные группируются в папки по тысяче элементов в каждой.



Развернув все уровни, можно увидеть связи между всеми имеющимися в документе 3D элементами.

Элементы в дереве можно выбирать с помощью . Кнопки, расположенные справа от дерева, позволяют переключиться в режимы отображения родителей или потомков выбранного элемента. Остальные элементы при этом не отображаются.

Если выбрать какие-либо элементы (неважно, 2D или 3D) перед вызовом команды **Информация**, то по умолчанию будут показаны только потомки выбранных элементов.

Действия над элементами

С помощью кнопок, расположенных в правой части окна **Информация** можно применить следующие действия к элементу, выбранному в данный момент в дереве связей:

- **Родители**
  Переключает дерево в режим отображения родителей элемента. В этом режиме каждый последующий уровень дерева содержит элементы-родители элементов предыдущего уровня.
- **Потомки**
  Переключает дерево в режим отображения потомков элемента. В этом режиме каждый последующий уровень дерева содержит элементы-потомки элементов предыдущего уровня.
  При вызове команды **Информация** с предварительным выбором элемента данный режим активен по умолчанию.
- **Удалить**
- **Изменить**
- **Показать**
- **Выбрать**
  Элемент, выбранный в дереве связей, выбирается в модели и окно **Информация** закрывается.
- **Измерить**

- **Параметры**
  Вызывает диалог параметров элемента.
- **Закрыть**
  Закрывает окно **Информация**.

Информация

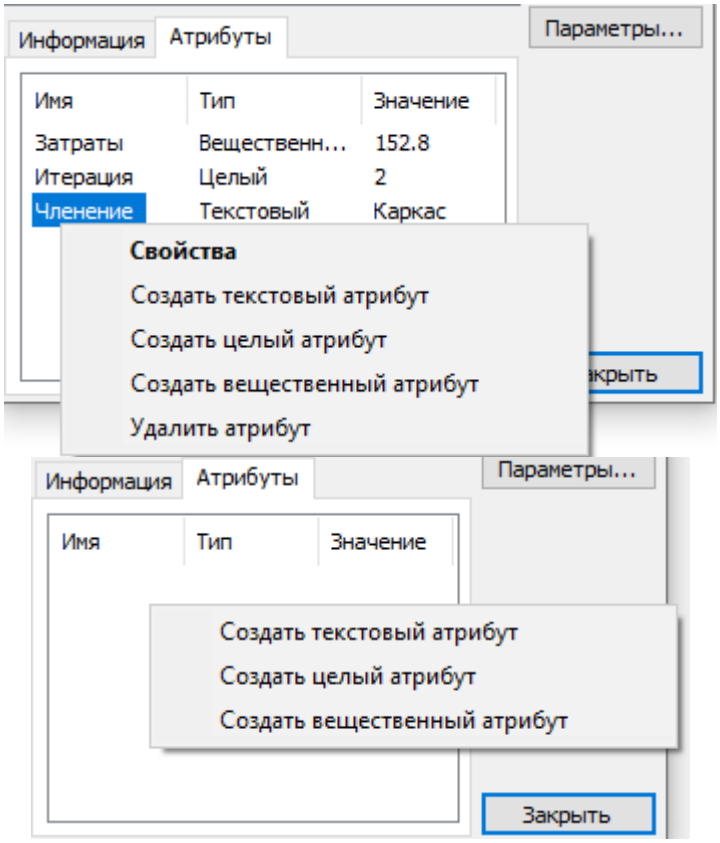
Вкладка **Информация** содержит различные данные элемента, выбранного в дереве связей. Набор доступной информации зависит от типа выбранного элемента. Для всех элементов в верхней части вкладки отображается тип элемента, его системные идентификаторы и имя. Информация на данной вкладке предоставляется только для чтения.

Атрибуты

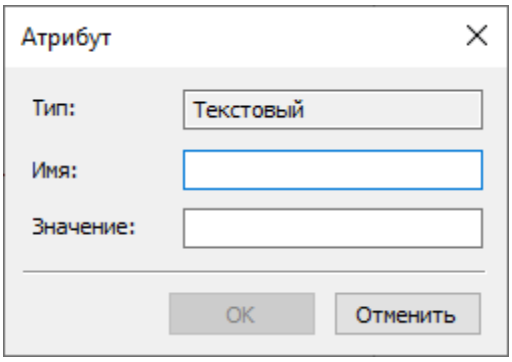
Любому элементу можно назначить произвольные атрибуты. Поддерживаются следующие типы атрибутов:

- **Текстовый**
  Набор символов.
- **Целый**
  Целое число.
- **Вещественный**
  Вещественное число.

Атрибуты назначаются с помощью внешних приложений или вручную. Атрибуты можно использовать для фильтрации исходных данных при создании состава изделия. Для просмотра и ручного изменения атрибутов элемента используется вкладка **Атрибуты** окна **Информация**. Вкладка содержит список атрибутов элемента, выбранного в дереве связей. Для каждого атрибута отображается его **Имя**, **Тип** и **Значение**. Команды создания атрибутов различных типов доступны в контекстном меню списка атрибутов и контекстном меню имени атрибута. Последнее меню также позволяет удалить атрибут или открыть диалог его свойств. Диалог свойств также открывается при создании атрибута.



Диалог свойств атрибута содержит его **Тип**, **Имя** и **Значение**. **Значение** можно изменить в любой момент. **Имя** можно задать только при создании атрибута. **Тип** определяется выбором команды создания атрибута.



Слои, уровни, приоритеты, имена, цвет

Каждый элемент системы T-FLEX CAD имеет свой набор параметров, который вы можете задавать и изменять. При этом параметры цвет, уровень, слой и приоритет присутствуют в каждом наборе параметров.

Поле имени присутствует в списке параметров для всех 3D элементов, но для 2D элементов имя является необязательным атрибутом.

Основные темы в этом разделе:

- Слои
- Уровни
- Приоритеты
- Имя
- Цвет

Слои

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Окна > Слои 3D модель > Стиль > Слои Чертёж > Стиль > Слои Сборка > Стиль > Слои Листовой металл > Стиль > Слои Поверхности > Стиль > Слои Сварка > Стиль > Слои Коммуникации > Стиль > Слои Примитив > Стиль > Слои Опорная геометрия > Стиль > Слои Редактирование > Документ > Слои Вид > Окно > Окна > Слои Замечания > Стиль > Слои Рабочая плоскость > Стиль > Слои > Окна > Слои
Клавиатура	Текстовое меню
<QL>, **<Shift>+<F5>**	Настройка > Слои

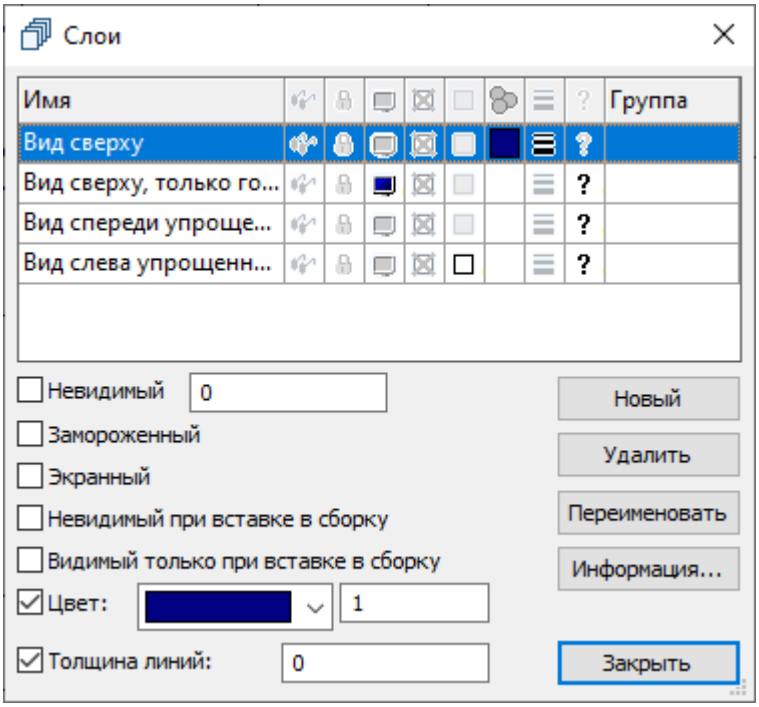
При использовании текстового интерфейса команда доступна в системной панели.

Слой - параметр каждого элемента чертежа, определяющий его принадлежность какой-либо группе элементов чертежа. Слой задается именем. С помощью слоев можно управлять свойствами групп элементов. Можно прорисовать их одним цветом, сделать невидимыми или недоступными для выбора.

Если имя слоя не задано, элементу присваивается системный слой, называемый еще слоем по умолчанию.

Команда **Слои** позволяет управлять слоями чертежа.

После вызова команды из вкладки ленты **Редактирование**, из текстового меню или с помощью последовательности клавиш **<QL>** на экране появляется диалоговое окно:



Список можно отсортировать по различным параметрам слоев. Щелкнув значок, можно изменить параметр слоя, не выходя из текущей команды. В списке есть пункт «Новый», который позволяет вам создать новый слой, не выходя из команды, и сделать его активным. В окне данного диалогового окна отображается список слоев, существующих в данном документе, и их параметры. Под этим списком находятся поля для назначения параметров слоя и кнопки для выполнения различных действий с полями.

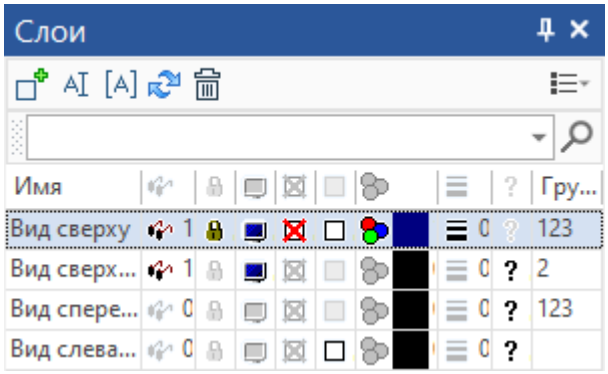
Кнопка **Новый** создает новый слой в документе. После нажатия на эту кнопку система попросит дать имя созданному слою.

Кнопка **Удалить** удаляет неиспользуемый слой (он становится доступным только после выбора из списка слоя, отмеченного знаком ?).

Кнопка **Переименовать** позволяет присвоить новое имя слою, выбранному из списка слоев.

Кнопка **Информация** позволяет отобразить список объектов, находящихся на выбранном слое.

При вызове команды из системной панели, из группы ленты **Стиль**, из списка служебных окон или с помощью сочетания клавиш **<Shift>+<F5>** откроется не диалоговое окно, а служебное.



Функционал полностью совпадает с диалоговым окном. В отличие от диалогового окна, наличие служебного окна на экране не препятствует работе с другими командами.

Для слоя, выбранного в списке, могут быть заданы следующие атрибуты:

- невидимый;
- замороженный;

- экранный;
- невидимый при вставке в сборку;
- видимый только при вставке в сборку;
- один цвет;
- Одна толщина линий.
- Не используется
- Группа

В команде **Слои** можно создать новый слой, переименовать или удалить существующий, отсортировать список слоёв. Для этого нажмите левую кнопку мыши на названии столбца **Имя**. Заданный порядок слоёв учитывается во всех диалогах системы, позволяющих выбрать слой.

Для задания параметров слоя выберите слой в списке и установите для него необходимый флаг в нижней части окна или нажмите в соответствующей ячейке таблицы. Вы можете изменить параметры нескольких слоев одновременно - множественный выбор осуществляется при помощи стандартных сочетаний клавиш.

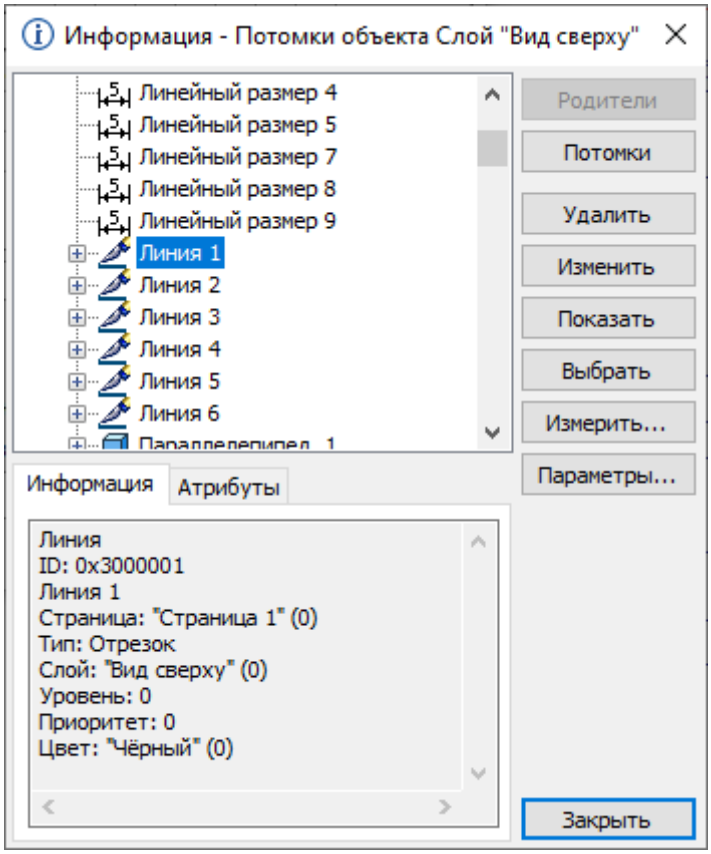
- Элементы **невидимого слоя** не отображаются на экране. Управлять видимостью слоя можно при помощи **переменной**. Переменная может иметь два значения: 0 – слой видимый и 1 – слой невидимый.

Значения переменной, отличные от 0 и 1, обрабатываются системой следующим образом: отбрасываются знак минуса и дробная часть, полученное число сравнивается с 0. При совпадении слой будет видимым, в противном случае – невидимым.

- Элементы чертежа, расположенные на **замороженном** слое, не доступны для выбора.
- Если вы хотите, чтобы все элементы, принадлежащие какому-либо слою, были прорисованы на чертеже **одним цветом**, установите флаг и выберите необходимый цвет.
- Существует возможность управлять видимостью элементов, принадлежащих одному слою, при вставке документа в качестве фрагмента в сборочный чертёж (опции **Видимый/Невидимый при вставке в сборку**).
- Элементы, принадлежащие **экранному слою** не выводятся на печать.
- Флаг **Толщина линий** позволяет задать значение толщины линий изображения, принадлежащих текущему слою.
- Параметр **Не используется** показывает присвоен ли объектам данный слой.
- **Группа**. Слои можно объединить по группам.

Кнопка **Удалить** удаляет слой. Функция удаления слоя может быть выполнена как для неиспользуемых слоёв (помеченных знаком ?), так и для используемых. В случае удаления используемых слоёв пользователю предлагается два варианта поведения – либо удалить слой вместе со всеми размещёнными на нём элементами, либо перенести эти элементы на другой слой.

Кнопка **Информация** вызывает окно со списком всех элементов, лежащих на выбранном слое.



С помощью слоев также, как и с помощью уровней, можно управлять видимостью элементов построения и других элементов чертежа. Для этого поместите их на какой-либо слой, а затем в команде **Слои** задайте его невидимым.

Основные темы в этом разделе:

- Слой текущего элемента

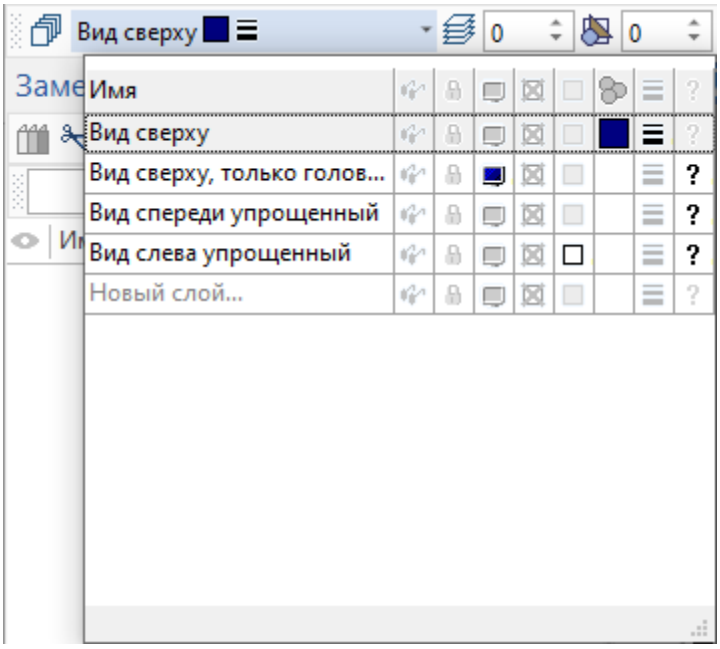
Слой текущего элемента

Слой элемента, выбранного или создаваемого в данный момент, можно изменить в выпадающем списке **Слой,** расположенном различных вкладках ленты в группе **Стиль** рядом с кнопкой вызова команды **Слои.**

Пиктограмма	Лента
	3D модель > Стиль > Слой Чертёж > Стиль > Слой Сборка > Стиль > Слой Листовой металл > Стиль > Слой Поверхности > Стиль > Слой Сварка > Стиль > Слой Коммуникации > Стиль > Слой Примитив > Стиль > Слой Опорная геометрия > Стиль > Слой Редактирование > Документ > Слой Замечания > Стиль > Слой Рабочая плоскость > Стиль > Слой
Клавиатура	Текстовое меню

При использовании текстового интерфейса выпадающий список слоёв доступен в системной панели.

Список также позволяет изменить параметры любого слоя нажимая в соответствующей ячейке списка. В ячейках используются те же символы, что и в окне **Слои**. Последняя строка списка позволяет создать новый слой.



Кроме того, слой можно выбрать в диалоге параметров элемента.

См. также:

- Слои

Уровни

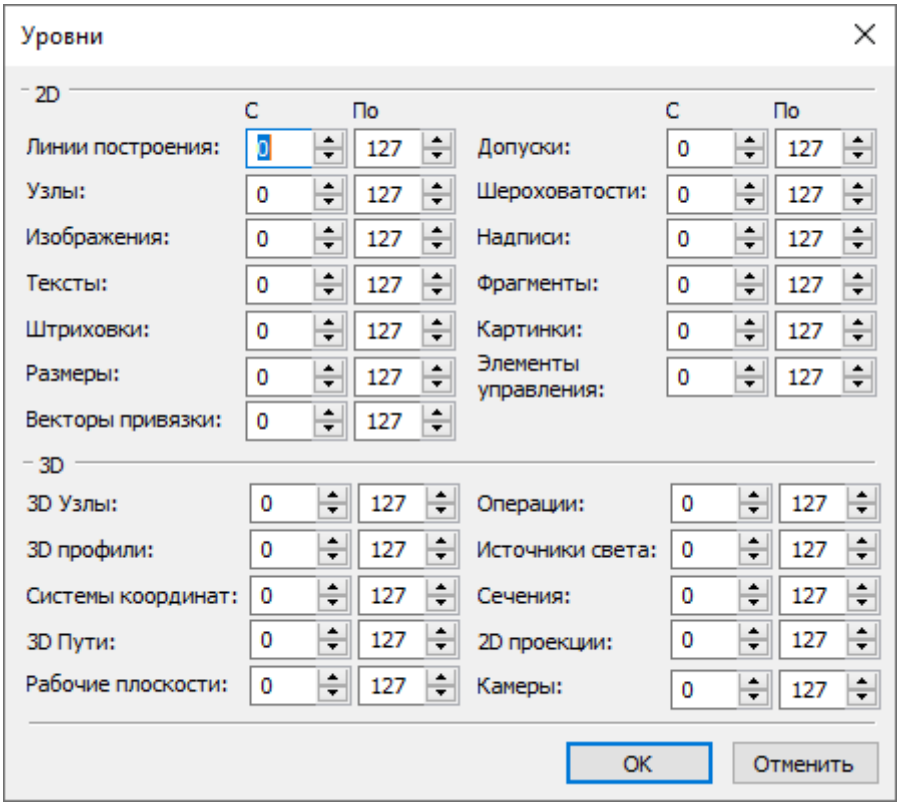
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D модель > Стиль > Уровни Чертёж > Стиль > Уровни Сборка > Стиль > Уровни Листовой металл > Стиль > Уровни Поверхности > Стиль > Уровни Сварка > Стиль > Уровни Коммуникации > Стиль > Уровни Примитив > Стиль > Уровни Опорная геометрия > Стиль > Уровни Редактирование > Документ > Уровни Замечания > Стиль > Уровни Рабочая плоскость > Стиль > Уровни
Клавиатура	Текстовое меню
<SH>	Настройка > Уровни

При использовании текстового интерфейса команда доступна в системной панели.
Команда **Уровни** позволяет задать интервалы видимости графических элементов.
Каждый графический элемент системы имеет уровень. Уровень элемента - целое число, которое определяет видимость элемента при перерисовке. Вы можете задать уровень элемента в интервале от **-126** до **127**. Видимость каждого элемента зависит от интервала, устанавливаемого в команде **Уровни**. Вы можете задать интервал уровней видимости двумя числами (от -126 до 127) для различных типов элементов.
Видимость элементов определяется следующим образом:
Если **первое число меньше или равно второму**, то отображаются только те элементы, значение уровня которых попадает в этот интервал (включая границы интервала).
Если **первое число больше второго**, то видимы только те элементы, значения уровня которых не попадают в заданный интервал (от меньшего значения до большего, исключая границы).
Видимость элементов играет большую роль при выборе элементов. Вы можете в команде Параметры документа установить параметр **Параметры экрана > Выбор элементов.**

- **Все элементы**. Выбор элементов для редактирования или построения новых элементов будет осуществляться для всех существующих элементов (видимых и невидимых).
- **Видимые**. Выбор элементов для редактирования или построения новых элементов будет осуществляться только для видимых на экране элементов.

Если вы хотите убрать с чертежа определённые элементы, задайте для них такой интервал видимости, чтобы уровень этих элементов не попадал в него. По умолчанию значение параметра **Уровень** для каждого элемента равно 0.



Интересной является возможность использования переменных для задания интервалов видимости. Это позволяет в зависимости от каких-либо расчётов или условий выводить или скрывать элементы определённого типа.

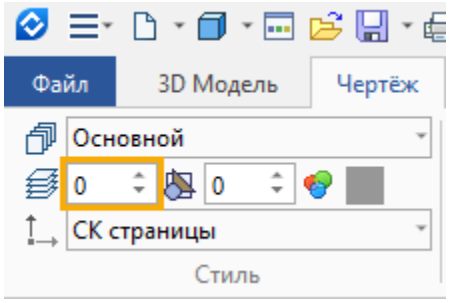
Основные темы в этом разделе:

- Уровень текущего элемента

Уровень текущего элемента

Уровень элемента, выбранного или создаваемого в данный момент, можно изменить в поле ввода **Уровень,** доступном в различных вкладках ленты в группе **Стиль** рядом с кнопкой вызова команды **Уровни**:

Пиктограмма	Лента
	3D модель > Стиль > Уровень Чертёж > Стиль > Уровень Сборка > Стиль > Уровень Листовой металл > Стиль > Уровень Поверхности > Стиль > Уровень Сварка > Стиль > Уровень Коммуникации > Стиль > Уровень Примитив > Стиль > Уровень Опорная геометрия > Стиль > Уровень Редактирование > Документ > Уровень Замечания > Стиль > Уровень Рабочая плоскость > Стиль > Уровень
Клавиатура	Текстовое меню



При использовании текстового интерфейса поле ввода уровня доступно в системной панели.
Кроме того, уровень можно изменить в диалоге параметров элемента.
Для задания уровня можно использовать вещественную переменную.

См. также:

- Уровни

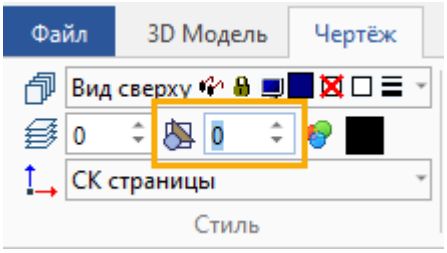
Приоритет

При создании сборок, особенно в машиностроении, часто возникает необходимость рисовать один элемент поверх других. Такое поведение легко реализовать с помощью параметрических фрагментов, удаления скрытых линий и дополнительного специального параметра графических элементов - приоритета. Элементы модели рисуются на экране в определенном порядке. Этот порядок обычно соответствует типам элементов и порядку создания элементов. Однако этот порядок можно изменить с помощью приоритетов.
Приоритет - это целое число в пределах от -126 до 127, определяющее порядок прорисовки элементов. Элементы с более низким приоритетом отрисовываются перед элементами с более высоким приоритетом. Следовательно, элемент с высоким приоритетом перекрывает элементы с более низким приоритетом.

Приоритет элемента, выбранного или создаваемого в данный момент, можно изменить в поле ввода, доступном в различных вкладках ленты в группе **Стиль**:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Стиль > Приоритет Сборка (2D) > Стиль > Приоритет Листовой металл (2D) > Стиль > Приоритет Замечания > Стиль > Приоритет Рабочая плоскость > Стиль > Приоритет
Клавиатура	Текстовое меню

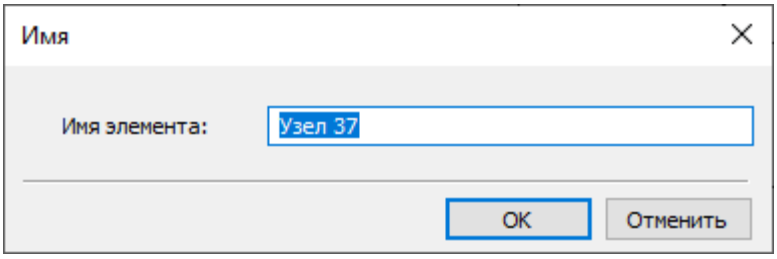
Во вкладках **Сборка** и **Листовой металл** поле ввода приоритета доступно только при активном 2D окне.



При использовании текстового интерфейса поле ввода приоритета доступно в системной панели.
Кроме того, приоритет можно изменить в диалоге параметров элемента.
Для задания приоритета можно использовать вещественную переменную.

Имя

При создании элементов система присваивает им имена по умолчанию. Имена по умолчанию состоят из названия типа элемента и его порядкового номера в документе. Таким образом обеспечивается уникальность имён. Для 3D элементов можно настроить имена, присваиваемые по умолчанию (см. раздел Настройка имён 3D элементов).
После создания элемента можно заменить имя, присвоенное по умолчанию, на текст, вводимый пользователем.
Для изменения имени 3D элемента вызовите диалог параметров элемента и измените значение в соответствующем поле (см. раздел Общие параметры 3D элементов)
Для изменения имени 2D элемента используйте команду **Имя элемента...**, доступную в контекстном меню элемента. После вызова команды появляется диалоговое окно, в котором можно ввести новое имя.



Имя является уникальным атрибутом элемента. При совпадении заданного имени с уже существующим именем система выдаст сообщение "**Такое имя уже существует**" и предложит ввести имя снова.
Кроме того, диалог задания имени 2D элементов можно вызвать из автоменю команд редактирования 2D элементов.
Имена элементов используются для:

- отображения элемента в служебных окнах.
- поиска элементов с помощью команды Найти;
- выбора из списка с помощью опции , доступной в автоменю ряда команд;
- создания 2D узлов с фрагмента.

При этом для 2D узлов имена по умолчанию используются только для отображения элемента в служебных окнах, а остальные варианты использования доступны только для пользовательских имён. В связи с этим, в справке при описании работы с 2D элементами применяется термин **именованные элементы**, означающий элементы с именами заданными пользователем. Для 3D элементов пользовательские имена и имена по умолчанию используются одинаково.

Цвет

Каждый элемент имеет цвет.
Цвет выбранного элемента можно изменить:

- в диалоге параметров элемента,
- с помощью системной панели,
- в группе команд **Стиль,** доступной на различных вкладках ленты.

Задание цвета с помощью ленты или системной панели доступно как в режиме ожидания команды, так и в командах создания и при выбранных элементах в командах редактирования.

Задание цвета отдельных граней с помощью ленты или системной панели невозможно; воспользуйтесь диалогом параметров грани.

При задании цвета тел с помощью ленты или системной панели для отображения нового цвета в 3D сцене воспользуйтесь командой **Обновить**.

Цвет тел не виден при стиле отображения **Тоновая закраска с материалами,** т.к. в этом случае визуализация тела определяется назначенным материалом.

Цвет отдельных граней виден только при стиле отображения **Тоновая закраска.**

В любом из перечисленных способов доступны два элемента управления для задания цвета - выпадающий список и кнопка вызова каталога. Оба элемента управления находятся рядом. В диалогах параметров элементов также доступно поле ввода числового значения параметра **Цвет**.

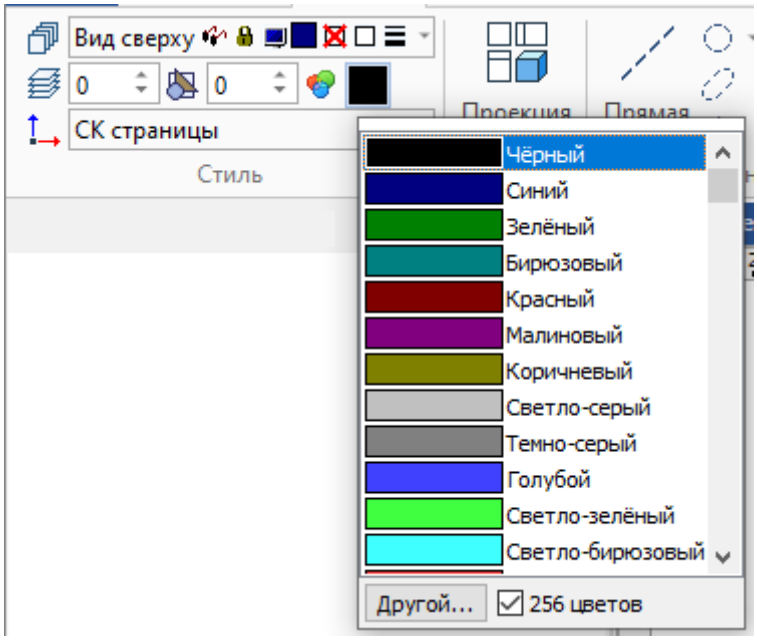
Выбор цвета из выпадающего списка

Выпадающий список вызывается нажатием на квадратном или прямоугольном поле, отображающем образец выбранного цвета.

Пиктограмма	Лента
	3D модель > Стиль > Цвет Чертёж > Стиль > Цвет Сборка > Стиль > Цвет Листовой металл > Стиль > Цвет Поверхности > Стиль > Цвет Сварка > Стиль > Цвет Коммуникации > Стиль > Цвет Примитив > Стиль > Цвет Опорная геометрия > Стиль > Цвет Замечания > Стиль > Цвет Рабочая плоскость > Стиль > Цвет
Клавиатура	Текстовое меню

При использовании текстового интерфейса команда также доступна в системной панели.

Выбор цвета в списке осуществляется с помощью нажатия или перемещением рамки выбора с помощью стрелок на клавиатуре и нажатием **<Enter>**.

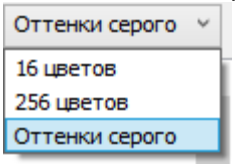


В нижней части списка доступны:

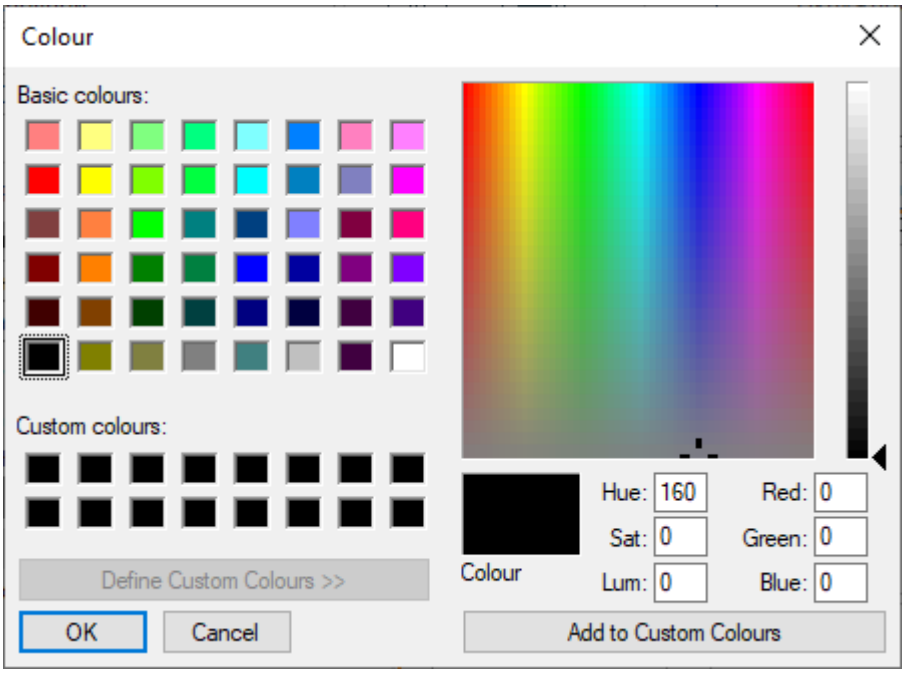
- Флаг **256 цветов**
  При установленном флаге доступен расширенный набор из 256 цветов, при снятом - только

основные 16 стандартных цветов системы.

В некоторых диалоговых окнах вместо данного флага отображается выпадающий список, позволяющий переключаться между наборами из 16 цветов, 256 цветов и оттенками серого.

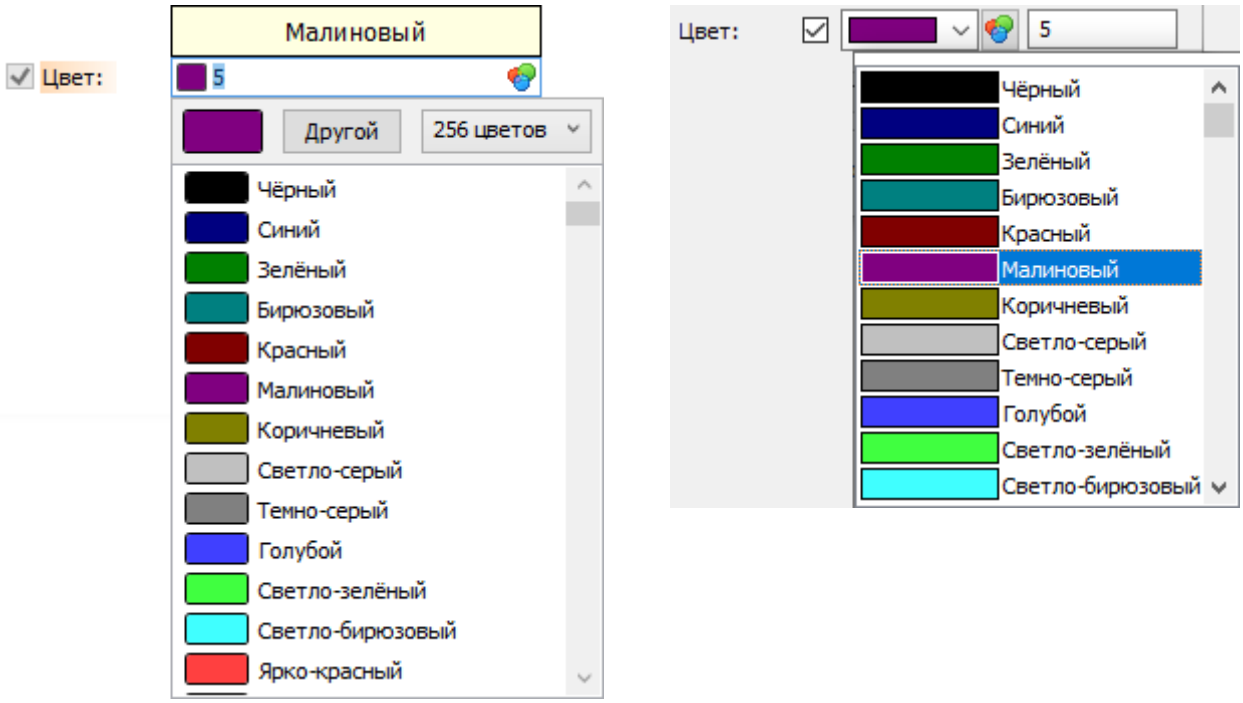


- Кнопка **Другой...**
  Вызывает стандартный диалог для выбора цвета на спектре.



Задание числового значения параметра Цвет

В диалогах параметров элементов для параметра **Цвет** доступно поле ввода числового значения. Данное поле может совмещёно с выпадающим списком для выбора цвета или же располагаться рядом с ним. Введённое значение определяет порядковый номер применяемого цвета в выпадающем списке. Нумерация начинается с нуля, т.е. первому в списке цвету (чёрному) соответствует нулевое значение параметра. В качестве значения можно использовать вещественную переменную.



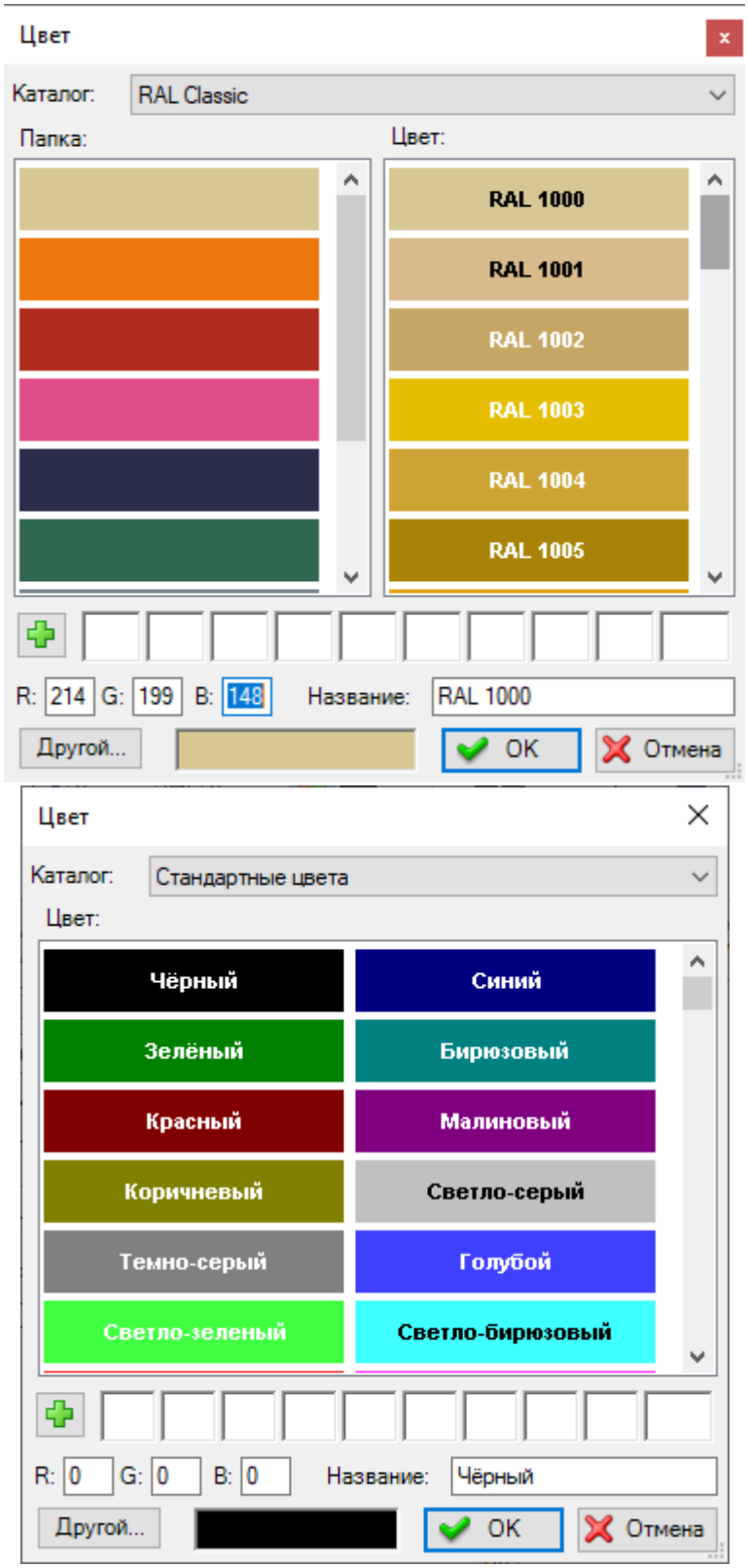
Выбор цвета из каталога

Для выбора цвета из каталога цветов нажмите кнопку **Выбор цвета из каталога цветов.**

Пиктограмма	Лента
	3D модель > Стиль > Выбор цвета из каталога цветов Чертёж > Стиль > Выбор цвета из каталога цветов Сборка > Стиль > Выбор цвета из каталога цветов Листовой металл > Стиль > Выбор цвета из каталога цветов Поверхности > Стиль > Выбор цвета из каталога цветов Сварка > Стиль > Выбор цвета из каталога цветов Коммуникации > Стиль > Выбор цвета из каталога цветов Примитив > Стиль > Выбор цвета из каталога цветов Опорная геометрия > Стиль > Выбор цвета из каталога цветов Замечания > Стиль > Выбор цвета из каталога цветов Рабочая плоскость > Стиль > Выбор цвета из каталога цветов
Клавиатура	Текстовое меню

При использовании текстового интерфейса команда доступна в системной панели.

В результате появляется диалог:



В верхней части диалога находится выпадающий список, в котором можно выбрать **Каталог**.
Вместе с системой поставляются каталоги **RAL Classic** и каталог **Стандартных цветов**.
Каждый каталог цветов хранится в отдельном файле с расширением **.acb**. Для редактирования каталога цветов может использоваться текстовый редактор, либо один из доступных редакторов файлов формата .acb. По умолчанию, доступные в системе каталоги цветов расположены в

системной папке **Program/ColorBooks**. Изменить путь для поиска файлов каталогов цветов можно в Установках системы (**Установки** > **Папки** > **Папки** > **Каталогов цветов**).

Каталог **Стандартные цвета** содержит те же 256 цветов, что и выпадающий список для выбора цвета.
Каталог **RAL Classic** содержит набор **Папок**, соответствующих основным цветам. Каждая папка содержит множество оттенков основного цвета папки. Список папок отображается в левой части диалога, список цветов в текущей папке - в правой.
Под списками папок и цветов каталога, находятся ячейки для 10 избранных цветов, которые пользователь может добавить из каталога с помощью кнопки и иметь к ним прямой быстрый доступ.

Цвета и папки выбираются при помощи . В нижней части диалога отображается образец выбранного цвета, его название и величины компонентов **RGB**. Величины компонентов можно ввести вручную с клавиатуры.

С помощью кнопки **Другой...** так же, как и в выпадающем списке для выбора цвета можно вызвать стандартный диалог для выбора цвета на спектре.

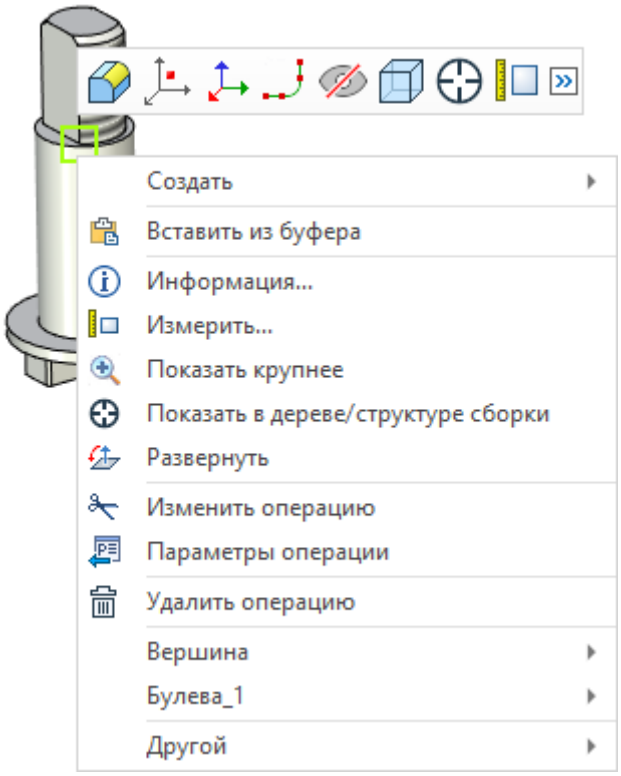
См. также:

- Цвета. Установки системы

Выбор элементов

Для выбора элемента наведите на него курсор и нажмите . Чтобы добавить элемент к выбранным, наведите на него курсор и нажмите +<**Shift**>. Для выбора нескольких элементов используйте выбор рамкой или кривой. Чтобы исключить элемент из числа выбранных, наведите на него курсор и нажмите +<**Ctrl**>. Для сброса выбора нажмите на пустом пространстве чертежа или 3D сцены. Элементы можно выбирать как в 2D и 3D окнах, так и в различных служебных окнах.

Также можно выбирать элементы нажатием ; в этом случае появится контекстное меню с набором команд, применимых к выбранному элементу.



При выборе элементов в 2D или 3D окне можно пользоваться объектной привязкой и всплывающими подсказками. Набор элементов, доступных для выбора в 2D и 3D окнах определяется командами **Фильтр**, **Селектор** и активными фильтрами типа элементов.
По умолчанию для выбора в 2D и 3D окнах доступны только видимые элементы, включая перекрываемые другими видимыми элементами. Видимость элементов определяется видимостью слоя, к которому они принадлежат, а также заданными уровнями и интервалами видимости.
Также можно скрывать и показывать отдельные элементы индивидуально или по типу.
Также можно выбирать элементы по имени или идентификатору с помощью команды **Найти**.

Основные темы в этом разделе:

- Объектные привязки
- Подсказки по выбору элементов
- Фильтр
- Селектор
- Выбор элементов рамкой и кривой
- Фильтры типа элементов

Объектные привязки

В T-FLEX CAD существует два режима выбора объектов:

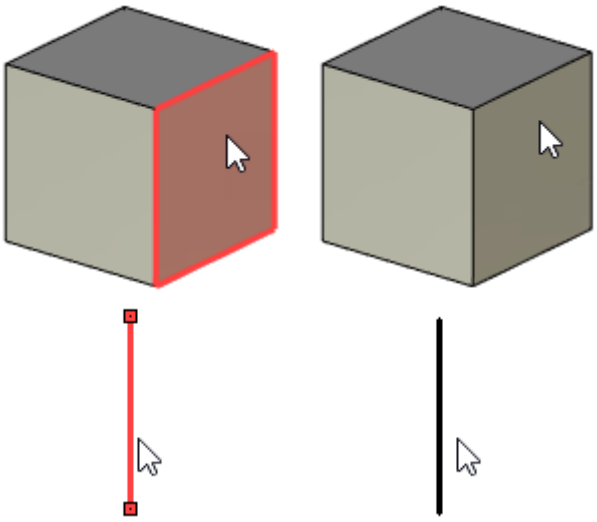
- **Обычный режим**, при котором выбор элементов в командах осуществляется при помощи автоменю или клавиатуры.
- Режим **объектной привязки**, при котором осуществляется динамическая подсветка элементов, доступных для выбора, при наведении на них курсора. Именно этот режим установлен по умолчанию при запуске программы.

Для включения/выключения объектной привязки используется следующая команда:

Пиктограмма	Лента

Клавиатура	Текстовое меню
<F2>	Настройка > Привязка > Объектная привязка

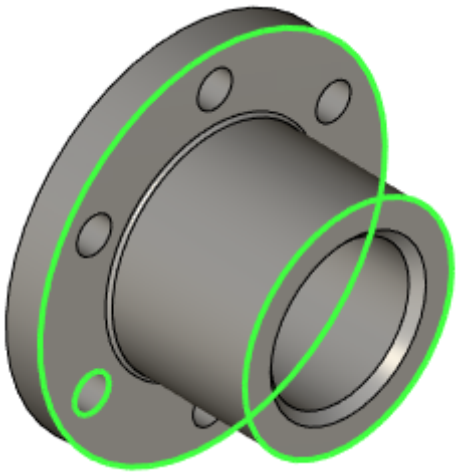
Команда также доступна в верхней части панели **Вид**.



Объектная привязка включена

Объектная привязка выключена

Типы элементов, доступных для выбора задаются в **панели фильтров.**
При наведении курсора элементы подсвечиваются красным. В некоторых случаях, при этом рядом с курсором также отображается символ, соответствующий типу подсвеченного элемента. После выбора цвет подсветки может измениться, в зависимости от типа объекта и предназначения выбора. Цвета подсветки можно настроить на вкладке **Цвета** диалога установок системы.

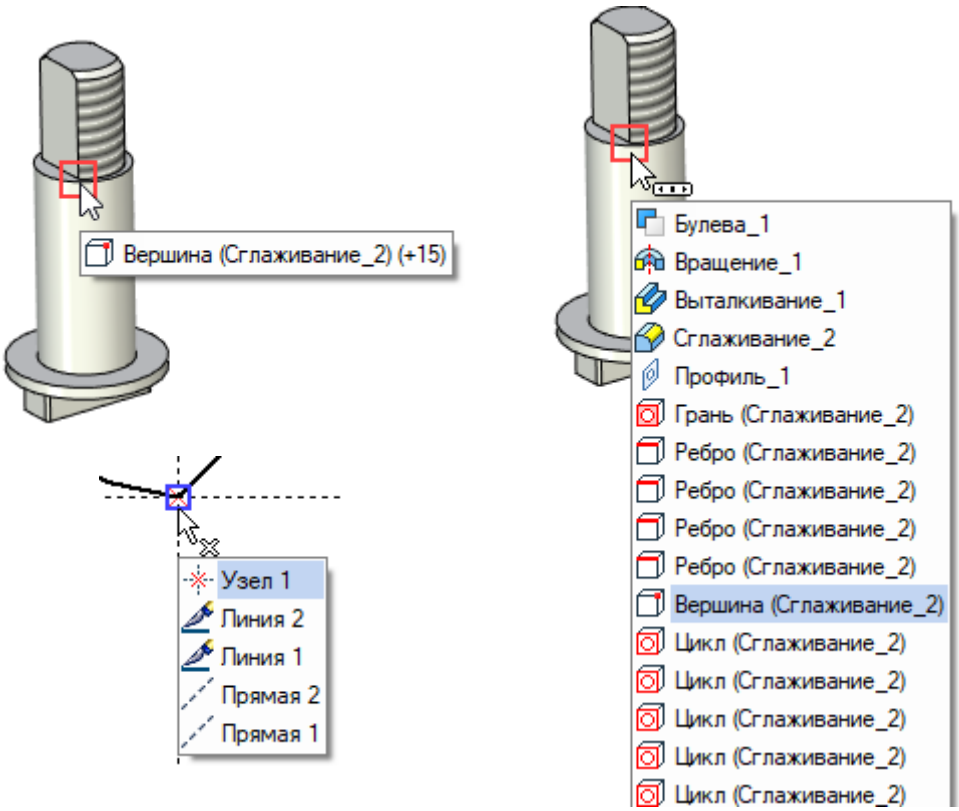


В некоторых 3D командах различные элементы одного типа помечаются разными цветами. Например, при выполнении операции сглаживания трёх граней необходимо задать левый, правый и средний наборы граней. В этом случае грани каждого из наборов помечаются разными цветами.

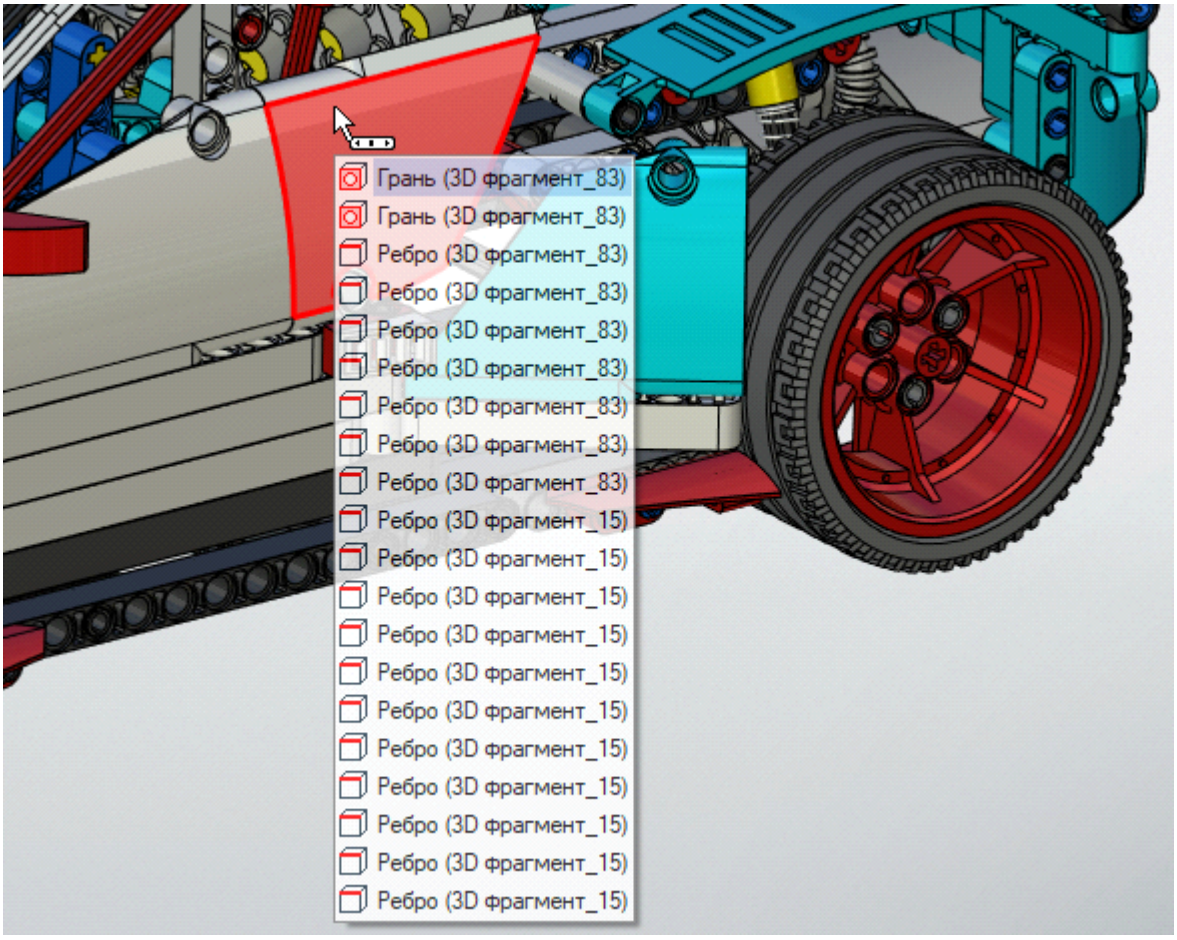
Цвета, соответствующие каждому из наборов, обозначены в заголовках вкладок со списками элементов в окне параметров.
При использовании объектной привязки отображаются всплывающие подсказки по выбору элементов.

Подсказки по выбору элементов

Если включена объектная привязка, то при приближении курсора к элементу происходит подсветка этого элемента. В некоторых случаях, при этом рядом с курсором также отображается символ, соответствующий типу подсвеченного элемента. Если ненадолго задержать курсор, то появится всплывающая подсказка с названием элемента и иконкой, обозначающей его тип. В конце подсказки в скобках после знака "+" указывается количество всех элементов, перекрываемых текущим положением курсора и соответствующих активным фильтрам (по умолчанию выбирается ближайший относительно направления взгляда). Если задержать курсор подольше, раскроется список таких элементов.



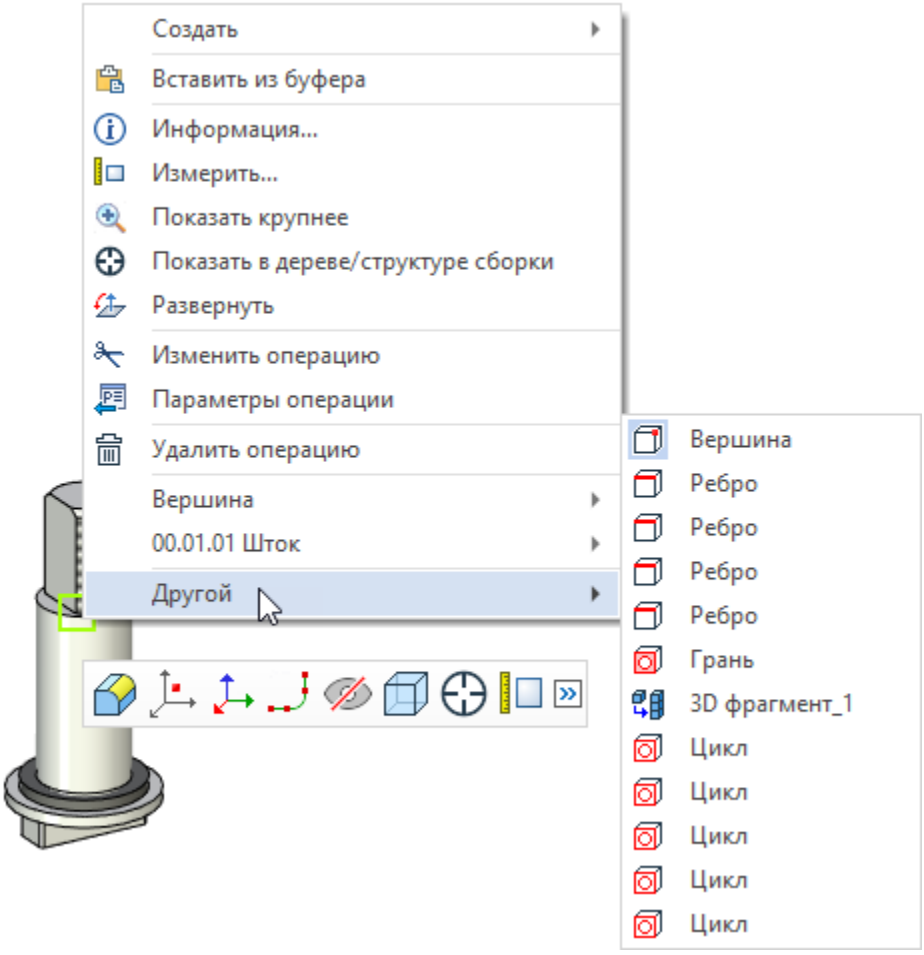
Время появления всплывающей подсказки для элемента под курсором и списка элементов, можно задать на вкладке **Управление** диалога установок системы. Там же можно также задать прозрачность списка. Это удобно, когда нужно увидеть выбранный элемент под списком. Чтобы заданные параметры отображения 3D графики вступили в силу нужно перезапустить T-FLEX CAD.



Вызвать список элементов при необходимости можно сразу, используя клавишу **<Tab>** или при помощи однократного клика средней кнопкой мыши.

После появления списка, элементы в нём можно перебирать, прокручивая колесо мыши , либо последовательно нажимая **<Tab>** (для перехода к следующему элементу списка) или **<Shift>+<Tab>** (для перехода к предыдущему элементу списка). Для подтверждения выбора элемента, подсвеченного в списке, нажмите или **<Enter>**.

В режиме ожидания список элементов, перекрываемых курсором, также доступен в пункте **Другой...** контекстного меню, вызываемого по нажатию .



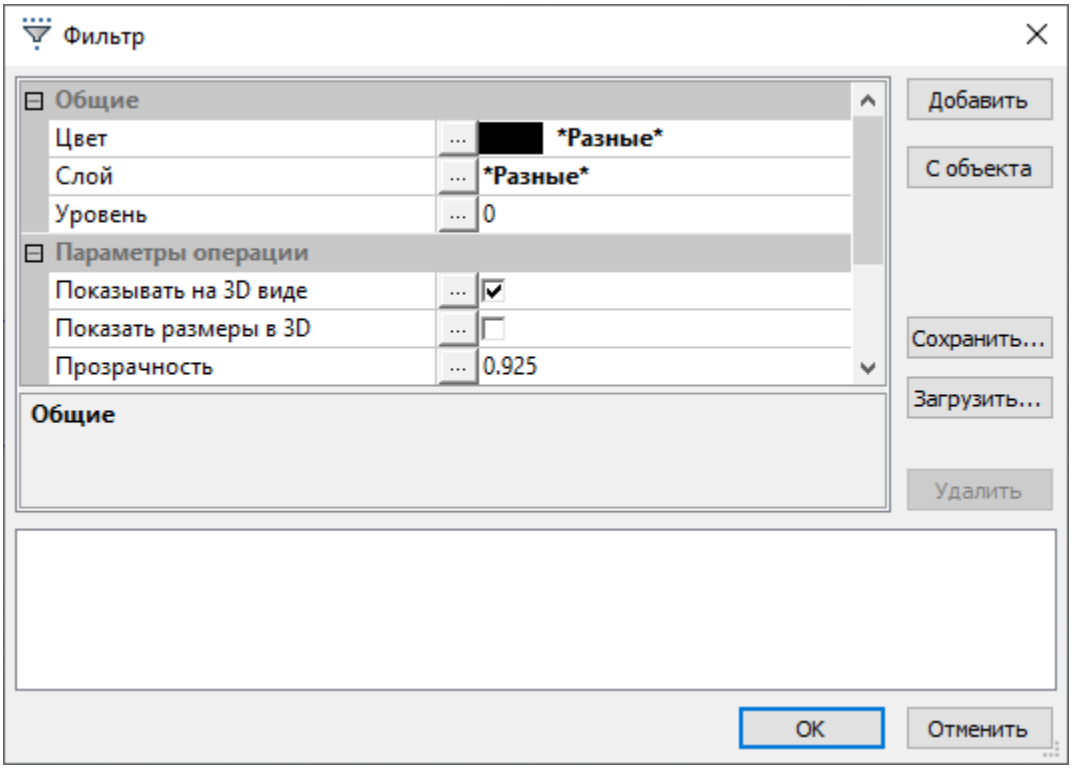
В 2D окнах и при черчении на активной рабочей плоскости подсказки также содержат тип предложенной 2D привязки.

Фильтр

Вызов команды:

Пиктограмма	Панель фильтров
Клавиатура	Текстовое меню
<FL>	Правка > Фильтр

Задать или изменить параметры фильтра можно как в режиме ожидания команды, так и в прозрачном режиме из любой другой команды.
Элементы, параметры которых не соответствуют ни одному из заданных в фильтре условий, будут недоступны для выбора, даже если их выбор разрешён настройками селектора.
После вызова команды на экране появляется окно диалога параметров фильтра.

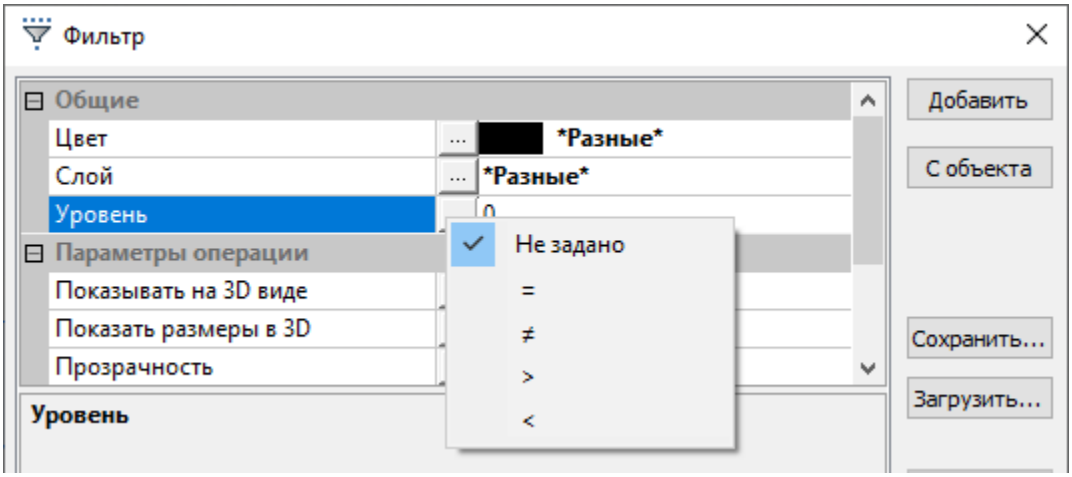


Текущие параметры фильтра, т.е. активная на данный момент комбинация условий, показаны в нижней части диалога. Комбинация состоит из одного или нескольких условий, объединённых оператором **ИЛИ**. Таким образом, в результате для выбора доступны все элементов, удовлетворяющие хотя бы одному из условий текущей комбинации.

Каждое **условие**, входящее в комбинацию, записывается в виде отдельной строки и состоит из совокупности ограничений на значение параметров элементов. Ограничения объединяются в одно условие с помощью оператора **И**. Для соответствия этому условию элемент должен удовлетворять всем входящим в него ограничениям.

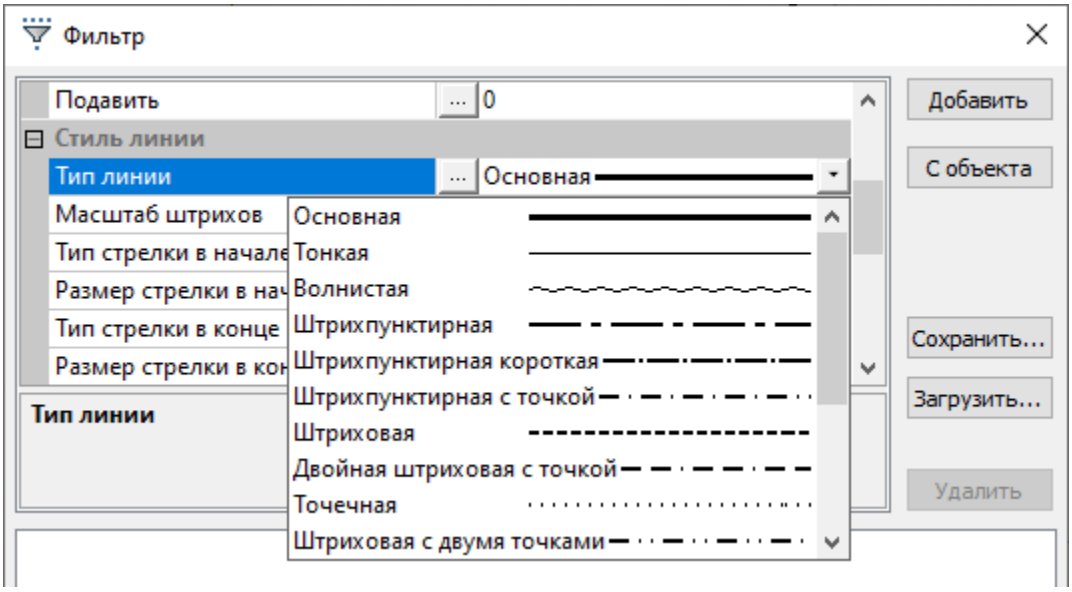
Для создания условий используется основное поле данного диалога. Оно представляет из себя таблицу свойств всех присутствующих в текущем документе элементов.

Для задания ограничения на значение какого-либо параметра необходимо найти этот параметр в таблице и нажать кнопку ... в центральном столбце. Появится выпадающий список, в котором надо выбрать требуемый вид ограничения на значение параметра: **Равно**, **Не равно**, **Больше**, **Меньше**.



Значение параметра для выбранного ограничения задаётся в столбце справа. Числовые и текстовые значения задаются вручную пользователем. Значения тех параметров, для которых в системе существуют списки значений (например, цвет, тип линий, вид стрелки-окончания и т.п.) можно

выбирать из списка – список открывается автоматически при выборе ячейки значения с помощью .

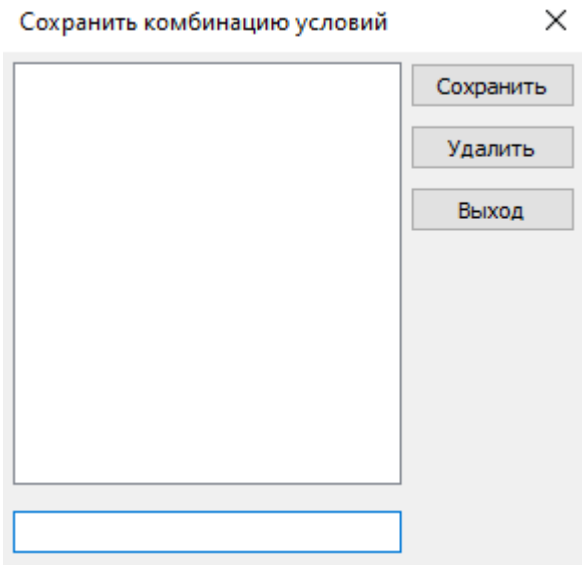


После задания всех ограничений условий необходимо нажать кнопку **Добавить**. В нижнем поле окна диалога появится только что созданное условие. Если на момент его создания уже была установлена некоторая комбинация условий, новое условие автоматически становится её частью.

При создании условия значения параметров можно взять с конкретного элемента. Для этого необходимо после пометки нужных свойств нажать кнопку **С объекта**. Окно диалога временно исчезнет с экрана, а в рабочем окне с помощью можно будет выбрать необходимый элемент. После выбора элемента на экране вновь появляется диалог параметров фильтра. Значения отмеченных параметров будут установлены такими, как у выбранного объекта.

Удалить текущую комбинацию условий или её часть можно с помощью кнопки **Удалить**. Для этого предварительно в поле текущей комбинации с помощью нужно выделить одно или несколько условий. После нажатия **Удалить** они удаляются.

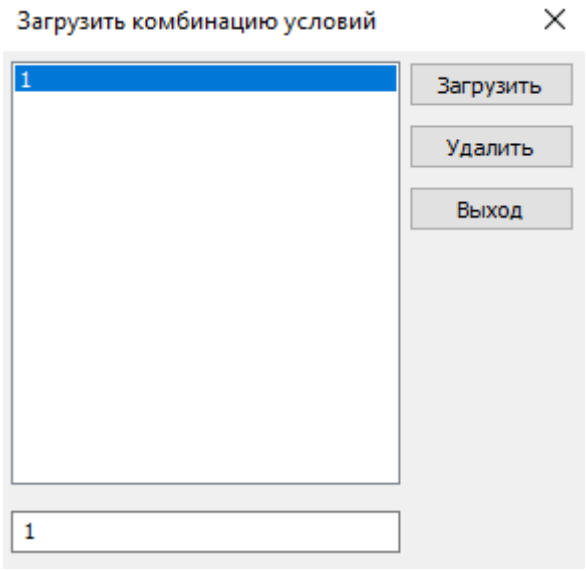
Текущая комбинация условий может быть сохранена под указанным именем для использования в дальнейшем. Для этого используйте кнопку **Сохранить...**. После нажатия кнопки сохранить на экране появится диалоговое окно **Сохранить комбинацию условий**.



В нижней части диалогового окна задаётся имя для комбинации условий. После ввода имени, нажмите кнопку **Сохранить**. Имя можно так же выбрать из списка существующих имён с помощью

. В таком случае выбранная комбинация будет перезаписана после нажатия **Сохранить**. Кроме того, в этом диалоговом окне доступно удаление ранее сохранённой комбинации. Для этого выберите её в списке и нажмите кнопку **Удалить**. Кнопка **Выход** позволяет закрыть диалоговое окно.

Для использования ранее сохранённой комбинации условий, нажмите кнопку **Загрузить...** в окне диалога параметров фильтра. После нажатия кнопки появится диалоговое окно **Загрузить комбинацию условий**.



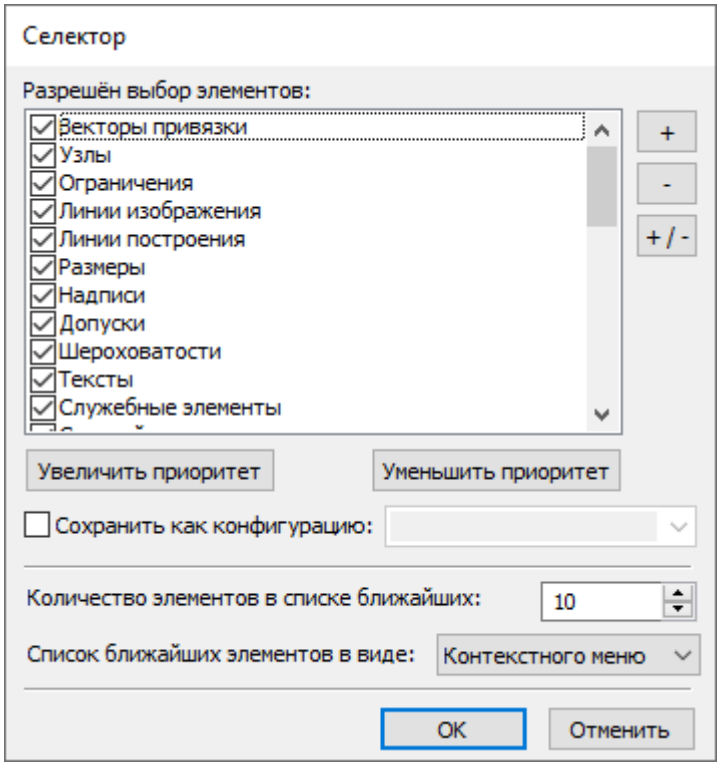
Работа с этим окном аналогична работе с диалоговым окном сохранения. Левая верхняя часть окна содержит список доступных комбинаций. Используйте его, чтобы выбрать нужное имя из списка. Имя выбранной комбинации отображается в нижней части диалогового окна.
Как только выбор будет сделан, и нажата кнопка **Загрузить**, окно закроется и содержимое выбранной комбинации добавляются в список уже существующих условий. Это диалоговое окно также позволяет удалить любую из существующих комбинаций, используя кнопку **Удалить**.
После закрытия окна диалога фильтра заданная в нём комбинация условий вступает в силу.
Для выбора в любом режиме работы T-FLEX CAD будут доступны только элементы, удовлетворяющие текущим настройкам фильтра.

Селектор

Для продвинутой настройки фильтров предназначена команда **Селектор**.
Вызов команды:

Пиктограмма	Панель фильтров
Клавиатура	Текстовое меню
<FT>	Правка > Селектор

При помощи этой команды задается набор элементов чертежа и 3D модели, которые возможно выбрать (аналогично панели фильтров), а также задаются дополнительные параметры фильтров.
После вызова команды на экране появится диалог настройки селектора. Диалог задать типы выбираемых элементов, сохранить конфигурацию и настроить параметры списка ближайших элементов.



Нажатие кнопки **OK** приводит к сохранению заданных настроек и выходу из команды. Кнопка **Отменить** закрывает диалог команды без сохранения изменений.

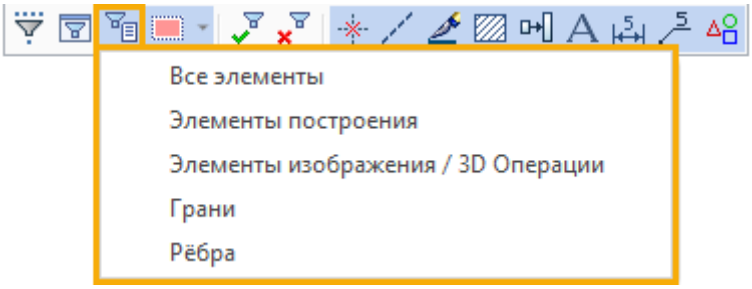
Типы выбираемых элементов

Основное поле диалога **Разрешён выбор элементов** содержит список типов элементов системы (2D и 3D). При работе в 2D и 3D окнах возможен выбор элементов только тех типов, флаги которых установлены в данном списке. Флаги можно снимать/устанавливать нажатием . По умолчанию разрешён выбор элементов всех типов. Кнопки справа от списка позволяют быстро **[+]** установить все флаги, **[-]** снять все флаги и **[+/-]** инвертировать конфигурацию флагов (одновременно снять все установленные и установить все снятые).

Установка/снятие флагов в списке синхронизировано с активацией/деактивацией соответствующих фильтров типа элемента на панели фильтров.

Конфигурации селектора

Текущую конфигурацию флагов в списке можно сохранить как именованную конфигурацию селектора. Для этого необходимо установить флаг **Сохранить как конфигурацию** под списком и задать в соседнем поле имя новой конфигурации, либо выбрать из выпадающего списка имя одной из имеющихся конфигураций для перезаписи. Впоследствии можно быстро загрузить сохранённую конфигурацию с помощью кнопки **Выбор конфигурации селектора,** расположенной на панели фильтров рядом с кнопкой вызова диалога команды **Селектор**. Кнопка выбора конфигурации вызывает выпадающее меню, в котором доступны все сохранённые конфигурации селектора. По умолчанию доступны следующие конфигурации:

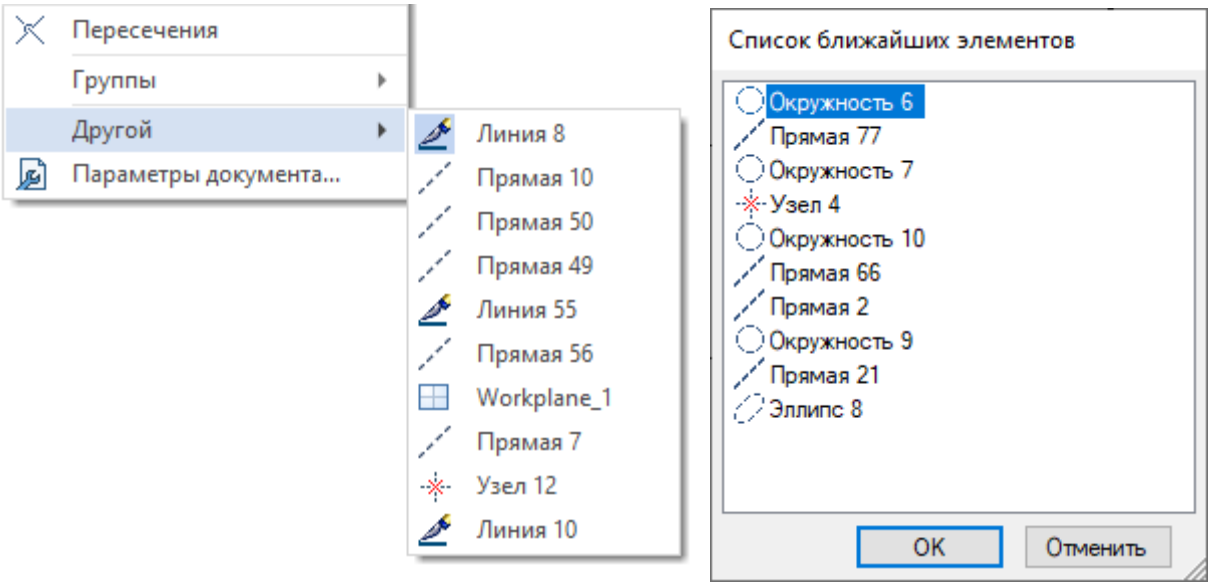


В зависимости от выбранной конфигурации будут активированы/деактивированы соответствующие фильтры типов элементов

Параметры списка ближайших элементов

В нижней части диалога команды **Селектор** можно настроить параметры списка элементов, вызываемого выбором пункта **Другой** в контекстного меню выбранного элемента:

- **Количество элементов в списке ближайших**
  Максимально возможное количество элементов в списке.
- **Список ближайших элементов в виде**
  Список может отображаться в виде выпадающего меню в отдельном диалоговом окне.

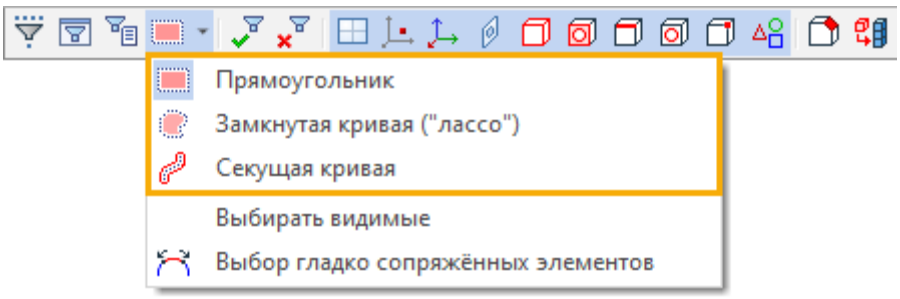


Выбор элементов рамкой и кривой

Кроме последовательного выбора объектов с помощью , можно выбирать несколько элементов одновременно, перемещая курсор при зажатой кнопке мыши.

В 2D окне для этого можно использовать как левую , так и правую кнопки . В 3D окне по умолчанию зажатие левой кнопки используется для вращения 3D сцены, поэтому для выбора элементов таким способом используется только правая кнопка .

При желании можно включить выбор объектов в 3D окне зажатием левой кнопки . Для этого нужно в установках системы выбрать правую кнопку в качестве стандартной кнопки для вращения (**Установки > 3D > Вращение сцены > Кнопка мыши для вращения**).



На панели фильтров доступны следующие режимы выбора элементов перемещением курсора с зажатой кнопкой мыши:

- Прямоугольник
- Замкнутая кривая («лассо»)
- Секущая кривая

Данные режимы используются как в режиме ожидания, так и при запущенных командах, если эти команды допускают множественный выбор элементов. Описание каждого режима приведено ниже.

Сразу после активации любого из режимов можно использовать для выбора объектов в 3D окне как , так и , независимо от того, какая кнопка используется для вращения 3D сцены, т.к. вращение временно деактивируется до первого нажатия любой из этих кнопок.

Кроме того, для 3D окна дополнительно доступны следующие опции:

Выбирать видимые

Если данная опция включена, то перемещая курсор с зажатой клавишей можно выбирать только элементы, не заслонённые другими элементами.

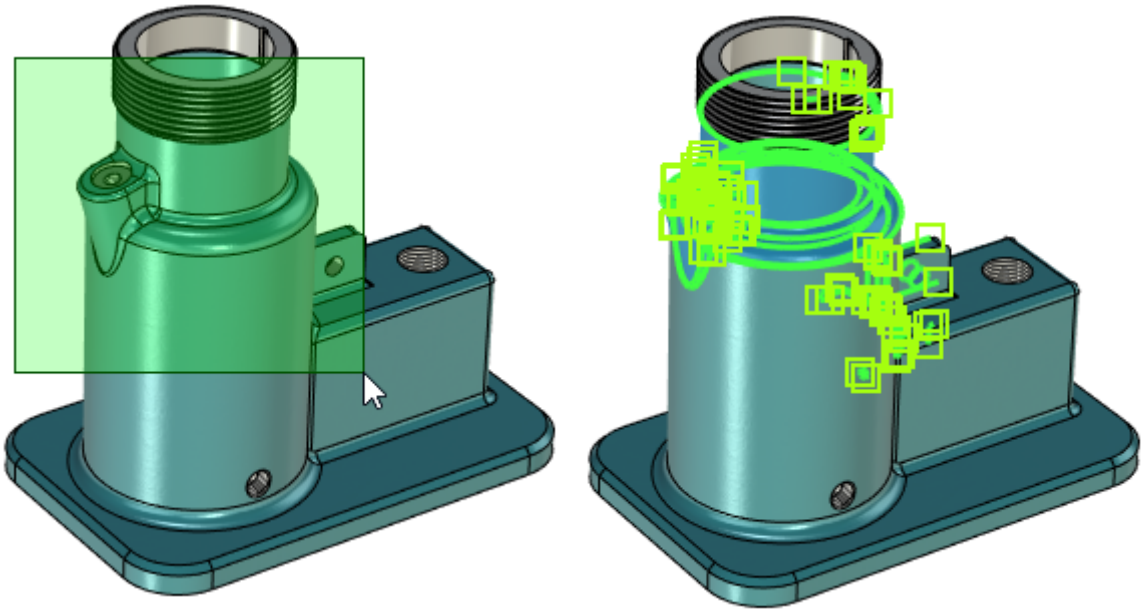
Выбор гладко сопряжённых элементов

Если данная опция включена, то при попытке выбора одной из граней, входящих в последовательность гладко сопряжённых граней, или одного из рёбер, входящих в последовательность гладко сопряжённых рёбер, будет сразу выбираться вся последовательность.

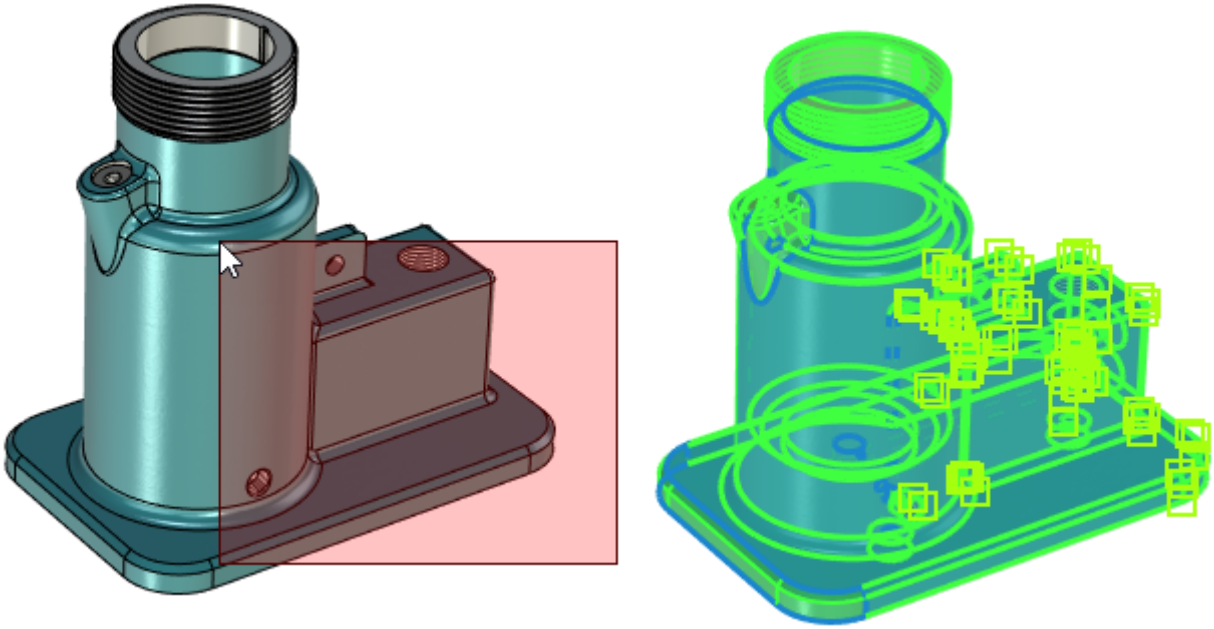
Прямоугольник

«Классический» режим выбора элементов прямоугольником. Данный режим активен по умолчанию. Элементы можно выбирать справа-налево и слева-направо.

Если выбирать слева-направо (помечается зеленым цветом), то будут выбираться элементы, целиком входящие в указанную область.

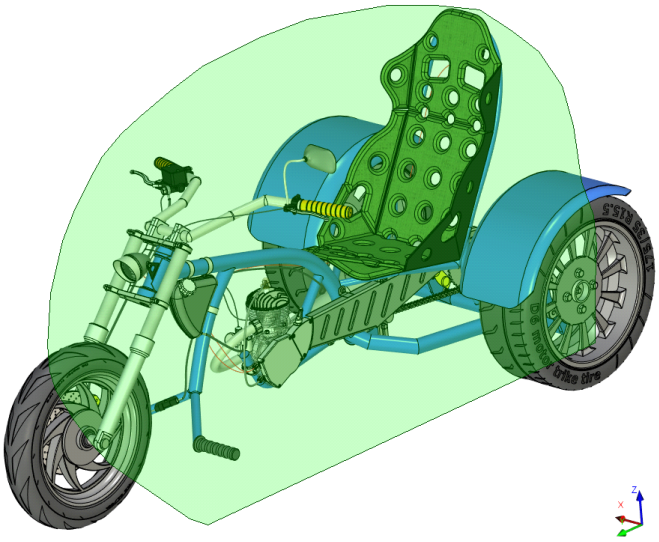


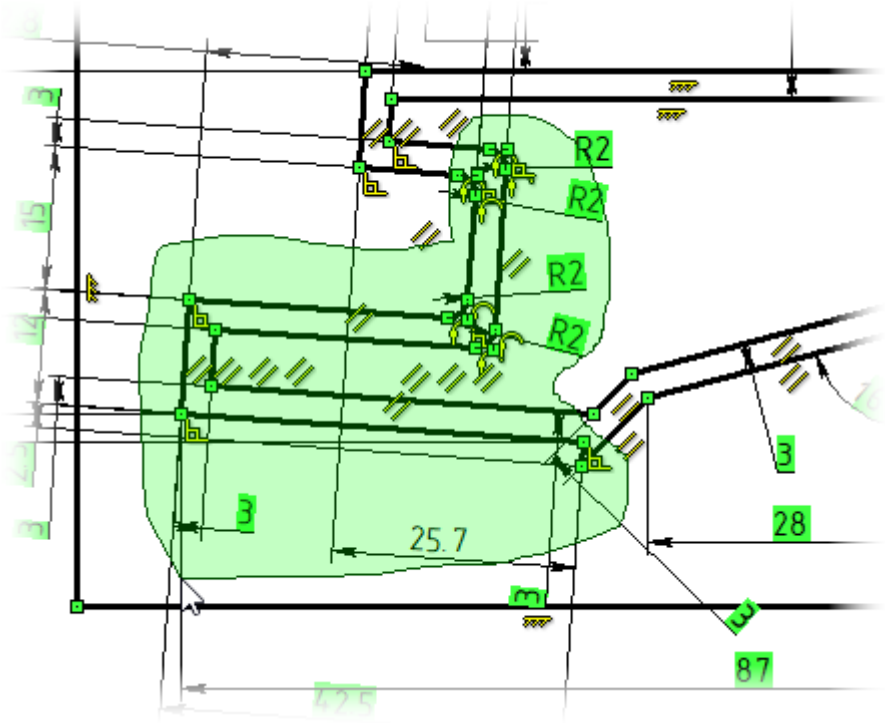
Если выбирать справа-налево (помечается красным цветом), то выбираются не только элементы, полностью попадающие в прямоугольник выбора, но и элементы, пересекаемые этим прямоугольником.



Замкнутая кривая («лассо»)

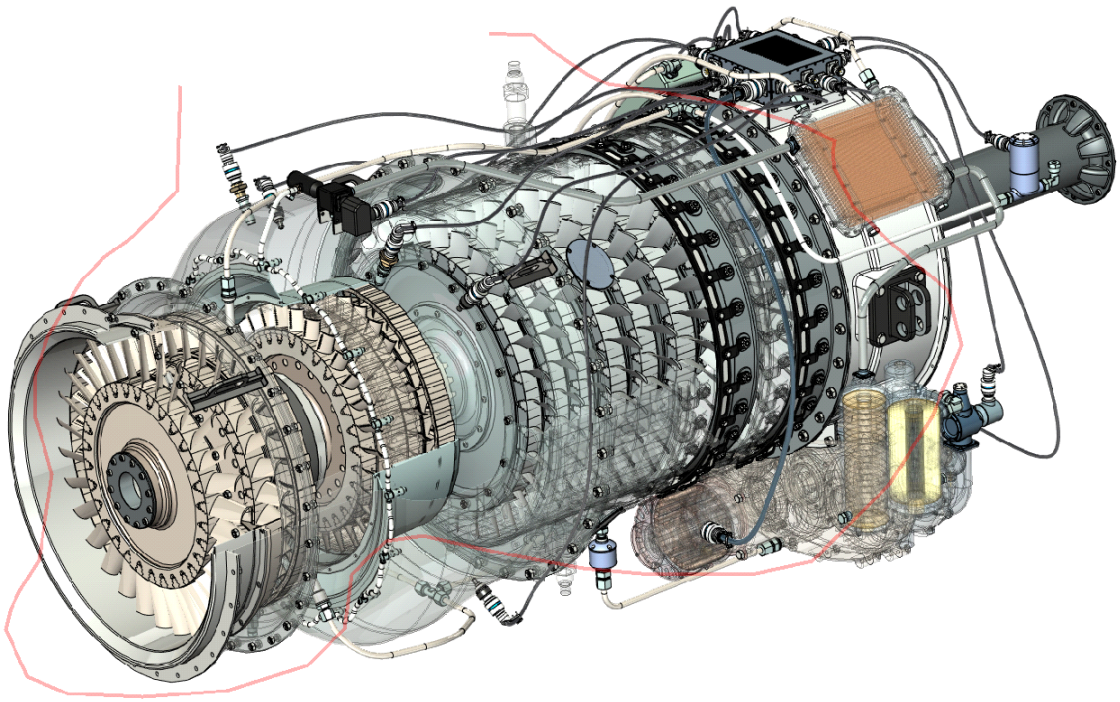
Ввод произвольного замкнутого контура (замыкание автоматическое между первой и текущей точкой контура): все элементы, находящиеся внутри контура, будут выбраны. Такой способ выбора особенно необходим при работе с чертежами и моделями, которые состоят из большого числа объектов со сложной геометрией.





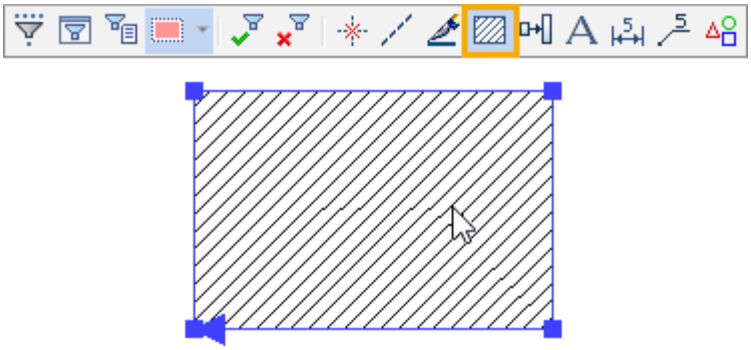
Секущая кривая

Ввод произвольного незамкнутого контура: все элементы которых «коснулась» кривая будут выбраны.

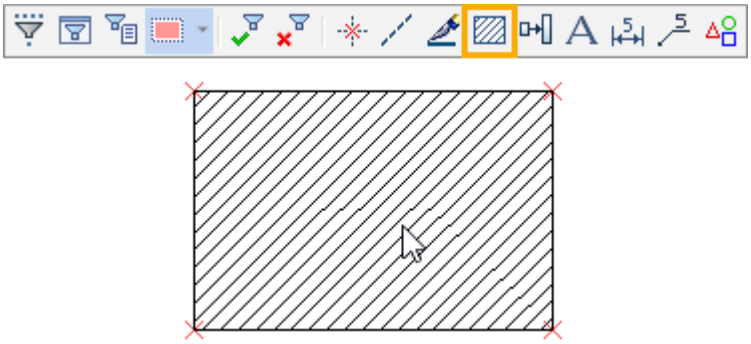


Фильтры типа элементов

Фильтры типа элементов предназначены для возможности выбора элементов конкретного типа, например, ребра, грани, штриховки, текста и т.п. Фильтры типа элементов доступны на панели фильтров. Кнопки активных фильтров подсвечиваются. Для активации или деактивации конкретного фильтра нажмите на его кнопке или используйте соответствующее ему сочетание клавиш.
Если фильтр определенного типа элементов (например, штриховки) активен, то в 2D или 3D окне можно будет выбирать элементы этого типа.



Если же кнопка фильтра этого типа не активна, то возможность выбирать объекты этого типа пропадёт.



Чтобы активировать или деактивировать фильтры всех типов сразу, можно воспользоваться следующими опциями:

<Alt>+<Num+>	Выбирать элементы всех типов
<Alt>+<Num->	Отменить выбор элементов всех типов

Набор возможных фильтров зависит от активного окна - в 3D окне вне режима черчения на активной РП доступны фильтры типа 3D элементов, в 2D окне и в режиме черчения на активной РП - фильтры типа 2D элементов. При этом в режиме ожидания команды доступны все типы соответствующих элементов, а при запущенных командах - только те типы, выбор которых возможен в данный момент в текущей команде.
Кроме того, при запущенных командах в 3D окне вне режима черчения на активной РП доступны фильтры типа геометрии, а в 2D окне и в режиме черчения на активной РП - 2D привязки.

См. также:

- Фильтры типа 2D элементов
- Фильтры типа 3D элементов
- 2D привязки
- Фильтры типа геометрии

Обновление элементов

Основные темы в этом разделе:

- Обновить изменённые элементы
- Полный пересчёт
- Управление обновлением отдельных элементов

Обновить изменённые элементы

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Параметры > Инструменты > Обновить
Клавиатура	Текстовое меню
<3G>, <Alt+F7>	Сервис > Обновить

Вызов команды также доступен из **Панели Вид** и из динамической панели, вызываемой по нажатию на пустом месте в 3D или 2D окне в режиме ожидания команды.

Динамическая панель в 3Д окне

Динамическая панель в 2Д окне

После вызова команды система автоматически определяет, какие элементы были изменены с момента последнего обновления, и пересчитывает их и зависимые от них элементы. По сравнению с Полным пересчетом создает меньшую нагрузку на систему, т.к. большая часть элементов, как правило, не пересчитывается.

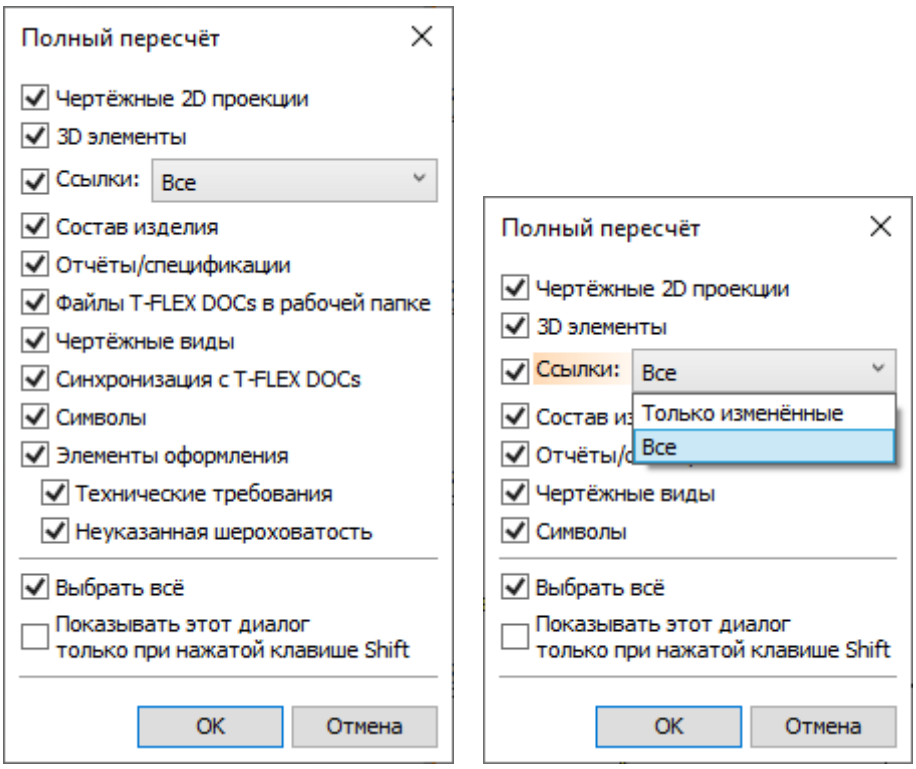
Полный пересчёт

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Параметры > Инструменты > Обновить > Полный пересчёт
Клавиатура	Текстовое меню
<3RG>, <Shift+F7>	Сервис > Полный пересчёт

Вызов команды также доступен из **Панели Вид.**

В отличие от команды обновления Обновить, которая рассчитывает только изменившиеся элементы, в данной команде возможен пересчет каждого элемента.
После вызова команды на экране появляется диалог:



Диалог содержит следующие флаги:

- **Чертёжные 2D проекции**
  Если установлен этот флаг, и не установлен следующий, то будут пересчитываться только изменившиеся 3D элементы (аналогично команде **Обновить**) и все проекции, у которых не выставлен параметр **Обновлять: Только вручную**.

Независимо от состояния флагов, чертежные проекции, у которых выставлен параметр **Обновлять только вручную**, не будут обновляться при полном пересчете. Для обновления таких проекций используйте команду **Обновить выбранный элемент**.

- **3D элементы**
  Если установлен этот флаг, то пересчитываются все 3D объекты и зависящие от них проекции.

Если выставить оба флага **Чертёжные 2D проекции** и **3D элементы**, то запускается полный пересчёт модели и проекций. Если оба флага не выставлены, то запускается оптимальный пересчёт (команда **Обновить**).

- **Ссылки**
  Позволяет в процессе пересчёта выполнить обновление используемых в текущем документе файлов (фрагменты, картинки, базы данных). В выпадающем списке рядом можно выбрать между обновлением только неактуальных ссылок и обновлением всех имеющихся ссылок:
  - **Только изменённые**
    Аналогично **Автоматической актуализации ссылок.**
  - **Все**
    Аналогично команде **Обновить ссылки**.
- **Состав изделия**
  Обновляет все составы изделия существующие в документе.
- **Отчёты/спецификации**
  Обновляет все имеющиеся в документе отчёты и спецификации.

- **Файлы T-FLEX DOCs в рабочей папке**
  Данный флаг отображается только в режиме интеграции с T-FLEX DOCs. Он позволяет привести файлы в локальной рабочей папке в соответствие с файлами, хранящимися на сервере T-FLEX DOCs.
- **Чертёжные виды**
  Обновляет все имеющиеся в документе чертёжные виды.
- **Синхронизация с T-FLEX DOCs**
  Данный флаг отображается только в режиме интеграции с T-FLEX DOCs. Он позволяет передать из DOCs в CAD данные, описанные в правилах настройки интеграции.
- **Символы**
  Обновляет все имеющиеся в документе библиотечные символы.
- **Элементы оформления**
  Снимает устанавливает флаги **Технические требования** и **Неуказанная шероховатость**. Доступен только при наличии обоих этих флагов в диалоге.
  - **Технические требования**
    Данный флаг доступен, только при вызове команды из 2D окна, если технические требования размещены на текущей странице чертежа, и позволяет их обновить.
  - **Неуказанная шероховатость**
    Данный флаг доступен, только при вызове команды из 2D окна, если обозначение неуказанной шероховатости размещено на текущей странице чертежа, и позволяет его обновить.

Для обновления всех элементов оформления на всех страницах сразу используйте команду **Обновить элементы оформления**.

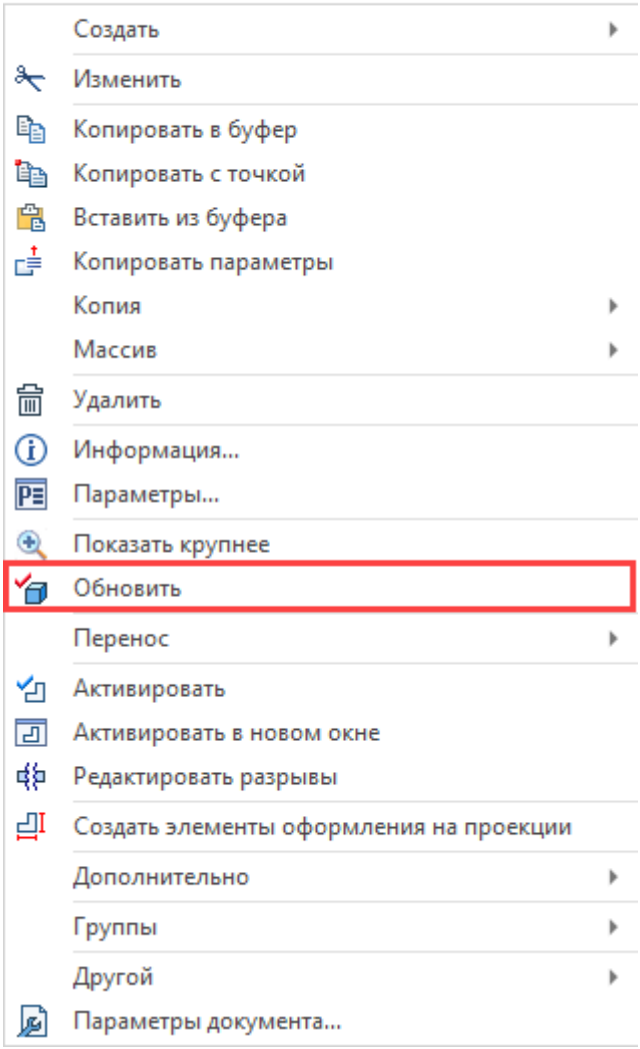
- **Выбрать всё**
  Устанавливает/снимает все вышеперечисленные флаги.
- **Показывать этот диалог только при нажатой клавише Shift**
  Установка данного флага позволит избежать появления этого окна при каждом последующем вызове команды, за исключением случая, когда нажата клавиша **<Shift>**.

Если документ открыт из T-FLEX DOCs в режиме интеграции, то в диалоге полного пересчета доступны дополнительные флаги, позволяющие обновить **Файлы T-FLEX DOCs в рабочей папке**, а также осуществить **Синхронизацию с DOCs** данных, описанных в правилах настройки интеграции.

Управление обновлением отдельных элементов

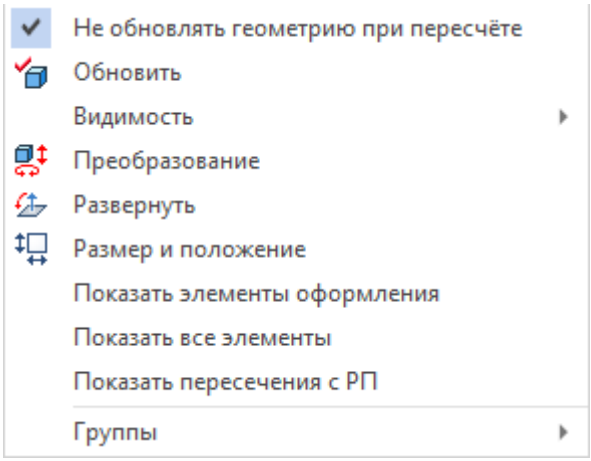
Обновить выбранный элемент

При выборе некоторых элементов в контекстном меню и иногда в динамической панели доступна команда **Обновить выбранный элемент**. Помимо выбранного элемента она также обновляет зависимые от него элементы.



Не обновлять геометрию при пересчёте

В контекстном меню 3D элементов доступна опция **Не обновлять геометрию при пересчёте**. Если она включена, обновление данного элемента возможно только вручную с помощью команды Обновить выбранный элемент.



Группы элементов

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Редактирование > Дополнительно > Группы 3D Модель > Дополнительно > Группы Чертёж > Дополнительно > Группы Сборка > Дополнительно > Группы Листовой металл > Дополнительно > Группы Поверхности > Дополнительно > Группы Сварка > Дополнительно > Группы Коммуникации > Дополнительно > Группы Примитив > Дополнительно > Группы Опорная геометрия > Дополнительно > Группы
Клавиатура	Текстовое меню
<EU>	Правка > Группы

Группа – именованное логическое объединение нескольких элементов, созданное по произвольным правилам. Группирование позволяет работать с разнородными элементами, как с единым целым: выбирать, перемещать/копировать как единый объект, задавать общие свойства и т.д. Группирование позволяет упорядочить структуру чертежа (3D модели) и исключить нежелательное редактирование отдельных его элементов.
Объединять в группы можно как 2D, так и 3D элементы.

Общие принципы работы с группами

Группы элементов в документах T-FLEX CAD могут создаваться двумя способами:

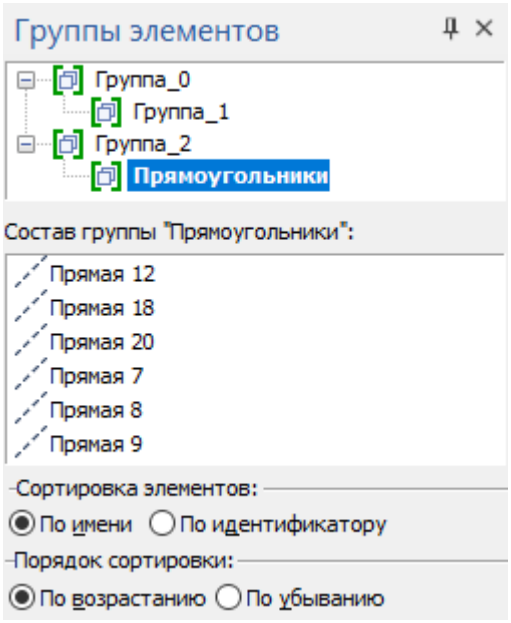
- Вручную пользователем с помощью команды **Группы**;
- Автоматически системой при выполнении различных действий, например, при раскрытии 2D копий, 2D фрагментов, чертёжных видов, разрушении 2D проекций. Этот способ создания групп подробно описан в разделе Автоматическое создание групп.

Каждая группа в документе обладает уникальным именем. Группам, создаваемым пользователем, по умолчанию присваиваются имена типа Группа_0, Группа_1 и т.д. В команде создания/редактирования групп это имя можно изменить на более информативное.
Любой объект чертежа или 3D модели может входить только в одну группу. Причём в одной группе можно объединять и 2D, и 3D элементы. Саму группу можно включить в другую группу, тем самым создавая иерархию групп любой сложности.
С объектами, объединёнными в группу, система будет работать как с единым целым. При подведении курсора мыши на экране к элементу, входящему в какую-либо группу, на экране подсвечивается вся группа целиком. При выборе элемента, входящего в группу, автоматически выбираются все элементы группы.

При необходимости можно выбрать любой элемент группы отдельно. Для этого используется с нажатой клавишей **<Alt>**. Выбранному таким образом элементу группы можно изменить свойства и даже геометрические параметры.
Состав групп можно редактировать, добавляя в них новые элементы или удаляя уже входящие. Элементы, удалённые из состава группы, остаются на чертеже или в 3D модели и с ними вновь можно работать как с независимыми объектами.

Команда для работы с группами

Для создания и удаления групп, редактирования их состава предназначена команда **Группы.**
Окно **Параметры** команды содержит два списка. В верхнем списке – **Группы элементов** – отображается список-дерево групп, созданных в текущем документе. В корневом списке дерева находятся все главные группы текущего документа. В раскрывающихся папках находятся вложенные группы (группы, входящие в другие группы).



В нижнем списке (**Состав группы ...**) отображается содержимое группы, выбранной в верхнем списке. Выбор группы осуществляется с помощью нажатия на её имени. Элементы, входящие в выбранную группу, также подсвечиваются на чертеже или в 3D сцене (в зависимости от того, какие окна открыты в текущем документе).

> Если в текущем документе не создано ни одной группы, оба списка будут пусты.

Сортировка элементов позволяет поменять порядок отображения группу.

- По имени. Сортирует список в алфавитном порядке.
- По идентификатору. Сортирует список в порядке создания групп.

Дополнительно можно выбрать **порядок сортировки** - по возрастанию или по убыванию.

> Необходимо помнить, что сортировка не происходит между родителями и потомками, только внутри группы.

В автоменю команды доступны опции вызова различных режимов:

	<G>	Сгруппировать
	<U>	Разгруппировать
	<Y>	Задать имя
	<E>	Изменить (группу)
	<Esc>	Выйти из команды

Опция позволяет создать новую группу. Опция – разгруппировать уже существующую группу, т.е сделать все входящие в неё элементы независимыми объектами. Сама группа при этом удаляется.

Опция служит для задания нового имени группы.

Опция позволяет изменить состав (т.е. добавить или удалить элементы) выбранной группы.

Группирование (создание новой группы)

После вызова опции команда перейдёт в режим создания новой группы. В окне свойств команды, в списке групп, появится новая группа со стандартным именем Группа_№. При входе в режим редактирования в заголовке списка элементов отобразится имя новой группы. Сам список элементов останется пустым.

> Новая группа всегда создаётся на верхнем уровне структуры групп (в корне дерева групп).

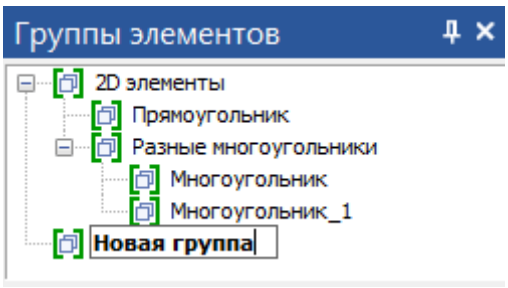
В автоменю команды станут доступны следующие опции:

	<Ctrl><Enter>	Завершить выбор элементов
	<M>	Режим добавления элементов
	<M>	Режим удаления элементов
	<Y>	Задать имя
	<Esc>	Отменить редактирование

По умолчанию в автоменю будет активна опция , т.е. включен режим добавления элементов в создаваемую группу. Элементы можно выбирать, указывая их в окне чертежа или 3D модели, а также в дереве 3D модели (для 3D элементов). Выбранные элементы будут отображаться в списке элементов группы в окне свойств команды.

Обратите внимание, что при выборе элементов действуют фильтры в системной панели.

Для исправления ошибочного выбора можно использовать режим удаления элементов (опция). Элементы, указанные в данном режиме, исключаются из списка выбранных. Выбирать можно только элементы, уже включенные в редактируемую группу. При выборе также учитывается состояние фильтров селектора.



При необходимости можно сразу же изменить имя создаваемой группы с помощью опции . После вызова опции команда переходит в режим редактирования текста в имени группы. Новое имя группы вводится прямо в списке групп. Завершить редактирование имени можно нажатием вне прямоугольника редактируемого текста.

Изменить имя группы можно и вне режима создания/редактирования, с помощью аналогичной опции в основном меню команды.

Завершить создание группы можно с помощью опции (в автоменю или в окне свойств). После нажатия команда возвращается в основной режим работы.

Разгруппирование и редактирование группы

Для редактирования уже существующей группы необходимо выбрать нужную группу в списке групп и вызвать опцию . Работа в этом режиме осуществляется точно так же, как и в режиме создания группы.

Работа с группами с помощью контекстного меню

Все режимы работы команды **Редактировать группы элементов** доступны прямо в контекстном меню при выборе элементов вне команды.

Команды для работы с группами объединены в подменю **Группы**. В зависимости от набора элементов, для которого вызвано контекстное меню, оно может содержать следующие команды:

- **Сгруппировать...**. Запускается команду редактирования групп в режиме создания новой группы;
- **Разгруппировать**. Осуществляет разгруппирование (удаление) выбранной группы/групп;
- **Редактировать группы**... (доступна при выборе только *одной группы*). Запускается команду редактирования групп в режиме редактирования состава выбранной группы.

Автоматическое создание групп

Автоматическое формирование групп предлагается системой в следующих случаях:

- при создании сложных элементов эскиза (многоугольники, прямоугольники ...). Возможность создания группы управляется соответствующим флажком в окне свойств данного режима создания эскиза;

- при создании 2D массива, если в качестве одного из исходных объектов массива выбрана группа. В этом случае по умолчанию создаётся новая группа, включающая в себя элементы-копии массива, полученные на основе элементов исходной группы. Если для копирования были выбраны две группы, то итоге создаются ещё две группы, и т.д.;
- при раскрытии фрагментов, проекций, чертёжных видов, копий и массивов. В этом случае система выдаёт дополнительное окно-предупреждение с предложением объединить получающиеся элементы в группу. Группа создаётся в случае положительного ответа пользователя.

При раскрытии 2D массива количество создаваемых групп зависит от применяемой команды – **Разрушить** или **Разрушить с сохранением связей**. В первом случае создаётся одна группа, включающая все элементы, входившие в массив. Во втором случае элементы каждой копии массива объединяются в отдельную группу. То есть в результате получается столько групп, сколько было копий в массиве.

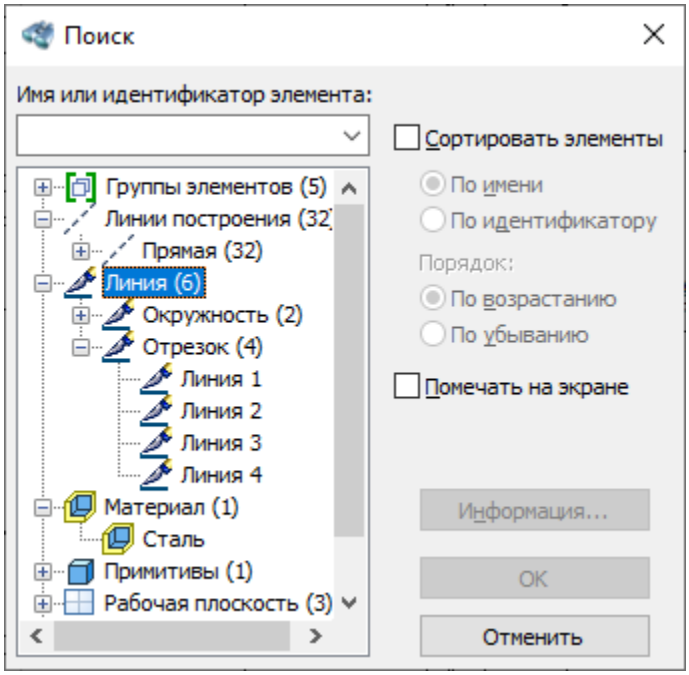
Если элементы раскрываемого массива/копии уже были объединены в группы (например, при создании массива), то эти группы удаляются и создаются новые.

Поиск элементов

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Редактирование > Дополнительно > Найти
Клавиатура	Текстовое меню
<FD>	Правка > Найти

Команда предназначена для быстрого поиска определенного элемента чертежа или 3D модели. Поиск может осуществляться либо по имени элемента, либо по его идентификатору. Иногда при пересчёте модели может возникнуть ситуация, в которой система не может вычислить положение какого-то элемента и выводит на экран сообщение с его идентификатором. Вы можете воспользоваться этой информацией для поиска элемента и исправления ошибки.
Найти элемент можно двумя способами. Можно воспользоваться верхним полем диалога команды. В нём вводится идентификатор или имя разыскиваемого элемента. Если такой элемент найден, станут доступны кнопки в правой части окна диалога. Элемент при этом может быть помечен на экране (в зависимости от состояния флажка **Помечать на экране**). При нажатии кнопки **ОК** окно диалога команды закрывается, а найденный элемент на экране подсвечивается (становится выбранным). При нажатии кнопки **Информация** открывается окно информации об элементе. Если элемент не найден, кнопки останутся недоступны.
Выпадающий список верхнего поля содержит данные предыдущих запросов. При необходимости можно выбрать идентификатор (имя) из этого списка.



Другой способ поиска элемента – воспользоваться деревом всех элементов модели в основном поле диалога. При выборе элемента из дерева в верхнем поле диалога отражается его идентификатор или имя. При этом также становятся доступны кнопки в правой части окна диалога.
Дополнительный флажок **Сортировать элементы** позволяет отсортировать элементы в дереве по имени или идентификатору в нужном порядке (по возрастанию или по убыванию).

Команда поиска работает в прозрачном режиме, т.е. может быть вызвана внутри любой другой команды. В связи с этим в 3D командах ликвидирована опция выбора из списка. Вместо неё можно использовать функцию поиска (в этом случае общий список будет содержать только те элементы, которые доступны для выбора в текущей команде).

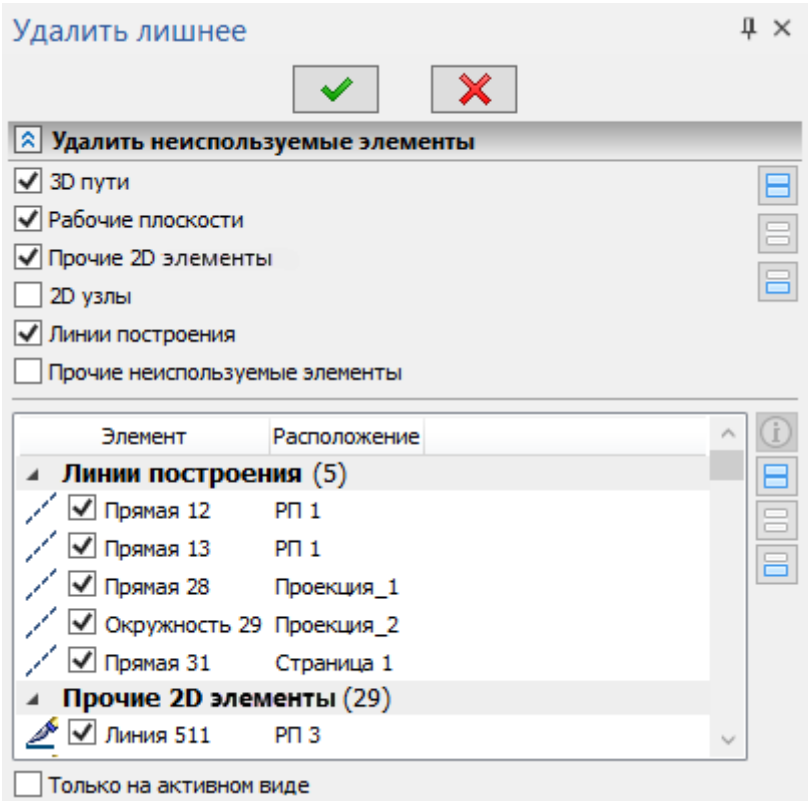
Удалить лишнее

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Редактирование > Дополнительно > Удалить лишнее Рабочая плоскость > Дополнительно > Удалить лишнее
Клавиатура	Текстовое меню
<PU>	Правка > Удалить лишнее

С помощью команды **Удалить лишнее** можно удалить все 2D или 3D элементы построения, которые не использовались для создания линий изображения 2D чертежа или операций. После вызова команды в окне **Параметры** появляется список неиспользуемых элементов, предлагаемых к удалению. Каждая строка списка содержит иконку типа элемента, название элемента, и флаг, с помощью которого можно управлять удалением данного элемента. Для 2D элементов также отображается **Расположение**, т.е. название рабочей плоскости, проекции или страницы чертежа, которой принадлежит элемент. По умолчанию флаг элемента установлен, и в этом случае элемент подлежит удалению. Если снять флаг, то элемент не будет удален. Над списком располагаются флаги

по типам неиспользуемых элементов: установка или снятие флага добавляет в список удаляемых элементов или наоборот исключает из списка все неиспользуемые элементы данного типа.



Набор доступных флагов зависит от наличия неиспользуемых элементов того или иного типа в текущем файле. Могут быть доступны следующие типы элементов:

- **3D узлы**;
- **3D пути**;
- **3D профили;**
- **Рабочие плоскости**;
- **2D узлы**;
- **Неиспользуемые 2D копии** - копии, не отображаемые на чертеже, но оставшиеся в элементах модели после после уменьшения количества копий в параметрах массива;
- **Линии построения**;
- **Прочие 2D элементы** - линии изображения на РП и др.;
- **Невидимые переменные** - выражения, у которых нет имени;
- **Видимые неиспользуемые переменные** - все видимые переменные не используемые в модели (кроме переменных, отмеченных как **Скрытые** в редакторе переменных);
- **Прочие неиспользуемые элементы.**

В случае с 2D построениями, неиспользуемыми считаются 2D элементы построения, на основе которых не были созданы линии изображения и другие графические элементы.

> Именованные 2D построения (т.е. 2D элементы построения, которым присвоено персональное имя) не удаляются.

В случае с 3D построениями, неиспользуемыми считаются 3D элементы построения, на основе которых не построено ни одной операции.

Справа от флагов по типам элементов доступны кнопки, позволяющие **Выбрать всё**, **Очистить всё** или **Инвертировать выбор** применительно к набору доступных флагов.

Справа от списка удаляемых элементов доступны кнопка команды **Информация о выбранном элементе**, а также кнопки, позволяющие **Выбрать всё**, **Очистить всё** или **Инвертировать выбор** в списке элементов.

Под списком удаляемых элементов расположен флаг **Только на активном виде**.
Работа данного флага зависит от активного в данный момент объекта в 3D или 2D окне.
При вызове команды из 3D окна в режиме черчения на рабочей плоскости или поверхности, установка флага очистит список.
При вызове команды из 3D окна вне режима черчения на рабочей плоскости или поверхности, установка флага исключит из списка все элементы, относящиеся только к 2D окну.
При вызове команды из 2D окна при неактивных видах, установка флага очистит список.
При вызове команды из 2D окна при активном виде, установка флага исключит из списка все элементы, не относящиеся к активному виду.

2D черчение

Этот раздел посвящен базовым понятиям создания 2D объектов. Как правило, работа начинается с создания чертежа.
После того, как чертеж сделан или создан по 3D модели, можно приступать к работе с чертежом, а именно проставлять размеры, наносить допуски и прочие элементы оформления.

Основные темы в этом разделе:

- Основные способы создания чертежей
- Элементы оформления чертежа
- Чертежный вид
- Инструменты управления 2D элементами

См. также:

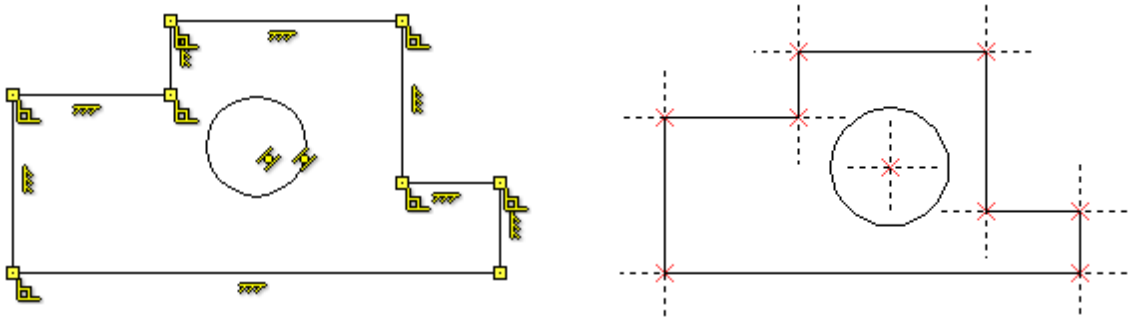
- Создание сборочных 2D чертежей
- Создание чертежа по 3D модели

Основные способы создания чертежей

Чертеж может быть построен одним из следующих способов:

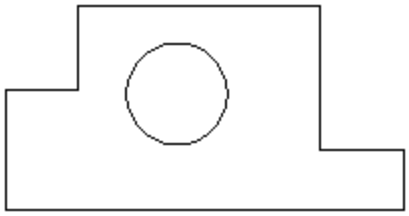
Параметрический чертеж

Это основной режим работы системы T-FLEX CAD. Используя преимущества параметрического проектирования T-FLEX CAD, вы можете создать чертеж, который будет легко изменяться по вашему желанию. Также вы можете использовать этот чертеж в качестве элемента параметрической библиотеки для использования его в других, более сложных, чертежах. При этом вы можете задавать его положение и параметры для изменения изображения.



Непараметрический чертеж

Чертеж строится при помощи линий изображения (команда **Эскиз** без автоматического создания ограничений). Для построений используется стандартный набор функций создания различных примитивов (отрезков, дуг, окружностей, эллипсов, сплайнов и т.п.) и механизм объектных привязок. Такие чертежи не обладают преимуществами параметрических чертежей по эффективному изменению параметров (размеров), однако их создание в ряде случаев происходит быстрее и может дать выигрыш в тех случаях, когда не требуется существенная последующая модификация.



Построение параметрического чертежа в T-FLEX CAD

В T-FLEX CAD существует два способа создания параметрического чертежа: при помощи команд **Эскиз** и **Ограничения** или на основе линий построения.

Первый способ основан на *механизме вариационной параметризации*, т.е. геометрические и размерные зависимости создаются непосредственно на линиях изображения. Второй способ основан на *истории построений*, т.е. пользователь самостоятельно определяет геометрические зависимости между линиями построений, а затем на основе этих элементов строит линии изображения чертежа.

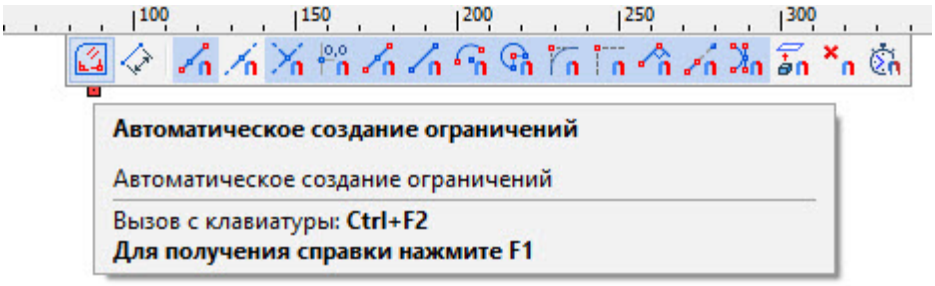
Проектирование на основе истории построений	Вариационное проектирование (Эскиз)
Положение геометрического элемента относительно ранее построенных элементов определяется при его создании	Положение геометрического элемента можно задать или изменить в любой момент посредством ограничений
Циклические зависимости не возможны (ранее построенные элементы не могут зависеть от элементов, построенных позднее)	Допустимы циклические связи между элементами
Параметрическая модель является всегда полностью и однозначно определённой	Модель может быть не полностью определённой, что с одной стороны позволяет удобно её модифицировать, но с другой может приводить к непредсказуемым результатам при параметрических изменениях
Пересчёт модели требует лишь однократного прохода, что позволяет быстро считать модели с большим количеством элементов	Пересчёт модели требует специализированного расчёта системы ограничений, что ограничивает размерность модели и скорость вычислений
Использует элементы построения, на основе которых создаются линии изображения	Не требует использования линий построения. Зависимости накладываются посредством ограничений и управляющих размеров.
Переменные используются при задании параметров элементов построения	Переменные используются в качестве значений управляющих размеров, а также для подавления ограничений и управляющих размеров с целью качественных изменений в схеме параметризации
Переопределение зависимостей между элементами является достаточно сложной, иногда невыполнимой процедурой	Переопределение зависимостей между элементами сводится к удалению ограничений и созданию новых ограничений

Автоматическое выявление зависимостей и установка взаимосвязей между элементами затруднено	Возможно автоматическое выявление взаимосвязей и создание ограничений как при создании элементов модели, так и для ранее созданных элементов, например, для импортированных чертежей и эскизов

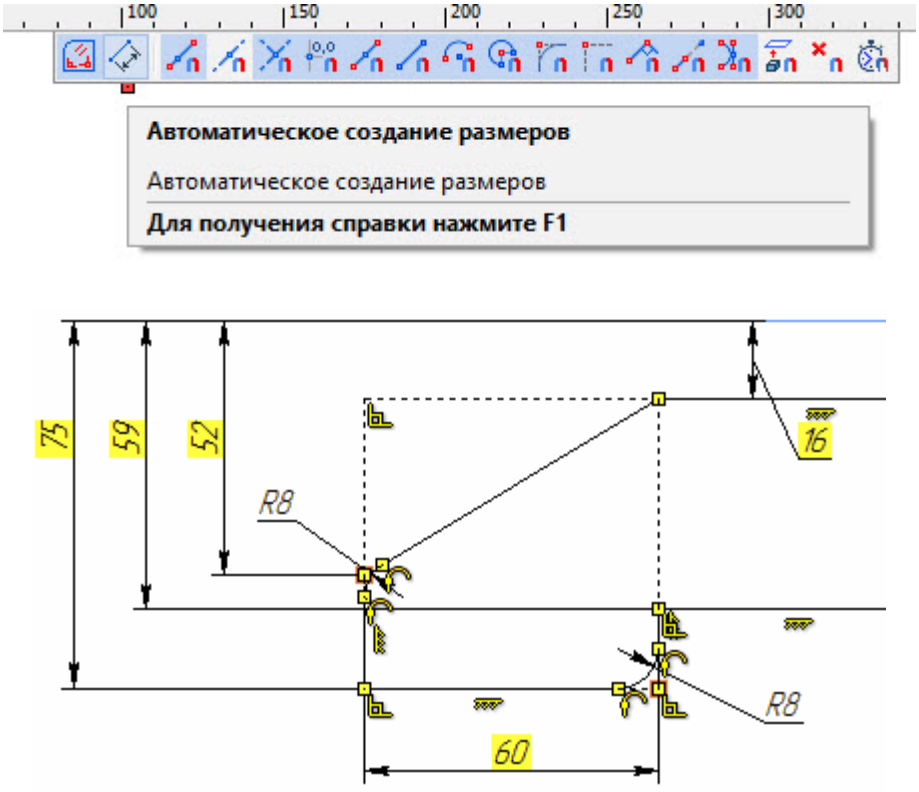
Кратко рассмотрим каждый из этих способов.

Построение чертежа с использованием вариационного проектирования (Эскиз с Ограничениями)

Чертёж создаётся при помощи команды **Эскиз** в режиме автоматического создания ограничений.



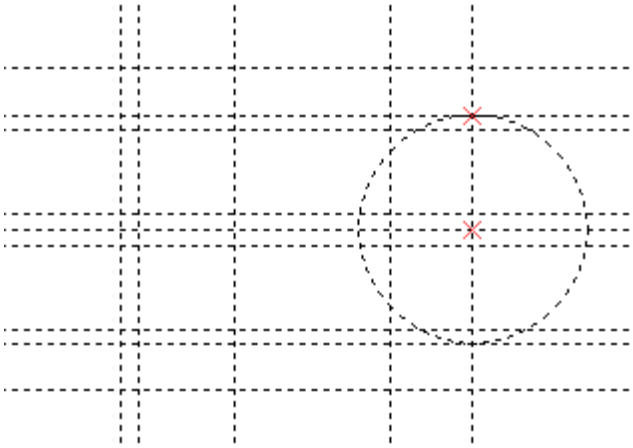
В процессе создания линий изображения система сама устанавливает зависимости между элементами. Ограничения позволяют изменять геометрию моделей, устанавливая отношения между линиями чертежа. Управляющие размеры позволяют быстро и наглядно изменять созданный чертёж. Управляющие размеры могут быть созданы вручную или в автоматическом режиме.



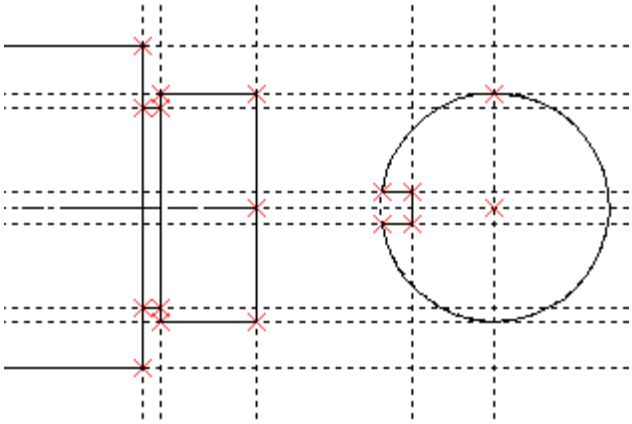
Построение параметрического чертежа на основе линий построения

Построение чертежа начинается с задания элементов построения. Элементы построения могут быть созданы различными способами. Сначала задаются базовые линии построения, от которых в дальнейшем будут строиться новые линии построения. Базовыми линиями могут быть вертикальные

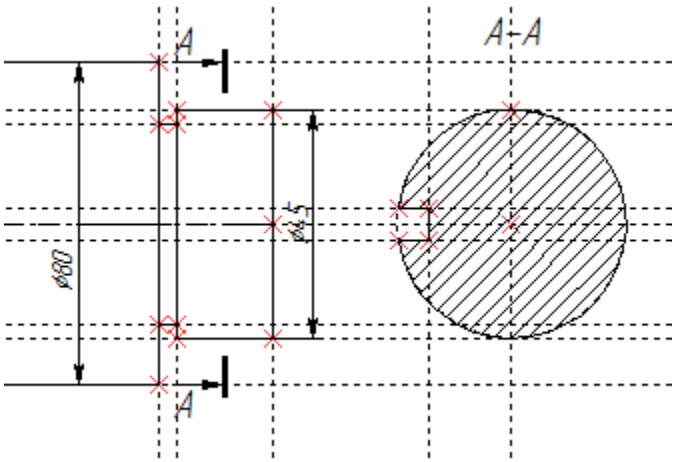
и горизонтальные прямые. Далее вы строите прямые, окружности или другие элементы, относительно базовых линий. Например, параллельные прямые, окружности касательные прямым и т.д. Тем самым вы определяете способ построения новых линий, который запоминается в документе. На пересечении линий построения вы создаете узлы, которые требуются для проведения дальнейших построений. Затем вы продолжаете строить линии, задавая их различными способами относительно построенных ранее. Например, прямая, проходящая через два узла, окружность касательная к прямой и проходящая через узел и т.д. Все эти зависимости сохраняются, и в дальнейшем при изменении базовых или других элементов построения положение зависимых прямых, окружностей и узлов будет определяться исходя из способа их задания.



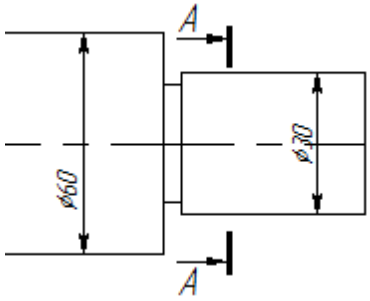
Таким образом, на начальном этапе построения чертежа вы определяете параметрические зависимости элементов построения чертежа, то есть строите параметрический каркас чертежа.
После задания вспомогательных линий вы осуществляете нанесение элементов, формирующих изображение чертежа. Вы наносите линии изображения - отрезки, дуги, окружности. При их нанесении вы привязываете их к созданным элементам построения - узлам и линиям построения.



После нанесения основного изображения вы приступаете к оформлению чертежа. Наносите размеры, привязывая их к линиям построения и узлам. Определяете контуры штриховок и способы их заполнения. Наносите текстовую информацию. При нанесении текстов вы можете задать привязку текстов к элементам построения - узлам, линиям построения. Это необходимо сделать, если текст должен перемещаться вместе с изменением изображения чертежа. Далее, если это необходимо, вы наносите допуски, шероховатости, надписи.



После этого вы получите параметрический чертеж и сможете его модифицировать. Вы можете изменять параметры элементов построения. Например, расстояние параллельной линии от базовой, угол наклона прямой относительно другой, радиусы окружностей.



При этом все элементы нанесения будут изменять свое положение вслед за изменением положения элементов построения, с которыми они связаны. Таким образом, вы будете получать различные варианты одного и того же чертежа. При этом все оформление чертежа будет соответственно изменяться.

Линии построения могут иметь числовой параметр (расстояние от параллельной прямой, угол, радиус окружности и т.д.). Значение параметра задается во время создания элемента построения. Некоторые из конструктивных элементов могут не иметь параметра, например, прямая, проходящая через два узла. В качестве параметра элемента построения может использоваться переменная. Значение переменной может быть задано константой или выражением. В выражении могут присутствовать другие переменные, различные арифметические и логические операции, условные операции, обращения к стандартным математическим функциям, а также обращения к внешним базам данных.

Любой чертеж системы T-FLEX CAD может быть использован при работе с другим чертежом в качестве фрагмента с настраиваемыми параметрами. Фрагменты используются для создания параметрических сборочных чертежей.

Построение непараметрического чертежа (Эскиз без Ограничений)

Данный способ создания чертежа предусматривает быстрый ввод линий изображения (см. команду **Эскиз**). При создании элементов эскиза используются объектные привязки и динамические подсказки, но не используются ограничения. Такие чертежи не обладают преимуществами параметрических чертежей по эффективному изменению параметров (размеров). Создание таких чертежей имеет смысл в тех случаях, когда не требуется существенное изменение размеров изделия.

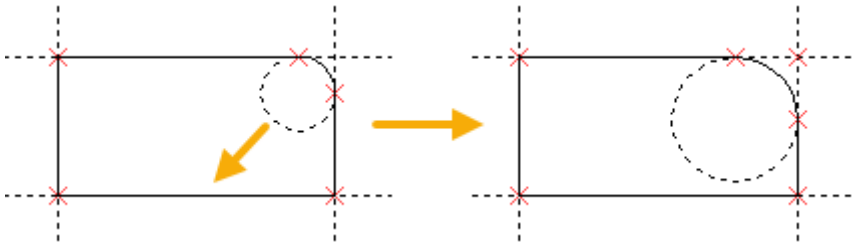
Основные темы в этом разделе

- 2D элементы построения

- Линии изображения
- Примеры создания чертежей
- Перенос, копирование, массивы 2D элементов
- Копирование 2D элементов через буфер обмена
- Система координат двумерных построений

2D элементы построения

В системе T-FLEX изображение чертежа может наноситься на предварительно созданные элементы построения. Элементы построения, формирующие каркас чертежа, представляют собой бесконечные прямые, окружности, сплайны, эллипсы, кривые смещения, узлы, пути, или линии, заданные функцией, связанные между собой различными геометрическими отношениями. Этими отношениями могут быть параллельность, касание, симметрия, угол и т.д. Элементы построения можно редактировать, заменять, помещать в буфер обмена, а также изменять их параметры. По аналогии с черчением на бумаге элементы построения можно сравнить с тонкими карандашными линиями, которые затем обводятся тушью. Прежде чем нарисовать линии изображения, необходимо с помощью линий построения задать каркас чертежа. Линии изображения чертежа затем наносятся на этот каркас. Линии изображения чертежа оказываются привязанными к линиям построения, и при изменении их положения будут следовать за ними. При этом сохраняются все геометрические отношения, которые были заданы для элементов построения.



Как видно на рисунке выше увеличение радиуса окружности сопряжения никак не отразилось на геометрических связях чертежа.

Такой подход, когда элементы чертежа взаимосвязаны друг с другом, позволяет получить полностью организованный чертеж.

Элементами построения в T-FLEX являются линии построения - прямые, окружности, эллипсы, сплайны, пути, а также узлы. Узлы - это точки пересечения линий построения. Линии построения отображаются в 2D окне тонкими штриховыми линиями, а узлы - красными крестиками. Элементы построения не выводятся на принтер или плоттер. Кроме того, в любой момент их можно сделать невидимыми.

Важно отметить, что прежде чем создавать элементы построения вашего чертежа, необходимо проанализировать, какие именно отношения между линиями вы хотите задать. Ведь именно от этого будут зависеть возможности вашего чертежа к параметрическим изменениям.

Параметрам линий построения (расстояниям, диаметрам и т.д.), можно назначать переменные. Это можно осуществлять и во время создания линии построения, и во время ее последующего редактирования. Затем, задавая значения переменных, можно получать новые варианты чертежа. С помощью простых математических формул в редакторе переменных переменные можно связывать между собой.

При изменении положения какого-либо элемента построения или значения какой-либо переменной, а также при замене элементов построения, система производит пересчёт чертежа и его последующую перерисовку. Пересчёт производится в соответствии с теми геометрическими отношениями, которые были заложены при его создании., а также, исходя из математических связей между переменными, если они были заданы. Как правило, грамотно созданный параметрический

чертеж содержит несколько внешних переменных, в зависимости от которых производится перерасчёт остальных переменных и всего чертежа.

Основные темы в этом разделе:

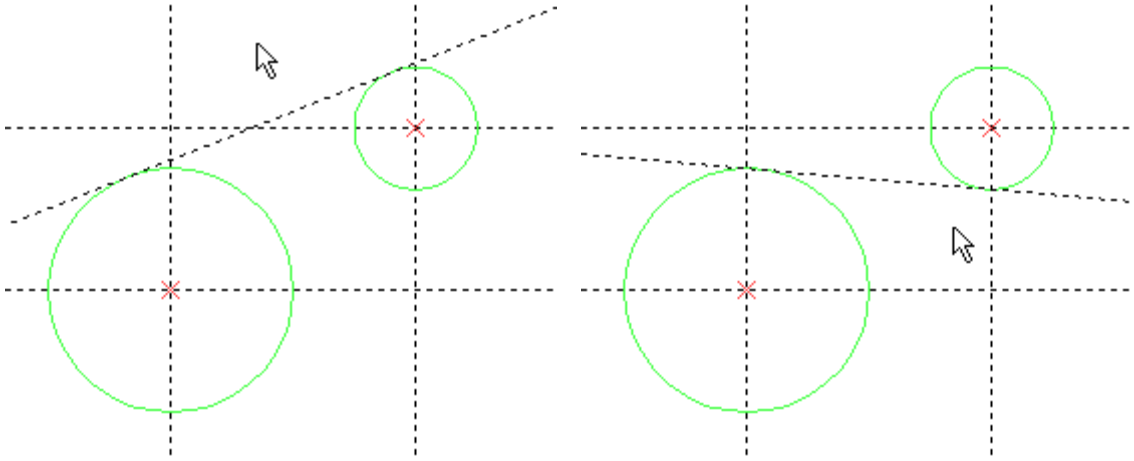
- Прямая
- Окружность
- Эллипс
- 2D Узел
- 2D Путь
- Сплайн и полилиния
- Кривая смещения
- Функция
- Обрезка и восстановление линий построения
- Фиксация положения 2D элементов построения
- Редактировать 2D линии построения
- Замена 2D элементов построения

Прямая

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Построения > Прямая > Прямая Сборка > Сборка > Прямая > Прямая Рабочая плоскость > Построения > Прямая > Прямая
Клавиатура	Текстовое меню
<L>	Построения > Прямая

Команда предназначена для создания бесконечных прямых линий построения. Прямые как и другие линии построения отображаются на чертеже непечатаемыми тонкими штриховыми линиями.
В зависимости от способа создания, прямые могут быть либо определены геометрическими связями с другими элементами построения, либо быть независимыми от каких-либо элементов. Такими связями могут быть прохождение через узел; параллельность, симметричность, расстояние или угол относительно другой прямой; касание к кривой; деление расстояния между узлами в заданной пропорции. При задании геометрических связей необходимо выбрать родительские элементы. Например, для задания касания необходимо выбрать касательную кривую. При выборе такой кривой, вариант касания зависит от положения курсора.



Независимыми являются прямые, созданные следующими способами:

- перпендикулярные через точку с заданными координатами;
- перпендикулярные через начало координат;
- горизонтальная с заданной ординатой;
- вертикальная с заданной абсциссой.

Такие прямые можно использовать в качестве базовых объектов, относительно которых строятся остальные элементы чертежа. Для создания параметрического чертежа координаты таких прямых можно задать переменными. В таком случае переменные будут родительскими объектами прямых. Кроме того, переменные можно использовать при задании геометрических связей, выражающихся численными параметрами (расстояние, угол, коэффициент пропорциональности).

Режимы работы команды и опции автоменю

Команда имеет четыре основных режима работы:

- **Создание пары взаимно перпендикулярных прямых** (горизонтальной и вертикальной) с узлом в точке пересечения.
  Активируется с помощью следующей опции автоменю:

  <X> Создать две перпендикулярные прямые и узел

- **Создание горизонтальной прямой**.
  Активируется с помощью следующей опции автоменю:

  <H> Создать горизонтальную прямую

- **Создание вертикальной прямой**.
  Активируется с помощью следующей опции автоменю:

  <V> Создать вертикальную прямую

- **Создание прямой под произвольным углом**.
  Данный режим активен по умолчанию после вызова команды, о чём свидетельствует активность опции выбора прямой:

  <L> Выбрать прямую привязки

Кроме того доступны особые режимы, активируемые с помощью следующих опций автоменю:

<T> Создать пропорциональную прямую

<U> Создать ось симметрии

<A> Выбрать ось симметрии (прямую)

<W> Выбрать 2D проекцию

Также после вызова команды в автоменю доступны следующие опции:

<P> Установить параметры линии построения

Вызывает диалог параметров прямой.

<N> Выбрать узел

<C> Выбрать касательную окружность

<E> Выбрать эллипс для создания прямой

<S> Выбрать сплайн

Данные опции могут быть использованы в различных способах создания прямых для выбора 2D узлов, через которые должна проходить прямая, или кривых, касательных к прямой.

<F4> Изменить линии построения

Вызывает команду редактирования линий построения.

<Esc> Выйти из команды

При работе с командой набор доступных опций может меняться в зависимости от используемого режима и способа создания прямой, а также этапа её создания.
При этом можно в любой момент отменить выбор исходных элементов и вернуться в начальное состояние команды с помощью следующей опции:

<Esc> Отменить выбор всех элементов

Создание 2D узлов

На любом этапе работы с командой нажатие **<Space>** создаёт связанный 2D узел на ближайшем к курсору пересечении линий построения. Если на ближайшем пересечении уже есть узел, или на текущей странице нет пересечений, то нажатие **<Space>** не имеет эффекта.

Создание линий построения на основе линий изображения

При создании прямых на основе других линий (касательных, параллельных, симметричных) могут использоваться только линии построения. Однако, при этом возможен также выбор линий изображения (отрезков, окружностей, дуг окружностей, эллипсов, дуг эллипсов). Для выбора линии

изображения необходимо навести на неё курсор и нажать или **<Enter>**. При выборе линии изображения автоматически создаётся совпадающая с ней линия построения (прямая, окружность или эллипс). В итоге, в качестве исходных объектов текущей прямой используются не сами линии изображения, а линии построения, созданные таким образом на их основе.

Основные темы в этом разделе:

- Режимы и способы создания прямых линий построения
- Параметры прямой линии построения

Режимы и способы создания прямых линий построения

В T-FLEX CAD доступны следующие режимы и способы создания прямых линий построения:

- Перпендикулярные прямые
  - Через узел
  - Через точку с заданными координатами
  - Через начало координат
  - Через точку привязки фрагмента
- Горизонтальная прямая
  - Через узел
  - С заданной ординатой
  - С касанием к кривой
- Вертикальная прямая
  - Через узел
  - С заданной абсциссой
  - С касанием к кривой
- Прямая под произвольным углом
  - Параллельная через узел
  - Параллельная на заданном расстоянии
  - Параллельная с касанием к кривой
  - Через два узла
  - Через узел, под углом к горизонтали
  - Через узел, под углом к другой прямой
  - Через узел, перпендикулярно другой прямой
  - Через узел, с касанием к кривой
  - С касанием к кривой, под углом к другой прямой
  - С касанием к двум кривым
- Пропорциональная прямая
- Ось симметрии двух прямых
- Симметричная прямая
- Прямая на основе проекции
- Прямая на основе линии изображения

Перпендикулярные прямые

Режим команды **Прямая**, предназначенный для построения перпендикулярных прямых, активируется следующими способами:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Построения > Прямая > Перпендикулярные прямые Сборка > Сборка > Прямая > Перпендикулярные прямые Рабочая плоскость > Построения > Прямая > Перпендикулярные прямые
Клавиатура	Текстовое меню
<L>><X>	
Автоменю команды **<L>** Прямая	
<X>	Создать две перпендикулярные прямые и узел

После входа в данный режим появляется предварительное изображение создаваемых прямых, следующее за курсором. Далее необходимо задать их положение одним из следующих способов:

- Через узел
- Через точку с заданными координатами
- Через начало координат
- Через точку привязки фрагмента

Во всех перечисленных случаях создаются две линии построения (горизонтальная и вертикальная). В зависимости от выбранных исходных элементов может быть также автоматически создан связанный 2D узел в точке пересечения созданных линий. При создании прямых через точку привязки фрагмента также автоматически создаётся пара переменных.

В данном режиме доступны следующие опции автоменю:

<P> Установить параметры прямой

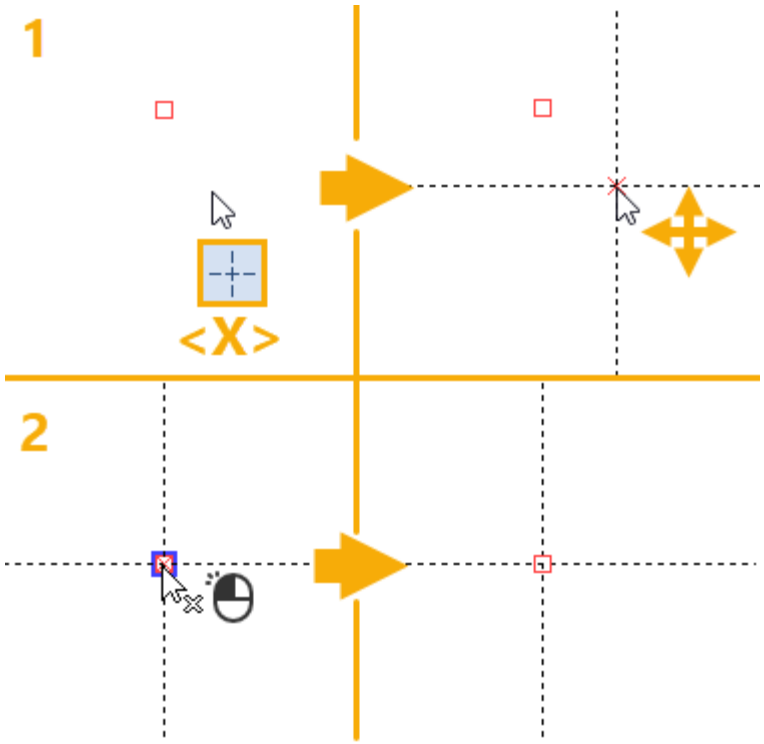
<O> Создать линии построения и узел в точке (0,0)

<F> Создать точку привязки для фрагмента (xn, yn)

<Esc> Отменить выбор всех элементов

1. Войдите в режим построения перпендикулярных прямых команды **Прямая**. Появится предварительное изображение создаваемых элементов. Точка пересечения линий будет следовать за курсором.
2. Выберите 2D узел, в котором должны пересекаться создаваемые прямые. Это можно сделать любым из следующих способов:
   - Наведите курсор на существующий 2D узел при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. Будут созданы две линии, проходящие через этот узел. Положение линий будет определяться положением указанного узла. Новый узел в этом случае не создаётся.
   - Наведите курсор на характерную точку линии изображения при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. В указанной точке будет создан связанный 2D узел и две проходящие через него линии построения. Положение созданного узла будет определяться положением указанной характерной точки, а положение созданных линий - положением узла.

- Наведите курсор на пересечение уже имеющихся на чертеже линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или <**Enter**>. В указанной точке будет создан связанный 2D узел и две проходящие через него линии построения. Положение созданного узла будет определяться положением имевшихся линий, а положение новых линий - положением узла.

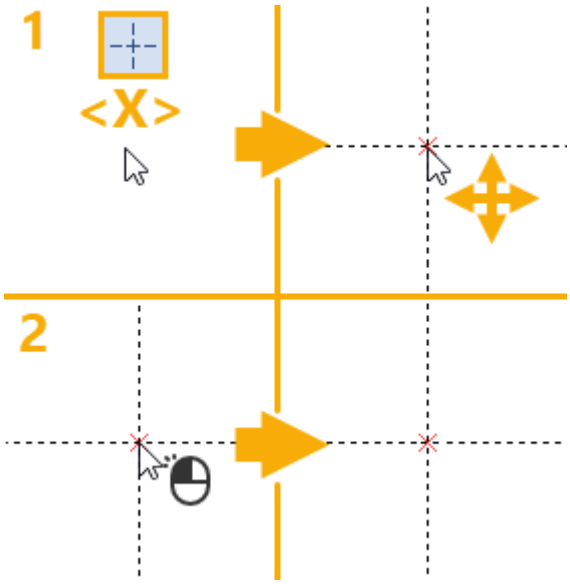


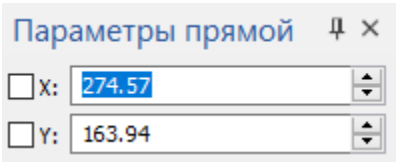
После создания пары прямых команда остаётся в режиме создания перпендикулярных прямых.

1. Войдите в режим построения перпендикулярных прямых команды **Прямая**. Появится предварительное изображение создаваемых элементов. Точка пересечения линий будет следовать за курсором.
2. Задайте координаты точки пересечения. Пока предварительное изображение следует за курсором, абсолютные координаты **X** и **Y** точки пересечения линий отображаются в окне параметров и в правой части статусной строки. Рядом с полями ввода координат в окне параметров находятся флаги. Если установить флаг координаты, то её значение будет зафиксировано, и перестанет зависеть от положения мыши. Флаги устанавливаются нажатием на них , либо нажатием клавиши, соответствующей букве координаты (<**X**> или <**Y**>). Координаты можно указать любым из следующих способов:
   - Установите курсор в произвольную точку чертежа без привязки к существующим элементам и нажмите или <**Enter**>.
   - Введите значения с клавиатуры. Значения вводятся в поля окна параметров. По умолчанию активно поле ввода абсциссы **X**. Можно переключаться между вводом абсциссы **X** и ординаты **Y**, нажимая <**Tab**> или нажимая на желаемом поле. Вместо значения можно также ввести имя переменной. Ввод значения также устанавливает флаг соответствующей координаты. Для завершения ввода нажмите <**Enter**> или в любом месте окна чертежа.

После указания координат будут созданы две перпендикулярные прямые и связанный 2D узел в точке их пересечения. Положение созданных прямых будет определяться указанными значениями

координат, а положение узла - положением прямых. Значения сохраняются в параметрах прямых (X - вертикальной, Y- горизонтальной) и могут быть изменены позже.



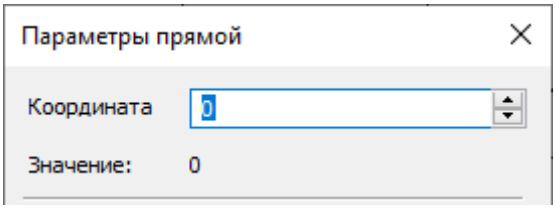


После создания пары прямых команда остаётся в режиме создания перпендикулярных прямых.

Две взаимно перпендикулярные прямые линии построения (горизонтальная и вертикальная), пересекающиеся в начале координат текущего вида, а также связанный 2D узел в точке их пересечения, могут быть быстро построены с помощью специальной опции, доступной в режиме построения перпендикулярных прямых команды **Прямая**. Опцию можно вызвать следующими способами:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Построения > Прямая > Прямые с узлом в (0, 0) Сборка > Сборка > Прямая > Прямые с узлом в (0, 0) Рабочая плоскость > Построения > Прямая > Прямые с узлом в (0, 0)
Клавиатура	Текстовое меню
<L> > <X> > <O>	
Автоменю команды <L> Прямая в <X> режиме построения перпендикулярных прямых	
<O>	Создать линии построения и узел в точке (0,0)

После вызова данной опции мгновенно создаются соответствующие прямые и узел. При работе с чертежом, если активен какой-либо чертёжный вид, то точка пересечения прямых располагается в начале его системы координат; если активного вида нет - в начале координат текущей страницы. При черчении на активной рабочей плоскости - в начале координат плоскости.
Нулевые значения координат сохраняются в параметрах прямых (X - вертикальной, Y- горизонтальной) и могут быть изменены позже.



Если опция была вызвана из автоменю, то после создания пары прямых команда остаётся в режиме создания перпендикулярных прямых; если опция была вызвана из ленты - перейдет в режим создания прямых под произвольным углом.

В режиме построения перпендикулярных прямых команды **Прямая** доступна следующая опция автоменю:

<F> Создать точку привязки для фрагмента (xn, yn)

Активируйте её, а затем создайте пару прямых, как описано в главе Перпендикулярные прямые через точку с заданными координатами.
В результате, координаты прямых будут определяться автоматически созданными внешними переменными, а введенные значения координат станут значениями этих переменных. Имена переменных состоят из буквы соответствующей координаты (**x** или **y**) и порядкового номера переменной. Для первой пары прямых переменные будут иметь имена **x1** и **y1**, для второй - **x2** и **y2**, и т.д. Индекс переменных отображается рядом с курсором при позиционировании прямых. Созданные таким образом переменные являются координатами точек привязки текущего документа при вставке его в сборку в качестве 2D фрагмента.

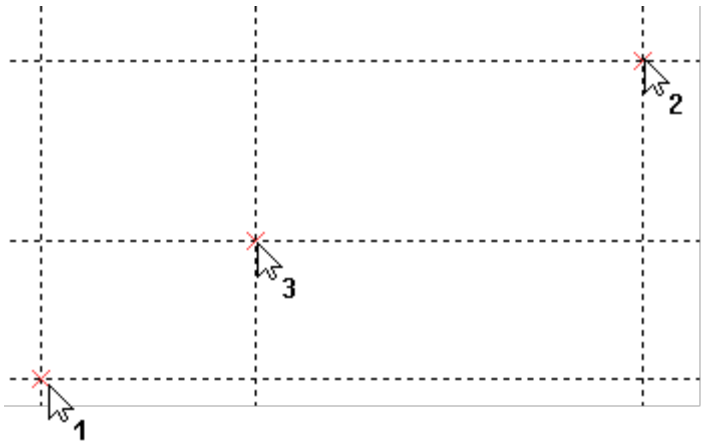
После создания пары прямых, опция деактивируется. Таким образом, её необходимо активировать отдельно для каждой пары.

Опция создания точки привязки несовместима с опцией построения прямых через начало координат.

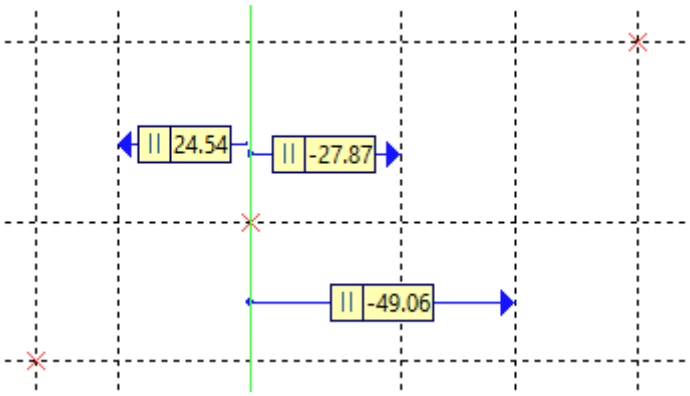
Максимально возможное количество точек привязки в документе равно 99. По достижении этого количества опция создания точки привязки становится недоступной.

Пример использования точек привязки фрагмента на пересечении прямых линий построения

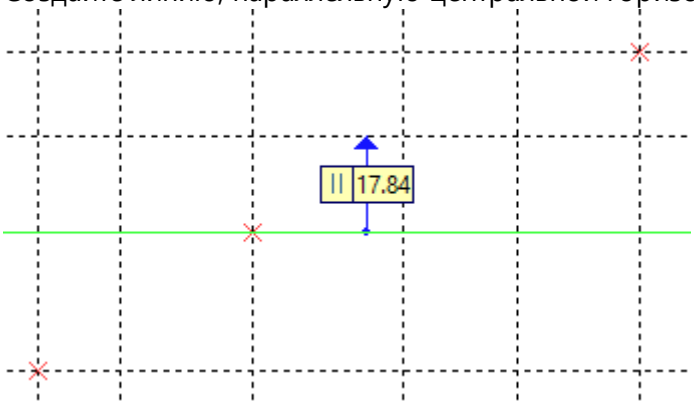
Создайте три пары взаимно перпендикулярных прямых, как показано на рисунке ниже. При создании каждой пары используйте опцию создания точки привязки фрагмента.



Создайте три линии, параллельных центральной вертикальной линии, как показано на рисунке ниже.

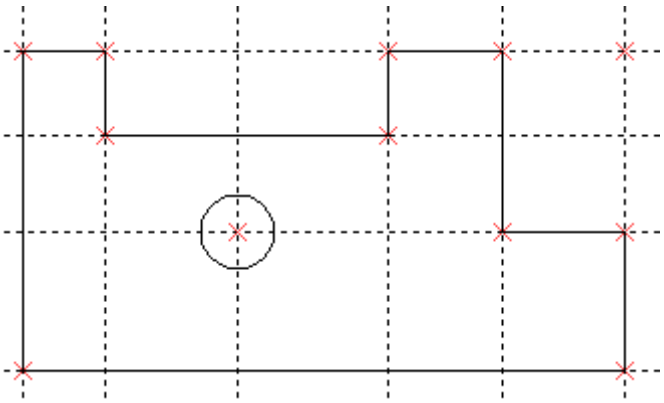


Создайте линию, параллельную центральной горизонтальной линии, как показано на рисунке ниже.

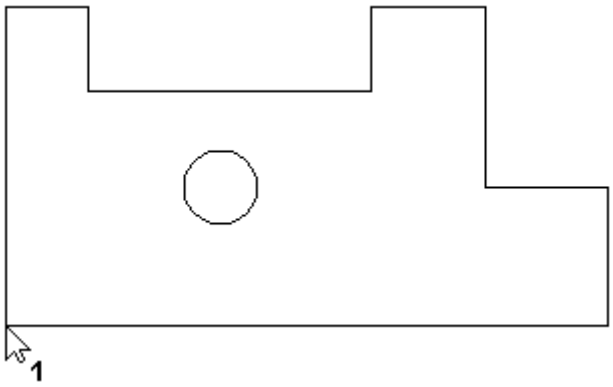


Создайте дополнительные связанные 2D узлы в точках пересечения прямых, как показано на рисунке ниже.

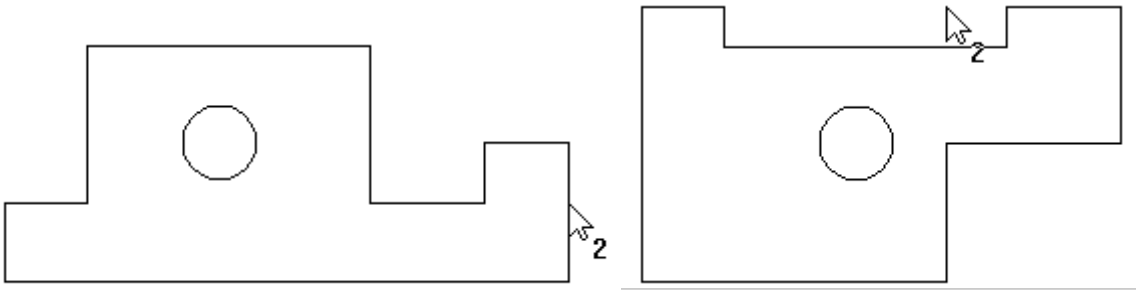
Обведите полученные построения линиями эскиза, как показано на рисунке ниже, привязывая линии эскиза к ранее созданным 2D узлам.



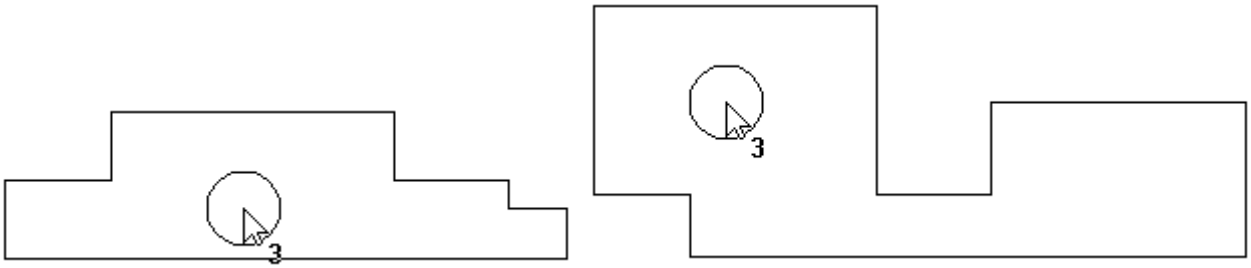
Сохраните полученный чертеж. Затем создайте новый документ, вызовите команду **Фрагмент** и выберите документ ранее созданного чертежа в качестве фрагмента для вставки. Появится предварительное изображение фрагмента, следующее за курсором мыши. Цифра 1 рядом с курсором указывает на то, что нужно задать первую точку привязки фрагмента. Расположите курсор в желаемом месте чертежа и нажмите .



Цифра рядом с курсором сменится на 2, после чего необходимо задать вторую точку привязки фрагмента. При этом за курсором продолжат следовать только те линии фрагмента, положение которых зависит от второй точки привязки. Расположите курсор в желаемом месте чертежа и снова нажмите .



Цифра рядом с курсором сменится на 3, после чего необходимо задать третью точку привязки фрагмента. При этом за курсором продолжат следовать только те линии фрагмента, положение которых зависит от третьей точки привязки. Расположите курсор в желаемом месте чертежа и снова нажмите для завершения вставки фрагмента



Таким образом, вставляя в сборку один и тот же чертёж детали с разным положением точек привязки, можно получать разные конфигурации детали без редактирования её чертежа.

Горизонтальная прямая

Режим команды **Прямая**, предназначенный для построения горизонтальных прямых, активируется следующими способами:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Построения > Прямая > Горизонтальная прямая Сборка > Сборка > Прямая > Горизонтальная прямая Рабочая плоскость > Построения > Прямая > Горизонтальная прямая
Клавиатура	Текстовое меню
<L><H>	
Автоменю команды <L> Прямая	
<H>	Создать горизонтальную прямую

После входа в данный режим появляется предварительное изображение создаваемой прямой, следующее за курсором. Далее необходимо задать её положение одним из следующих способов:

- Через узел
- С заданной ординатой
- С касанием к кривой

Опция создания горизонтальной прямой также доступна в режиме построения прямых под произвольным углом после выбора исходного узла. В этом случае её активация мгновенно создаёт горизонтальную прямую, проходящую через выбранный узел, после чего выбор сбрасывается и команда возвращается в исходное состояние.

В данном режиме доступны следующие опции автоменю:

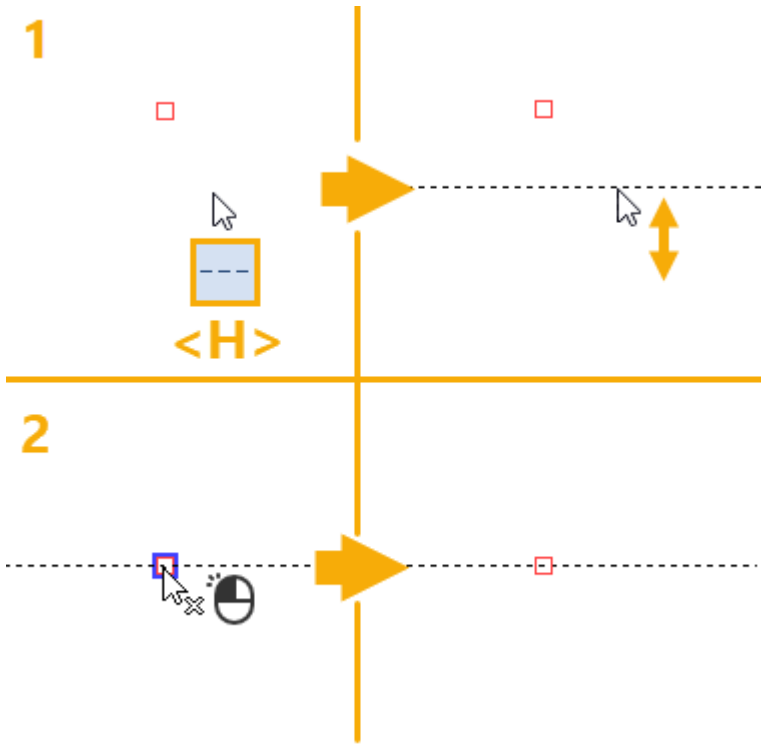
	<P>	Установить параметры прямой
	<V>	Создать вертикальную прямую
	<N>	Выбрать узел
	<Esc>	Отменить выбор всех элементов

1. Войдите в режим построения горизонтальных прямых команды **Прямая**. Появится предварительное изображение создаваемой прямой, следующее за курсором.
2. Выберите 2D узел, через который должна проходить создаваемая прямая. Узел можно выбрать одним из следующих способов:

- Наведите курсор на желаемый узел при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**.
- Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

	<N>	Выбрать узел

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору. Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

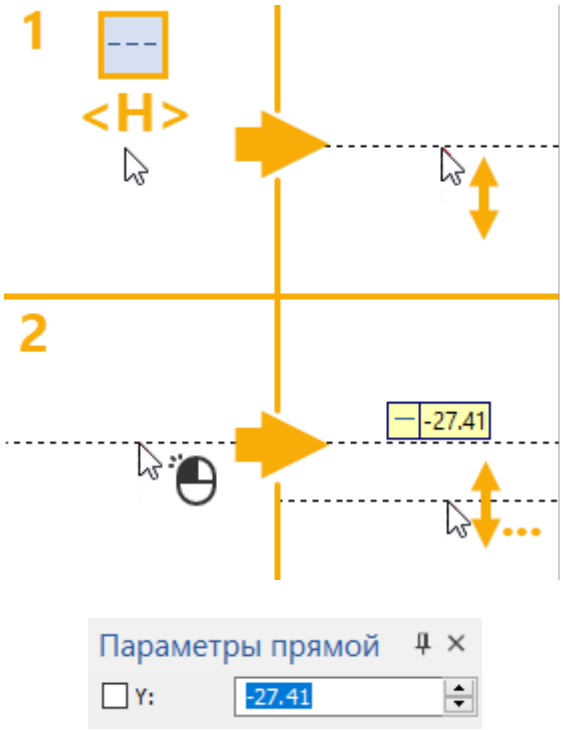


После создания прямой команда остаётся в режиме создания горизонтальных прямых.

1. Войдите в режим построения горизонтальных прямых команды **Прямая**. Появится предварительное изображение создаваемой прямой, следующее за курсором.
2. Задайте ординату **Y** создаваемой прямой. Пока предварительное изображение следует за курсором, ордината отображается в окне параметров и в правой части статусной строки. Ординату можно указать любым из следующих способов:

- Установите курсор в произвольную точку чертежа без привязки к существующим элементам и нажмите или **<Enter>**.

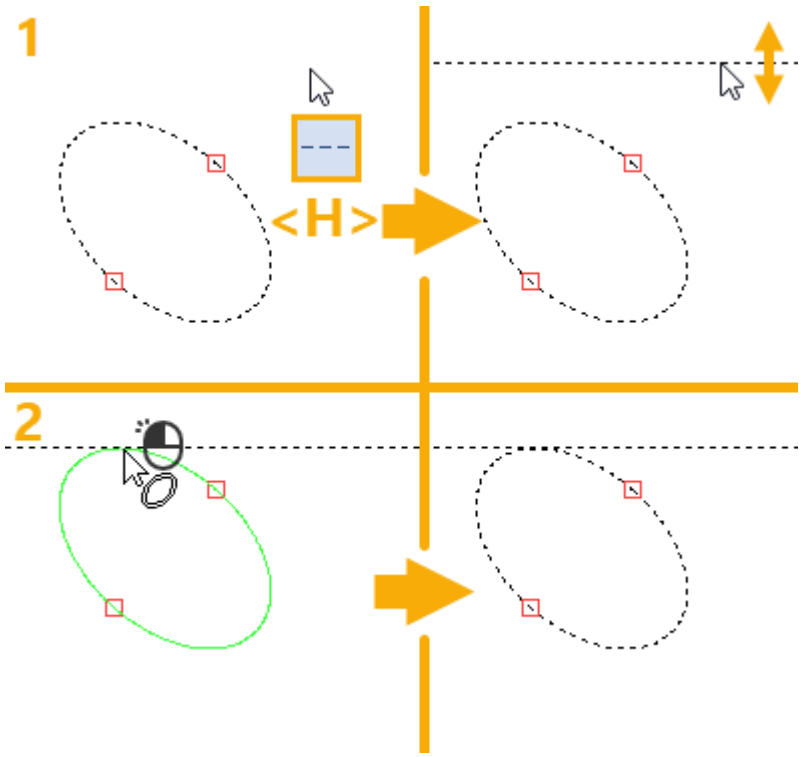
- Введите значение с клавиатуры. Оно вводится в поле окна параметров. Вместо значения можно также ввести имя переменной. Для завершения ввода нажмите **<Enter>** или в любом месте окна чертежа.
  Значение ординаты сохраняется в параметрах линии и может быть изменено позже.



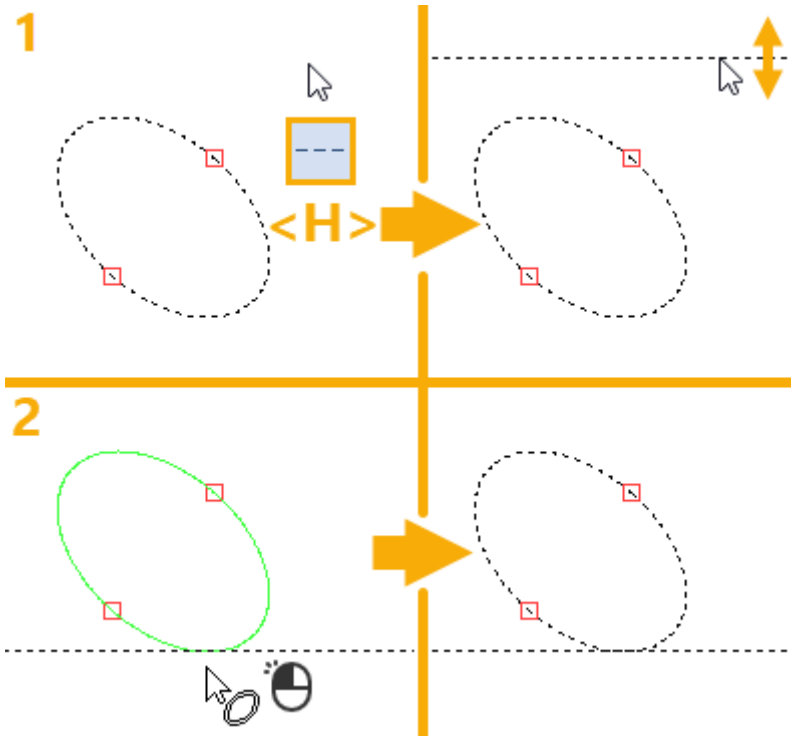
Метка отношения -27.41 рядом с полученной прямой символизирует наличие горизонтальности и отображает значение ординаты.

После создания прямой команда остаётся в режиме создания горизонтальных прямых.

1. Войдите в режим построения горизонтальных прямых команды **Прямая**. Появится предварительное изображение создаваемой прямой, следующее за курсором.
2. Выберите кривую, которой должна касаться создаваемая прямая. Для этого наведите курсор на желаемую кривую при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. Для выбора доступны **линии построения (окружности, эллипсы) и линии изображения (окружности, дуги окружностей, эллипсы, дуги эллипсов)**. При выборе линии изображения автоматически создаётся совпадающая с ней линия построения (окружность или эллипс) и прямая строится на основе этой линии построения. Вариант касания к кривой зависит от положения курсора в момент её выбора: точка касания будет расположена как можно ближе к курсору.



Пример создания горизонтальной прямой с касанием к эллипсу



Пример создания горизонтальной прямой
с другим вариантом касания к тому же эллипсу

После создания прямой команда переходит в режим создания прямых под произвольным углом и возвращается к начальному набору опций автоменю.

Вертикальная прямая

Режим команды **Прямая**, предназначенный для построения вертикальных прямых, активируется следующими способами:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Построения > Прямая > Вертикальная прямая Сборка > Сборка > Прямая > Вертикальная прямая Рабочая плоскость > Построения > Прямая > Вертикальная прямая
Клавиатура	Текстовое меню
<L><V>	
Автоменю команды **<L>** Прямая	
<V>	Создать вертикальную прямую

После входа в данный режим появляется предварительное изображение создаваемой прямой, следующее за курсором. Далее необходимо задать её положение одним из следующих способов:

- Через узел
- С заданной абсциссой
- С касанием к кривой

Опция создания вертикальной прямой также доступна в процессе построения прямых под произвольным углом после выбора исходного узла. В этом случае её активация мгновенно создаёт вертикальную прямую, проходящую через выбранный узел, после чего после чего выбор сбрасывается и команда возвращается в исходное состояние.

В данном режиме доступны следующие опции автоменю:

<P> Установить параметры прямой

<H> Создать горизонтальную прямую

<N> Выбрать узел

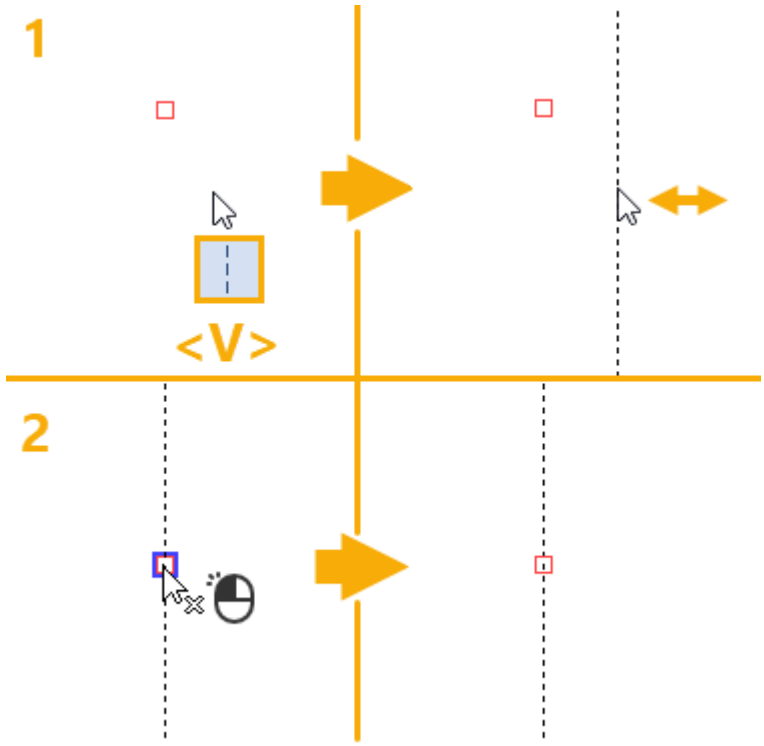
<Esc> Отменить выбор всех элементов

1. Войдите в режим построения вертикальных прямых команды **Прямая**. Появится предварительное изображение создаваемой прямой, следующее за курсором.
2. Выберите 2D узел, через который должна проходить создаваемая прямая. Узел можно выбрать одним из следующих способов:

- Наведите курсор на желаемый узел при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**.
- Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

<N> Выбрать узел

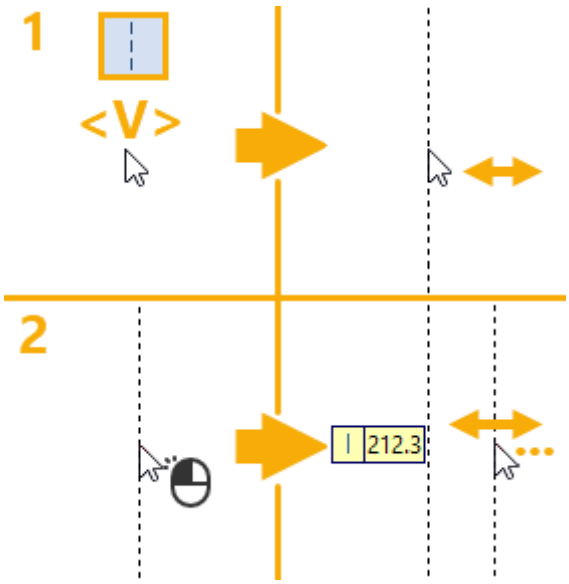
Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору. Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

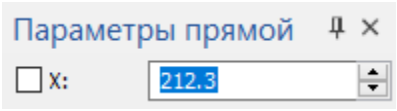


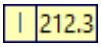
После создания прямой команда остаётся в режиме создания вертикальных прямых.

1. Войдите в режим построения вертикальных прямых команды **Прямая**. Появится предварительное изображение создаваемой прямой, следующее за курсором.
2. Задайте абсциссу **X** создаваемой прямой. Пока предварительное изображение следует за курсором, абсцисса отображается в окне параметров и в правой части статусной строки. Абсциссу можно указать любым из следующих способов:
   - Установите курсор в произвольную точку чертежа без привязки к существующим элементам и нажмите или <**Enter**>.
   - Введите значение с клавиатуры. Оно вводится в поле окна параметров. Вместо значения можно также ввести имя переменной. Для завершения ввода нажмите <**Enter**> или в любом месте окна чертежа.

     Значение абсциссы сохраняется в параметрах линии и может быть изменено позже.

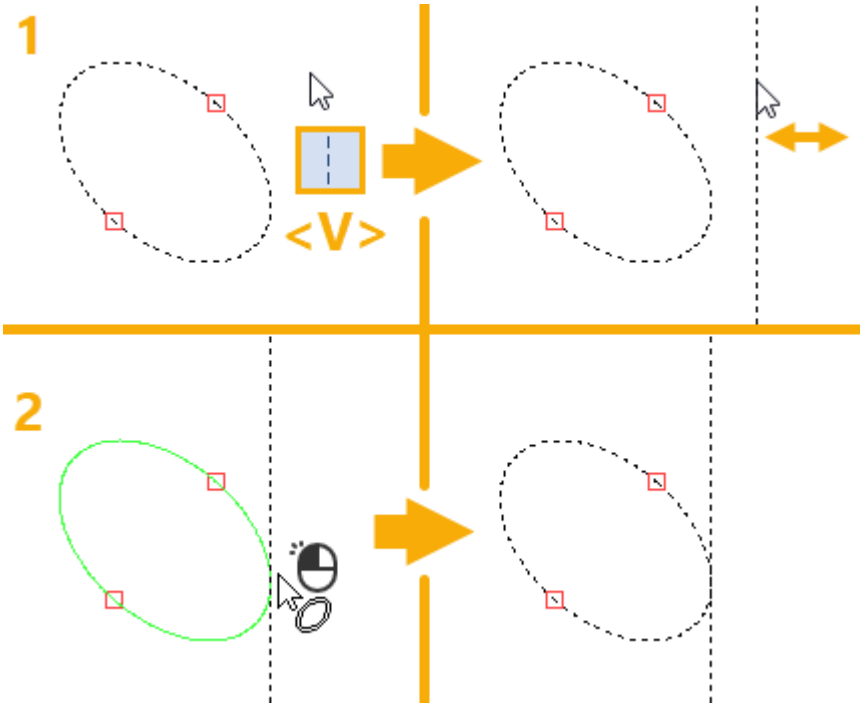




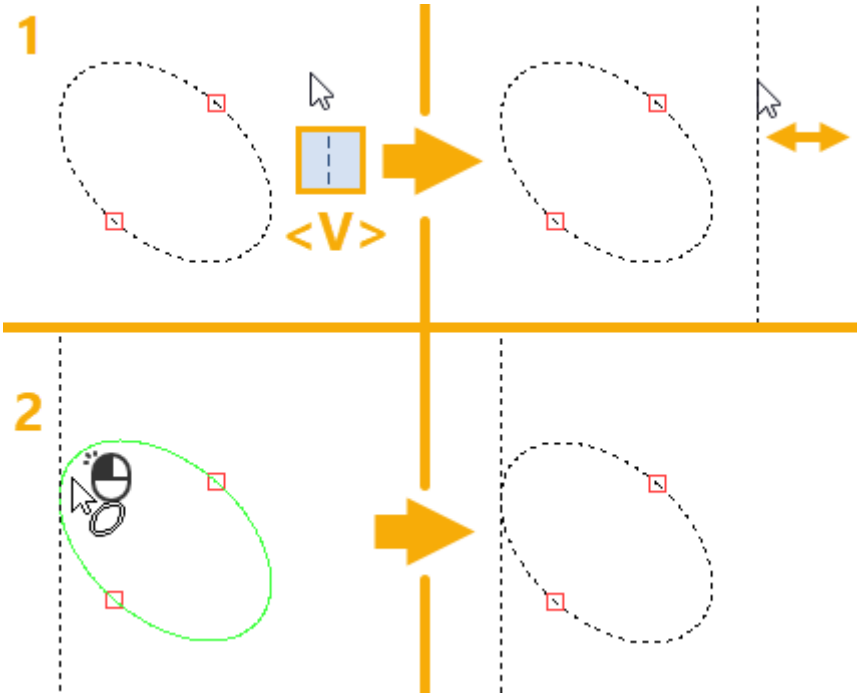
Метка отношения  рядом с полученной прямой символизирует наличие вертикальности и отображает значение абсциссы.

После создания прямой команда остаётся в режиме создания вертикальных прямых.

1. Войдите в режим построения вертикальных прямых команды **Прямая**. Появится предварительное изображение создаваемой прямой, следующее за курсором.
2. Выберите кривую, которой должна касаться создаваемая прямая. Для этого наведите курсор на желаемую кривую при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. Для выбора доступны **линии построения (окружности, эллипсы) и линии изображения (окружности, дуги окружностей, эллипсы, дуги эллипсов)**. При выборе линии изображения автоматически создаётся совпадающая с ней линия построения (окружность или эллипс) и прямая строится на основе этой линии построения. Вариант касания к кривой зависит от положения курсора в момент её выбора: точка касания будет расположена как можно ближе к курсору.



Пример создания вертикальной прямой с касанием к эллипсу



Пример создания вертикальной прямой
с другим вариантом касания к тому же эллипсу

После создания прямой команда переходит в режим создания прямых под произвольным углом и возвращается к начальному набору опций автоменю.

Прямая под произвольным углом

Режим построения горизонтальных прямых активируется с помощью следующей опции автоменю в команде **Прямая**:

	<L>	Выбрать прямую привязки

Этот режим активен по умолчанию после вызова команды, кроме случаев, когда другие режимы вызываются напрямую из ленты.

Режим позволяет использовать следующие способы создания прямых

- Параллельная, через узел
- Параллельная, на заданном расстоянии
- Параллельная, с касанием к кривой
- Через два узла
- Через узел, под углом к горизонтали
- Через узел, под углом к другой прямой
- Через узел, перпендикулярно другой прямой
- Через узел, с касанием к кривой
- С касанием к кривой, под углом к другой прямой
- С касанием к двум кривым

После активации данного режима изначально доступен весь стартовый набор опций команды **Прямая**. После выбора первого исходного элемента для создания прямой набор опций меняется в зависимости от типа выбранного элемента.
После выбора 2D узла доступны следующие опции:

	<P>	Установить параметры прямой
	<L>	Выбрать прямую привязки
	<N>	Выбрать узел
	<C>	Выбрать касательную окружность
	<E>	Выбрать эллипс для создания прямой
	<S>	Выбрать сплайн
	<H>	Создать горизонтальную прямую
	<V>	Создать вертикальную прямую
	<T>	Создать пропорциональную прямую
	<Esc>	Отменить выбор всех элементов

После выбора прямой доступны следующие опции:

	<P>	Установить параметры прямой
	<L>	Выбрать прямую привязки
	<N>	Выбрать узел
	<C>	Выбрать касательную окружность
	<E>	Выбрать эллипс для создания прямой
	<S>	Выбрать сплайн
	<U>	Создать ось симметрии
	<Esc>	Отменить выбор всех элементов

После выбора окружности или эллипса доступны следующие опции:

	<L>	Выбрать прямую привязки
	<N>	Выбрать узел
	<C>	Выбрать касательную окружность
	<E>	Выбрать эллипс для создания прямой
	<S>	Выбрать сплайн
	<Esc>	Отменить выбор всех элементов

После выбора сплайна, кривой смещения, кривой-функции или 2D пути доступны следующие опции:

	<N>	Выбрать узел
	<C>	Выбрать касательную окружность
	<E>	Выбрать эллипс для создания прямой
	<S>	Выбрать сплайн
	<Esc>	Отменить выбор всех элементов

1. Вызовите команду **Прямая**.
2. Выберите прямую, параллельно которой должна проходить создаваемая прямая. Для выбора доступны как прямые линии построения, так и отрезки линий изображения. Линию можно выбрать одним из следующих способов:

- Наведите курсор на желаемую линию построения или изображения при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. При выборе отрезка линии изображения автоматически создаётся совпадающая с ним прямая линия построения и текущая прямая строится на основе этой линии построения.
- Используйте следующую опцию автоменю:

<L> Выбрать прямую привязки

Данная опция активна по умолчанию после вызова команды, поэтому для выбора линии построения, ближайшей к курсору, достаточно нажать в окне чертежа, либо использовать клавиши **<L>** или **<Enter>**.

После выбора исходной прямой появится следующее за курсором предварительное изображение создаваемой прямой.

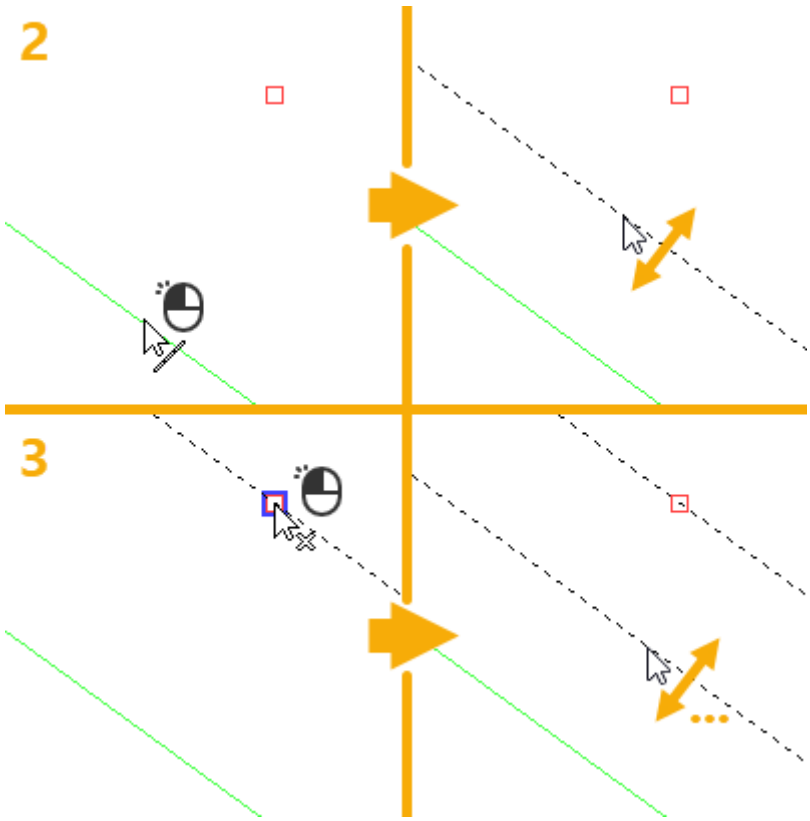
При необходимости после выбора исходной прямой можно создать оси симметрии, а затем продолжить создание параллели.

3. Выберите 2D узел, через который должна проходить создаваемая прямая. Узел можно выбрать одним из следующих способов:

- Наведите курсор на желаемый узел при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**.
- Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

<N> Выбрать узел

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору. Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.



После создания прямой команда остаётся в режиме создания прямых, параллельных той же исходной прямой. Для возврата в начальное состояние команды нажмите или **<Esc>**, либо воспользуйтесь следующей опцией:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов

1. Вызовите команду **Прямая**.
2. Выберите прямую, параллельно которой должна проходить создаваемая прямая. Для выбора доступны как прямые линии построения, так и отрезки линий изображения. Линию можно выбрать одним из следующих способов:
   - Наведите курсор на желаемую линию построения или изображения при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. При выборе отрезка линии изображения автоматически создаётся совпадающая с ним прямая линия построения и текущая прямая строится на основе этой линии построения.
   - Используйте следующую опцию автоменю:

	<L>	Выбрать прямую привязки

     Данная опция активна по умолчанию после вызова команды, поэтому для выбора линии построения, ближайшей к курсору, достаточно нажать в окне чертежа, либо использовать клавиши **<L>** или **<Enter>**.

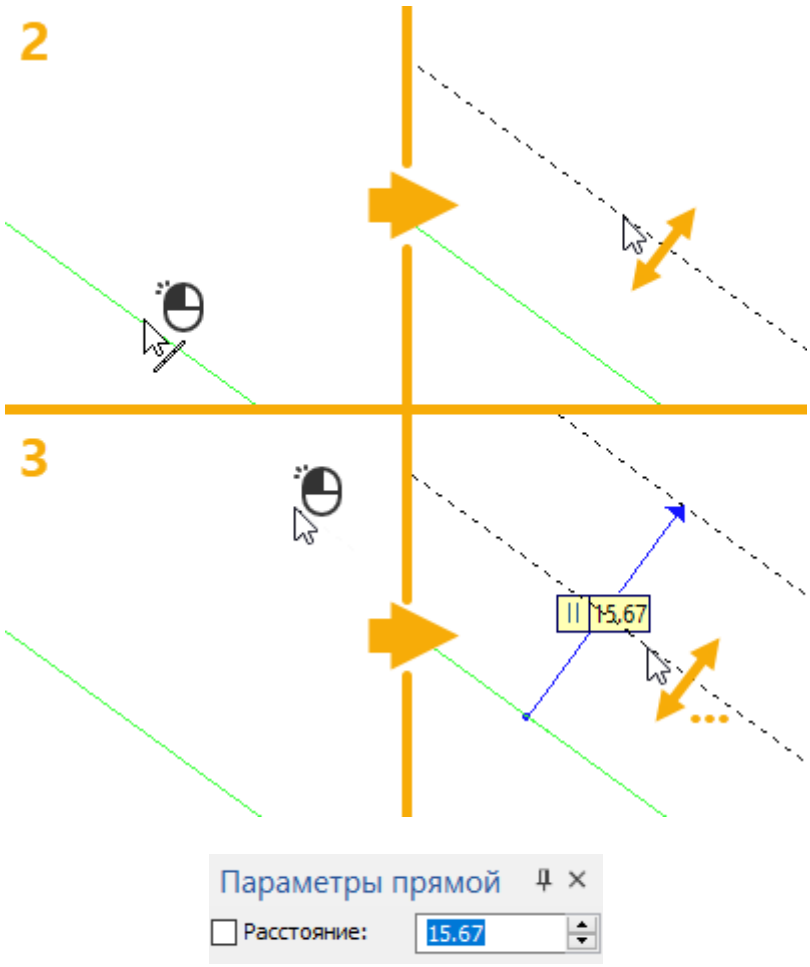
После выбора исходной прямой появится следующее за курсором предварительное изображение создаваемой прямой.

При необходимости после выбора исходной прямой можно создать оси симметрии, а затем продолжить создание параллели.

3. Укажите, на каком расстоянии от исходной кривой должна располагаться параллель. Пока предварительное изображение следует за курсором, расстояние отображается в окне параметров и в правой части статусной строки. Расстояние можно указать любым из следующих способов:

- Установите курсор в произвольную точку чертежа без привязки к существующим элементам и нажмите или **<Enter>**. Значение расстояния будет подобрано таким образом, чтобы обеспечить прохождение прямой через указанную точку.
- Введите значение с клавиатуры. Оно вводится в поле окна параметров. Вместо значения можно также ввести имя переменной. Для завершения ввода нажмите **<Enter>** или в любом месте окна чертежа.

Значение расстояния сохраняется в параметрах линии и может быть изменено позже. Расстояние может быть отрицательным или положительном в зависимости от того, с какой стороны от исходной прямой располагается параллельная. Для горизонтальных и наклонных прямых положительные значения отсчитываются вверх от исходной кривой, отрицательным - вниз; для вертикальных прямых положительные значения отсчитываются влево, отрицательные - вправо. Если при задании расстояния курсор находится в зоне отрицательных значений, слева от поля ввода значения автоматически добавляется знак минус. В таком случае для ввода с клавиатуры положительного значения необходимо либо переместить курсор в зону положительных значений, либо ввести минус перед вводом значения (минус на минус даст плюс).



Метка отношения 15.67, соединяющая полученную прямую с исходной, символизирует наличие параллельности и отображает значение расстояния.

После создания прямой команда остаётся в режиме создания прямых, параллельных той же исходной прямой. Для возврата в начальное состояние команды нажмите или **<Esc>**, либо воспользуйтесь следующей опцией:

<Esc> Отменить выбор всех элементов

1. Вызовите команду **Прямая**.
2. Выберите прямую, параллельно которой должна проходить создаваемая прямая. Для выбора доступны как прямые линии построения, так и отрезки линий изображения. Линию можно выбрать одним из следующих способов:
   - Наведите курсор на желаемую линию построения или изображения при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. При выборе отрезка линии изображения автоматически создаётся совпадающая с ним прямая линия построения и текущая прямая строится на основе этой линии построения.
   - Используйте следующую опцию автоменю:

     <L> Выбрать прямую привязки

     Данная опция активна по умолчанию после вызова команды, поэтому для выбора линии построения, ближайшей к курсору, достаточно нажать в окне чертежа, либо использовать клавиши **<L>** или **<Enter>.**

После выбора исходной прямой появится следующее за курсором предварительное изображение создаваемой прямой.

При необходимости после выбора исходной прямой можно создать оси симметрии, а затем продолжить создание параллели.

3. Выберите кривую, которой должна касаться создаваемая прямая. Для выбора доступны **линии построения** (**окружности, эллипсы, 2D пути, сплайны, кривые смещения, функции) и линии изображения (окружности, дуги окружностей, эллипсы, дуги эллипсов)**. Вариант касания зависит к кривой от положения курсора в момент её выбора: точка касания будет расположена как можно ближе к нормальной проекции положения курсора на кривую. Кривую можно выбрать одним из следующих способов:
   - Наведите курсор на желаемую линию при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. При выборе линии изображения автоматически создаётся совпадающая с ней линия построения (окружность или эллипс) и текущая прямая строится на основе этой линии построения.
   - Активируйте одну из следующих опций автоменю:

<C> Выбрать касательную окружность

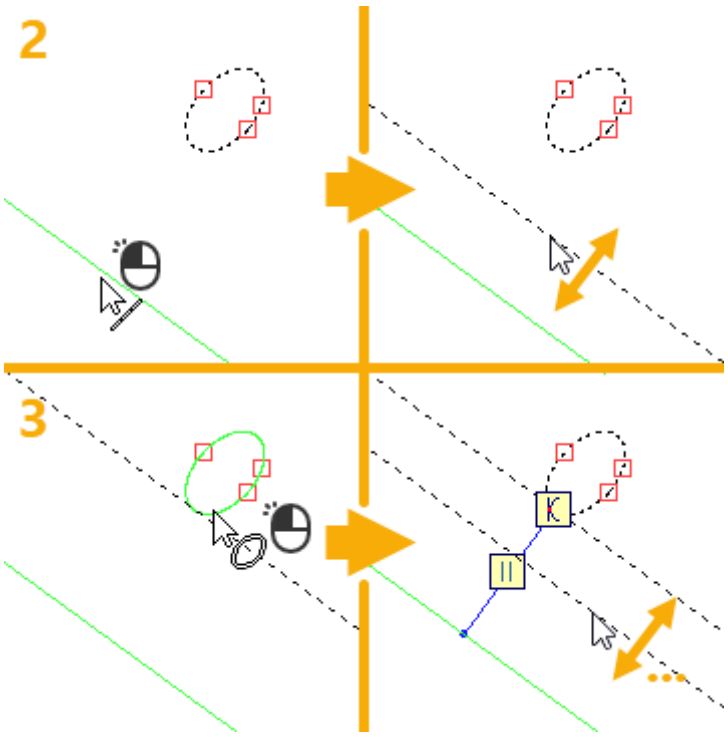
<E> Выбрать эллипс для создания прямой

<S> Выбрать сплайн

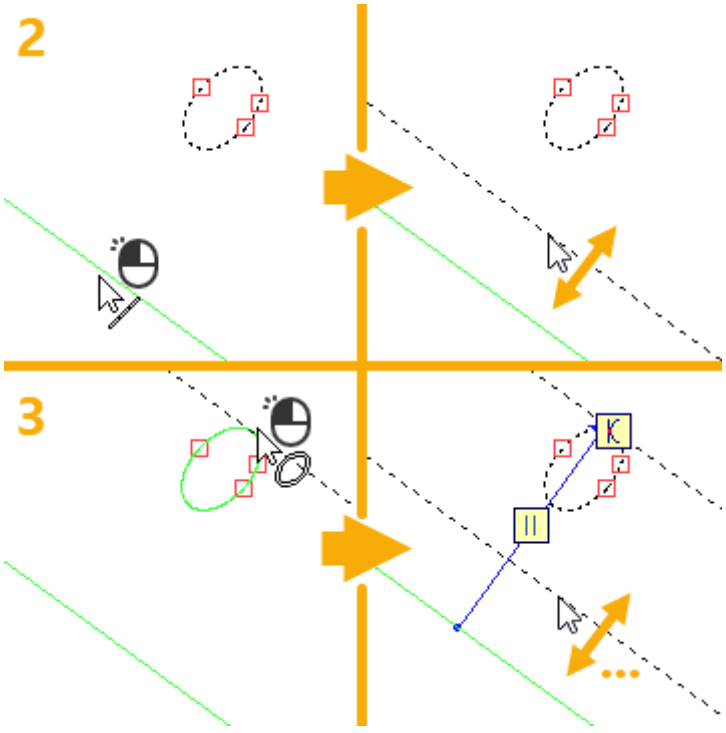
Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается линия построения соответствующего типа, ближайшая к курсору.

Если опция активируется мышью, то для выбора линии, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

Опция выбора сплайна, помимо сплайнов, позволяет выбирать 2D пути, кривые смещения и кривые-функции.



Пример создания параллельной прямой с касанием к эллипсу



Пример создания параллельной прямой на основе тех же элементов с другим вариантом касания

Метка отношения II, соединяющая полученную прямую с исходной, символизирует наличие параллельности, а метка K в точке касания - наличие касания.

После создания прямой команда остаётся в режиме создания прямых, параллельных той же исходной прямой. Для возврата в начальное состояние команды нажмите или **<Esc>**, либо воспользуйтесь следующей опцией:

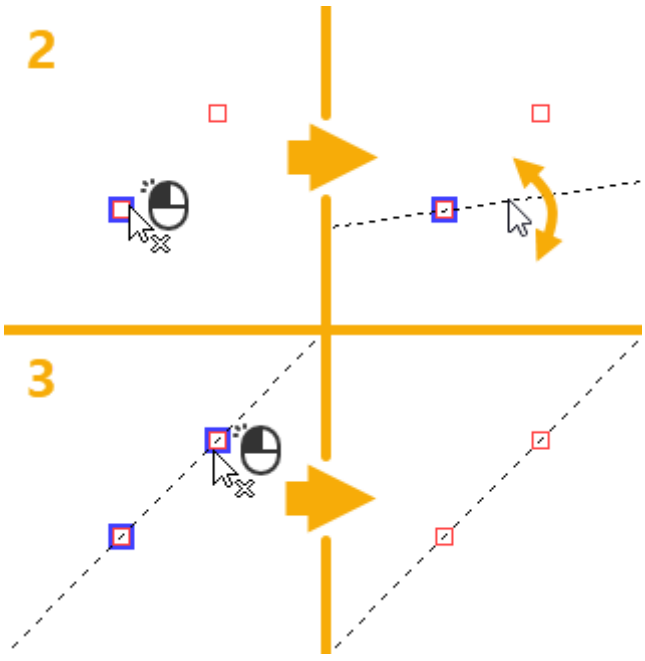
	<Esc>	Отменить выбор всех элементов

1. Вызовите команду **Прямая**.
2. Выберите первый 2D узел, через который должна проходить создаваемая прямая. Узел можно выбрать одним из следующих способов:
   - Наведите курсор на желаемый узел при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**.
   - Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
   - Активируйте следующую опцию автоменю:

	<N>	Выбрать узел

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору.
Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

После выбора появится предварительное изображение создаваемой прямой, поворачивающееся вокруг выбранного узла вслед за перемещениями курсора.
3. Выберите второй 2D узел, через который должна проходить создаваемая прямая. Узел можно выбрать одним из способов, описанных выше.



После создания прямой команда остаётся в режиме создания прямых под произвольным углом и возвращается к начальному набору опций автоменю.

1. Вызовите команду **Прямая**.
2. Выберите 2D узел, через который должна проходить создаваемая прямая. Узел можно выбрать одним из следующих способов:

- Наведите курсор на желаемый узел при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**.
- Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

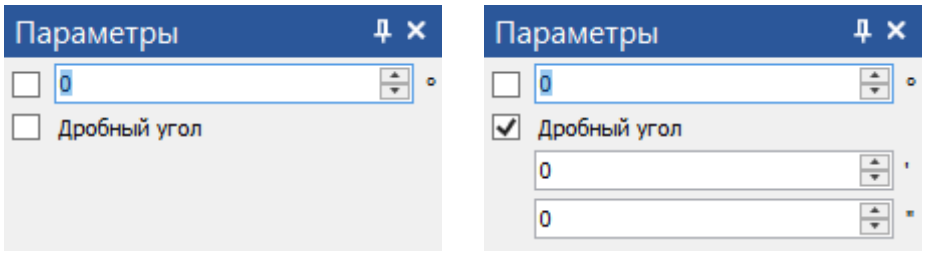
	<N>	Выбрать узел

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору. Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

После выбора появится предварительное изображение создаваемой прямой, поворачивающееся вокруг выбранного узла вслед за перемещениями курсора.

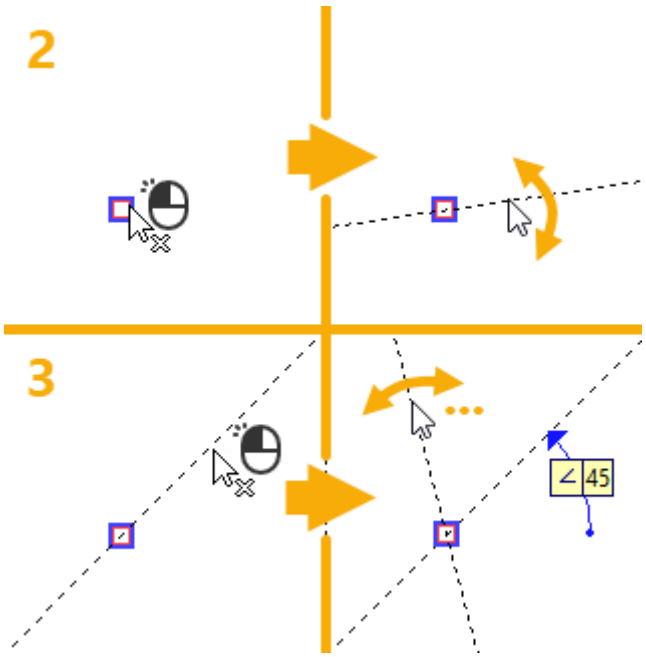
3. Задайте угол, под которым должна проходить создаваемая прямая. Угол измеряется против часовой стрелки относительно горизонтали. Угол можно задать любым из следующих способов:

- Установите курсор в произвольную точку чертежа без привязки к существующим элементам и нажмите или **<Enter>**. Значение угла будет подобрано таким образом, чтобы обеспечить прохождение прямой через указанную точку.
- Введите значение с клавиатуры. По умолчанию значение вводится в градусах (°) в поле, расположенное в верхней части окна параметров. Если установить флаг **Дробный угол**, то в окне параметров появятся дополнительные поля для ввода минут (') и секунд (").



Вместо значения можно также ввести имя переменной. Для завершения ввода нажмите **<Enter>** или в любом месте окна чертежа.

Значение угла сохраняется в параметрах линии и может быть изменено позже.



Метка отношения 45, соединяющая полученную прямую с горизонталью, отображает угол относительно горизонтали.

После создания прямой команда остаётся в режиме создания прямых под углом к горизонтали через тот же узел. Для возврата в начальное состояние команды нажмите или **<Esc>**, либо воспользуйтесь следующей опцией:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов

1. Вызовите команду **Прямая**.
2. Выберите 2D узел, через который должна проходить создаваемая прямая. Узел можно выбрать одним из следующих способов:
   - Наведите курсор на желаемый узел при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**.
   - Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
   - Активируйте следующую опцию автоменю:

	<N>	Выбрать узел

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору.

Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

После выбора появится предварительное изображение создаваемой прямой, поворачивающееся вокруг выбранного узла вслед за перемещениями курсора.

3. Выберите исходную прямую для отсчета угла. Для выбора доступны как прямые линии построения, так и отрезки линий изображения. Линию можно выбрать одним из следующих способов:

- Наведите курсор на желаемую линию построения или изображения при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. При выборе отрезка линии изображения автоматически создаётся совпадающая с ним прямая линия построения и текущая прямая строится на основе этой линии построения.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

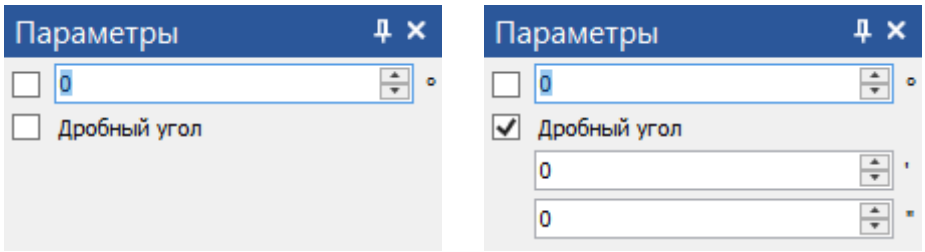
	<L>	Выбрать прямую привязки

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается прямая линия построения, ближайшая к курсору.

Если опция активируется мышью, то для выбора линии, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

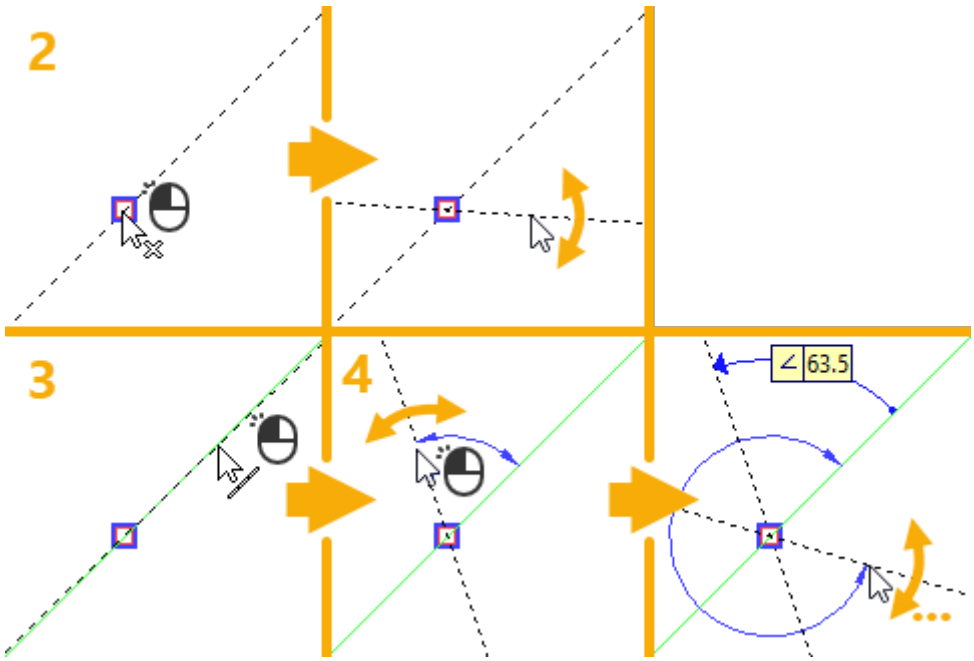
4. Задайте угол, под которым должна проходить создаваемая прямая. Угол измеряется против часовой стрелки относительно прямой, выбранной на предыдущем шаге. Угол можно задать любым из следующих способов:

- Установите курсор в произвольную точку чертежа без привязки к существующим элементам и нажмите или **<Enter>**. Значение угла будет подобрано таким образом, чтобы обеспечить прохождение прямой через указанную точку.
- Введите значение с клавиатуры. По умолчанию значение вводится в градусах (°) в поле, расположенное в верхней части окна параметров. Если установить флаг **Дробный угол**, то в окне параметров появятся дополнительные поля для ввода минут (') и секунд (").



Вместо значения можно также ввести имя переменной. Для завершения ввода нажмите **<Enter>** или в любом месте окна чертежа.

Значение угла сохраняется в параметрах линии и может быть изменено позже.



Метка отношения 63.5, соединяющая полученную прямую с исходной, отображает угол между ними.

После создания прямой команда остаётся в режиме создания прямых под углом к той же прямой через тот же узел. Для возврата в начальное состояние команды нажмите или **<Esc>**, либо воспользуйтесь следующей опцией:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов

1. Вызовите команду **Прямая**.
2. Выберите 2D узел, через который должна проходить создаваемая прямая. Узел можно выбрать одним из следующих способов:
   - Наведите курсор на желаемый узел при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**.
   - Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
   - Активируйте следующую опцию автоменю:

	<N>	Выбрать узел

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору.

Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

После выбора появится предварительное изображение создаваемой прямой, поворачивающееся вокруг выбранного узла вслед за перемещениями курсора.

3. Выберите исходную прямую для отсчета угла. Для выбора доступны как прямые линии построения, так и отрезки линий изображения. Линию можно выбрать одним из следующих способов:

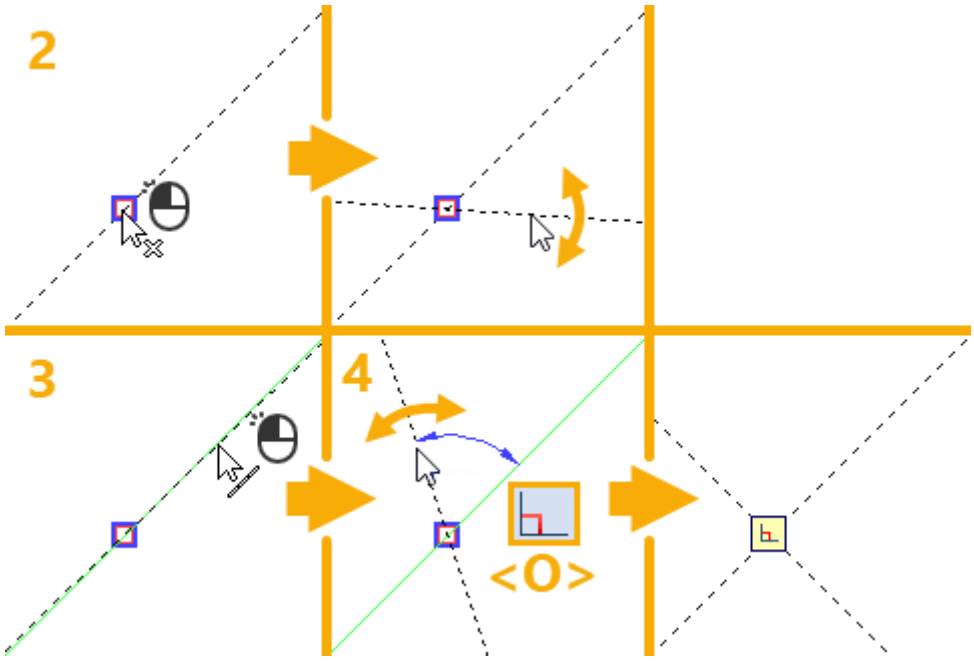
- Наведите курсор на желаемую линию построения или изображения при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. При выборе отрезка линии изображения автоматически создаётся совпадающая с ним прямая линия построения и текущая прямая строится на основе этой линии построения.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

	<L>	Выбрать прямую привязки

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается прямая линия построения, ближайшая к курсору.
Если опция активируется мышью, то для выбора линии, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

4. Активируйте следующую опцию автоменю:

	<O>	Создать перпендикулярную прямую



Метка отношения в точке пересечения полученной прямой с исходной символизирует наличие перпендикулярности.

После создания прямой команда остаётся в режиме создания прямых под произвольным углом и возвращается к начальному набору опций автоменю.

1. Вызовите команду **Прямая**.
2. Выберите 2D узел, через который должна проходить создаваемая прямая. Узел можно выбрать одним из следующих способов:

- Наведите курсор на желаемый узел при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**.

- Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

<N> Выбрать узел

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору.
Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

После выбора появится предварительное изображение создаваемой прямой, поворачивающееся вокруг выбранного узла вслед за перемещениями курсора.

3. Выберите кривую, которой должна касаться создаваемая прямая. Для выбора доступны **линии построения** (**окружности, эллипсы, 2D пути, сплайны, кривые смещения, функции**) **и линии изображения (окружности, дуги окружностей, эллипсы, дуги эллипсов)**. Вариант касания к кривой зависит от положения курсора в момент её выбора: точка касания будет расположена как можно ближе к нормальной проекции положения курсора на кривую. Кривую можно выбрать одним из следующих способов:

- Наведите курсор на желаемую линию при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. При выборе линии изображения автоматически создаётся совпадающая с ней линия построения (окружность или эллипс) и текущая прямая строится на основе этой линии построения.
- Активируйте одну из следующих опций автоменю:

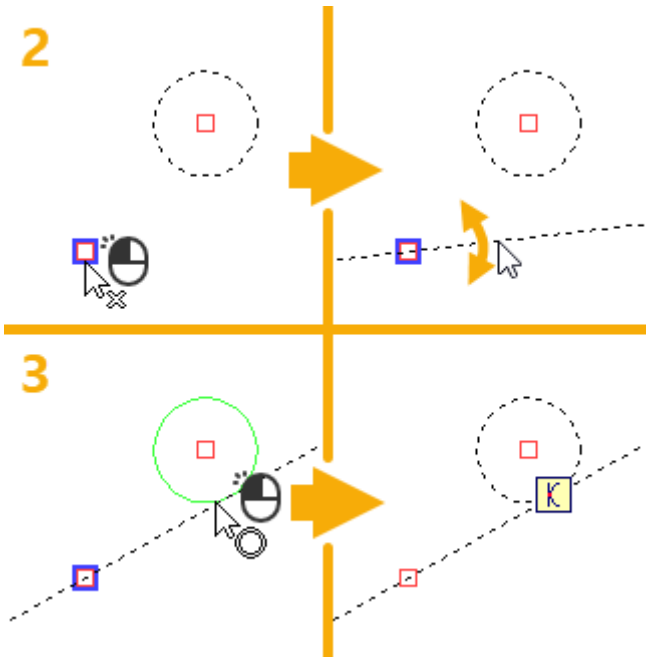
<C> Выбрать касательную окружность

<E> Выбрать эллипс для создания прямой

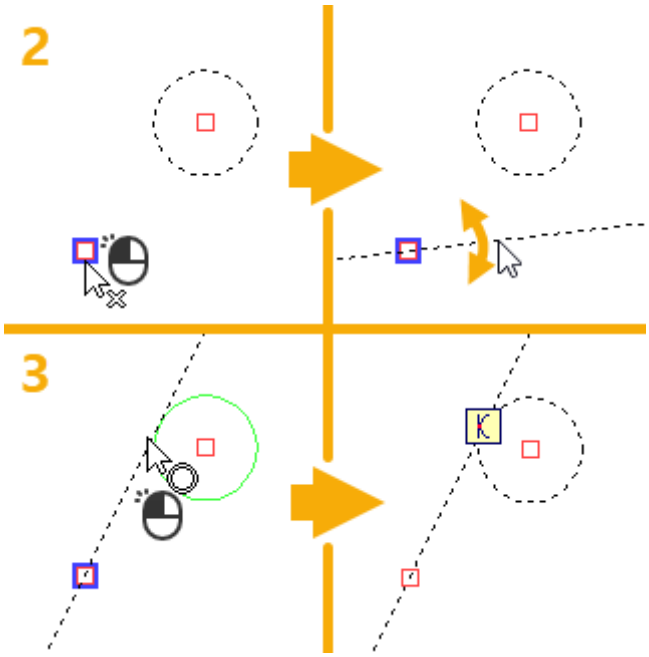
<S> Выбрать сплайн

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается линия построения соответствующего типа, ближайшая к курсору.
Если опция активируется мышью, то для выбора линии, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.
Опция выбора сплайна, помимо сплайнов, позволяет выбирать 2D пути, кривые смещения и кривые-функции.

Второй и **третий** шаги можно выполнять в любом порядке.



Пример создания прямой через узел с касанием к окружности



Пример создания прямой на основе тех же элементов с другим вариантом касания

Метка отношения K в точке касания символизирует наличие касания.

После создания прямой команда остаётся в режиме создания прямых под произвольным углом и возвращается к начальному набору опций автоменю.

1. Вызовите команду **Прямая**.
2. Выберите кривую, которой должна касаться создаваемая прямая. Для выбора доступны **линии построения** (**окружности или эллипсы**) **и линии изображения (окружности, дуги окружностей, эллипсы, дуги эллипсов**). Предпочтительный вариант касания к кривой зависит от положения курсора в момент её выбора: точка касания будет расположена как можно ближе к нормальной

проекции положения курсора на кривую. Однако, окончательный выбор варианта касания зависит от положения курсора в момент задания угла на четвёртом шаге. Кривую можно выбрать одним из следующих способов:

- Наведите курсор на желаемую линию при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. При выборе линии изображения автоматически создаётся совпадающая с ней линия построения (окружность или эллипс) и текущая прямая строится на основе этой линии построения.
- Активируйте одну из следующих опций автоменю:

<C> Выбрать касательную окружность

<E> Выбрать эллипс для создания прямой

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается линия построения соответствующего типа, ближайшая к курсору.

Если опция активируется мышью, то для выбора линии, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

После выбора появится предварительное изображение создаваемой прямой, следующее за курсором, сохраняя касание к выбранной линии.

3. Выберите исходную прямую для отсчета угла. Для выбора доступны как прямые линии построения, так и отрезки линий изображения. Линию можно выбрать одним из следующих способов:

- Наведите курсор на желаемую линию построения или изображения при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. При выборе отрезка линии изображения автоматически создаётся совпадающая с ним линия прямая линия построения и текущая прямая строится на основе этой линии построения.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

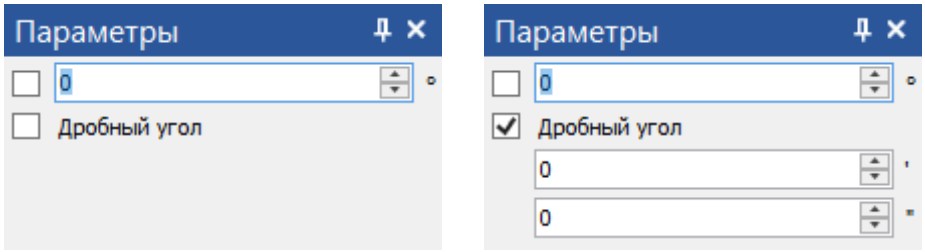
<L> Выбрать прямую привязки

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается прямая линия построения, ближайшая к курсору.

Если опция активируется мышью, то для выбора линии, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

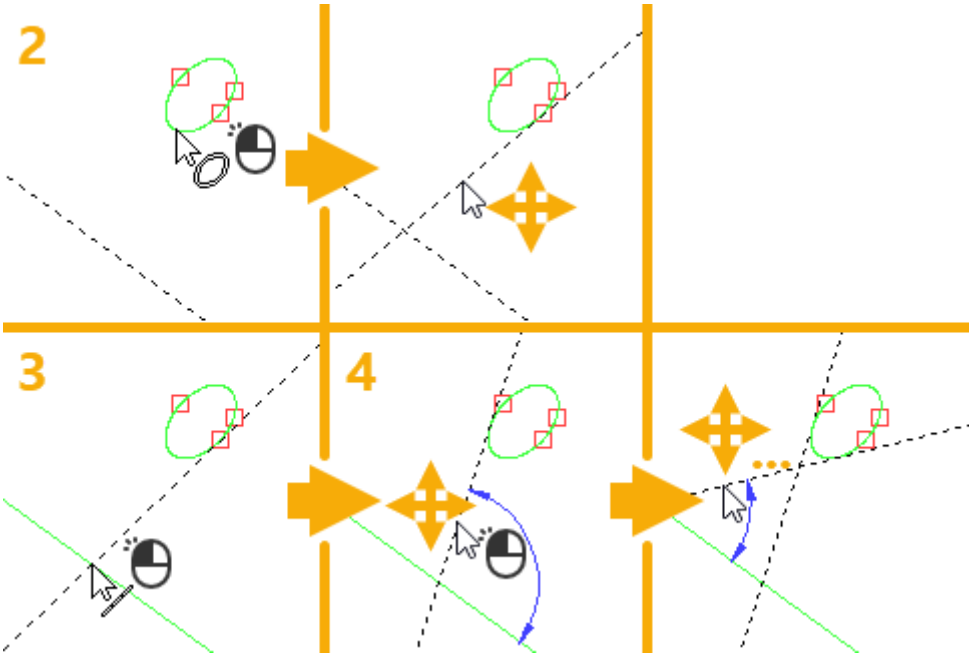
4. Задайте угол, под которым должна проходить создаваемая прямая. Угол измеряется против часовой стрелки относительно прямой, выбранной на предыдущем шаге. Угол можно задать любым из следующих способов:

- Установите курсор в произвольную точку чертежа без привязки к существующим элементам и нажмите или **<Enter>**. Значение угла будет подобрано таким образом, чтобы обеспечить прохождение прямой через указанную точку. При этом по возможности используется вариант касания к кривой, заданный на этапе её выбора.
- Введите значение с клавиатуры. По умолчанию значение вводится в градусах (°) в поле, расположенное в верхней части окна параметров. Если установить флаг **Дробный угол**, то в окне параметров появятся дополнительные поля для ввода минут (') и секунд (").

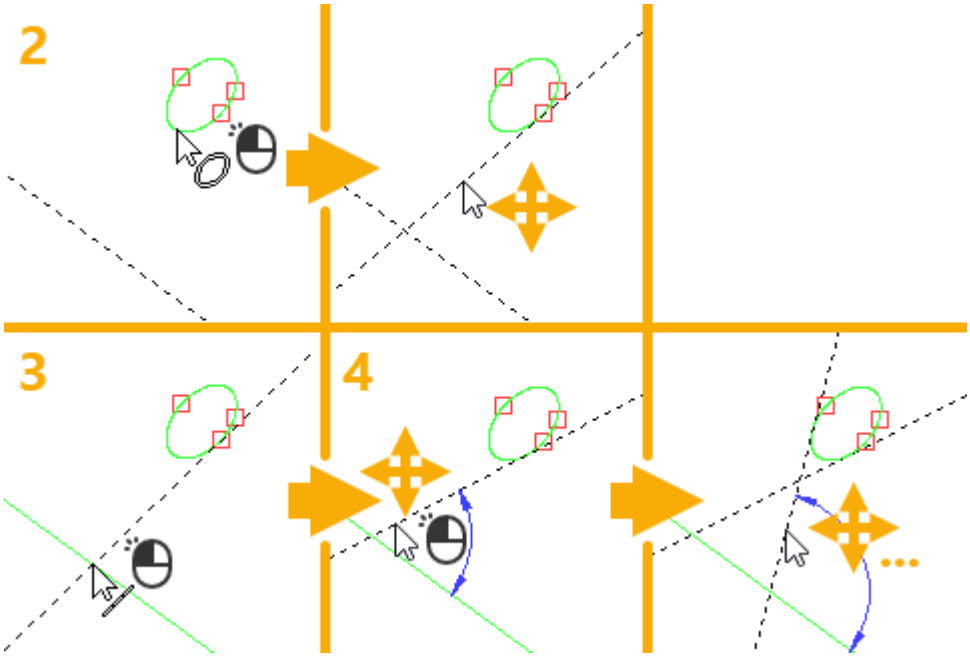


Вместо значения можно также ввести имя переменной. Для завершения ввода нажмите **<Enter>** или в любом месте окна чертежа. При этом будет выбран вариант касания, обеспечивающий наименьшее возможное расстояние между создаваемой прямой и положением курсора в момент ввода первого символа значения.

Значение угла сохраняется в параметрах линии и может быть изменено позже.



Пример создания прямой с касанием к эллипсу под углом к другой прямой



Пример создания прямой на основе тех же элементов с другим вариантом касания

После создания прямой команда остаётся в режиме создания прямых под углом к той же прямой с касанием к той же кривой. Для возврата в начальное состояние команды нажмите или **<Esc>**, либо воспользуйтесь следующей опцией:

<Esc> Отменить выбор всех элементов

1. Вызовите команду **Прямая**.
2. Выберите первую кривую, которой должна касаться создаваемая прямая. Для выбора доступны **линии построения** (**окружности, эллипсы, 2D пути, сплайны, кривые смещения, функции**) **и линии изображения (окружности, дуги окружностей, эллипсы, дуги эллипсов)**. Предпочтительный вариант касания к первой кривой зависит от положения курсора в момент её выбора: точка касания будет расположена как можно ближе к нормальной проекции положения курсора на кривую. Однако, окончательный выбор варианта касания происходит на следующем шаге. Кривую можно выбрать одним из следующих способов:

- Наведите курсор на желаемую линию при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. При выборе линии изображения автоматически создаётся совпадающая с ней линия построения (окружность или эллипс) и текущая прямая строится на основе этой линии построения.
- Активируйте одну из следующих опций автоменю:

	<C>	Выбрать касательную окружность
	<E>	Выбрать эллипс для создания прямой
	<S>	Выбрать сплайн

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается линия построения соответствующего типа, ближайшая к курсору.

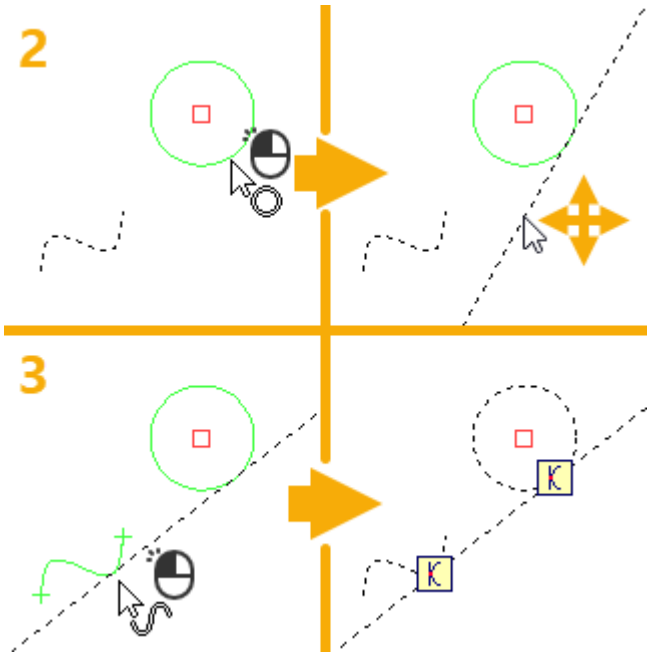
Если опция активируется мышью, то для выбора линии, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

Опция выбора сплайна, помимо сплайнов, позволяет выбирать 2D пути, кривые смещения и кривые-функции.

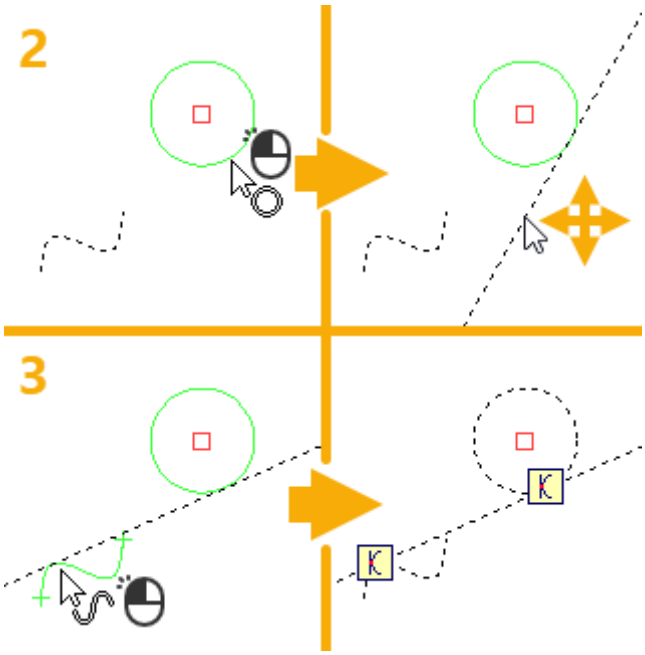
После выбора появится предварительное изображение создаваемой прямой, следующее за курсором, сохраняя касание к выбранной линии.

3. Выберите вторую кривую, которой должна касаться создаваемая прямая. Для выбора доступны линии тех же типов, что и на предыдущем шаге. Линию можно выбрать одним из способов, описанных выше. Вариант касания ко второй кривой зависит от положения курсора в момент её выбора: точка касания будет расположена как можно ближе к нормальной проекции положения курсора на кривую. При этом, соблюдение данного условия для второй кривой имеет приоритет над соблюдением аналогичного условия для первой кривой.

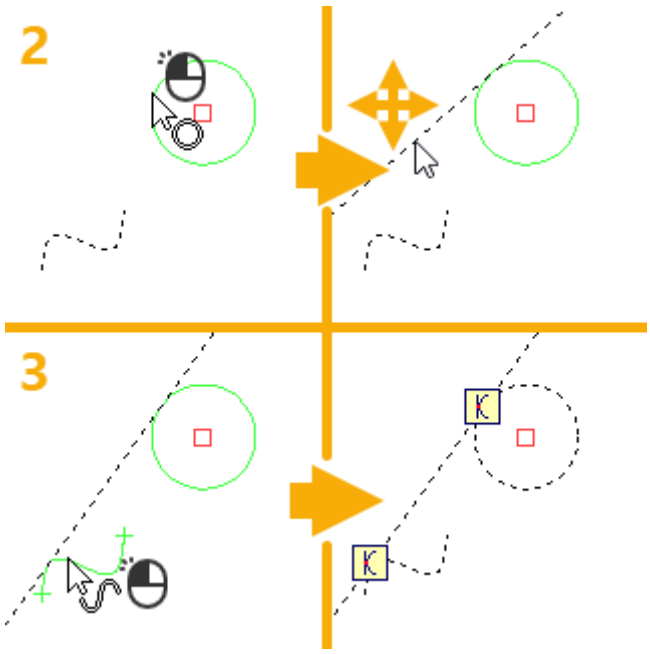
Примеры создания прямой
с различными вариантами касания
к окружности и сплайну:



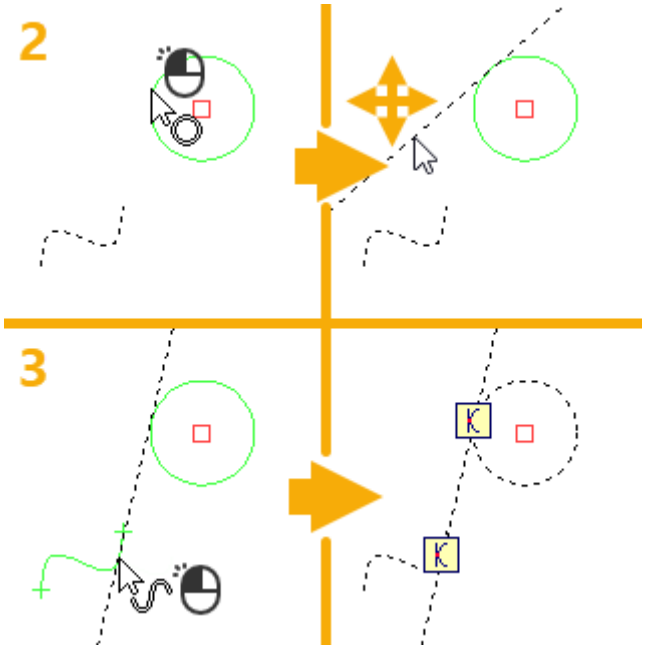
Пример 1



Пример 2



Пример 3



Пример 4

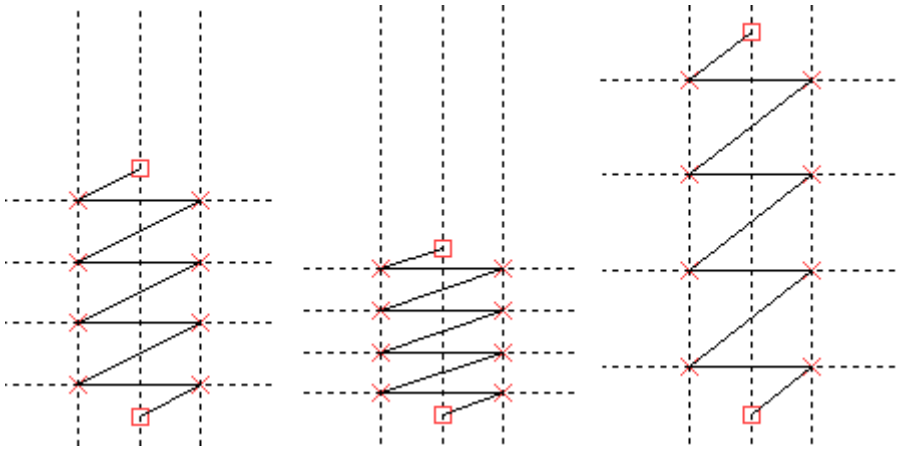
Метки отношений K в точках касания символизируют наличие касания.

После создания прямой команда остаётся в режиме создания прямых под произвольным углом и возвращается к начальному набору опций автоменю.

Пропорциональная прямая

Пропорциональная прямая проходит перпендикулярно воображаемому отрезку, соединяющему два 2D узла, и делит расстояние между этими узлами в заданной пропорции. При последующих изменениях расстояния между узлами прямая будет перестраиваться таким образом, что пропорция сохраняется. При помощи прямых такого типа можно нарисовать, например, пружину с постоянным

числом витков и переменной длиной. Расстояние между витками такой пружины будет меняться пропорционально общей длине пружины.



Для создания пропорциональной прямой необходимо выполнить следующие действия:

1. Вызовите команду Прямая.
2. Активируйте следующую опцию автоменю:

<T> Создать пропорциональную прямую

3. Выберите первый из узлов, между которыми вы хотите построить пропорциональную прямую. Узел можно выбрать одним из следующих способов:

- Наведите курсор на желаемый узел при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**.
- Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. В указанной точке будет создан связанный 2D узел, и этот узел будет выбран для построения пропорциональной прямой.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

<N> Выбрать узел

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору. Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

4. Выберите второй из узлов, между которыми вы хотите построить пропорциональную прямую. Узел можно выбрать одним из способов, описанных выше.

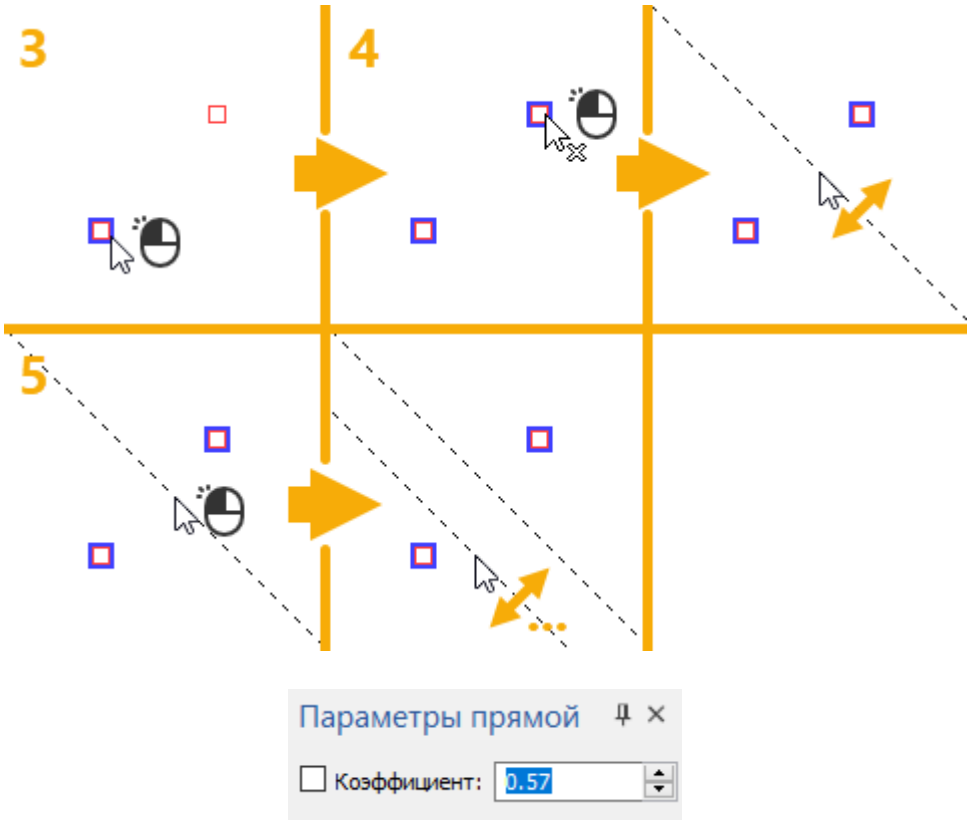
После выбора появится предварительное изображение создаваемой прямой, следующее за курсором

5. Задайте коэффициент пропорциональности расстояний между создаваемой прямой и выбранными узлами. Коэффициент измеряется в относительных единицах, где 0 соответствует прохождению прямой через через первый выбранный узел, а 1 - через второй. При этом диапазон значений не ограничен. Например, при значении равном 0.5 прямая будет проходить посередине между двумя узлами; при значении равном 2 - на расстоянии от второго узла, равном расстоянию между узлами, отложенному в направлении, противоположном первому узлу; при значении равном -2 - на расстоянии от первого узла, равном удвоенному расстоянию между узлами, отложенному в

направлении, противоположном второму узлу. Пока предварительное изображение следует за курсором, значение коэффициента отображается в окне параметров и в правой части статусной строки. Коэффициент можно указать любым из следующих способов:

- Установите курсор в произвольную точку чертежа без привязки к существующим элементам и нажмите или <**Enter**>. Значение коэффициента будет подобрано так, чтобы прямая проходила через указанную точку.
- Введите значение с клавиатуры. Оно вводится в поле окна параметров. Вместо значения можно также ввести имя переменной. Для завершения ввода нажмите <**Enter**> или в любом месте окна чертежа.

Значение коэффициента сохраняется в параметрах линии и может быть изменено позже.



После создания прямой команда остаётся в режиме создания пропорциональных прямых относительно тех же узлов.

Ось симметрии двух прямых

1. Вызовите команду Прямая.
2. Активируйте следующую опцию автоменю:

<**U**> Создать ось симметрии

3. Выберите первую из прямых, ось симметрии между которыми вы хотите построить. Для выбора доступны как линии построения, так и отрезки линий изображения. Линию можно выбрать одним из следующих способов:

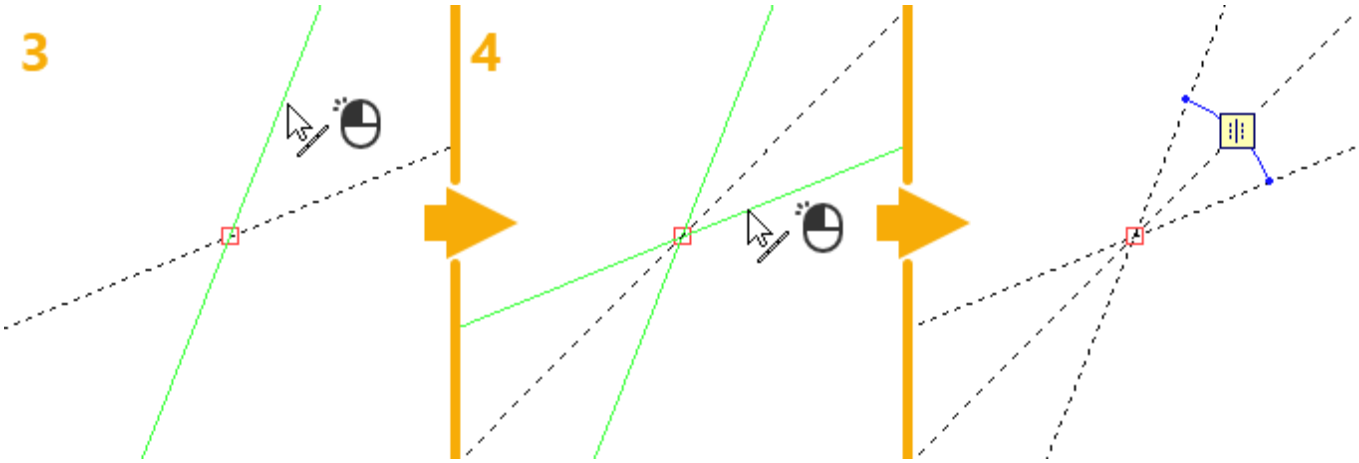
- Наведите курсор на желаемую линию построения или изображения при включенных объектных привязках и нажмите или <**Enter**>. При выборе отрезка линии изображения автоматически создаётся совпадающая с ним прямая линия построения и текущая прямая строится на основе этой линии построения.

- Используйте следующую опцию автоменю:

<L> Выбрать прямую привязки

Данная опция активна по умолчанию после входа в режим создания оси симметрии, поэтому для выбора линии построения, ближайшей к курсору, достаточно нажать в окне чертежа, либо использовать клавиши <L> или <Enter>.

4. Выберите вторую из прямых, ось симметрии между которыми вы хотите построить. Для выбора доступны те же линии, что и на предыдущем шаге. Линию можно выбрать одним из способов, описанных выше. При наведении курсора на линию появляется предварительное изображение создаваемой оси.



Метка отношения , расположенная на оси симметрии и соединяющая симметричные линии, отображает наличие симметрии.

После создания оси симметрии команда возвращается в режим по умолчанию.

Ось симметрии можно также построить в процессе создания параллельной прямой (через узел, на заданном расстоянии или с касанием). Для этого после выбора исходной прямой для создания параллели убедитесь, что активна опция создания оси симметрии или активируйте её. Затем выберите вторую прямую. Между выбранными прямыми появится ось, выбор второй прямой сбросится, а выбор первой прямой сохранится. Опция создания осей также останется активной. Далее можно продолжить выбор "вторых" прямых, создавая таким образом любое количество осей симметрии. После того, как все необходимые оси созданы, завершите создание прямой, параллельной исходной, выбрав узел, задав расстояние или выбрав касательную.

Симметричная прямая

1. Вызовите команду Прямая.
2. Выберите ось симметрии с помощью следующей опции автоменю:

<A> Выбрать ось симметрии (прямую)

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается прямая линия построения, ближайшая к курсору.

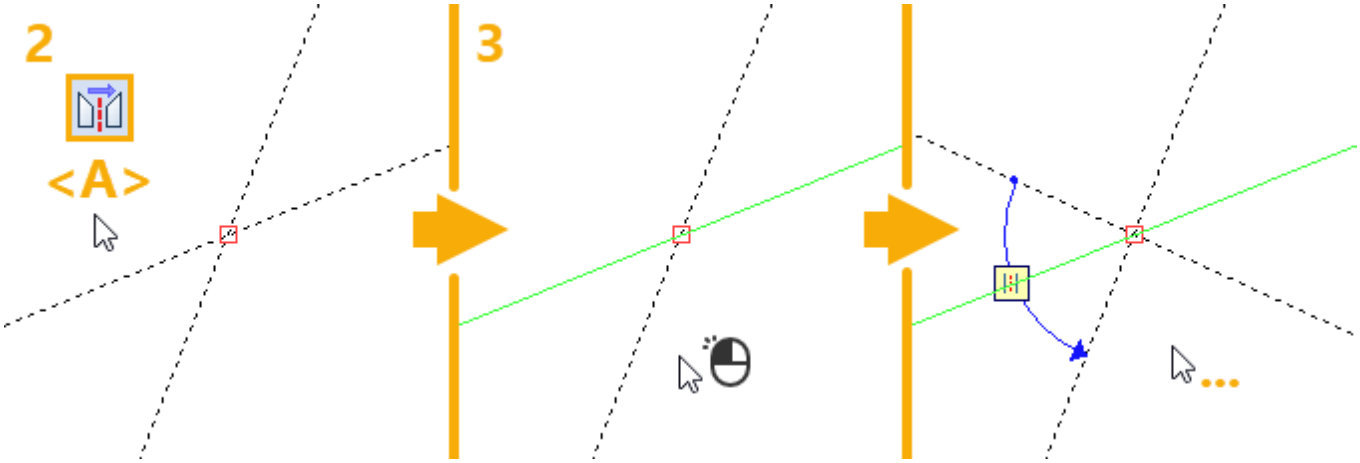
Если опция активируется мышью, то для выбора линии, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

3. Выберите прямую линию, которой будет симметрична создаваемая. Для выбора доступны как линии построения, так и отрезки линий изображения. Линию можно выбрать одним из следующих способов:

- Наведите курсор на желаемую линию при включенных объектных привязках и нажмите или <**Enter**>. При выборе отрезка линии изображения автоматически создаётся совпадающая с ним прямая линия построения, и текущая прямая строится на основе этой линии построения.
- Используйте следующую опцию автоменю:

  <**L**> Выбрать прямую привязки

  Данная опция активна по умолчанию после выбора оси симметрии, поэтому для выбора линии построения, ближайшей к курсору, достаточно нажать в окне чертежа, либо использовать клавиши <**L**> или <**Enter**>.



Метка отношения , расположенная на оси симметрии и соединяющая симметричные линии, отображает наличие симметрии.
После создания прямой команда остаётся в режиме построения симметричных прямых относительно той же оси.

Прямая на основе проекции

1. Вызовите команду **Прямая**.
2. Выберите проекцию с помощью следующей опции автоменю:

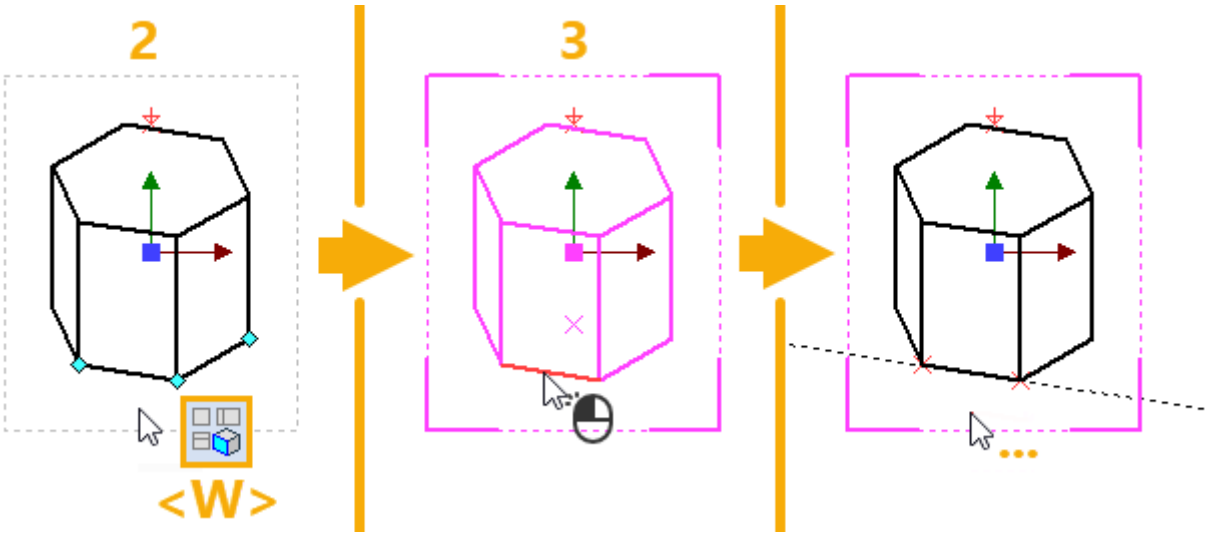
   <**W**> Выбрать 2D проекцию

   Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается проекция, ближайшая к курсору.
   Если опция активируется мышью, то для выбора проекции, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

Выбор проекции является необязательным. Этот шаг можно пропустить.

3. При включенных объектных привязках наведите курсор на прямую линию изображения, принадлежащую 2D проекции, затем нажмите или <**Enter**>. Будет создана прямая линия построения, совпадающая с выбранной линией изображения. Если на предыдущем шаге была

выбрана проекция, то для выбора доступны только линии, принадлежащие этой проекции. Если проекция не выбрана, то можно выбрать линию любой из имеющихся проекций.



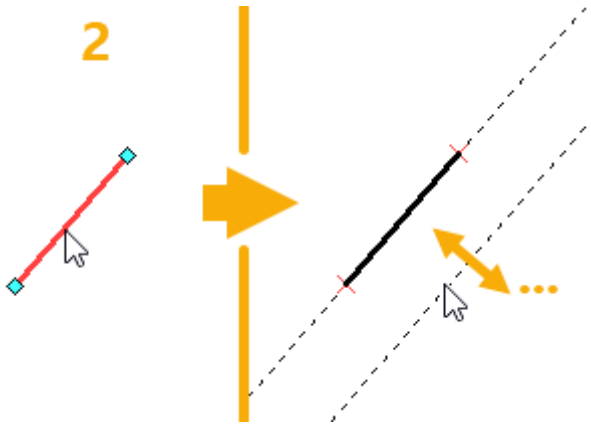
После создания прямой команда остаётся в режиме создания прямых на основе той же проекции.

Прямая на основе линии изображения

1. Вызовите команду Прямая.
2. При включенных объектных привязках наведите курсор на отрезок линии изображения, затем нажмите или **<Enter>**. В конечных точках выбранного отрезка будут созданы связанные 2D узлы, а через эти узлы пройдёт линия построения, совпадающая с выбранным отрезком.

Поскольку по умолчанию активен режим создания прямых под произвольным углом, получившаяся прямая будет выбрана в качестве исходной для создания параллельной прямой.

Далее можно либо продолжить создание параллельной прямой, отменить выбор и переключиться на другой режим, либо выйти из команды.



Кроме того, можно таким же образом создавать прямые линии построения на основе линий изображения в команде Окружность, а также в режиме связанного рисования в командах Узел и Изображение.

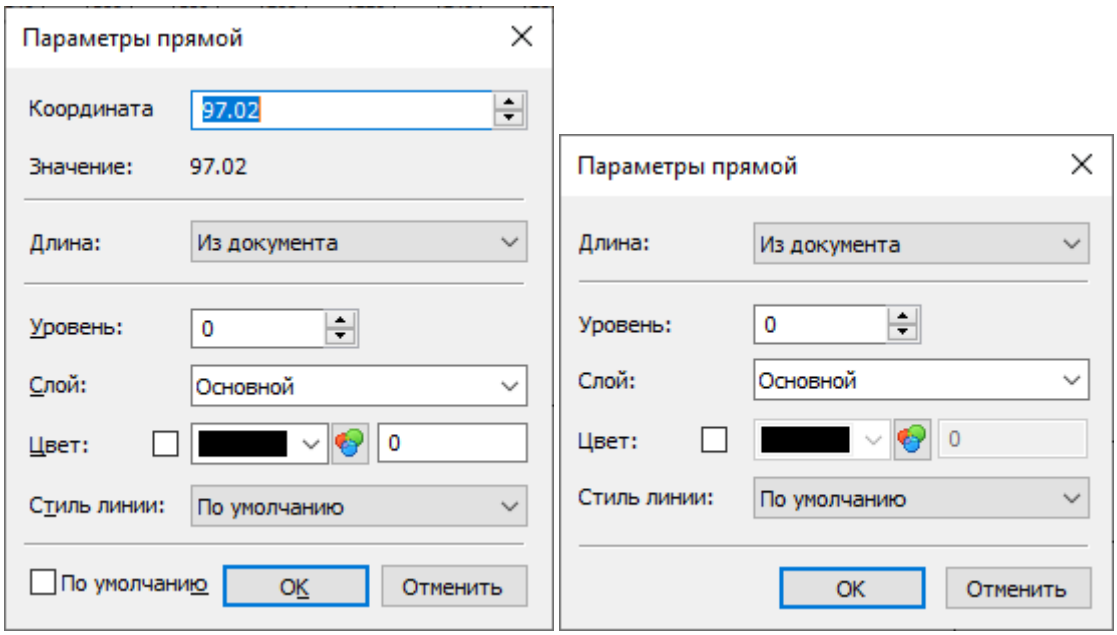
Диалог параметров прямой

Диалог параметров прямой можно вызвать одним из следующих способов:

- по двойному нажатию на прямой в окне чертежа, либо в окне **Элементы модели**;

- из контекстного меню, вызываемого по нажатию на прямой в окне чертежа, либо в окне **Элементы модели**;
- из динамической панели, отображаемой при выборе прямой в окне чертежа, если отключено прозрачное редактирование;
- из автоменю команды Прямая.
- из автоменю команды редактирования линий построения после выбора прямой.

При вызове из автоменю команды **Прямая**, в диалоге задаются параметры прямых создаваемых в дальнейшем. При других способах вызова в диалоге задаются параметры выбранной прямой. Диалог содержит следующие параметры:



Для уже созданных прямых в верхней части диалога может отображаться один из следующих параметров, если таковой использовался при её создании:

- **Расстояние**
  Доступен для прямой, построенной параллельно другой прямой на заданном расстоянии. Это расстояние от прямой, которую вы выбрали в качестве базовой для построения.
- **Угол**
  Доступен для прямой, построенной под углом к горизонтали, и для прямой, построенной под углом к другой прямой.
- **Коэффициент**
  Доступен для пропорциональной прямой. Это коэффициент пропорциональности расстояний между созданной прямой и выбранными узлами.
- **Координата**
  Доступен для горизонтальных и вертикальных прямых, включая построенные в режиме создания перпендикулярных прямых, если положение было задано указанием координат. Это расстояние по оси X или Y от начала координат вида, которому принадлежит прямая, до прямой.

Значение. Отображает численное значение **Расстояния**, **Угла, Коэффициента** или **Координаты,** что может быть полезным при задании этих параметров с помощью переменной или выражения.

Длина. См. главу Обрезка и восстановление линий построения.

Уровень. Помещает прямую на определенный уровень видимости.

Слой. Помещает прямую на определенный слой.
Цвет. При установленном флаге можно выбрать цвет текущего элемента. Если флаг не установлен, то элемент имеет цвет по умолчанию. Цвет по умолчанию задаётся в установках системы (**Установки** > **Цвета** > **Общие** > **Линии построения по умолчанию**). Кроме того, в параметрах документа можно задать отдельный цвет по умолчанию для элементов построения на конкретной странице (**Параметры документа** > **Страница** > **Цвета** > **Цвета** > **Линии построения**).
Стиль линии. В выпадающем списке можно выбрать один из вариантов отображения текущего элемента:

- **По умолчанию**
- **Сплошная**
- **Пунктир**
- **Длинный пунктир**
- **Штрихпунктир**

По умолчанию. Установка этого флага будет обозначать, что заданные в этом диалоговом окне значения параметров (кроме параметров **Расстояние, Угол** и **Координата**) будут применяться для новых линий построения всех типов.

Окружность

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Построения > Окружность Рабочая плоскость > Построения > Окружность
Клавиатура	Текстовое меню
<C>	Построения > Окружность

Окружности в T-FLEX CAD строятся посредством установления их геометрических связей с другими элементами построения. Такими связями могут быть положение центра окружности в узле, касание к прямой, касание к окружности, прохождение через узел, концентричность окружности, симметричность другой окружности.
За счёт комбинирования небольшого набора опций можно получать разнообразные по геометрическим связям окружности (см. Способы создания окружностей построения). Как и другие элементы построения, окружности отображаются непечатаемыми тонкими штриховыми линиями.

Опции автоменю

После вызова команды в автоменю доступны следующие опции:

<T> Выбрать узел в качестве центра окружности

<T> Выбрать узел, через который проходит окружность

Данные опции являются взаимоисключающими и соответствуют двум основным режимам создания окружностей. В первом режиме создание окружности начинается с указания её центра, во втором - с указания узла, через который проходит окружность.

<P> Установить параметры окружности

Вызывает диалог параметров окружности.

<N> Выбрать узел

Данная опция может быть использована в различных способах создания окружности для выбора 2D узлов. Выбранные узлы задают центр окружности и точки, через которые проходит окружность.

<L> Выбрать касательную прямую

<C> Выбрать касательную окружность

<E> Выбрать касательный эллипс

<S> Выбрать касательный сплайн

Данные опции могут быть использованы в различных способах создания окружности для выбора линий построения соответствующих типов. Выбранные линии используются в качестве касательных к создаваемой окружности.

<A> Выбрать ось симметрии (прямую)

См. Окружность построения, симметричная другой окружности построения.

<O> Выбрать концентрическую окружность

См. Окружность построения, концентричная другой окружности построения.

<W> Выбрать 2D проекцию

См. Окружность построения на основе проекции.

<F4> Изменить линии построения

Вызывает команду редактирования линий построения.

<Esc> Выйти из команды

При работе с командой набор доступных опций может меняться в зависимости от используемого способа создания окружности и этапа её создания.
После выбора любой линии или узла становится доступной следующая опция:

<I> Выбрать другой ближайший элемент

После выбора одной касательной кривой или двух касательных линий любого типа становится доступной следующая опция:

<Z> Изменить способ касания окружности

Она последовательно переключает доступные варианты касания создаваемой окружности к выбранным линиям.

После выбора двух касательных окружностей или прямых также становятся доступными следующие опции:

<G> Привязать окружность к узлу

<B> Отменить привязку к узлу

Работа с данными опциями описана в главе Привязка к узлу варианта касания окружности построения.

В процессе выбора исходных элементов для создания окружности можно отменить выбор и вернуться в начальное состояние команды с помощью следующей опции:

<Esc> Отменить выбор всех элементов

Создание 2D узлов

На любом этапе работы с командой нажатие **<Space>** создаёт связанный 2D узел на ближайшем к курсору пересечении линий построения. Если на ближайшем пересечении уже есть узел, или на текущей странице нет пересечений, то нажатие **<Space>** не имеет эффекта.

Создание линий построения на основе линий изображения

В качестве касательных к создаваемой окружности могут использоваться только линии построения. Однако, при выборе касательных возможен также выбор линий изображения (отрезков, окружностей и дуг окружностей). Для выбора линии изображения необходимо навести на неё курсор и нажать или **<Enter>**. При выборе окружности или дуги окружности автоматически создаётся совпадающая с ней окружность построения, а при выборе отрезка - совпадающая с ним бесконечная прямая линия построения. В итоге, в качестве касательных к текущей окружности используются не сами линии изображения, а линии построения, созданные таким образом на их основе.

Основные темы в этом разделе:

- Режимы и способы создания окружностей построения
- Привязка к узлу варианта касания окружности построения
- Параметры окружности построения

См. также:

- Редактирование окружностей

Режимы и способы создания окружностей построения

В T-FLEX CAD доступны следующие режимы и способы создания окружностей построения:

- Окружность с центром в узле
  - С центром в узле и заданным радиусом
  - С центром в узле, через узел
  - С центром в узле и одной касательной
- Окружность через узел

    - Через три узла
    - Через два узла, с заданным радиусом
    - Через два узла, с одной касательной
    - Через узел, с одной касательной, с заданным радиусом
    - Через узел, с двумя касательными
- С двумя касательными, через узел
- С двумя касательными и заданным радиусом
- С тремя касательными
- Симметрично другой окружности построения
- Концентрично другой окружности построения
- На основе проекции
- На основе линии изображения

Окружность с центром в узле

Режим команды **Окружность**, предназначенный для построения окружностей с центром в выбранном 2D узле, активируется следующими способами:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Построения > Окружность > Окружность с узлом в центре
Клавиатура	Текстовое меню
<C>><T>	
Автоменю команды **<C>** Окружность	
<T>	Выбрать узел в качестве центра окружности

Если данный режим уже активен, то нажатие клавиши **<T>** переключает команду в режим построения окружностей, проходящих через выбранный 2D узел.

В режиме построения окружностей с центром в выбранном 2D узле доступны следующие способы создания окружности:

- С центром в узле и заданным радиусом
- С центром в узле, через узел
- С центром в узле и одной касательной

Общим для всех перечисленных способов является то, что построение начинается с выбора 2D узла, который будет центром создаваемой окружности.

После активации режима доступен полный набор опций автоменю команды **Окружность**. С их помощью можно переключиться в любой другой режим режим.

1. Вызовите режим построения окружностей с центром в узле.
2. Выберите 2D узел, который будет являться центром создаваемой окружности. Узел можно выбрать одним из следующих способов:

- Нажмите или **<Enter>**, когда курсор находится в окне чертежа, для выбора узла, ближайшего к курсору.

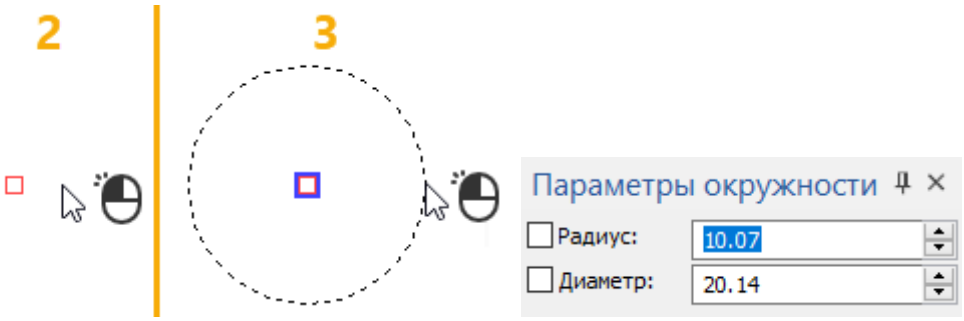
- Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или <**Enter**>. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

<**N**> Выбрать узел

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору. Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

3. Задайте радиус или диаметр окружности одним из следующих способов:
   - Введите значение радиуса или диаметра с клавиатуры. Значения вводятся в поля окна параметров. По умолчанию активно поле ввода радиуса. Можно переключаться между вводом диаметра и радиуса, нажимая <**Tab**> или нажимая на желаемом поле. Вместо значения можно также ввести имя переменной. Для завершения ввода нажмите <**Enter**> или в любом месте окна чертежа .
   - Установите курсор в произвольную точку чертежа без привязки к существующим элементам и нажмите или <**Enter**>. Радиус и диаметр окружности будут подобраны таким образом, чтобы обеспечить прохождение окружности через указанную точку.

Независимо от способа задания радиус и диаметр сохраняются в параметрах окружности и могут быть изменены позже.



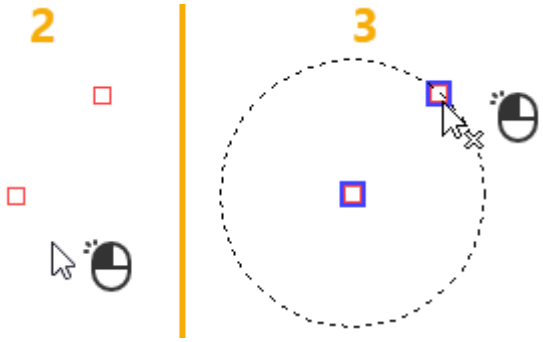
После создания окружности команда возвращается в начальное состояние.

1. Вызовите режим построения окружностей с центром в узле.
2. Выберите 2D узел, который будет являться центром создаваемой окружности. Узел можно выбрать одним из следующих способов:
   - Нажмите или <**Enter**>, когда курсор находится в окне чертежа, для выбора узла, ближайшего к курсору.
     Данный способ работает, только когда узел выбирается первым.
   - Наведите курсор на желаемый узел при включенных объектных привязках и нажмите или <**Enter**>.
   - Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или <**Enter**>. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
   - Активируйте следующую опцию автоменю:

<N> Выбрать узел

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору. Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

3. Выберите 2D узел, через который будет проходить создаваемая окружность. Узел можно выбрать одним из способов, описанных выше.



После создания окружности команда возвращается в начальное состояние.

1. Вызовите режим построения окружностей с центром в узле.
2. Выберите 2D узел, который будет являться центром создаваемой окружности. Узел можно выбрать одним из следующих способов:

- Нажмите или **<Enter>**, когда курсор находится в окне чертежа, для выбора узла, ближайшего к курсору.
- Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

<N> Выбрать узел

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору. Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

3. Выберите линию, которой будет касаться создаваемая окружность. Для выбора доступны **прямые**, **окружности** и **эллипсы построения**. Линию можно выбрать одним из следующих способов:

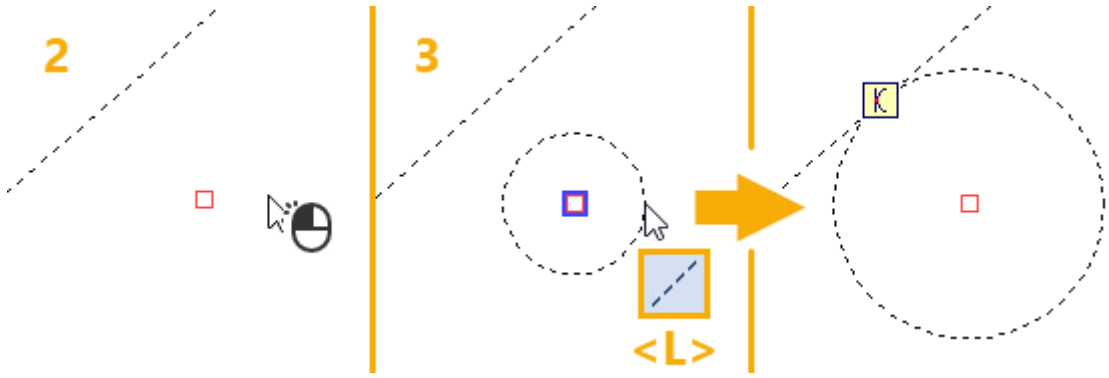
- Наведите курсор на желаемую линию при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**.
- Активируйте одну из следующих опций автоменю:

<L> Выбрать касательную прямую

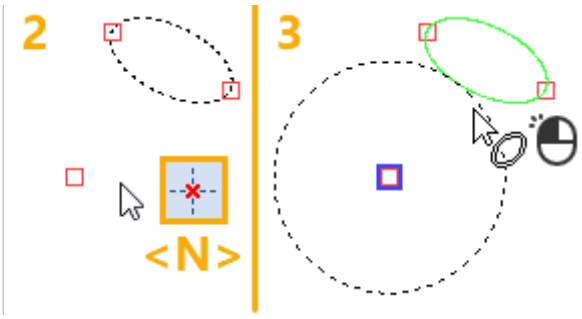
<C> Выбрать касательную окружность

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается линия построения соответствующего типа, ближайшая к курсору.

Если опция активируется мышью, то для выбора линии, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.



Пример создания окружности, касательной к прямой



Пример создания окружности, касательной к эллипсу

После создания окружности команда возвращается в начальное состояние.

Окружность через узел

Режим команды **Окружность**, предназначенный для построения окружностей, проходящих через выбранный 2D узел, активируется следующими способами:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Построения > Окружность > Окружность через узел
Клавиатура	Текстовое меню
<C><T>	
Автоменю команды <C> Окружность	
<T>	Выбрать узел, через который проходит окружность

Если данный режим уже активен, то нажатие клавиши <T> переключает команду в режим построения окружностей с центром в узле.

В режиме построения окружностей, проходящих через выбранный 2D узел, доступны следующие способы создания окружности:

- Через три узла
- Через два узла, с заданным радиусом
- Через два узла, с одной касательной
- Через узел, с одной касательной, с заданным радиусом
- Через узел, с двумя касательными

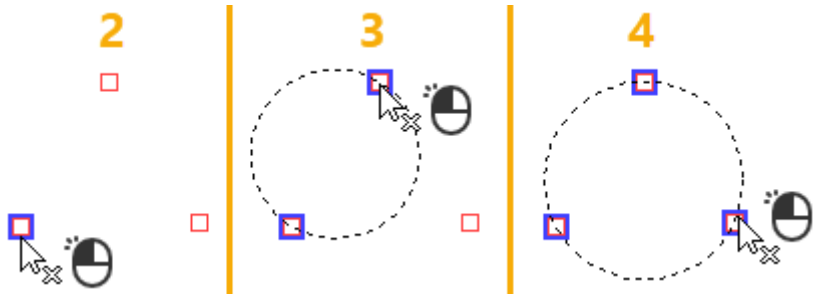
Общим для всех перечисленных способов является то, что построение начинается с выбора 2D узла, через который должна проходить создаваемая окружность.

После активации режима доступен полный набор опций автоменю команды **Окружность**. С их помощью можно переключиться в любой другой режим режим.

1. Вызовите режим построения окружностей, проходящих через узел.
2. Выберите первый 2D узел, который будет являться центром создаваемой окружности. Узел можно выбрать одним из следующих способов:
   - Нажмите или <**Enter**>, когда курсор находится в окне чертежа, для выбора узла, ближайшего к курсору.
     Данный способ работает, только когда узел выбирается первым.
   - Наведите курсор на желаемый узел при включенных объектных привязках и нажмите или <**Enter**>.
   - Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или <**Enter**>. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
   - Активируйте следующую опцию автоменю:

	<**N**>	Выбрать узел

     Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору.
     Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.
3. Выберите второй 2D узел, через который будет проходить создаваемая окружность. Узел можно выбрать одним из способов, описанных выше.
4. Выберите третий 2D узел, через который будет проходить создаваемая окружность. Узел можно выбрать одним из способов, описанных выше.



После создания окружности команда возвращается в начальное состояние.

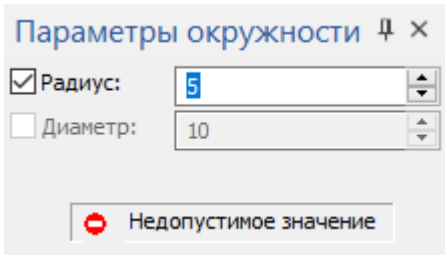
1. Вызовите режим построения окружностей, проходящих через узел.
2. Выберите первый 2D узел, который будет являться центром создаваемой окружности. Узел можно выбрать одним из следующих способов:

- Нажмите или <**Enter**>, когда курсор находится в окне чертежа, для выбора узла, ближайшего к курсору.
  Данный способ работает, только когда узел выбирается первым.
- Наведите курсор на желаемый узел при включенных объектных привязках и нажмите или <**Enter**>.
- Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или <**Enter**>. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

	<**N**>	Выбрать узел

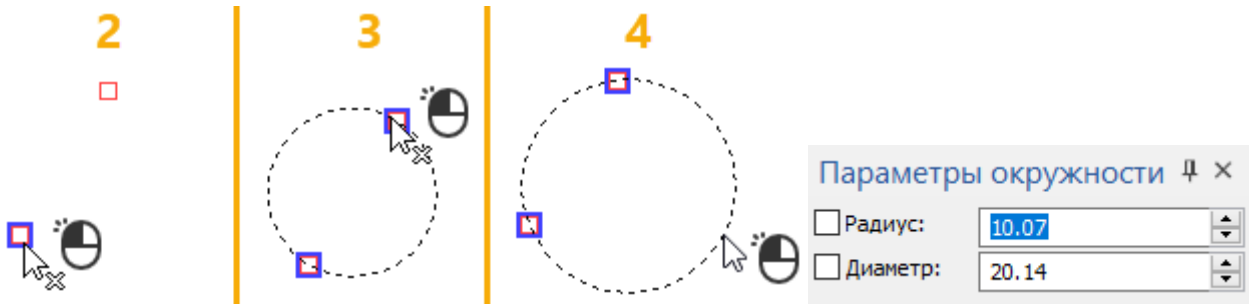
Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору.
Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

3. Выберите второй 2D узел, через который будет проходить создаваемая окружность. Узел можно выбрать одним из следующих способов, описанных выше.
4. Задайте радиус или диаметр окружности одним из следующих способов:
   - Введите значение радиуса или диаметра с клавиатуры. Значения вводятся в поля окна параметров. По умолчанию активно поле ввода радиуса. Можно переключаться между вводом диаметра и радиуса, нажимая <**Tab**> или нажимая на желаемом поле. Вместо значения можно также ввести имя переменной. Если введённое значение невозможно соблюсти при прохождении окружности через ранее выбранные узлы, под полями ввода появится сообщение:



В таком случае, введите другое значение.
Для завершения ввода нажмите <**Enter**> или в любом месте окна чертежа.
   - Установите курсор в произвольную точку чертежа без привязки к существующим элементам и нажмите или <**Enter**>. Радиус и диаметр окружности будут подобраны таким образом, чтобы обеспечить прохождение окружности через указанную точку.

Независимо от способа задания радиус и диаметр сохраняются в параметрах окружности и могут быть изменены позже.



После создания окружности команда возвращается в начальное состояние.

1. Вызовите режим построения окружностей, проходящих через узел.
2. Выберите первый 2D узел, через который будет проходить создаваемая окружность. Узел можно выбрать одним из следующих способов:

- Нажмите или <**Enter**>, когда курсор находится в окне чертежа, для выбора узла, ближайшего к курсору.
  Данный способ работает, только когда узел выбирается первым.
- Наведите курсор на желаемый узел при включенных объектных привязках и нажмите или <**Enter**>.
- Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или <**Enter**>. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

	<**N**>	Выбрать узел

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору.
Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

3. Выберите линию, которой будет касаться создаваемая окружность. Для выбора доступны **прямые** и **окружности построения**, а также **отрезки, окружности и дуги окружностей линий изображения**. Линию можно выбрать одним из следующих способов:

- Наведите курсор на желаемую линию при включенных объектных привязках и нажмите или <**Enter**>. При выборе линии изображения автоматически создаётся совпадающая с ней линия построения (прямая или окружность) и текущая окружность строится на основе этой линии построения.
- Активируйте одну из следующих опций автоменю:

	<**L**>	Выбрать касательную прямую
	<**C**>	Выбрать касательную окружность

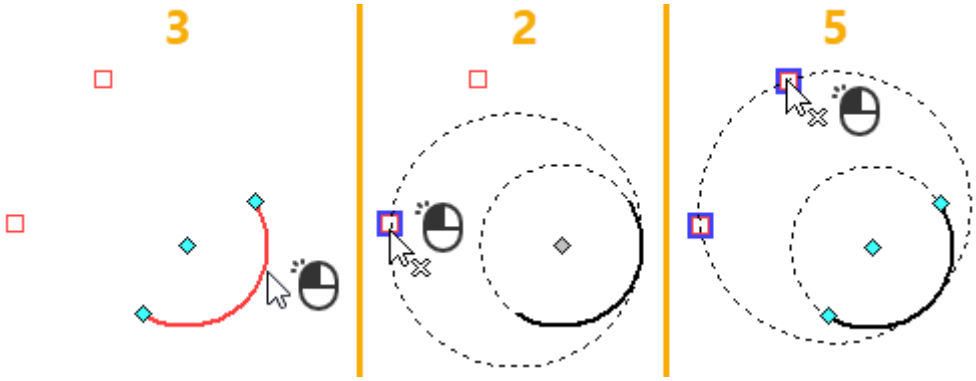
Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается линия построения соответствующего типа, ближайшая к курсору.
Если опция активируется мышью, то для выбора линии, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

4. При необходимости установите желаемый вариант касания, переключаясь между доступными вариантами с помощью следующей опции автоменю:

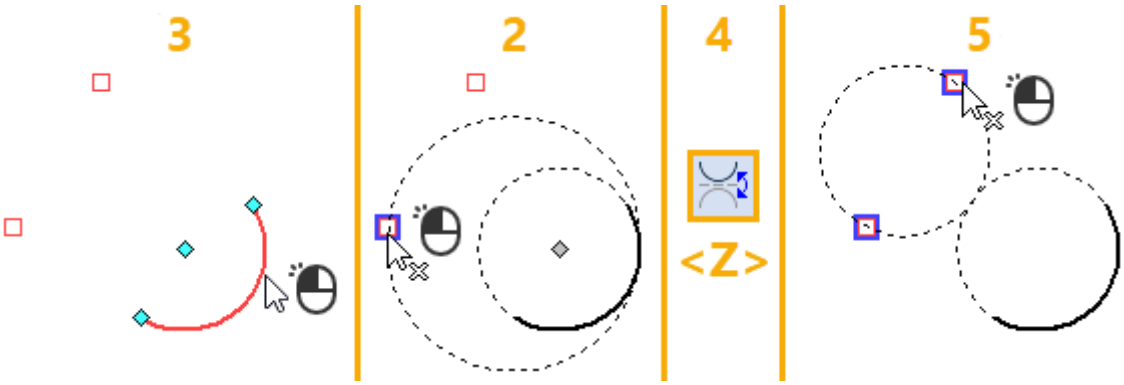
<Z> Изменить способ касания окружности

Варианты касания также могут переключаться автоматически в зависимости от того, какой вариант обеспечивает прохождение окружности через текущее положение курсора.
5. Выберите второй 2D узел, через который будет проходить создаваемая окружность. Узел можно выбрать одним из способов, описанных выше.

Второй, третий и **пятый** шаги можно выполнять в любом порядке. Если построение начинается с выбора узла, то **первый** шаг является обязательным. Если построение начинается с выбора касательной, то не обязательно вызывать режим создания окружностей, проходящих через узел (**первый** шаг) - можно начать построение и из режима создания окружностей с центром в узле. Если касательная выбирается последней, то переключение варианта касания (**четвертый** шаг) недоступно.



Пример создания окружности, касательной к дуге линии изображения



Пример создания окружности с другим вариантом касания на основе тех же элементов

После создания окружности команда возвращается в начальное состояние.

1. Вызовите режим построения окружностей, проходящих через узел.
2. Выберите 2D узел, через который будет проходить создаваемая окружность. Узел можно выбрать одним из следующих способов:

- Нажмите или **<Enter>**, когда курсор находится в окне чертежа, для выбора узла, ближайшего к курсору.
  Данный способ работает, только когда узел выбирается первым.
- Наведите курсор на желаемый узел при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**.
- Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

	<N>	Выбрать узел

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору.
Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

3. Выберите линию, которой будет касаться создаваемая окружность. Для выбора доступны **прямые, окружности и эллипсы построения**, а также **отрезки, окружности и дуги окружностей линий изображения**. Линию можно выбрать одним из следующих способов:

- Наведите курсор на желаемую линию при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. При выборе линии изображения автоматически создаётся совпадающая с ней линия построения (прямая или окружность) и текущая окружность строится на основе этой линии построения.
- Активируйте одну из следующих опций автоменю:

	<L>	Выбрать касательную прямую
	<C>	Выбрать касательную окружность
	<E>	Выбрать касательный эллипс

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается линия построения соответствующего типа, ближайшая к курсору.
Если опция активируется мышью, то для выбора линии, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.
Опция выбора эллипса недоступна, если выбор касательной осуществляется после выбора узла, но эллипс всё ещё можно выбрать без использования автоменю.

Второй и **третий** шаги можно выполнять в любом порядке. Если построение начинается с выбора узла, то **первый** шаг является обязательным. Если построение начинается с выбора касательной, то не обязательно вызывать режим создания окружностей, проходящих через узел (**первый** шаг) - можно начать построение и из режима создания окружностей с центром в узле.

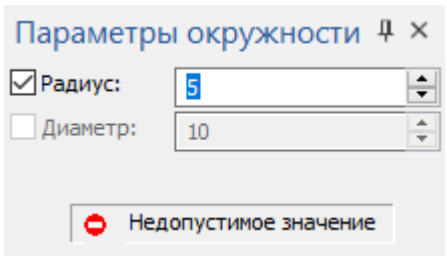
4. При необходимости установите желаемый вариант касания, переключаясь между доступными вариантами с помощью следующей опции автоменю:

<Z> Изменить способ касания окружности

Варианты касания также могут переключаться автоматически в зависимости от того, какой вариант обеспечивает прохождение окружности через текущее положение курсора.

Если выбранная касательная линия является эллипсом, то ручное переключение варианта касания будет недоступно.

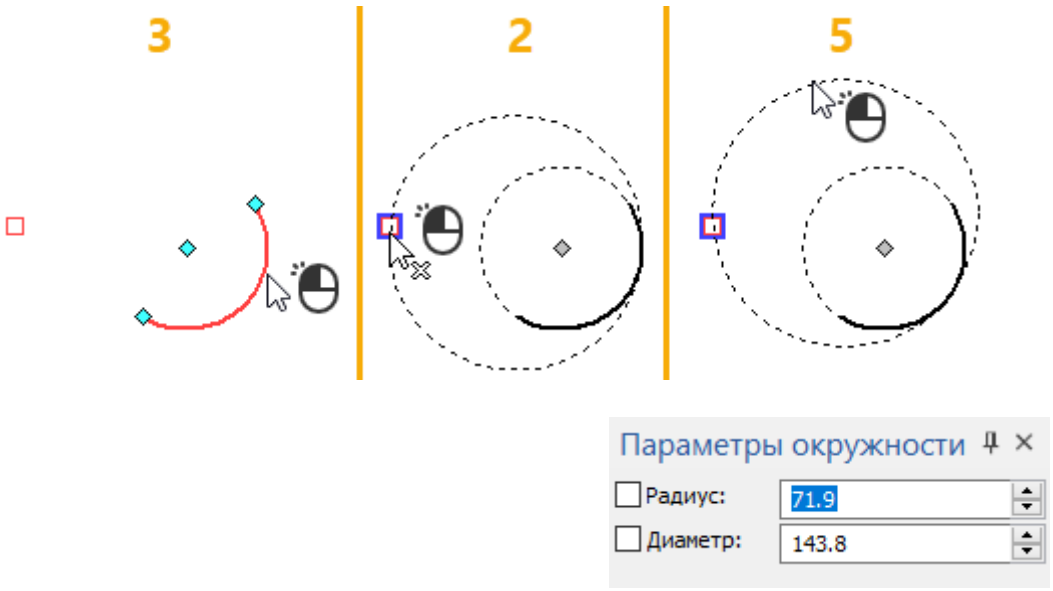
5. Задайте радиус или диаметр окружности одним из следующих способов:
   - Введите значение радиуса или диаметра с клавиатуры. Значения вводятся в поля окна параметров. По умолчанию активно поле ввода радиуса. Можно переключаться между вводом диаметра и радиуса, нажимая **<Tab>** или нажимая на желаемом поле. Вместо значения можно также ввести имя переменной. Если введённое значение невозможно соблюсти при прохождении окружности через ранее выбранный узел и касании к ранее выбранной линии, под полями ввода появится сообщение:



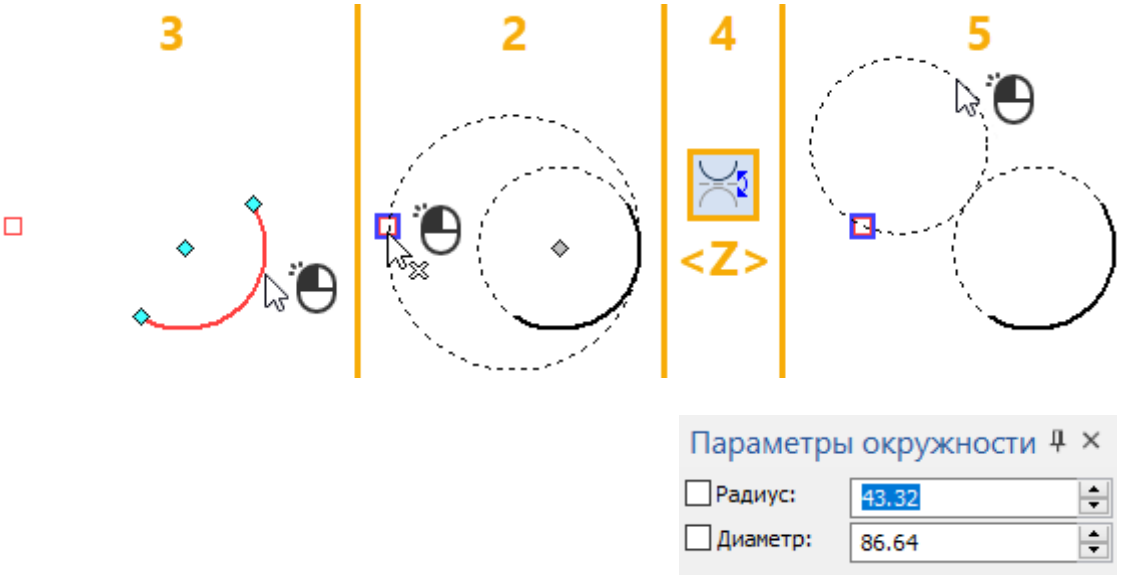
     В таком случае, введите другое значение.

     Для завершения ввода нажмите **<Enter>** или в любом месте окна чертежа.
   - Установите курсор в произвольную точку чертежа без привязки к существующим элементам и нажмите или **<Enter>**. Радиус и диаметр окружности будут подобраны таким образом, чтобы окружность проходила через указанную точку (если это возможно с учетом ранее выбранной касательной) или как можно ближе к ней.

Независимо от способа задания радиус и диаметр сохраняются в параметрах окружности и могут быть изменены позже.



Пример создания окружности, касательной к дуге линии изображения



Пример создания окружности с другим вариантом касания на основе тех же элементов

После создания окружности команда возвращается в начальное состояние.

Данный способ построения отличается от способа "С двумя касательными, через узел" порядком выбора элементов, и невозможностью привязки варианта касания к узлу.

1. Вызовите режим построения окружностей, проходящих через узел.
2. Выберите 2D узел, через который будет проходить создаваемая окружность. Узел можно выбрать одним из следующих способов:

- Нажмите или <**Enter**>, когда курсор находится в окне чертежа, для выбора узла, ближайшего к курсору.
  Данный способ работает, только когда узел выбирается первым.

- Наведите курсор на желаемый узел при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**.
- Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

<N> Выбрать узел

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору.
Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

3. Выберите первую линию, которой будет касаться создаваемая окружность. Для выбора доступны **прямые,** и **окружности построения**, а также **отрезки, окружности и дуги окружностей линий изображения**. Линию можно выбрать одним из следующих способов:

- Наведите курсор на желаемую линию при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. При выборе линии изображения автоматически создаётся совпадающая с ней линия построения (прямая или окружность) и текущая окружность строится на основе этой линии построения.
- Активируйте одну из следующих опций автоменю:

<L> Выбрать касательную прямую

<C> Выбрать касательную окружность

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается линия построения соответствующего типа, ближайшая к курсору.
Если опция активируется мышью, то для выбора линии, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

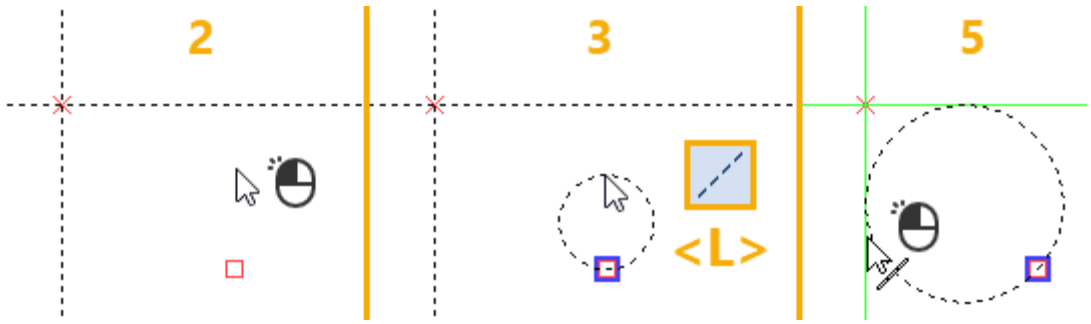
Второй и **третий** шаги можно выполнять в любом порядке. Если построение начинается с выбора узла, то **первый** шаг является обязательным. Если построение начинается с выбора касательной, то не обязательно вызывать режим создания окружностей, проходящих через узел (**первый** шаг) - можно начать построение и из режима создания окружностей с центром в узле.

4. При необходимости установите желаемый вариант касания, переключаясь между доступными вариантами с помощью следующей опции автоменю:

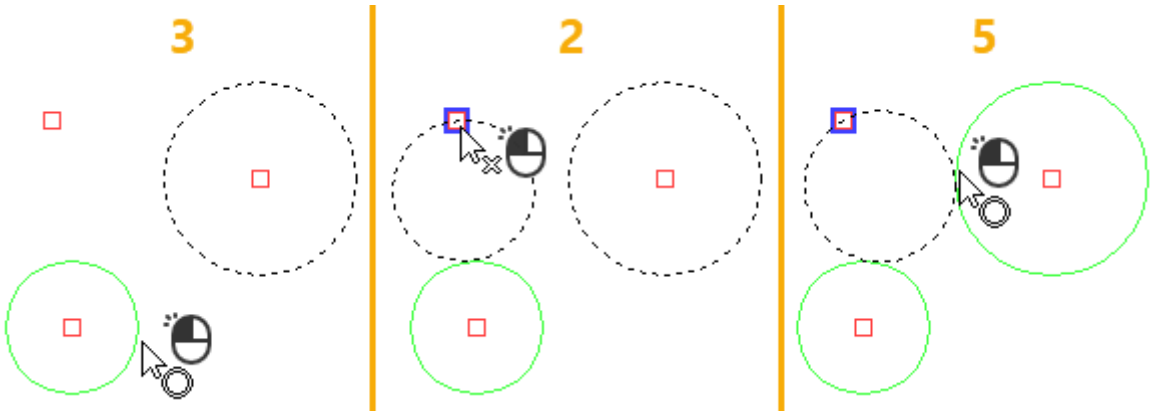
<Z> Изменить способ касания окружности

Варианты касания также могут переключаться автоматически в зависимости от того, какой вариант обеспечивает прохождение окружности через текущее положение курсора.

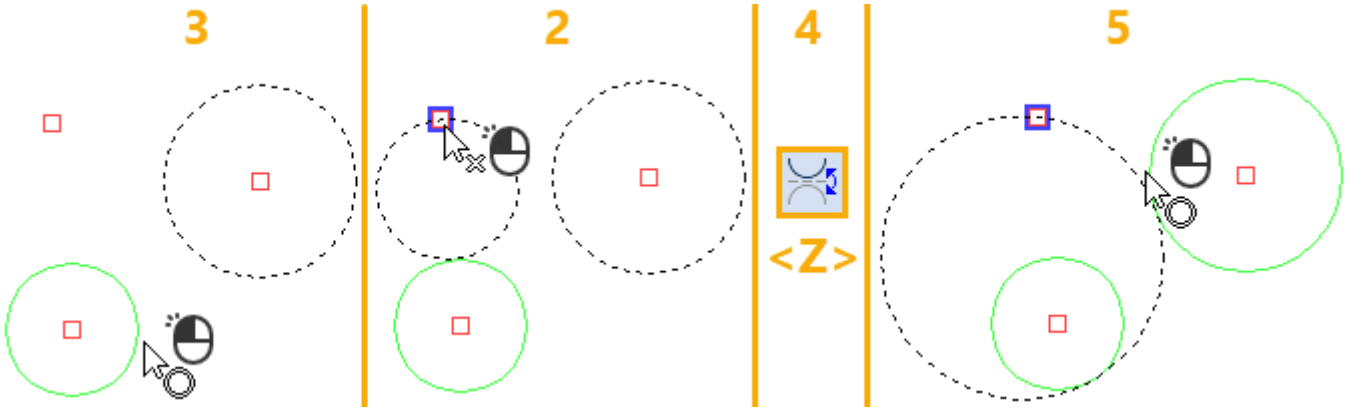
5. Выберите вторую линию, которой будет касаться создаваемая окружность. Для выбора доступны линии тех же типов, что и на четвёртом шаге. Линию можно выбрать одним из способов, описанных выше.



Пример создания окружности, касательной к двум прямым



Пример создания окружности, касательной к двум окружностям



Пример создания окружности с другим вариантом касания на основе тех же элементов

После создания окружности команда возвращается в начальное состояние.

С двумя касательными, через узел

Данный способ построения отличается от способа "Через узел, с двумя касательными" порядком выбора элементов, и возможностью привязки варианта касания к узлу.

1. Вызовите команду **Окружность**.

2. Выберите первую линию, которой будет касаться создаваемая окружность. Для выбора доступны **прямые,** и **окружности построения**, а также **отрезки, окружности и дуги окружностей линий изображения**. Линию можно выбрать одним из следующих способов:

- Наведите курсор на желаемую линию при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. При выборе линии изображения автоматически создаётся совпадающая с ней линия построения (прямая или окружность) и текущая окружность строится на основе этой линии построения.
- Активируйте одну из следующих опций автоменю:

<L> Выбрать касательную прямую

<C> Выбрать касательную окружность

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается линия построения соответствующего типа, ближайшая к курсору.
Если опция активируется мышью, то для выбора линии, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

3. Выберите вторую линию, которой будет касаться создаваемая окружность. Для выбора доступны линии тех же типов, что и на предыдущем шаге. Линию можно выбрать одним из способов, описанных выше.
4. При необходимости установите желаемый вариант касания, переключаясь между доступными вариантами с помощью следующей опции автоменю:

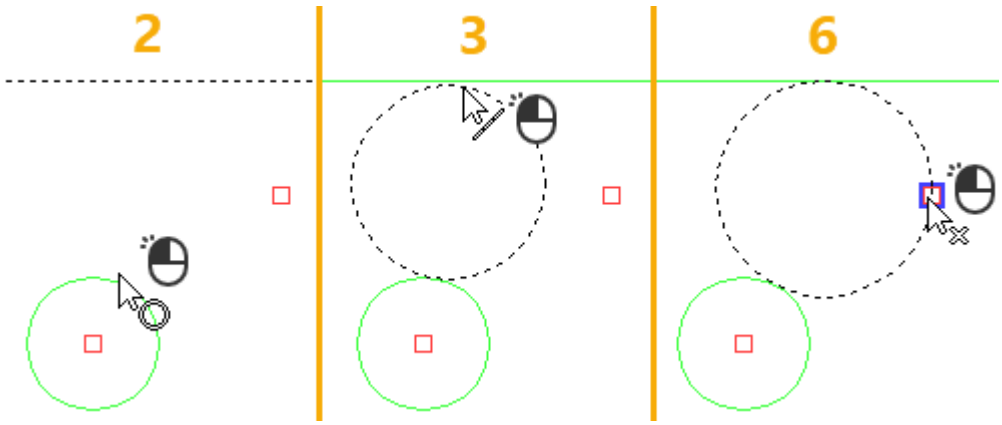
<Z> Изменить способ касания окружности

Варианты касания также могут переключаться автоматически в зависимости от того, какой вариант обеспечивает прохождение окружности через текущее положение курсора.
5. При необходимости привяжите к узлу вариант касания создаваемой окружности.
6. Выберите 2D узел, через который будет проходить создаваемая окружность. Узел можно выбрать одним из следующих способов:

- Наведите курсор на желаемый узел при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**.
- Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

<N> Выбрать узел

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору.
Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.



После создания окружности команда возвращается в начальное состояние.

С двумя касательными и заданным радиусом

1. Вызовите команду Окружность.
2. Выберите первую линию, которой будет касаться создаваемая окружность. Для выбора доступны **прямые, окружности, эллипсы, 2D пути, сплайны, кривые смещения и функции построения**, а также **отрезки, окружности и дуги окружностей линий изображения**. Линию можно выбрать одним из следующих способов:

- Наведите курсор на желаемую линию при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. При выборе линии изображения автоматически создаётся совпадающая с ней линия построения (прямая или окружность) и текущая окружность строится на основе этой линии построения.
- Активируйте одну из следующих опций автоменю:

	<L>	Выбрать касательную прямую
	<C>	Выбрать касательную окружность
	<E>	Выбрать касательный эллипс
	<S>	Выбрать касательный сплайн

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается линия построения соответствующего типа, ближайшая к курсору.

Если опция активируется мышью, то для выбора линии, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

Опция выбора сплайна, помимо сплайнов, позволяет выбирать 2D пути, кривые смещения и кривые-функции.

3. Выберите вторую линию, которой будет касаться создаваемая окружность. Для выбора доступны линии тех же типов, что и на предыдущем шаге. Линию можно выбрать одним из способов, описанных выше.

При выборе 2D пути касанием считается не только касание участков пути, но и прохождение окружности через один из узлов пути.

4. При необходимости установите желаемый вариант касания, переключаясь между доступными вариантами с помощью следующей опции автоменю:

<Z> Изменить способ касания окружности

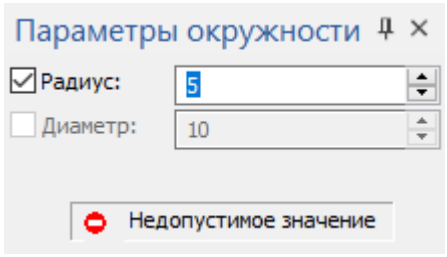
Варианты касания также могут переключаться автоматически в зависимости от того, какой вариант обеспечивает прохождение окружности через текущее положение курсора.

5. При необходимости привяжите к узлу вариант касания создаваемой окружности.

> Если одна из выбранных линий является эллипсом, сплайном, 2D путём, кривой смещения или кривой-функцией, то ручное переключение варианта касания и привязка его к узлу будут недоступны.

6. Задайте радиус или диаметр окружности одним из следующих способов:

- Введите значение радиуса или диаметра с клавиатуры. Значения вводятся в поля окна параметров. По умолчанию активно поле ввода радиуса. Можно переключаться между вводом диаметра и радиуса, нажимая **<Tab>** или нажимая на желаемом поле. Вместо значения можно также ввести имя переменной. Если введённое значение невозможно соблюсти при касании с ранее выбранными линиями, под полями ввода появится сообщение:

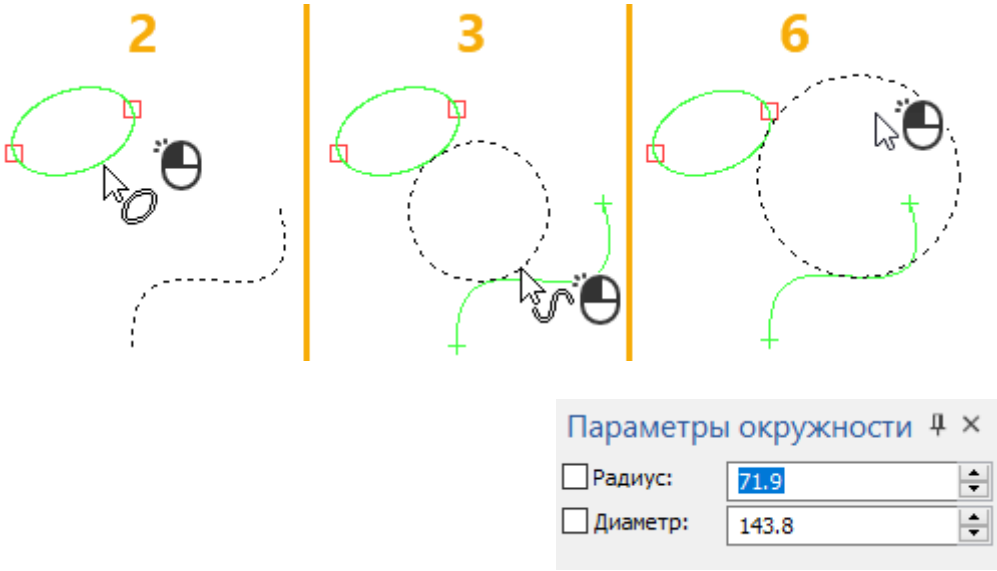


  В таком случае, введите другое значение.

  Для завершения ввода нажмите **<Enter>** или в любом месте окна чертежа.
- Установите курсор в произвольную точку чертежа без привязки к существующим элементам и нажмите или **<Enter>**. Радиус и диаметр окружности будут подобраны таким образом, чтобы окружность проходила через указанную точку (если это возможно с учетом ранее выбранных касательных) или как можно ближе к ней.

Независимо от способа задания радиус и диаметр сохраняются в параметрах окружности и могут быть изменены позже.

Пример создания окружности, касательной к эллипсу и сплайну



Пример создания окружности с другим радиусом на основе тех же элементов

После создания окружности команда возвращается в начальное состояние.

С тремя касательными

1. Вызовите команду Окружность.
2. Выберите первую линию, которой будет касаться создаваемая окружность. Для выбора доступны **прямые и окружности построения**, а также **отрезки, окружности и дуги окружностей линий изображения**. Линию можно выбрать одним из следующих способов:

- Наведите курсор на желаемую линию при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. При выборе линии изображения автоматически создаётся совпадающая с ней линия построения (прямая или окружность) и текущая окружность строится на основе этой линии построения.
- Активируйте одну из следующих опций автоменю:

<L> Выбрать касательную прямую

<C> Выбрать касательную окружность

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается линия построения соответствующего типа, ближайшая к курсору.

Если опция активируется мышью, то для выбора линии, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

3. Выберите вторую линию, которой будет касаться создаваемая окружность. Для выбора доступны линии тех же типов, что и на предыдущем шаге. Линию можно выбрать одним из способов, описанных выше.

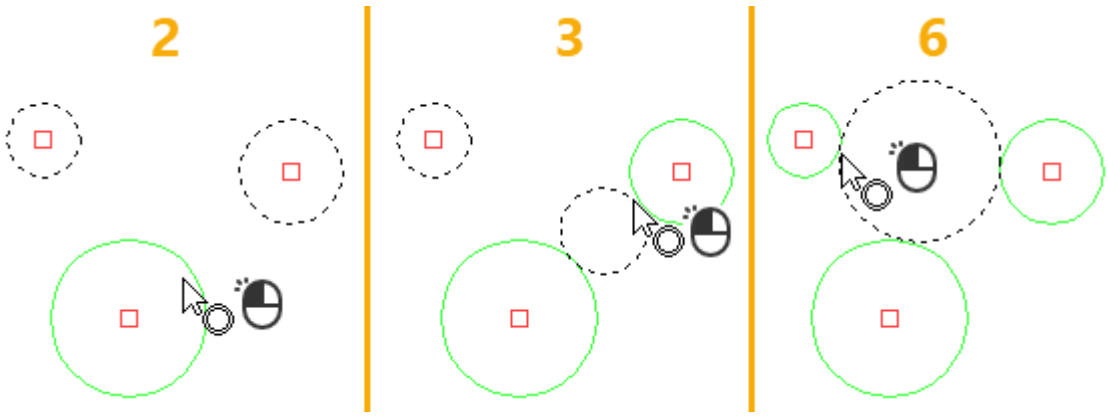
4. При необходимости установите желаемый вариант касания, переключаясь между доступными вариантами с помощью следующей опции автоменю:

<Z> Изменить способ касания окружности

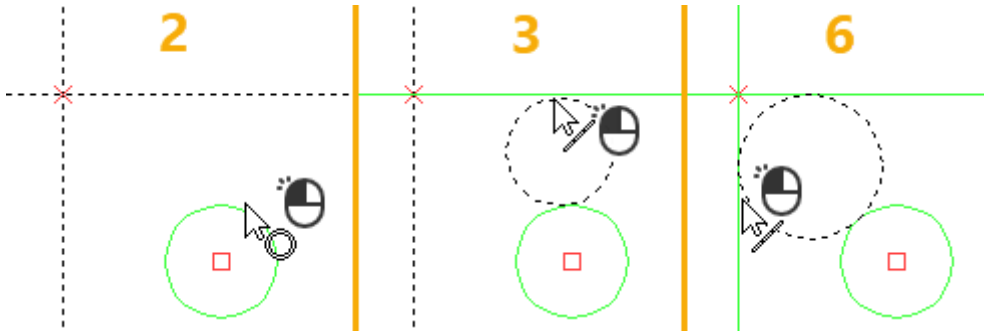
Варианты касания также могут переключаться автоматически в зависимости от того, какой вариант обеспечивает прохождение окружности через текущее положение курсора.

5. При необходимости привяжите к узлу вариант касания создаваемой окружности.

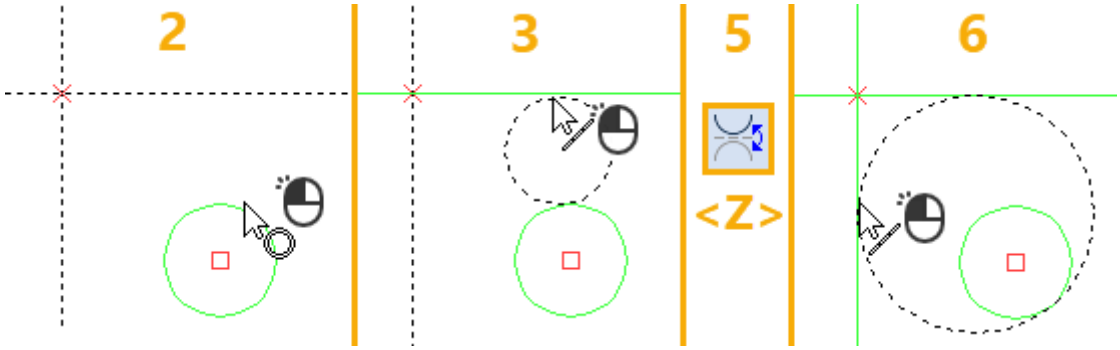
6. Выберите третью линию, которой будет касаться создаваемая окружность. Для выбора доступны линии тех же типов, что и на предыдущих шагах. Линию можно выбрать одним из способов, описанных выше.



Пример создания окружности, касательной к трём окружностям



Пример создания окружности, касательной к двум прямым и одной окружности



Пример создания окружности с другим вариантом касания на основе тех же элементов

После создания окружности команда возвращается в начальное состояние.

Симметричная другой окружности построения

1. Вызовите команду Окружность.
2. Выберите ось симметрии с помощью следующей опции автоменю:

<A> Выбрать ось симметрии (прямую)

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается прямая линия построения, ближайшая к курсору.

Если опция активируется мышью, то для выбора линии, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

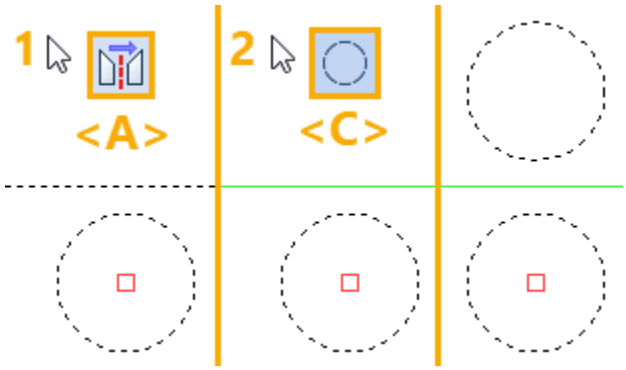
3. Выберите окружность построения, которой будет симметрична создаваемая. Окружность можно выбрать одним из следующих способов:

- Наведите курсор на желаемую окружность при включенных объектных привязках и нажмите или <**Enter**>.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

	<**C**>	Выбрать окружность

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается окружность построения, ближайшая к курсору.

Если опция активируется мышью, то для выбора окружности, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.



После создания окружности команда остаётся в режиме построения симметричных окружностей относительно той же оси.

Концентричная другой окружности

Режим создания концентрических окружностей активируется с помощью следующей опции автоменю в команде **Окружность**.:

	<**O**>	Выбрать концентрическую окружность

Данный режим также можно вызвать напрямую из ленты:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Построения > Окружность > Концентрическая окружность
Клавиатура	Текстовое меню

После входа в данный режим выполните следующие действия для создания окружности:

1. Выберите окружность, которой должна быть концентрична создаваемая:

Если режим создания концентрических окружностей вызван с клавиатуры из команды **Окружность**, то окружность построения, ближайшая к курсору, выбирается автоматически в

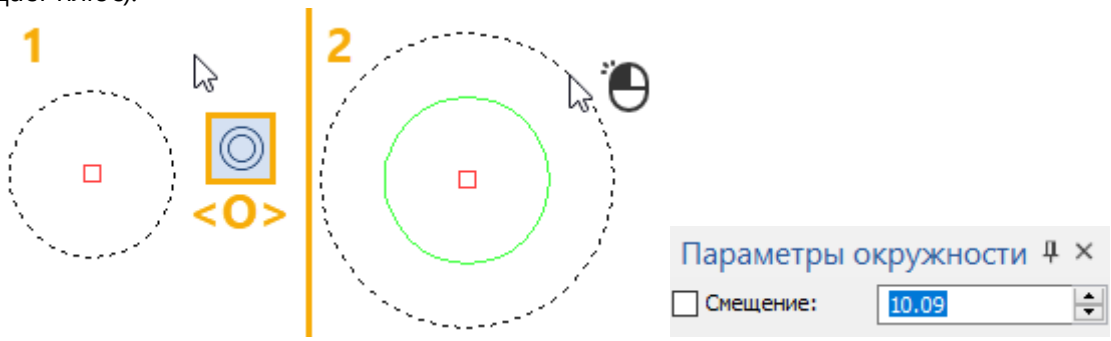
момент вызова режима.

Если режим вызван с помощью мыши (неважно, из ленты или из автоменю команды **Окружность**), то для выбора окружности построения, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа. При таком способе вызова режима вместо окружности построения также можно выбрать линию изображения (окружность или дугу окружности), наведя на неё курсор и нажав **<Enter>**. В таком случае будет автоматически создана окружность построения, совпадающая с выбранной линией изображения, и эта окружность построения будет выбрана для создания концентричной окружности.

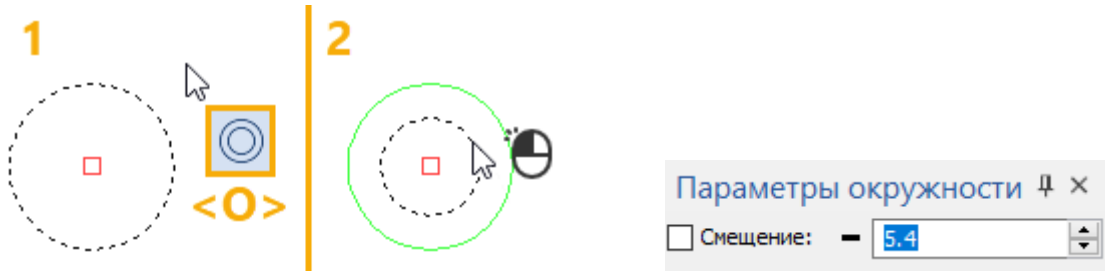
2. Укажите смещение (разность радиусов новой и исходной окружностей) одним из следующих способов:

- Введите значение смещения или имя переменной с клавиатуры. Введённое значение отображается в в окне параметров. Затем нажмите **<Enter>** или в любом месте окна чертежа для завершения ввода.
- Установите курсор в произвольную точку чертежа и нажмите или **<Enter>**. Величина смещения будет подобрана таким образом, чтобы обеспечить прохождение новой окружности через указанную точку.

Независимо от способа задания величина смещения будет сохранена в параметрах окружности и может быть изменена позже. При положительном смещении радиус новой окружности больше радиуса исходной, при отрицательном - наоборот. Если при задании смещения курсор находится внутри исходной окружности, слева от поля ввода значения автоматически добавляется знак минус. В таком случае для ввода с клавиатуры положительного значения необходимо либо переместить курсор наружу исходной окружности, либо ввести минус перед вводом значения (минус на минус даст плюс).



Пример создания концентричной окружности с положительным смещением



Пример создания концентричной окружности с отрицательным смещением

После создания окружности команда возвращается в начальное состояние.

На основе проекции

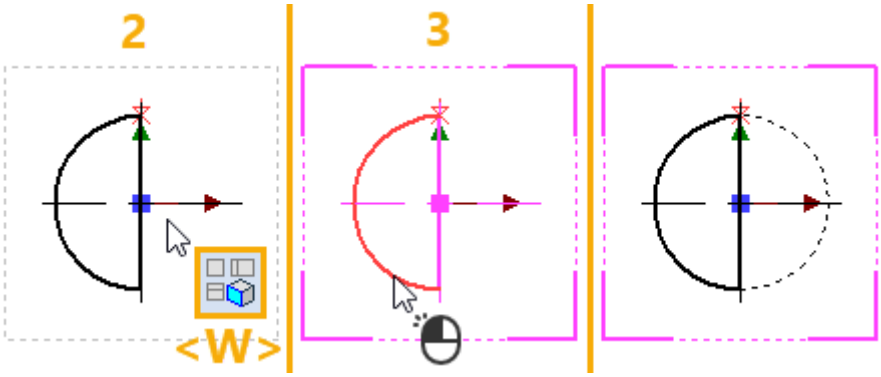
1. Вызовите команду Окружность.
2. Выберите проекцию с помощью следующей опции автоменю:

<W> Выбрать 2D проекцию

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается проекция, ближайшая к курсору.
Если опция активируется мышью, то для выбора проекции, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

Выбор проекции является необязательным. Этот шаг можно пропустить.

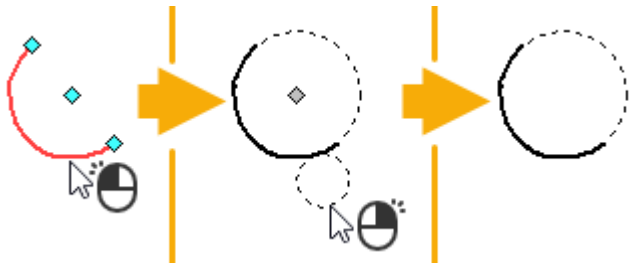
3. При включенных объектных привязках наведите курсор на линию изображения, представляющую собой окружность или дугу окружности и принадлежащую 2D проекции, затем нажмите или <**Enter**>. Будет создана окружность построения, совпадающая с выбранной линией изображения. Если на предыдущем шаге была выбрана проекция, то для выбора доступны только линии, принадлежащие этой проекции. Если проекция не выбрана, то можно выбрать линию любой из имеющихся проекций.



После создания окружности команда остаётся в режиме создания прямых на основе той же проекции.

На основе линии изображения

1. Вызовите команду Окружность.
2. При включенных объектных привязках наведите курсор на линию изображения или копию линии изображения, представляющую собой окружность или дугу окружности, затем нажмите или <**Enter**>. Будет создана окружность построения, совпадающая с выбранной линией изображения. Получившаяся окружность будет выбрана в качестве касательной для создания следующей окружности построения.
3. Далее можно либо продолжить создание следующей окружности, либо отменить выбор, нажав или <**Esc**>. При отмене выбора первая созданная окружность не удаляется.



Кроме того, можно таким же образом создавать окружности построения на основе линий изображения в команде Прямая, а также в режиме связанного рисования в командах Узел и Изображение.

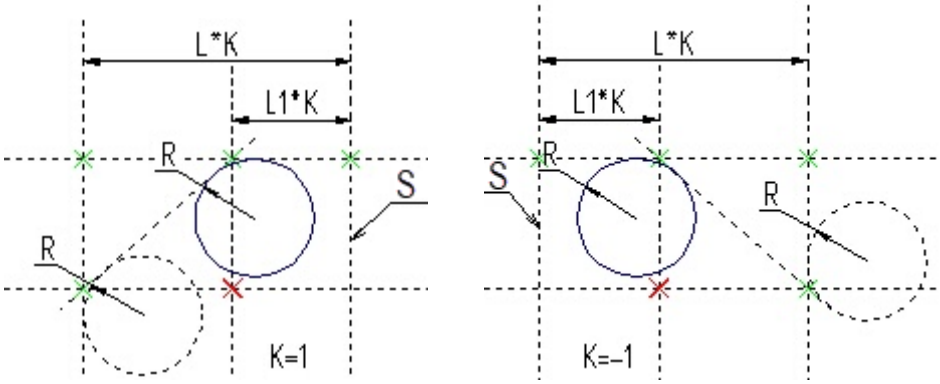
Привязка к узлу варианта касания

При создании окружностей построения, после выбора двух окружностей или прямых, которых должна касаться создаваемая окружность, в автоменю появляется опция, позволяющая привязать вариант касания к узлу:

<G> Привязать окружность к узлу

После вызова опции необходимо указать с помощью требуемый желаемый 2D узел. В результате при изменении геометрии родительских элементов окружность будет перестраиваться таким образом, чтобы находиться как можно ближе к выбранному узлу. Это позволяет однозначно задать положение окружности относительно исходных прямых.

Приведённый ниже пример иллюстрирует применение данной возможности. Положение прямых на чертеже относительно оси симметрии **S** определяется значением переменной **K**. Обе окружности построены как касательные к двум прямым. При этом вариант касания окружности, обведённой непрерывной линией, привязан к узлу, выделенному красным. Для второй окружности привязки варианта касания не задана.
Левый рисунок показывает исходное расположение элементов чертежа при значении переменной **K=1**.
Правый рисунок показывает, как изменится чертёж при значении переменной **K=-1**. Окружность с привязкой варианта касания к узлу перестроилась симметрично. Окружность без привязки варианта касания к узлу поменяла своё положение относительно касательных прямых.



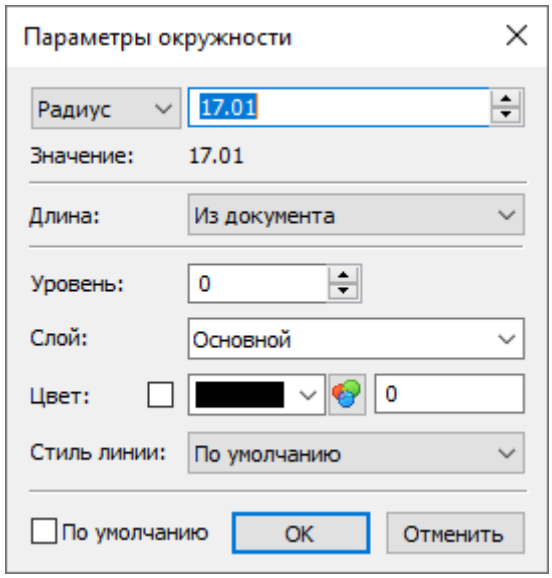
Для отмены привязки варианта касания к узлу активируйте следующую опцию автоменю:

<B> Отменить привязку к узлу

См. также:

- Окружность построения с двумя касательными, через узел
- Окружность построения с двумя касательными и заданным радиусом
- Окружность построения с тремя касательными

Параметры окружности построения



Геометрические параметры окружности, такие как радиус/диаметр и смещение могут быть заданы выбором опорного элемента или произвольной точки, либо введены в окне параметров. При указании опорного элемента или произвольной точки значение соответствующего параметра отображается в правой части статусной строки. Полный набор параметров доступен в диалоге, вызываемом с помощью опции **<P>**.

Радиус/Диаметр. Данный параметр доступен только для окружностей произвольного радиуса/диаметра. В выпадающем списке можно переключаться между заданием радиуса или диаметра окружности. Если окружность создана как концентрическая к другой окружности, то вместо данного параметра отображается **Смещение**. Если радиус/диаметр определяется положением опорных элементов (узлы, касательные элементы), то геометрические параметры такой окружности не отображаются.

Смещение. Данный параметр доступен только для окружностей, созданных как концентрические к другим окружностям. Определяет разность диаметров текущей окружности и исходной концентрической.

Значение. Отображает численное значение **Радиуса/Диаметра** или **Смещения,** что может быть полезным при задании этих параметров с помощью переменной или выражения.

Длина. См. главу Обрезка и восстановление линий построения.

Уровень.Помещает окружность на определенный уровень видимости.

Слой. Помещает окружность на определенный слой.

Цвет. При установленном флаге можно выбрать цвет текущего элемента. Если флаг не установлен, то элемент имеет цвет по умолчанию. Цвет по умолчанию задаётся в установках системы (**Установки** > **Цвета** > **Общие** > **Линии построения по умолчанию**). Кроме того, в параметрах документа можно

задать отдельный цвет по умолчанию для элементов построения на конкретной странице (**Параметры документа** > **Страница** > **Цвета** > **Цвета** > **Линии построения**).

Стиль линии. В выпадающем списке можно выбрать один из вариантов отображения текущего элемента:

- **По умолчанию**
- **Сплошная**
- **Пунктир**
- **Длинный пунктир**
- **Штрихпунктир**

По умолчанию. Установка этого параметра будет обозначать что заданные в этом диалоговом окне значения параметров (кроме параметра **Радиус**) будут применяться для новых линий построения всех типов.

Эллипс

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Построения > Эллипс Рабочая плоскость > Построения > Эллипс
Клавиатура	Текстовое меню
<EL>	Построения > Эллипс

Эллипсы в T-FLEX CAD строятся посредством установления их геометрических связей с другими элементами построения. Такими связями могут быть положение центра эллипса в узле, касание к прямой, касание к окружности, прохождение через узел, симметричность другому эллипсу. За счёт комбинирования небольшого набора опций можно получать разнообразные по геометрическим связям эллипсы (см. Способы создания эллипсов построения). Как и другие элементы построения, эллипсы отображаются непечатаемыми тонкими штриховыми линиями.

Опции автоменю

После вызова команды в автоменю доступны следующие опции:

<T> Выбрать узел в качестве центра эллипса

<T> Выбрать узел, через который проходит эллипс

Данные опции являются взаимоисключающими и соответствуют двум основным режимам создания эллипса. В первом режиме создание эллипса начинается с указания его центра, во втором - с указания узла, через который проходит эллипс.

<N> Выбрать узел

Данная опция может быть использована в различных способах создания эллипса для выбора 2D узлов.

<C> Выбрать касательную окружность

См. Эллипс построения с двойным касанием к окружности, через узел и Эллипс построения с двойным касанием к окружности и касанием к прямой.

<P> Задать параметры эллипса

Вызывает диалог параметров эллипса.

<A> Выбрать ось симметрии (прямую)

См. Эллипс построения, симметричный другому эллипсу построения.

<W> Выбрать 2D проекцию

См. Эллипс построения на основе проекции.

<F4> Изменить линии построения

Вызывает команду редактирования линий построения.

<Esc> Выйти из команды

При работе с командой набор доступных опций может меняться в зависимости от используемого способа создания эллипса и этапа его создания.
В процессе выбора исходных элементов для создания эллипса можно отменить выбор и вернуться в начальное состояние команды с помощью следующей опции:

<Esc> Отменить выбор всех элементов

Создание 2D узлов

На любом этапе работы с командой нажатие **<Space>** создаёт связанный 2D узел на ближайшем к курсору пересечении линий построения. Если на ближайшем пересечении уже есть узел, или на текущей странице нет пересечений, то нажатие **<Space>** не имеет эффекта.

Основные темы в этом разделе:

- Способы создания эллипсов построения
- Параметры эллипса построения

Способы создания эллипсов построения

В T-FLEX CAD доступны следующие способы создания эллипсов построения:

- С центром в узле, через узел, с заданной длиной оси
- С центром в узле через два узла
- С центром в узле и касанием к прямой, через узел
- С центром в узле, через узел, с касанием к прямой
- С центром в узле и касанием к прямой, с заданной длиной оси
- С центром в узле и касанием к двум прямым
- Через два узла, с заданной длиной оси

- Через три узла
- Через два узла, с касанием к прямой
- С двойным касанием к окружности, через узел
- С двойным касанием к окружности и касанием к прямой
- Симметрично другому эллипсу построения
- На основе проекции
- На основе копии линии изображения

С центром в узле, через узел, с заданной длиной оси

1. Вызовите команду **Эллипс**.
2. Убедитесь, что активна следующая опция автоменю, или активируйте её:

<T> Выбрать узел в качестве центра эллипса

3. Выберите 2D узел, который будет являться центром создаваемого эллипса. Узел можно выбрать одним из следующих способов:
   - Нажмите или <**Enter**>, когда курсор находится в окне чертежа, для выбора узла, ближайшего к курсору.
   - Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или <**Enter**>. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
   - Активируйте следующую опцию автоменю:

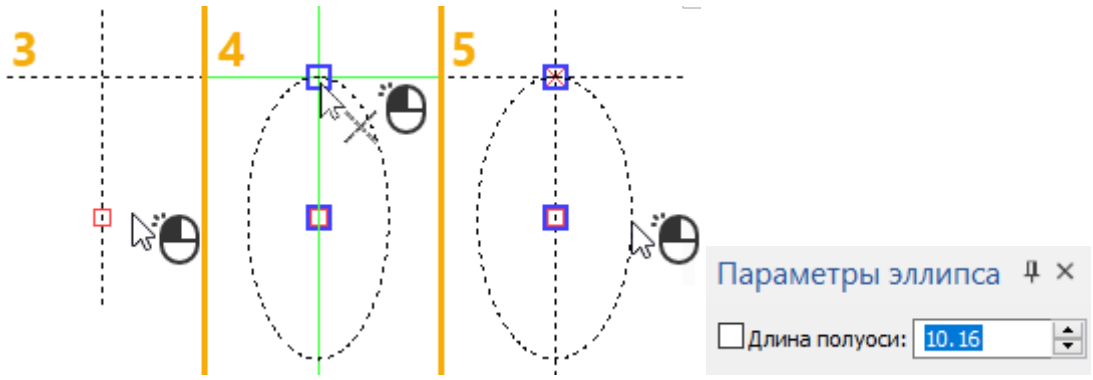
<N> Выбрать узел

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору. Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

4. Выберите 2D узел через который будет проходить создаваемый эллипс. Первая полуось эллипса будет соединять этот узел с узлом, выбранным на предыдущем шаге. Узел можно выбрать одним из способов, описанных выше.
5. Задайте длину второй полуоси эллипса одним из следующих способов:
   - Введите значение длины или имя переменной с клавиатуры. Введённое значение отображается в в окне параметров. Затем нажмите <**Enter**> или в любом месте окна чертежа для завершения ввода.
   - Установите курсор в произвольную точку чертежа без привязки к существующим элементам и нажмите или <**Enter**>. Длина второй полуоси будет подобрана таким образом, чтобы обеспечить прохождение эллипса через указанную точку.

Независимо от способа задания длина второй полуоси будет сохранена в параметрах эллипса и может быть изменена позже.

В процессе задания длины второй полуоси предварительное изображение следует за курсором в пределах, ограниченных длиной первой полуоси эллипса. При перемещении курсора за эти пределы предварительное изображение пропадает и указание произвольной точки невозможно.



После создания эллипса команда возвращается в начальное состояние.

С центром в узле, через два узла

1. Вызовите команду Эллипс.
2. Убедитесь, что активна следующая опция автоменю, или активируйте её:

	<T>	Выбрать узел в качестве центра эллипса

3. Выберите 2D узел, который будет являться центром создаваемого эллипса. Узел можно выбрать одним из следующих способов:
   - Нажмите или <**Enter**>, когда курсор находится в окне чертежа, для выбора узла, ближайшего к курсору.
   - Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или <**Enter**>. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
   - Активируйте следующую опцию автоменю:

	<N>	Выбрать узел

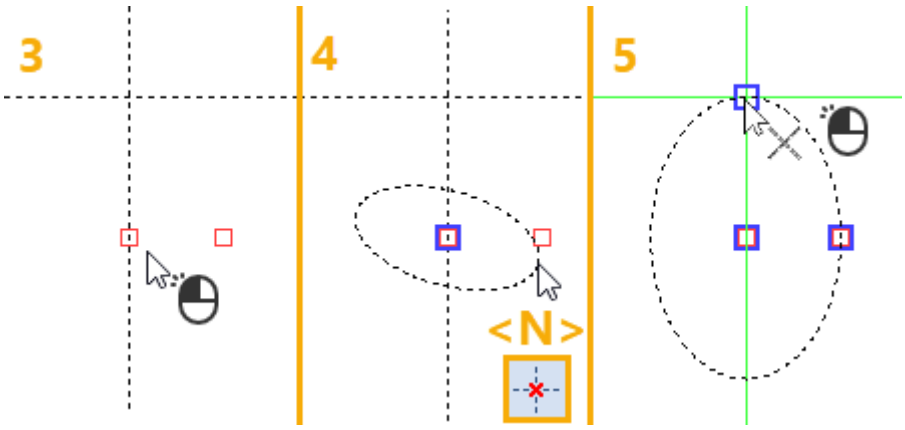
     Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору. Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

4. Выберите первый 2D узел через который будет проходить создаваемый эллипс. Первая полуось эллипса будет соединять этот узел с узлом, выбранным на предыдущем шаге. Узел можно выбрать одним из способов, описанных выше.
5. Выберите второй 2D узел, через который будет проходить создаваемый эллипс. Длина второй полуоси будет подобрана таким образом, чтобы обеспечить прохождение эллипса через этот узел. Узел можно выбрать одним из следующих способов:
   - Наведите курсор на желаемый узел при включенных объектных привязках и нажмите или <**Enter**>.
   - Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или <**Enter**>. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
   - Активируйте следующую опцию автоменю:

<N> Выбрать узел

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору. Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

В процессе выбора второго узла предварительное изображение следует за курсором в пределах, ограниченных длиной первой полуоси эллипса. При перемещении курсора за эти пределы предварительное изображение пропадает и выбор элементов невозможен.



После создания эллипса команда возвращается в начальное состояние.

С центром в узле, с касанием к прямой, через узел

1. Вызовите команду Эллипс.
2. Убедитесь, что активна следующая опция автоменю, или активируйте её:

<T> Выбрать узел в качестве центра эллипса

3. Выберите 2D узел, который будет являться центром создаваемого эллипса. Узел можно выбрать одним из следующих способов:

- Нажмите или <**Enter**>, когда курсор находится в окне чертежа, для выбора узла, ближайшего к курсору.
- Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или <**Enter**>. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

<N> Выбрать узел

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору. Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

4. Выберите прямую линию построения, которой должен касаться создаваемый эллипс. Первая полуось эллипса будет ограничена этой прямой и ориентирована по нормали к ней. Прямую можно выбрать одним из следующих способов:

- Наведите курсор на желаемую линию при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

	<L>	Выбрать касательную прямую

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается прямая линия построения, ближайшая к курсору.
Если опция активируется мышью, то для выбора линии, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

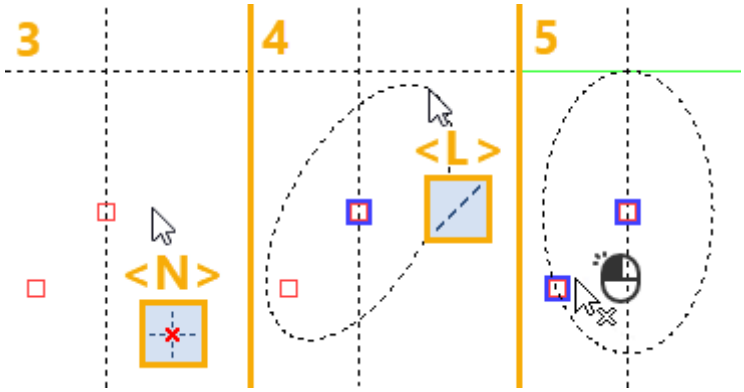
5. Выберите 2D узел, через который должен проходить создаваемый эллипс. Выбранный узел будет являться крайней точкой второй полуоси эллипса. Узел можно выбрать одним из следующих способов:

- Наведите курсор на желаемый узел при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**.
- Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

	<N>	Выбрать узел

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору.
Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

В процессе выбора узла предварительное изображение следует за курсором в пределах, ограниченных длиной первой полуоси эллипса. При перемещении курсора за эти пределы предварительное изображение пропадает и выбор элементов невозможен.



После создания эллипса команда возвращается в начальное состояние.

С центром в узле, через узел, с касанием к прямой

1. Вызовите команду **Эллипс**.
2. Убедитесь, что активна следующая опция автоменю, или активируйте её:

<T> Выбрать узел в качестве центра эллипса

3. Выберите 2D узел, который будет являться центром создаваемого эллипса. Узел можно выбрать одним из следующих способов:

- Нажмите или **<Enter>**, когда курсор находится в окне чертежа, для выбора узла, ближайшего к курсору.
- Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

<N> Выбрать узел

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору.
Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

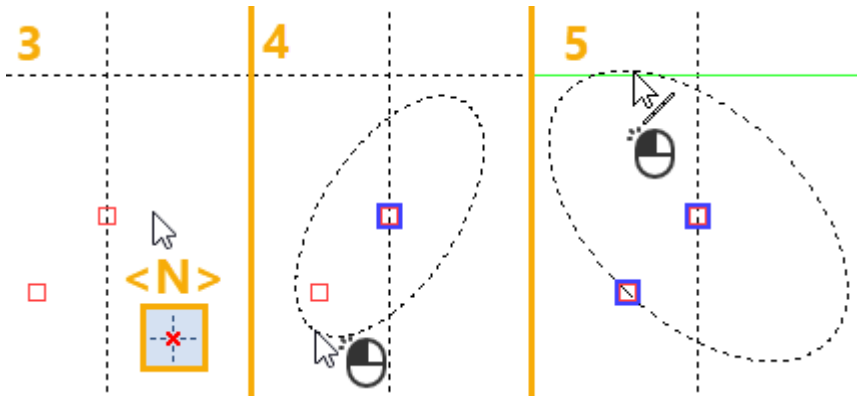
4. Выберите 2D узел, через который будет проходить создаваемый эллипс. Первая полуось эллипса будет соединять выбранный узел с узлом, выбранным на предыдущем шаге. Узел можно выбрать одним из способов, описанных выше.
5. Выберите прямую линию построения, которой будет касаться создаваемый эллипс. Вторая полуось эллипса будет иметь длину, обеспечивающую касание эллипса к прямой. Прямую можно выбрать одним из следующих способов:

- Наведите курсор на желаемую линию при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

<L> Выбрать касательную прямую

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается прямая линия построения, ближайшая к курсору.
Если опция активируется мышью, то для выбора линии, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

В процессе выбора прямой предварительное изображение следует за курсором в пределах, ограниченных длиной первой полуоси эллипса. При перемещении курсора за эти пределы предварительное изображение пропадает и выбор элементов невозможен.



После создания эллипса команда возвращается в начальное состояние.

С центром в узле, с касанием к прямой, с заданной длиной оси

1. Вызовите команду Эллипс.
2. Убедитесь, что активна следующая опция автоменю, или активируйте её:

	<T>	Выбрать узел в качестве центра эллипса

3. Выберите 2D узел, который будет являться центром создаваемого эллипса. Узел можно выбрать одним из следующих способов:

- Нажмите или <Enter>, когда курсор находится в окне чертежа, для выбора узла, ближайшего к курсору.
- Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или <Enter>. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

	<N>	Выбрать узел

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору. Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

4. Выберите прямую линию построения, которой должен касаться создаваемый эллипс. Первая полуось эллипса будет ограничена этой прямой и ориентирована по нормали к ней. Прямую можно выбрать одним из следующих способов:

- Наведите курсор на желаемую линию при включенных объектных привязках и нажмите или <Enter>.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

	<L>	Выбрать касательную прямую

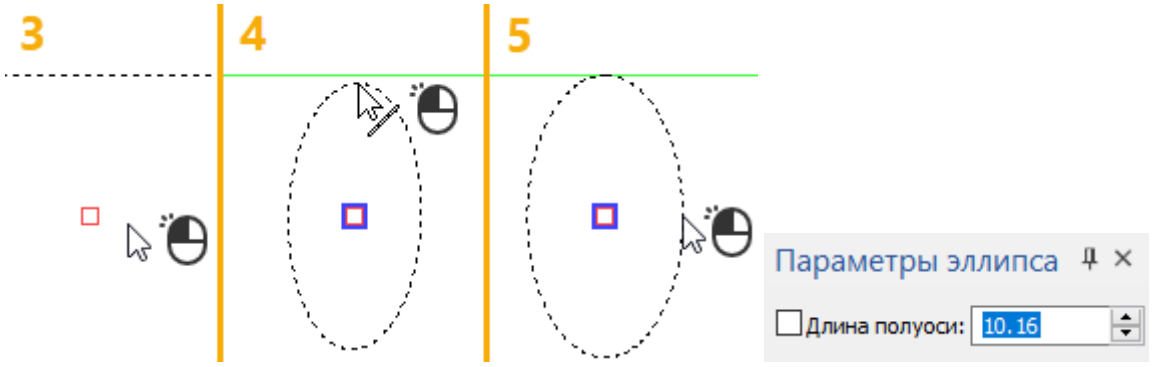
Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается прямая линия построения, ближайшая к курсору.

Если опция активируется мышью, то для выбора линии, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

5. Задайте длину второй полуоси эллипса одним из следующих способов:
   - Введите значение длины или имя переменной с клавиатуры. Введённое значение отображается в в окне параметров. Затем нажмите **<Enter>** или в любом месте окна чертежа для завершения ввода.
   - Установите курсор в произвольную точку чертежа без привязки к существующим элементам и нажмите или **<Enter>**. Длина второй полуоси будет подобрана таким образом, чтобы обеспечить прохождение эллипса через указанную точку.

Независимо от способа задания длина второй полуоси будет сохранена в параметрах эллипса и может быть изменена позже.

> В процессе задания длины второй полуоси предварительное изображение следует за курсором в пределах, ограниченных длиной первой полуоси эллипса. При перемещении курсора за эти пределы предварительное изображение пропадает и указание произвольной точки невозможно.



После создания эллипса команда возвращается в начальное состояние.

С центром в узле, с касанием к двум прямым

1. Вызовите команду **Эллипс**.
2. Убедитесь, что активна следующая опция автоменю, или активируйте её:

	<T>	Выбрать узел в качестве центра эллипса

3. Выберите 2D узел, который будет являться центром создаваемого эллипса. Узел можно выбрать одним из следующих способов:
   - Нажмите или **<Enter>**, когда курсор находится в окне чертежа, для выбора узла, ближайшего к курсору.
   - Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
   - Активируйте следующую опцию автоменю:

<N> Выбрать узел

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору.
Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

4. Выберите первую прямую линию построения, которой должен касаться создаваемый эллипс. Первая полуось эллипса будет ограничена этой прямой и ориентирована по нормали к ней. Прямую можно выбрать одним из следующих способов:

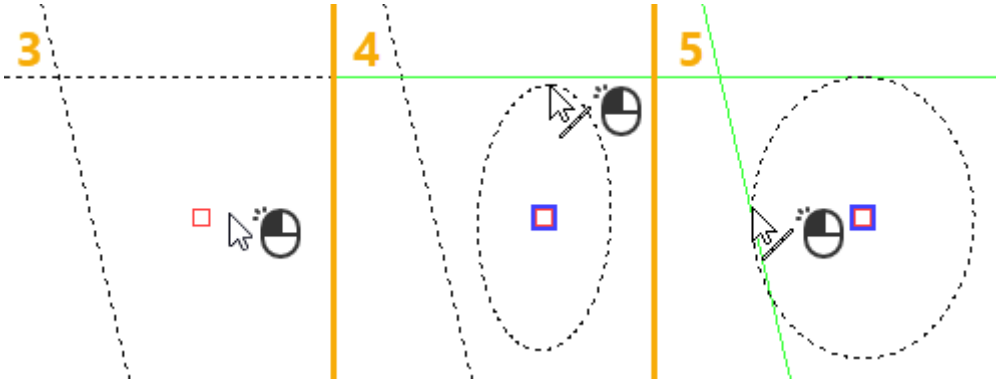
- Наведите курсор на желаемую линию при включенных объектных привязках и нажмите или <Enter>.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

<L> Выбрать касательную прямую

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается прямая линия построения, ближайшая к курсору.
Если опция активируется мышью, то для выбора линии, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

5. Выберите вторую прямую линию построения, которой должен касаться создаваемый эллипс. Вторая полуось эллипса будет иметь длину, обеспечивающую касание эллипса к выбранной прямой. Прямую можно выбрать одним из способов, описанных выше.

В процессе выбора второй прямой предварительное изображение следует за курсором в пределах, ограниченных длиной первой полуоси эллипса. При перемещении курсора за эти пределы предварительное изображение пропадает и выбор элементов невозможен.



После создания эллипса команда возвращается в начальное состояние.

Через два узла, с заданной длиной оси

1. Вызовите команду Эллипс.
2. Убедитесь, что активна следующая опция автоменю, или активируйте её:

<T> Выбрать узел, через который проходит эллипс

3. Выберите первый 2D узел, через который будет проходить создаваемый эллипс. Узел можно выбрать одним из следующих способов:

- Нажмите или <**Enter**>, когда курсор находится в окне чертежа, для выбора узла, ближайшего к курсору.
- Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или <**Enter**>. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

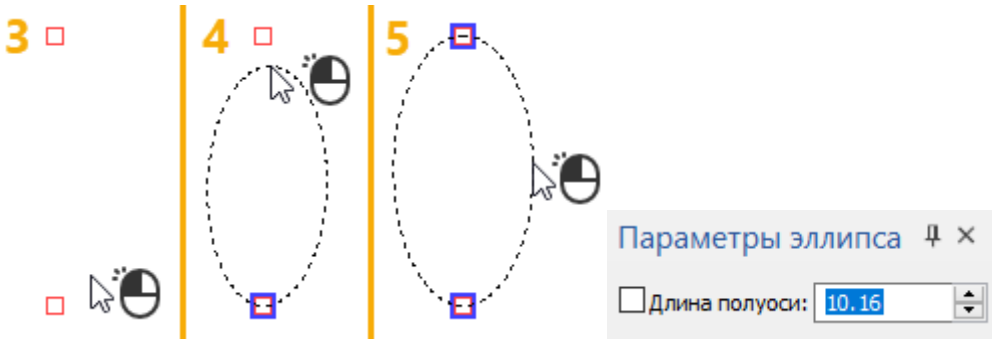
	<**N**>	Выбрать узел

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору. Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

4. Выберите второй 2D узел, через который будет проходить создаваемый эллипс. Первая ось эллипса будет соединять этот узел с узлом, выбранным на предыдущем шаге. Узел можно выбрать одним из способов, описанных выше.
5. Задайте длину второй полуоси эллипса одним из следующих способов:
   - Введите значение длины или имя переменной с клавиатуры. Введённое значение отображается в в окне параметров. Затем нажмите <**Enter**> или в любом месте окна чертежа для завершения ввода.
   - Установите курсор в произвольную точку чертежа без привязки к существующим элементам и нажмите или <**Enter**>. Длина второй полуоси будет подобрана таким образом, чтобы обеспечить прохождение эллипса через указанную точку.

Независимо от способа задания длина второй полуоси будет сохранена в параметрах эллипса и может быть изменена позже.

> В процессе задания длины второй полуоси предварительное изображение следует за курсором в пределах, ограниченных длиной первой полуоси эллипса. При перемещении курсора за эти пределы предварительное изображение пропадает и указание произвольной точки невозможно.



После создания эллипса команда возвращается в начальное состояние.

Через три узла

1. Вызовите команду **Эллипс**.
2. Убедитесь, что активна следующая опция автоменю, или активируйте её:

<T> Выбрать узел, через который проходит эллипс

3. Выберите первый 2D узел, через который будет проходить создаваемый эллипс. Узел можно выбрать одним из следующих способов:

- Нажмите или **<Enter>**, когда курсор находится в окне чертежа, для выбора узла, ближайшего к курсору.
- Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

<N> Выбрать узел

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору. Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

4. Выберите второй 2D узел, через который будет проходить создаваемый эллипс. Первая ось эллипса будет соединять этот узел с узлом, выбранным на предыдущем шаге. Узел можно выбрать одним из способов, описанных выше.

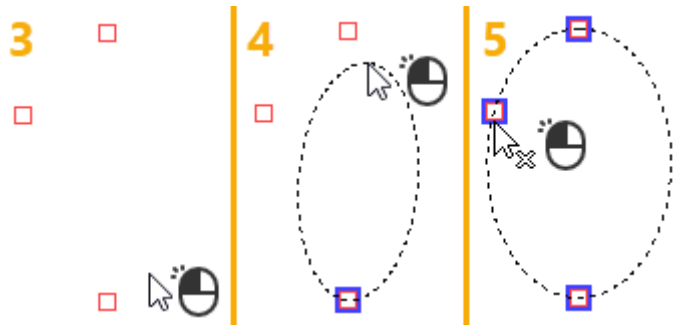
5. Выберите третий 2D узел, через который будет проходить создаваемый эллипс. Вторая ось эллипса будет иметь длину, обеспечивающую прохождение эллипса через этот узел. Узел можно выбрать одним из следующих способов:

- Наведите курсор на желаемый узел при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**.
- Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

<N> Выбрать узел

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору. Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

В процессе выбора третьего узла предварительное изображение следует за курсором в пределах, ограниченных длиной первой полуоси эллипса. При перемещении курсора за эти пределы предварительное изображение пропадает и выбор элементов невозможен.



После создания эллипса команда возвращается в начальное состояние.

Через два узла, с касанием к прямой

1. Вызовите команду Эллипс.
2. Убедитесь, что активна следующая опция автоменю, или активируйте её:

	<T>	Выбрать узел, через который проходит эллипс

3. Выберите первый 2D узел, через который будет проходить создаваемый эллипс. Узел можно выбрать одним из следующих способов:
   - Нажмите или <**Enter**>, когда курсор находится в окне чертежа, для выбора узла, ближайшего к курсору.
   - Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или <**Enter**>. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
   - Активируйте следующую опцию автоменю:

	<N>	Выбрать узел

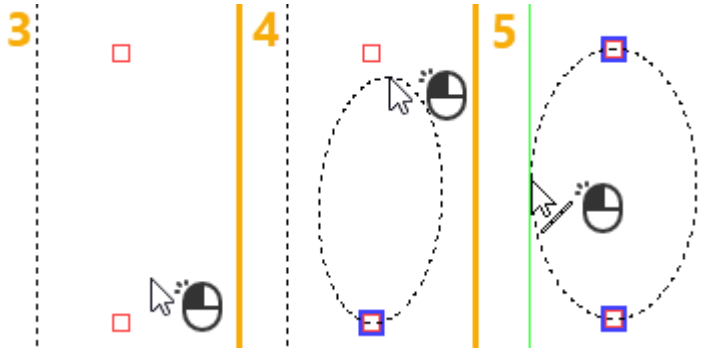
     Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору. Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.
4. Выберите второй 2D узел, через который будет проходить создаваемый эллипс. Первая ось эллипса будет соединять этот узел с узлом, выбранным на предыдущем шаге. Узел можно выбрать одним из способов, описанных выше.
5. Выберите прямую линию построения, которой будет касаться создаваемый эллипс. Вторая ось эллипса будет иметь длину, обеспечивающую касание эллипса к выбранной прямой. Прямую можно выбрать одним из следующих способов:
   - Наведите курсор на желаемую линию при включенных объектных привязках и нажмите или <**Enter**>.
   - Активируйте следующую опцию автоменю:

	<L>	Выбрать касательную прямую

     Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается прямая линия построения, ближайшая к курсору.

Если опция активируется мышью, то для выбора линии, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

В процессе выбора прямой предварительное изображение следует за курсором в пределах, ограниченных длиной первой полуоси эллипса. При перемещении курсора за эти пределы предварительное изображение пропадает и выбор элементов невозможен.



После создания эллипса команда возвращается в начальное состояние.

С двойным касанием к окружности, через узел

1. Вызовите команду **Эллипс**.
2. Выберите окружность построения, которой должен касаться создаваемый эллипс. Центр эллипса будет совпадать с центром выбранной окружности, а длина первой полуоси эллипса будет определяться радиусом этой окружности. Ориентация эллипса будет определяться второй полуосью, задаваемой на следующем шаге. Окружность можно выбрать одним из следующих способов:
   - Наведите курсор на желаемую окружность при включенных объектных привязках и нажмите или <**Enter**>.
   - Активируйте следующую опцию автоменю:

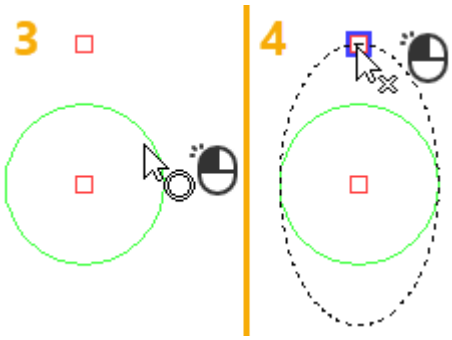
     <**C**> Выбрать касательную окружность

     Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается окружность построения, ближайшая к курсору.

     Если опция активируется мышью, то для выбора окружности, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.
3. Выберите 2D узел, через который будет проходить создаваемый эллипс. Вторая полуось эллипса будет соединять выбранный узел с центром окружности, выбранной на предыдущем шаге. Узел можно выбрать одним из следующих способов:
   - Наведите курсор на желаемый узел при включенных объектных привязках и нажмите или <**Enter**>.
   - Наведите курсор на характерную точку линии изображения или пересечение линий построения при включенных объектных привязках и нажмите или <**Enter**>. В указанной точке будет автоматически создан связанный 2D узел.
   - Активируйте следующую опцию автоменю:

<N> Выбрать узел

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается узел, ближайший к курсору.
Если опция активируется мышью, то для выбора узла, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.



После создания эллипса команда возвращается в начальное состояние.

С двойным касанием к окружности и касанием к прямой

1. Вызовите команду **Эллипс**.
2. Выберите окружность построения, которой должен касаться создаваемый эллипс. Центр эллипса будет совпадать с центром выбранной окружности, а длина первой полуоси эллипса будет определяться радиусом этой окружности. Ориентация эллипса будет определяться второй полуосью, задаваемой на следующем шаге. Окружность можно выбрать одним из следующих способов:
   - Наведите курсор на желаемую окружность при включенных объектных привязках и нажмите или <**Enter**>.
   - Активируйте следующую опцию автоменю:

<C> Выбрать касательную окружность

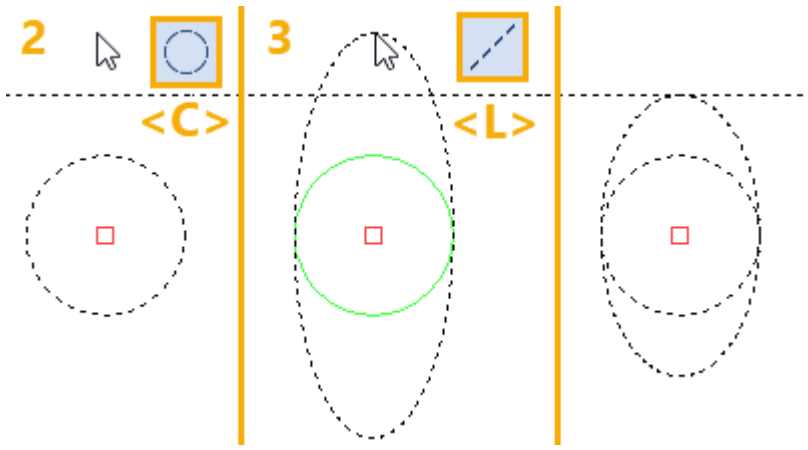
Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается окружность построения, ближайшая к курсору.
Если опция активируется мышью, то для выбора окружности, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

3. Выберите прямую линию построения, которой будет касаться создаваемый эллипс. Вторая полуось эллипса будет ограничена выбранной прямой и ориентирована по нормали к ней. Прямую можно выбрать одним из следующих способов:
   - Наведите курсор на желаемую линию при включенных объектных привязках и нажмите или <**Enter**>.
   - Активируйте следующую опцию автоменю:

<L> Выбрать касательную прямую

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается прямая линия построения, ближайшая к курсору.

Если опция активируется мышью, то для выбора линии, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.



После создания эллипса команда возвращается в начальное состояние.

Симметрично другому эллипсу построения

1. Вызовите команду Эллипс.
2. Выберите ось симметрии с помощью следующей опции автоменю:

<A> Выбрать ось симметрии (прямую)

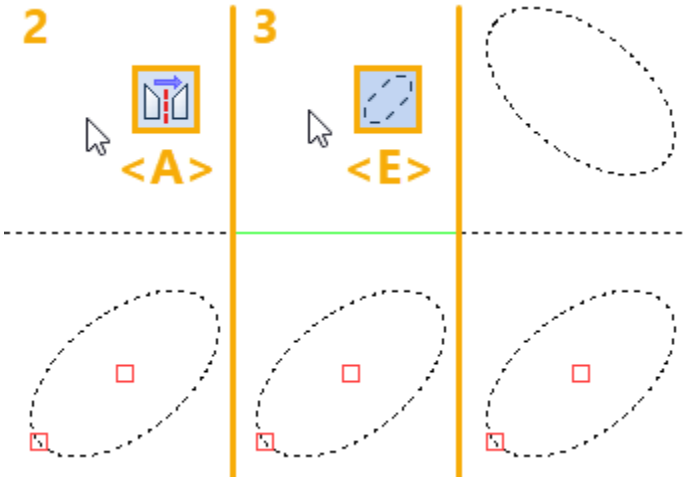
Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается прямая линия построения, ближайшая к курсору.
Если опция активируется мышью, то для выбора линии, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

3. Выберите эллипс построения, которому будет симметричен создаваемый. Эллипс можно выбрать одним из следующих способов:

- Наведите курсор на желаемый эллипс при включенных объектных привязках и нажмите или **<Enter>**.
- Активируйте следующую опцию автоменю:

<E> Выбрать эллипс

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается эллипс построения, ближайший к курсору.
Если опция активируется мышью, то для выбора эллипса, ближайшего к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.



После создания эллипса команда возвращается в начальное состояние.

На основе проекции

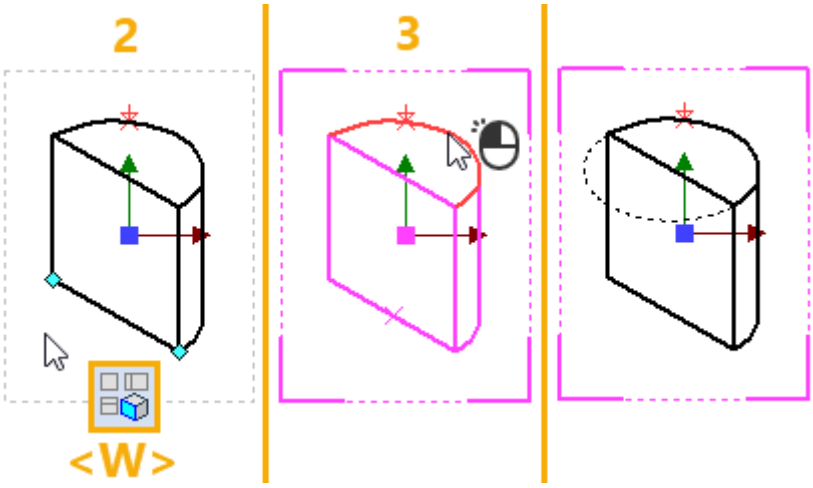
1. Вызовите команду Эллипс.
2. Выберите проекцию с помощью следующей опции автоменю:

<W> Выбрать 2D проекцию

Если опция активируется с клавиатуры, то мгновенно выбирается проекция, ближайшая к курсору.
Если опция активируется мышью, то для выбора проекции, ближайшей к курсору, необходимо дополнительно нажать в окне чертежа.

Выбор проекции является необязательным. Этот шаг можно пропустить.

3. При включенных объектных привязках наведите курсор на линию изображения, представляющую собой эллипс или дугу эллипса и принадлежащую 2D проекции, затем нажмите или **<Enter>**. Будет создан эллипс построения, совпадающий с выбранной линией изображения. Если на предыдущем шаге была выбрана проекция, то для выбора доступны только линии, принадлежащие этой проекции. Если проекция не выбрана, то можно выбрать линию любой из имеющихся проекций.

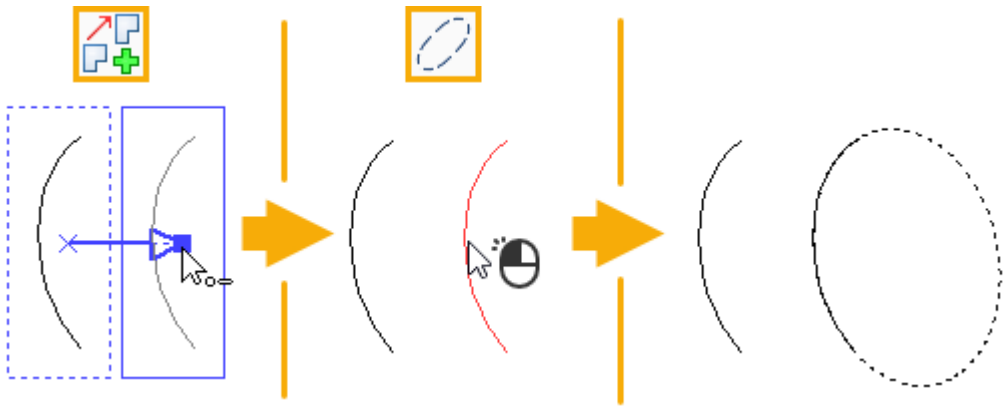


После создания эллипса команда возвращается в начальное состояние.

На основе копии линии изображения

Команда **Эллипс** позволяет создавать эллипсы построения на основе линий изображения (эллипсов и дуг эллипсов), только если эти линии изображения являются копиями, т.е. созданы путем ассоциативного копирования других линий изображения с помощью команд копирования и создания массивов.

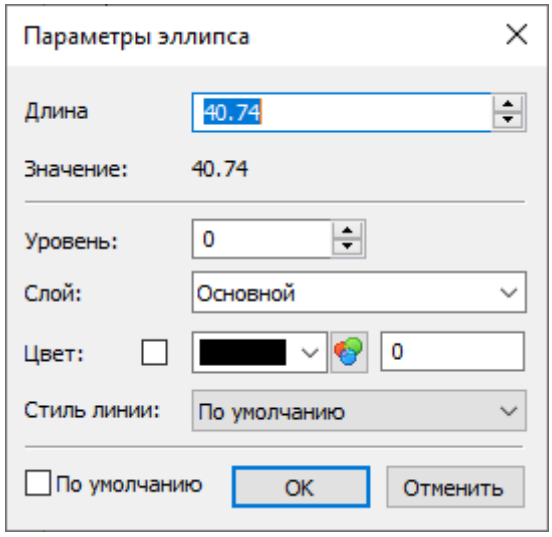
Чтобы создать эллипс построения на основе такой линии, при включенных объектных привязках наведите на неё курсор, затем нажмите или **<Enter>**. Будет создан эллипс построения, совпадающий с выбранной линией изображения.



Копирование дуги в команде **Копия с перемещением** | Выбор дуги в команде **Эллипс** | Результат

В то же время, можно таким же образом создавать эллипсы построения на основе линий изображения в команде **Прямая**, а также в режиме связанного рисования в командах **Узел** и **Изображение**, независимо от того, являются ли эти линии изображения ассоциативными копиями.

Параметры эллипса построения



Длина первой оси эллипса всегда задаётся выбором опорного элемента в 2D окне. В процессе задания длины первой оси её численное значение отображается в правой части статусной строки. После задания длина первой оси нигде не отображается. Длина второй оси может быть задана

выбором опорного элемента или произвольной точки, либо введена в окне параметров. При указании опорного элемента или произвольной точки значение соответствующего параметра отображается в правой части статусной строки. Полный набор параметров доступен в диалоге, вызываемом с помощью опции **<P>.**

Длина. Длина второй оси эллипса. Если вторая ось задана выбором опорного элемента, данный параметр не отображается.

Значение. Отображает численное значение длины, что может быть полезным при задании длины с помощью переменной или выражения.

Уровень. Помещает эллипс на определенный уровень видимости.

Слой. Помещает эллипс на определенный слой.

Цвет. При установленном флаге можно выбрать цвет текущего элемента. Если флаг не установлен, то элемент имеет цвет по умолчанию. Цвет по умолчанию задаётся в установках системы (**Установки** > **Цвета** > **Общие** > **Линии построения по умолчанию**). Кроме того, в параметрах документа можно задать отдельный цвет по умолчанию для элементов построения на конкретной странице (**Параметры документа** > **Страница** > **Цвета** > **Цвета** > **Линии построения**).

Стиль линии. В выпадающем списке можно выбрать один из вариантов отображения текущего элемента:

- **По умолчанию**
- **Сплошная**
- **Пунктир**
- **Длинный пунктир**
- **Штрихпунктир**

По умолчанию. Установка этого флага будет обозначать что заданные в этом диалоговом окне значения параметров (кроме параметра **Длина**) будут применяться для новых линий построения всех типов.

2D узел

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Построения > Узел Сборка > Сборка > Узел Рабочая плоскость > Построения > Узел
Клавиатура	Текстовое меню
<N>	Построения > Узел

2D узлы обозначают точку на чертеже, которую можно использовать для привязки различных 2D элементов.

Основные типы узлов и их обозначения в окне чертежа:

- - Связанный узел
  Положение узла полностью определяется положением других 2D элементов.
- - Полусвязанный узел
  Положение узла определяется величиной смещения относительно линий построения или других узлов.

- [Свободный узел]
  Положение узла определяется абсолютными координатами в системе координат страницы, РП или чертёжного вида.
- [Узел с фрагмента]
  Положение узла в текущем документе определяется положением узла, созданного в документе 2D фрагмента.
- [Проекция 3D узла]
  Положение 2D узла определяется положением 3D узла.

В поле **Размер узлов** диалога установок системы (**Установки** > **2D** > **2D**) вы можете задать размер обозначения в пикселях.
Способы создания узлов каждого типа приведены в разделах с описаниями типов.

После вызова команды **Узел** в автоменю доступны следующие опции:

<Ctrl>+<F> Режим свободного/связанного рисования

Некоторые способы создания узлов доступны только в определенном режиме. Создание свободных узлов возможно только в режиме свободного рисования. В автоменю отображается режим, активный в данный момент. Иконка обозначает режим связанного рисования, - свободного. Активация опции приводит к смене режима.

<P> Установить параметры узла

Данная опция вызывает [диалог параметров узла].

<L> Выбрать прямую для создания узла

<C> Выбрать окружность для создания узла

<E> Выбрать эллипс для создания узла

<S> Выбрать сплайн для создания узла

<N> Выбрать узел для построения относительного узла

Данные опции используются для выбора элементов построения при создании связанных и полусвязанных узлов.
При активации опции с клавиатуры автоматически выбирается элемент соответствующего типа, ближайший к текущему положению курсора.
При активации опции мышью необходимо нажать в окне чертежа, в результате чего выбирается элемент соответствующего типа, ближайший к месту нажатия.
Элементы построения можно выбирать и без использования данных опций, просто наведя курсор на элемент и нажав .
Опция выбора сплайна также может использоваться для выбора 2D пути, кривой смещения или функции.

<F> Выбрать фрагмент для создания узла

<R> Выбрать фрагмент из списка

Данные опции используются при создании узлов с фрагмента.

<W> Выбрать 2D проекцию

Данная опция используется при создании проекции 3D узла.

<F4> Изменить узел

Данная опция вызывает команду редактирования 2D узлов

<Esc> Выйти из команды

Основные темы в этом разделе:

- Связанный 2D узел
- Полусвязанный 2D узел
- Свободный 2D узел
- 2D узел с фрагмента
- 2D узел как проекция 3D узла
- Параметры 2D узла
- Редактировать 2D узел

Связанный 2D узел

Положение связанного узла полностью определяется положением других 2D элементов.
В команде **Узел** доступны следующие способы создания связанных 2D узлов:

- в точке пересечения выбранных линий построения
- в ближайшей точке пересечения линий построения
- в центре окружности или эллипса построения
- на конце кривой построения
- в характерной точке линий изображения
- в характерной точке элементов оформления чертежа
- на линии построения, связанной с линией изображения

Кроме того, связанные узлы могут быть созданы в других командах:

- **Команды создания и редактирования элементов построения: Прямая, Окружность, Эллипс, Путь, Сплайн, Кривая смещения, Функция, Редактировать узел, Редактировать линии построения**
  При нажатии **<Space>** автоматически создаётся связанный узел в точке пересечения линий построения, ближайшей к текущему положению курсора.
  При привязке создаваемых этими командами элементов к точкам пересечения линий построения, центрам окружностей/эллипсов построения, а также к характерным точках линий изображения, принадлежащих 2D фрагментам или 2D проекциям, в этих точках автоматически создаются связанные узлы. Кроме того, при создании пары перпендикулярных прямых автоматически создаётся связанный узел в точке их пересечения.
- **Изображение**
  При нажатии **<Space>** автоматически создаётся связанный узел в точке пересечения линий построения, ближайшей к текущему положению курсора.

При создании линий изображения в режиме связанного рисования автоматически создаются связанные узлы в выбранных точках пересечения линий построения, центрах окружностей/эллипсов построения, а также в характерных точках линий изображения, принадлежащих 2D фрагментам или 2D проекциям.

- **Штриховка**
  При нажатии **<Space>** автоматически создаётся связанный узел в точке пересечения линий построения, ближайшей к текущему положению курсора.
  При ручном вводе контура штриховки в режиме связанного рисования автоматически создаются связанные узлы в выбранных точках пересечения линий построения, центрах окружностей/эллипсов построения, а также в характерных точках линий изображения, принадлежащих 2D фрагментам или 2D проекциям.
- **Эскиз**
  При привязке создаваемых элементов к точках пересечения линий построения и центрам окружностей/эллипсов построения, в этих точках автоматически создаются связанные узлы.

Узел в точке пересечения выбранных линий построения

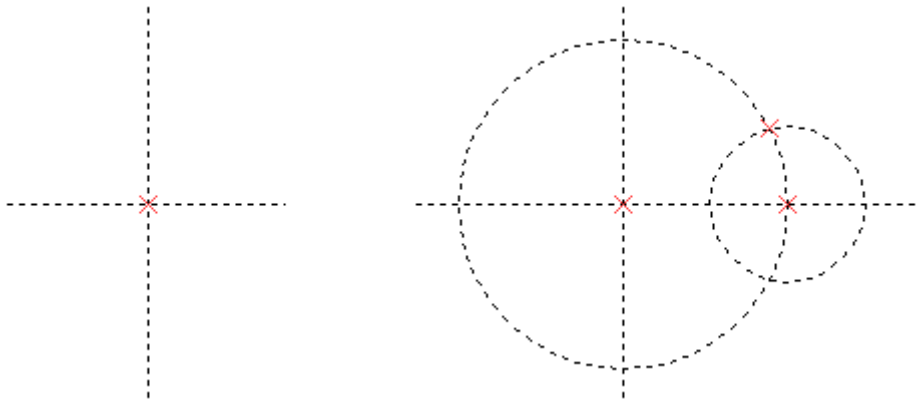
При выключенных объектных привязках

Создание узла таким способом работает одинаково в режимах связанного и свободного рисования.

Наведите курсор на линию построения и нажмите , **<Enter>** или клавишу опции автоменю, соответствующей типу данной линии.
Для выбора линий можно использовать следующие опции автоменю:

	<L>	Выбрать прямую для создания узла
	<C>	Выбрать окружность для создания узла
	<E>	Выбрать эллипс для создания узла
	<S>	Выбрать сплайн для создания узла

Опция выбора сплайна также может использоваться для выбора 2D пути, кривой смещения или функции.
Предварительное изображение узла начнет перемещаться вдоль выбранной линии в соответствии с перемещениями курсора. Далее наведите курсор на другую линию построения, пересекающуюся с уже выбранной, и снова нажмите , **<Enter>** или клавишу опции автоменю, соответствующей типу второй линии. В точке пересечения выбранных линий будет создан связанный узел. Если между выбранными линиями существует несколько пересечений, то узел создаётся в точке пересечения, ближайшей к положению курсора.



При включенных объектных привязках

Создание узла таким способом работает одинаково в режимах связанного и свободного рисования.

Если включены объектные привязки, то можно не выбирать линии по отдельности, а сразу наводить курсор на пересечение и нажимать для создания узла в точке пересечения.

Узел в ближайшей точке пересечения линий построения

С помощью клавиши <Space>

Как в режиме связанного, так и в режиме свободного рисования, нажатие **<Space>** приводит к созданию связанного узла в точке пересечения линий построения, ближайшей к текущему положению курсора.

С помощью клавиши <Enter>

В режиме связанного рисования нажатие **<Enter>**, когда никакие элементы не выбраны и не находятся под курсором, приводит к созданию связанного узла в точке пересечения линий построения, ближайшей к текущему положению курсора.

Узел в центре окружности или эллипса построения

При выключенных объектных привязках

В режиме связанного рисования наведите курсор на окружность или эллипс и нажмите , **<Enter>** или клавишу опции автоменю, соответствующей типу данной линии.

Для выбора окружности или эллипса можно использовать следующие опции автоменю:

	<C>	Выбрать окружность для создания узла
	<E>	Выбрать эллипс для создания узла

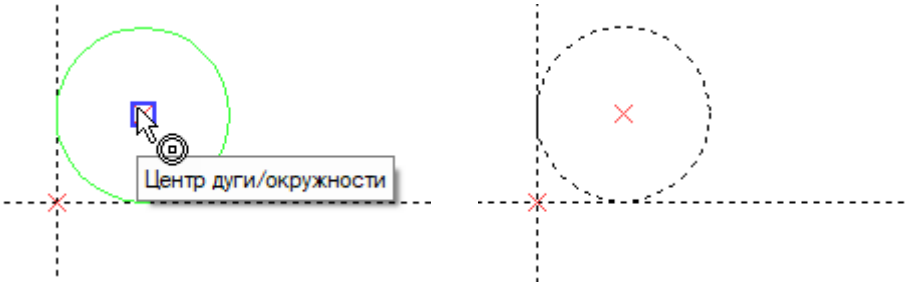
Предварительное изображение узла начнет динамически перемещаться вдоль окружности/эллипса в соответствии с перемещениями курсора. Для завершения создания узла снова нажмите или клавишу опции автоменю, соответствующей типу данной линии.

Если в момент нажатия курсор находится вдали от других линий построения, пересекающихся с выбранной окружностью/эллипсом, то узел будет создан в центре окружности/эллипса, в противном случае - в точке пересечения. При использовании клавиш опций автоменю узел в точке пересечения создаётся только если тип пересекающейся линия соответствует применённой опции.

При включенных объектных привязках

Создание узла таким способом работает одинаково в режимах связанного и свободного рисования.

Наведите курсор на центр окружности или эллипса и нажмите . В центре будет создан связанный узел.



Узел на конце кривой построения

Создание узла таким способом работает одинаково в режимах связанного и свободного рисования, независимо от состояния объектных привязок.

Выберите сплайн, 2D путь, кривую смещения или функцию с помощью , **<Enter>** или следующей опции автоменю:

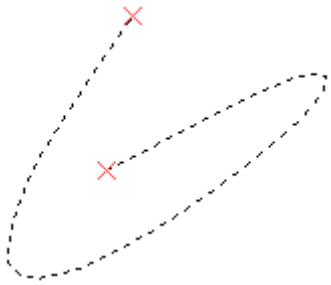
	<S>	Выбрать сплайн для создания узла

Предварительное изображение узла начнет динамически перемещаться вдоль выбранной кривой в соответствии с перемещениями курсора.
Далее активируйте следующую опцию:

	<T>	Создать узел на конце сплайна

Если опция активирована с клавиатуры, то сразу создаётся связанный узел на конце кривой, ближайшем к текущему положению курсора.

Если опция активирована мышью, то необходимо еще раз нажать в окне чертежа. В результате связанный узел будет создан на конце на конце кривой, ближайшем к месту нажатия.



Узел в характерной точке линий изображения

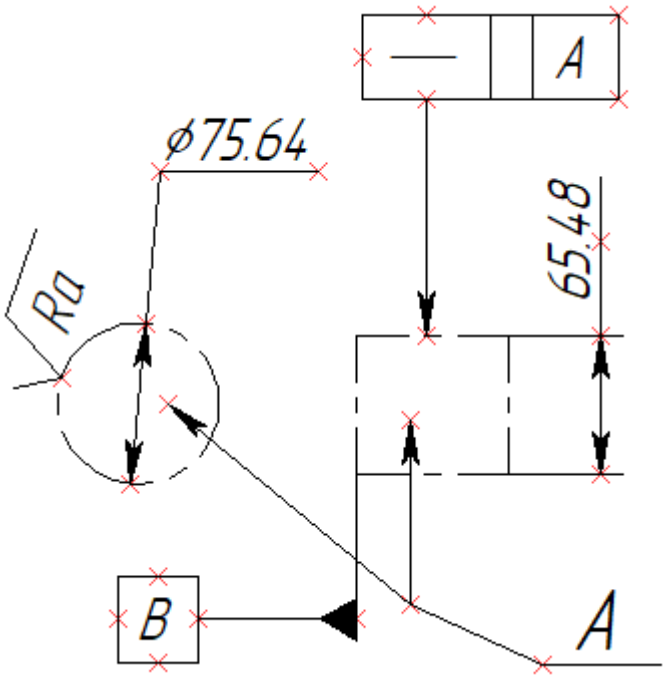
Создание узла таким способом работает одинаково в режимах связанного и свободного рисования.

С помощью объектных привязок выберите желаемую точку на линиях изображения. В указанной точке будет создан связанный узел. Если выбранная точка принадлежит линии, спроецированной с 3D модели, то созданный таким образом узел сохраняет связь с моделью, т.е. после изменения геометрии модели положение узла может измениться при пересчете проекции. Если характерный элемент модели, на проекции которого создан узел будет удалён, то при пересчёте проекции удалится и 2D узел.

Узел в характерной точке элементов оформления чертежа

Создание узла таким способом работает одинаково в режимах связанного и свободного рисования, независимо от состояния объектных привязок.

При наведении курсора на характерные точки размеров, надписей, обозначений допусков, баз и шероховатостей эти точки подсвечиваются. После того, как точка подсвечена, нажатие или **<Enter>** создаёт в данной точке узел, связанный с соответствующим элементом оформления.



Узел на линии построения, связанной с линией изображения

В режиме связанного рисования выберите желаемую линию изображения, наведя на неё курсор и нажав или <**Enter**>.

Если выбрана прямая линия изображения, то будет автоматически создана совпадающая с ней прямая линия построения. В крайних точках выбранной линии изображения будут автоматически созданы связанные узлы.

Если выбрана окружность или дуга окружности, то будет автоматически создана совпадающая с ними окружность построения. При повторном нажатии или <**Enter**> в центре окружности будет автоматически создан связанный узел.

> Если в момент нажатия или <**Enter**> курсор находится вблизи линии построения, пересекающейся с выбранной окружностью, то будет создан связанный узел в точке пересечения.

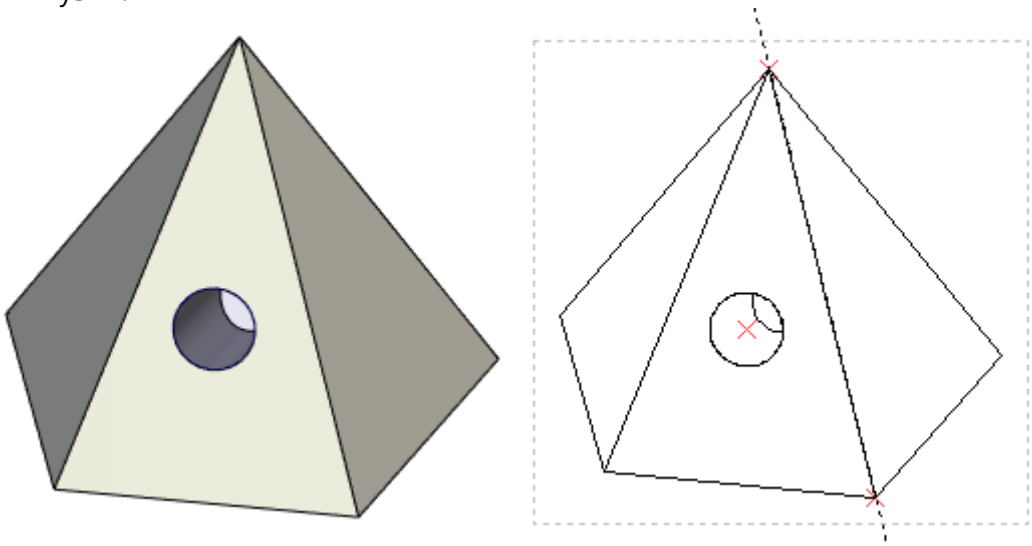
Если выбран эллипс или дуга эллипса, то будет автоматически создан совпадающий с ними эллипс построения. При повторном нажатии или <**Enter**> в центре эллипса будет автоматически создан связанный узел.

> Если в момент нажатия или <**Enter**>курсор находится вблизи линии построения, пересекающейся с выбранным эллипсом, то будет создан связанный узел в точке пересечения.

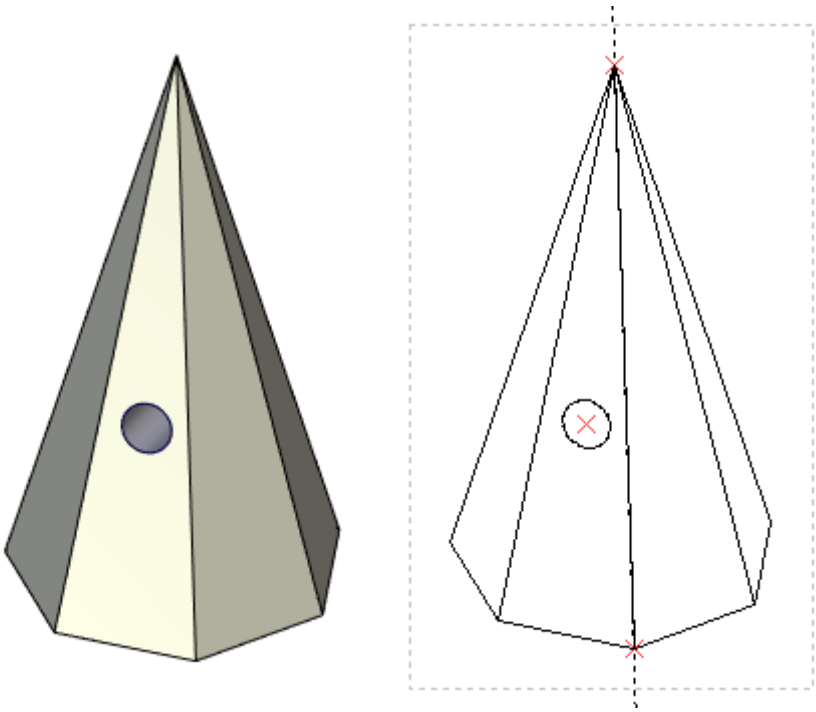
Если выбран сплайн, то будет автоматически создан совпадающий с ним сплайн построения. Далее создаётся полусвязанный узел, делящий сплайн в заданном соотношении.

Если выбранная линия изображения спроецирована с 3D модели, то созданная линия построения и, соответственно, узел сохраняют связь с моделью, т.е. после изменения положения соответствующего ребра модели положение линии построения и связанного узла изменится при пересчёте проекции.

Если ребро модели будет удалёно, то при пересчёте проекции удалятся связанные линии построения и 2D узлы.



2D узлы построены на концах ребра пирамиды и в центре отверстия



После изменения геометрии модели положение 2D узлов и линий построения обновилось

Полусвязанный 2D узел

Положение + полусвязанного узла определяется величиной смещения относительно линий построения или других узлов

В команде **Узел** доступны следующие способы создания + полусвязанных 2D узлов:

- Узел, построенный относительно другого узла со смещениями по X и Y
- Узел, построенный относительно другого узла со смещением по линии построения
- Узел, делящий кривую построения в заданной пропорции
- Узел, делящий расстояние по прямой между двумя другими узлами в заданном соотношении
- Узел, делящий расстояние по кривой между двумя другими узлами в заданном соотношении

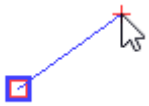
Создание + полусвязанных 2D узлов работает одинаково в режимах связанного и свободного рисования, независимо от состояния объектных привязок, за исключением узла, делящего кривую построения в заданном соотношении.

Узел, построенный относительно другого узла со смещениями по X и Y

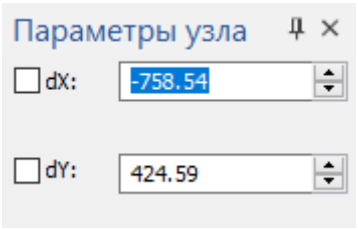
Выберите существующий 2D узел, наведя на него курсор и нажав , **<Enter>** или используя следующую опцию:

<N> Выбрать узел для построения относительного узла

После выбора узла появляется динамически обновляемое предварительное изображение нового узла, следующее за курсором. Связь между новым и выбранным узлами символизируется синей линией.



В окне параметров отображаются поля ввода смещений **dX** и **dY** нового узла относительного выбранного.



Задайте положение узла, указав мышью желаемое место на чертеже и нажав или **<Enter>**, или введя значения смещений в окне параметров.
Если ввести значение смещения с клавиатуры, то будет установлен флаг рядом с полем ввода этого смещения. При установленном флаге значение смещения фиксируется и перестаёт зависеть от перемещения курсора. Предварительное изображение узла в 2D окне при этом перемещается вдоль горизонтальной или вертикальной прямой, соответствующей зафиксированному смещению. Эта прямая отображается синим пунктиром. При одновременной фиксации обоих смещений перемещение узла становится невозможным, и он располагается на пересечении соответствующих синих пунктирных линий. После этого остаётся только нажать в любом месте 2D окна или **<Enter>** для создания узла.

Узел, построенный относительно другого узла со смещением по линии построения

Выберите существующий 2D узел, лежащий на линии построения, наведя на него курсор и нажав , **<Enter>** или используя следующую опцию:

<N> Выбрать узел для построения относительного узла

Далее выберите линию, на которой лежит выбранный узел, наведя на неё курсор и нажав , **<Enter>** или используя одну из следующих опций:

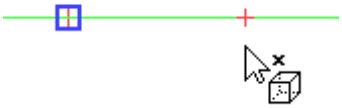
<L> Выбрать прямую для создания узла

<C> Выбрать окружность

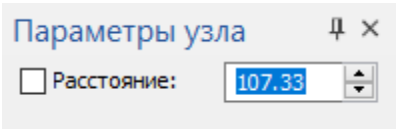
<E> Выбрать эллипс

<S> Выбрать сплайн

Предварительное изображение нового узла начнет перемещаться вдоль выбранной линии в соответствии с перемещениями курсора.



В окне параметров при этом отображается **Расстояние** (в абсолютных единицах) от выбранного узла до нового.



Установите предварительное изображение нового узла в желаемое положение перемещением курсора и нажмите или **<Enter>**, или введите значение расстояния в окне параметров.
Если ввести значение расстояния с клавиатуры, то будет установлен флаг рядом с его полем ввода. При установленном флаге положение нового узла фиксируется и перестаёт зависеть от перемещения курсора. После этого остаётся только нажать в любом месте 2D окна или **<Enter>** для создания узла.

Узел, делящий кривую построения в заданной пропорции

Создание полусвязанного узла таким способом для окружностей и эллипсов возможно только в режиме свободного рисования (в режиме связанного рисования будет создан связанный узел в центре). Для других типов линий режим не имеет значения.

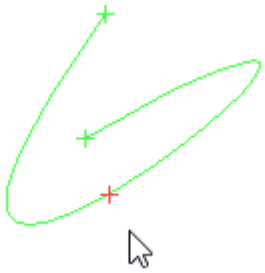
Выберите кривую построения (окружность, эллипс, путь, сплайн, кривую смещения, функцию), наведя на неё курсор и нажав , **<Enter>** или используя одну из следующих опций:

<C> Выбрать окружность

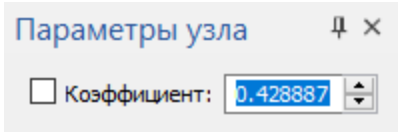
<E> Выбрать эллипс

<S> Выбрать сплайн

Предварительное изображение нового узла начнет перемещаться вдоль выбранной кривой в соответствии с перемещениями курсора.



В окне параметров при этом отображается **Коэффициент**. Коэффициент определяет расстояние по кривой от её начала до создаваемого узла в долях общей длины кривой.



Установите предварительное изображение нового узла в желаемое положение перемещением курсора и нажмите или **<Enter>**, или введите значение коэффициента в окне параметров.

Если в момент нажатия или **<Enter>** курсор находится вблизи другой линии построения, пересекающейся с выбранной кривой, то будет создан связанный узел в точке пересечения.

Если ввести значение коэффициента с клавиатуры, то будет установлен флаг рядом с его полем ввода. При установленном флаге положение нового узла фиксируется и перестаёт зависеть от перемещения курсора. После этого остаётся только нажать в любом месте 2D окна или **<Enter>** для создания узла.

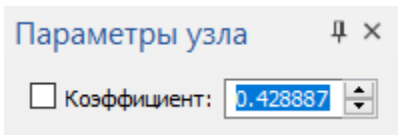
Узел, делящий расстояние по прямой между двумя другими узлами в заданном соотношении

Последовательно выберите два существующих 2D узла, наведя на них курсор и нажав , **<Enter>** или используя следующую опцию:

	<N>	Выбрать узел для построения относительного узла

Предварительное изображение нового узла начнет динамически перемещаться по прямой, проходящей через два выбранных узла в соответствии с перемещением курсора.

В окне параметров при этом отображается **Коэффициент**. Коэффициент определяет расстояние от первого выбранного узла до создаваемого в долях расстояния по прямой между выбранными узлами. Создаваемый узел может также находиться по одну сторону от обоих выбранных узлов при значениях коэффициента меньше нуля или больше единицы.



Установите предварительное изображение нового узла в желаемое положение перемещением курсора и нажмите или **<Enter>**, или введите значение коэффициента в окне параметров. Если ввести значение коэффициента с клавиатуры, то будет установлен флаг рядом с его полем ввода.

При установленном флаге положение нового узла фиксируется и перестаёт зависеть от перемещения курсора. После этого остаётся только нажать в любом месте 2D окна или **<Enter>** для создания узла.

Узел, делящий расстояние по кривой между двумя другими узлами в заданном соотношении

Выберите существующий 2D узел, лежащий на линии построения, наведя на него курсор и нажав , **<Enter>** или используя следующую опцию:

<N> Выбрать узел для построения относительного узла

Далее выберите кривую построения (окружность, эллипс, путь, сплайн, кривую смещения, функцию), на которой лежит выбранный узел, наведя на неё курсор и нажав , **<Enter>** или используя одну из следующих опций:

<C> Выбрать окружность

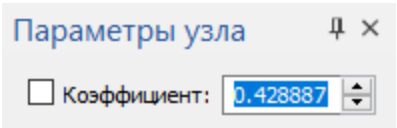
<E> Выбрать эллипс

<S> Выбрать сплайн

Затем выберите второй узел, лежащий на той же кривой, наведя на него курсор и нажав или используя следующую опцию:

<N> Выбрать узел для построения относительного узла

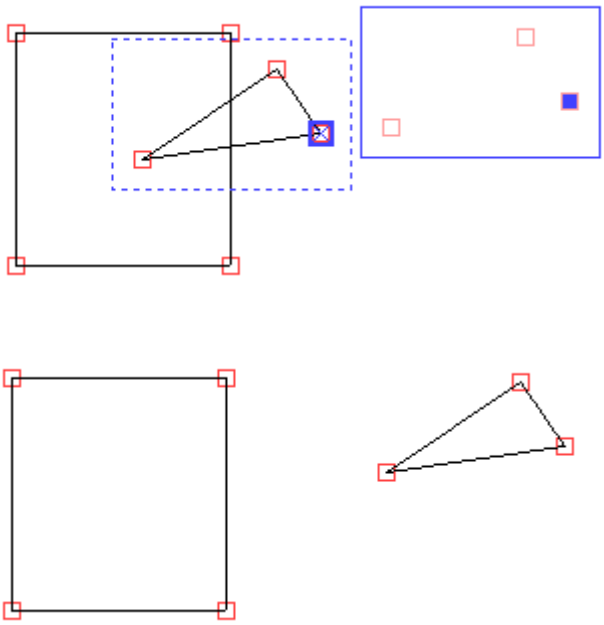
Предварительное изображение нового узла начнет динамически перемещаться по выбранной кривой между выбранными узлами в соответствии с перемещением курсора. В окне параметров при этом отображается **Коэффициент**. Коэффициент определяет расстояние от первого выбранного узла до создаваемого в долях расстояния по выбранной кривой между выбранными узлами. Если выбрана незамкнутая кривая, то создаваемый узел может находиться по одну сторону от обоих выбранных узлов при значениях коэффициента меньше нуля или больше единицы. Если выбрана замкнутая кривая, то коэффициент всегда лежит в диапазоне от нуля до единицы, но может отсчитываться в любую сторону от первого узла в зависимости от положения курсора.



Установите предварительное изображение нового узла в желаемое положение перемещением курсора и нажмите или **<Enter>**, или введите значение коэффициента в окне параметров. Если ввести значение коэффициента с клавиатуры, то будет установлен флаг рядом с его полем ввода. При установленном флаге положение нового узла фиксируется и перестаёт зависеть от перемещения курсора. После этого остаётся только нажать в любом месте 2D окна или **<Enter>** для создания узла.

Свободный 2D узел

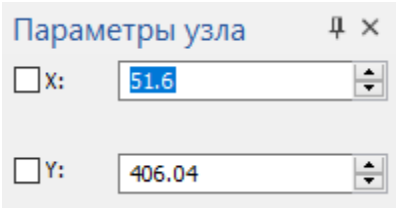
Положение свободного узла определяется абсолютными координатами в системе координат страницы, РП или чертёжного вида.
В отличие от узлов других типов, свободные узлы, а соответственно и все элементы, привязанные к ним, можно свободно перемещать.



Свободные узлы могут быть созданы создаются с помощью следующих команд

- **Узел**
  Создание свободных узлов с помощью данной команды описано ниже.
- **Точка**
  Создание свободных узлов с помощью данной команды описано в главе с её описанием.
- **Команда редактирования 2D узлов**
  Данная команда позволяет преобразовать в свободные некоторые 2D узлы других типов с помощью опции (<**F**>)
- **Изображение**
  При создании линий изображения в режиме свободного рисования автоматически создаются свободные узлы в указанных произвольных точках, определяющих создаваемые линии.
- **Штриховка**
  При ручном вводе контура штриховки в режиме свободного рисования автоматически создаются свободные узлы в указанных произвольных точках, определяющих создаваемый контур.

В команде **Узел** свободные узлы создаются в режиме свободного рисования. В данном режиме предварительное изображение нового узла следует за курсором, а в окне параметров отображаются его координаты **X** и **Y**.



Задайте положение узла, указав мышью желаемое место на чертеже и нажав или **<Enter>**, или введя значения координат в окне параметров.

Если курсор указывает на линии построения (независимо от состояния объектных привязок), или на характерные точки линий изображения (с использованием объектных привязок), то вместо свободных создаются связанные и полусвязанные узлы, несмотря на активный режим свободного рисования.

Если ввести значение координаты с клавиатуры, то будет установлен флаг рядом с полем ввода этой координаты. При установленном флаге значение координаты фиксируется и перестаёт зависеть от перемещения курсора. Предварительное изображение узла в 2D окне при этом перемещается вдоль горизонтальной или вертикальной прямой, соответствующей зафиксированной координате. Эта прямая отображается синим пунктиром. При одновременной фиксации обоих смещений перемещение узла становится невозможным, и он располагается на пересечении соответствующих синих пунктирных линий. После этого остаётся только нажать в любом месте 2D окна или **<Enter>** для создания узла.

При создании свободных узлов может быть полезным использование **Сетки**.

См. также:

- **Точка**

2D узел с фрагмента

В T-FLEX CAD можно создавать 2D сборки, вставляя одни чертежи в другие в качестве 2D фрагментов. Положение узла с фрагмента в текущем документе определяется положением узла, созданного в документе 2D фрагмента. Узлы с фрагментов необходимы для создания ассоциативной связи между элементами текущего чертежа и фрагментом. Просто так это сделать нельзя, так как фрагмент представляет собой отдельный документ, и его элементы не доступны в текущем документе.

Доступны следующие способы создания узлов с фрагмента:

- Автоматическое создание узлов при вставке фрагмента
- Автоматическое создание узлов с фрагмента при создании элементов текущего чертежа
- Создание узлов с фрагмента вручную с помощью команды Узел

Автоматическое создание узлов при вставке фрагмента

Если в установках системы (**Установки** > **Фрагменты** > **Ввод**) установлен флаг **Создание именованных узлов автоматически**, то при вставке фрагмента будут автоматически созданы узлы с фрагмента на основе всех **именованных** узлов фрагмента. Для узлов фрагмента с именами по умолчанию узлы с фрагмента при этом не создаются.

По умолчанию данная опция отключена.

Автоматическое создание узлов с фрагмента при создании элементов текущего чертежа

По умолчанию в установках системы (**Установки** > **Привязки** > **Приоритет**) установлен флаг **Узлам фрагмента**.
Вследствие этого, при создании элементов построения (включая 2D узлы в режимах свободного и связанного рисования) и элементов оформления чертежа, а также в командах **Изображение** и **Штриховка**, можно с помощью объектных привязок привязываться к узлам фрагмента. При этом по выбранным узлам фрагмента в текущем документе автоматически создаются узлы с фрагмента. В результате созданные элементы сохраняют ассоциативную связь с узлами фрагмента, т.е. при изменении положения фрагмента на текущем чертеже или при изменении положения выбранного узла в документе фрагмента положение элементов текущего документа изменится соответствующим образом.

При создании элементов эскиза (включая **Точки**) с помощью объектных привязок также можно привязываться к узлам фрагмента. Однако, создания узла с фрагмента при этом не происходит. В результате, созданные элементы не имеют ассоциативной связи с узлами фрагмента, т.е. сохраняют свое положение в системе координат текущего документа независимо от изменений положения фрагмента и его узлов.

Создание узлов с фрагмента вручную с помощью команды **Узел**

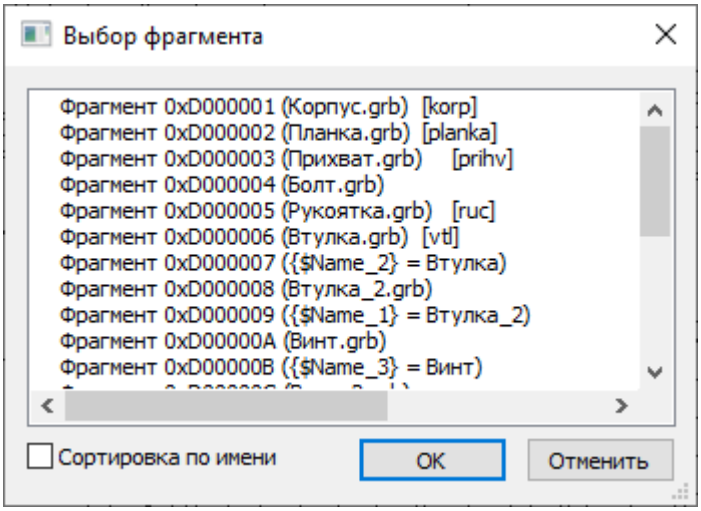
С помощью одной из следующих опций выберите 2D фрагмент, вставленный в текущий чертеж:.

<F> Выбрать фрагмент для создания узла с фрагмента

После активации данной опции необходимо навести курсор на желаемый фрагмент в окне чертежа и нажать .

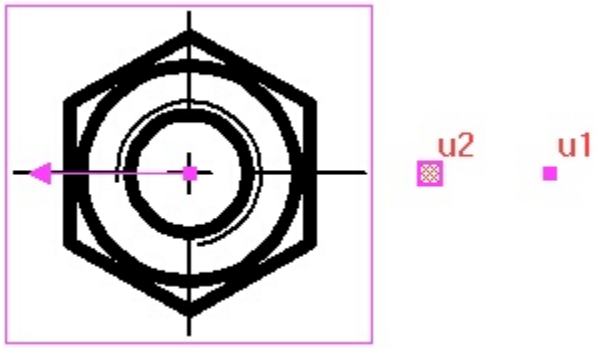
<R> Выбрать фрагмент из списка

После активации данной опции появляется диалоговое окно со списком всех фрагментов, доступных в текущем чертеже. По умолчанию фрагменты отсортированы по идентификаторам. Можно включить **Сортировку по имени,** установив флаг в нижней части диалога. Выберите желаемый фрагмент в списке и нажмите **OK**.



Список содержит все фрагменты в текущем чертеже независимо от того, на какой странице они находятся. Таким образом можно создать на текущей странице чертеже узлы с фрагмента, размещенного на другой странице.

После выбора фрагмента на чертеже подсвечиваются все именованные узлы этого фрагмента.



u1 - узел фрагмента, для которого в текущем документе нет связанного узла.

u2 - узел фрагмента, для которого в текущем документе есть связанный узел с фрагмента.

При этом набор опций в автоменю сменяется на следующий:

<N> Выбрать узел

После активации данной опции мышью курсор меняет вид на , а последующее нажатие в окне чертежа приводит к созданию в текущем документе узла с фрагмента по узлу фрагмента, ближайшему к месту нажатия.
После активации данной опции с клавиатуры узел с фрагмента создаётся в тот же момент по узлу фрагмента, ближайшему к текущему положению курсора.

<*> Создать все помеченные узлы

После активации данной опции в текущем документе мгновенно создаются узлы с фрагмента по всем подсвеченным узлам фрагмента.

<M> Показать имена узлов фрагмента

Активация/деактивация данной опции позволяет включать/выключать отображение на чертеже имен узлов выбранного фрагмента. Имена отображаются только для именованных узлов, т.е. таких, имя которых задано пользователем вручную.

<A> Показать все узлы фрагмента

Активация/деактивация данной опции позволяет включать/выключать отображение на чертеже неименованных узлов выбранного фрагмента, т.е. таких, имя которых задано автоматически.

<Esc> Отменить выбор

Данная опция отменяет выбор фрагмента и возвращает команду **Узел** в начальное состояние.

См. также:

- Создание сборочных чертежей
- Нанесение фрагментов на чертёж

2D узел как проекция 3D узла

Для проецирования 3D узлов на чертёж используется следующая опция автоменю в команде **Узел**:

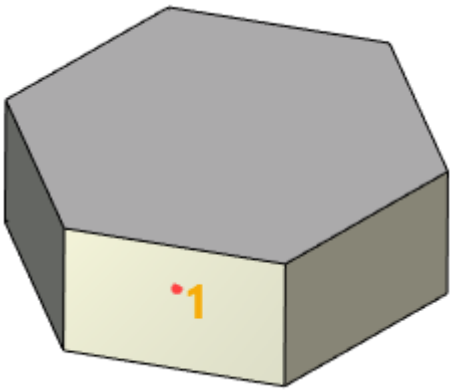
<W> Выбрать 2D проекцию

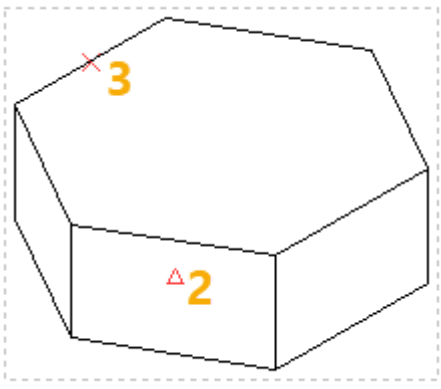
После активации данной опции необходимо нажатием выбрать проекцию в окне чертежа.
После выбора 2D проекции она активируется, а набор опций в автоменю сменяется на следующий:

<P> Задать параметры узла

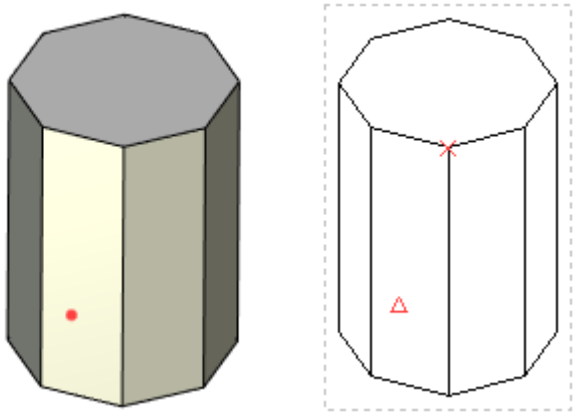
<Esc> Отменить выбор

Выберите 3D узел в 3D сцене или в дереве модели. В составе выбранной проекции на чертеже появится △ проекция данного узла. Созданный таким образом 2D узел сохраняет связь с 3D узлом, т.е. после изменения положения 3D узла положение 2D узла изменится при пересчете проекции. Если 3D узел будет удалён, то при пересчёте проекции удалится и 2D узел.





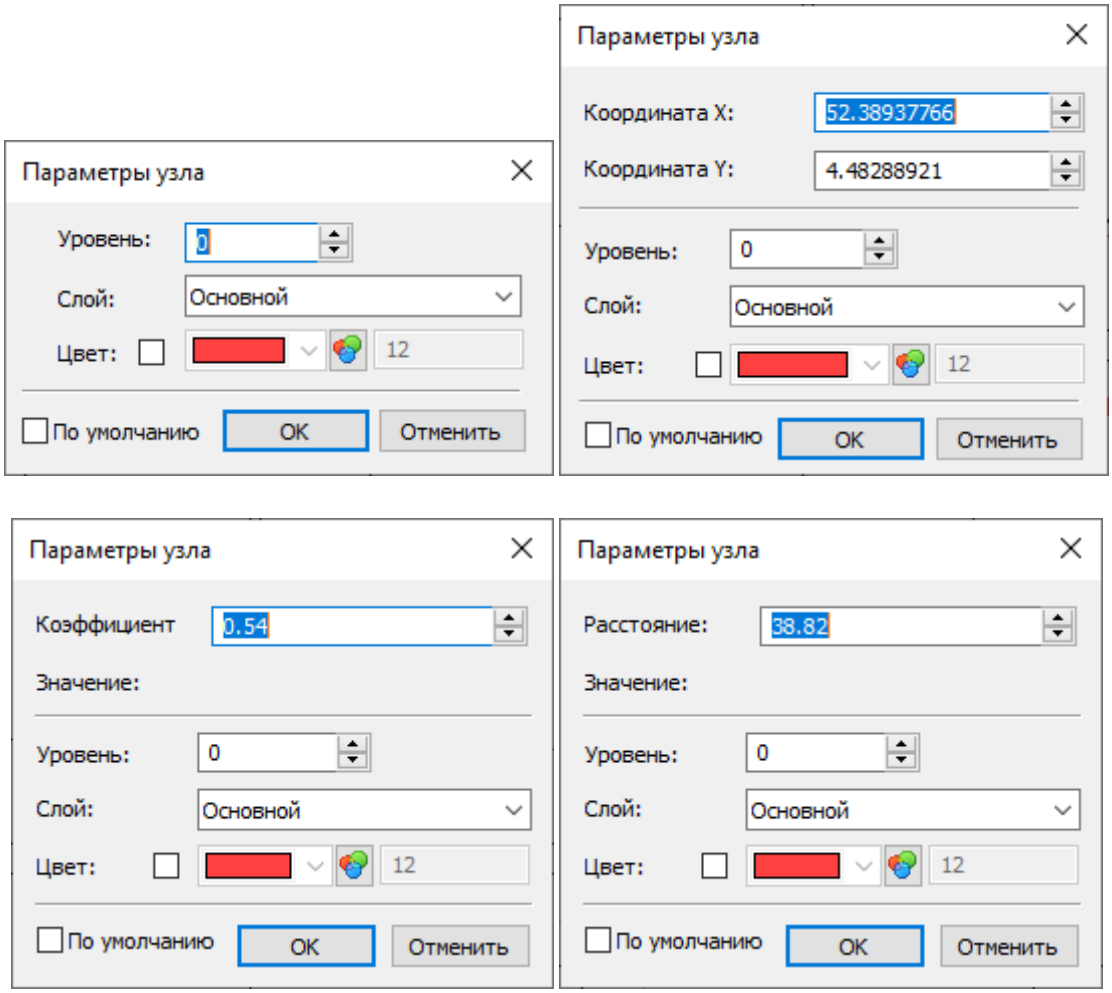
1 - 3D узел, 2 - проекция 3D узла, 3 - связанный узел в характерной точке линий проекции (середина ребра)



После изменения размеров и числа сторон призмы положение 2D узлов на проекции обновилось

Кроме того, при черчении на активной рабочей плоскости можно проецировать 3D узлы и другие 3D элементы на рабочую плоскость с помощью команды **Проекция элементов**.

Параметры 2D узла



При создании и редактировании узлов, положение которых определяется координатами, смещениями, расстоянием от другого узла или коэффициентом, данные параметры задаются вводом значений в окне параметров или указанием положения в окне чертежа. Для уже созданного узла эти параметры отображаются в верхней части диалога параметров.

Поля **Координата X** и **Координата Y** в диалоге параметров могут использоваться для отображения как абсолютных координат, так и смещений относительно другого узла. Для параметров **Коэффициент** и **Расстояние** помимо поля ввода отображается нередактируемое поле **Значение**, содержащее численное значение параметра, что может быть полезным при задании этих параметров с помощью переменной или выражения.

Независимо от типа узла в нижней части диалога параметров доступны следующие параметры:

Уровень. Помещает узел на определенный уровень видимости.

Слой. Помещает узел на определенный слой.

Цвет. При установленном флаге можно выбрать цвет текущего элемента. Если флаг не установлен, то элемент имеет цвет по умолчанию. Цвет по умолчанию задаётся в установках системы (**Установки** > **Цвета** > **Общие** > **Узлы по умолчанию**). Кроме того, в параметрах документа можно задать отдельный цвет по умолчанию для узлов на конкретной странице (**Параметры документа** > **Страница** > **Цвета** > **Цвета** > **Узлы**).

По умолчанию. Установка этого флага будет обозначать что заданные в этом диалоговом окне значения параметров **Уровень**, **Слой** и **Цвет** будут применяться для новых 2D узлов всех типов, включая узлы созданные в командах создания других элементов.

Редактировать 2D узел

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<EN>	Правка > Построения > Узел

Также команда редактирования узлов запускается автоматически после выбора узла в команде редактирования построений.
По умолчанию включено прозрачное редактирование 2D элементов (**Установки** > **2D** > **2D** > **"Прозрачное" редактирование элементов**), в результате чего команда редактирования узлов запускается автоматически при выборе узла в окне чертежа.

После запуска команды без предварительного выбора узла в автоменю появляются опции:

<*> Выбрать все элементы

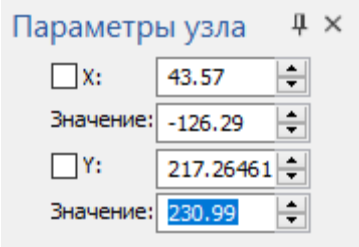
<R> Выбрать элемент из списка

<Esc> Выйти из команды

Далее необходимо выбрать узел для редактирования. Нажатие в окне чертежа или **<Enter>** выбирает узел, ближайший к текущему положению курсора.
Можно выбрать сразу несколько узлов рамкой или кривой.
После выбора узлов начинается их редактирование. Свободные и полусвязанные узлы начинают перемещаться в соответствии с перемещениями курсора. Если выбран один узел, то в окне параметров при этом отображаются параметры, определяющие его положение (координаты **X** и **Y**, смещения **dX** и **dY**, **коэффициент** или **расстояние**). Набор доступных параметров определяется способом создания узла. В отличие от создания узла, при редактировании для каждого параметра отображается два поля ввода:

- Основное поле, название которого совпадает с названием параметра, содержит значение параметра до редактирования.
- Поле **Значение** содержит значение параметра, соответствующее текущему положению курсора.

Флаги слева от основных полей работают так же, как и при создании узла, но фиксируют значение не в основном поле, а в поле **Значение**.



Нажатие в окне чертежа или <**Enter**> фиксирует новое положение узлов и завершает команду редактирования.

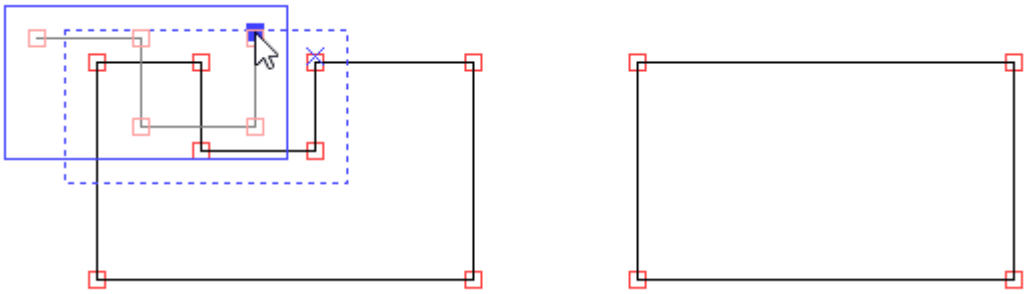
При выборе нескольких узлов в автоменю доступны следующие опции:

<**P**> Задать параметры узла

Вызывает диалог параметров сразу для всех выбранных узлов (см. Множественное редактирование 2D элементов).

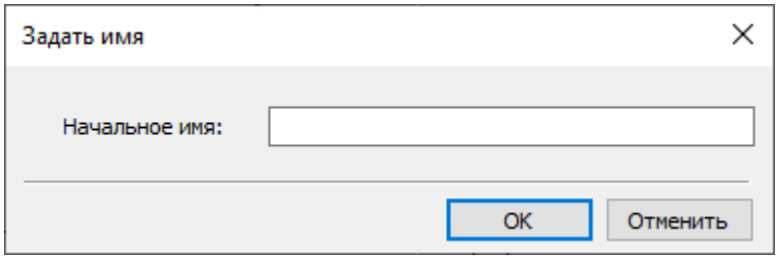
<**J**> Объединить свободные узлы

Заменяет выбранные узлы на один, с соответствующим изменением дочерних элементов. Если среди выбранных узлов один связанный, а остальные свободные, то свободные узлы заменяются на связанный. Если выбраны только свободные узлы, то они заменяются на последний выбранный узел. Если среди выбранных есть несколько несвободных узлов, применение опции не имеет эффекта.

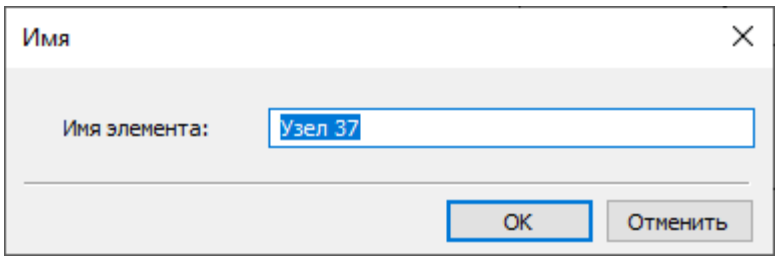


<**O**> Создать имя для выбранного элемента

Вызывает диалоговое окно, в котором можно ввести **Начальное имя**. После нажатия **OK** все выбранные узлы будут переименованы. Присвоенные имена будут состоять из **Начального имени** и порядкового номера узла в выборке.



Если выбран один узел, то вместо **Начального имени** в диалоговом окне задаётся полное **Имя элемента**.



<N> Выбрать существующий узел

Позволяет добавить узел к выбранным.

<I> Выбрать другой ближайший элемент

<Del> Удалить выбранные элементы

<Esc> Отменить выбор

При выборе одного узла в автоменю доступны следующие опции:

<P> Задать параметры узла

<V> Режим динамического пересчета модели

Если данная опция активна, то при следовании узла за курсором, отображаются изменения дочерних по отношению к этому узлу элементов чертежа.

<O> Создать имя для выбранного элемента

<B> Разорвать узел

Заменяет один узел, у которого есть несколько дочерних элементов, на несколько узлов. При этом у каждого элемента образуется свой индивидуальный узел, положение которого не зависит от остальных. Данная опция действует только на свободные узлы.

<F> Преобразовать в «свободный» узел

Данная опция доступна только для несвободных узлов, не связанных с линиями построения. Она позволяет разорвать связь узла с исходными элементами и преобразовать его в свободный узел, положение которого не зависит от исходных элементов.

<N> Выбрать существующий узел

<I> Выбрать другой ближайший элемент

<Del> Удалить выбранные элементы

<Esc> Отменить выбор

См. также:

- Прозрачное редактирование
- Множественное редактирование 2D элементов
- Задание параметров элемента

2D путь

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Построения > Путь Рабочая плоскость > Построения > Путь
Клавиатура	Текстовое меню
<PA>	Построения > Путь

Путь – это линия построения, проходящая через последовательную цепочку узлов. Участки между узлами могут быть прямолинейными, либо являться частью линии построения, проходящей через данные два узла. Можно использовать линии построения: прямые, окружности, эллипсы, сплайны, а также уже существующие пути.
Метод построения пути аналогичен созданию контура штриховки.
Процесс задания 2D пути сводится к выбору 2D узлов, образующих последовательную цепочку. После того, как выбран начальный узел, можно выбрать линию построения, определяющую линию соединения с последующим узлом. Оба узла должны принадлежать данной линии построения.
Если разбить на этапы, то это будет выглядеть следующим образом:

1. Выбрать начальный узел;
2. Выбрать линию построения, соединяющую начальный узел с конечным (необязательное действие);
3. Выбрать конечный узел.
4. Подтвердить создание пути или вернуться к шагу 2, конечный узел, выбранный на шаге 3, становится начальным узлом для следующего участка пути.

Если в качестве конечного узла был выбран стартовый узел пути, то создание пути завершается.

Опции автоменю

После вызова команды доступно выполнение следующих действий:

<Enter> Выбрать узел или создать узел в ближайшей точке пересечения линий построения

<Ctrl>+<F> Режим связанного рисования

<Ctrl>+<F> Режим свободного рисования

<P> Установить параметры выбранных элементов

	<N>	Выбрать узел
	<L>	Выбрать прямую
	<C>	Выбрать окружность
	<E>	Выбрать эллипс
	<S>	Выбрать сплайн
	<F4>	Изменить линии построения
	<Esc>	Выйти из команды

После выбора узла и первого участка можно осуществить следующие действия:

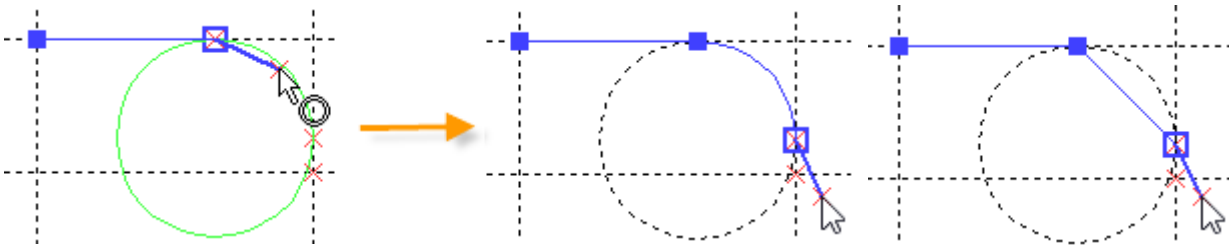
	<Space>	Выбрать линию изображения

При помощи этой опции можно задать контур пути по линиям изображения. Следует помнить, что этот способ можно использовать, только когда линии участков пути совпадают с линиями изображения. В случае неоднозначного выбора курсор при использовании опции **<Space>** должен указывать на необходимую линию изображения.
Для ускорения действий можно воспользоваться опцией:

	<A>	Найти контур автоматически

Данная опция будет автоматически искать следующую линию пути, пока не замкнет контур (в случае замкнутого пути), или не дойдет до спорной ситуации (в случае окончания или разветвления линий изображения).

В обоих случаях (и при использовании опции **<Space>**, и при автовыборе контура с помощью) система в качестве следующего участка может выбрать линию изображения, находящуюся на некотором расстоянии от последней выбранной. Для этого расстояние между соседними узлами линий изображения не должно превышать заданную **Точность поиска**. Она определяет максимально допустимое расстояние между узлами – окончаниями линий, при котором эти узлы считаются совпадающими, а линии изображения – соединяющимися. Изменить точность поиска можно в окне параметров.
Можно задать путь, используя те же операции, что и при создании линий изображения. То есть необходимо последовательно задать линии участков пути, каждая из которых имеет начальный и конечный узел. Для задания начала или конца линии участка пути необходимо выбирать существующие узлы (клавиша **<N>**) или создавать новые (клавиша **<Enter>**) на месте пересечения двух линий построения.
Как и при создании линии изображения, при задании дуги, необходимо после выбора начального узла дуги выбрать окружность клавишей **<C>**, или указать окружность при помощи . В противном случае, линией данного участка пути будет не дуга между двумя узлами, а отрезок.



Путь по дуге окружности

По двум узлам

Включение в задание пути прямой, дуги эллипса, части сплайна или другой кривой, аналогично созданию дуги окружности.
Для задания пути, представляющего из себя одну окружность, необходимо без выбора узла указать на эту окружность и нажать **<C>**. Также можно построить путь, представляющий собой эллипс, сплайн или другую кривую, используя соответствующие опции **<E>** и **<S>**.
Чтобы изменить направление пути вдоль окружности или дуги на противоположное, используйте следующую опцию:

<Z> Изменить направление дуги

Для отмены последнего введенного участка пути используется следующая опция:

<BackSpace> Удалить последнюю введенную линию контура

Замыкание контура пути можно осуществить опцией:

<Home> Замкнуть контур

Кроме того, для создания замкнутого пути можно просто выбрать начальную точку первого сегмента в качестве конечной точки последнего сегмента и закончить ввод.
Для завершения построения пути, после задания всех необходимых участков, нужно воспользоваться опцией:

<Ctrl>+<Enter> Закончить ввод

Отмена создания пути осуществляется опцией:

<Esc> Отменить выбор всех элементов

После задания двух или более узловых точек нажатие вызывает диалог **Действие по правой кнопке мыши**, если опция **Больше не задавать этот вопрос** не была активирована ранее в текущей сессии.

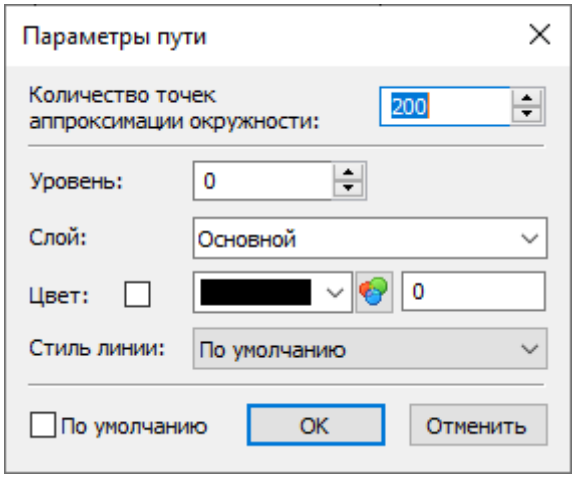
Основные темы в этом разделе:

- Параметры пути

См. также:

- Редактирование 2D путей
- Действие по правой кнопке мыши

Параметры 2D пути



В процессе создания пути вы можете изменить в окне параметров точность автоматического поиска контура. Полный набор параметров пути доступен в диалоге, вызываемом с помощью опции **<P>.**

Количество точек аппроксимации окружности. Данный параметр отвечает за гладкость скругленных участков пути. Чем выше значение, тем выше гладкость, но ниже производительность.

Уровень. Помещает путь на определенный уровень видимости.

Слой. Помещает путь на определенный слой.

Цвет. При установленном флаге можно выбрать цвет текущего элемента. Если флаг не установлен, то элемент имеет цвет по умолчанию. Цвет по умолчанию задаётся в установках системы (**Установки** > **Цвета** > **Общие** > **Линии построения по умолчанию**). Кроме того, в параметрах документа можно задать отдельный цвет по умолчанию для элементов построения на конкретной странице (**Параметры документа** > **Страница** > **Цвета** > **Цвета** > **Линии построения**).

Стиль линии. В выпадающем списке можно выбрать один из вариантов отображения текущего элемента:

- **По умолчанию**
- **Сплошная**
- **Пунктир**
- **Длинный пунктир**
- **Штрихпунктир**

По умолчанию. Установка этого параметра будет обозначать, что заданные в этом диалоговом окне значения параметров (кроме параметра **Количество точек аппроксимации окружности**) будут применяться для новых линий построения всех типов.

Сплайн и полилиния. 2D элементы построения

Вызов команды:

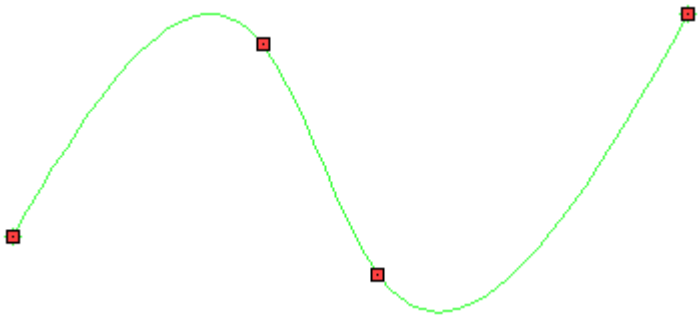
Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Построения > Сплайн Рабочая плоскость > Построения > Сплайн
Клавиатура	Текстовое меню
<SP>	Построения > Сплайн

Сплайны строятся на основе набора точек. Изменение положения точек будет менять форму сплайна.

После вызова команды необходимо выбрать тип создаваемого сплайна. Выбор типа осуществляется с помощью кнопок на вкладке **Параметры сплайна** в окне параметров или с помощью нижеперечисленных комбинаций клавиш. Доступны следующие типы:

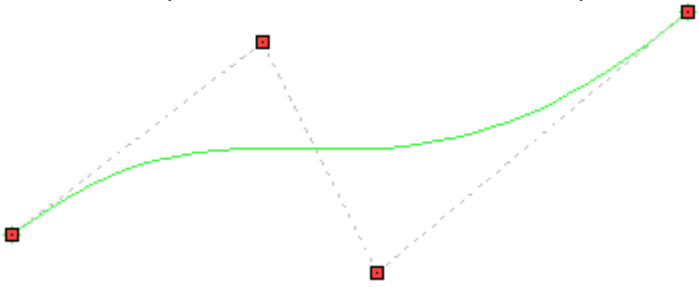
<Shift>+<H> Сплайн

Сплайн проходит через заданные характерные точки.



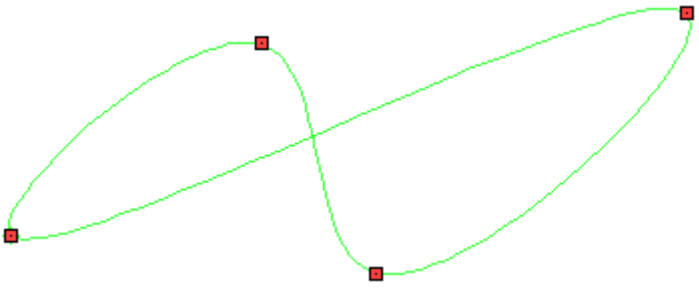
<Shift>+<J> Сплайн по ломанной (NURBS)

По точкам строится ломаная линия, по которой, в свою очередь, строится сплайн.



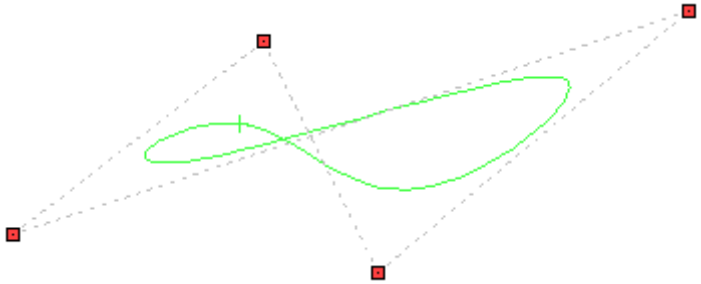
<Shift>+<K> Закрытый сплайн

Замкнутый сплайн, проходящий через заданные точки.



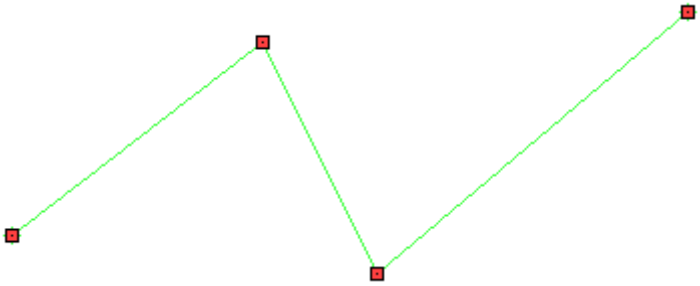
<Shift>+<L> Закрытый сплайн по ломанной (Closed NURBS)

Замкнутый сплайн, построенный по ломаной линии заданной характерными точками.



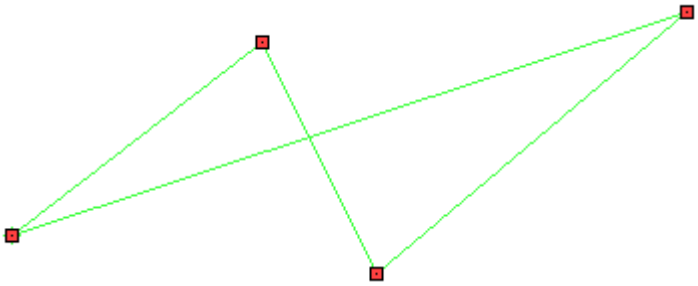
<Shift>+<G> Полилиния

Сплайн первой степени.



<Shift>+<F> Замкнутая полилиния

Замкнутый сплайн первой степени.



В процессе создания и редактирования сплайна в любой момент можно изменить его тип.

Функционал команды создания сплайнов в линиях построения и в эскизе практически идентичен. Но есть незначительные отличия.

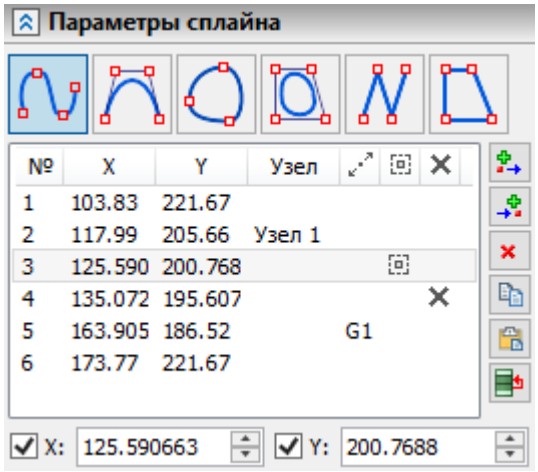
- Объектные привязки не работают с характерными точками сплайна построения.
- К сплайну построения можно привязать узел, указав ему относительное смещение по сплайну.
- Диалог параметров сплайна построения отличается от диалога параметров сплайна эскиза.

Создание сплайна

Выберите один из вышеперечисленных типов сплайна. Далее при помощи указывайте положение характерных точек. Положение точек можно определять, используя объектные привязки. Кроме того, в окне параметров можно вводить точные координаты каждой точки. После задания первой (для замкнутых сплайнов - второй) точки на экране появится динамически обновляемое предварительное изображение сплайна. Последняя точка сплайна следует за курсором и

предварительное изображение меняется в соответствии с её положением. При создании сплайна по ломаной, кроме изображения кривой появится также и изображение ломаной.

Координаты и другие параметры заданных характерных точек, а также геометрические параметры сплайна в целом, отображаются в окне параметров (см. Геометрические параметры 2D сплайна).
Задайте характерные точки, их параметры и параметры сплайна в целом, после чего закончите создание сплайна с помощью опции (<**Ctrl**> + <**Enter**>) или двойного нажатия .



Непрерывный ввод кривой

В команде **Сплайн** поддерживается непрерывный ввод кривой при удержании в нажатом состоянии, т.е. реализована возможность рисования сплайном.

Точки сплайна в таком случае добавляются автоматически. Точность генерации сплайна задаётся в установках системы (**Установки > Привязки > Точность аппроксимации сплайнов (пиксели)**). Точность измеряется в пикселях, т.е. зависит от текущего масштаба изображения в рабочем окне.

Опции автоменю

После вызова команды становятся доступными следующие опции автоменю:

<**P**> Установить параметры сплайна

Данная опция вызывает диалог параметров сплайна.

<**A**> Выбрать ось симметрии

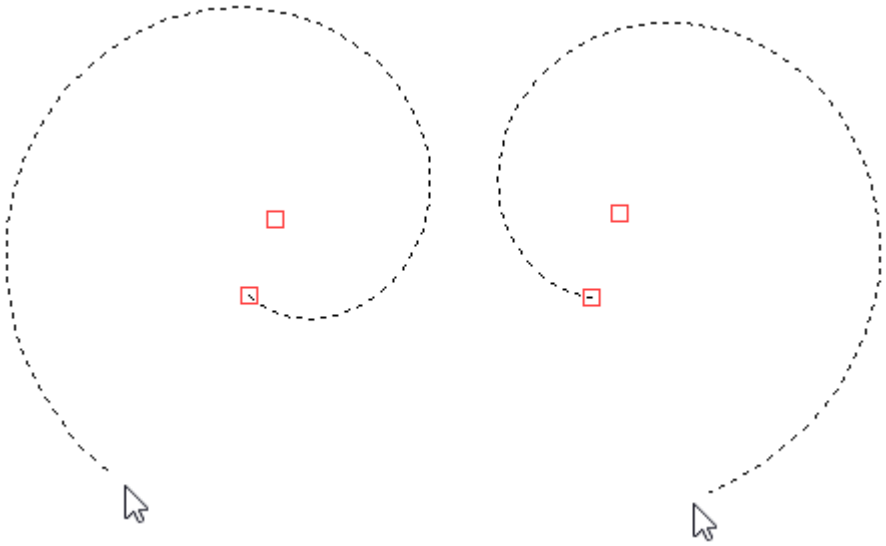
Данная опция позволяет построить сплайн симметричный существующему сплайну. Для этого, после активации опции, выбираем прямую линию построения и затем

исходный сплайн. Созданный сплайн будет параметрический связан с исходным: все изменения исходного сплайна отражаются на симметричном.

<O> Создать сплайн в полярной системе координат

Данная опция позволяет построить спиральную линию по трём точкам. После активации опции необходимо указать три точки. Первая точка определяет центр спирали, вторая - начальный радиус, третья - конечный радиус. После указания первой и второй точек в автоменю появляется дополнительная опция, позволяющая сменить направление спирали на противоположное:

<Tab> Изменить направление дуги



<G> Выбрать линию изображения

После активации данной опции выберите линию изображения. В результате будет мгновенно создан сплайн, полностью совпадающий с выбранной линией.

Для завершения создания сплайна нужно воспользоваться следующей опцией:

<Ctrl>+<Enter> Закончить задание сплайна

По завершении ввода система переходит к созданию следующего сплайна.

Для отмены создания сплайна используйте следующую опцию автоменю или :

<Esc> Отменить выбор всех элементов

Если заданы две или более характерные точки, то нажатие или активация опции вызывают диалоговое окно **Действие по правой кнопке мыши**, если опция **Больше не задавать этот вопрос** не была применена ранее в текущем сеансе. При выборе опции **Продолжить операцию** в данном

диалоге добавление характерных точек в конец сплайна прекращается, но вы всё ещё можете добавлять промежуточные точки, нажимая в желаемом месте на сплайне, или редактировать параметры сплайна. Для продолжения добавления точек в конец сплайна выберите последнюю точку в списке, отображаемом в окне параметров, и нажмите кнопку **Добавить элемент после текущего.**

Основные темы в этом разделе:

- Анализ 2D сплайнов
- Общие сведения о 2D сплайнах
- Элементы управления точками 2D сплайна
- Геометрические параметры 2D сплайна
- Общие параметры 2D сплайна построения

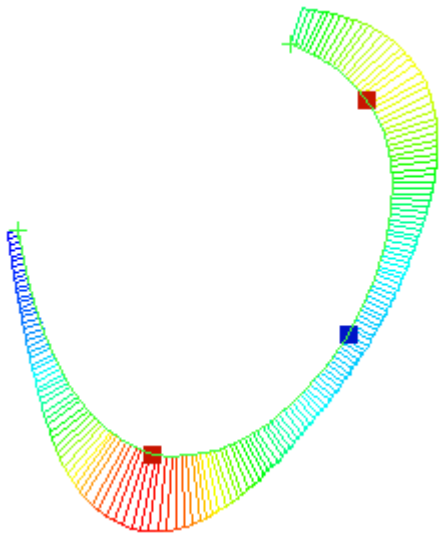
См. также

- Редактирование сплайнов
- Действие по правой кнопке мыши
- Сплайн по 3D точкам

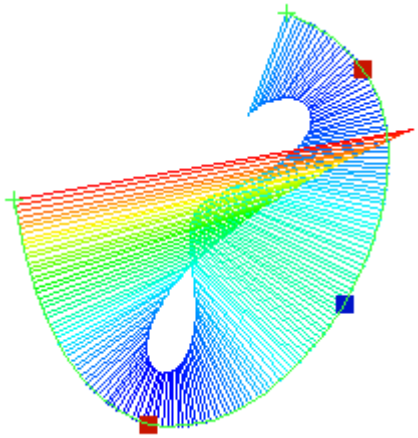
Анализ 2D сплайнов

Информация в данной главе применима как к сплайнам, относящимся к линиям построения, так и к сплайнам, относящимся к линиям изображения.

При анализе геометрии сплайнов важны два основных параметра: кривизна и радиус кривизны. Кривизна - величина обратная к радиусу кривизны. Кривизна позволяет проверить гладкость сплайна - сохранение кривизны (гладкость второй производной). Кривизна и радиус кривизны измеряются с помощью команды **Кривизна кривых.** Для вызова данной команды можно использовать пункт **Показать кривизну** в контекстном меню, вызываемом нажатием на сплайне. Данная команда отображает эпюры **кривизны** или **радиуса кривизны** для выбранной кривой в зависимости от установленных параметров команды.



Кривизна

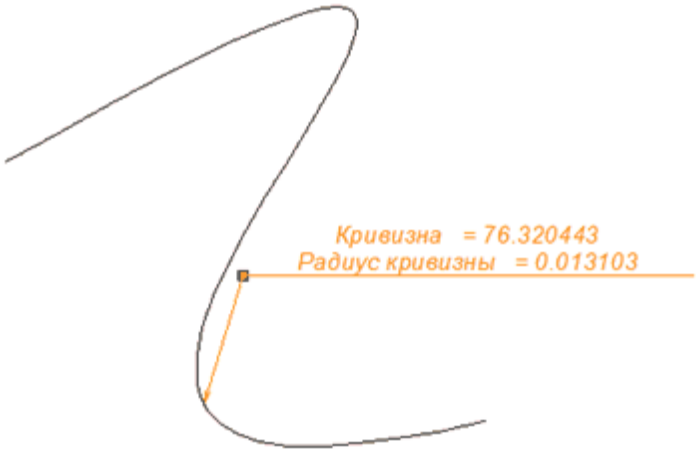


Радиус кривизны

В команде **Кривизна кривых** есть опция измерения значений кривизны в любой точке.

<C> Измерение кривизны в любой точке

При вызове данной опции на сплайне (как и на любой другой линии) появится динамически перемещаемая точка. Нажатием в точке под курсором будет измерена кривизна и радиус кривизны. Значения кривизны и радиуса кривизны отображаются в метрах.



Общие сведения о 2D сплайнах

> Информация в данной главе применима как к сплайнам, относящимся к линиям построения, так и к сплайнам, относящимся к линиям изображения.

Данный раздел содержит математическое описание таких параметров сплайна, как:

- тип параметризации;
- способ удлинения;
- гладкость в точках, привязанных к другим линиям.

Тип параметризации

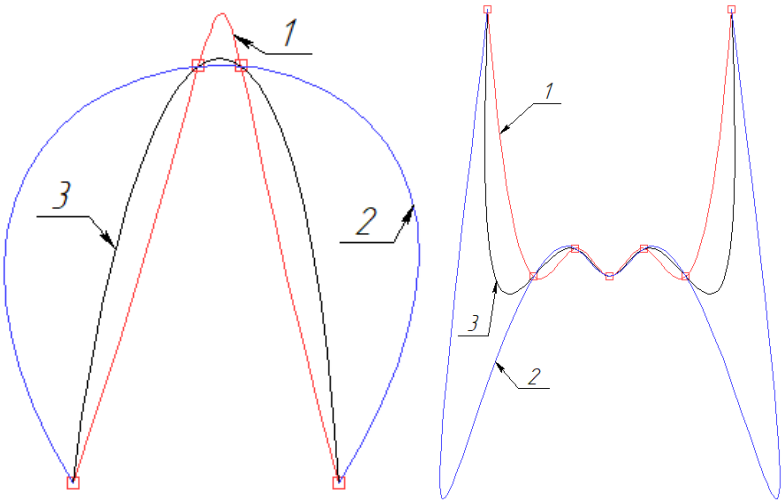
Тип параметризации существенно влияет на форму сплайна особенно на участках с близко расположенными точками, меняющими направление кривой.

> При изменении типа параметризации одни и те же значения параметров могут соответствовать разным конфигурациям сплайна. Между двумя характерными точками сплайна будет разная длина дуги.

Доступны следующие варианты параметризации сплайна:

- **Фиксированная**;
- **По длине**;
- **Центростремительная**;
- **Равномерная**;
- **Локальные суммы**.

По умолчанию для сплайнов используется **Центростремительная** параметризация.



1 – Равномерная; 2 – По длине; 3 – Центростремительная

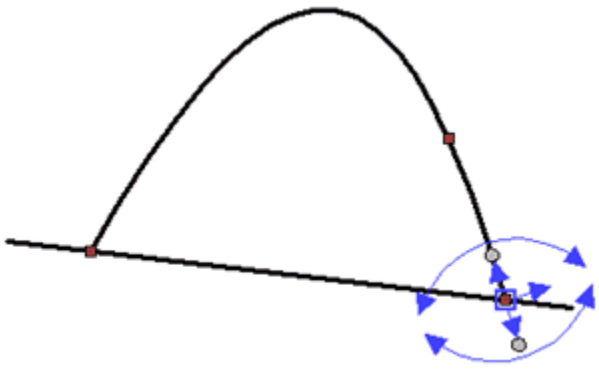
Фиксированная

При изменении положения характерных точек или при добавлении точек параметризация сплайна пересчитывается. Это необходимо при построении или редактировании нового сплайна, поэтому для строящегося или редактируемого сплайна фиксированная параметризация недоступна. В случае если сплайн был разбит, обрезан или импортирован из другой системы, то у него будет фиксированная параметризация. В режиме фиксированной параметризации редактирование сплайна достаточно ограничено. Это связано с тем, что при редактировании изменяется длина дуги, которая приходится на фиксированное значение параметров. При увеличении расстояния между точками могут образовываться плоские участки, а при уменьшении – петли.

> При обрезке или разбиении сплайна тип его параметризации автоматически становится фиксированным. Тип параметризации для фиксированного сплайна можно поменять, но тогда его геометрия изменится. В режиме фиксированной параметризации допустимо делать только несущественные корректировки сплайна.

Если разбитый/обрезанный сплайн имеет всего три или две характерные точки, то менять параметризацию с фиксированной на любую другую не рекомендуется. По умолчанию сплайны строятся на основе кубических полиномов, и трёх точек недостаточно для корректного построения кубического сплайна. Надо либо понизить степень сплайна, либо не менять тип параметризации.

В случае если сплайн был разбит или обрезан, то для сохранения геометрии в двух крайних точках сплайна фиксируются первая и вторая производные. Если сплайн необходимо редактировать, то рекомендуется снять фиксацию производных, сняв флаги в параметрах точек.



По длине

Параметры распределяется в соответствии с длиной дуг между соседними точками. Дуги между точками являются кривыми построенными на полиномах, т.е. сплайн можно представить, как последовательность таких дуг.
Пусть для построения сплайна заданы характерные точки D_k, где $k=0,1,\ldots,n$.
Длина всех дуг (длина сплайна) L будет определяться выражением:

$$L = \sum_{i=1}^{n} |D_i - D_{i-1}|$$

Длина дуг L_k от D_0 до D_k:

$$L_k = \sum_{i=1}^{k} |D_i - D_{i-1}|$$

Область определения параметров: $t\ [0,1]$.
Каждый параметр t_k должен соответствовать длине L_k, тогда:
$t_0=0$

$$t_k = \frac{\sum_{i=1}^{k} |D_i - D_{i-1}|}{L} \quad \text{при } k= 0, 1, \ldots, n-1$$

$t_1=1$
Метод параметризации по длине дуги широко распространён и обычно хорошо работает. При этом нужно учитывать, что полиномиальный сплайн между двумя точками не является дугой – его можно принимать за дугу лишь приблизительно. Если дуга длинная, сплайн, построенный по данному типу параметризации, может дать большую выпуклость.

Центростремительная
Название метода отражает его физическую интерпретацию. При движении по траектории, представляющей собой сплайн, чем сильнее изгиб, тем больше центростремительная сила. Центростремительная сила пропорциональна изменению угла. Центростремительный метод параметризации является приближением к такой физической модели. С точки зрения математики центростремительный метод параметризации – это модификация метода параметризации по длине.
Пусть для построения сплайна заданы характерные точки D_k, где $k=0,1,\ldots,n$.
Область определения параметров: $t\ [0,1]$.
Введём показатель α, который будет модифицировать выражения метода параметризации по длине:

$$L = \sum_{i=1}^{n} |D_i - D_{i-1}|^{\alpha}$$

$t_0=0$

$$t_k = \frac{\sum_{i=1}^{k} |D_i - D_{i-1}|^{\alpha}}{L} \quad \text{при } k= 0, 1, \ldots, n-1$$

$t_1=1$
Если показатель $\alpha=1$, то центростремительная параметризация и параметризация по длине дают одинаковый результат построения.
Если показатель $\alpha<1$, $|D_i - D_{i-1}|^{\alpha}<|D_i - D_{i-1}|$ и $|D_i - D_{i-1}|>1$, то влияние более длинной дуги уменьшается. Под влиянием тут нужно понимать величину изменения параметра для соответствующей дуги.
Если показатель $\alpha<1$, $|D_i - D_{i-1}|^{\alpha}>|D_i - D_{i-1}|$ и $|D_i - D_{i-1}|<1$, то влияние короткой дуги увеличивается.

Равномерная

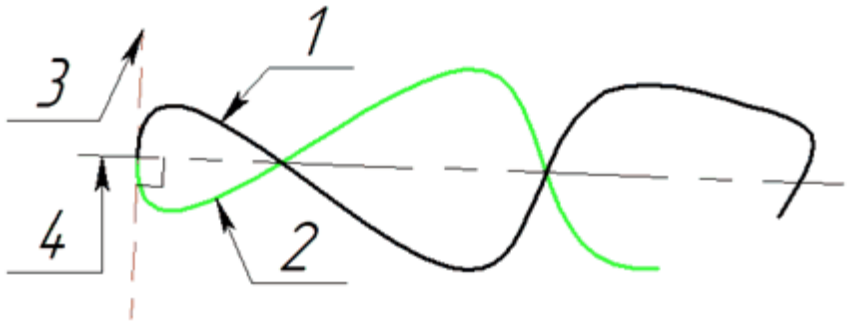
Пусть для построения сплайна заданы характерные точки D_k, где $k=0,1,...,n$.
Область определения параметров: t $[0,1]$.
Крайние параметры: $t_0=0$ и $t_1=1$.
Другие параметры: $1/n$, $2/n$,...,$(n-1)/n$.
При равномерной параметризации, чаще чем в других методах, возможны резкие выпуклости, пики, петли. При этом данный тип параметризации наиболее простой и интуитивно понятный.

Локальные суммы
Данный метод параметризации доступен для совместимости сплайнов, построенных в T-FLEX CAD 15 и раньше. При создании сплайнов в более поздних версиях T-FLEX CAD лучше пользоваться методами **По длине, Центростремительная** и **Равномерная**.

Способ удлинения

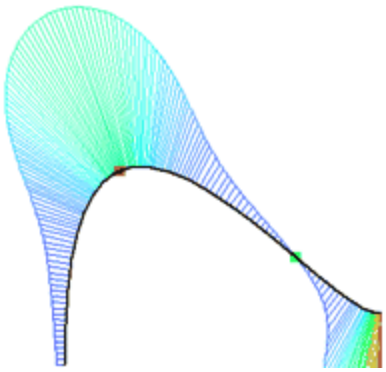
Удлинение позволяет удлинить (при положительном значении) или укоротить (при отрицательном значении) сплайн, добавив или удалив участки в его крайних точках. Удлинение может производиться с использованием различных математических законов. Закон построения добавляемых участков определяется параметром **Способ удлинения**. Для отрицательных смещений способ удлинения не оказывает влияния на геометрию сплайна.
Доступны следующие способы удлинения.

- **По прямой**
  При данном способе только первая производная представляет собой гладкую функцию. В начальной или конечной точке сплайна строится касательный отрезок прямой. Непрерывность по кривизне не сохраняется.
- **С сохранением кривизны**
  И первая и вторая производные представляют собой гладкие функции. При этом автоматически задаётся плавное уменьшение кривизны до нуля. Т.е. добавляемый участок начинается с такой же кривизны ,как у соседнего участка сплайна, и затем плавно переходит в прямую с сохранением непрерывности по кривизне.
- **С отражением**
  Сплайн отражается симметрично относительно перпендикуляра к касательной построенного в начальной или конечной точке сплайна.



Удлинение с отражением: 1 – исходный сплайн; 2 – добавляемый участок; 3 – касательная в начальной точке; 4 – перпендикуляр к касательной

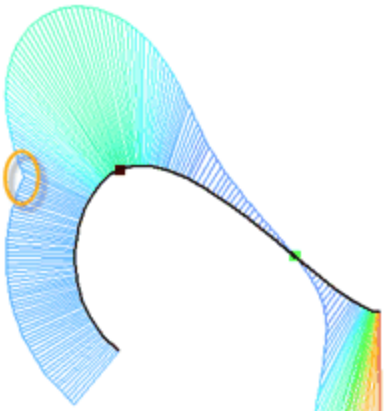
- **По параметру**
  Непрерывность по кривизне сохраняется, на протяжении всего участка смещения идёт плавное уменьшение кривизны. В конечной точке добавляемого участка кривизна достигает нуля, а радиус кривизны достигает бесконечности.



Эпюра кривизны для удлинения по параметру демонстрирует плавное уменьшение кривизны без изломов.

- **По дуге**

  Только первая производная представляет собой гладкую функцию, непрерывность по кривизне не сохраняется. Из начальной или конечной точки сплайна строится касательная дуга окружности, радиус которой равен радиусу кривизны в этой точке.



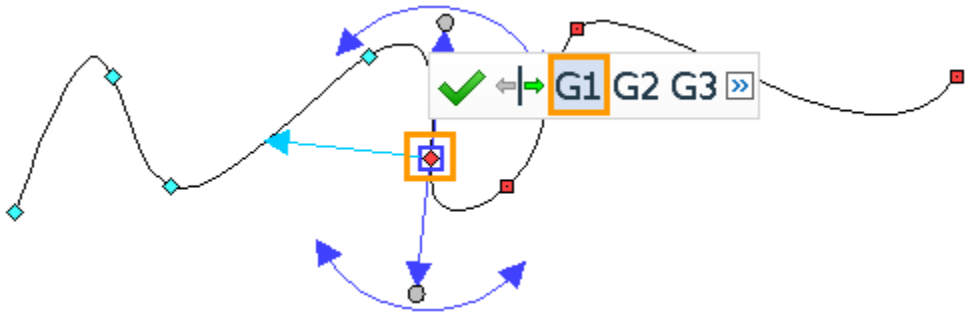
Эпюра кривизны для удлинения по дуге имеет излом.

Гладкость в точках, привязанных к линиям изображения

Если характерная точка сплайна привязана к линии изображения, то можно задать один из трёх вариантов гладкости сплайна в такой точке. Следующие опции гладкости доступны в автоменю и динамической панели при выборе точки:

- **G1 – непрерывность по первой производной (по касательной)**

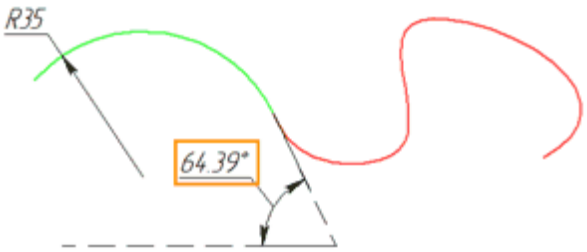
  В выбранной точке совпадают направления касательных к сплайну и к линии привязки. Это означает, что углы первой производной обеих линий в крайних точках будут либо равны, либо отличаться на число, кратное 180°. Например, построим два последовательных сплайна: последняя точка первого сплайна совпадает с первой точкой второго. Для второго сплайна в первой точке выберем гладкость **G1**. Углы касательной в последней точке первого сплайна и первой точке второго будут равны.



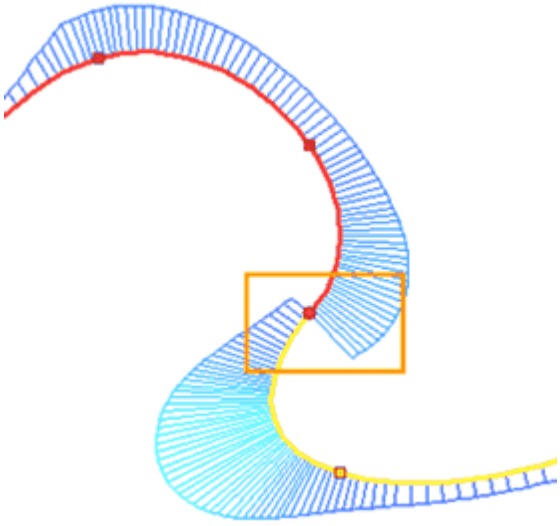
Остальные параметры линий в выбранной точке при использовании гладкости **G1** могут отличаться.

Использование гладкости **G1** возможно только для сплайнов второй степени и выше.

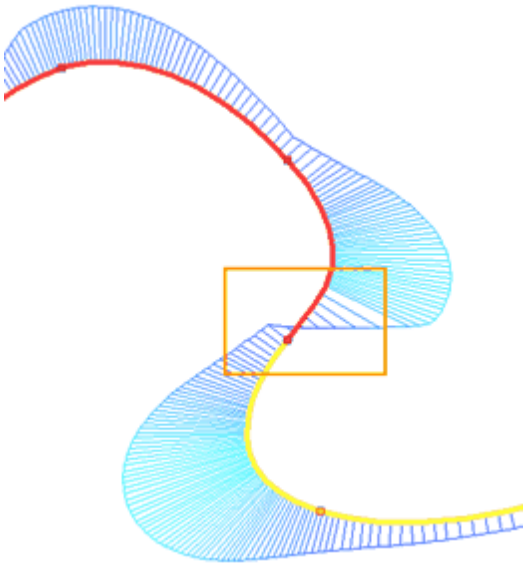
- **G2 - непрерывность по второй производной (по кривизне)**
  В выбранной точке совпадают направления касательных и центры кривизны сплайна и линии привязки. Т.е., к условию **G1** добавляется равенство радиусов кривизны. Например, построим дугу радиусом 35 мм из которой выходит сплайн. Укажем в первой точке сплайна гладкость **G2**. Значение радиуса кривизны в первой точке сплайна будет равно 35 мм. Кроме того, если построить касательную в крайней точке дуги, то можно убедиться, что её направление будет совпадать с направлением касательной сплайна, т.к. угол построенной касательной равен углу первой производной в первой точке сплайна.



Знак радиуса кривизны отражает направление закручивания сплайна. В случае, когда сплайн и кривая привязки, имеют различное направление закручивания, при использовании гладкости **G1** точка изменения знака (точка перегиба в случае непрерывности) функции кривизны находится в крайней точке сплайна. При использовании гладкости **G2** точка перегиба сместится внутрь сплайна, а на сам сплайн будет добавлен изгиб с тем же направлением закручивания, что и у кривой привязки. Это необходимо для выполнения условия совпадения центров кривизны линий в выбранной точке. Для примера рассмотрим два последовательных сплайна. Последний участок первого сплайна закручен по часовой стрелке, первый участок второго – против. Выведем для этих сплайнов эпюру кривизны при помощи команды **Кривизна кривых:**



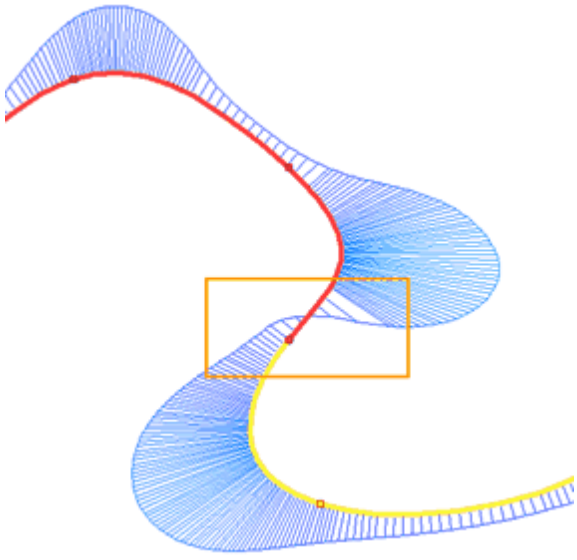
Из эпюры видно, что в последней точке первого сплайна и первой точке второго сплайна функция кривизны меняет знак, причём в данном случае с разрывом функции.
Применим для последней точки первого сплайна гладкость **G2**. Из эпюры видно, что точка перегиба сместилась внутрь первого сплайна: на первый сплайн был добавлен небольшой участок с направлением закручивания как у второго сплайна.



Нужно отметить, что функция кривизны стала непрерывной, однако в крайних точках гладкость функции кривизны нарушается. Для сохранения гладкости функции кривизны в крайних точках сплайна существует третий вариант гладкости.

Использование гладкости **G2** возможно только для сплайнов третьей степени и выше.

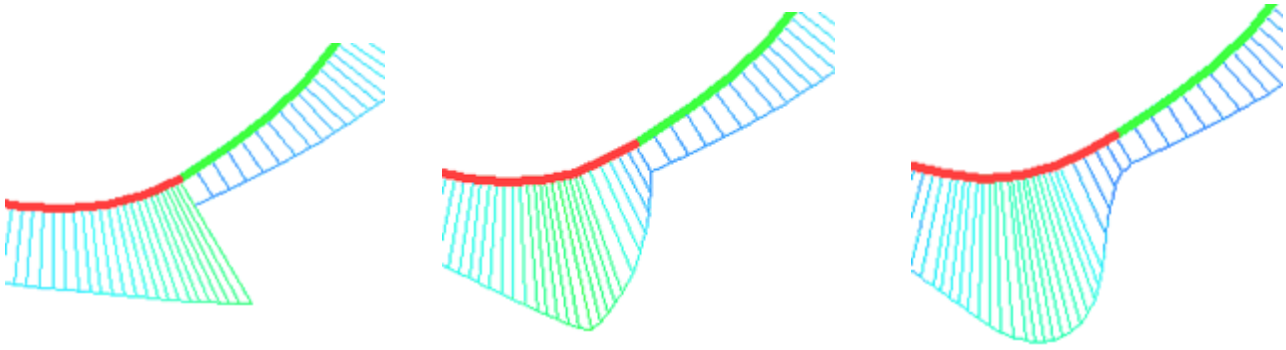
- **G3 - непрерывность по третьей производной**
  В выбранной точке совпадают направления касательных, центры кривизны и направления касательных к функции кривизны для сплайна и линии привязки. Т.е., к условиям **G1** и **G2** добавляется условие гладкости функции кривизны. Продолжим рассмотрение предыдущего примера с двумя последовательными сплайнами. Выберем для крайней точки первого сплайна вместо гладкости **G2** гладкость **G3**. Из рисунка видно, что при использовании гладкости **G3** функция кривизны сохраняет гладкость в крайних точках сплайнов.



Использование гладкости **G3** возможно только для сплайнов четвёртой степени и выше. Если у сплайна степень ниже чем четвёртая, то при выборе гладкости G3 степень сплайна будет автоматически повышена до четвёртой.

Если рассматривать гладкости **G1**, **G2**, **G3** с точки зрения их влияния на функцию кривизны, то можно сформулировать следующее правило:
G1 – функция кривизны не сохраняет непрерывность в выбранной точке;

G2 – функция кривизны непрерывная, но не сохраняет гладкость в выбранной точке;
G3 – функция кривизны непрерывная и сохраняет гладкость в выбранной точке.



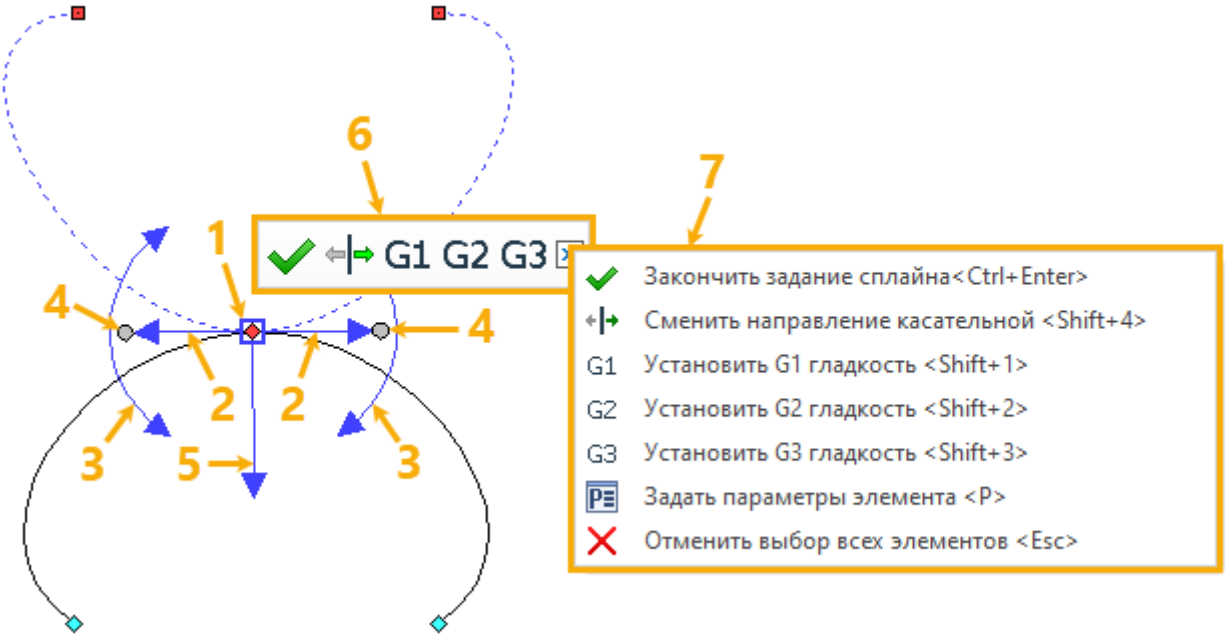
G1 G2 G3

См. также:

- Элементы управления точками 2D сплайна
- Геометрические параметры 2D сплайна

Элементы управления точками 2D сплайна

Информация в данной главе применима как к сплайнам, относящимся к линиям построения, так и к сплайнам, относящимся к линиям изображения.



1 - Манипулятор координат точки
2 - Манипуляторы длины производной (натяжения касательной)
3 - Манипуляторы угла производной (направления касательной)
4 - Манипуляторы производной
5 - Манипулятор радиуса кривизны
6 - Динамическая панель
7 - Выпадающее меню

Манипуляторы

При редактировании сплайна можно выбрать любую из его характерных точек в списке, отображаемом в окне параметров, либо в окне вида. Для **Сплайна** и **Закрытого сплайна** после выбора точки в окне вида отображаются следующие манипуляторы:

Манипулятор координат точки
Выбранная точка обводится квадратной рамкой. Наведите курсор на рамку. Точка будет подсвечена синим, что символизирует готовность системы к изменению координат точки. После нажатия в пределах рамки точка начнёт следовать за курсором. Значения координат **X** и **Y** в окне параметров и предварительное изображение сплайна в окне вида будут изменяться соответствующим образом. Установите желаемое положение точки и нажмите для подтверждения новых координат.

Манипуляторы длины производной (натяжения касательной)
Манипуляторы длины производной - это две прямые противоположно направленные стрелки, совпадающие с вектором производной сплайна в выбранной точке. Наведите курсор на любую из этих стрелок. Стрелка будет подсвечена красным, что символизирует готовность системы к изменению длины производной. После нажатия на стрелке длины обеих стрелок будут синхронно изменяться в зависимости от движения курсора вдоль вектора производной. Значение **Длины** в окне параметров и предварительное изображение сплайна в окне вида будут также изменяться соответствующим образом. Установите желаемую длину и нажмите для подтверждения нового значения.

Длины манипуляторов могут отличаться от реальной длины вектора производной, т.к. они масштабируются для удобства работы с манипуляторами.

Манипуляторы угла производной (направления касательной)

Манипуляторы угла производной - это две полукруглые двухсторонние стрелки, расположенные вблизи концов манипуляторов длины производной. Наведите курсор на любую из этих стрелок. Стрелка будет подсвечена красным, что символизирует готовность системы к изменению угла производной. После нажатия на стрелке все манипуляторы будут поворачиваться в зависимости от движения курсора вокруг выбранной точки. Значение **Угла** в окне параметров и предварительное изображение сплайна в окне вида будут также изменяться соответствующим образом. Установите желаемый угол и нажмите для подтверждения нового значения. Угол измеряется против часовой стрелки. Нулевому значению угла соответствует горизонтальное правое направление вектора производной.

Манипуляторы производной

Манипуляторы производной - это две серые окружности, расположенные вблизи концов манипуляторов длины производной. Наведите курсор на одну из окружностей. Окружность будет подсвечена оранжевым, а манипуляторы длины и угла - красным, что символизирует готовность системы к одновременному изменению длины и угла вектора производной. После нажатия на окружности все манипуляторы будут поворачиваться в зависимости от движения курсора вокруг выбранной точки, а также длина манипуляторов длины будет синхронно изменяться в зависимости от движения курсора вдоль вектора производной. Значения **Длины** и **Угла** в окне параметров и предварительное изображение сплайна в окне вида будут также изменяться соответствующим образом. Установите желаемые длину и угол и нажмите для подтверждения новых значений.

Манипулятор радиуса кривизны

Манипулятор радиуса кривизны - это одна прямая стрелка, указывающая направление нормали к вектору производной в выбранной точке. наведите курсор на стрелку. Стрелка будет подсвечена красным ,что символизирует готовность системы к изменению радиуса кривизны. После нажатия на стрелке её длина будет изменяться в зависимости от перемещений курсора в направлении нормали к вектору производной. Значение **Радиуса кривизны** в окне параметров и предварительное изображение сплайна в окне вида будут также изменяться соответствующим образом. Установите желаемый радиус и нажмите для подтверждения нового значения.

Длина манипулятора может отличаться от реального радиуса кривизны, т.к. она масштабируется для удобства работы с манипулятором.

Если для выбранной точки применён допуск, то ни один из вышеперечисленных манипуляторов не отображается.

Если в выбранной точке применены значения по умолчанию для длины производной, угла производной и радиуса кривизны, то стрелки манипуляторов отображаются в голубом цвете, если применены пользовательские значения - в синем цвете.

Автоменю и динамическая панель

Независимо от типа сплайна динамическая панель отображается в окне вида после выбора характерной точки сплайна. Динамическая панель содержит такой же набор опций, что и автоменю.

Однако, часть опций отображается в панели сразу, другие же скрыты в выпадающем меню. Для вызова выпадающего меню нажмите кнопку », расположенную в правой части динамической панели. Если выбранная точка не привязана к линии изображения, то в автоменю и в динамической панели доступны следующие опции:

	<Ctrl>+<Enter>	Закончить задание сплайна
	<P>	Задать параметры элемента
	<Esc>	Отменить выбор всех элементов

Для **Сплайна** и **Закрытого сплайна,** если установлены пользовательские параметры точки, дополнительно доступна следующая опция:

	<Shift>+<4>	Сменить направление касательной

Активация данной опции меняет направление вектора производной сплайна в данной точке на противоположное.

Кроме того, если выбранная точка привязана к линии изображения, дополнительно доступны следующие опции:

	<Shift>+<1>	Установить G1 гладкость
	<Shift>+<2>	Установить G2 гладкость
	<Shift>+<3>	Установить G3 гладкость

Активация одной из этих опций делает сплайн касательным к линии привязки в данной точке. Каждая опция соответствует определенному типу касания (гладкости). Подробная информация о типах гладкости доступна в главе Общие сведения о 2D сплайнах .

См. также:

- Геометрические параметры 2D сплайна
- Общие сведения о 2D сплайнах

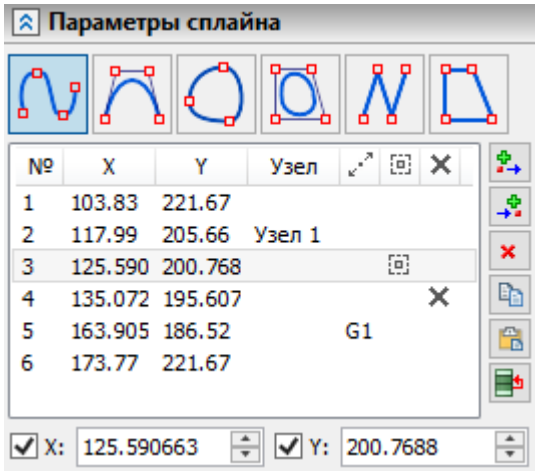
Геометрические параметры 2D сплайна

Информация в данной главе применима как к сплайнам, относящимся к линиям построения, так и к сплайнам, относящимся к линиям изображения.

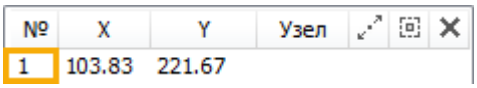
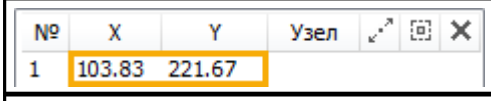
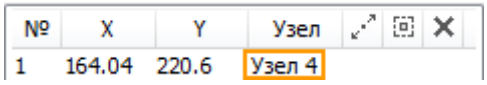
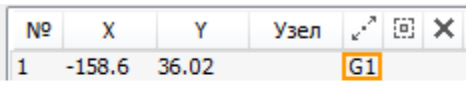
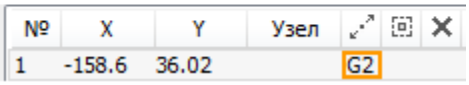
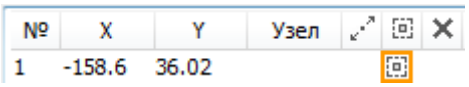
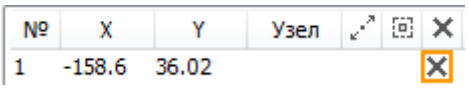
При создании или редактировании сплайна (кроме спирали и сплайна по линии изображения), его геометрические параметры можно изменить в служебном окне параметров. У спирали и сплайна по линии изображения нет доступных для пользователя геометрических параметров.
Параметры сплайна в окне параметров разбиты на следующие вкладки:

- **Параметры сплайна**;
- **Параметры точки**;
- **Дополнительно**.

Параметры сплайна



В верхней части вкладки расположены кнопки выбора типа сплайна.
Ниже находится список характерных точек. Каждая строка в списке соответствует определённой точке. Столбцы содержат следующие параметры точек:

	Порядковый номер точки в сплайне.
	Координаты точки.
	Если точка сплайна привязана к 2D узлу, будет указано имя узла.
 	Если для точки были изменены параметры производной, то будет указано граничное условие G1. Если для точки был изменён радиус кривизны, будет указано граничное условие G2. Если была задана гладкость по отношению к другой линии, то будет указано условие, соответствующее применённой опции.
	Если для точки применено пользовательское значение допуска, то будет отображаться пиктограмма.
	Если точка была подавлена, то будет отображаться пиктограмма.

Чтобы выбрать уже добавленную точку, нажмите либо на её строку в списке, либо на саму точку в окне вида. После выбора точки её строка подсвечивается в списке, её дополнительные параметры отображаются в окне параметров, а в окне вида появляются манипуляторы.
Следующие кнопки расположены справа от списка точек:

Добавить элемент перед текущим
Добавляет новую точку перед выбранной.

Добавить элемент после текущего
Добавляет новую точку после выбранной.

Удалить элемент из списка
Удаляет выбранную точку.

Копировать
Копирует координаты выбранной точки в буфер обмена.

Вставить
Вставляет после текущей точки точку с ранее скопированными координатами.

Объединить

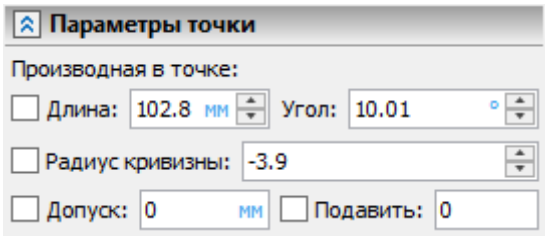
Под списком точек расположены поля ввода координат X и Y выбранной точки. По умолчанию при добавлении новых точек координаты точки, задаваемой в данный момент, динамически изменяются в соответствии с положением курсора. При вводе значения координаты с клавиатуры автоматически устанавливается флаг рядом с полем ввода этой координаты. Установка флага фиксирует значение координаты, так что оно более не зависит от положения курсора. Предварительное изображение такой точки можно перемещать только вдоль горизонтальной или вертикальной прямой, соответствующей введенному значению. Эта прямая отображается синими штрихами. При задании координат нажатием в окне вида значения обеих координат фиксируются и система переходит к

добавлению следующей точки. При выборе уже добавленной точки снятие/установка флагов координат не имеет эффекта. Чтобы перезать координаты используйте манипулятор координат точки или заново введите значения в поля ввода.

Параметры точки

После выбора в списке точек или в окне вида характерной точки сплайна, её параметры отображаются на вкладке **Параметры точки** в окне параметров. Набор доступных параметров зависит от типа сплайна.

Для **Сплайна** и **Закрытого сплайна** доступны следующие параметры точки:



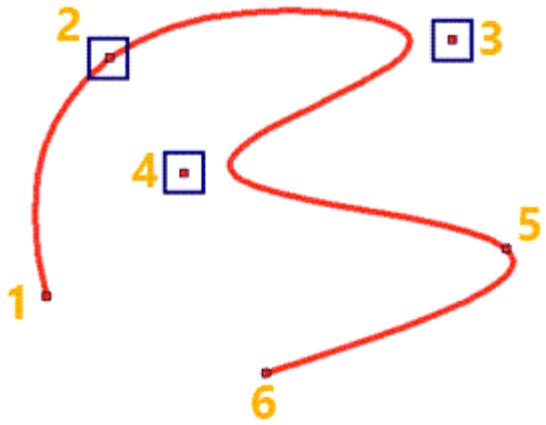
- **Производная в точке**
  Данная группа параметров включает **Длину** и **Угол** вектора первой производной сплайна. В других CAD системах схожие параметры могут называться натяжением касательной и направлением касательной соответственно. **Угол** измеряется против часовой стрелки. Нулевому значению угла соответствует горизонтальное правое направление вектора. При добавлении характерной точки для длины и угла автоматически применяются значения по умолчанию. Можно ввести другие значения в соответствующие поля ввода или использовать манипуляторы в окне вида для изменения данных параметров. После изменения значений длины и/или угла автоматически устанавливается флаг, расположенный слева от поля ввода длины. Снятие данного флага возвращает длину и угол к значениям по умолчанию. Кроме того, данный флаг автоматически устанавливается при изменении значения радиуса кривизны (см. ниже).
- **Радиус кривизны**
  Радиус кривизны сплайна в выбранной точке. При добавлении характерной точки автоматически применяется значение радиуса по умолчанию. Можно ввести другое значение в поле ввода или изменить радиус с помощью манипулятора в окне вида. После изменения значения радиуса автоматически устанавливается флаг, расположенный слева от поля **Радиус кривизны**. Снятие данного флага возвращает радиус к значению по умолчанию. Кроме того, при изменении значения радиуса автоматически устанавливается флаг производной в точке (см. выше). В зависимости от того, является ли радиус положительным или отрицательным, центр кривизны располагается по одну, либо по другую сторону от сплайна.

Радиус кривизны измеряется в тех же единицах, что и **Длина** вектора первой производной. Это вызвано тем, что радиус кривизны – величина, зависимая от функции сплайна и её производных. Поэтому при изменении единиц в поле **Длина** они также меняются в поле **Радиус кривизны**.

- **Допуск**
  Допуск задаёт максимально возможное отклонение сплайна от задающих его точек. По умолчанию допуск равен нулю. При вводе пользовательского значения допуска автоматически устанавливается флаг, расположенный слева от его поля ввода, и введенное значение применяется. Снятие данного флага отменяет применение пользовательского допуска, но не восстанавливает значение по умолчанию в поле ввода. При применении

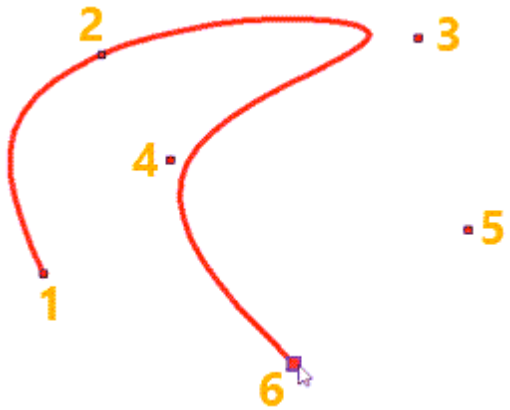
нулевого допуска для сплайна решается система линейных уравнений относительно заданных характерных точек. При применении допуска отличного от нуля решается система неравенств, с учётом, максимально возможного заданного отклонения.

Значение допуска является единым для всех характерных точек. При изменении значения для одной точки оно меняется и для других. Однако, применение введенного значения управляется индивидуально для каждой точки путем установки/снятия соответствующего флага.



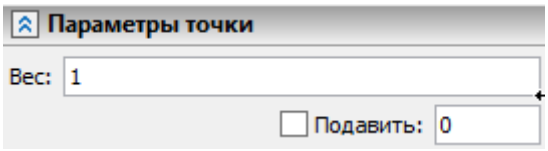
Пользовательский допуск применён для точек 3 и 4

- **Подавить**
  Данная опция используется для временного исключения отдельной точки из построения кривой сплайна. Подавленная точка остаётся в списке точек и всё ещё отображается в окне вида, но кривая не проходит через неё. Установка флага **Подавить** исключает точку из расчёта кривой сплайна и устанавливает в поле ввода значение "**1**". Снятие флага включает точку в расчёт кривой и устанавливает в поле ввода значение "**0**". Значение в поле ввода можно ввести с клавиатуры или задать вещественной переменной для управления подавлением при помощи Параметризации. Любое значение меньше единицы соответствует нулю, т.е. точка не подавляется. Любое значение больше единицы соответствует единице, т.е. точка подавляется.



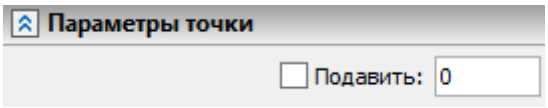
Результат подавления точки 5
и изменения радиуса кривизны в точке 2
для сплайна, изображённого на предыдущей иллюстрации

Для **Сплайна по ломанной** и **Закрытого сплайна по ломанной** доступны следующие параметры точки:



- **Вес**
  Степень влияния отдельной точки на общую форму сплайна. Значение по умолчанию -1.
- **Подавить**
  См. выше.

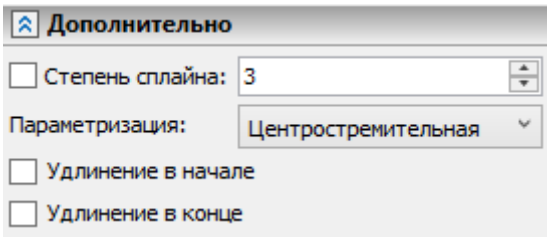
Для **Полилинии** and **Замкнутой полилинии** доступны следующие параметры точки:



- **Подавить**
  См. выше.

Дополнительно

На данной вкладке отображаются параметры сплайна в целом. Для полилинии дополнительные параметры недоступны.

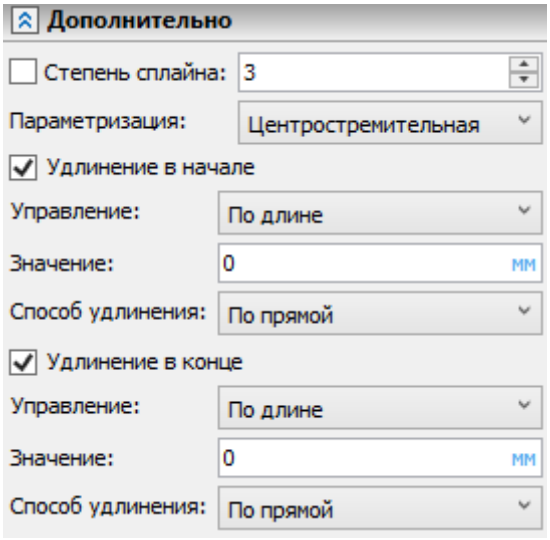


Степень сплайна
Данный параметр доступен для изменения только вне режима добавления характерных точек. Определяет степень полиномов, которыми описывается сплайн. По умолчанию при создании сплайна его степень автоматически увеличивается до третьей в соответствии с количеством добавленных характерных точек. При указании степени сплайна равной единице сплайн становится полилинией.

Параметризация
Определяет способ математического описания сплайна. Доступны способы: **По длине**, **Центростремительная**, **Равномерная**, **Локальные суммы**, **Фиксированная**.

> Подробная информация о доступных способах параметризации приведена в главе Общие сведения о 2D сплайнах.

Удлинение в начале и **Удлинение в конце**
При установке флагов открываются опции удлинения сплайна в первой и последней точках соответственно. Удлинение замкнутых сплайнов невозможно ,поэтому для них данные флаги недоступны.



Управление. Определяет вариант ввода значения удлинения:

- **По длине**
  Значение удлинения измеряется в абсолютных единицах измерения длины.
- **По параметру**
  Значение удлинения измеряется в долях исходной длины сплайна.

Значение. Определяет длину участка добавляемого к сплайну (при положительном значении) или удаляемого из сплайна (при отрицательном значении).

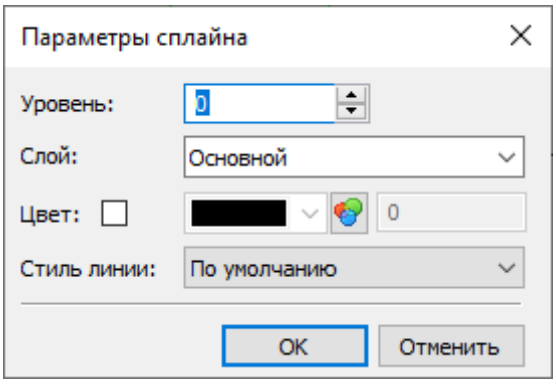
Способ удлинения. Определяет способ математического описания участка смещения. Доступны способы: **По прямой, С сохранением кривизны, С отражением, По параметру, По дуге**.

> Подробная информация о доступных способах удлинения приведена в главе Общие сведения о 2D сплайнах.

См. также:

- Общие параметры 2D сплайна построения
- Элементы управления точками 2D сплайна
- Общие сведения о 2D сплайнах

Общие параметры 2D сплайна построения



При создании и редактировании сплайнов (кроме спирали и сплайна по линии изображения) его геометрические параметры можно редактировать в окне параметров. У спирали и сплайна по линии изображения нет геометрических параметров доступных для пользователя.

Общие параметры сплайна доступны в диалоге, вызываемом с помощью опции **<P>.**

Уровень. Помещает сплайн на определенный уровень видимости.

Слой. Помещает сплайн на определенный слой.
Цвет. При установленном флаге можно выбрать цвет текущего элемента. Если флаг не установлен, то элемент имеет цвет по умолчанию. Цвет по умолчанию задаётся в установках системы (**Установки** > **Цвета** > **Общие** > **Линии построения по умолчанию**). Кроме того, в параметрах документа можно задать отдельный цвет по умолчанию для элементов построения на конкретной странице (**Параметры документа** > **Страница** > **Цвета** > **Цвета** > **Линии построения**).
Стиль линии. В выпадающем списке можно выбрать один из вариантов отображения текущего элемента:

- **По умолчанию**
- **Сплошная**
- **Пунктир**
- **Длинный пунктир**
- **Штрихпунктир**

См. также:

- Геометрические параметры 2D сплайна

Кривая смещения

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Построения > Кривая смещения Рабочая плоскость > Построения > Кривая смещения
Клавиатура	Текстовое меню
<TO>	Построения > Кривая смещения

Кривая смещения - это кривая, смещённая от исходной кривой, на расстояние, заданное числом или графиком. Если смещение задано числом, т.е. постоянно, то такая кривая смещения будет являться эквидистантой. Исходной кривой может быть эллипс, сплайн, функция или путь.
Наиболее типичным применением кривой смещения является вычерчивание трубопроводов. Очень удобно провести только осевую линию, а затем построить эквидистантные линии контуров самой трубы. Кроме того, кривые смещения широко применяют при разработке строительных и архитектурных чертежей.

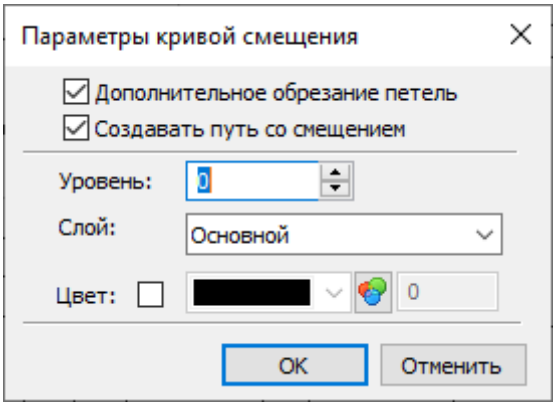
Построение кривой смещения

После вызова команды **Кривая смещения** доступны следующие опции автоменю:

	<Enter>	Выбрать элемент
	<P>	Установить параметры кривой смещения
	<E>	Выбрать эллипс
	<S>	Выбрать сплайн
	<F4>	Изменить линии построения

<Esc> Выйти из команды

Перед началом построения кривой смещения можно вызвать диалог параметров с помощью опции **<P>**. До начала построения диалог имеет следующий вид, отличающийся от вида диалога, вызываемого после выбора исходного элемента или для уже созданной кривой:

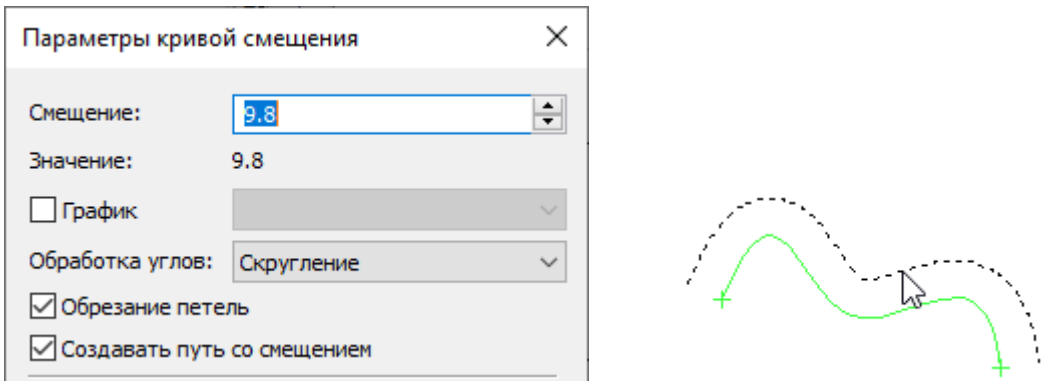


Помимо общесистемных параметров (**Уровень, Слой, Цвет**), в диалоге доступны следующие флаги:

- **Дополнительное обрезание петель**
  При установленном флаге из контура кривой смещения удаляются все образующиеся на нём петли.
- **Создавать путь со смещением**
  Опция актуальна для построения кривой смещения от пути. При установке флага кривая смещения от пути будет преобразована в путь. Уже построенную кривую смещения преобразовать в путь нельзя: флаг нужно установить до завершения построения.

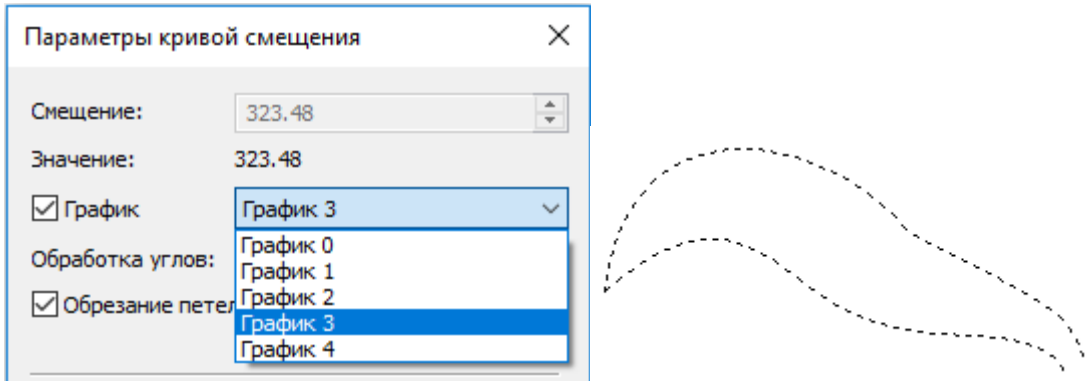
Вычерчивание кривой смещения начинается с выбора базового элемента, относительно которого необходимо построить кривую. Базовый элемент выбирается при помощи .
Выбранный элемент подсветится и появится динамически перемещаемое изображение кривой смещения. По умолчанию строится эквидистанта, т.к. смещение, задаваемое курсором, представляет собой константу. После этого необходимо переместить курсор в требуемую позицию и нажать либо использовать опцию **<P>**. В последнем случае на экране появится диалог параметров, в котором помимо параметров, описанных выше, будут доступны следующие параметры:

- **Смещение**
  Расстояние от базового элемента до создаваемой кривой. Знак смещения определяет направление. Изначальное значение параметра берется по положению курсора. Если кривая смещения привязана к 2D узлу, то вместо значения смещения отображается ноль и его изменение невозможно.
- **Значение**
  В данном поле отображается численное значение **Смещения**, что может быть полезным при задании смещения с помощью переменной или выражения.



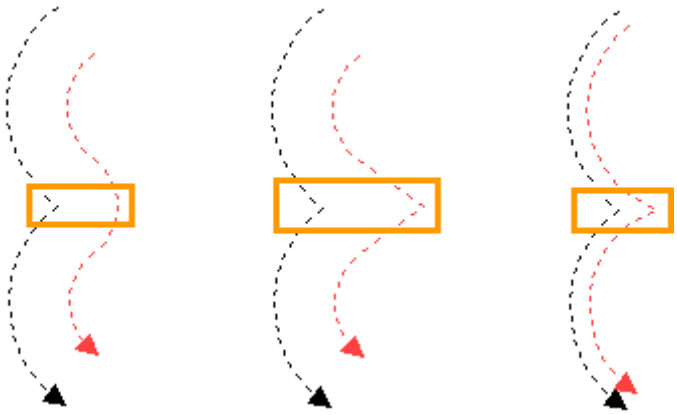
- **График**

  Данная опция используется для создания кривой с переменным смещением. При установленном флаге можно выбрать в выпадающем списке любой из графиков, доступных в текущем документе. График необходимо создать заранее. Аргумент графика будет задавать положение точки по длине исходной кривой, функция графика будет задавать смещение для данной точки. Первое значение аргумента будет соответствовать первой точке исходной кривой, последнее значение – последней точке. Промежуточные значения аргумента будут распределены по длине исходной кривой согласно их относительной величине к первому и последнему значению аргумента. Смещение по длине исходной кривой на участках между заданными графиком точками будет рассчитываться в зависимости от типа графика: ломанная, гладкая кривая или функция. Подробную информацию по созданию графиков можно найти в разделе Графики. При установке флага **График** поле **Смещение** становится неактивным.



- **Обработка углов**

  В выпадающем списке можно выбрать один из следующих вариантов обработки углов:



Скругление По касательным По кривым

Положение кривой смещения, являющейся эквидистантой, можно также определить при помощи существующего узла. Для этого нужно выбрать базовый элемент, относительно которого необходимо построить эквидистантную линию, после этого в автоменю станет доступна опция:

<N> Выбрать узел

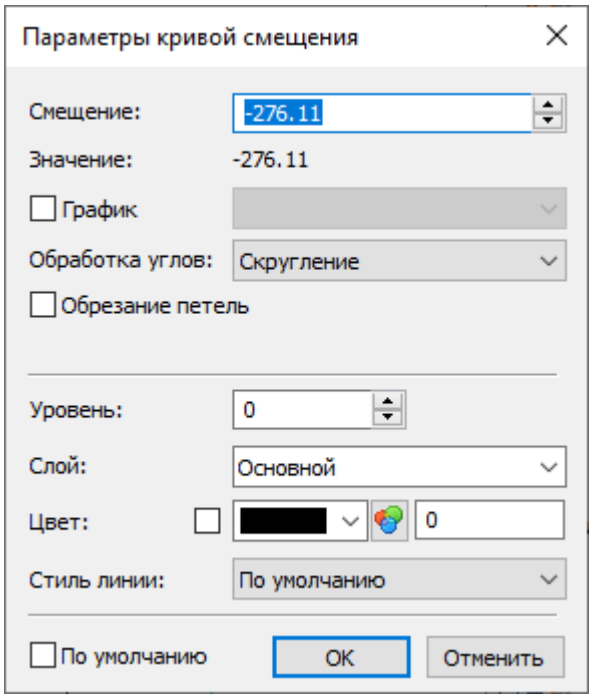
После активации этой опции нажатие в окне вида привязывает кривую смещения к 2D узлу, ближайшему к точке нажатия. Выбрать узел также можно с помощью объектных привязок, не вызывая данную опцию. Если кривая смещения привязана к 2D узлу, то в диалоге параметров вместо значения смещения отображается ноль и его изменение невозможно.
Отмена действий по выбору базового элемента, осуществляется опцией:

<Esc> Отменить выбор всех элементов

Основные темы в этом разделе:

- Параметры кривой смещения

Параметры кривой смещения



В данной главе описан вид диалога параметров уже созданной кривой смещения. Отличия диалога параметров, вызываемого с помощью опции **<P>** до создания кривой описаны в главе Кривая смещения. В диалоге доступны следующие параметры:

- **Смещение**
  Расстояние от базового элемента до создаваемой кривой. Знак смещения определяет направление. Если кривая смещения привязана к 2D узлу, то вместо значения смещения

отображается ноль и его изменение невозможно. Если смещение задано графиком, данное поле неактивно.

- **Значение**
  В данном поле отображается численное значение **Смещения**, что может быть полезным при задании смещения с помощью переменной или выражения.
- **График**
  График зависимости смещения от длины исходного элемента. Подробнее см. главу Кривая смещения.
- **Обработка углов**
  Форма углов, возникающих на созданной кривой. Подробнее см. главу Кривая смещения.
- **Обрезание петель**
  При установленном флаге из контура кривой смещения удаляются все образующиеся на нём петли.
- **Уровень**
  Помещает кривую смещения на определенный уровень видимости.
- **Слой**
  Помещает кривую смещения на определенный слой.
- **Цвет**
  При установленном флаге можно выбрать цвет текущего элемента. Если флаг не установлен, то элемент имеет цвет по умолчанию. Цвет по умолчанию задаётся в установках системы (**Установки** > **Цвета** > **Общие** > **Линии построения по умолчанию**). Кроме того, в параметрах документа можно задать отдельный цвет по умолчанию для элементов построения на конкретной странице (**Параметры документа** > **Страница** > **Цвета** > **Цвета** > **Линии построения**).
- **Стиль линий**
  В выпадающем списке можно выбрать один из вариантов отображения текущего элемента:
  - **По умолчанию**
  - **Сплошная**
  - **Пунктир**
  - **Длинный пунктир**
  - **Штрихпунктир**
- **По умолчанию**
  Установка этого флага будет обозначать, что заданные в этом диалоговом окне значения параметров **Уровень, Цвет, Слой** и **Стиль линии** будут применяться для новых линий построения всех типов.

См. также:

- Создавать путь со смещением

Функция

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Построения > Функция Рабочая плоскость > Построения > Функция
Клавиатура	Текстовое меню
<FU>	Построения > Функция

T-FLEX CAD позволяет создавать линии построения, заданные явным математическим описанием. Эти линии построения называются **функциями**. Команда **Функция** позволяет задать линию построения практически любого вида. Главное условие - возможность задания линии построения в виде функциональной зависимости координат. Для задания функции необходимо указать тип ее представления (параметрический, явный и т.д.), начало и конец отсчета изменяемого параметра, различные параметры прорисовки кривой.
В системе предусмотрена возможность выбора предварительно описанных функций, задающих различные кривые (парабола, эвольвента, спираль и т.д.). Вы можете также самостоятельно описать свои функции и использовать их в дальнейшем при работе. Для этого необходимо создать файл описания или добавить в уже существующий файл новые формулы и значения параметров.
Линия построения функция может быть построена как полилиния или сплайн.
Доступные опции в автоменю:

	<Enter>	Выбрать ближайший узел или создать узел для определения системы координат функции
	<Ctrl>+<F>	Режим связанного рисования
	<Ctrl>+<F>	Режим свободного рисования
	<P>	Задать параметры функции
	<N>	Выбрать узел
	<A>	Выбрать ось симметрии (прямую)
	<F4>	Изменить линии построения
	<Esc>	Выйти из команды

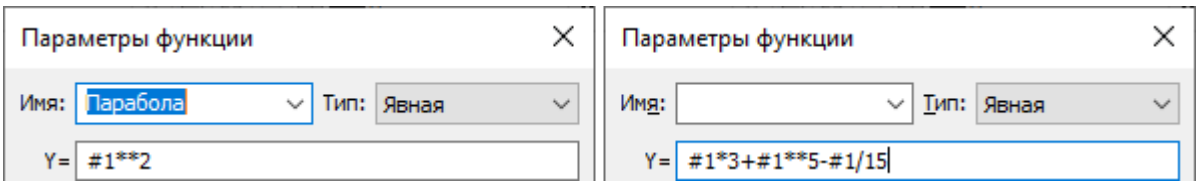
Процесс построения заданной функции состоит из двух этапов:

- Определение положения системы координат. Положение системы координат определяет положение создаваемой линии. Система координат определяется последовательным выбором двух узлов. Первый узел определяет положение точки с координатами (0,0). Второй узел определяет направление оси абсцисс (X). Ось ординат (Y) определяется автоматически, исходя из положения начала координат и оси X.
- Задание вида функции и других параметров. Происходит в появляющемся после выбора второго узла окне диалога параметров функции.

Вы можете использовать два способа задания функциональной зависимости.

- Использовать уже готовую формулу из прилагаемого набора.

- Создать новую функцию.



Выбор прилагаемых функций осуществляется через список. Набор прилагаемых функций хранится в файле **function.dat**. Имя файла указывается в пункте **Описания функций** на вкладке **Файлы** диалога **установок системы**, и при желании файл **function.dat** может быть дополнен или заменен. Обозначения параметров в этом файле: #1 - первый параметр, #2 - второй параметр функции (нужен не всегда, для рассчитываемой функции является константой). Подробное описание доступных параметров приведено в главе Параметры функции.
После ввода всех параметров функции надо закрыть диалог параметров функции нажав **OK**. Линия функции будет построена.

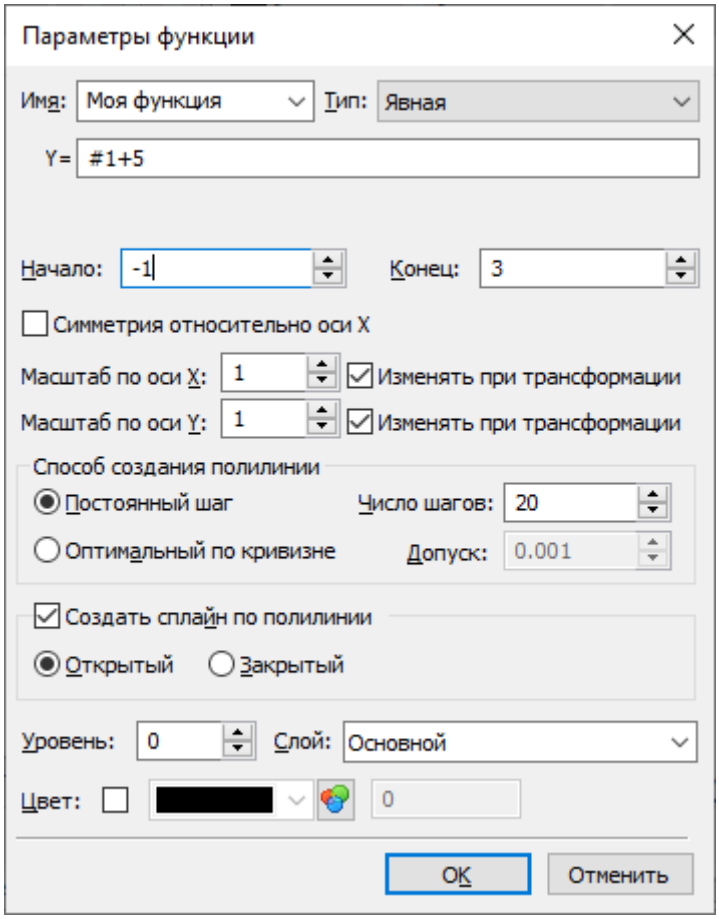
Основные темы в этом разделе:

- Параметры функции

Параметры функции

В диалоге задаются следующие параметры функции:
Имя. Можно выбрать из списка имя стандартной функции или задать произвольное имя для создания новой функции.
Тип. Предлагается выбрать один из четырёх вариантов.

- **Явная**. Функция в декартовой системе координат, в которой задаётся закон изменения ординаты, а абсцисса изменяется с некоторым шагом в указанном диапазоне.
- **Параметрическая**. Функция в декартовой системе координат, в которой задаётся закон изменения абсциссы и ординаты.
- **Полярная**. Функция в полярной системе координат, в которой задаётся закон изменения полярного радиуса, а полярный угол изменяется с некоторым шагом в указанном диапазоне (в радианах).
- **Полярная параметрическая**. Функция в полярной системе координат, в которой задаётся закон изменения полярного угла (в радианах) и полярного радиуса.



Y=, **X=**, **P=**, **A=**, Поля ввода закона изменения координат функции. В случае выбора функции из списка – поля заполняются автоматически. В случае ввода пользовательской функции – поля необходимо заполнить самостоятельно, придерживаясь синтаксиса.

- **Y=** - поле ввода закона изменения ординаты.
- **X=** - поле ввода закона изменения абсциссы.
- **P=** - поле ввода закона изменения полярного радиуса.
- **A=** - поле ввода закона изменения полярного угла (в радианах).
- «**#1**» – обозначение первого параметра функции.
  Для типа функции **Явная** является переменной изменения абсциссы функции в миллиметрах (в указанном диапазоне).
  Для типа функции **Параметрическая** является параметром полей **Y=** и **X=**, изменяемым в указанном диапазоне.
  Для типа функции **Полярная** является переменной изменения полярного угла в радианах (в указанном диапазоне).
  Для типа функции **Полярная параметрическая** является параметром полей **P=** и **A=**, изменяемым в указанном диапазоне.
  В случае выбора значений из поля базы данных является переменной номера строки базы.
- «**#2**» – обозначение второго параметра функции. Второй параметр равен расстоянию между узлами, задающими систему координат. При вычислении линии функции является константой. Изменение расстояния между узлами изменяет значение константы «**#2**».
- «*» - умножение.
- «/» - деление.
- «**» - возведение в степень.
- «+» - сложение.
- «-» - вычитание.

- Разделитель целой и дробной части – точка.
- В одной функции и, при необходимости, в одном поле можно использовать две переменные функции.
- В рассматриваемые поля можно вводить имена переменных документа, однако имя переменной функции всегда будет «**#1**».
- В рассматриваемых полях можно использовать обозначения функций редактора переменных.
- В рассматриваемых полях можно использовать выбор значений из базы данных. В качестве указателя конечного значения (конечной записи в базе данных «**q**») иногда удобно использовать выражение «**q.#**», возвращающее номер последней строки в базе данных **q**. В этом случае параметр «**#1**» будет определять номер строки базы данных.

Начало и **Конец**. Задают диапазон изменения параметра функции **#1**.
Симметрия относительно оси X. Флаг позволяет создать симметричное отражение созданной линии относительно оси X системы координат функции.
Масштаб по оси X и **Масштаб по оси Y**. Параметры позволяют изменить масштаб по каждой из осей системы координат функции. Значение координаты каждой точки, используемой при построении функции, умножается на соответствующее значение масштаба.
Изменять при трансформации. Установка флага разрешает автоматическое изменение масштаба при выполнении над линией функции преобразования масштабирования (при копировании или переносе). Снятый флаг запрещает автоматическое изменение значения масштаба относительно оси.

Группа **Способ создания полилинии**.
Функция может представлять собой полилинию или сплайн построенный по полилинии. Данная группа определяет параметры полилинии.
Постоянный шаг. Параметр функции будет изменяться от начального значения до конечного с постоянным шагом.
Число шагов. Количество шагов определяет количество сегментов полилинии. Количество точек (равное количеству шагов) всегда на единицу превышает количество сегментов.

> Когда вычисление координат точек полилинии ведётся на основе базы данных, значение переменного параметра обычно определяет номер строки в базе данных. В этом случае перед каждым обращением к базе вычисленное текущее значение переменного параметра округляется до наименьшего целого числа. В результате, выборка из базы данных может производится с непостоянным шагом. Во избежание этого необходимо всегда задавать параметры функции таким образом, чтобы число шагов равнялось разности конечного и начального значений переменного параметра.

Оптимальный по кривизне. Позволяет получать более частое разбиение на сегменты на участках с большей кривизной.
Допуск. Определяет максимально возможное отклонение рассчитанных координат полилинии от координат реальной кривой при использовании опции **Оптимальный по кривизне**.

Группа **Создать сплайн по полилинии**.
Установка флага преобразует линию функции из полилинии в построенный на её основе сплайн.
Открытый. Первая и последняя точки сплайна будут соответствовать рассчитанным абсциссам и ординатам функции при начальном и конечном значении переменной функции «**#1**».

Закрытый. Первая и последняя точки функции (если функция представляет собой не замкнутую кривую) соединяются участком сплайна.

Общие параметры линии построения.
Уровень. Помещает линию функции на определенный уровень видимости.
Слой. Помещает линию функции на определенный слой.
Цвет. При установленном флаге можно выбрать цвет текущего элемента. Если флаг не установлен, то элемент имеет цвет по умолчанию. Цвет по умолчанию задаётся в установках системы (**Установки** > **Цвета** > **Общие** > **Линии построения по умолчанию**). Кроме того, в параметрах документа можно задать отдельный цвет по умолчанию для элементов построения на конкретной странице (**Параметры документа** > **Страница** > **Цвета** > **Цвета** > **Линии построения**).

Обрезка и восстановление линий построения

Обрезка

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Построения > Обрезка Рабочая плоскость > Построения > Обрезка
Клавиатура	Текстовое меню

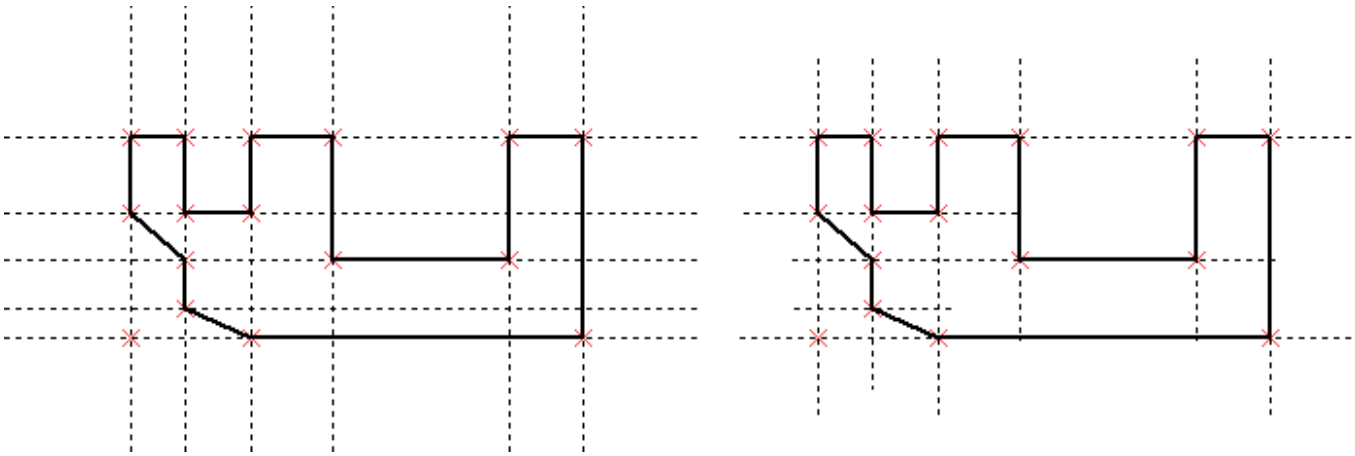
Команда производит обрезку линий построения - **прямых** и **окружностей**. Линии построения представляются в качестве отрезков или дуг, ограниченных крайними узлами. Если на линии нет узлов, то обрезка не производится.
Обрезка зависит от сочетания значений параметра **Длина** в параметрах документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Вид** > **Линии построения**) и в параметрах конкретной линии.
В параметрах линии возможны следующие значения длины:

- **Из документа**;
- **Обрезанная**;
- **Бесконечная**.

Независимо от выбранного значения изначально линия создается бесконечной. Влияние данного параметра проявляется в сочетании с параметрами документа при применении команды **Обрезка**.
В параметрах документа возможны следующие значения длины:

- **По умолчанию обрезанные**
  Команда **Обрезка** обрезает линии, в параметрах которых для длины заданы значения **Из документа** и **Обрезанная**.
- **По умолчанию бесконечные**
  Команда **Обрезка** обрезает линии, в параметрах которых для длины задано значение **Обрезанная**.
- **Все обрезанные**
  Команда **Обрезка** обрезает все линии, независимо от их параметров.
- **Все бесконечные**
  Команда **Обрезка** не обрезает никакие линии, независимо от их параметров.

Величина вылета обрезанных линий за крайние узлы определяется параметром **Выступание** (**Параметры документа** > **Страница** > **Вид** > **Линии построения**).



Впоследствии способ выбора обрезанных линий зависит от значения параметра **Поиск** в параметрах документа (**Параметры документа > Страница > Вид > Линии построения**). По умолчанию для данного параметра установлено значение **В пределах**, в результате чего для выбора обрезанных линий необходимо наводить курсор на их части, отображаемые после обрезки. Если сменить значение данного параметра на **В бесконечности**, то для выбора обрезанных линий можно будет наводить курсор и на части, скрытые после обрезки (вся линия будет подсвечена при наведении).

Восстановление

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Построения > Восстановление Рабочая плоскость > Построения > Восстановление
Клавиатура	Текстовое меню

Команда восстанавливает бесконечную длину линий построения, обрезанных с помощью команды **Обрезка**.

Фиксация положения 2D элементов построения

По умолчанию элементы построения можно свободно перетягивать мышью. При этом перемещаются и связанные с ними элементы (как родительские, так и дочерние).

Кроме того, по умолчанию включено прозрачное редактирование 2D элементов, в результате чего команда редактирования запускается автоматически при выборе элемента построения в окне чертежа в режиме ожидания команды, после чего элемент начинает следовать за курсором в рамках степеней свободы, определяемых способом создания элемента.

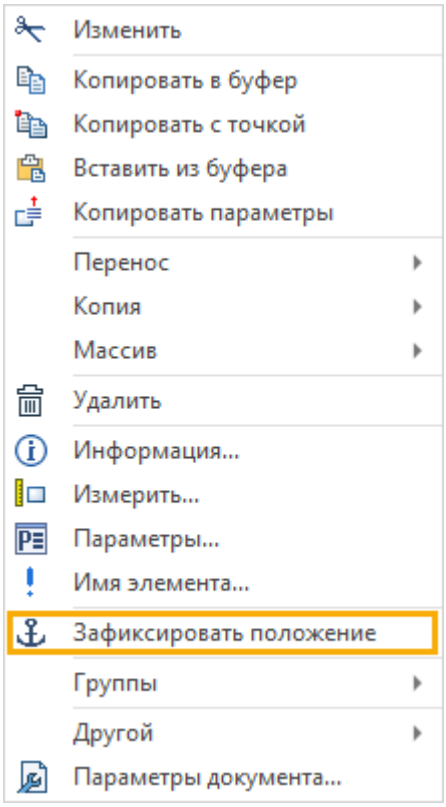
Например, при перетягивании 2D узла, созданного на пересечении прямых, вместе с узлом будут перетягиваться и прямые. Тогда как после входа в команду редактирования узла, его положение не будет меняться, т.к. оно полностью определено положением прямых.

Чтобы предотвратить возможность перемещения элемента, следует зафиксировать его положение.

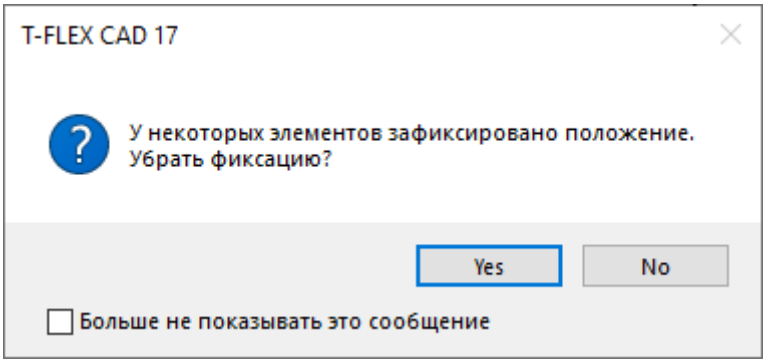
Фиксация положения свободных 2D узлов осуществляется с помощью ограничения **Фиксация**.

Полная фиксация положения связанных 2D узлов, а также частичная фиксация положения полусвязанных узлов осуществляется фиксацией положения их родительских элементов.

Фиксация положения линий построения осуществляется с помощью опции **Зафиксировать положение,** доступной в контекстном меню элемента:



Об активности опции свидетельствует подсветка её иконки в контекстном меню, а также символ якоря, появляющийся рядом с курсором при наведении на зафиксированный элемент.
Когда опция активна, перетягивание элемента невозможно. Также выбор элемента в режиме ожидания команды не приводит к запуску команды редактирования, независимо от состояния опции прозрачного редактирования, а выбор элемента в запущенной команде редактирования невозможен.
При этом к зафиксированным элементам всё еще можно применять команды переноса элементов. При переносе система предложить **Убрать фиксацию** элементов. Если фиксацию не убрать, то перенос не будет произведён.



См. также:

- Редактировать 2D узел
- Редактировать 2D линии построения
- Ограничения

Редактировать 2D линии построения

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Дополнительно > Линия построения Листовой металл (2D) > Дополнительно > Линия построения
Клавиатура	Текстовое меню
<ЕС>	Правка > Построения > Линия построения

Команда **Изменить построения** позволяет редактировать линии построения. Команда работает со всеми 2D элементами построения, кроме 2D узлов. Выбор 2D узла в данной команде автоматически запускает отдельную команду редактирования узла.
По умолчанию включено прозрачное редактирование 2D элементов (**Установки > 2D > 2D > "Прозрачное" редактирование элементов**), в результате чего команда редактирования запускается автоматически при выборе элемента построения в окне чертежа.

Выбор элементов

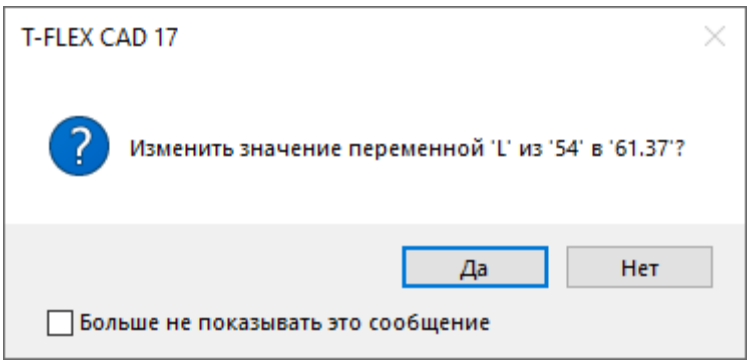
После вызова команды без предварительного выбора элементов необходимо выбрать в окне чертежа элементы для редактирования.

Нажатие в окне чертежа выбирает линию построения, ближайшую к месту нажатия.
Нажатие **<Enter>** выбирает линию построения, ближайшую к текущему положению курсора.
Нажатие **<Space>** создаёт связанный 2D узел в ближайшей к текущему положению курсора точке пересечения линий построения.
Для выбора элементов определённого типа можно воспользоваться опциями автоменю.
Для множественного выбора можно воспользоваться опциями автоменю или рамкой селектора.
После того, как вы выбрали элемент построения, запускается его редактирование и набор опций в автоменю меняется. При этом подсвечиваются выбранный элемент и элементы построения, на основе которых выбранный элемент был создан.

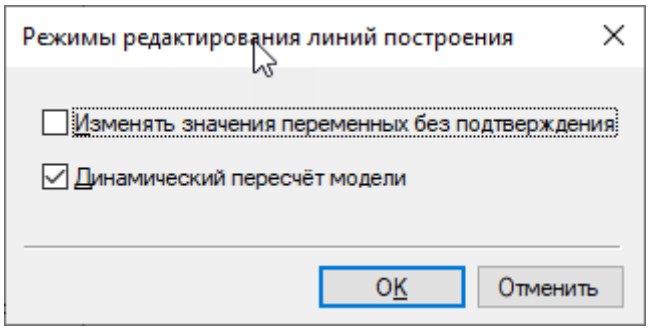
Редактирование параметров элементов

Если положение прямой, диаметр окружности, второй диаметр эллипса не заданы другими элементами, то при редактировании элемента эти параметры начинают динамически меняться в зависимости от положения курсора. Достаточно переместить курсор в нужное место и нажать или **<Enter>** для подтверждения новой конфигурации элемента.

Для задания точных значений параметров используйте окно параметров или диалог параметров . Если элемент был связан с переменной, система выдаст предупреждение.

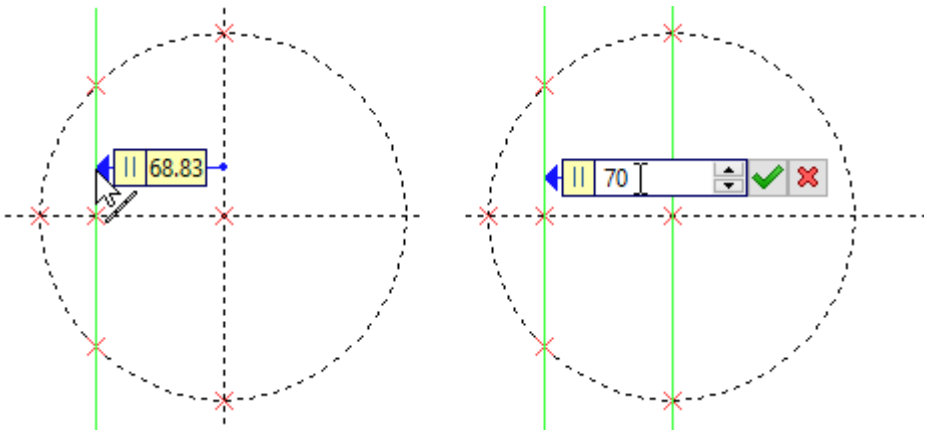


Если вы хотите, чтобы система не выдавала предупреждения, необходимо вызвать диалог параметров , когда еще не выбран ни один из элементов. При этом на экране появится диалоговое окно, в котором требуется установить флаг **Изменять значения переменных** без подтверждения. В этом же окне можно включить/выключить **Динамический пересчёт модели**.

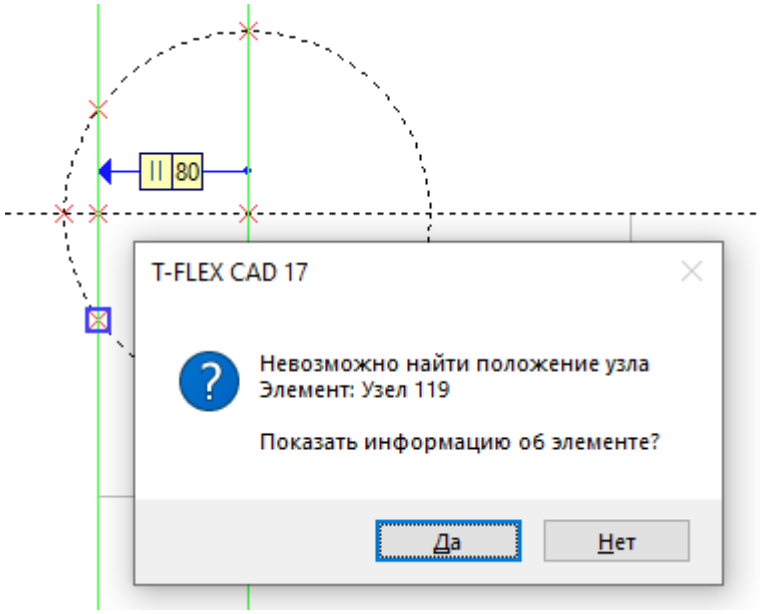


Если вы выбрали несколько элементов для редактирования, то при вызове диалога параметров необходимо задать параметры множественного редактирования, а затем редактировать непосредственно параметры построений.

Для изменения значений геометрических параметров элементов построения можно использовать Отношения, появляющиеся в 2D окне при выборе редактируемого элемента. Эти отношения временные, т.е. создаются системой автоматически при входе в режим редактирования элемента построения и автоматически удаляются при выходе из него. Обратите внимание, что для того, чтобы изменить параметр элемента построения с помощью отношения, необходимо отключить режим динамического пересчёта (опция).



Если после изменения значений параметров какой-либо элемент построения не может быть построен, то есть нарушается геометрическая связь элементов, система выдает сообщение об ошибке и показывает ту связь, которая была нарушена.



Опции автоменю

После вызова команды без выбора элемента доступны следующие опции автоменю:

<P> Задать параметры команды

Вызывает диалог **Режимы редактирования линий построения**.

<V> Режим динамического пересчета модели

Если данная опция активна, то в процессе редактирования элемента, отображаются изменения дочерних по отношению к нему элементов.
Если данная опция неактивна, то, помимо динамически изменяемого предварительного изображения новой конфигурации редактируемого элемента, в процессе редактирования отображается исходная конфигурация.
Включить/выключить динамический пересчёт также можно в диалоге **Режимы редактирования линий построения**.

<L> Выбрать прямую

<C> Выбрать окружность

<E> Выбрать эллипс

<S> Выбрать сплайн

<N> Выбрать узел

Данные опции можно использовать, чтобы выбрать элементы для редактирования.
При активации опции с клавиатуры автоматически выбирается элемент соответствующего типа, ближайший к текущему положению курсора.

При активации опции мышью необходимо нажать в окне чертежа, в результате чего выбирается элемент соответствующего типа, ближайший к месту нажатия.
Элементы построения можно выбирать и без использования данных опций, просто наведя курсор на элемент и нажав .
Опция выбора сплайна также может использоваться для выбора 2D пути, кривой смещения или функции.

<Q> Обновить выступание всех прямых

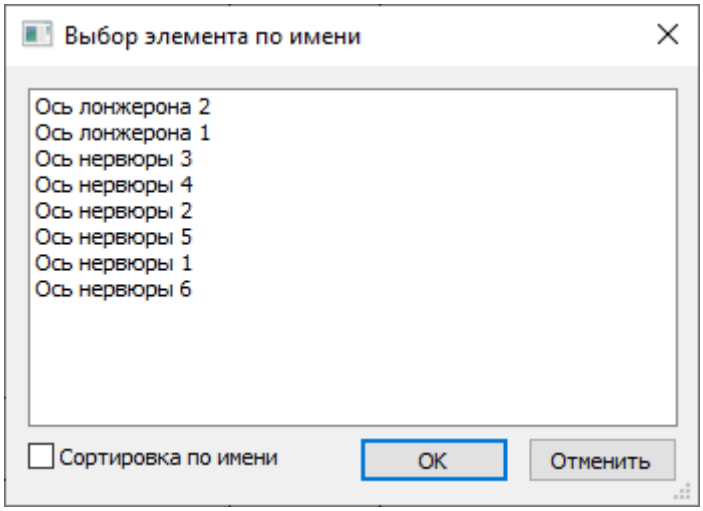
Применяет команду **Обрезка** ко всем прямым и окружностям построения на всех страницах текущего документа.

<*> Выбрать все элементы

Выбирает все линии построения на всех страницах текущего документа.

<R> Выбрать элемент из списка

Вызывает диалоговое окно со списком всех доступных именованных линий построения. Под именованными подразумеваются линии, имена которых заданы пользователем вручную. Содержимое списка не зависит от текущей страницы - отображаются все именованные линии, имеющиеся в текущем документе. По умолчанию элементы в списке отсортированы по идентификаторам. Можно включить **Сортировку по имени,** установив флаг в нижней части диалога. Выберите желаемые элементы в списке и нажмите **OK**. Для множественного выбора можно использовать +**<Shift>** (выбирает все элементы между уже выбранным и находящимся под курсором включительно) и +**<Ctrl>** (добавляет к выбранным или удаляет из выбранных элемент под курсором).



<Esc> Выйти из команды

При выборе нескольких элементов для редактирования набор доступных опций сменяется на следующий:

<P> Установить параметры выбранных элементов

Вызывает диалог параметров сразу для всех выбранных линий (см. Множественное редактирование 2D элементов).

<K> Разрушить связь с переменной

Заменяет переменные в параметрах выбранных линий на константы.

<I> Выбрать другой ближайший элемент

<Del> Удалить выбранные элементы

<Esc> Отменить выбор всех элементов

При выборе для редактирования одного элемента любого типа всегда доступны следующие опции:

<P> Установить параметры линии построения

<V> Режим динамического пересчета модели

<O> Задать или изменить имя для выбранного элемента

<I> Выбрать другой ближайший элемент

<Del> Удалить выбранные элементы

<Esc> Отменить выбор всех элементов

При выборе прямых, окружностей, эллипсов и кривых смещения также доступна опция:

<K> Разрушить связь с переменной

Заменяет переменные в параметрах выбранной линии на константы.

При выборе прямых и окружностей также доступны следующие опции:

<T> Обновить выступание выбранных элементов

Применяет команду **Обрезка** к выбранным линиям.

<M> Изменить способ задания

После активации данной опции вы окажетесь в команде построения выбранного типа линии, и вам предоставляется возможность заново построить эту линию. Отличие от первоначального построения линии состоит в том, что на экране остаются выделенными изменяемая линия и та, относительно которой она построена. При этом не должно быть рекурсии, то есть в качестве опорных элементов при перезадании нельзя выбирать саму перезадаваемую линию или её потомков. В противном случае появится сообщение о рекурсии, и изменение будет отменено.

Кроме того, для элементов определённых типов доступны дополнительные опции. Специфические опции и прочие особенности редактирования линий построения определённых типов описаны в разделах Редактирование окружностей, Редактирование 2D путей, Редактирование сплайнов.

Основные темы в этом разделе

- Редактирование окружностей
- Редактирование 2D путей
- Редактирование сплайнов

Редактирование окружностей

Помимо общих опций автоменю, описанных в главе Редактировать 2D линии построения, при редактировании окружностей в автоменю доступны дополнительные опции, позволяющие изменить параметры касания окружностей:

<N> Выбрать узел

Позволяет выбрать узел, через который будет проходить редактируемая окружность. При активации опции с клавиатуры мгновенно выбирается узел, ближайший к текущему положению курсора. При активации опции мышью необходимо нажать на чертеже, в результате чего будет выбран узел, ближайший к месту нажатия.

<L> Выбрать касательную прямую

<C> Выбрать окружность

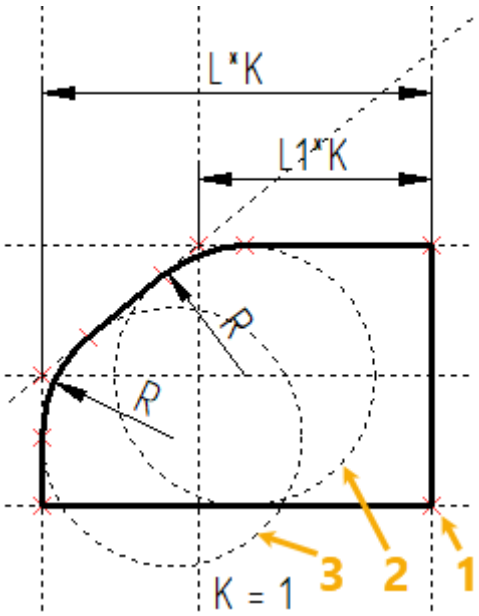
Позволяют выбрать прямую или окружность, которых будет касаться редактируемая окружность. При активации опции с клавиатуры мгновенно выбирается линия соответствующего типа, ближайшая к текущему положению курсора. При активации опции мышью необходимо нажать на чертеже, в результате чего будет выбрана линия соответствующего типа, ближайшая к месту нажатия.

<Z> Изменить способ касания линии построения

Если редактируемая окружность касается каких-либо линий, то данная опция последовательно переключает возможные варианты касания.

<G> Задать привязку к узлу

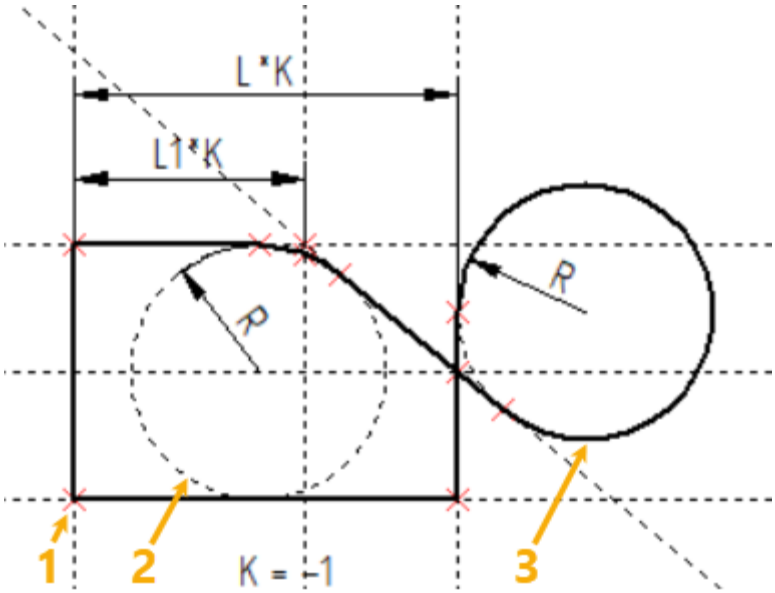
Выбор варианта касания, сделанный при помощи предыдущей опции ( ) может сброситься при перестроении связанных элементов. Чтобы однозначно определить применяемый вариант касания следует задать привязку к узлу. При активации опции с клавиатуры мгновенно выбирается узел, ближайший к текущему положению курсора. При активации опции мышью необходимо нажать на чертеже, в результате чего будет выбран узел, ближайший к месту нажатия. В результате для окружности всегда будет применяться вариант касания наиболее близкий к выбранному узлу.



Узел 1 использован для задания варианта касания окружности 2.

Вариант касания окружности 3 однозначно не определён.

Результат изменения значения переменной K показан ниже.



<B> Отменить привязку к узлу

Отменяет сделанный при помощи предыдущей опции выбор узла, определяющего вариант касания.

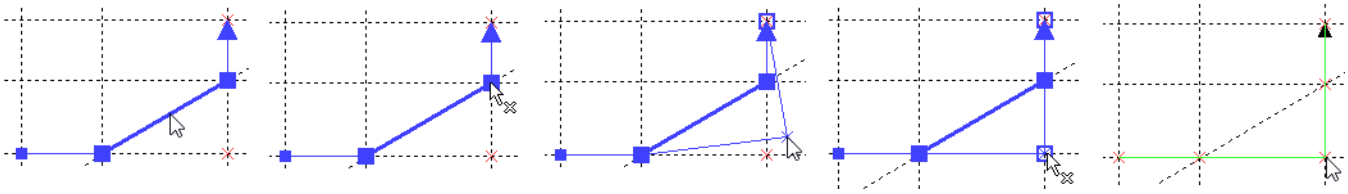
Редактирование 2D путей

Если в команде редактирования линий построения выбран 2D путь, то последующее нажатие **<Enter>**, либо нажатие в любой точке окна чертежа запускает режим редактирования контура пути. Редактирование контура пути позволяет добавить или удалить узловые точки; выбрать другую линию построения, соединяющую узловые точки отдельного участка пути; поменять направление пути, поменять нумерацию точек, а также задать новые параметры.

Изменение местоположения узловой точки контура пути

Для изменения местоположения узловой точки пути необходимо выполнить следующий набор действий:

- выбрать путь ;
- выбрать участок пути , ограниченный узлом, местоположение которого требуется изменить;
- выбрать узел ;
- переместить узловую точку в выбранное место и нажать ;
- принять изменения или **<Ctrl>+<Enter>**.



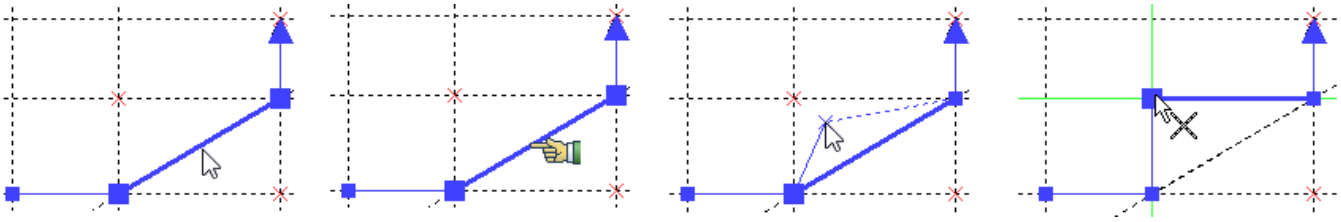
Создание дополнительных узловых точек контура пути

Для создания дополнительных узловых точек контура пути необходимо выполнить следующий набор действий:

- выбрать путь ;
- выбрать участок для редактирования ;
- выбрать опцию **Режим добавления точки**;

<I> Режим добавления точки

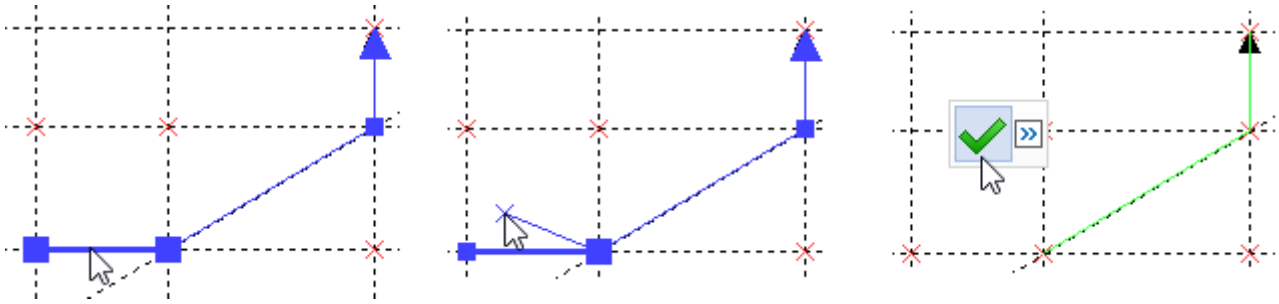
- выбрать положение новой точки ;
- выйти из режима редактирования ;
- принять изменения или **<Ctrl>+<Enter>**.



Удаление узловой точки контура пути

Для удаления узловой точки пути необходимо выполнить следующий набор действий:

- выбрать путь ;
- выбрать участок пути , ограниченный узлом, который требуется удалить;
- выбрать узел ;
- нажать клавишу <**Del**>;
- принять изменения или <**Ctrl**>+<**Enter**>.



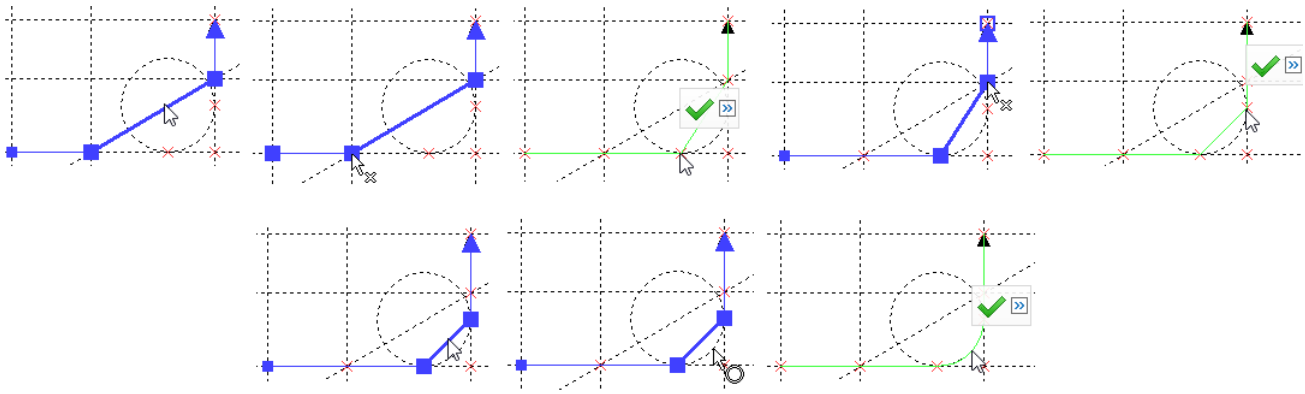
Изменение участка пути

Рассмотрим пример, в котором прямолинейный участок пути необходимо заменить на участок по дуге окружности. При этом точки касания окружности не совпадают с точками начала и окончания прямолинейного участка.

- выбрать путь ;
- выбрать участок пути , который нужно изменить;
- выбрать и переместить первый узел участка в точку касания прямой и окружности (перемещение узла описано в подразделе выше);
- выбрать и переместить второй узел участка в точку касания прямой и окружности;
- вновь выбрать участок пути , который нужно изменить;
- выбрать тип линии, согласно которой должен следовать путь (в данном случае окружность);

	<**C**>	Выбрать окружность
	<**E**>	Выбрать эллипс
	<**S**>	Выбрать сплайн

- указать линию (в данном случае окружность) на чертеже;
- принять изменения или <**Ctrl**>+<**Enter**>.

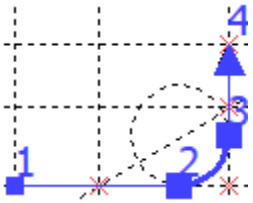


Отображение номеров точек контура

Для отображения номеров точек в контуре 2D пути используется опция:

<Q> Показать/Спрятать номера точек контура

При включении данной опции точки пути нумеруются в соответствии с их порядком и направлением пути. Номер точки отображается рядом с соответствующим узлом. Когда несколько последовательных точек контура совпадают, их номера выводятся через запятую.



Удаление контура

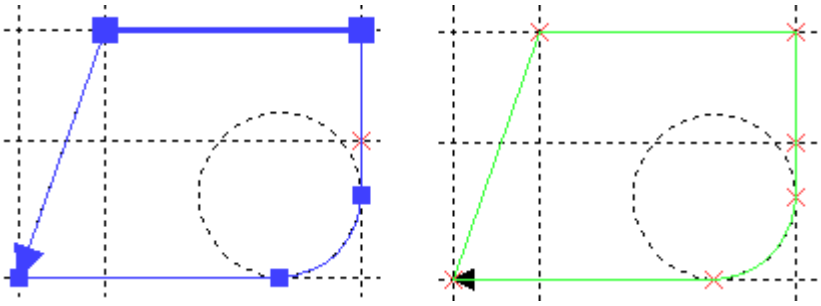
Для удаления контура в режиме редактирования используется опция

<Del> Удалить выбранный контур

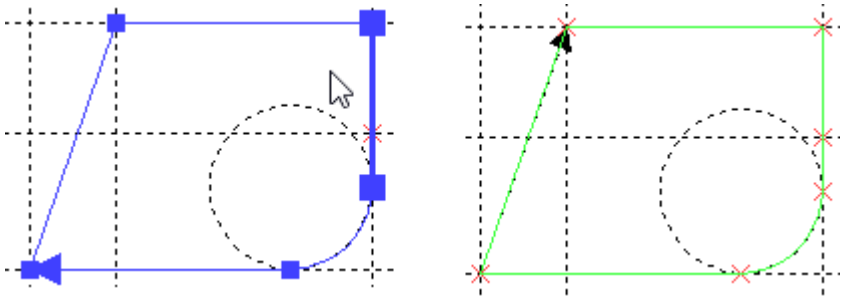
Редактирование замкнутых путей

Для замкнутых путей доступны три дополнительные опции:

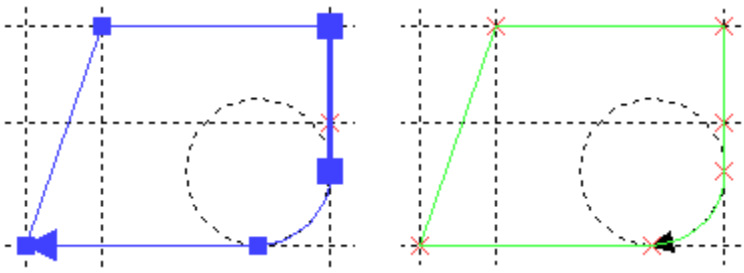
<R> Сменить направление контура на противоположное



<F> Переместить начальную точку контура вперёд



<B> Переместить начальную точку контура назад



Редактирование сплайнов

При редактировании сплайна в окне параметров отображается такой же набор элементов управления, как и при его создании. Если редактирование было вызвано выбором команды **Изменить** в контекстном меню сплайна, то параметры отображаются сразу. Если редактирование осуществляется с выбором сплайна в общей команде редактирования 2D элементов построения, то для отображения параметров необходимо использовать опцию <P>. В отличие от других элементов построения, для сплайна первое применение этой опции не вызывает окно диалога параметров, а отображает параметры в служебном окне параметров. После того, как параметры появились в служебном окне, последующая активация опции <P> вызывает диалог параметров сплайна.

При редактировании сплайна доступны все его параметры и параметры всех его точек, а также манипуляторы точек сплайна. Для выбора нужной точки сплайна необходимо указать её в списке окна параметров сплайна, либо выделить точку на редактируемом сплайне при помощи .
Для перемещения уже существующей точки нужно ещё раз указать на выбранную точку при помощи . После этого точка сплайна будет следовать за курсором. Новое положение точки задаётся при помощи в поле чертежа. Либо можно изменить координаты выбранной точки в параметрах сплайна.
Для добавления точки на сплайн можно воспользоваться командами добавления точек и , либо на выбранном сплайне при помощи указать положение новой точки. При наведении курсора на участок редактируемого сплайна, где нет точки, под курсором появляется динамическое изображение потенциальной новой точки. При создании новая точка будет автоматически выбранной. Для построения нескольких новых точек достаточно перемещать курсор по сплайну и указывать положение новых точек при помощи . Дополнительного подтверждения для создания новой точки не требуется. Изменение положения новой точки аналогично редактированию положения существующей точки.
Для удаления точки необходимо её выделить, после чего нажать пиктограмму в параметрах сплайна, либо нажать клавишу **<Del>**.

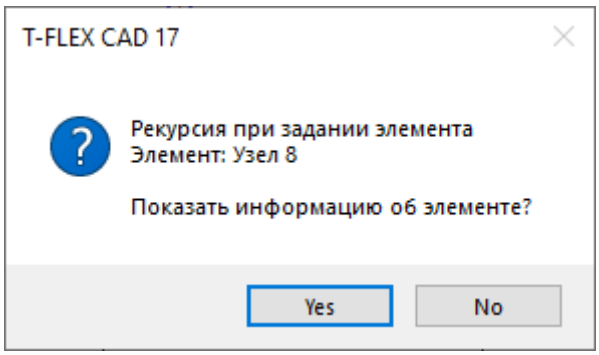
Замена 2D элементов построения

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Редактирование > Редактирование > Заменить Рабочая плоскость > Дополнительно > Заменить
Клавиатура	Текстовое меню
<RL>, **<Ctrl>+<H>**	Правка > Заменить

Данная команда позволяет заменить элемент построения другим элементом того же типа, т.е. заменить все ссылки на исходный элемент в других элементах ссылками на целевой элемент. При этом сам исходный элемент может быть удалён или сохранён.

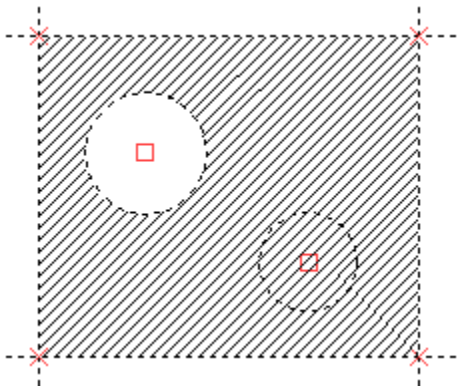
Первым шагом является выбор исходного элемента, который необходимо заменить. Укажите узел или линию построения (прямую, окружность, сплайн и т.п.), выбранный элемент подсветится на чертеже. Затем укажите целевой элемент, которым будет заменён исходный. При указании целевого элемента будут доступны для выбора только элементы того типа, которому принадлежит исходный элемент. При замене все элементы, построенные относительно исходного, перестраиваются относительно целевого элемента. Если в качестве целевого элемента указывается элемент, зависящий от исходного, система выдаёт сообщение о рекурсии. В этом случае замена невозможна.



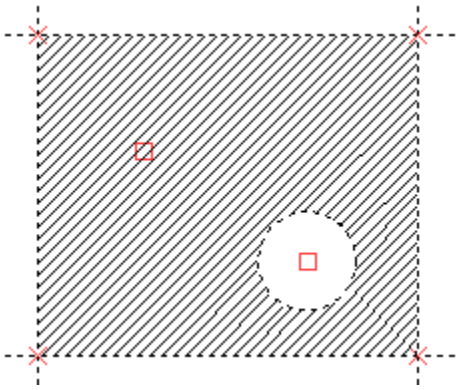
Другое ограничение на выполнение команды может возникнуть в случае, когда невозможно определить положение какого-то элемента при построении его относительно целевого.
В автоменю доступны опции:

	<L>	Выбрать прямую
	<C>	Выбрать окружность
	<E>	Выбрать эллипс
	<S>	Выбрать сплайн
	<N>	Выбрать узел
	<I>	Выбрать другой ближайший элемент
	<Del>	Удалять исходный элемент после замены.
	<Esc>	Отменить выбор всех элементов/Выйти из команды

Рассмотрим использование данной команды на простом примере. В качестве внутреннего контура штриховки используется окружность, расположенная в левой верхней части изображения.



С помощью команды **Заменить** заменим данную окружность на другую окружность, расположенную в правой нижней части. После замены вторая окружность становится внутренним контуром штриховки, а первая удаляется.



Линии изображения

Линии изображения - это основные графические элементы, формирующие чертеж. Именно они находят свое отражение на бумаге, при выводе чертежа на принтер или плоттер. По аналогии с работой за чертёжной доской: линии изображения - это линии, обведенные тушью.
Линии изображения могут создаваться с помощью следующих команд:

- **Изображение**
  Линии изображения повторяют форму имеющихся линий построения или соединяют 2D узлы по прямой.
- **Эскиз**
  Линии изображения могут быть вообще не связаны с другими элементами чертежа или же связаны с 2D узлами. Для задания геометрических соотношений между линиями эскиза можно использовать **Ограничения**.
- **Проекция**
  Линии изображения являются проекцией 3D элементов.
- **Фрагмент**
  Линии изображения одного чертежа вставляются в другой чертёж.

После нанесения линий изображения наносятся элементы оформления чертежа.
В справке доступны Примеры создания чертежей.

Основные темы в этом разделе

- Линии изображения по 2D элементам построения
- Эскиз
- Вспомогательные линии
- Пересечение линий изображения
- Ограничения

Линии изображения по 2D элементам построения

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Чертёж > Изображение > Изображение Рабочая плоскость > Чертёж > Изображение > Изображение
Клавиатура	Текстовое меню
<G>	Чертёж > Изображение

Команда позволяет наносить линии изображения, которые повторяют форму имеющихся линий построения или соединяют 2D узлы по прямой. Можно использовать существующие 2D узлы или создавать новые в процессе нанесения линий.

Существует 2 режима рисования: режим связанного рисования и свободного. Также можно создавать пользовательские линии изображения. Привязка линий изображения осуществляется к элементам построения (линиям, узлам), к точкам сочленения линий изображения, построенными при помощи команды **Эскиз** или принадлежащих 2D проекциям.
Существуют следующие виды линий изображения.

- Отрезок прямой между двумя узлами. Начало и конец линии изображения определяются положением этих узлов.
- Полная линия построения. Такая линия изображения задаётся только линией построения. В качестве задающей линии построения может служить линия построения любого типа, за исключением прямой (так как она бесконечна).
- Участок линии построения, ограниченный двумя узлами. Такая линия изображения задаётся линией построения, определяющей ее форму и двумя узлами, определяющими ее границы.

С помощью линий изображения можно создавать фаски и скругления.
После вызова команды доступно выполнение следующих действий:

	<Enter>	Выбрать узел или создать узел в ближайшей точке пресечения линий построения
	<Ctrl>+<F>	Режим связанного рисования
	<Ctrl>+<F>	Режим свободного рисования
	<P>	Задать параметры для новых линий изображения
	<Alt>+<P>	Скопировать параметры с существующего элемента
	<Tab>	Изменить направление дуги
	<N>	Выбрать узел как начало или окончание линии изображения
	<L>	Выбрать линию построения - прямую, по которой будет проходить линия изображения
	<C>	Нанести окружность, если не выбран узел, или выбрать линию построения - окружность для построения дуги.
	<E>	Нанести эллипс, если не выбран узел, или выбрать линию построения - эллипс для построения дуги

	<S>	Нанести сплайн, если не выбран узел, или выбрать линию построения - сплайн для построения дуги
	<Q>	Режим создания линий изображения между пересечениями линий построения
	<BackSpace>	Удалить последнюю линию контура
	<F4>	Выполнить команду редактирования линий изображения
	<Esc>	Отменить выбор элемента построения\Закончить выполнение команды

Выбор режима рисования. Режимы свободного и связанного рисования.

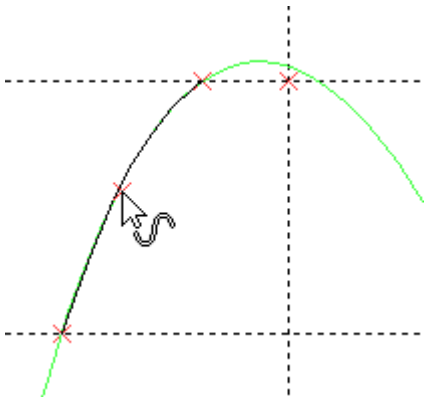
Опции и <Ctrl>+<F> позволяют выбирать один из двух режимов создания элементов построения - узлов в системе T-FLEX. Либо основной режим (**связанное** рисование), при котором создаваемый узел является точкой пересечения линий построения, либо режим **свободного** рисования, когда узел не связан с другими конструктивными элементами, и его положение определяется абсолютными координатами чертежа. При этом на одном и том же чертеже могут присутствовать как свободные, так и связанные узлы. При создании линии изображения узлы могут создаваться автоматически, поэтому всегда важно знать, какой режим рисования установлен. Пиктограмма в автоматическом меню не только позволяет переключать режим, но и сигнализирует о том, какой режим установлен в данный момент. Если представлена пиктограмма , то включен режим связанного рисования,если пиктограмма , то - режим свободного рисования. Кроме пиктограммы в определении режима рисования поможет внешний вид курсора и создаваемых узлов. Если курсор и узлы изображаются в виде крестика, то включен режим связанного рисования, если в виде квадрата - режим свободного рисования.

Опция (<BackSpace>) удаляет последний нанесённый участок линии изображения. После этого вы можете продолжить создание линий изображения.

Автоматическое создание линии изображения между двумя пересечениями линий построения

Опция предназначена для включения/выключения режима создания линий изображения между пересечениями линий построения. Данный режим позволяет создавать линию изображения, проходящую по линии построения на участке между её пересечениями с другими линиями построения, одним кликом.

Для создании линии изображения надо подвести курсор к линии построения (прямая, окружность, эллипс, сплайн, полилиния), пересекающейся с другими линиями построения, и нажать . В зависимости от местоположения курсора система находит две ближайшие точки пересечения линий построения и создаёт линию изображения и узлы на её концах. При пересечении нескольких линий в одной точке, узел создаётся между линиями, созданными раньше других.



Если в этом режиме, зажав левую кнопку мыши, вести курсор вдоль линии построения, то строящаяся линия построения будет автоматически продолжаться (либо укорачиваться) в нужную сторону.
Двойной щелчок по линии построения приводит к созданию линии изображения на всей линии построения (за исключением прямой линии).

> Если с помощью этой команды была создана линия изображения, то повторно создать линию изображения того же цвета в этом месте нельзя. Если это необходимо, можно изменить цвет линии или скрыть линию, построенную ранее.

Выбор начального узла

Опция (**<Enter>**) позволяет пометить узел в качестве начальной или конечной точки линии изображения. В режиме связанного рисования при нажатии помечается узел в ближайшей точке пересечения линий построения, если он существует; в противном случае в этой точке создается и помечается новый узел. В режиме свободного рисования либо создается новый узел, либо помечается уже существующий. Существующий узел помечается, если графический курсор находился в пределах зоны обнаружения узлов. Размер этой зоны устанавливается в установках системы (**Установки > 2D > 2D > Радиус поиска узлов)**. Размер зоны задается в пикселях.

Таким образом, если нет выбранных узлов и линий построения, то опция выбирает ближайший узел. Далее, от выделенного узла до курсора мыши, тянется динамическое изображение создаваемой линии. В режиме связанного рисования ищется либо ближайший узел, либо ближайшая точка пересечения линий построения, и в этой точке создается узел. В режиме свободного рисования ищется ближайший узел - узел в пределах зоны обнаружения. Если при указании курсором в эту зону попадает узел, то помечается он. В противном случае создается новый свободный узел.
Опция (<N>) работает аналогично опции , но в отличие от неё, можно пометить только **уже существующие узлы**. Новые узлы не создаются.
Возможен и такой вариант определения начального узла: выбирается линия построения (опции **<L>, <C>, <S>, <E>**). После указания элемента появится изображение динамически перемещаемого по выбранной линии узла. Затем выбирается вторая линия построения - начальный узел подсветится в ближайшей к курсору точке их пересечения (если узла там не было, то он будет создан). В данном случае пометка линии построения означает, что начальный узел будущей линии изображения обязательно будет находиться на этой прямой. При этом вторая линия построения останется подсвеченной и будет считаться выбранной для создания линии изображения.
Если выбранные линии построения не имеют точек пересечения, то никаких действий не производится.

Следует отметить, что в качестве начального/конечного узла может быть выбрана точка сочленения линий изображения 2D фрагмента или 2D проекции.

Выбор линии построения

Выбор линии построения осуществляется при помощи одной из опций:

	<L>	Выбрать линию построения - прямую
	<C>	Нанести окружность, если не выбран узел, или выбрать линию построения - окружность для построения дуги.
	<E>	Нанести эллипс, если не выбран узел, или выбрать линию построения - эллипс для построения дуги.
	<S>	Нанести сплайн, если не выбран узел, или выбрать линию построения - сплайн для построения дуги.

Следует отметить, что при включённой объектной привязке линии построения будут доступны для выбора при простом наведении на них курсора мыши (в этом случае элемент подсветится и появится экранная подсказка с указанием его типа и идентификатора), поэтому использование пиктограмм автоменю не является обязательным.

Опция (**<L>**) позволяет пометить линию построения - прямую. Работа данной опции зависит от текущего состояния (имеется ли уже помеченный узел или линия построения).

Опция (**<C>**)позволяет пометить линию построения - окружность. Если имеется помеченный узел, то нажатие **<C>** означает создание дуги.

Опция (**<E>**) позволяет пометить линию построения - эллипс. Если имеется помеченный узел, то нажатие **<E>** означает создание дуги.

Опция (**<S>**) позволяет пометить линию построения - сплайн. Если имеется помеченный узел, то нажатие **<S>** означает создание дуги.

Если выбран только начальный узел, то для выбора будут доступны только те линии построения, на которых расположен уже помеченный узел. Начальный узел остается помеченным и по выбранной линии начинает перемещаться курсор в виде узла. Это означает, что конечный узел будущей линии изображения может быть выбран на пересечении данной линии с другой линией построения (если в точке пересечения узла не существует, то он будет создан автоматически).

Выбор конечного узла

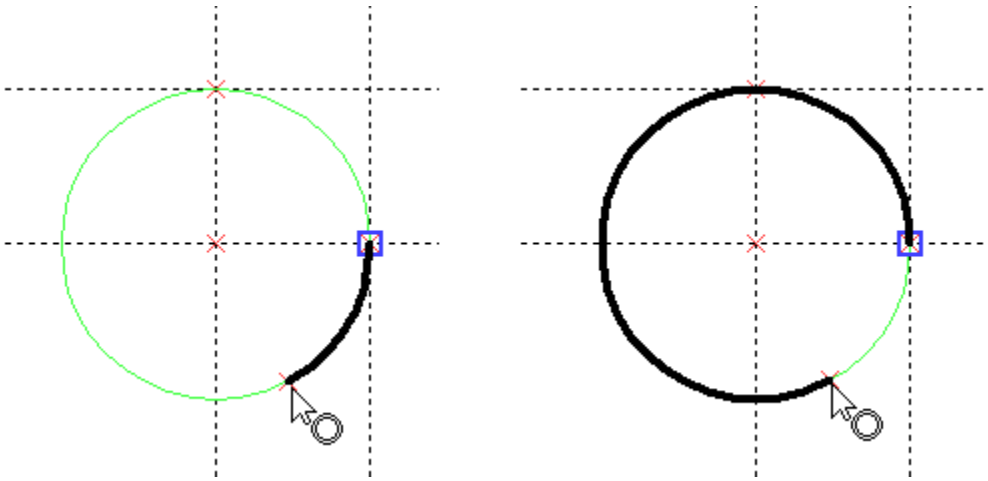
Работа опций при выборе конечного узла зависит от выбранных элементов.

- Выбран начальный узел. Опции и (**<N>**) создают линию изображения - **отрезок** прямой от первого выбранного узла до узла, выбранного или созданного при их использовании. При этом второй узел помечается и к нему привязывается курсор с динамическим отображением линии. Опции выбора линии построения позволяют задать конечный узел линии изображения, принадлежащий указываемой линии..
- Выбран начальный узел и линия построения. Опции и (**<N>**) позволяют указать в качестве конечного узел, принадлежащий выбранной линии построения или создать его в точке пересечения с другой линией построения.

Опции выбора линии построения позволяют выбрать (создать) конечный узел в точке пересечения выбранных элементов построения (уже выбранной линии построения и вновь указываемой). От

начального узла до вновь выбранного узла проводится линия изображения (отрезок прямой или дуга, в зависимости от выбранной перед этим линии построения). При этом помечаются вновь выбранные узел и линия построения. Курсор в виде узла перемещается вдоль последней выбранной линии. Если указанные линии точек пересечения не имеют, то никаких действий не производится. Этим способом удобно пользоваться в случае, когда в одной точке пересекаются несколько линий построения, а линия изображения должна быть закончена в точке пересечения двух конкретных линий.

При выборе линии построения окружности или эллипса в автоменю становится доступной пиктограмма (**<Z>**), при помощи которой можно изменить направление дуги на противоположное.



Основные правила построения линий изображения

Пользователю необходимо запомнить несколько основных правил:

- Если вы хотите избежать ошибок при построении параметрического чертежа, то используйте для нанесения линий изображения опцию **<N>**. Не рекомендуется использовать опцию **<Enter>**, если в одной точке пересекаются более двух линий построения.
- Если имеется выбранный узел, то линия изображения всегда начинается в этом узле.
- Если при выбранном узле попытаться выбрать линию построения, то выбранный узел должен принадлежать выбираемой прямой.
- Если при выбранной линии построения и выбранном узле выбирается еще одна линия построения, то создается линия изображения, начинающаяся в выбранном узле и заканчивающаяся в точке пересечения выбранных линий.
- Если линии построения имеют более одной точки пересечения (прямая и окружность), то выбирается точка, к которой в момент нажатия клавиши находился ближе графический курсор.
- Если при выборе линии построения ничего не происходит, значит в данной ситуации линии не имеют точек пересечения и линию изображения построить невозможно.

Использование сетки в режиме свободного рисования

Если установлен режим привязки к сетке, то при вводе конечных точек линии изображения, они будут располагаться в ближайших узлах сетки. Вы можете задать параметры сетки при помощи команды «Сетка». Для сетки можно установить различный шаг по вертикальной и горизонтальной осям, с различным смещением относительно начала координат по обеим осям. Привязка к сетке будет осуществляться независимо от того, включен режим видимости сетки на экране или нет. При вводе линии изображения на системной панели отображаются координаты ближайшего,

относительно текущего положения курсора мыши, узла сетки. Если включен режим свободного рисования и не установлен режим привязки к сетке, то линия изображения может быть создана в произвольном месте рабочей области чертежа. Она не требует привязки к каким-либо линиям построения.

Основные темы в этом разделе:

- Осевая линия изображения
- Режимы рисования
- Фаска и скругление линий изображения по 2D построениям
- Типы линий изображения
- Параметры линии изображения
- Редактировать линию изображения

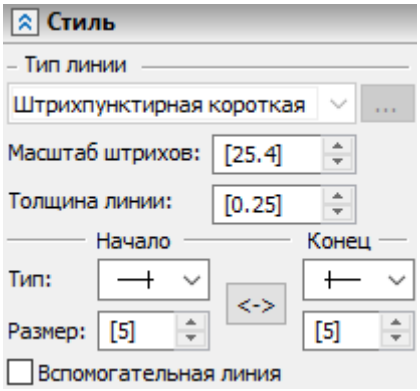
См. также:

- Вспомогательные линии

Осевая линия изображения

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Чертёж > Изображение > Осевая линия изображения Рабочая плоскость > Чертёж > Изображение > Осевая линия изображения
Клавиатура	Текстовое меню

Позволяет создавать штрихпунктирные линии изображения.
Команда работает аналогично команде **Изображение** и имеет тот же набор элементов управления. Разница состоит лишь в том, что в списке **Тип линий** выбран тип **Штрихпунктирная короткая**, а выбор других типов недоступен. Линии, созданные с помощью данной команды являются обычными линиями изображения, так что после создания линий их тип и прочие параметры можно изменить в окне параметров или диалоге параметров.



Также можно создавать осевые линии изображения, используя такой же тип линии в командах **Изображение** и **Эскиз**.
Кроме того, в T-FLEX CAD есть специальная команда **Оси**, предоставляющая расширенные возможности создания осей.

Режимы рисования

Управление режимом создания линий изображения и некоторых 2D элементов построения производится следующей командой:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<Ctrl>+<F>	Настройка > Привязка > Свободное рисование

Если пиктограмма команды подсвечена, то включён режим свободного рисования, иначе - связанного. Также переключение режимов рисования доступно в автоменю команд, на которые влияют эти режимы.

Режим связанного (параметрического) рисования

Режим связанного рисования - основной режим построения параметрической модели. В режиме связанного рисования узлы создаются только в месте пересечения двух линий построения.

Режим свободного (непараметрического) рисования

Режим свободного рисования - является вспомогательным режимом построения. Узлы в режиме свободного рисования будут создаваться в точках с абсолютными координатами, где находится курсор, а не на пересечении линий построения.
Режиму свободного рисования соответствует пиктограмма в верхней части автоматического меню.

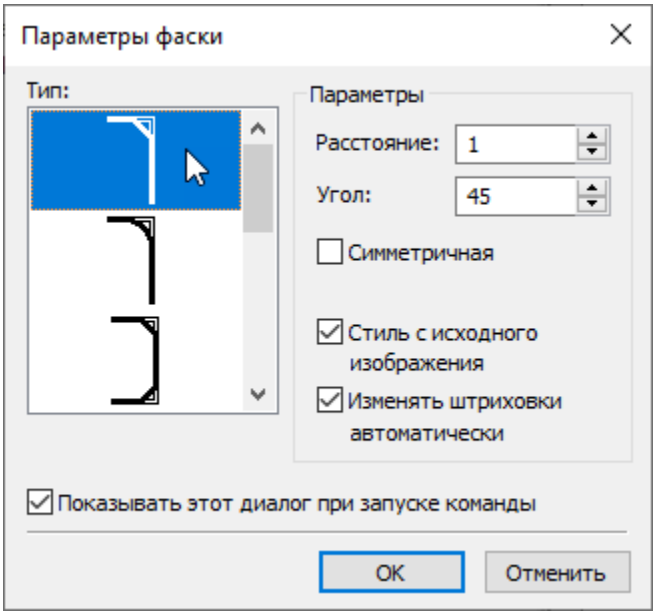
> Рекомендуется использовать при работе с чертежом режим связанного рисования и не использовать на одном чертеже оба режима. Последнее может привести к ошибкам при параметрическом изменении чертежа.

Фаска и скругление линий изображения по 2D построениям

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Чертёж > Фаска Рабочая плоскость > Чертёж > Фаска
Клавиатура	Текстовое меню
<FE>	Чертёж > Фаска

Команда позволяет создавать различного рода скругления и фаски без предварительных построений. При этом модифицируются существующие элементы чертежа и создаются новые.
При вызове команды появляются **Параметры фаски**, где пользователь может выбрать тип фаски и задать её параметры.



Далее с помощью опций автоменю необходимо выбрать узлы, либо линии изображения, которые являются определяющими для формирования фаски.

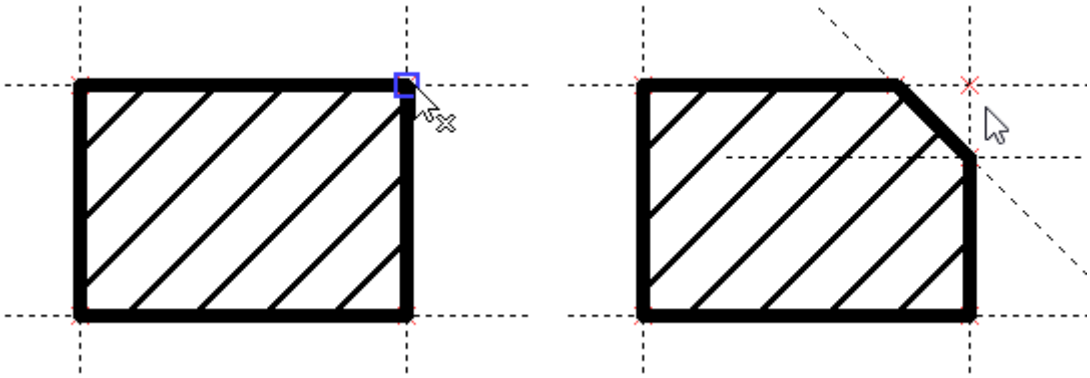
	<P>	Задать параметры фаски.
	<N>	Выбрать узел.
	<Space>	Выбрать линию изображения
	<Esc>	Отменить выбор элемента построения\Закончить выполнение команды.

В системе T-FLEX CAD предусмотрено три основных способа создания фасок на основе линий изображения и линий построения.

Создание фаски посредством выбора узла, через который проходит контур штриховки

Фаска в этом случае отображается как элемент построения. Следует запомнить, что данный способ создания фаски работает только в том случае, если в параметрах операции установлен параметр **Изменять штриховки автоматически**. Данный способ предназначен в основном для создания фасок в процессе построения чертежа, когда еще нет линий изображения. Построенная таким образом фаска прорисовывается как элемент построения и, при нанесении на чертеж линий изображения, обводить такую фаску придется вручную. Если же линии изображения были нанесены до построения фаски, то в этом случае создаваемая фаска отобразится как элемент изображения. Данный способ предназначен для построения только одиночных фасок и по этому при построении фасок на поверхностях вращения и двусторонних фасок на ребрах гранёных изделий, недостающие линии построения нужно достраивать самостоятельно.

После выбора типа фаски и задания параметров с помощью опции (**<N>**) укажите узел, через который проходит контур штриховки. После выбора узла, фаска и элементы построения, при помощи которых она создается, построятся автоматически по заданным параметрам.



В каком направлении будет откладываться расстояние для построения угловой фаски, система определяет самостоятельно (в зависимости от того, в каком направлении был задан контур штриховки).

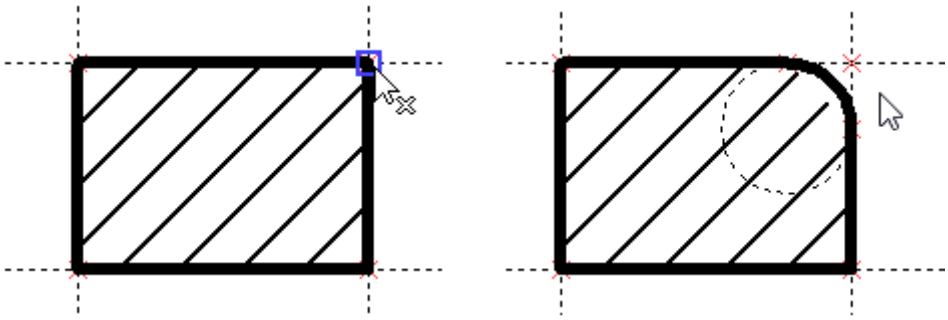
Создание фаски посредством выбора узла, через который проходят две линии изображения

Фаска в этом случае отображается как элемент изображения.

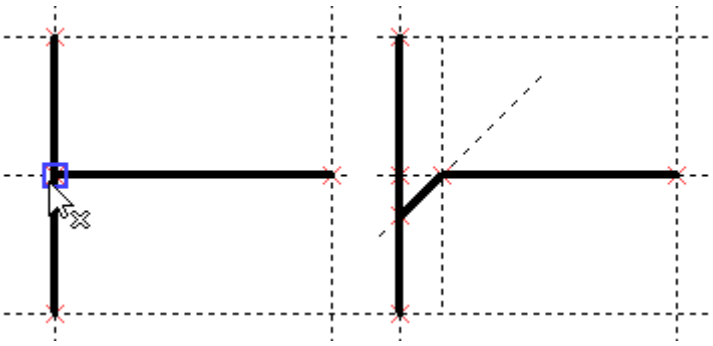
Данный способ используется когда на чертеж уже нанесены линии изображения. Построенная таким образом фаска прорисовывается как элемент изображения, причем модифицируются существующие элементы изображения, и автоматически создаются все элементы построения, при помощи которых эта фаска была построена.

> При создании фаски таким образом необходимо следить, чтобы через выбираемый узел проходило не более двух линий изображения, в противном случае лучше воспользоваться другим способом создания фасок, который описывается ниже.

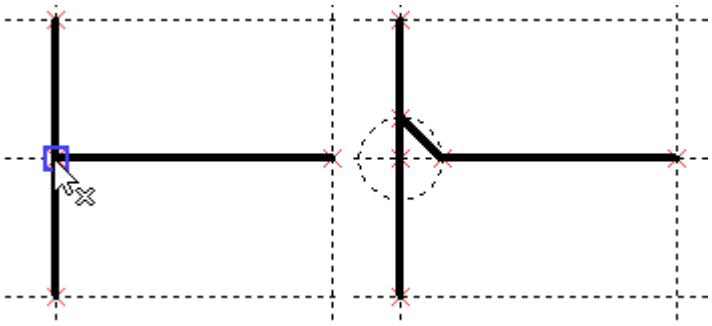
Для создания одиночной фаски нужно в параметрах операции выбрать соответствующий тип фаски и задать необходимые параметры. После этого нужно задать узел, через который построены две линии изображения. В каком направлении будет откладываться расстояние для построения угловой фаски система определяет самостоятельно (в зависимости от того, в каком направлении были заданы линии изображения).



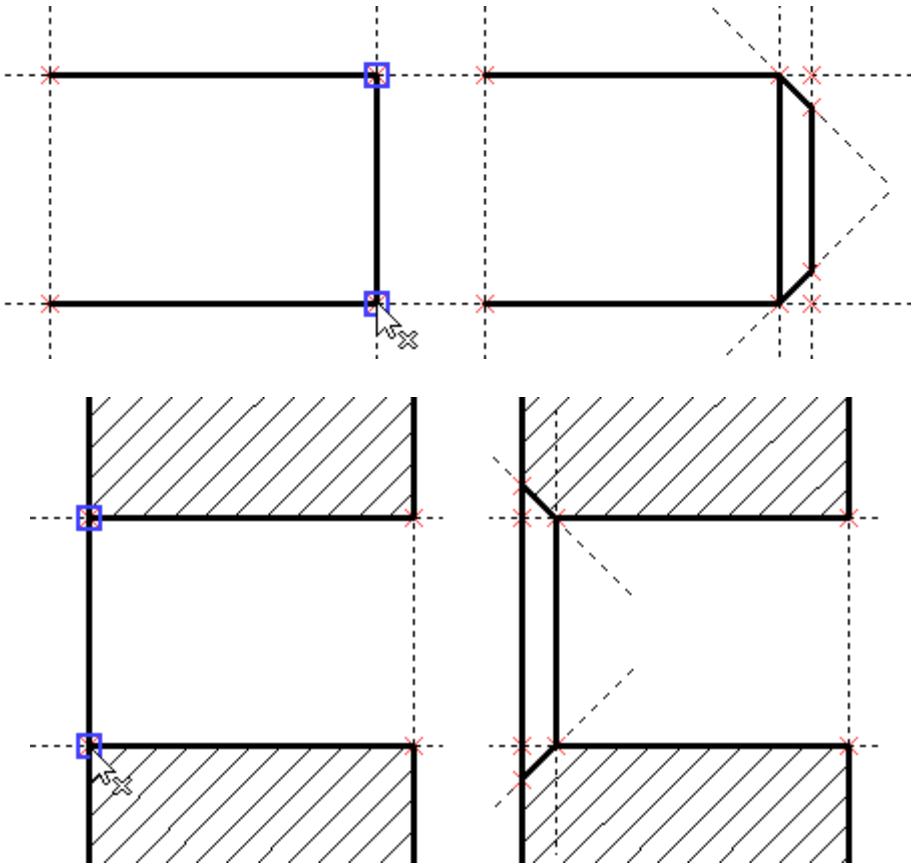
Для построения внутренней фаски лучше пользоваться специальными типами фасок, предназначенных для этой ситуации.



Для того, чтобы сделай фаску с другой стороны, необходимо активировать флаг Симметрично в параметрах фаски или же расположить курсор с другой стороны узла.



При построении двойной фаски, после задания параметров, достаточно выбрать два узла, в которых пересекаются по две линии изображения, причем расположение курсора в этом случае безразлично.

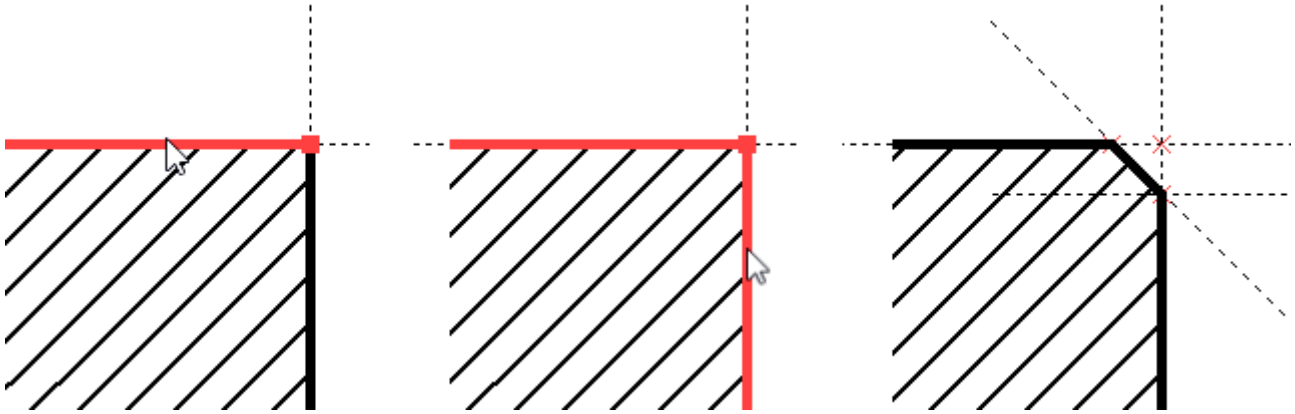


Создание фаски посредством выбора линий изображения

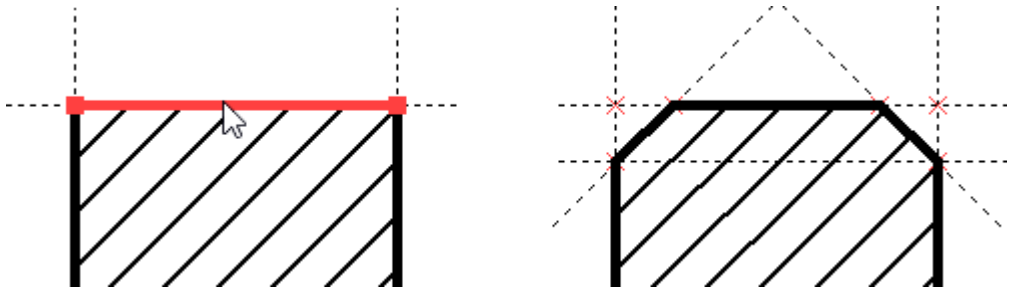
Фаска в этом случае отображается как элемент изображения. Данный способ, как и предыдущий, используется когда на чертеж уже нанесены линии изображения. Построенная таким образом фаска прорисовывается как элемент изображения, причем модифицируются существующие элементы

изображения, и автоматически создаются все элементы построения, при помощи которых эта фаска была построена. При создании одиночной фаски таким образом, после выбора типа фаски и задания необходимых параметров, нужно задать две линии изображения, которые пересекаются в одной точке. Выбор линии изображения осуществляется с помощью нажатия левой кнопки мыши или опции (<**Space**>).

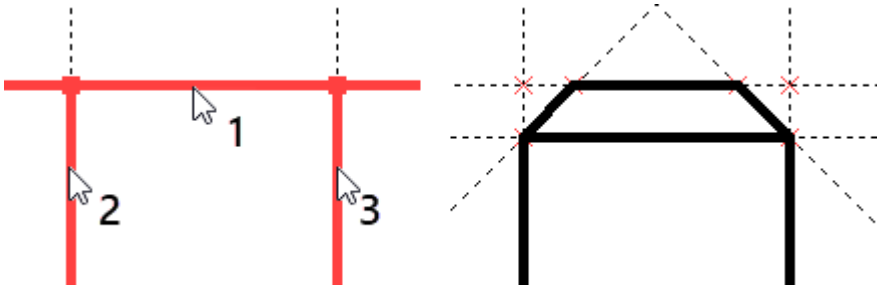
В этом случае расстояние при создании угловой фаски, будет откладываться от первой выбранной линии изображения.



При построении двойной фаски, после задания необходимых параметров достаточно выбрать одну общую центральную линию изображения. В двух ее крайних узлах, в этом случае, должны заканчиваться или иметь свое начало не менее и не более двух линий изображения.



В случае неоднозначного выбора, когда через крайние узлы проходит не по две а более линий изображения или линии пересекаются между собой, но не проходят через общие узлы. То для построения двойной фаски таким образом нужно задать поочередно три линии изображения, начиная с общей линии.



Следует отметить, что угловую фаску можно создать только на прямых линиях изображения.

Если выбранные элементы не соответствуют элементам выбранного типа фаски или выбраны не правильно, то на экране в таких случаях возникает окно диалога с указанием ошибки.

Параметры фасок

Радиус/Расстояние. Задаёт радиус вписанной окружности в случае радиальной фаски или расстояние в случае угловой фаски.

Угол (для угловой фаски). Задаёт угол создаваемой фаски

Симметрично (для угловой фаски). При установке данного флага параметр **Угол** становится недоступным, т.к. значения параметра **Расстояние** достаточно для создания симметричной фаски.

Стиль с исходного изображения. При установленном параметре, линия изображения создаваемой фаски будет иметь такие же параметры, что и линии изображения, на которыми она имеет точки сочленения. В противном случае параметры линии изображения создаваемой фаски будут совпадать с параметрами, последней созданной линии изображения в текущем документе.

Изменять штриховки автоматически. Установка данного параметра позволяет при построении фасок автоматически изменять контур штриховки, а также строить фаски как элемент построения по узлу, через который проходит контур штриховки.

Показывать этот диалог при запуске команды. При установленном флаге окно данного диалога будет появляться при вызове команды **Фаска**, иначе параметры фаски доступны при выборе опции (<**P**>).

Типы линий изображения

Типы линий в T-FLEX CAD могут задаваться следующими способами:

1. Типы линий могут быть описаны в файле формата ***.lin**. Это формат описания типов линий системы AutoCAD. Поэтому, если вам не хватает каких-либо типов, то можно либо создать их самостоятельно, либо прямо взять из системы AutoCAD, если она установлена на вашем компьютере. Имя файла ***.lin** и путь к нему задаются в установках системы (**Установки** > **Файлы** > **Описания линий**). По умолчанию используется файл **tcad.lin**, расположенный в папке установки T-FLEX CAD (если система T-FLEX CAD установлена в папку, предлагаемую установщиком по умолчанию, то полный путь к файлу выглядит как **C:/Program Files/T-FLEX CAD 17/Program/tcad.lin**). Информация о создании пользовательских типов линий данным способом доступна в документации AutoCAD.
2. Типы линий могут быть описаны в файле **specline.def,** расположенном в папке установки T-FLEX CAD (если система T-FLEX CAD установлена в папку, предлагаемую установщиком по умолчанию, то полный путь к файлу выглядит как **C:/Program Files/T-FLEX CAD 17/Program/specline.def**). Этот файл использует для описания типов ссылки на типы, описанные в файле формата ***.lin** (см. выше), но позволяет дополнительно сохранять в типе линии информацию об типе используемых символов в начальной и конечной точках линии (стрелки и т.п.). По умолчанию файл имеет следующее содержимое:

   Тонкая THIN 0 0
   Основная CONTINUOUS 0 0
   Осевая CENTER 28 28
   Невидимая HIDDEN 0 0
   Линия_сгиба THIN 35 35

   Каждая строка файла соответствует определённому типу и содержит четыре параметра, разделённых пробелами:

   - **Тонкая, Основная** и т.п.
     Имя типа, которое будет отображаться в T-FLEX CAD в выпадающем списке выбора типа.
   - **THIN, CONTINUOUS** и т.п.
     Имя типа в файле формата ***.lin** (см. выше).

- Первое число
  Идентификатор символа в начальной точке линии.
- Второе число
  Идентификатор символа в конечной точке линии.

Идентификаторы символов соответствуют их порядковым номерам в выпадающем списке символов, отображаемом в T-FLEX CAD.

3. Типы линий могут быть созданы на основе пользовательских шаблонов в формате ***.grb**. Шаблон линии - это чертёж T-FLEX CAD, созданный с соблюдением правил, описанных в главе Пользовательские шаблоны линий изображения. Файлы, использующиеся в качестве шаблонов линий, должны находиться в папке **LinePatterns**, расположенной внутри папки установки системы (если система T-FLEX CAD установлена в папку, предлагаемую установщиком по умолчанию, то полный путь к папке выглядит как **C:/Program Files/T-FLEX CAD 17/Program/LinePatterns**).

Основные темы в этом разделе:

- Пользовательские шаблоны линий изображения
- Пример пользовательского шаблона линии изображения

Пользовательские шаблоны линий изображения

Шаблон типа линии представляет собой чертёж T-FLEX CAD, созданный с соблюдением правил, описанных ниже. Имя файла шаблона является именем типа линии. После добавления шаблона в папку **LinePatterns** перезапустите T-FLEX CAD и новый тип линии автоматически появится в конце списка типов линий в параметрах линий изображения. Для удаления такого типа линии достаточно удалить из **LinePatterns** файл его шаблона и перезапустить T-FLEX CAD.
При выборе такого типа в параметрах линии шаблон сохраняется в текущем документе, теряя связь с файлом шаблона. В результате при открытии документа на компьютере, на котором не установлены пользовательские шаблоны, изображение сохраняет свой исходный вид.
При открытии документа на компьютере, на котором установлены другие пользовательские шаблоны с такими же названиями, изображение также сохраняет исходный вид. В таком случае для применения новых шаблонов необходимо заново назначить тип в параметрах линий.

Содержимое шаблона линии

Изображение линии в общем случае создаётся из нескольких элементов, описанных в шаблоне линии по специальным правилам. Описание элемента линии – это чертеж соответствующего участка линии, выполненный с использованием линий построения, узлов, линий изображения, текста и штриховок. Описание каждого элемента линии должно располагаться на **отдельной странице шаблона**. Порядок следования страниц в документе шаблона не важен.
В общем случае изображение линии создаётся из следующих элементов:

- **Знак**
  Основной элемент линии. Может повторяться несколько раз на линии. Количество повторений задаётся в шаблоне линии с помощью переменной **CenterMaxCount**. Если переменная в шаблоне не создана, то **Знак** отрисовывается на линии один раз. Количество повторений **Знака** может быть уменьшено системой, если указанное в шаблоне количество не умещается на заданной длине линии. Элемент **Знак** не отрисовывается вообще, если переменной **CenterMaxCount** установлено значение 0 или если длина линии слишком мала.
- **Начало** и **Окончание**
  Элементы, задающие окончания линии. Они размещаются в начале и конце создаваемой линии без изменений. Если в шаблоне линии элементы **Начало** или **Окончание** отсутствуют, то при использовании данного типа линии на 2D чертеже для линии можно будет задать стандартные окончания.

- **Промежуток** и **Линия**
  Вспомогательные элементы линии, многократно повторяющиеся по её длине при необходимости. При нанесении линии система отрисовывает на концах линии элементы **Начало** и **Окончание**, затем равномерно размещает вдоль линии требуемое количество элементов **Знак** (столько, сколько помещается по длине линии, но не больше чем задано переменной **CenterMaxCount**). Оставшиеся интервалы между **Знаками** заполняются элементами **Промежуток** и **Линия**. Заполнение производится следующим образом: в каждый интервал вставляется максимально возможное количество элементов **Промежуток**. Оставшиеся между ними промежутки закрываются автоматически отмасштабированными до нужного размера элементами **Линия** так, чтобы элементы **Промежуток** и **Линия** чередовались.

> В шаблоне линии могут отсутствовать любые элементы, кроме элемента **Промежуток**.

Непременным атрибутом описания каждого элемента линии является пара специальным образом именованных узлов. Узлы определяют точки сочленения данного элемента линии с соседними (характерные точки). Имена узлов должны быть заданы в соответствии с таблицей, приведённой ниже. Элементы линии могут иметь произвольную форму. Для того, чтобы при создании штриховки по линиям пользовательского типа, чтобы контур штриховки точно следовал форме линии или имел другую произвольную форму, необходимо в шаблоне линии дополнительно задать специальные именованные **2D пути** для каждого элемента, которые будут использоваться в качестве контура штриховки. Имена путей должны быть заданы в соответствии с таблицей, приведённой ниже. Пути должны начинаться из начального узла элемента и заканчиваться в конечном узле. Если пути в шаблоне не созданы, то контур штриховки будет состоять из отрезков прямых, проходящих через именованные точки участков линии.

Элемент типа линии	Имя начального узла	Имя конечного узла	Имя пути штриховки
Линия	LineStart	LineEnd	LinePolyline
Промежуток	Start	End	Polyline
Начало	TailStart	TailEnd	TailPolyline
Окончание	HeadEnd	HeadStart	HeadPolyline
Знак	CenterStart	CenterEnd	CenterPolyline

> Начало и окончание присоединяются к основной части линии узлами **TailEnd** и **HeadEnd** соответственно.

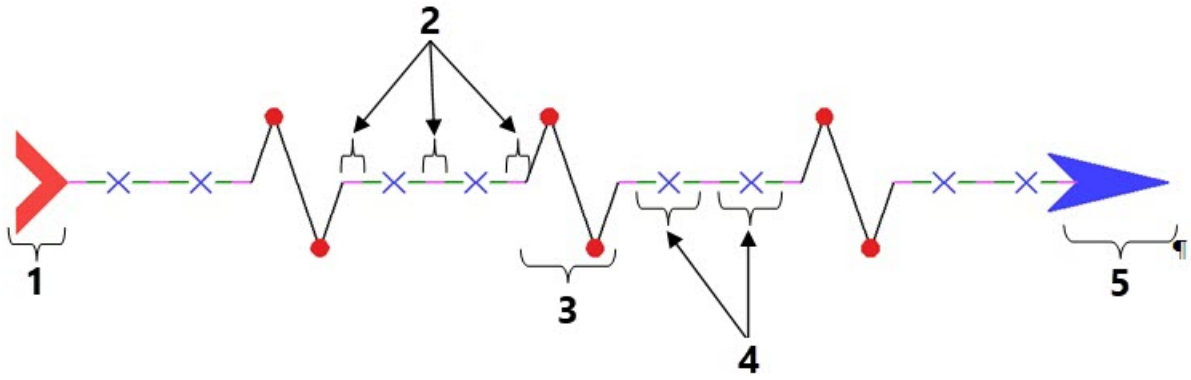
При создании шаблона можно использовать элементы изображения с разными цветом и толщиной линии. Однако на чертеже у пользовательской линии изображения можно изменять цвет и толщину только при условии, что всё элементы изображения в шаблоне имеют одинаковый цвет и толщину линий.

См. также:

- Пример пользовательского шаблона линии изображения

Пример пользовательского шаблона линии изображения

Рассмотрим пример создания линии на основе пользовательского шаблона. Создадим шаблон линии, показанной на рисунке.

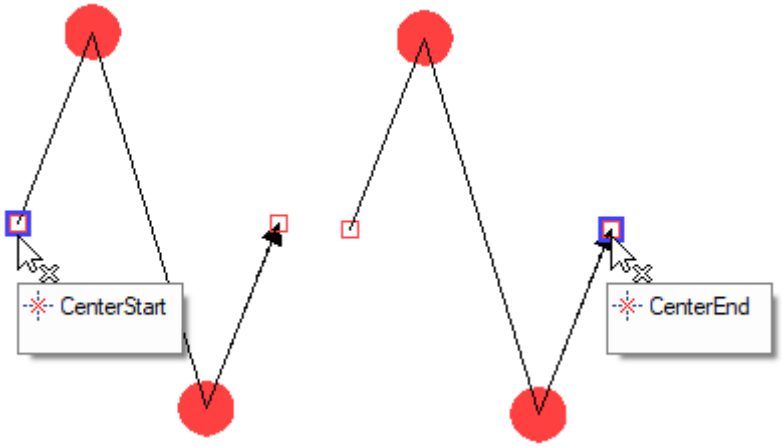


1 - Начало, 2 - Линия, 3 - Знак, 4 - Промежуток, 5 - Окончание

Для создания шаблона создадим новый 2D чертёж.
Описание каждого элемента линии необходимо разместить на отдельной странице документа. Для удобства работы можно переименовать страницы в соответствии с их назначением.

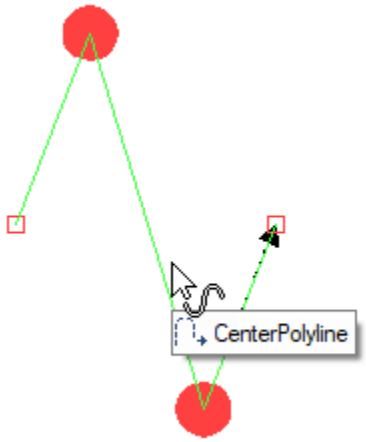
Для создания и переименования страниц документа используется команда **Страницы**.

При создании шаблона линии можно использовать как линии эскиза, так и линии изображения, привязанные к линиям построения. Линии могут быть разного типа, цвета или толщины.
Начнём создание шаблона линии с элемента **Знак**. Точки, в которых эта часть будет присоединяться к соседним отрезкам линии, обозначаются именованными узлами **CenterStart** и **CenterEnd**.

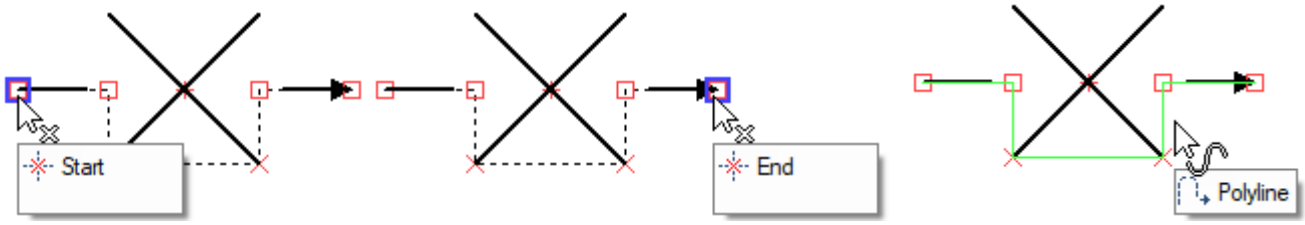


Задать имя 2D элемента можно с помощью команды **Имя элемента**, доступной в контекстном меню элемента. Кроме того, задать имя для узла можно с помощью команды Изменить узел, для пути – с помощью команды Изменить построения, воспользовавшись опцией автоменю для задания имени.

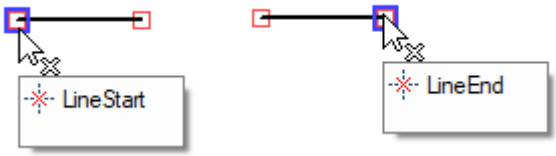
Далее необходимо решить, требуется ли задавать путь для штриховок. Допустим, наша линия может быть в дальнейшем использована при создании штриховок, и при этом требуется, чтобы контур штриховки или заливки соответствовал профилю нашей линии. Для этого создадим именованный путь **CenterPolyline**, начинающийся и заканчивающийся в именованных узлах **CenterStart** и **CenterEnd**, и точно повторяющий форму элемента линии.



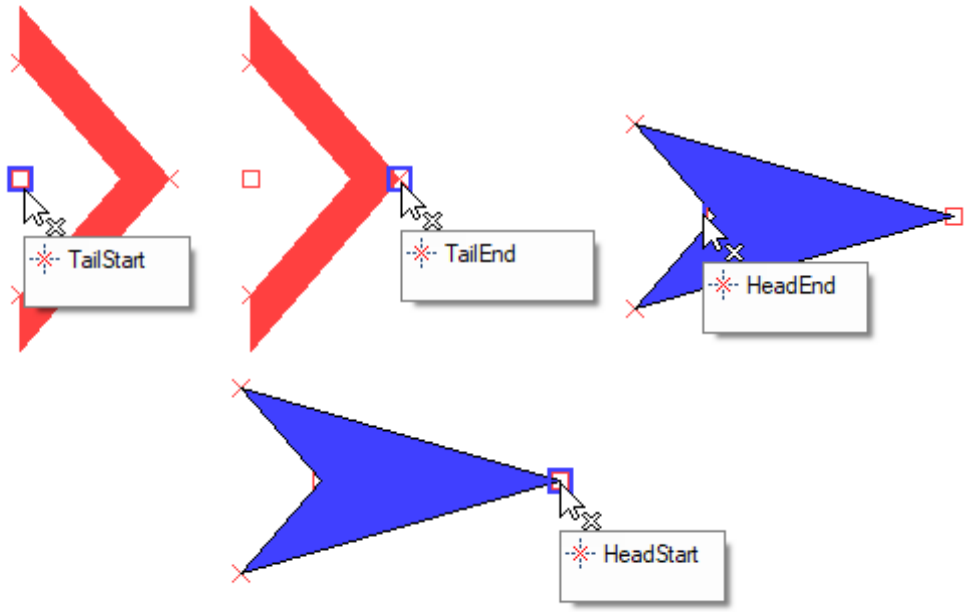
Затем создадим чертёж элемента **Промежуток**. Точки, в которых эта часть будет присоединяться к соседним отрезкам линии, обозначаются именованными узлами **Start** и **End**. Также создадим для **Промежутка** контур путь штриховки с именем **Polyline**.



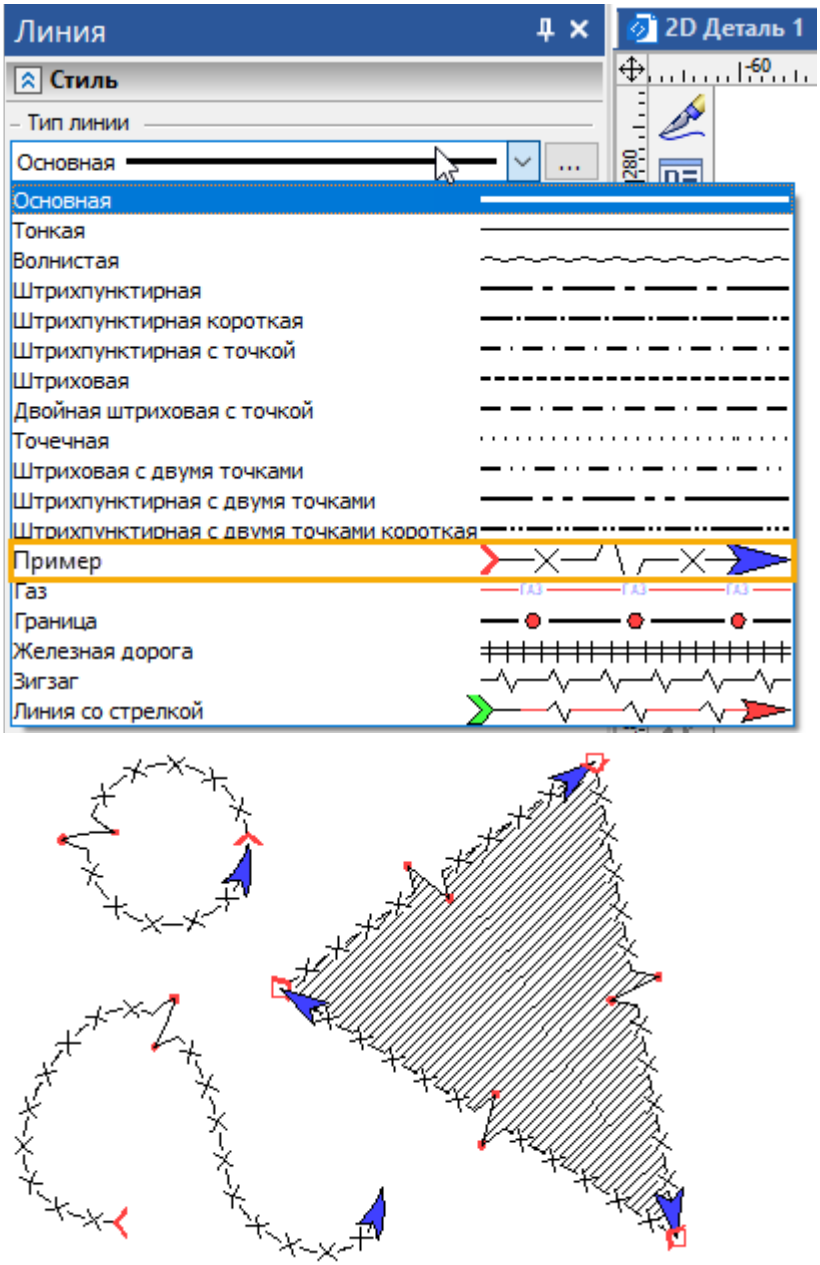
Элемент **Линия** обозначается узлами **LineStart** и **LineEnd,** соединёнными прямой линией изображения.



Аналогично на отдельных страницах шаблона создаём описания окончания и начала линии, как показано на рисунке. Для создания заливки необходимо использовать штриховку.
Дополнительные пути для штриховок создавать не будем. В этом случае контур штриховки, ограниченной линией данного типа, будет проходить по прямым, соединяющим граничные узлы данных элементов линии.



Сохраним созданный шаблон под именем **Пример** в папку **LinePatterns, перезапустим T-FLEX CAD** и используем созданный тип линий изображения.



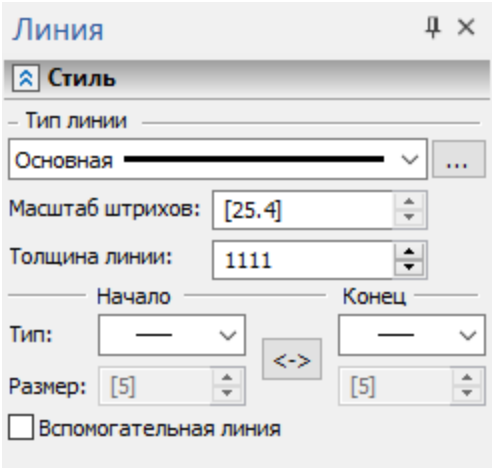
См. также:

- Пользовательские шаблоны линий изображения
- Типы линий изображения

Параметры линии изображения

Окно параметров

При создании и редактировании линий изображения в служебном окне параметров отображаются следующие параметры:



Описание данных параметров доступно в описании вкладки **Стандартные** диалога параметров линии изображения. Помимо них в диалоге также доступны другие параметры, не отображаемые в окне параметров.

В процессе создания линий изображения с помощью команд эскиза, то в нижней части окна параметров также могут быть доступны, параметры, специфические для текущей команды.

Диалог параметров

Диалог параметров линии изображения можно вызвать одним из следующих способов:

- по двойному нажатию на линии в окне 2D или 3D вида, либо в окне **Элементы модели**;
- из контекстного меню, вызываемого по нажатию на линии в окне 2D или 3D вида, либо в окне **Элементы модели**;
- из динамической панели, отображаемой при выборе размера в окне 2D вида, если отключено прозрачное редактирование 2D элементов;
- из автоменю команды **Изображение** и команд эскиза.

Диалог параметров линии изображения содержит следующие вкладки:

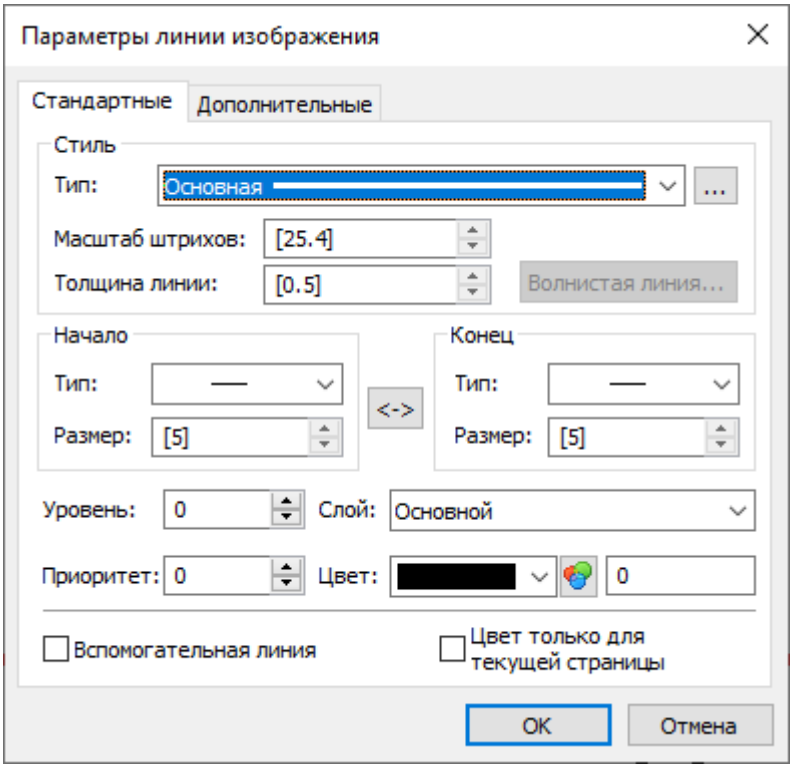
- **Стандартные**
- **Дополнительные**

См. также:

- Параметры по умолчанию
- Задание параметров элемента
- Копирование параметров 2D элементов

Стандартные

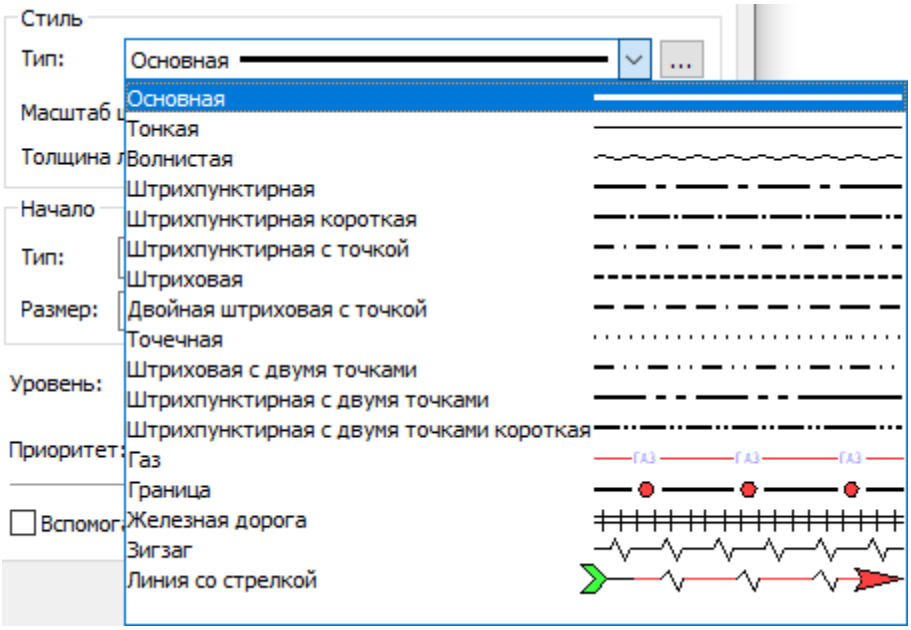
Вкладка **Стандартные** диалога параметров линии изображения содержит следующие параметры:



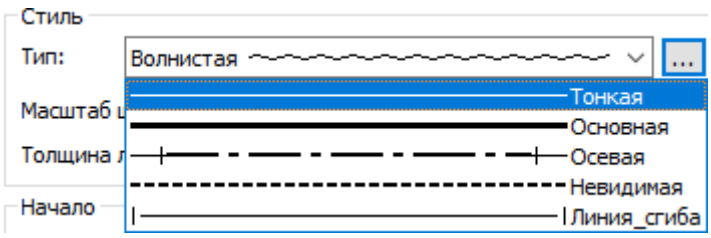
Группа параметров **Стиль:**

- **Тип**

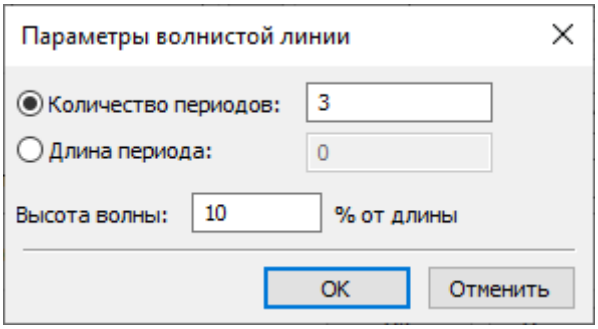
  Тип линии изображения. В основном выпадающем списке данного параметра доступны типы линий изображения, описанные в файле tcad.lin, а также типы линий, основанные на пользовательских шаблонах.



  Справа от основного выпадающего списка, находится кнопка ... дополнительного списка, содержащего типы линий изображения, описанные в файле specline.def.



- **Масштаб штрихов**
  Величина масштабирования длины штрихов прерывистых типов линий относительно длины штрихов, указанной в файле описания типов линий [tcad.lin](). На отображение сплошных линий не оказывает никакого влияния. Значение данного параметра, используемое по умолчанию отображается в квадратных скобках. Это значит, что значение взято из параметров страницы (**Параметры документа** > **Страница** > **Линии** > **Стиль линий** > **Масштаб штрихов**).
- **Толщина**
  Толщина линии изображения в абсолютных единицах. Значение данного параметра, используемое по умолчанию отображается в квадратных скобках. Это значит, что значение взято из параметров страницы: для сплошной основной линии - из параметра **Толщина основных**, а для всех остальных - из параметра **Толщина других** (**Параметры документа** > **Страница** > **Линии** > **Линии**).
- **Волнистая линия**.
  Если выбран **Тип** линии **Волнистая**, то становится доступной графическая кнопка **Волнистая линия**, выводящая на экран окно **Параметры волнистой линии.** В служебном окне параметров эта кнопка имеет вид ~.

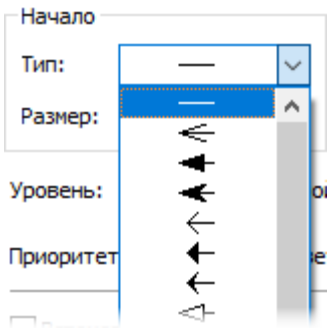


Доступны следующие параметры волнистой линии

  - **Количество периодов**
    Количество волн на полной длине линии изображения (длина периода рассчитывается системой автоматически).
  - **Длина периода**.
    Длина волны в абсолютных единицах (количество волн рассчитывается системой автоматически).
  - **Высота волны**.
    Высота периода в процентах от длины периода.

Группы параметров **Начало** и **Конец**:

- **Тип**
  Тип символа отображаемого в начальной или конечной точке линии. В выпадающем списке доступно несколько десятков различных типов символов.



- **Размер**
  Размер начального или конечного символа. Для стрелок размер соответствует длине стрелки в абсолютных единицах. Значение данного параметра, используемое по умолчанию отображается в квадратных скобках. Это значит, что значение взято из параметров страницы (**Параметры документа** > **Страница** > **Линии** > **Стиль линий** > **Размер стрелок (окончаний)**).
- <->
  Кнопка позволяет быстро поменять местами параметры начала и конца линии.

Уровень
Уровень видимости линии (см. главу Уровень).
Приоритет
Приоритет отображения линии (см. главу Приоритет).
Слой
Слой, которому принадлежит линия (см. главу Слой).
Цвет
Цвет линии можно выбрать из выпадающего списка, выбрать из каталога или задать числовым значением, как описано в главе Цвет.
Вспомогательная
При установленном флаге линия будет вспомогательной (см. главу Вспомогательные линии).
Цвет только для текущей страницы
Данный флаг доступен только при вызове диалога из команды создания линии. **В диалоге параметров уже созданной линии он недоступен**. При установке флага заданный выше цвет будет использоваться не для всех создаваемых в дальнейшем линий в текущем документе, а только для линий, создаваемых на текущей странице.

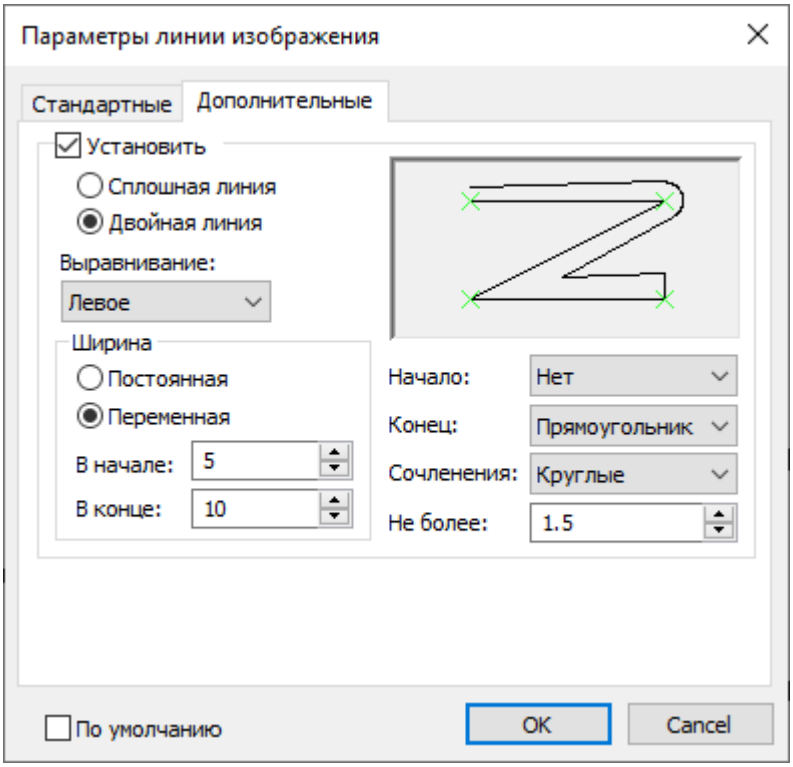
См. также:

- Параметры линии изображения
- Типы линий изображения

Дополнительные

Вкладка **Дополнительные** диалога параметров линии изображения содержит расширенные параметры толщины линии, перечисленные ниже. Для их задания и применения необходимо установить флаг **Установить** в верхней части вкладки. В правой верхней части вкладки показано изображение Z-образной полилинии, позволяющее предварительно оценить результат применения указанных параметров. Узлы привязки показаны зелёным на условном изображении.

> Параметры, задаваемые в данной вкладке, не применимы к линиям изображения, основанным на пользовательских шаблонах.



Можно переключаться между следующими способами применения ширины:

- **Сплошная линия**
  Создаваемый объект-линия будет визуально представлять собой одну линию, толщина которой определяется параметрами, заданными ниже в группе **Ширина**. Параметр **Толщина**, заданный на вкладке **Стандартные,** в этом случае не применяется.
- **Двойная линия**
  Создаваемый объект-линия будет визуально представлять собой две линии контура, расстояние между которыми определяется параметрами, заданными ниже в группе **Ширина**. Параметр **Толщина**, заданный на вкладке **Стандартные,** в этом случае определяет толщину каждой из этих двух линий.

Остальные параметры, заданные на вкладке **Стандартные,** применяются независимо от параметров, заданных на вкладке **Дополнительные.**

Выравнивание
Направление применения ширины.

- **Центр**
  Ширина применяется симметрично относительно направления от начала к концу линии.
- **Левое**
  Ширина применяется влево относительно направления от начала к концу линии.
- **Правое**
  Ширина применяется вправо относительно направления от начала к концу линии.

Ширина
В зависимости от способа применения, выбранного выше, ширина определяет либо толщину единой линии, либо расстояние между её двумя линиями её контура.
Можно переключаться между следующими типами ширины:

- **Постоянная**
  Ширина постоянная по всей длине линии задаётся в поле **Значение** ниже
- **Переменная**
  Значения ширины **В начале** и **В конце** линии задаются раздельно в одноимённых полях ниже.

На протяжении длины линии ширина равномерно изменяется от начального к конечному значению.

Начало и **Конец**

Форма линии в начальной и конечной точках соответственно.

- **Нет**
  Если выше выбран способ применения ширины **Двойная линия** и **Ширина** в начале/конце не равна нулю, то при выборе данной опции линии контура не будут соединены между собой в начальном/конечном узле.
  Если выше выбран способ применения ширины **Сплошная линия,** то результат применения данной опции аналогичен результату применения опции **Прямоугольник**.
- **Прямоугольник**
  Контур линии ограничивается отрезком, проходящим через начальный/конечный узел по нормали к биссектрисе угла между линиями контура.
- **Круг**
  Контур линии ограничивается дугой окружности с центром в начальном/конечном узле, касательной к линиям контура.

Сочленения

Форма линии в промежуточных узлах, в которых линия образует угол (при наличии таковых узлов).

Данный параметр применим только к линиям изображения на основе 2D путей.

Если внешний контур угла проходит через узел, угол будет иметь острую форму; в противном случае применяется одна из следующих опций:

- **Круглые**
  Внешний контур угла обрезается дугой окружности с центром в угловом узле, касательной к линиям контура.
- **Острые**
  Внешний контур угла не обрезается.
- **Ограниченные**
  Внешний контур угла обрезается отрезком, проходящим по нормали к биссектрисе угла на расстоянии от углового узла, заданном ниже в поле **Не более.** Расстояние задаётся в относительных единицах, где 1 соответствует расстоянию от узла до внешнего контура угла. Если значение в поле **Не более** меньше либо равно 1, обрезка угла не применяется.

См. также:

- Параметры линии изображения

Редактировать линию изображения

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<EG>	Правка > Чертёж > Изображение

Команда **Изменить изображение** предназначена для изменения линий изображения.
После вызова команды становятся доступны следующие опции:

	<*>	Выбрать все линии изображения.
	<R>	Выбрать элемент из списка.
	<Esc>	Отменить выбор

После вызова команды можно выбрать линию изображения, указав на нее курсором и нажав или <**Enter**>.
Можно выбрать сразу все линии изображения нажав <*>. Добавить нужную линию изображения к уже выбранным можно нажав <**Shift**>+ . Исключить линии изображения из списка помеченных можно с помощью <**Ctrl**>+ .
После выбора одной или нескольких линий изображения вам доступны следующие опции:

	<P>	Изменить параметры линии изображения.
	<Alt>+<P>	Скопировать параметры с существующего элемента
	<I>	Выбрать другой ближайший элемент
	<Del>	Удалить линии изображения.
	<Esc>	Отменить выбор.

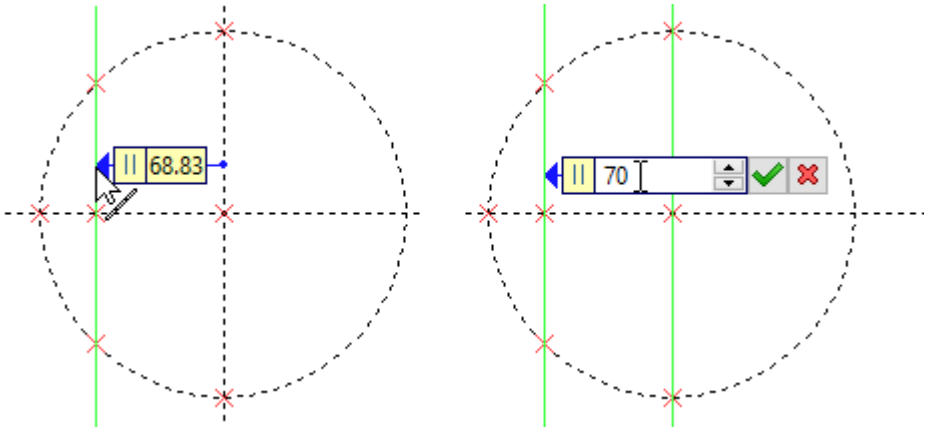
Если выбрана только одна линия изображения, то кроме перечисленных выше, становится доступна следующая опция:

	<O>	Задать имя для линии изображения.

Если выбрана дуга, то кроме перечисленных, выше становятся доступны следующие опции:

	<Z>	Изменить направление дуги на противоположное (если линией изображения является часть окружности).
	<A>	Привязать дугу или окружность к узлу.
	<B>	Отменить привязку к узлу.

Если выбранная линия изображения построена на основе линии построения, то в 2D окне появятся Отношения для родительской линии построения. Эти Отношения **временные**, т.е. создаются системой автоматически при входе в режим редактирования линии изображения и автоматически удаляются при выходе из него. С помощью Отношений можно изменять геометрические параметры родительской линии построения в прозрачном режиме.



Кроме того, если выбранная линия изображения построена на основе линии построения, то второе после выбора линии нажатие (при указании курсором на линию) вызовет команду редактирования исходной линии построения.

Подробнее об указанных опциях.

Опция (<**P**>) позволяет изменять параметры выбранных линий изображения. В качестве исходных берутся параметры последней выбранной линии изображения.

Изменение параметров линии изображения в случае выбора одного элемента аналогично заданию параметров линии изображения.

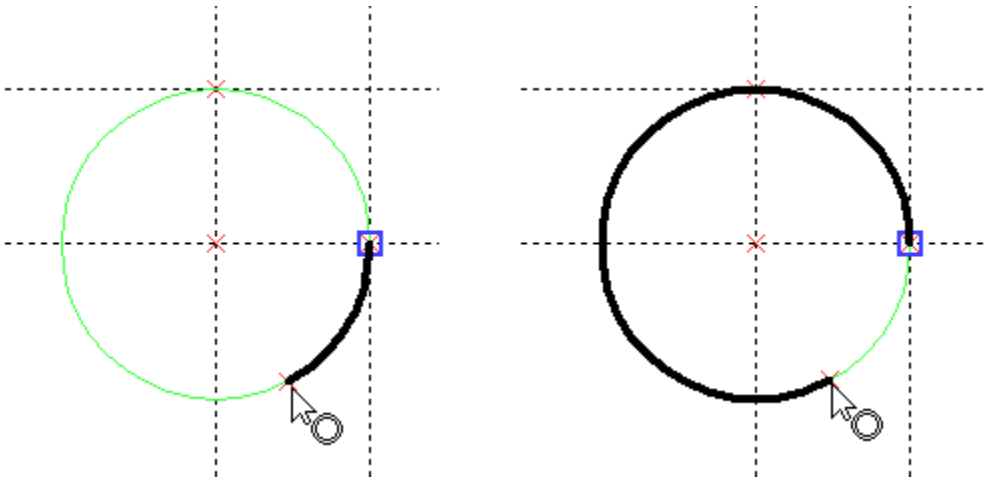
Если же вы выбрали несколько линий изображения для редактирования, то необходимо задать параметры множественного редактирования, а затем редактировать непосредственно параметры линии изображения.

Для выбора одной линии изображения и изменения ее параметров удобно использовать опцию Выбрать ближайшую линию изображения и изменить ее параметры.

Опция (<**O**>) позволяет присвоить выбранной линии изображения уникальное имя, однозначно идентифицирующее эту линию. Поэтому данная опция доступна, когда выбрана только одна линия изображения.

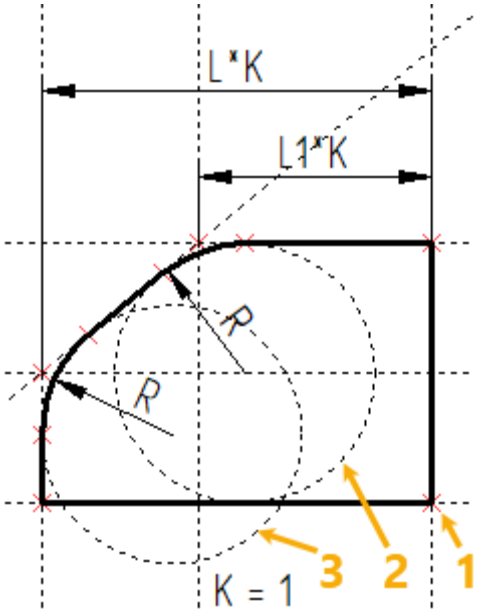
Для линий изображения, имеющих имя, вы можете в редакторе переменных с помощью функции **get()** получить ее длину - **LENGTH**. Функция **get()** в редакторе переменных для линии изображения, имеющей имя **NAME**, будет иметь следующий вид: **get("NAME", "LENGTH")**.

Опция (<**Z**>) позволяет выбрать для линии изображения другую дугу окружности.



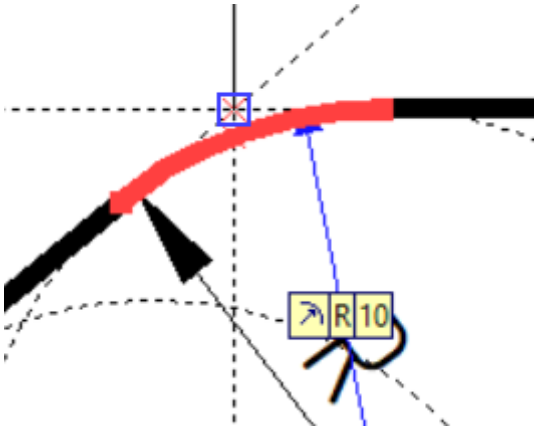
Для линий изображения, являющихся **дугами окружностей**, в автоменю становятся доступны опции и , предназначенные для привязки к узлу. Задание привязки к узлу используется при выборе дуги окружности, для привязки к дополнительному узлу. Этот узел будет определять вариант прохождения дуги окружности, построенной на основе линии построения. При изменении чертежа линия изображения будет отображаться на той дуге, которая находится наиболее близко к узлу привязки.

Рассмотрим пример, в котором положение линий построения изменяется относительно исходной прямой при изменении значения переменной.

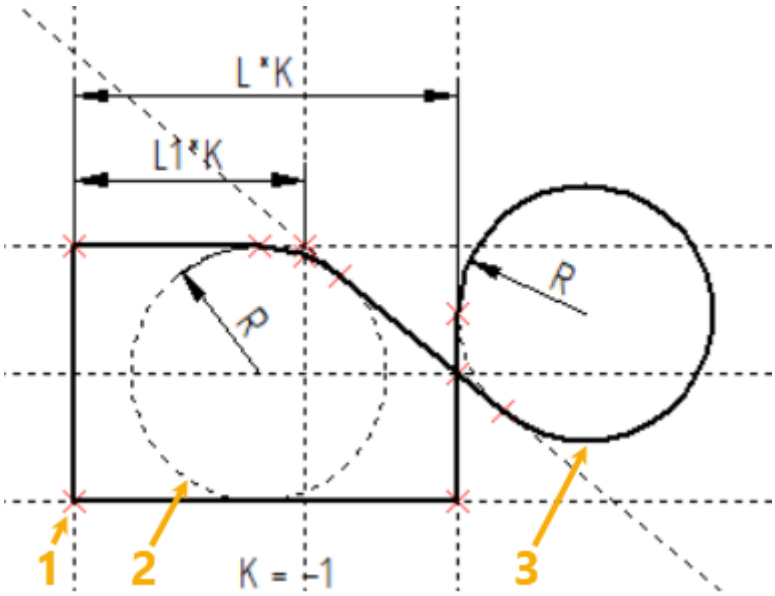


На приведённом ниже рисунке задаётся узел привязки для дуги окружности. Для этого после вызова команды **Изменить изображение** выполняются следующие действия:

- выбирается линия изображения;
- выбирается опция (<**A**>);
- указывается узел привязки.



На следующем рисунке показано, как изменится чертёж при значении переменной K=-1. Линия изображения на окружности, которая был привязана, перенеслась правильно, окружность без привязки перенеслась с произвольным преобразованием.



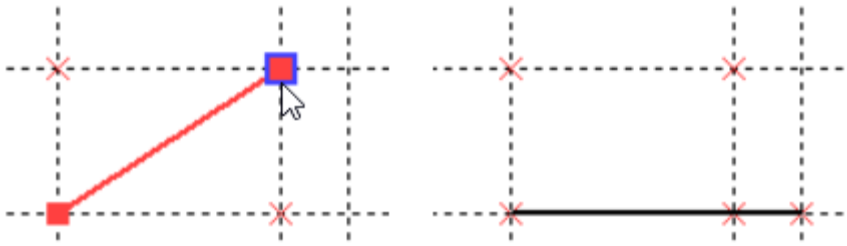
При необходимости отменить или переназначить узел привязки используется опция .

Опция (<I>) позволят отменить последний выбор линии изображения и выбрать следующую линию изображения, ближайшую к текущему положению курсора. Эта опция используется, если имеются две близко расположенные линии изображения или накладывающиеся линии изображения, и при первом выборе выбралась не та линия изображения.

Опция (<**Del**>) удаляет все выбранные линии изображения.

Опция (<**Esc**>) отменяет пометку выбранной линий изображения.

Имеется возможность изменить начальный и конечный узел привязки линии изображения. Изменение узлов привязки становится возможным при выборе одной линии изображения. После выбора линии помечаются образующие ее узлы. Вы можете подвести курсор к помеченному узлу и нажать . При этом появляется курсор в виде резиновой нити, показывающий новое положение линии изображения. Вы можете выбрать узел, к которому должна быть привязана линия изображения. После этого необходимо переместить эту линию в нужное место и еще раз нажать .



Эскиз

Вызов команды:

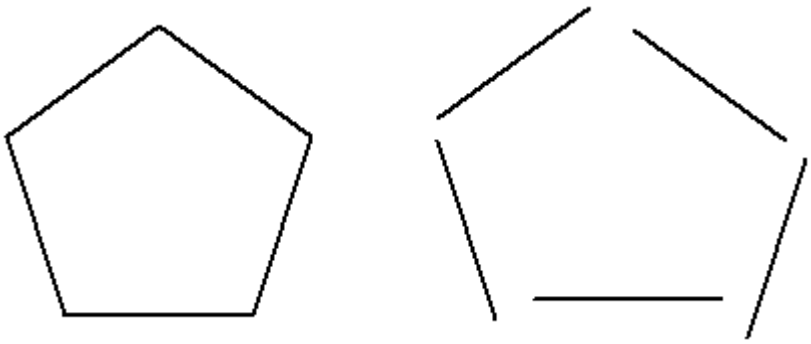
Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз Рабочая плоскость > Эскиз
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>	Чертёж > Эскиз

Команда используется для создания линий изображения без привязки к элементам построения. Опционально можно привязывать создаваемые линии к 2D узлам с помощью объектных привязок.

Параметризация эскиза

При помощи эскиза можно создать **непараметрический** чертёж, **параметрический** чертёж, либо комбинацию двух указанных видов. **Непараметрический чертёж** не обладает преимуществом по эффективному изменению размеров. Однако, создание такого чертежа в ряде случаев происходит более быстро, требует меньших ресурсов для расчёта построений, и может дать определенный выигрыш в тех случаях, когда не требуется существенная последующая модификация. **Параметрический чертёж** создается путем применения ограничений и управляющих размеров к линиям эскиза. Эскизирование с ограничениями можно использовать как самостоятельный способ создания параметрических чертежей, так и в комбинации с классической для T-FLEX CAD параметризацией на основе линий построения. Параметризация на основе эскиза с ограничениями позволяет устранить зависимость от порядка построений, предоставляя пользователю большую свободу. При удалении ограничений параметрический эскиз становится непараметрическим. И наоборот, после создания непараметрического эскиза на нём можно указать ограничения, сделав чертёж либо его части параметрическими.

Объектные привязки определяют положение линий эскиза в момент создания, но не создают ассоциативной связи между создаваемой линией и объектом привязки (кроме привязки к 2D узлу). Без дополнительного применения ограничений, линии эскиза представляют собой независимые друг от друга объекты. В результате, линии, визуально связанные друг с другом при первоначальном построении (например, стороны многоугольника), могут перемещаться относительно друг друга при последующих перестроениях чертежа.



Для создания взаимосвязей между линиями эскиза, сохраняющихся при последующих перестроениях чертежа, необходимо задавать ограничения (создавать параметрический эскиз) или привязывать характерные точки линий к 2D узлам.

В процессе построения эскиза на панели фильтров доступны режимы автоматического создания ограничений и автоматического создания размеров. При сочетании режима автоматического создания размеров с режимом создания управляющих размеров, доступным в ленте, все создаваемые размеры будут управляющими.

После построения эскиза можно применить ограничения и управляющие размеры вручную с помощью команд **Ограничение** и **Размер** или автоматически с помощью команды **Поиск ограничений**.

Любую линию эскиза можно сделать вспомогательной. Вспомогательные линии отображаются в окне чертежа и участвуют в параметризации, но не выводятся на печать.

Опции автоменю

Различные опции автоменю используются для построения линий различных типов, а также для различных операций над линиями. Описания использования конкретных опций приведены в отдельных разделах справки. Для перехода к описанию перейдите по ссылке в названии опции в списке ниже.

После вызова команды в автоменю доступны следующие опции:

	<P>	Задать параметры линии изображения
	<Alt>+<P>	Скопировать параметры с существующего элемента
	<J>	Непрерывный ввод линий

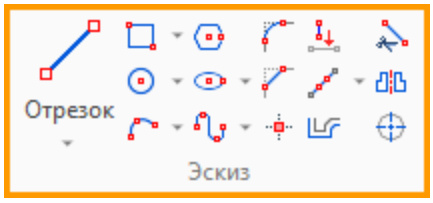
Данная опция активна по умолчанию, в результате чего конечная точка предыдущего отрезка, дуги или сплайна автоматически используется в качестве начальной точки текущего отрезка или дуги. Данный режим имеет эффект только при построении отрезков и дуг. При построении других элементов эскиза опция доступна в автоменю, но не имеет эффекта.

Непрерывный ввод не создаёт ассоциативных связей между связанными линиями. Впоследствии, если переместить такую линию, её концы потеряют связь с соседними построениями. Чтобы связь линий изображения сохранялась при последующих перестроениях, нужно использовать ограничения (параметризовать эскиз).

	<Shift>+<D>	Точка
	<S>	Отрезок
	<D>	Параллельный отрезок
	<F>	Перпендикулярный отрезок
	<G>	Отрезок под углом
	<H>	Касательный отрезок
	<K>	Отрезок касательный к линии в точке
	<C>	Дуга по трём точкам
	<V>	Дуга по двум точкам и радиусу
	<B>	Центральная дуга
	<E>	Касательная дуга
	<N>	Дуга касательная к элементу
	<M>	Дуга касательная к двум элементам
	<O>	Окружность по центру и радиусу
	<T>	Окружность через две точки
	<U>	Окружность касательная к одному элементу
	<I>	Окружность касательная к двум элементам
	<Shift>+<P>	Прямоугольник по двум вершинам
	<Shift>+<C>	Прямоугольник по центру и вершине
	<Shift>+<A>	Прямоугольник под углом
	<Shift>+<R>	Многоугольник
	<Shift>+<U>	Параллелограмм

	<Shift>+<V>	Паз - габариты
	<Shift>+<W>	Паз
	<Shift>+<X>	Паз по центру - габариты
	<Shift>+<Z>	Паз по центру
	<Ctrl>+<T>	Эллипс по центру и точке
	<Ctrl>+<U>	Эллипс через две точки
	<Ctrl>+<M>	Дуга эллипса
	<Shift>+<H>	Сплайн
	<Shift>+<J>	Сплайн по ломаной
	<Shift>+<K>	Закрытый сплайн
	<Shift>+<L>	Закрытый сплайн по ломаной
	<Shift>+<G>	Полилиния
	<Shift>+<F>	Замкнутая полилиния
	<Ctrl>+<Q>	Осевые линии
	<Shift>+<B>	Скругление
	<Ctrl>+<B>	Фаска
	<Shift>+<I>	Обрезать линии изображения
	<Ctrl>+<I>	Удлинить/Укоротить линию изображения
	< Ctrl>+<K>	Разбить линию изображения
	< Ctrl>+<L>	Разбить на 'n' частей
	<Ctrl>+<J>	Кривая смещения к группе линий изображения
	<F4>	Редактировать эскиз
	<Esc>	Выйти из команды

Большинство опций создания эскиза также можно вызвать из ленты:



Опция Симметрия доступна только в ленте.
Однотипные опции как в ленте, так и в автоменю, объединены в выпадающие списки. При этом группировка опций в автоменю может отличаться от группировки опций в ленте.

Основные темы в этом разделе:

- Точка
- Отрезок
- Дуга окружности
- Окружность
- Прямоугольник
- Многоугольник
- Параллелограмм
- Паз
- Эллипс и дуга эллипса
- Сплайн и полилиния
- Осевые линии
- Фаска и скругление
- Модификация линий эскиза
- Кривая смещения
- Симметрия
- Параметры линий эскиза
- Редактирование эскиза

См. также:

- Вспомогательные линии

Точка

Вызов команды:

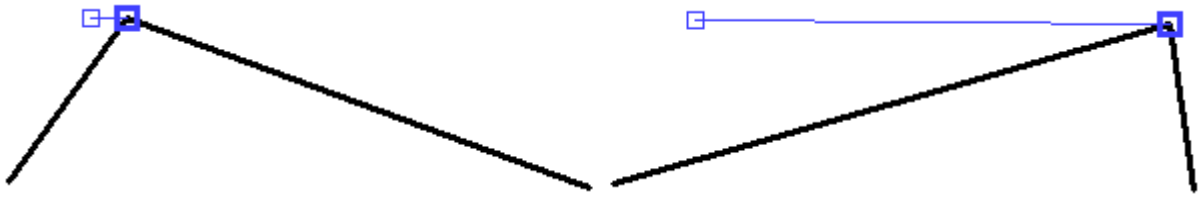
Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Точка Рабочая плоскость > Эскиз > Точка
Клавиатура	Текстовое меню
<SK> > <Shift> + <D>	
Автоменю команды <SK> Эскиз	
<Shift> + <D>	Точка

Данная опция позволяет создать свободный 2D узел, не выходя из команды **Эскиз**.

Для создания узла укажите его положение мышью в окне чертежа и нажмите .

Точные значения координат узла можно ввести в окне параметров. При вводе координат можно пользоваться горячими клавишами и флагами, фиксирующими значения.

В отличие от предыдущих версий T-FLEX CAD, в T-FLEX CAD 17 все характерные точки линий эскиза (концы отрезков, точки перегиба сплайнов, центры окружностей и т.д.) не являются самостоятельными узлами. Для этих точек действуют объектные привязки, и они сами могут быть объектом привязки, эти точки можно перемещать, но все действия с ними возможны только в рамках корректировки линии изображения.
При создании линий эскиза их характерные точки можно привязывать к 2D узлам с помощью объектных привязок. В отличие от привязки к другим характерным точкам, привязка характерной точки к 2D узлу создаёт ассоциативную связь между узлом и точкой, аналогично созданию ограничения **Совпадение**. В результате, далее точка перемещается вместе с узлом при перемещении узла и узел перемещается вместе с точкой при перемещении точки. Например, если привязать к узлу концы двух отрезков, то при перемещении узла концы отрезков будут перемещаться вместе с ним. Таким образом можно связывать концы отрезков, не прибегая к ограничениям.



Аналогично будут действовать привязки к узлу и у других линий эскиза. Например, привязка центра окружности к узлу даст возможность перемещать окружность при редактировании положения узла и наоборот
Привязка характерных точек линий эскиза к узлам работает по-разному в зависимости от типа узла.

> Ассоциативная связь между свободным 2D узлом и характерной точкой линии эскиза создаётся только при привязке точки к узлу, но не наоборот. Т.е., если с помощью объектных привязок создать свободный узел в характерной точке существующей линии, впоследствии узел и характерная точка линии будут перемещаться независимо друг от друга.

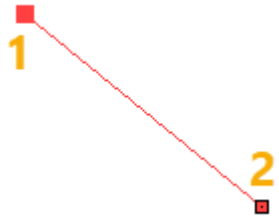
> В то же время, связанный узел, созданный в характерной точке линии изображения сохраняет связь с этой точкой.

Характерную точку линии эскиза можно отвязать от 2D узла (кроме случая, когда создан связанный узел в характерной точке линии изображения). Для этого войдите в режим редактирования линии и нажмите на точке, привязанной к узлу. Точка начнет следовать за курсором независимо от узла. Установите новое положение точки, снова нажмите и завершите редактирование линии. Привязка к узлу будет разрушена.

> Для всех линий эскиза, кроме сплайна, таким способом можно только разрушать связи. Если в режиме редактирования линии совместить точку с узлом с помощью объектных привязок, то ассоциативная связь не создаётся, т.е. в дальнейшем узел и точка будут перемещаться независимо друг от друга.

> Точку сплайна можно связать с 2D узлом, совместив их в режиме редактирования сплайна с помощью объектных привязок.

По умолчанию включено прозрачное редактирование 2D элементов (**Установки** > **2D** > **2D** > **"Прозрачное" редактирование элементов**), в результате чего команда редактирования запускается автоматически при выборе линии в окне чертежа.
При выборе и редактировании линии эскиза её характерные точки имеют разный вид в зависимости от того, привязаны ли они к 2D узлам.

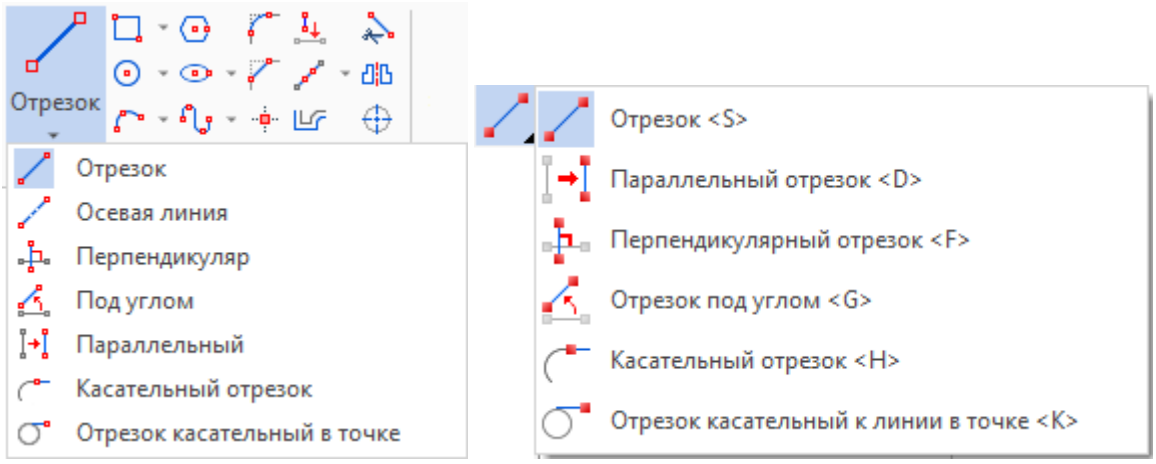


1 - Точка, привязанная к узлу.

2 - Точка, не привязанная к узлу.

Отрезок

По умолчанию после вызова команды **Эскиз** активна опция создания отрезков по двум точками.
Различные опции создания отрезков как в ленте, так и в автоменю команды Эскиз, объединены в один выпадающий список, о чем свидетельствует наличие чёрного треугольника рядом с иконкой опции, отображаемой при свёрнутом списке. Чтобы развернуть список, нажмите треугольник в ленте или зажмите и удерживайте на иконке отображаемой опции в автоменю. При свёрнутом списке отображается иконка опции, использовавшейся в последний раз в текущем сеансе работы с CAD. При запущенной команде Эскиз любую опцию можно вызвать с клавиатуры, не разворачивая список.



Отрезок по двум точкам

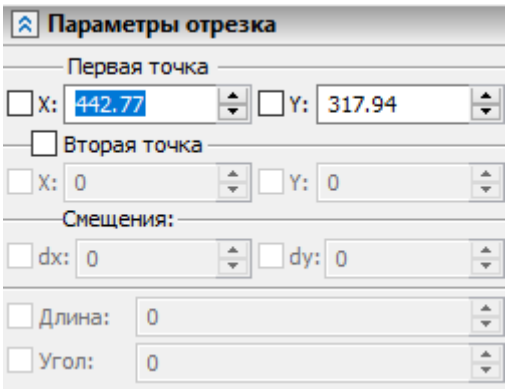
Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Отрезок > Отрезок Замечания > Замечания > Отрезок > Отрезок Рабочая плоскость > Эскиз > Отрезок > Отрезок
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>><S>	
Автоменю команды **<SK>** Эскиз	
<S>	Отрезок

Для создания простого отрезка нужно задать две точки. Точки можно задать произвольно, указав курсором в окне чертежа и нажав , либо указав точные координаты в окне параметров. Положение первой точки определяется абсолютными координатами **X** и **Y**. Положение второй точки определяется одним из следующих наборов параметров:

- абсолютными координатами **X** и **Y**;
- смещениями **dx** и **dy** относительно первой точки;
- **Длиной** и **Углом** отрезка, где угол измеряется против часовой стрелки относительно горизонтали.

При вводе значений параметров можно пользоваться горячими клавишами и флагами, фиксирующими значения.

При создании отрезка в качестве его точек можно выбирать все доступные объектные привязки.



Осевая линяя

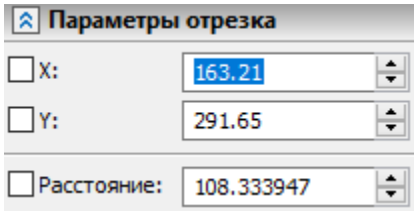
Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Отрезок > Осевая линия Рабочая плоскость > Эскиз > Отрезок > Осевая линия

Осевая линяя является отрезком по двум точкам со штрихпунктирным типом линии. При этом тип линий изменить нельзя.

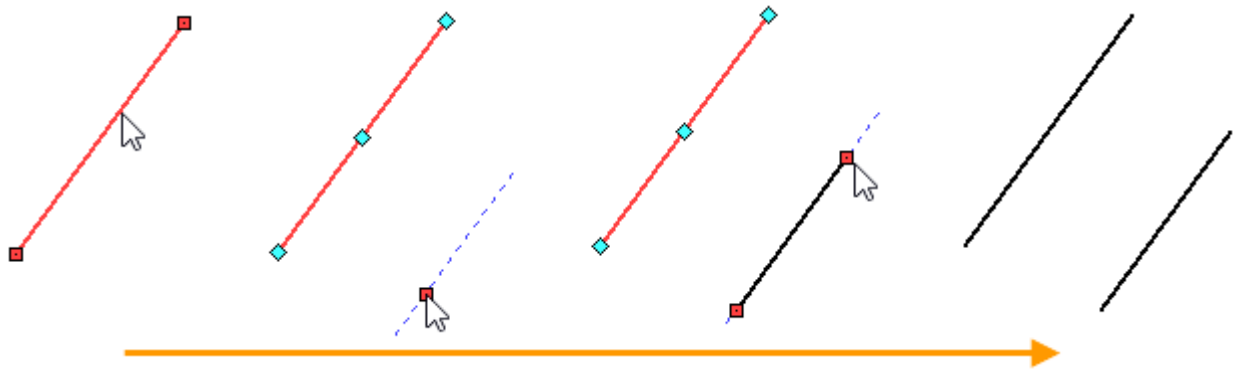
Параллельный отрезок

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Отрезок > Параллельный Рабочая плоскость > Эскиз > Отрезок > Параллельный
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>><D>	
Автоменю команды **<SK>** Эскиз	
<D>	Параллельный отрезок

В этом случае с помощью курсора нужно выбрать отрезок, относительно которого необходимо построить параллельный. На экране появится динамически перемещаемая прямая, параллельная выбранному отрезку. Если установлен режим непрерывного ввода линий, то эта прямая будет параллельна последнему введённому отрезку. Отказаться от выбора отрезка можно, нажав .
После указания исходного отрезка необходимо задать **Расстояние** до создаваемого отрезка и координаты **X** и **Y** его начальной точки. Это можно сделать произвольно, переместив курсор и нажав в нужном месте чертежа, или ввести точные значения в окне параметров. При вводе значений параметров можно пользоваться горячими клавишами и флагами, фиксирующими значения.



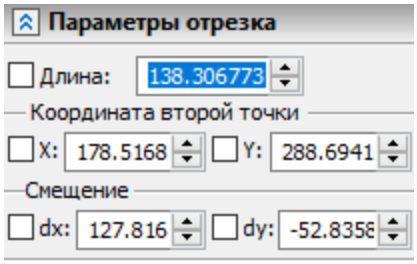
Если ввести значения **Расстояния** в окне параметров, динамическая прямая будет зафиксирована на заданном расстоянии от исходного отрезка. Вдоль неё будет перемещаться привязанная к курсору динамическая точка, задающая начало будущего отрезка. Её положение задаётся нажатием . Ввод координат в окне параметров при этом недоступен.



После того, как задана начальная точка параллельного отрезка, необходимо задать его конечную точку. Через начальную точку будет проходить зафиксированная прямая параллельная исходному отрезку. Конечную точку отрезка можно задать произвольно, переместив курсор вдоль прямой и нажав , или точно задать её расположение в окне параметров. Положение второй точки определяется одним из трёх наборов параметров:

- **Длиной** отрезка;
- абсолютными координатами **X** и **Y**;
- смещениями **dx** и **dy** относительно первой точки.

При вводе значений параметров можно пользоваться горячими клавишами и флагами, фиксирующими значения.

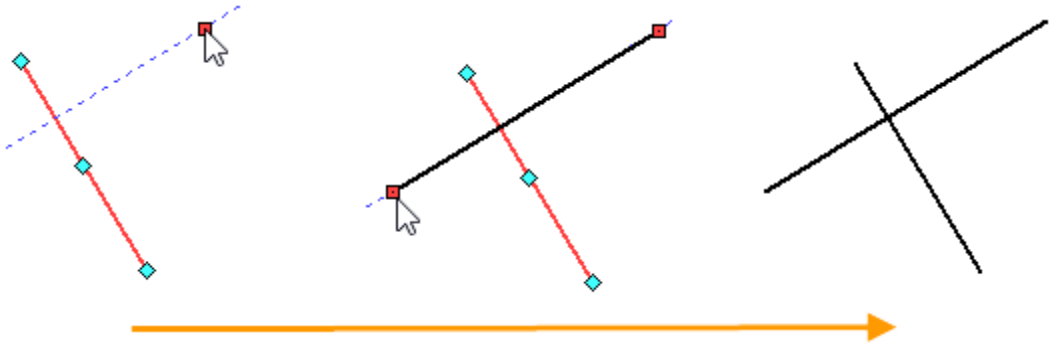


Перпендикулярный отрезок

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Отрезок > Перпендикуляр Рабочая плоскость > Эскиз > Отрезок > Перпендикуляр
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>><F>	
Автоменю команды **<SK>** Эскиз	
<F>	Перпендикулярный отрезок

Опция позволяет построить перпендикуляр только к другим отрезкам. При этом сначала выбирается отрезок, к которому надо построить перпендикуляр, а потом задаётся конкретное положение перпендикулярного отрезка. Если установлен режим непрерывного ввода линий, то после выбора этой опции на экране появится бесконечная прямая, перпендикулярная последнему введенному отрезку и проходящая через его вторую точку. Именно эта точка и будет являться началом создаваемого отрезка. При помощи курсора переместите динамически движущуюся точку вдоль бесконечной прямой и зафиксируйте её положение с помощью (или введите координаты в окне параметров).

Если необходимо построить перпендикуляр к другому отрезку или к этому же, но не проходящий через последнюю точку, то от выбора, сделанного системой в режиме непрерывного ввода линий, можно отказаться с помощью . Первое нажатие отменит выбор начальной точки создаваемого отрезка. Второе нажатие отменит выбор исходного отрезка и позволит самостоятельно выбрать необходимый отрезок. При выборе отрезка появляется бесконечная пунктирная линия, следующая за курсором. Положение этой линии определяет положение отрезка. С помощью фиксируем линию и указываем первую точку отрезка (либо задаём координату точки в окне параметров). После этого за курсором вдоль прямой перемещается вторая точка отрезка. С помощью указываем положение второй точки (либо задаём длину отрезка в окне параметров).
При вводе значений параметров можно пользоваться горячими клавишами и флагами, фиксирующими значения.

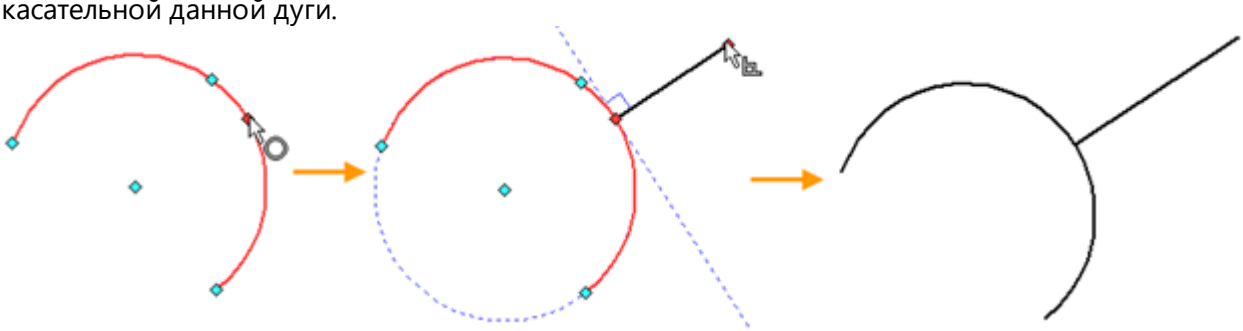


Если необходимо создать перпендикуляр в конкретной точке, то удобнее пользоваться опцией **Отрезок** (<**S**>) и объектными привязками. Таким способом можно построить перпендикуляр к любой кривой: окружность, дуга, сплайн, эллипс.

Пример

Построение отрезка перпендикулярного дуге

Пусть нам дана дуга, от которой в некоторой точке нужно построить отрезок, перпендикулярный к касательной данной дуги.

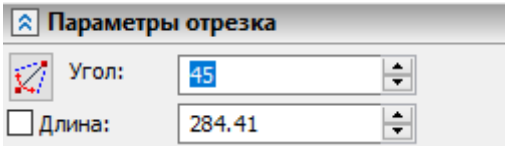


Для этого в режиме опции **Отрезок** <**S**> наводим курсор на дугу. Появится динамическая точка, следующая по дуге за курсором. Нажатием определяем положение точки, из которой будем строить отрезок. После этого, положение курсора определяет координаты второй точки отрезка. Перемещая курсор можно изменять угол отрезка. Находим положение, в котором автоматически определяется привязка перпендикуляра к касательной дуги. Касательная будет построена тонкой пунктирной линией. В точке касания будет указан знак перпендикулярности, а рядом с курсором появится пиктограмма . Ведя курсор вдоль линии перпендикуляра, определяем длину отрезка, нажатием заканчиваем построение. Точную длину отрезка можно ввести в соответствующем поле окна параметров.

Отрезок под углом

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Отрезок > Под углом Рабочая плоскость > Эскиз > Отрезок > Под углом
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>><G>	
Автоменю команды **<SK>** Эскиз	
<G>	Отрезок под углом

Данный отрезок строится аналогично перпендикулярному, с той лишь разницей, что в окне параметров можно задать необходимый угол.

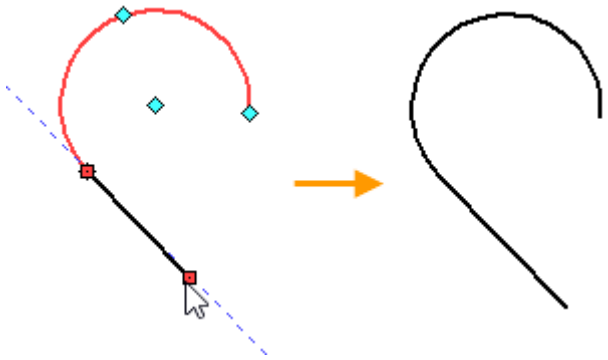


Кнопка в окне параметров позволит зеркально изменить направление уклона относительно выбранного отрезка.
При вводе длины можно пользоваться горячей клавишей и флагом, фиксирующим значение.

Касательный отрезок

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Отрезок > Касательный отрезок Рабочая плоскость > Эскиз > Отрезок > Касательный отрезок
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>><H>	
Автоменю команды **<SK>** Эскиз	
<H>	Касательный отрезок

С помощью данной опции можно построить касательный отрезок в крайней точке дуги или сплайна. Сначала, при помощи , необходимо выбрать дугу или сплайн. После этого на экране отобразится вспомогательная бесконечная прямая, касательная к дуге или сплайну в крайней точке. При этом будет выбрана та крайняя точка дуги или сплайна, к которой был ближе курсор в момент выбора элемента (если сплайн закрытый, то будет выбрана первая точка сплайна). Эта точка будет начальной точкой создаваемого отрезка. Предварительное изображение конечной точки отрезка будет следовать за курсором вдоль касательной прямой. Установите желаемое положение конечной точки отрезка и нажмите или **<Enter>**, чтобы завершить построение. Для задания положения конечной точки можно использовать объектные привязки или ввести точное значение длины отрезка в окне параметров. При вводе длины можно пользоваться горячей клавишей и флагом, фиксирующим значение.

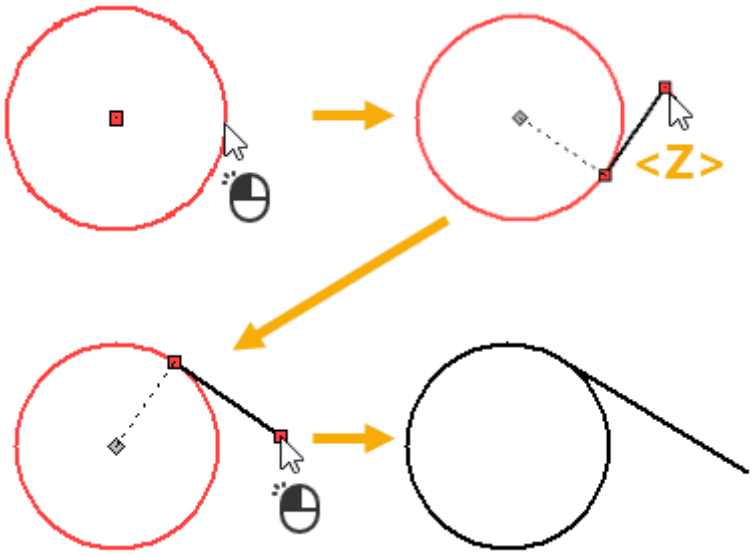


Отрезок касательный в точке

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Отрезок > Отрезок касательный в точке Рабочая плоскость > Эскиз > Отрезок > Отрезок касательный в точке
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>><K>	
Автоменю команды **<SK>** Эскиз	
<K>	Отрезок касательный к линии в точке

С помощью данной команды можно построить касательный отрезок в любой точке любой кривой линии изображения (окружность, дуга, эллипс, сплайн).

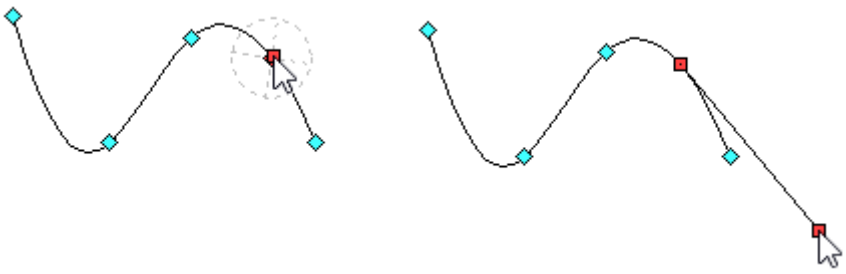
После вызова команды нужно с помощью выбрать кривую. Выбранный объект подсветится. При выборе дуги можно построить касательный отрезок к любой точке полной окружности или полного эллипса, частью которых является выбранная дуга. Полная окружность или полный эллипс при этом отображаются вспомогательной линией. После выбора кривой появляется предварительное изображение создаваемого отрезка, динамически обновляемое в соответствии с положением курсора. Отрезок определяется положением его двух крайних точек: одна точка совпадает с положением курсора, другая определяется построением касательной к выбранной кривой через положение курсора. При выборе любой кривой, кроме незамкнутого сплайна, для каждого положения курсора возможны два варианта касания. Отображаемый по умолчанию вариант выбирается системой произвольно. При необходимости можно переключиться на другой вариант касания, нажав клавишу **<Z>**. Установите желаемую конфигурацию отрезка и нажмите или **<Enter>**, чтобы завершить его построение. Для задания положения точки отрезка, привязанной к курсору, можно использовать объектные привязки или ввести точные координаты в окне параметров. При вводе значений параметров можно пользоваться горячими клавишами и флагами, фиксирующими значения. Нельзя указывать точку внутри замкнутой кривой (включая полные окружности или эллипсы, которым принадлежит выбранная дуга), т.к. в этом случае касательная не может быть построена.



Касательный отрезок может быть построен в любой точке любой кривой и при помощи опции построения отрезка по двум точкам (**Отрезок <S>**). При этом доступны два разных способа построения:

- **Построение касательного отрезка с помощью опции автоматического определения касательных**

  По умолчанию в установках системы установлен флаг **Автоматически определять касательные при создании отрезков** (**Установки > Ограничения и размеры > Автоматически создавать ограничения**). Вследствие этого, при привязке первой точки отрезка к произвольной точке кривой вокруг этой точки отображается специальный индикатор . Если после этого отвести курсор в направлении, близком к направлению касательной к кривой в данной точке, то запускается режим создания касательного отрезка, аналогичного описанному выше. Если же отводить курсор в другом направлении, режим создания касательного отрезка не запускается, но всё ещё можно построить касательный отрезок с помощью объектных привязок (см. ниже). Кроме того, режим создания касательной не запускается, если первая точка отрезка привязана не к произвольной точке кривой, а к одной из характерных точек.

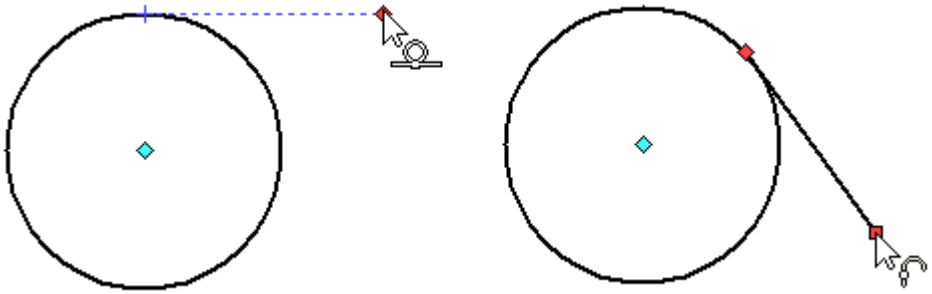


- **Построение касательного отрезка с помощью объектных привязок**

  Если указать первую точку отрезка вне кривой с помощью привязки **Горизонтальная/вертикальная касательная**, а вторую - на кривой с помощью привязки **Точка на линии изображения**, то будет создан горизонтальный или вертикальный касательный отрезок

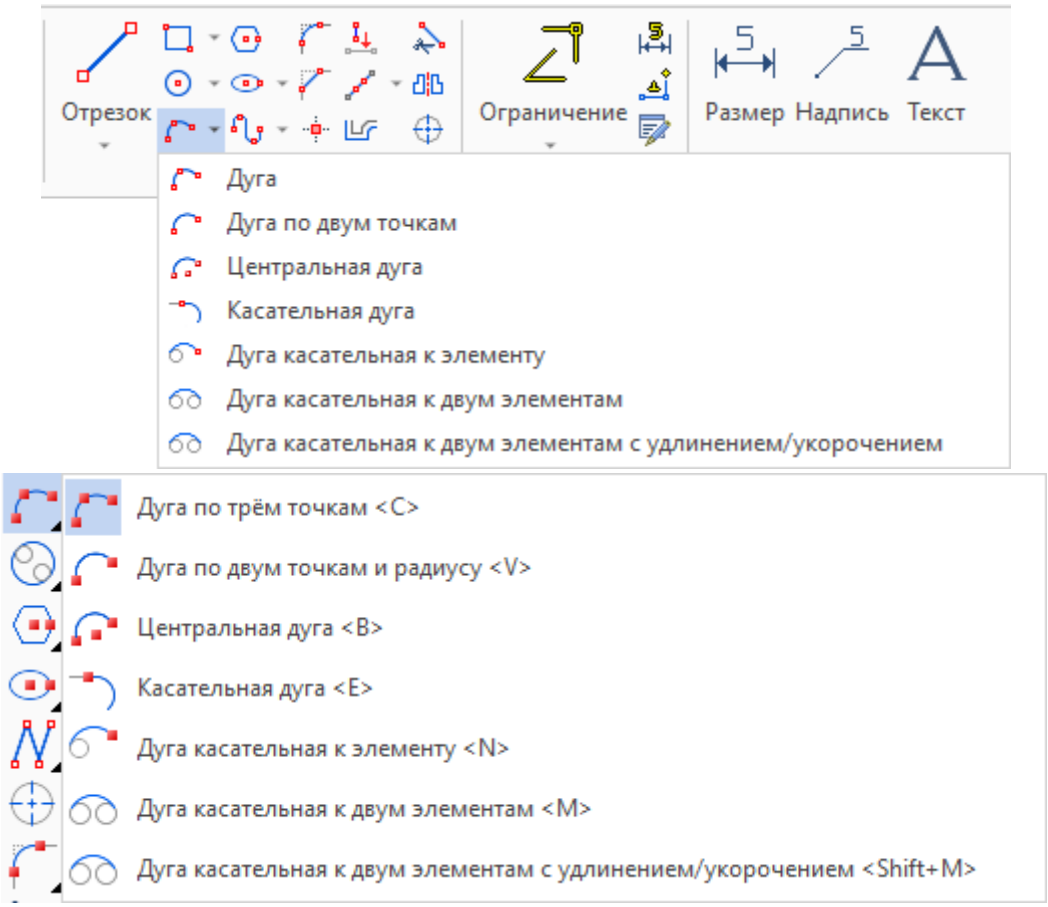
  Если указать первую точку отрезка на кривой с помощью привязки **Касание к линии**

изображения, а вторую - вне кривой любым способом, то будет создан произвольный касательный отрезок.



Дуга окружности

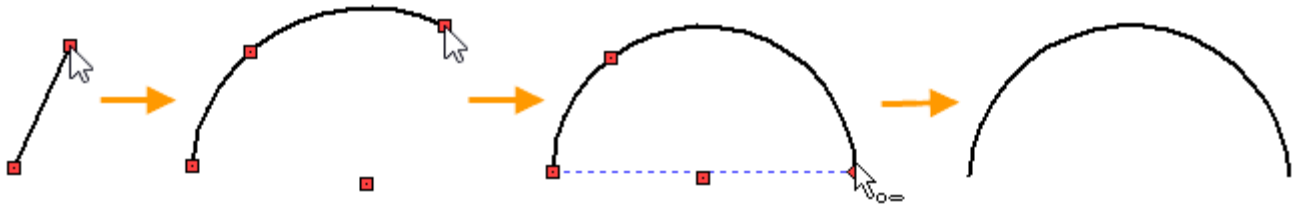
Различные опции создания дуг окружности как в ленте, так и в автоменю команды **Эскиз**, объединены в один выпадающий список, о чем свидетельствует наличие чёрного треугольника рядом с иконкой опции, отображаемой при свёрнутом списке. Чтобы развернуть список, нажмите треугольник в ленте или зажмите и удерживайте на иконке отображаемой опции в автоменю. При свёрнутом списке отображается иконка опции, использовавшейся в последний раз в текущем сеансе работы с CAD. При запущенной команде **Эскиз** любую опцию можно вызвать с клавиатуры, не разворачивая список.



Дуга по трём точкам

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Дуга > Дуга Рабочая плоскость > Эскиз > Дуга > Дуга
Клавиатура	Текстовое меню
<SK> > <C>	
Автоменю команды <SK> Эскиз	
<C>	Дуга по трём точкам

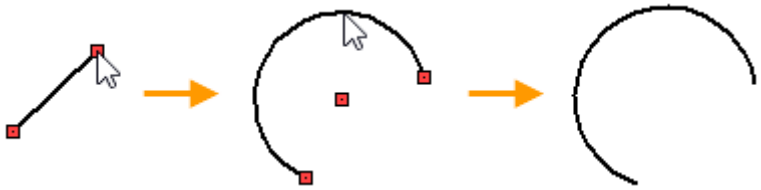
Выбор этой опции задает режим создания дуги по трём точкам. Первая и третья точки являются конечными точками дуги, а вторая точка определяет положение дуги. Дугу можно задать произвольно, выбрав три точки при помощи курсора, или точно, использовав окно параметров. В этом случае вторая точка задаётся либо абсолютными координатами, либо смещениями относительно первой точки дуги. Для задания третьей точки можно использовать абсолютные координаты, радиус, диаметр или угол дуги в различных комбинациях.



Дуга по двум точкам и радиусу

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Дуга > Дуга по двум точкам Рабочая плоскость > Эскиз > Дуга > Дуга по двум точкам
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>><V>	
Автоменю команды <SK> Эскиз	
<V>	Дуга по двум точкам и радиусу

При помощи курсора или окна параметров нужно задать две крайние точки дуги. После этого на экране появится курсор, динамически отображающий положение строящейся дуги, в соответствии с текущим положением курсора. Чтобы зафиксировать дугу нужно переместить курсор в нужную позицию и нажать , или в окне параметров ввести значение угла или радиуса (диаметра) дуги.

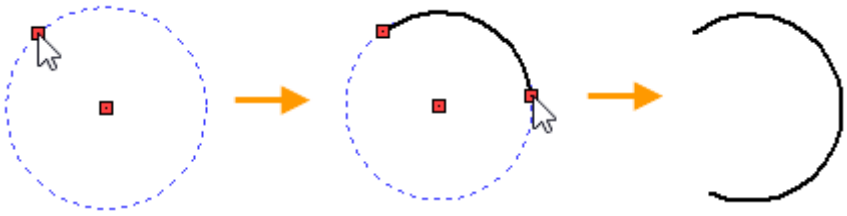


Центральная дуга

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Дуга > Центральная дуга Рабочая плоскость > Эскиз > Дуга > Центральная дуга
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>><B>	
Автоменю команды <SK> Эскиз	
<B>	Центральная дуга

Для построения центральной дуги окружности необходимо задать центр окружности, её радиус (диаметр), а также начальный и конечный углы дуги. Это можно сделать произвольно, с помощью , или точно, используя окно параметров. После задания центра окружности на экране появится динамически перемещаемая окружность. В окне параметров станут доступны поля для ввода радиуса (диаметра) и начального угла дуги. Их также можно задать, переместив курсор в нужную

точку и нажав . Далее нужно переместить курсор по зафиксированной окружности в том направлении, в котором необходимо разместить дугу, и ещё раз нажать .
Угол дуги можно задать и в окне параметров, после чего, нажатием клавиши <**Enter**>, или нажатием в поле чертежа, принять построение.



Касательная дуга

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Дуга > Касательная дуга Рабочая плоскость > Эскиз > Дуга > Касательная дуга
Клавиатура	Текстовое меню
<**SK**>><**E**>	
Автоменю команды <**SK**> Эскиз	
<**E**>	Касательная дуга

После вызова команды нужно с помощью выбрать линию изображения, продолжением которой будет создаваемая касательная дуга. Выбранная линия подсветится. После выбора линии появится предварительное изображение создаваемой дуги, динамически обновляемое в соответствии с перемещениями курсора. Дуга будет начинаться в той крайней точке выбранной линии, к которой ближе всего находился курсор в момент выбора, и оканчиваться в точке положения курсора. В режиме непрерывного ввода линий в качестве исходной линии автоматически выбирается последняя созданная линия - дуга начнётся из её конечной точки.
Доступны два варианта прохождения дуги между точкой касания и положением курсора. По умолчанию отображается вариант, обеспечивающий гладкое сопряжение создаваемой дуги с выбранной линией в точке касания. При необходимости можно переключиться на другой вариант, нажав клавишу <**Z**>.
Установите желаемое положение конечной точки дуги. Положение точки может быть задано:

- Перемещением курсора мыши

  Просто переместите курсор в желаемое положение и нажмите или <**Enter**> для подтверждения ввода.
- Вводом координат с клавиатуры

  Введите значение координаты **X** с клавиатуры, затем либо нажмите <**Tab**>, либо нажмите на поле ввода координаты **Y**, после чего введите значение координаты **Y** и нажмите <**Enter**> или в любом месте окна чертежа для подтверждения ввода.
- Вводом **Радиуса** или **Диаметра** и **Угла дуги** с клавиатуры.

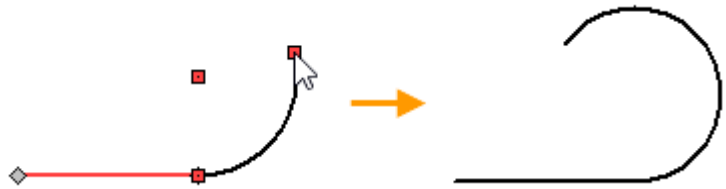
  Переключитесь на поле ввода желаемого параметра, нажав на нём или последовательно

нажимая <**Tab**>, затем введите значение с клавиатуры. Далее аналогичным образом введите второй параметр.
В окне чертежа появятся предварительные изображения двух возможных вариантов касания окружности, частью которой будет являться создаваемая дуга, и выбранной линии. Окружности создаваемой дуги отображаются пунктирными линиями. По умолчанию дуга проходит по окружности, ближайшей к текущему положению курсора. Для смены выбора окружности переместите курсор. После выбора желаемого варианта касания нажмите <**Enter**> или для подтверждения ввода.

При вводе значений с клавиатуры можно пользоваться горячими клавишами и флагами, отключающими зависимость значения от положения курсора.

- Комбинацией вышеупомянутых способов
  Введите один из параметров с клавиатуры, а затем задайте конечную точку перемещением курсора. Перемещения конечной точки вслед за перемещениями курсора при этом будут ограничены в пределах, соответствующих введённому значению параметра.

После задания конечной точки создание текущей дуги будет завершено.



Если включен режим непрерывного ввода линий, то система автоматически перейдет к созданию следующей дуги. В таком случае, следующая дуга по умолчанию является касательной к предыдущей дуге, т.е. выбор исходной линии осуществляется автоматически, и для создания новой дуги останется лишь задать конечную точку. При необходимости можно сбросить выбор предыдущей дуги нажатием , а затем выбрать другую исходную линию вручную.

Дуга, касательная к элементу

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Дуга > Дуга касательная к элементу Рабочая плоскость > Эскиз > Дуга > Дуга касательная к элементу
Клавиатура	Текстовое меню
<**SK**>><**N**>	
Автоменю команды <**SK**> Эскиз	
<**N**>	Дуга касательная к элементу

После вызова команды нужно с помощью выбрать линию изображения, которой должна касаться создаваемая дуга. Выбранная линия подсветится.
При выборе дуги касательная дуга строится к полной окружности или полному эллипсу, частью которых является выбранная дуга. В процессе построения такой касательной полная окружность или полный эллипс отображаются пунктирной линией. Точка касания при этом может находиться за пределами выбранной дуги.

При выборе отрезка касательная дуга строится к бесконечной прямой, на которой лежит выбранный отрезок. В процессе построения такой касательной бесконечная прямая отображается пунктирной линией. Точка касания при этом может находиться за пределами выбранного отрезка.
После выбора исходной линии появляется предварительное изображение окружности, частью которой будет являться создаваемая дуга. Эта окружность проходит через текущее положение курсора и динамически обновляется в соответствии с перемещениями курсора. Окружность определяется положением трёх точек, через которые она проходит. Две точки последовательно задаются вручную пользователем, третья (точка касания) определяется системой автоматически. Если выбранная линия является окружностью или дугой окружности, возможны два варианта касания, при которых окружность создаваемой дуги проходит через текущее положение курсора. Отображаемый по умолчанию вариант выбирается системой произвольно. При необходимости можно переключиться на другой вариант касания, нажав клавишу <**Z**> или <**Space**>.

После указания одной из точек, определяющих окружность создаваемой дуги, переключение варианта касания может быть недоступным, если при сочетании указанной точки и текущего положения курсора возможен только один вариант.

Установите желаемое положение первой точки, определяющей окружность создаваемой дуги. Положение точки может быть задано:

- Перемещением курсора мыши

  Просто переместите курсор в желаемое положение и нажмите или <**Enter**> для подтверждения ввода.
- Вводом с клавиатуры

  Введите значение координаты **X** с клавиатуры, затем либо нажмите <**Tab**>, либо нажмите на поле ввода координаты **Y**, после чего введите значение координаты **Y** и нажмите <**Enter**> или в любом месте окна чертежа для подтверждения ввода. При вводе значений с клавиатуры можно пользоваться горячими клавишами и флагами, отключающими зависимость значения от положения курсора.
- Комбинацией вышеупомянутых способов

  Введите одну из координат с клавиатуры, а другую задайте перемещением курсора.

Далее установите желаемое положение второй точки, определяющей окружность создаваемой дуги. От этой точки зависит итоговый радиус/диаметр дуги. Положение точки может быть задано:

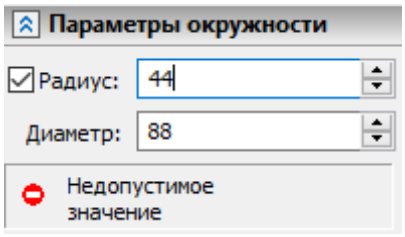
- Перемещением курсора мыши

  Просто переместите курсор в желаемое положение и нажмите или <**Enter**> для подтверждения ввода. Окружность пройдёт через указанную точку.
- Вводом с клавиатуры

  Введите желаемое значение **Радиуса** или **Диаметра** дуги с клавиатуры. При вводе значения с клавиатуры можно пользоваться горячими клавишами и флагом, отключающим зависимость значения от положения курсора.

  Если введённое значение позволяет построить единственный вариант касания, то достаточно просто нажать <**Enter**> или в любом месте окна чертежа для подтверждения ввода.

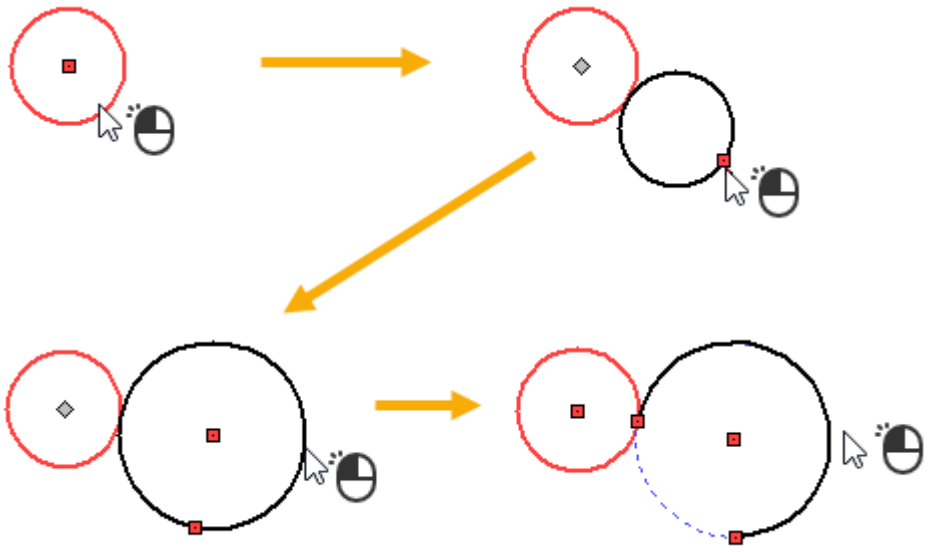
  Если введённое значение не позволяет построить окружность, касательную к исходной линии, в окне параметров появится надпись "**Недопустимое значение**" и подтверждение ввода будет недоступно. В таком случае необходимо ввести другое значение.



Если введённое значение позволяет построить более одного варианта касания, то в окне чертежа появятся предварительные изображения всех возможных вариантов. Вариант, выбранный в данный момент, отображается сплошной линией, другие - пунктирной линией. Выбранным считается вариант, ближайший к текущему положению курсора. Для смены выбора переместите курсор. После выбора желаемого варианта касания нажмите **<Enter>** или для подтверждения ввода.

После подтверждения положения второй точки окружность создаваемой дуги полностью определена. Её изображение становится пунктирным. Создаваемая дуга будет проходить по окружности между точкой касания к выбранной линии и первой точкой заданной пользователем. Возможны два варианта прохождения дуги. Выбранным считается вариант, ближайший к текущему положению курсора, он отображается сплошной линией. Для смены выбора переместите курсор.

После выбора желаемого варианта прохождения дуги нажмите **<Enter>** или для подтверждения ввода. На этом создание текущей дуги будет завершено.



Если включен режим непрерывного ввода линий, то система автоматически перейдет к созданию следующей дуги. Следующая дуга по умолчанию является касательной к той же линии и проходит через свободный конец предыдущей дуги, т.е. выбор исходной линии и определение координат первой точки осуществляются автоматически, и построение начнётся с указания второй точки, определяющей окружность новой дуги. При необходимости можно сбросить выбор исходной линии и координаты первой точки, последовательно нажимая , а затем задать эти элементы вручную.

Дуга, касательная к двум элементам

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Дуга > Дуга касательная к двум элементам Рабочая плоскость > Эскиз > Дуга > Дуга касательная к двум элементам
Клавиатура	Текстовое меню
<SK><M>	
Автоменю команды <SK> Эскиз	
<M>	Дуга касательная к двум элементам

Данная команда позволяет построить дугу, касательную сразу к двум линиям изображения (отрезкам, окружностям, эллипсам, дугам, сплайнам).

После вызова команды нужно с помощью последовательно выбрать две линии изображения, которых должна касаться создаваемая дуга. Выбранные линии подсветятся.

При выборе дуги касательная дуга строится к полной окружности или полному эллипсу, частью которых является выбранная дуга. В процессе построения такой касательной полная окружность или полный эллипс отображаются пунктирной линией. Точка касания при этом может находиться за пределами выбранной дуги.

При выборе отрезка касательная дуга строится к бесконечной прямой, на которой лежит выбранный отрезок. В процессе построения такой касательной бесконечная прямая отображается пунктирной линией. Точка касания при этом может находиться за пределами выбранного отрезка.

После выбора первой линии появляется предварительное изображение окружности, частью которой будет являться создаваемая дуга. Эта окружность проходит через текущее положение курсора и динамически обновляется в соответствии с перемещениями курсора. Окружность определяется положением трёх точек, через которые она проходит. Одна точка задаётся вручную пользователем, две другие (точки касания) определяются системой автоматически. Если обе выбранные линии является окружностями или дугами окружностей, то для каждой из них возможны два варианта касания, при которых окружность создаваемой дуги проходит через текущее положение курсора. Отображаемый по умолчанию вариант выбирается системой произвольно. При необходимости можно последовательно переключаться между доступными вариантами касания, нажимая клавишу **<Z>** или **<Space>**.

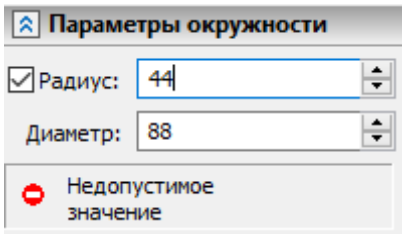
После выбора двух линий установите желаемое положение точки, определяющей окружность создаваемой дуги. От этой точки зависит итоговый радиус/диаметр дуги. Положение точки может быть задано:

- Перемещением курсора мыши

  Просто переместите курсор в желаемое положение и нажмите или **<Enter>** для подтверждения ввода.
- Вводом с клавиатуры

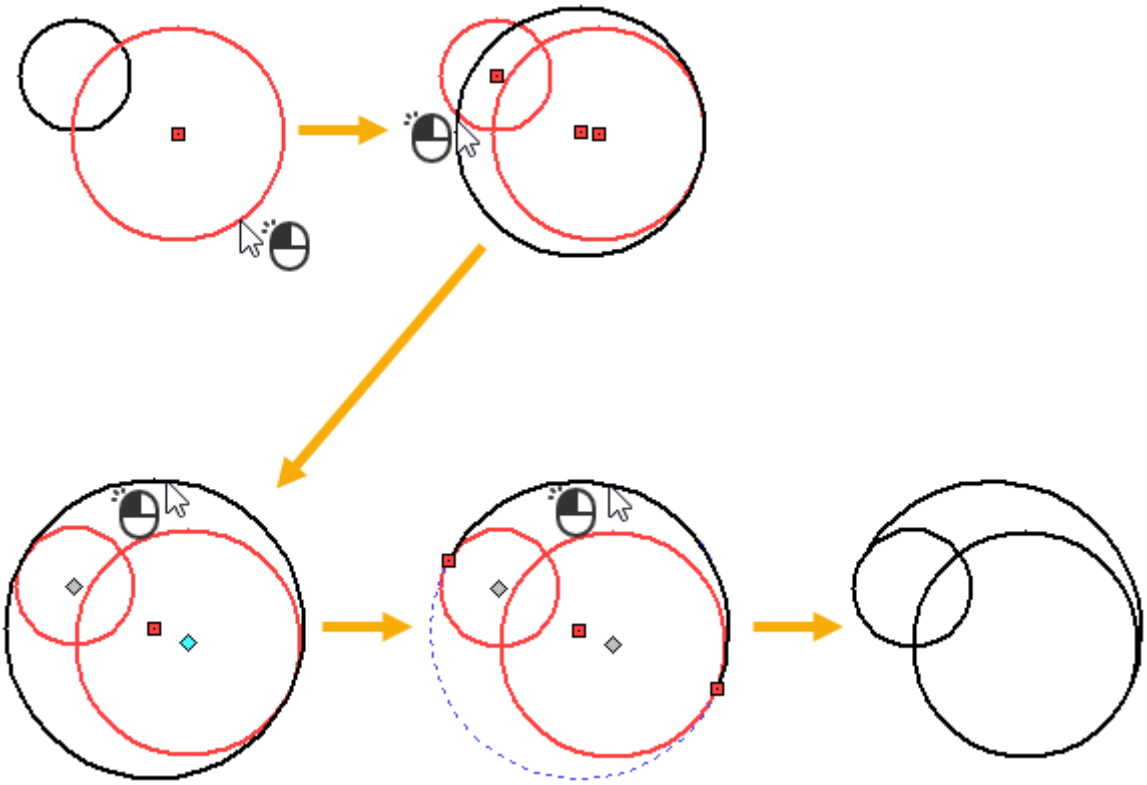
  Введите желаемое значение координаты **Радиуса** или **Диаметра** окружности с клавиатуры. При вводе значения с клавиатуры можно пользоваться горячими клавишами и флагом, отключающим зависимость значения от положения курсора.

  Если введённое значение не позволяет построить окружность, касательную к исходным линиям, в окне параметров появится надпись "**Недопустимое значение**" и подтверждение ввода будет недоступно. В таком случае необходимо ввести другое значение.

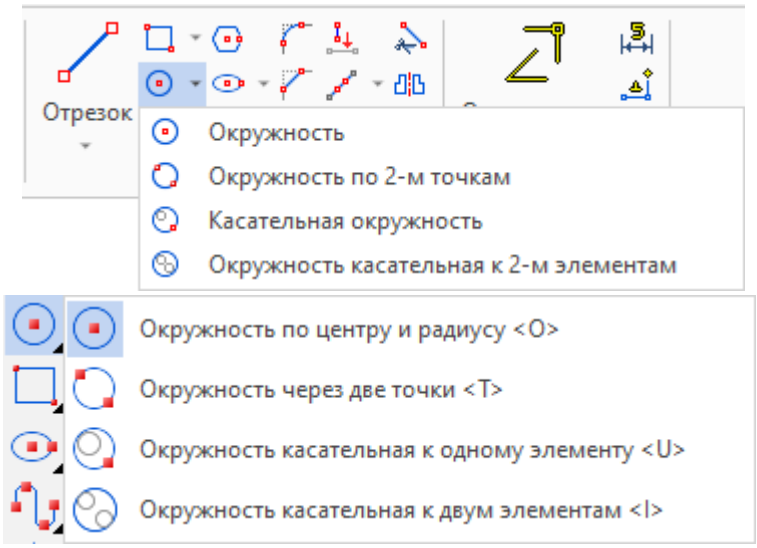
  Если введённое значение позволяет построить построить окружность, касательную к исходным линиям, то может быть доступно несколько вариантов касания. В окне чертежа появятся предварительные изображения всех возможных вариантов. Вариант, выбранный в данный момент, отображается сплошной линией, другие - пунктирной линией. Выбранным считается вариант, ближайший к текущему положению курсора. Для смены выбора переместите курсор. После выбора желаемого варианта касания нажмите **<Enter>** или для подтверждения ввода.

После подтверждения положения точки окружность создаваемой дуги полностью определена. Её изображение становится пунктирным. Создаваемая дуга будет проходить по окружности между точками касания к выбранным линиям. Возможны два варианта прохождения дуги. Вариант, выбранный в данный момент, отображается сплошной линией. Выбранным считается вариант, ближайший к текущему положению курсора. Для смены выбора переместите курсор. После выбора желаемого варианта касания нажмите **<Enter>** или для подтверждения ввода. На этом создание дуги будет завершено.



Окружность

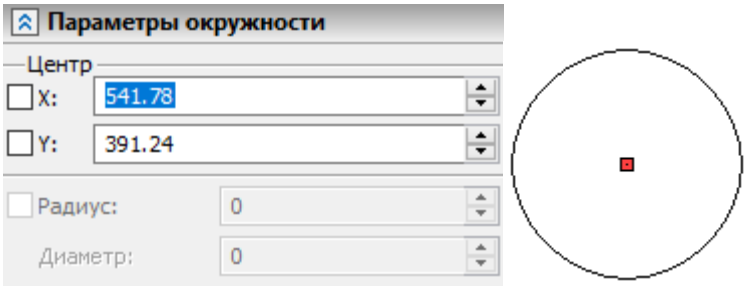
Различные опции создания окружностей как в ленте, так и в автоменю команды Эскиз, объединены в один выпадающий список, о чем свидетельствует наличие чёрного треугольника рядом с иконкой опции, отображаемой при свёрнутом списке. Чтобы развернуть список, нажмите треугольник в ленте или зажмите и удерживайте на иконке отображаемой опции в автоменю. При свёрнутом списке отображается иконка опции, использовавшейся в последний раз в текущем сеансе работы с CAD. При запущенной команде Эскиз любую опцию можно вызвать с клавиатуры, не разворачивая список.



Окружность по центру и радиусу

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Окружность > Окружность Замечания > Замечания > Отрезок > Окружность Рабочая плоскость > Эскиз > Окружность > Окружность
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>><O>	
Автоменю команды **<SK>** Эскиз	
<O>	Окружность по центру и радиусу

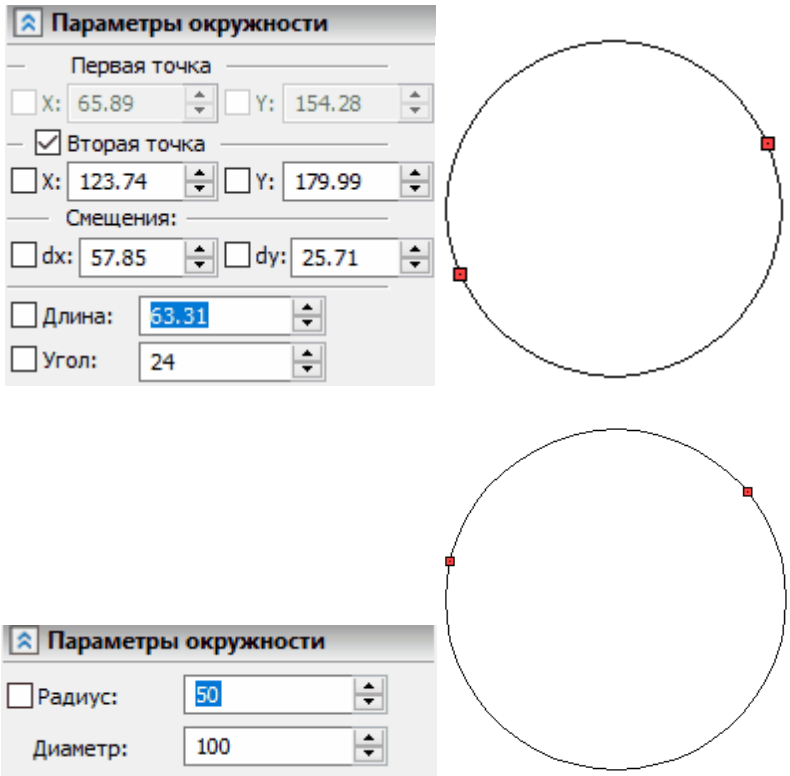
Для создания окружности необходимо задать положение ее центра и радиус (диаметр). Это можно сделать произвольно, с помощью , а можно задать точные значения координат центра и радиуса (диаметра) в окне параметров.



Окружность по двум точкам

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Окружность > Окружность по 2-м точкам Рабочая плоскость > Эскиз > Окружность > Окружность по 2-м точкам
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>><T>	
Автоменю команды <SK> Эскиз	
<T>	Окружность через две точки

Данная опция предназначена для создания окружности, проходящей через две точки. Задать две точки, через которые должна проходить окружность, можно с помощью или, указав координаты в окне параметров. Затем необходимо указать радиус (диаметр) окружности. Для этого можно указать с помощью третью точку, определяющую положение и радиус окружности, или обратиться к окну параметров.



Окружность, касательная к одному элементу

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Окружность > Касательная окружность Рабочая плоскость > Эскиз > Окружность > Касательная окружность
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>><U>	
Автоменю команды **<SK>** Эскиз	
<U>	Окружность касательная к одному элементу

После вызова команды нужно с помощью выбрать линию изображения, которой должна касаться создаваемая окружность. Выбранная линия подсветится.

При выборе дуги касательная окружность строится к полной окружности или полному эллипсу, частью которых является выбранная дуга. В процессе построения такой касательной полная окружность или полный эллипс отображаются пунктирной линией. Точка касания при этом может находиться за пределами выбранной дуги.

При выборе отрезка касательная окружность строится к бесконечной прямой, на которой лежит выбранный отрезок. В процессе построения такой касательной бесконечная прямая отображается пунктирной линией. Точка касания при этом может находиться за пределами выбранного отрезка.

После выбора линии появляется предварительное изображение создаваемой окружности, проходящее через текущее положение курсора и динамически обновляемое в соответствии с перемещениями курсора. Окружность определяется положением трёх точек, через которые она проходит. Две точки последовательно задаются вручную пользователем, третья (точка касания) определяется системой автоматически. Если выбранная линия является окружностью или дугой окружности, возможны два варианта касания, при которых создаваемая окружность проходит через

текущее положение курсора. По умолчанию отображается вариант, при котором точка касания находится ближе к курсору. При необходимости можно переключиться на другой вариант касания, нажав клавишу **<Z>** или **<Space>**.

> После указания одной из точек, определяющих окружность, переключение варианта касания может быть недоступным, если при сочетании указанной точки и текущего положения курсора возможен только один вариант.

Установите желаемое положение первой точки, определяющей окружность. Положение точки может быть задано:

- Перемещением курсора мыши

  Просто переместите курсор в желаемое положение и нажмите или **<Enter>** для подтверждения ввода.
- Вводом с клавиатуры

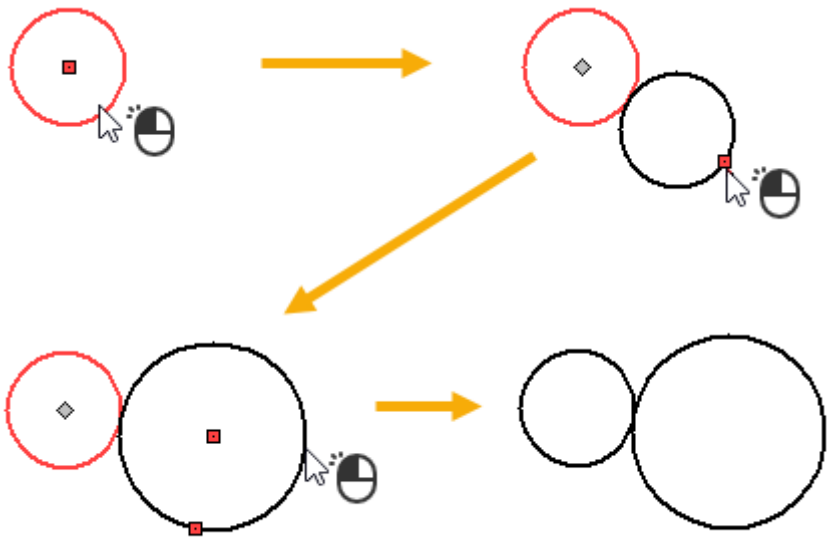
  Введите значение координаты **X** с клавиатуры, затем либо нажмите **<Tab>**, либо нажмите на поле ввода координаты **Y**, после чего введите значение координаты **Y** и нажмите **<Enter>** или в любом месте окна чертежа для подтверждения ввода. При вводе значений с клавиатуры можно пользоваться горячими клавишами и флагами, отключающими зависимость значения от положения курсора.
- Комбинацией вышеупомянутых способов

  Введите одну из координат с клавиатуры, а другую задайте перемещением курсора.

Далее установите желаемое положение второй точки, определяющей окружность. От этой точки зависит итоговый радиус/диаметр окружности. Положение точки может быть задано:

- Перемещением курсора мыши

  Просто переместите курсор в желаемое положение и нажмите или **<Enter>** для подтверждения ввода. Окружность пройдёт через указанную точку.

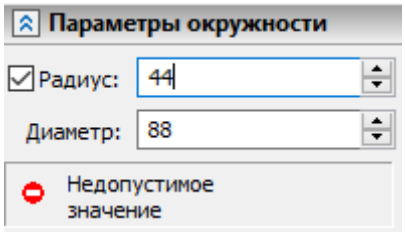


- Вводом с клавиатуры

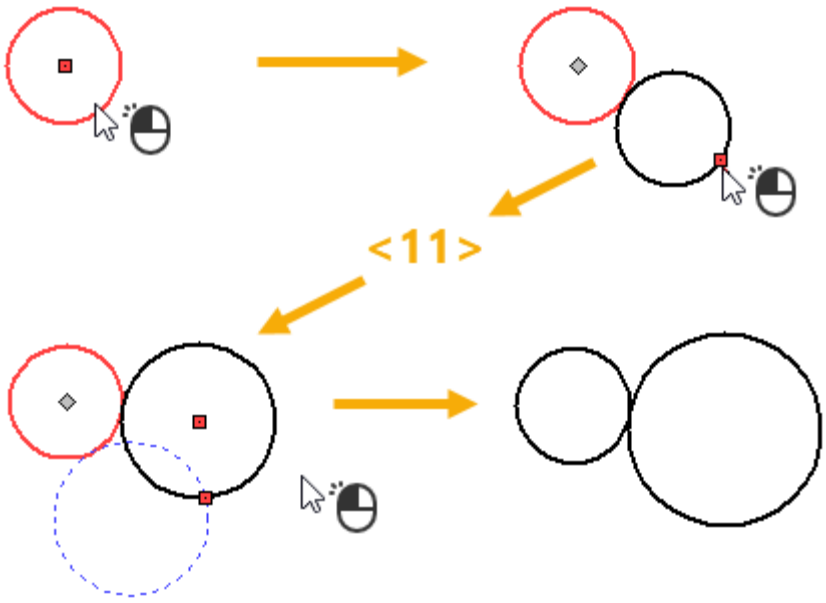
  Введите желаемое значение координаты **Радиуса** или **Диаметра** окружности с клавиатуры. При вводе значения с клавиатуры можно пользоваться горячими клавишами и флагом, отключающим зависимость значения от положения курсора.

  Если введённое значение позволяет построить единственный вариант касания, то достаточно

просто нажать <**Enter**> или в любом месте окна чертежа для подтверждения ввода.
Если введённое значение не позволяет построить окружность, касательную к исходной линии, в окне параметров появится надпись "**Недопустимое значение**" и подтверждение ввода будет недоступно. В таком случае необходимо ввести другое значение.



Если введённое значение позволяет построить более одного варианта касания, то в окне чертежа появятся предварительные изображения всех возможных вариантов. Вариант, выбранный в данный момент, отображается сплошной линией, другие - пунктирной линией. Выбранным считается вариант, ближайший к текущему положению курсора. Для смены выбора переместите курсор. После выбора желаемого варианта касания нажмите <**Enter**> или для подтверждения ввода.

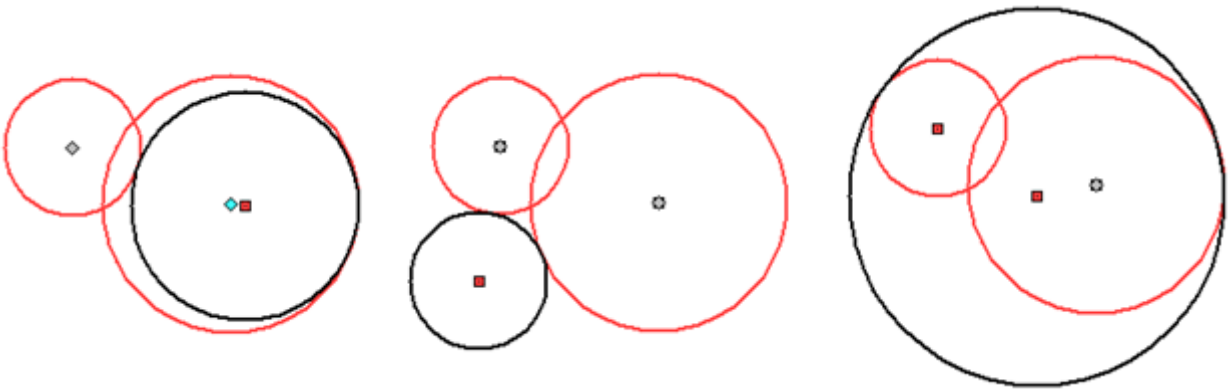


После подтверждения положения второй точки создание окружности будет завершено.

Окружность, касательная к двум элементам

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Окружность > Окружность касательная к 2-м элементам Рабочая плоскость > Эскиз > Окружность > Окружность касательная к 2-м элементам
Клавиатура	Текстовое меню
<**SK**>><**I**>	
Автоменю команды <**SK**> Эскиз	

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Окружность > Окружность касательная к 2-м элементам Рабочая плоскость > Эскиз > Окружность > Окружность касательная к 2-м элементам
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>><I>	
<I>	Окружность касательная к двум элементам



После вызова команды нужно с помощью последовательно выбрать две линии изображения, которых должна касаться создаваемая окружность. Выбранные линии подсветятся.

При выборе дуги касательная окружность строится к полной окружности или полному эллипсу, частью которых является выбранная дуга. В процессе построения такой касательной полная окружность или полный эллипс отображаются вспомогательной линией. Точка касания при этом может находиться за пределами выбранной дуги.

При выборе отрезка касательная окружность строится к бесконечной прямой, на которой лежит выбранный отрезок. В процессе построения такой касательной бесконечная прямая отображается вспомогательной линией. Точка касания при этом может находиться за пределами выбранного отрезка.

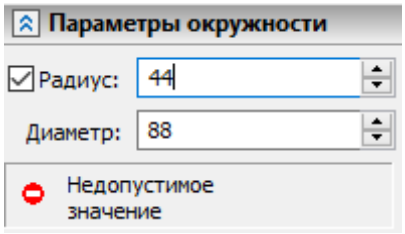
После выбора первой линии появляется предварительное изображение создаваемой окружности, проходящее через текущее положение курсора и динамически обновляемое в соответствии с перемещениями курсора. Окружность определяется положением трёх точек, через которые она проходит. Одна точка задаётся вручную пользователем, две другие (точки касания) определяются системой автоматически. Если обе выбранные линии является окружностями или дугами окружностей, то для каждой из них возможны два варианта касания, при которых создаваемая окружность проходит через текущее положение курсора. По умолчанию отображается вариант, при котором точки касания обеих окружностей находятся ближе к курсору. При необходимости можно последовательно переключаться между доступными вариантами касания, нажимая клавишу **<Z>** или **<Space>**.

После выбора двух линий установите желаемое положение точки, определяющей окружность. От этой точки зависит итоговый радиус/диаметр окружности. Положение точки может быть задано:

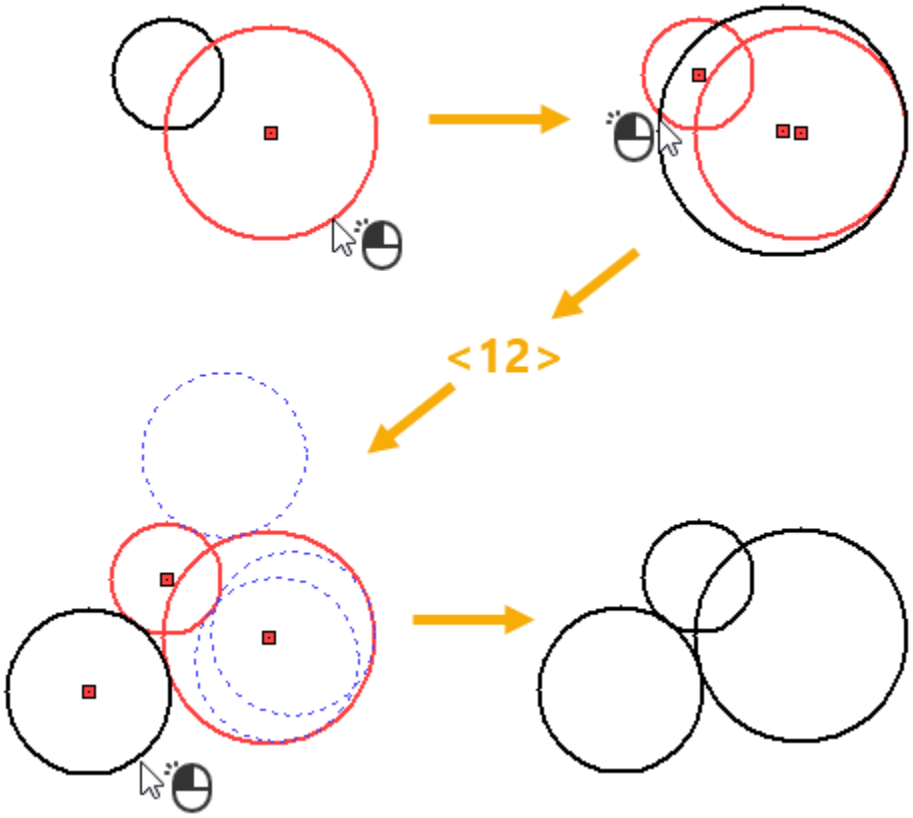
- Перемещением курсора мыши

  Просто переместите курсор в желаемое положение и нажмите или **<Enter>** для подтверждения ввода.

- Вводом с клавиатуры
  Введите желаемое значение координаты **Радиуса** или **Диаметра** окружности с клавиатуры. При вводе значения с клавиатуры можно пользоваться горячими клавишами и флагом, отключающим зависимость значения от положения курсора.
  Если введённое значение не позволяет построить окружность, касательную к исходным линиям, в окне параметров появится надпись "**Недопустимое значение**" и подтверждение ввода будет недоступно. В таком случае необходимо ввести другое значение.



  Если введённое значение позволяет построить построить окружность, касательную к исходным линиям, то может быть доступно несколько вариантов касания. В окне чертежа появятся предварительные изображения всех возможных вариантов. Вариант, выбранный в данный момент, отображается сплошной линией, другие - пунктирной линией. Выбранным считается вариант, ближайший к текущему положению курсора. Для смены выбора переместите курсор. После выбора желаемого варианта касания нажмите <**Enter**> или для подтверждения ввода.

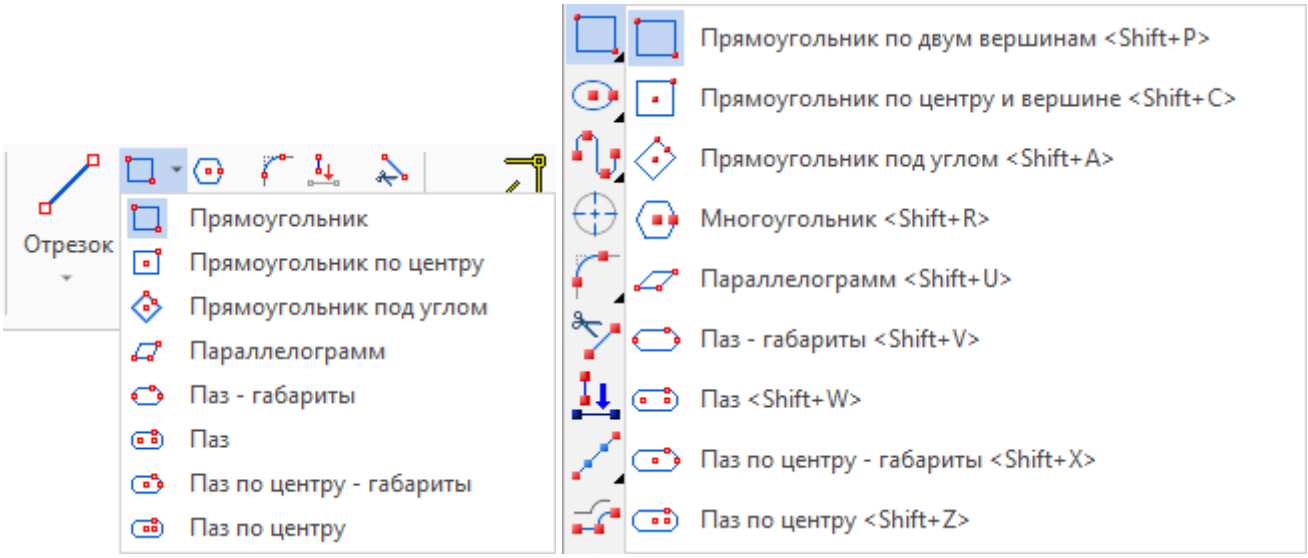


После подтверждения положения точки создание окружности будет завершено.

Прямоугольник

Различные опции создания прямоугольников как в ленте, так и в автоменю команды Эскиз, объединены в один выпадающий список, о чем свидетельствует наличие чёрного треугольника рядом с иконкой опции, отображаемой при свёрнутом списке. В этот же список входят опции

создания многоугольника, параллелограмма и пазов. О наличии выпадающего списка свидетельствует чёрный треугольник рядом с иконкой опции, отображаемой при свёрнутом списке. Чтобы развернуть список, нажмите треугольник в ленте или зажмите и удерживайте на иконке отображаемой опции в автоменю. При свёрнутом списке отображается иконка опции, использовавшейся в последний раз в текущем сеансе работы с CAD. При запущенной команде **Эскиз** любую опцию можно вызвать с клавиатуры, не разворачивая список.



Прямоугольник по двум вершинам

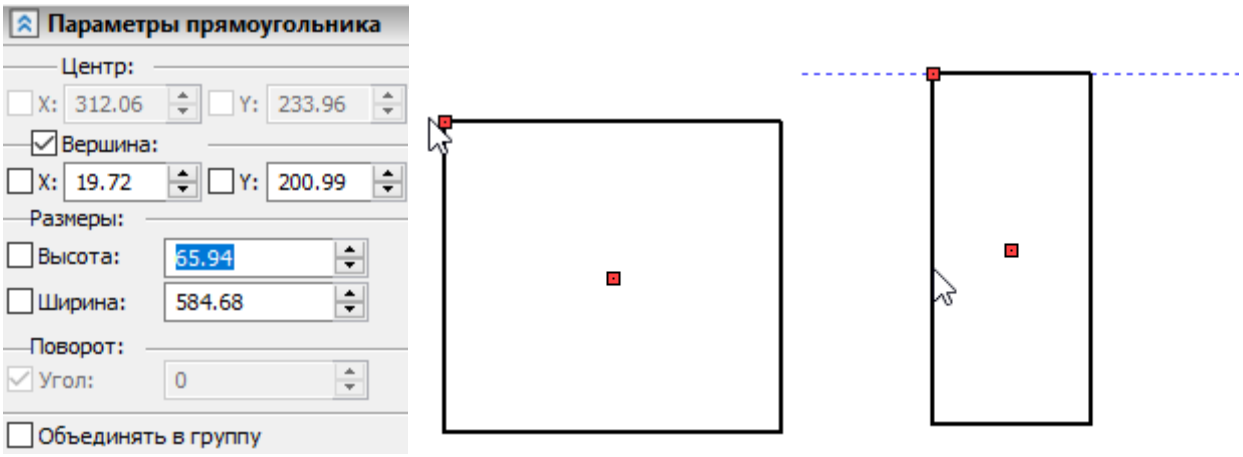
Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Прямоугольник > Прямоугольник Замечания > Замечания > Отрезок > Прямоугольник Рабочая плоскость > Эскиз > Прямоугольник > Прямоугольник
Клавиатура	Текстовое меню
<SK> **<Shift>+<P>**	
Автоменю команды **<SK>** Эскиз	
<Shift>+<P>	Прямоугольник по двум вершинам

Для построения прямоугольника достаточно задать расположение двух его противоположных углов. Точки можно задавать как произвольно, с помощью , так и вводя точные координаты в окне параметров. В нижней части окна параметров доступен флаг **Объединять в группу**. При его установке каждый созданный прямоугольник будет представлять собой отдельную группу линий изображения

Прямоугольник по центру и вершине

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Прямоугольник > Прямоугольник по центру Замечания > Замечания > Отрезок > Прямоугольник по центру Рабочая плоскость > Эскиз > Прямоугольник > Прямоугольник по центру
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>> **<Shift>+<C>**	
Автоменю команды **<SK>** Эскиз	
<Shift>+<C>	Прямоугольник по центру и вершине

Построение прямоугольника начинается с указания центральной точки. Положение точки можно задавать прямо в окне чертежа, с помощью , или вводя точные координаты в окне параметров. Затем необходимо указать положение остальных вершин прямоугольника. Это можно сделать, просто указав положение одной из вершин прямоугольника на чертеже с помощью . Можно также задать в окне параметров точные значения высоты и ширины прямоугольника, но в этом случае для завершения создания элемента необходимо после задания параметров выполнить «подтверждающее» нажатие в окне чертежа или нажать **<Enter>**. Можно также комбинировать эти два способа: ввести, например, в окне параметров только высоту, а ширину доопределить указанием точки на чертеже. До указания координат второй точки (вершины) и «подтверждения», параметры прямоугольника можно менять. В нижней части окна параметров доступен флаг **Объединять в группу**. При его установке каждый созданный прямоугольник будет представлять собой отдельную группу линий изображения

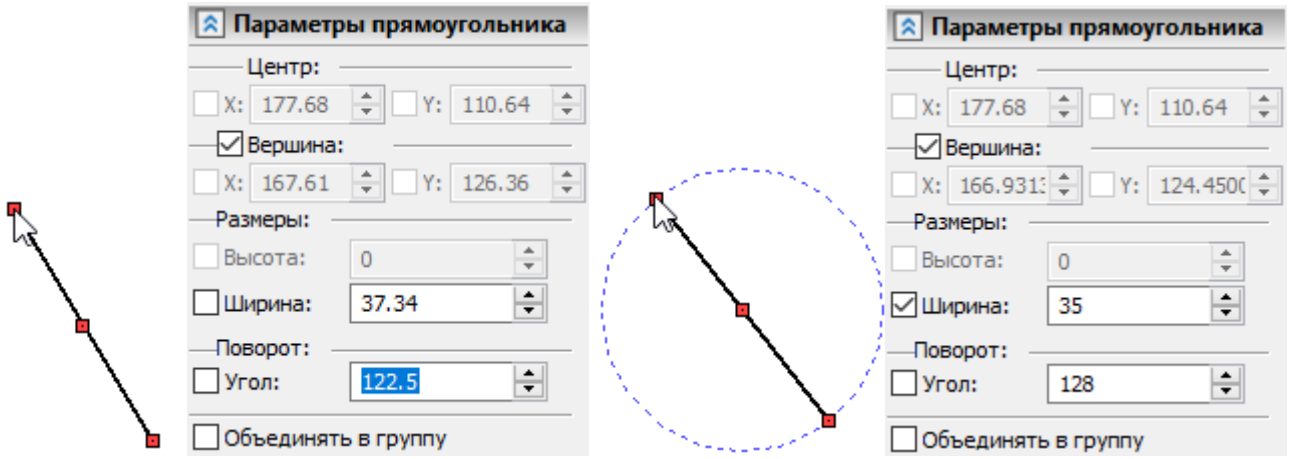


Прямоугольник под углом

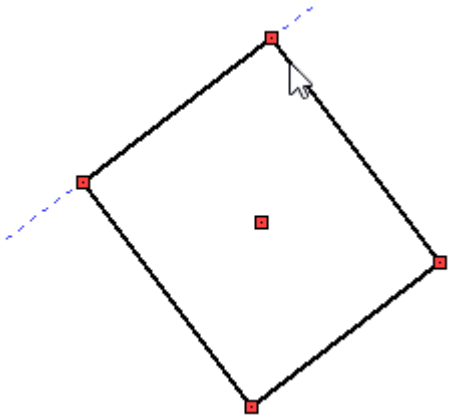
Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Прямоугольник > Прямоугольник под углом Замечания > Замечания > Отрезок > Прямоугольник под углом Рабочая плоскость > Эскиз > Прямоугольник > Прямоугольник под углом
Клавиатура	Текстовое меню
<SK> > <Shift> + <A>	
Автоменю команды <SK> Эскиз	
<Shift> + <A>	Прямоугольник под углом

Если требуется построить прямоугольник под определённым углом, то удобно пользоваться опцией **Прямоугольник под углом**.

Построение прямоугольника начинается с указания точки, которая будет являться его центром. Точку можно указать в окне параметров задав её координаты, либо с помощью . Далее на чертеже появляется динамическое изображение отрезка, центр которого лежит в выбранной точке. Данный отрезок задаёт значение ширины прямоугольника и угол наклона стороны. При помощи можно задать одновременно и угол и значение ширины, или воспользоваться окном параметров, задать точные значения этих параметров. Если задать значение ширины, то появиться изображение окружности, диаметр которой равен указанной ширине прямоугольника. По окружности будут перемещаться диаметрально расположенные точки, задающие положение стороны прямоугольника. Угол можно указать при помощи , или задать значение угла в окне параметров. Если задавать значения через меню, то их нужно «подтвердить» нажав в окне чертежа, или нажав <Enter>. В нижней части окна параметров доступен флаг **Объединять в группу**. При его установке каждый созданный прямоугольник будет представлять собой отдельную группу линий изображения



Заключительный шаг в построении прямоугольника – задать его высоту. Высоту можно задать через окно параметров или в поле чертежа нажав . Как и в предыдущих случаях если задавать значение высоты в окне параметров, то их нужно «подтвердить».



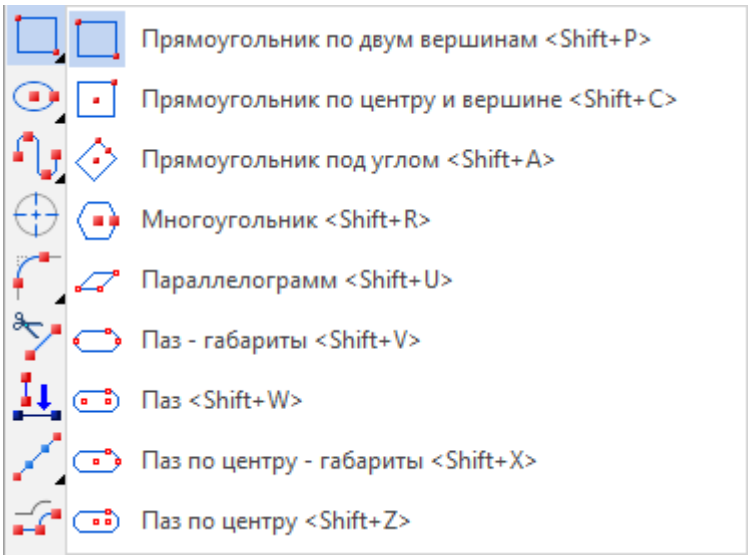
Многоугольник

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Многоугольник Замечания > Замечания > Отрезок > Многоугольник Рабочая плоскость > Эскиз > Многоугольник
Клавиатура	Текстовое меню
<SK> >> <Shift>+<R>	
Автоменю команды <SK> Эскиз	
<Shift>+<R>	Многоугольник

В отличие от ленты, в автоменю команды **Эскиз** опция создания многоугольника находится в том же выпадающем списке, что и опции создания прямоугольников, параллелограмма и пазов. О наличии выпадающего списка свидетельствует чёрный треугольник рядом с иконкой опции, отображаемой

при свёрнутом списке. Чтобы развернуть список, зажмите и удерживайте на иконке отображаемой опции. При свёрнутом списке отображается иконка опции, использовавшейся в последний раз в текущем сеансе работы с CAD. При запущенной команде Эскиз любую опцию можно вызвать с клавиатуры, не разворачивая список.

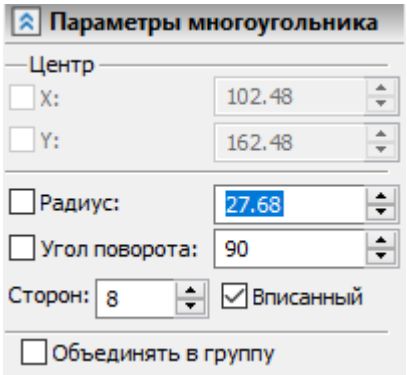


Первым действием при создании многоугольника является задание его центра. Положение точки можно указать как с помощью , так и задав точные координаты в окне параметров. В этом же окне можно задать количество сторон и вид окружности, задающей многоугольник (вписанный или описанный).

Минимально возможное количество сторон - 3.

Затем необходимо задать радиус задающей окружности и угол поворота многоугольника. Для этого можно с помощью указать вторую точку, которая будет являться вершиной вписанного многоугольника или серединой стороны описанного, или явно задать в окне параметров радиус и угол поворота многоугольника. При вводе значений параметров можно пользоваться горячими клавишами и флагами, фиксирующими значения.

В нижней части окна параметров доступен флаг **Объединять в группу**. При его установке каждый созданный многоугольник будет представлять собой отдельную группу линий изображения

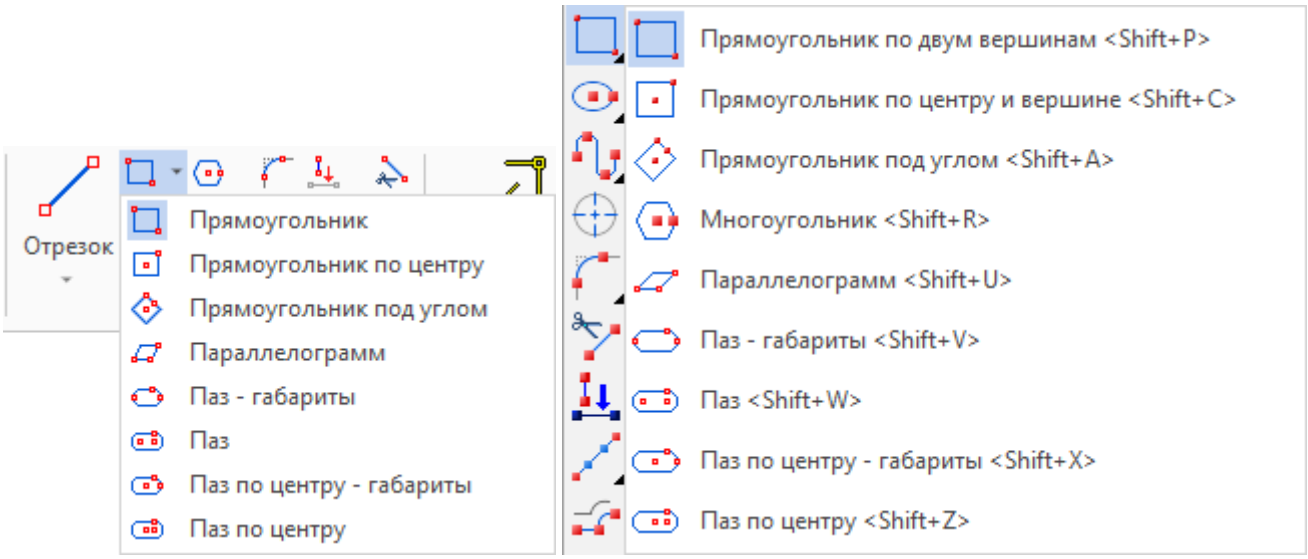


Параллелограмм

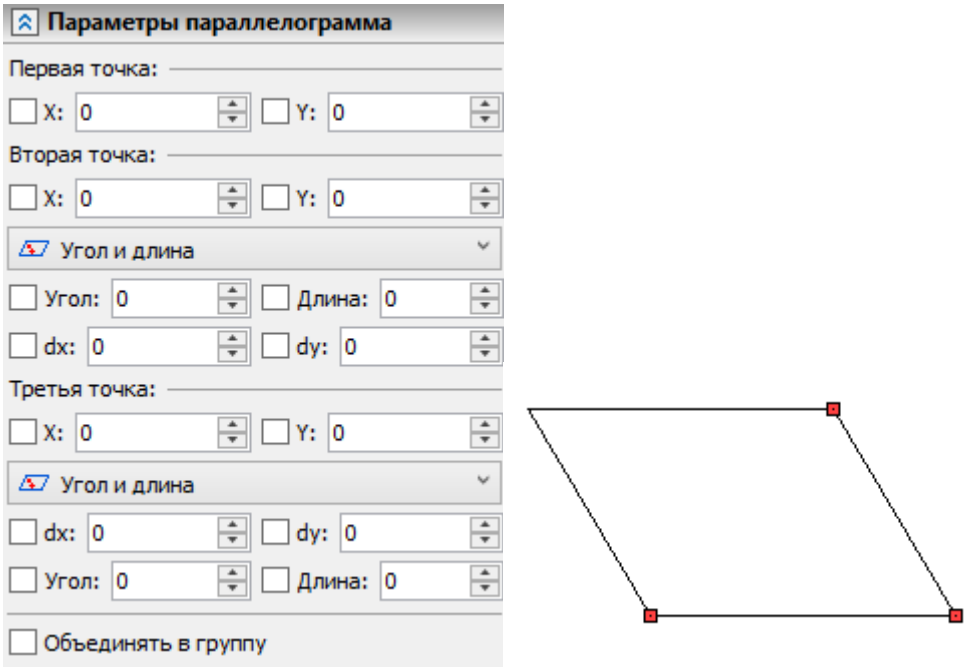
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Прямоугольник > Параллелограмм Замечания > Замечания > Отрезок > Параллелограмм Рабочая плоскость > Эскиз > Прямоугольник > Параллелограмм
Клавиатура	Текстовое меню
<SK> >> <Shift>+<U>	
Автоменю команды <SK> Эскиз	
<Shift>+<U>	Параллелограмм

Опция создания многоугольника как в ленте, так и в автоменю команды **Эскиз** находится в том же выпадающем списке, что и опции создания прямоугольников, многоугольника и пазов. О наличии выпадающего списка свидетельствует чёрный треугольник рядом с иконкой опции, отображаемой при свёрнутом списке. Чтобы развернуть список, нажмите треугольник ▾ в ленте или зажмите и удерживайте на иконке отображаемой опции в автоменю. При свёрнутом списке отображается иконка опции, использовавшейся в последний раз в текущем сеансе работы с CAD. При запущенной команде **Эскиз** любую опцию можно вызвать с клавиатуры, не разворачивая список.



Для построения параллелограмма необходимо задать длину и угол первого ребра, затем задать длину и угол других трёх рёбер. Точки можно задавать как произвольно, с помощью , так и вводя точные координаты в окне параметров.



Вторая и третья точки могут быть заданы одним из следующих способов (способ выбирается в окне параметров):

Смещение

Задается смещение следующей точки относительно предыдущей по осям координат.

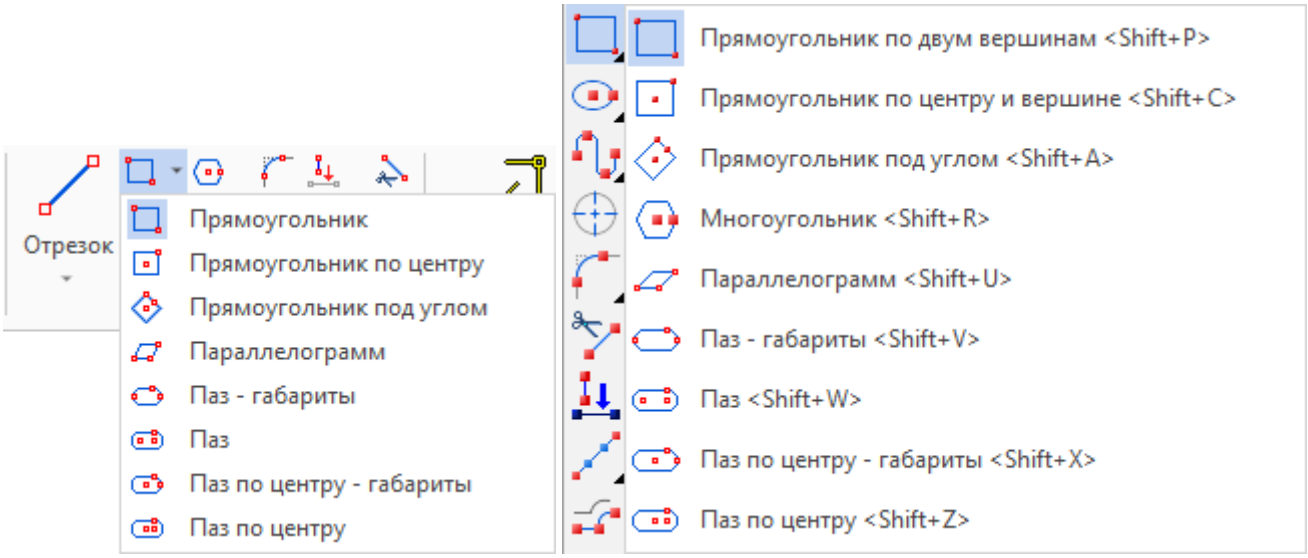
Угол и длина

Задается угол поворота нового ребра относительно предыдущего и длина нового ребра.

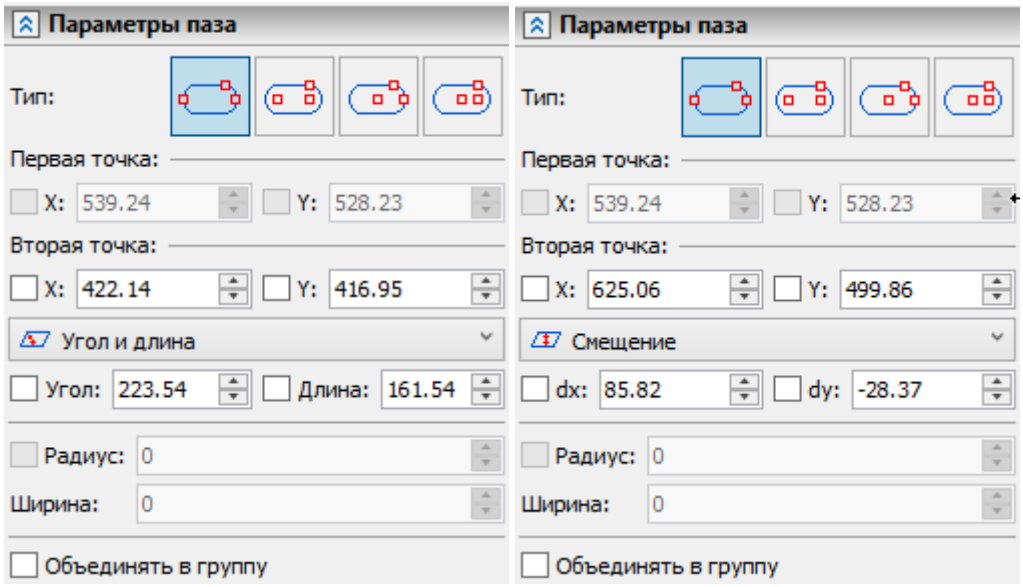
В нижней части окна параметров доступен флаг **Объединять в группу**. При его установке каждый созданный параллелограмм будет представлять собой отдельную группу линий изображения

Паз

Опции создания шпоночных пазов как в ленте, так и в автоменю команды Эскиз находятся в том же выпадающем списке, что и опции создания прямоугольников, многоугольника и параллелограмма. О наличии выпадающего списка свидетельствует чёрный треугольник рядом с иконкой опции, отображаемой при свёрнутом списке. Чтобы развернуть список, нажмите треугольник ▾ в ленте или зажмите и удерживайте на иконке отображаемой опции в автоменю. При свёрнутом списке отображается иконка опции, использовавшейся в последний раз в текущем сеансе работы с CAD. При запущенной команде Эскиз любую опцию можно вызвать с клавиатуры, не разворачивая список.



Кроме того, после вызова любой из опций создания пазов можно переключаться между типами паза с помощью кнопок, расположенных в окне параметров.



Ниже в окне параметров отображаются параметры паза.

Все 4 вида пазов имеют одинаковый набор параметров.

Для создания паза необходимо сначала задать первую точку. Сделать это можно либо в абсолютных координатах, либо привязав узел к любому объекту.

Вторую точку можно задать большим количеством способов. Аналогично первой точке, вторую можно привязать к какому-либо объекту или задать координаты. Дополнительно в выпадающем списке можно выбрать вариант построения: **Смещение** или **Угол и длина**.

При выборе варианта **Смещение** необходимо задать смещения dx и dy относительно первой точки.

Угол и длина позволяют задать **Угол** поворота осевой линии и её **Длину**, т.е. расстояние между первой и второй точкой.

После того, как точки были заданы, становится доступен выбора **Ширины** паза и **Радиуса** окружностей.

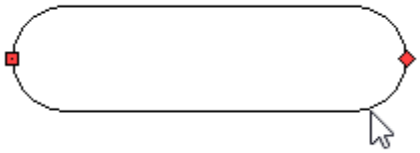
При вводе параметров можно пользоваться горячими клавишами и флагами, фиксирующими значения.

В нижней части окна параметров доступен флаг **Объединять в группу**. При его установке каждый созданный паз будет представлять собой отдельную группу линий изображения

Паз - габариты

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Прямоугольник > Паз - габариты Замечания > Замечания > Отрезок > Паз - габариты Рабочая плоскость > Эскиз > Прямоугольник > Паз - габариты
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>> <Shift>+<V>	
Автоменю команды <SK> Эскиз	
<Shift>+<V>	Паз - габариты

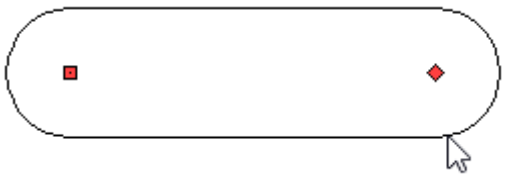
При построении паза таким способом первая и вторая точка будут является габаритным размерам длины паза.



Паз

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Прямоугольник > Паз Замечания > Замечания > Отрезок > Паз Рабочая плоскость > Эскиз > Прямоугольник > Паз
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>> <Shift>+<W>	
Автоменю команды <SK> Эскиз	
<Shift>+<W>	Паз

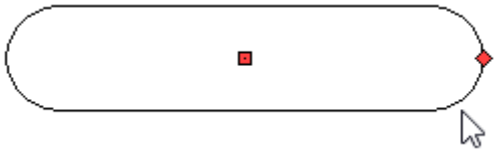
Первая и вторая точка паза такого типа являются центрами окружностей паза.



Паз по центру - габариты

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Прямоугольник > Паз по центру - габариты Замечания > Замечания > Отрезок > Паз по центру - габариты Рабочая плоскость > Эскиз > Прямоугольник > Паз по центру - габариты
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>> <Shift>+<X>	
Автоменю команды <SK> Эскиз	
<Shift>+<X>	Паз по центру - габариты

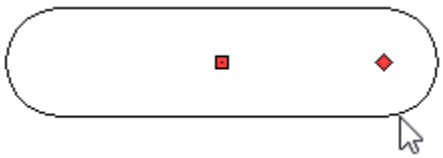
В этом случае первая точка является центром паза, а вторая - задает габариты длины паза.



Паз по центру

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Прямоугольник > Паз по центру Рабочая плоскость > Эскиз > Прямоугольник > Паз по центру
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>> <Shift>+<Z>	
Автоменю команды <SK> Эскиз	
<Shift>+<Z>	Паз по центру

Аналогично предыдущему варианту, первая точка является центром паза, при этом вторая точка - центром окружности.



Эллипс и дуга эллипса

Опции создания эллипсов и дуги эллипса как в ленте, так и в автоменю команды Эскиз, объединены в один выпадающий список, о чем свидетельствует наличие чёрного треугольника рядом с иконкой опции, отображаемой при свёрнутом списке. Чтобы развернуть список, нажмите треугольник в ленте или зажмите и удерживайте на иконке отображаемой опции в автоменю. При свёрнутом списке отображается иконка опции, использовавшейся в последний раз в текущем сеансе работы с CAD. При запущенной команде Эскиз любую опцию можно вызвать с клавиатуры, не разворачивая список.

Эллипс по центру и точке

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Эллипс > Эллипс Замечания > Замечания > Отрезок > Эллипс Рабочая плоскость > Эскиз > Эллипс > Эллипс
Клавиатура	Текстовое меню
<SK> > <Ctrl>+<T>	
Автоменю команды <SK> Эскиз	
<Ctrl>+<T>	Эллипс по центру и точке

Данная опция позволяет построить эллипс, задав последовательно его центр, точку, задающую длину одной полуоси эллипса, и величину второй полуоси (радиус или диаметр).

Как и для других элементов эскиза, задавать положение точек можно простым нажатием в поле чертежа или точными значениями в окне параметров.

Эллипс через две точки

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Эллипс > Эллипс через точки Рабочая плоскость > Эскиз > Эллипс > Эллипс через точки
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>> <Ctrl>+<U>	
Автоменю команды <SK> Эскиз	
<Ctrl>+<U>	Эллипс через две точки

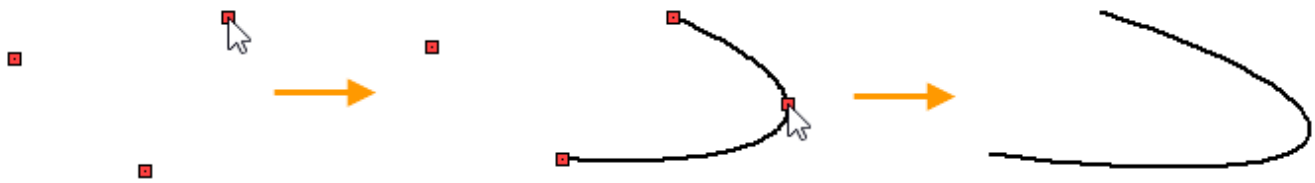
Опция позволяет создавать эллипс, указав последовательно две точки - концы одной из его осей, а затем задав величину второй полуоси (радиус или диаметр).

Дуга эллипса

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Эллипс > Дуга эллипса Рабочая плоскость > Эскиз > Эллипс > Дуга эллипса
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>> <Ctrl>+<M>	
Автоменю команды <SK> Эскиз	
<Ctrl>+<M>	Дуга эллипса

После вызова опции необходимо указать четыре точки: центр эллипса, начальную точку дуги, конечную точку дуги и дополнительную точку на дуге эллипса, определяющую его положение.

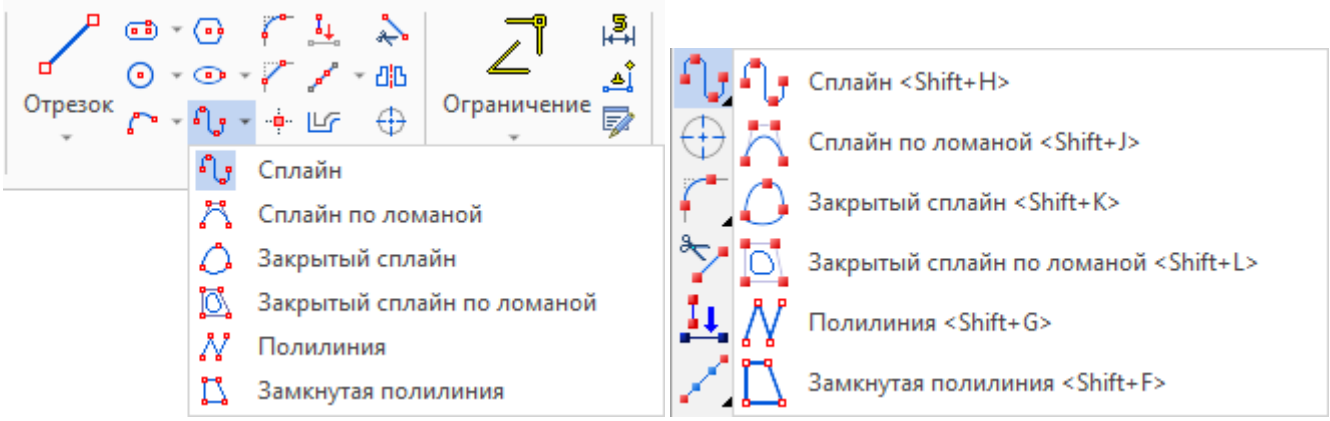
Положение точек можно задавать произвольно, с помощью , или точно, используя окно параметров.



После задания центра и граничных точек на экране появится дуга эллипса, динамически перемещаемая за курсором. Курсор определяет положение дополнительной точки дуги. Если динамическая дуга не появляется, значит, при таком положении точки построить дугу будет невозможно. Координаты точки можно задать и в окне параметров. В специальном поле окна параметров при попытке задать недопустимые значения координат точки выводится предупреждение.

Сплайн и полилиния

Типы сплайнов как в автоменю так и в **Ленте** объединены в отдельную группу. Развернуть группу в автоменю можно, нажав и удерживая на опции отображаемого типа, а в ленте - нажатием на треугольнике справа от опции отображаемого типа. По умолчанию при свёрнутой группе отображается опция создания обычного сплайна, в дальнейшем - опция, использовавшаяся последний раз в данном сеансе работы с CAD. При запущенной команде Эскиз любую опцию можно вызвать с клавиатуры, не разворачивая список.



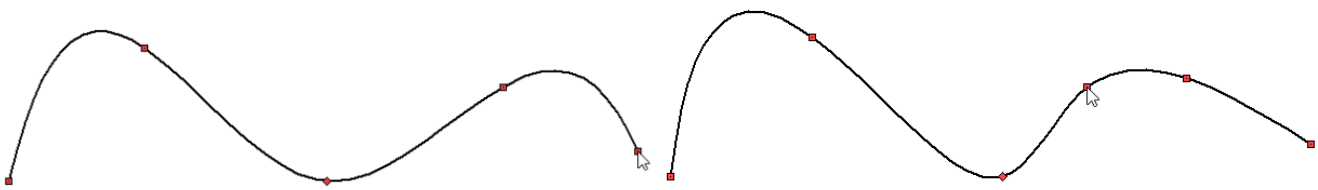
Кроме того, после вызова любой из команд создания сплайна можно переключаться между типами сплайна с помощью кнопок, расположенных в окне параметров.

Типы сплайнов

Доступны следующие типы сплайнов:

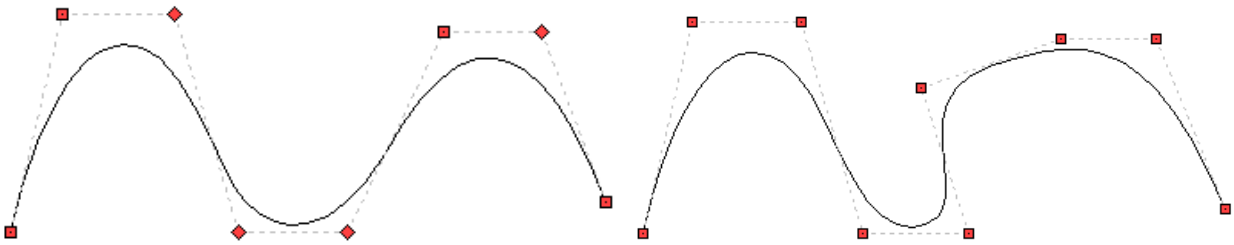
Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Сплайн > Сплайн Замечания > Замечания > Отрезок > Сплайн Рабочая плоскость > Эскиз > Сплайн > Сплайн
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>> **<Shift>+<H>**	
Автоменю команды **<SK>** Эскиз	
<Shift>+<H>	Сплайн

Сплайн проходит через заданные характерные точки.



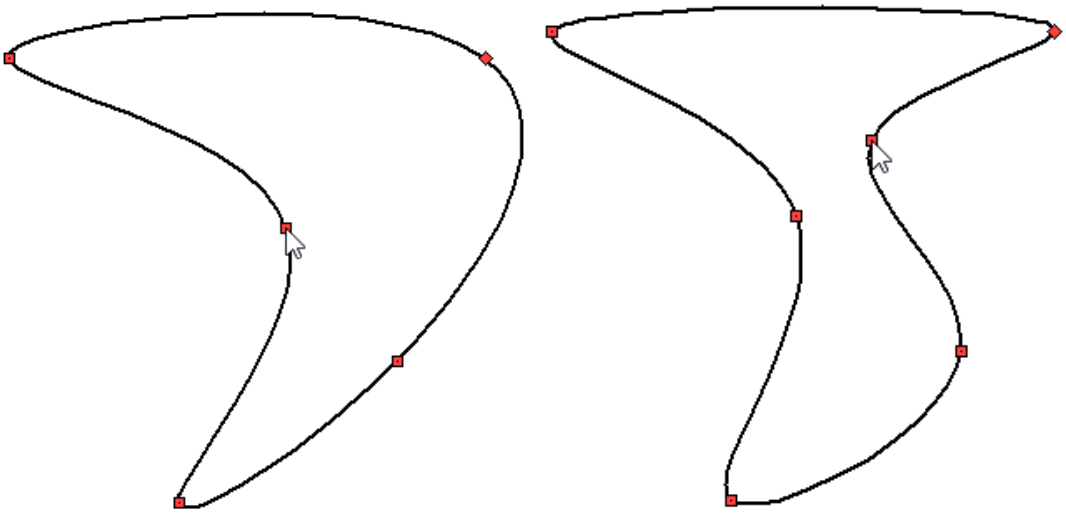
Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Сплайн > Сплайн по ломанной Рабочая плоскость > Эскиз > Сплайн > Сплайн по ломанной
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>> <Shift>+<J>	
Автоменю команды <SK> Эскиз	
<Shift>+<J>	Сплайн по ломанной

По точкам строится ломаная линия, по которой, в свою очередь, строится сплайн (NURBS).



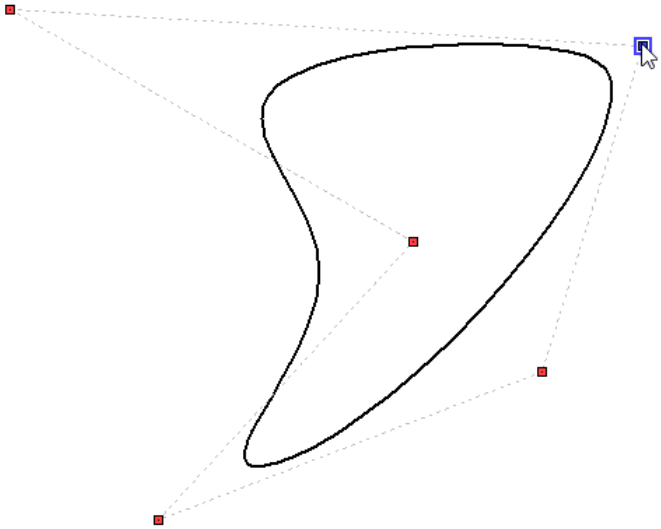
Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Сплайн > Закрытый сплайн Рабочая плоскость > Эскиз > Сплайн > Закрытый сплайн
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>> <Shift>+<K>	
Автоменю команды <SK> Эскиз	
<Shift>+<K>	Закрытый сплайн

Замкнутый сплайн, проходящий через заданные точки.



Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Сплайн > Закрытый сплайн по ломанной Рабочая плоскость > Эскиз > Сплайн > Закрытый сплайн по ломанной
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>> <Shift>+<L>	
Автоменю команды <SK> Эскиз	
<Shift>+<L>	Закрытый сплайн по ломанной

Замкнутый сплайн (Closed NURBS), построенный по ломаной линии заданной характерными точками.

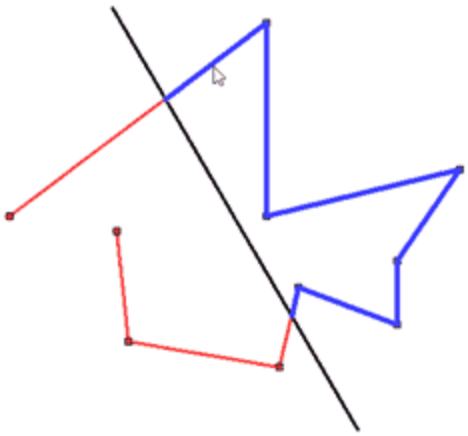


Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Сплайн > Полилиния Рабочая плоскость > Эскиз > Сплайн > Полилиния
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>> <Shift>+<G>	
Автоменю команды <SK> Эскиз	
<Shift>+<G>	Полилиния

Сплайн первой степени.

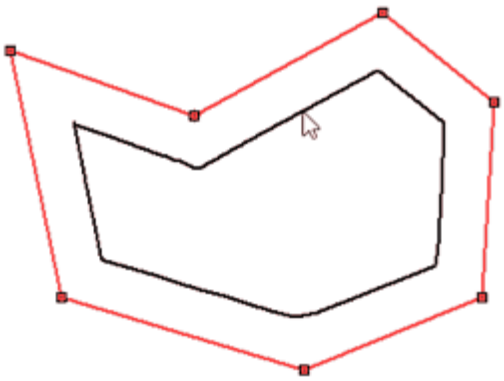
Визуально при построении полилинии мы получаем последовательные отрезки. Однако взаимосвязь этих отрезков несколько иная, чем если бы мы чертили отрезки в связном режиме эскизирования или отрезки были параметрическими (с ограничением). В отличие от указанных вариантов ломаная полилиния является единым объектом.

Например, части полилинии нельзя скруглить между собой, а при отрезке удаляемая часть будет состоять из множества отрезков. От полилинии можно построить кривую смещения.



Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Сплайн > Замкнутая полилиния Рабочая плоскость > Эскиз > Сплайн > Замкнутая полилиния
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>> <Shift>+<F>	
Автоменю команды <SK> Эскиз	
<Shift>+<F>	Замкнутая полилиния

Замкнутый сплайн первой степени.



В процессе создания и редактирования сплайна в любой момент можно изменить его тип.

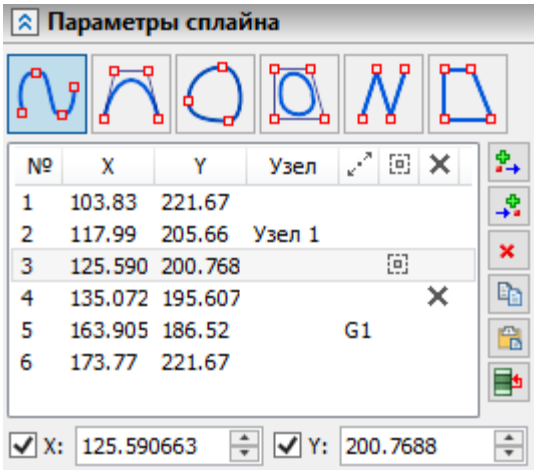
Функционал команды создания сплайнов в линиях построения и в эскизе практически идентичен. Но есть незначительные отличия.

- Объектные привязки не работают с характерными точками сплайна построения.
- К сплайну построения можно привязать узел, указав ему относительное смещение по сплайну.
- Диалог параметров сплайна построения отличается от диалога параметров сплайна эскиза.

Создание сплайна

Выберите один из вышеперечисленных типов сплайна. Далее при помощи указывайте положение характерных точек. Положение точек можно определять, используя объектные привязки. Кроме того, в окне параметров можно вводить точные координаты каждой точки. После задания первой (для замкнутых сплайнов - второй) точки на экране появится динамически обновляемое предварительное изображение сплайна. Последняя точка сплайна следует за курсором и предварительное изображение меняется в соответствии с её положением. При создании сплайна по ломаной, кроме изображения кривой появится также и изображение ломаной.

Координаты и другие параметры заданных характерных точек, а также геометрические параметры сплайна в целом, отображаются в окне параметров (см. Геометрические параметры 2D сплайна).
Задайте характерные точки, их параметры и параметры сплайна в целом, после чего закончите создание сплайна с помощью опции (<**Ctrl**> + <**Enter**>) или двойного нажатия .



Непрерывный ввод кривой

В команде **Сплайн** поддерживается непрерывный ввод кривой при удержании в нажатом состоянии, т.е. реализована возможность рисования сплайном.

Точки сплайна в таком случае добавляются автоматически, в соответствии с текущим масштабом изображения на экране. Точность генерации сплайна по движению курсора задаётся в установках системы (**Установки > Привязки > Точность аппроксимации сплайнов (пиксели)**). Точность задаётся в пикселях, т.е. зависит от текущего масштаба изображения в рабочем окне.

Опции автоменю

Изначально после вызова любой из команд создания сплайнов эскиза доступен полный набор опций команды **Эскиз**.

После задания двух характерных точек набор опций сменяется на следующий:

<Ctrl>+<Enter> Закончить задание сплайна

Завершает создание текущего сплайна и переходит к созданию следующего.

<P> Задать параметры элемента

Вызывает диалог параметров сплайна.

<Esc> Отменить выбор всех элементов

Нажатие или активация данной опции вызывают диалоговое окно **Действие по правой кнопке мыши**, если опция **Больше не задавать этот вопрос** не была применена ранее в текущем сеансе. При выборе опции **Продолжить операцию** в данном диалоге добавление характерных точек в конец сплайна прекращается, но вы всё ещё можете добавлять промежуточные точки, нажимая в желаемом месте на сплайне, или редактировать параметры сплайна. Для продолжения добавления точек в конец сплайна выберите последнюю точку в списке, отображаемом в окне параметров, и нажмите кнопку **Добавить элемент после текущего.**

См. также

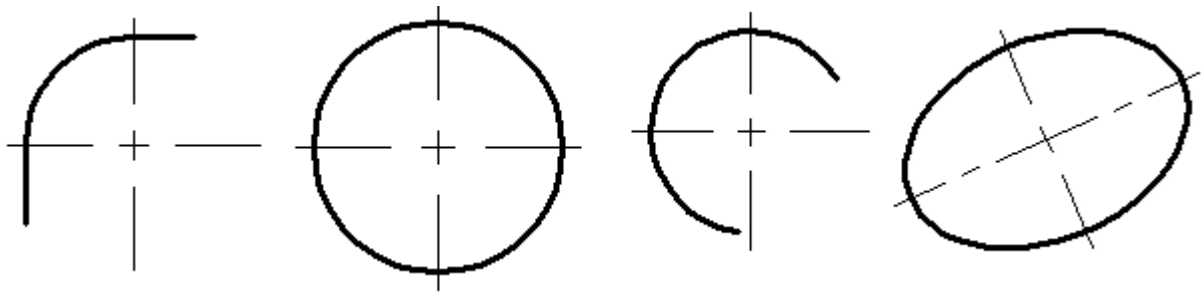
- Анализ 2D сплайнов
- Общие сведения о 2D сплайнах
- Элементы управления точками 2D сплайна
- Геометрические параметры 2D сплайна
- Параметры линии изображения
- Редактирование сплайнов
- Действие по правой кнопке мыши
- Сплайн по 3D точкам

Осевые линии

Для того чтобы построить осевые линии для таких элементов как дуга, окружность и эллипс, необходимо выбрать соответствующую команду.

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Осевые Рабочая плоскость > Эскиз > Осевые
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>> **<Ctrl>+<Q>**	
Автоменю команды **<SK>** Эскиз	
<Ctrl>+<Q>	Точка

После этого достаточно выбрать на чертеже с помощью любую из указанных линий, и осевые создадутся автоматически.

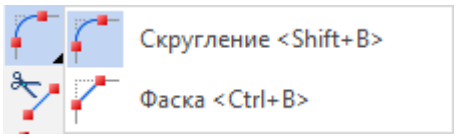


Если линия, для которой была построена осевая, редактировалась, то осевые линии, созданные данной командой, автоматически не перестроятся, их нужно будет также корректировать или создать заново вручную.

Для создания других типов осей (например, оси между двумя линиями) следует воспользоваться командой **Оси**, предоставляющей более широкие возможности.

Фаска и скругление

В отличие от ленты, в автоменю команды **Эскиз** опции создания фасок и скруглений объединены в один выпадающий список. О наличии выпадающего списка свидетельствует чёрный треугольник рядом с иконкой опции, отображаемой при свёрнутом списке. Чтобы развернуть список, зажмите и удерживайте на иконке отображаемой опции. При свёрнутом списке отображается иконка опции, использовавшейся в последний раз в текущем сеансе работы с CAD. При запущенной команде **Эскиз** любую опцию можно вызвать с клавиатуры, не разворачивая список.

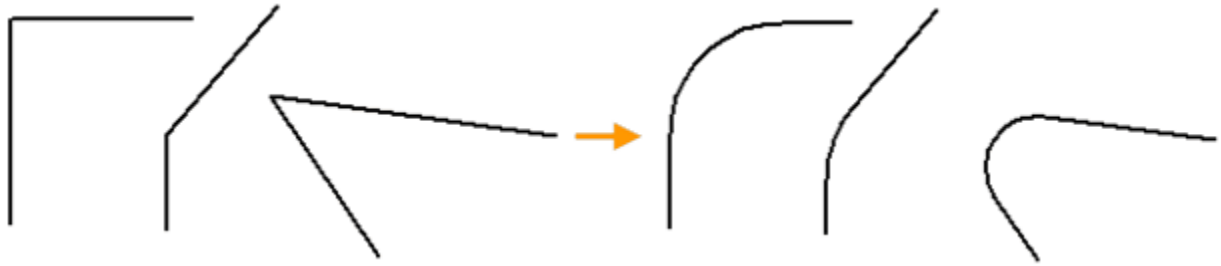


При построении фасок и скруглений происходит модификация существующих линий изображения и образование новых. Построение фасок и скруглений требует в выбора двух линий, и указания параметров фаски или скругления. Фаску можно построить только для прямых пересекающихся линий. Скругление можно построить для любых линий.

Скругление

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Скругление Рабочая плоскость > Эскиз > Скругление
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>> <Shift>+<B>	
Автоменю команды <SK> Эскиз	
<Shift>+<B>	Скругление

Скруглить можно любой угол: прямой, тупой, острый.



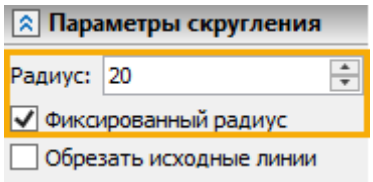
Также, командой можно создавать касательные дуги заданного радиуса между линиями эскиза, которые не пересекаются, в том числе между параллельными линиями. Доступны следующие способы создания скруглений:

- Скругление заданного пользователем радиуса
- Скругление единственно возможного радиуса
- Скругление автоматически подбираемого радиуса

Также в команде доступна опция обрезки исходных линий.

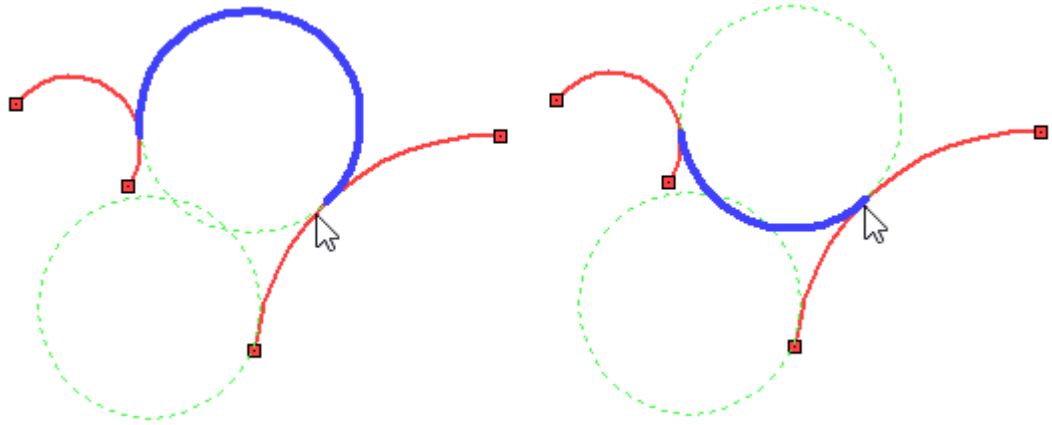
Скругление заданного пользователем радиуса

По умолчанию в окне параметров команды установлен флаг **Фиксированный радиус**.

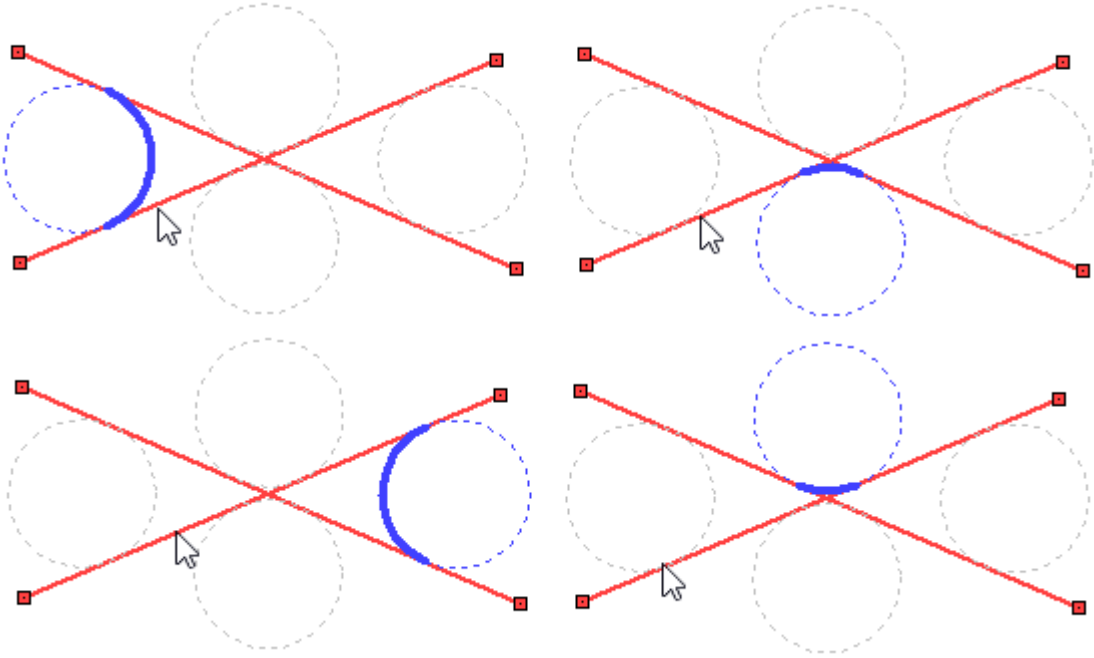


В таком случае сначала необходимо ввести желаемое значение в поле **Радиус**. Далее следует выбрать первую линию, наведя на неё курсор и нажав или <**Enter**>, затем навести курсор на вторую. Автоматически будут определены все варианты положения касательных окружностей указанного радиуса, которые можно построить между выбранными линиями. Эти окружности отображаются тонкими пунктирными линиями. Исходные линии подсвечиваются красным. Скругление можно построить по любой из показанных окружностей. При этом для каждой окружности возможно по два варианта прохождения дуги скругления - по одну и по другую сторону от точек касания. Однако, система автоматически отвергает часть вариантов, как неприемлемые (например, варианты, приводящие к образованию петель). Окружность, для которой доступны оба возможных варианта

скругления, подсвечивается зелёным. Окружность, для которой доступен только один из возможных вариантов скругления подсвечивается серым, если текущий вариант не проходит по ней, или синим в противоположном случае. Предварительное изображение текущего варианта скругления отображается утолщённой синей линией. Первый предложенный вариант скругления зависит от положения курсора при выборе линии. Для смены варианта прохождения дуги скругления по текущей окружности нажмите **<R>**.



Для смены касательной окружности нажмите **<Z>**.



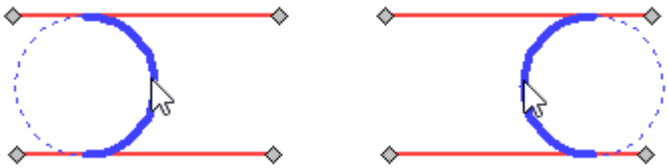
Предлагаемые варианты скругления также могут переключаться автоматически при перемещении курсора: система выбирает из всех возможных вариантов тот, при котором дуга скругления проходит ближе всего к текущему положению курсора.

После того, как выбран желаемый вариант скругления, нажмите или **<Enter>** для его построения.

Скругление единственно возможного радиуса

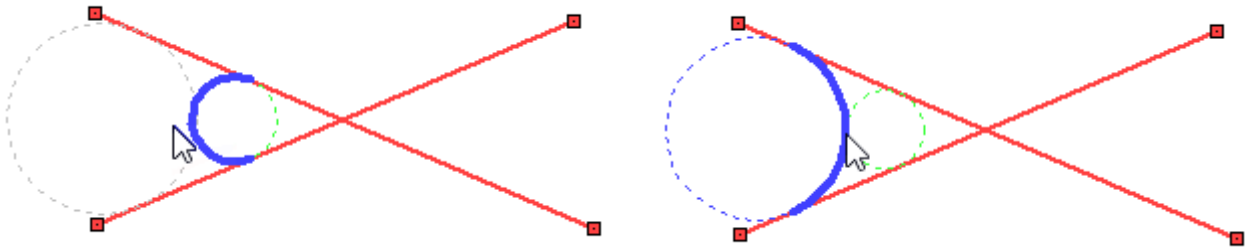
Если флаг **Фиксированный радиус** установлен, но ни одна касательная окружность указанного в окне параметров радиуса не может быть построена для указанных линий, то при наведении курсора на вторую линию предварительное изображение скругления не появится. Если затем попытаться

построить скругление нажатием или **<Enter>** то результат зависит от того, являются ли указанные линии параллельными друг другу. Для непараллельных линий команда выдаст сообщение: "**Данным радиусом скругление выполнить невозможно**" и выбор линий будет сброшен. Для параллельных линий система проигнорирует указанное значение радиуса, независимо от состояния флага **Фиксированный радиус**, и за курсором начнёт следовать предварительное изображение скругления единственно возможного в данном случае радиуса, равного половине расстояния между указанными линиями. Поле **Радиус** в окне параметров при этом недоступно для редактирования и отображает автоматически подобранное значение. Дуга скругления проходит через текущее положение курсора. Далее необходимо, перемещая курсор, указать желаемое положение дуги. Для смены направления дуги на противоположное можно использовать клавишу **<Z>**. Направление дуги также может меняться автоматически при перемещении курсора. После того, как указано желаемое положение скругления, нажмите или **<Enter>** для его построения.

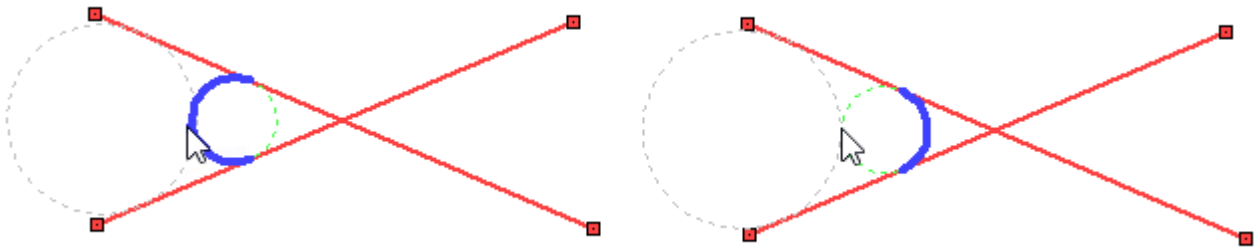


Скругление автоматически подбираемого радиуса

Если флаг **Фиксированный радиус** снят, то необходимо последовательно выбрать две линии, наведя на них курсор и нажав или **<Enter>**. После выбора второй линии появится динамически изменяющееся предварительное изображение скругления, следующее за курсором. Система автоматически подбирает радиус касательной окружности таким образом, чтобы дуга скругления проходила через текущее положение курсора. При этом для одного и того же положения курсора могут быть возможны два варианта касательных окружностей разных радиусов. Для смены касательной окружности нажмите **<Z>**.



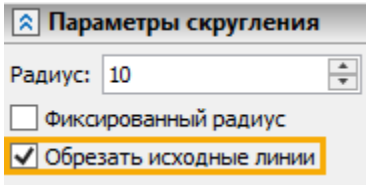
Для смены варианта прохождения дуги скругления по текущей окружности нажмите **<R>**



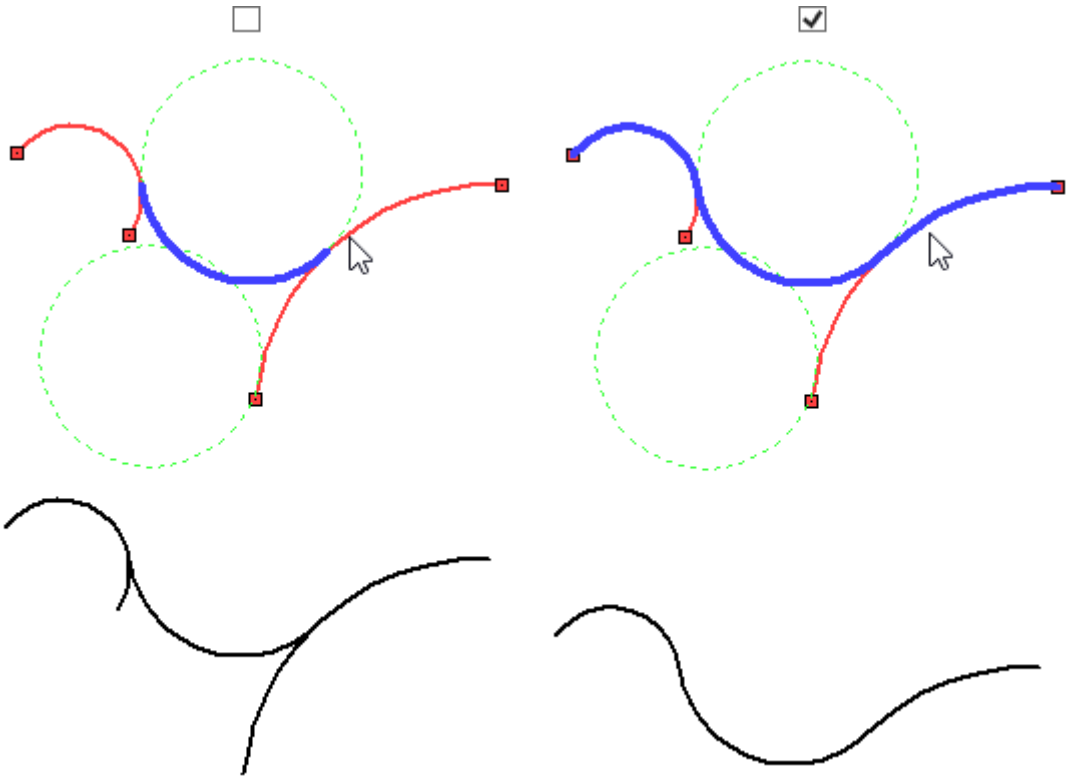
Поле **Радиус** в окне параметров отображает автоматическое подобранное значение. При этом оно доступно для редактирования, так что в любой момент можно ввести желаемое значение. После ввода значения команда переключится в режим построения скругления с фиксированным радиусом. Установите желаемый вариант скругления и нажмите или **<Enter>** для его построения.

Обрезка исходных линий

По умолчанию в окне параметров установлен флаг **Обрезать исходные линии**.



В таком случае исходные линии будут обрезаны в точках касания при создании скругления. Если флаг снят, то исходные линии останутся без изменений. От этой опции также зависит вид предварительного изображения: при отключенной обрезке толстой синей линией выделяется только создаваемая дуга, при включенной - также выделяются сохраняемые после обрезки участки исходных линий.

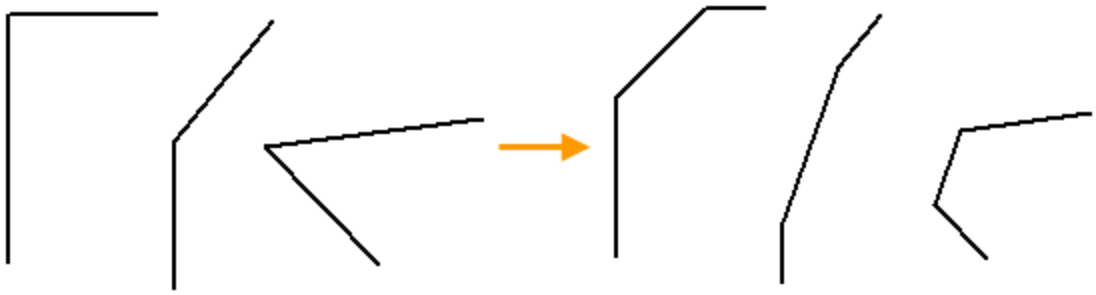


После построения скругления полученная линия будет представлять собой дугу. Изменить радиус скругления можно будет только при помощи параметров доступных для дуги.

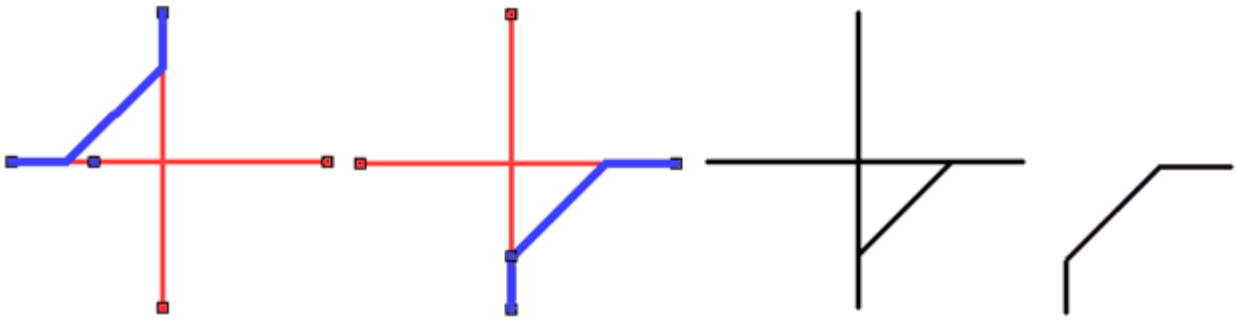
Фаска

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Фаска Рабочая плоскость > Эскиз > Фаска
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>> <Ctrl>+<B>	
Автоменю команды <SK> Эскиз	
<Ctrl>+<B>	Фаска

Фаску можно построить между отрезками, пересекающимися под любым углом.



Когда пересечение отрезков находится не в точке их начала или окончания, существует четыре варианта построения фаски. Для выбора нужного варианта построения фаски необходимо выделять отрезки в месте, где планируется построить фаску. Линии, выходящие за фаску, можно обрезать или не обрезать, в зависимости от состояния флага **Обрезать исходные линии** в окне параметров команды (по умолчанию обрезка выступающих линий активна).



Если линии не пересекаются или размер фаски слишком велик для выбранных отрезков, то фаску построить невозможно и на экран будет выведено предупреждение.

После создания фаски линия будет представлять собой отрезок. При редактировании линии фаски будут доступны только параметры отрезка.

В команде построения фаски доступно три варианта определения геометрии:

Симметричная фаска

Фаска по смещениям

Фаска по углу и смещению

Для выбора нужного типа фаски необходимо в окне параметров нажать на одну из трёх пиктограмм. По умолчанию выбрана симметричная фаска. Выбранный тип фаски меняет геометрические параметры, которые необходимо указать для её построения.

Модификация линий эскиза

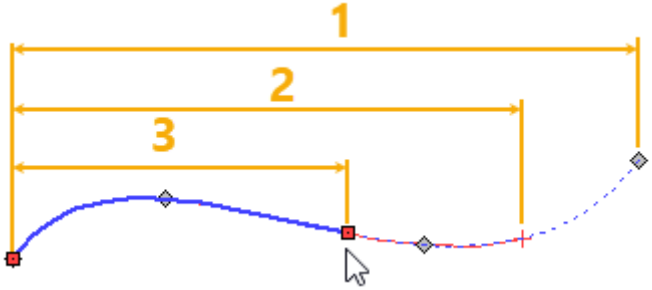
Удлинить/Укоротить

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Удлинить/Укоротить Рабочая плоскость > Эскиз > Удлинить/Укоротить
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>> <Ctrl>+<I>	
Автоменю команды <SK> Эскиз	
<Ctrl>+<I>	Удлинить/Укоротить линию изображения

Команда изменяет длину линии, сохраняя исходную траекторию.

После вызова команды нужно выбрать при помощи **незамкнутую** линию изображения, которую необходимо удлинить или укоротить. Выбранный элемент и его крайние точки будут подсвечены красным. Если выбрана дуга или сплайн, возможная траектория удлинения будет показана синей штриховой линией. Для дуги окружности возможной траекторией удлинения является совпадающая с ней полная окружность, для дуги эллипса - эллипс. Укорачивание сплайна устанавливает отрицательное значение **Удлинения в начале** или **Удлинения в конце** в параметрах сплайна. При этом все данные об исходной конфигурации сплайна сохраняются, и исходная конфигурация используется в качестве траектории последующего удлинения. Если значение удлинения в редактируемой крайней точке сплайна больше либо равно нулю, то сплайн можно будет только укоротить, т.к. траектория сплайна за крайней точкой не определена.

Поверх исходной конфигурации выбранного элемента сплошной синей линией будет показано предварительное изображение результата операции. Крайняя точка исходного элемента, находившаяся вдали от курсора при выборе элемента, сохраняет своё положение и для результирующего элемента, тогда как точка, находившаяся вблизи курсора, начинает следовать за курсором, определяя конец результирующего элемента. При наведении курсора на линию, пересекающуюся с исходной, конечная точка результирующего элемента привязывается к точке пересечения. Перемещая мышь, установите желаемое положение конечной точки и нажмите для завершения операции.



1 - Возможная траектория удлинения сплайна

2 - Конфигурация сплайна на момент вызова текущей команды

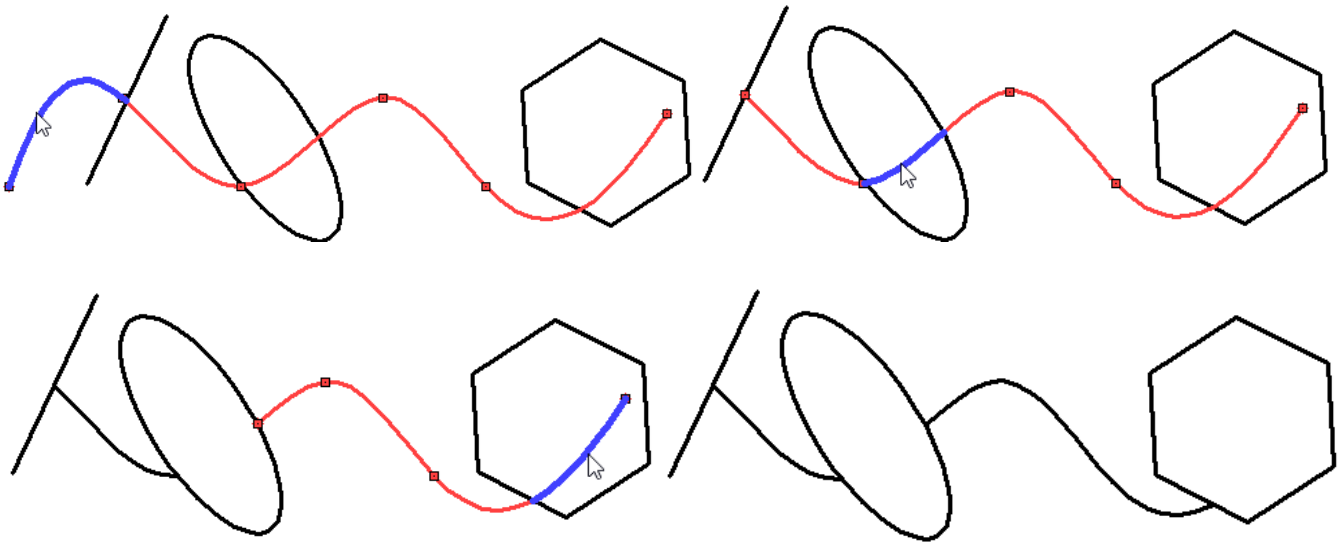
3 - Предварительное изображение результата операции

Обрезка

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Обрезка Рабочая плоскость > Эскиз > Обрезка
Клавиатура	Текстовое меню
<SK>> <Shift>+<I>	
Автоменю команды <SK> Эскиз	
<Shift>+<I>	Точка

Команда удаляет участок линии, ограниченный другими линиями.

После вызова команды нужно выбрать при помощи выбрать тот участок, который необходимо удалить. Выбранный участок может быть ограничен с одной или двух сторон любой линией изображения (если выбрать ничем не ограниченную линию, она удалится полностью). Если был выбран свободный конец линии, то он обрежется ближайшей пересекающей его линией. Если выбранная линия ограничиваются двумя пересечениями, то удалится часть линии между пересечениями.



При обрезке сплайна новые характерные точки, созданные в месте пересечений сплайна с ограничивающими его при обрезке линиями, заменяют точки, располагавшиеся на удалённых частях. За этими новыми точками сплайн уже ничем не определяется, т.е. в отличие от команды **Удлинить/Укоротить** за границей видимой линии сплайна не остаётся невидимых точек определяющих его геометрию.

Разбить

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Разбить Рабочая плоскость > Эскиз > Разбить
Клавиатура	Текстовое меню
<SK> > <Ctrl>+<K>	
Автоменю команды <SK> Эскиз	
<Ctrl>+<K>	Разбить линию изображения

Опции разбиения линий как в ленте, так и в автоменю команды **Эскиз**, объединены в один выпадающий список, о чем свидетельствует наличие чёрного треугольника рядом с иконкой опции, отображаемой при свёрнутом списке. Чтобы развернуть список, нажмите треугольник в ленте или зажмите и удерживайте на иконке отображаемой опции в автоменю. При свёрнутом списке отображается иконка опции, использовавшейся в последний раз в текущем сеансе работы с CAD. При запущенной команде **Эскиз** любую опцию можно вызвать с клавиатуры, не разворачивая список.

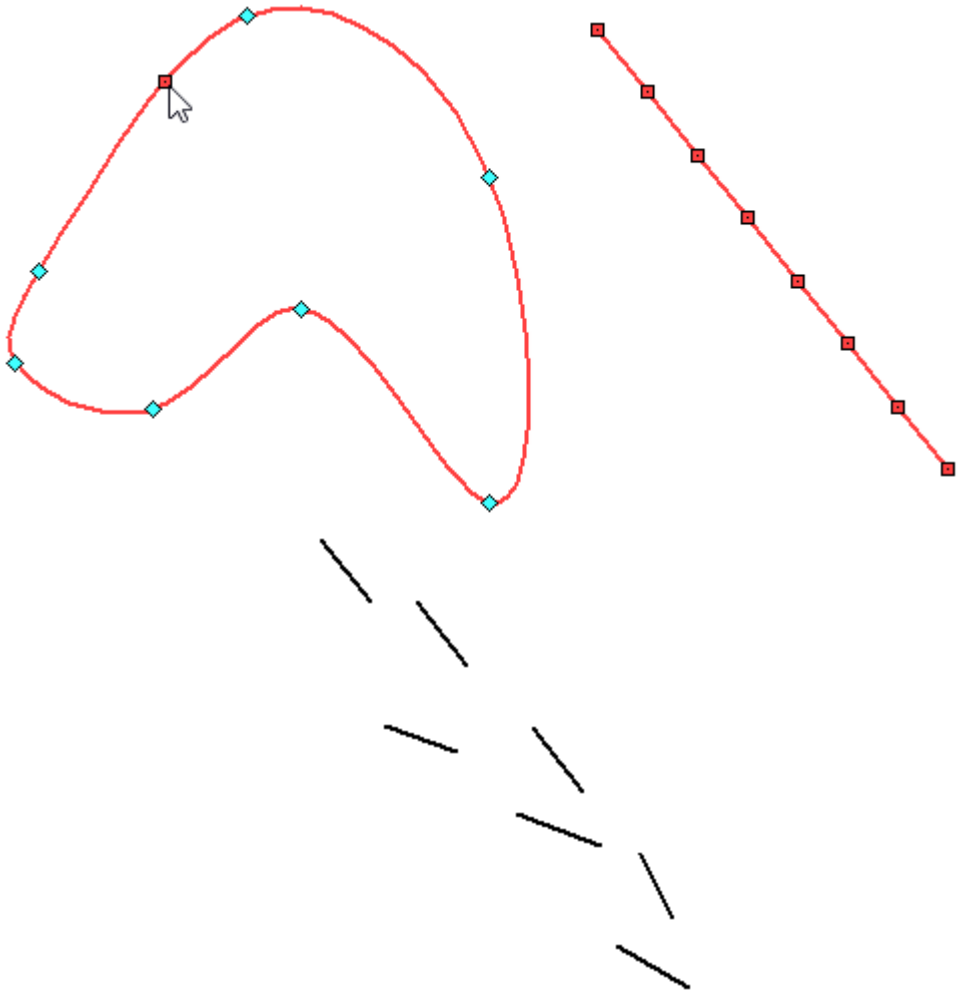
Команда **Разбить** позволяет разделить существующую линию изображения на две в указанной точке. Для этого необходимо нажатием выбрать линию изображения, она подсветится и предварительное изображение точки, делящей линию на две части, начнёт следовать за курсором вдоль выбранной линии. При наведении курсора на линию, пересекающуюся с исходной, делящая точка привязывается к точке пересечения. Нажатием делящая точка фиксируется и линия разделяется на две. Точку можно указать и как точку пересечения выбранного элемента с любой другой линией изображения (отрезком, окружностью, дугой, сплайном).
При выполнении команды в указанном месте создаются две характерные точки: каждая из которых принадлежит двум новым линиям.
Если линия замкнутая, то нужно указать два места разбиения.

Разбить на части

Для разбиения линии на произвольное число равных частей используется команда:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Разбить на части Рабочая плоскость > Эскиз > Разбить на части
Клавиатура	Текстовое меню
<SK> >> <Ctrl>+<L>	
Автоменю команды <SK> Эскиз	
<Ctrl>+<L>	Разбить на 'n' частей

После вызова команды требуется нажатием указать линию, которую требуется разбить. Если выбрана замкнутая линия, дополнительно необходимо указать начальную точку разбиения.



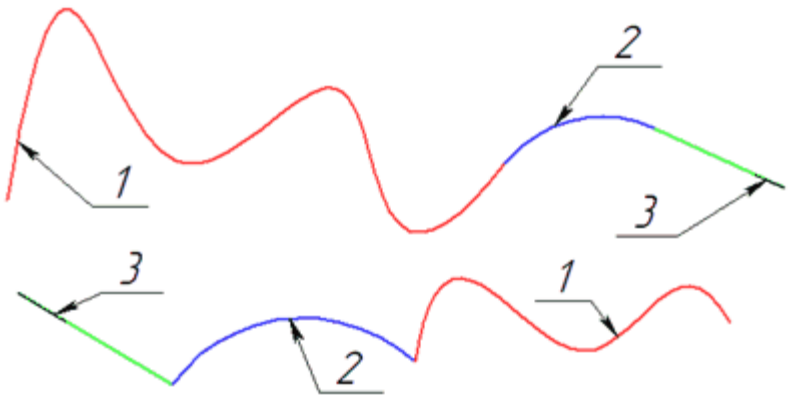
В результате выбранная линия разделяется на заданное число равных частей. Полученные линии не связаны друг с другом и их можно отдельно редактировать. Количество частей, на которое будет разбита линия, задаётся в окне параметров.

Кривая смещения

Вызов команды:

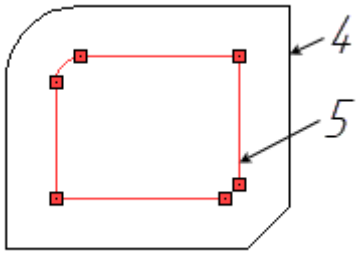
Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Кривая смещения Рабочая плоскость > Эскиз > Кривая смещения
Клавиатура	Текстовое меню
<SK> >> <Ctrl>+<J>	
Автоменю команды <SK> Эскиз	
<Ctrl>+<J>	Кривая смещения к группе линий изображения

Данная команда служит для создания линии, смещённой на заданное расстояние относительно группы сопряжённых линий изображения. В группу линий могут входить линии изображения любого типа, образующие непрерывную последовательность: т.е. окончание одной линии должно соответствовать началу следующей. Линии, от которых строится кривая смещения, могут быть как гладко сопряжёнными так и нет.



1 – сплайн; 2 – дуга; 3 - отрезок

Можно построить кривую смещения от замкнутого контура.

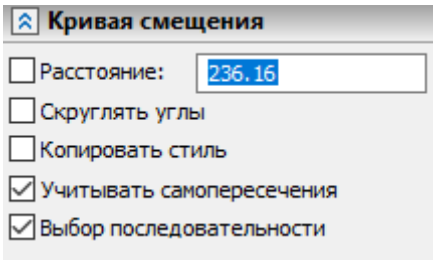


4 - кривая смещения; 5 - исходный контур

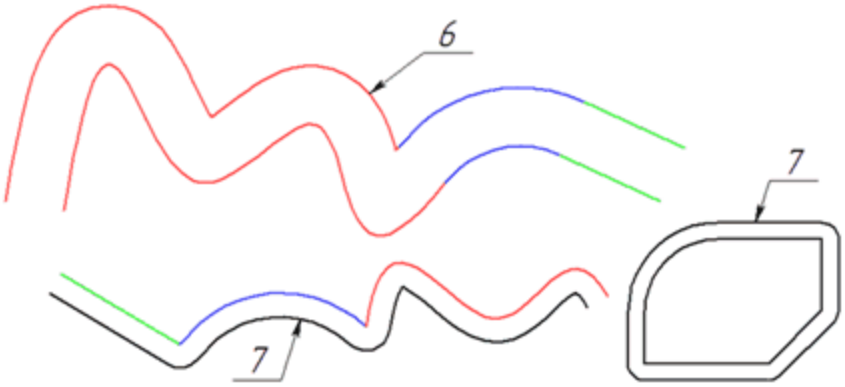
Результирующая кривая состоит из отдельных линий, типы которых соответствуют типам исходных линий.

В процессе создания кривой смещения к курсору будет привязано динамическое изображение создаваемой кривой. Положение кривой смещения можно задать произвольно с помощью или точно, ввести точное значение смещения в окне параметров.

При создании кривой смещения в окне параметров на вкладке **Кривая смещения** доступны следующие элементы управления:

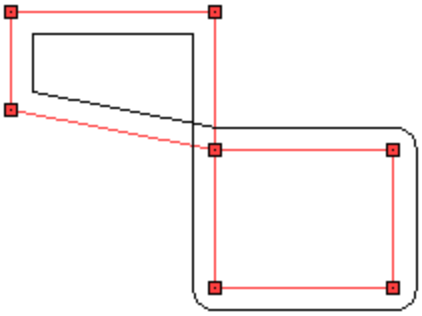


- **Расстояние**
  Поле ввода значения смещения относительно исходной последовательности линий и флаг, фиксирующий введенное значение.
- **Скруглять углы**
  При снятом флаге зазоры, возникающие между смещёнными линиями, устраняются продлением линий с сохранением исходной кривизны.
  При установленном флаге зазоры соединяются дугой окружности с центром в исходной точке сопряжения линий.
- **Копировать стиль**
  При снятом флаге кривая смещения имеет параметры отображения (тип, толщину, цвет и т.п.), установленные в окне параметров команды и диалоге параметров, вызываемом из автоменю команды.
  При установленном флаге каждая составляющая кривой смещения наследует параметры соответствующей исходной линии, а параметры отображения, установленные в текущей команде применяются только к скруглениям углов.

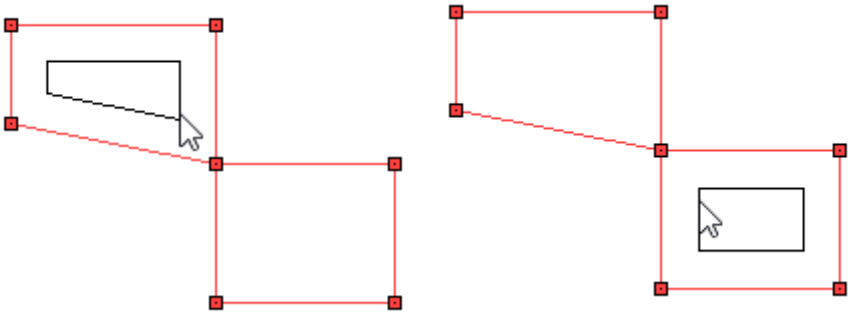


6 - кривая смещения с копированием стиля; 7 – кривая смещения со скруглением углов

- **Учитывать самопересечения**
  Данный флаг влияет на построение смещения от последовательности линий, имеющей самопересечения.
  При снятом флаге система пытается построить смещение от всей последовательности.



При установленном флаге последовательность разделяется на части точками самопересечений, и смещение строится только от одной из частей. Выбор части зависит от положения курсора.



- **Выбор последовательности**

  При установленном флаге для построения кривой смещения достаточно указать с помощью хотя бы одну линию из непрерывной последовательности, все остальные будут выбраны автоматически. В случае наличия разветвления, автоматически выбираются только линии до разветвления. Для включения одной из ветвей разветвления в построение смещения, необходимо дополнительно указать ветвь с помощью .

  При снятом флаге каждую линию необходимо выбирать вручную с помощью .

Симметрия

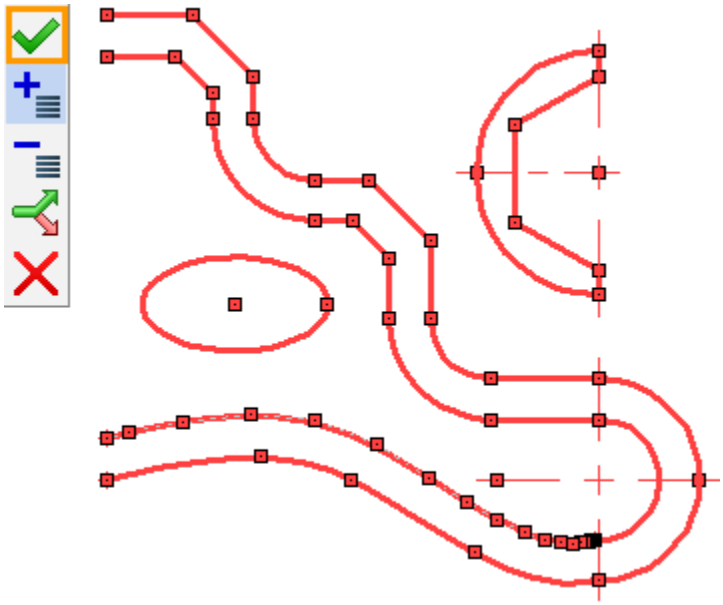
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Эскиз > Симметрия линий Рабочая плоскость > Эскиз > Симметрия линий

Команда представляет собой упрощённую версию команды Копирование с симметрией. Отличия состоят в том, что для команды **Симметрия линий** недоступны общие опции команд переноса и копирования, быстрый переход между этими командами, и возможность выбора чего либо, кроме линий изображения и 2 узлов в качестве исходных элементов.

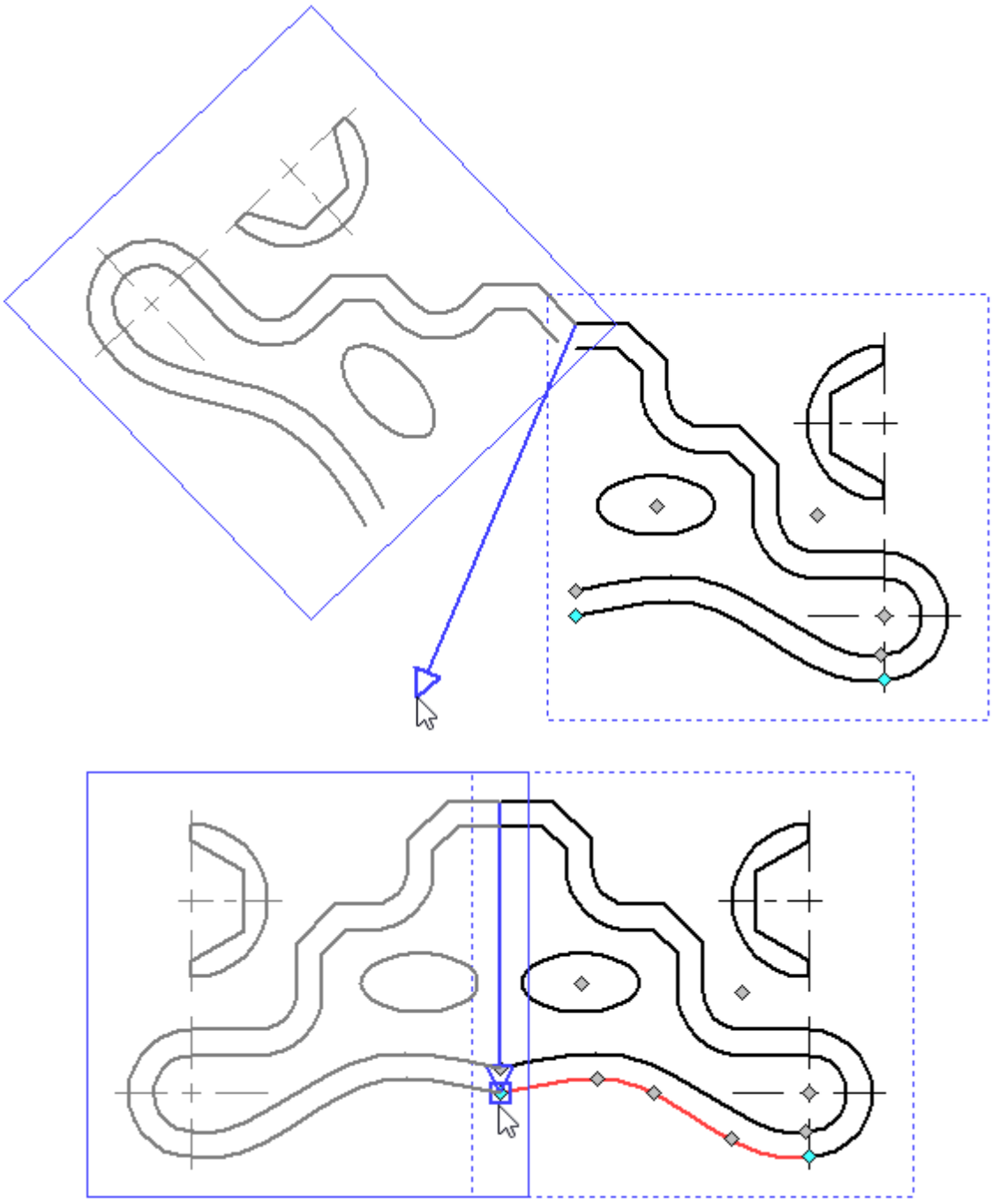
Пусть, для примера, у нас будет эскиз, содержащий линии эскиза различных типов. Для выполнения симметрии необходимо выделить те линии, которые нужно симметрично копировать. Можно сначала выделить линии и нажать пиктограмму команды **Симметрия линий**, или сначала зайти в команду, а потом выделить нужные линии. Во втором случае нужно будет выполнить подтверждение

выбора (или <**Ctrl**>+<**Enter**>). Выбор линий осуществляется как описано в главе Выбор 2D элементов для переноса и копирования.



После того, как нужные линии были выбраны и подтверждены (<**Ctrl**>+<**Enter**>), на чертеже необходимо задать две точки, определяющие линию симметрии. Задать их можно при помощи , или ввести точные координаты в окне параметров. При вводе координат можно пользоваться горячими клавишами и флагами, фиксирующими значения.

При выборе точек действуют все стандартные привязки. В процессе выборе второй точки отображается динамически обновляемое предварительное изображение результата операции.



Параметры линий эскиза

Параметры элементов эскиза доступны в служебном окне параметров (см. ниже) и в диалоге параметров. Диалог параметров линии эскиза идентичен диалогу параметров любой другой линии изображения. Диалог параметров уже созданной линии можно вызвать в режиме ожидания команды с помощью контекстного меню линии или двойным нажатием на линии окне чертежа или в окне **Элементы модели**. Кроме того в автоменю команды **Эскиз** доступна следующая опция:

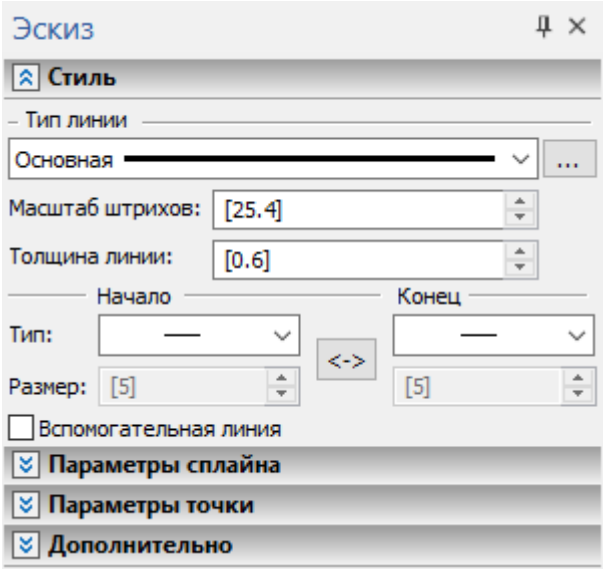
<P> Задать параметры для линий изображения

Она вызывает диалог параметров, которые будут применяться для всех создаваемых далее линий эскиза. Содержимое данного диалога идентично содержимому диалога параметров уже созданной

линии. Дополнительно доступен флаг **Цвет только для текущей страницы**, при установке которого **Цвет**, выбранный в диалоге, будет применяться только при создании линий на текущей странице документа.
2D узлы, созданные с помощью опции **Точка**, имеют такой же диалог параметров, как и свободные 2D узлы, созданные любым другим способом.

Окно параметров

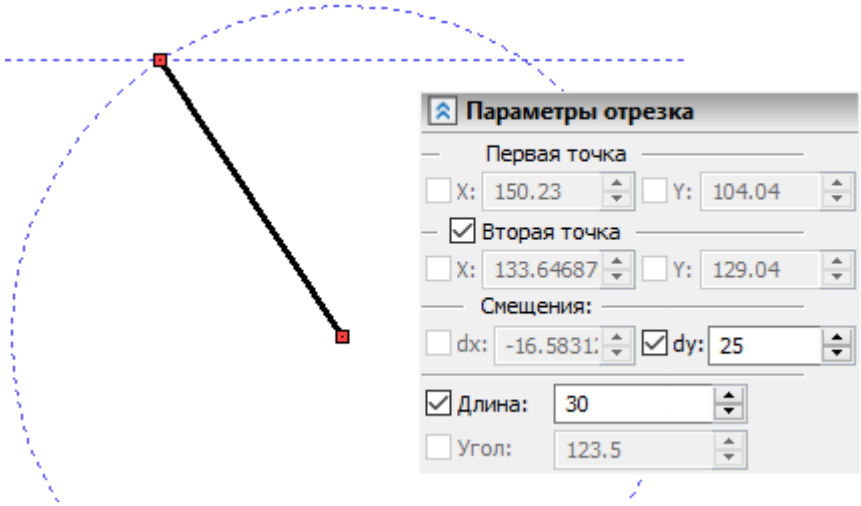
При работе с любой из опций команды **Эскиз** в верхней части окна параметров отображается вкладка **Стиль**. Она содержит стандартный набор параметров отображения линий изображения на чертеже. Описание этих параметров приведено в главе Параметры линии изображения. Ниже находятся вкладки с параметрами, определяющими геометрию создаваемого элемента. Количество и названия этих вкладок могут быть разными в зависимости от типа элемента. Описания таких параметров приведены в разделах с описаниями отдельных опций команды **Эскиз**, а общие принципы задания параметров приведены ниже.



Задание геометрических параметров

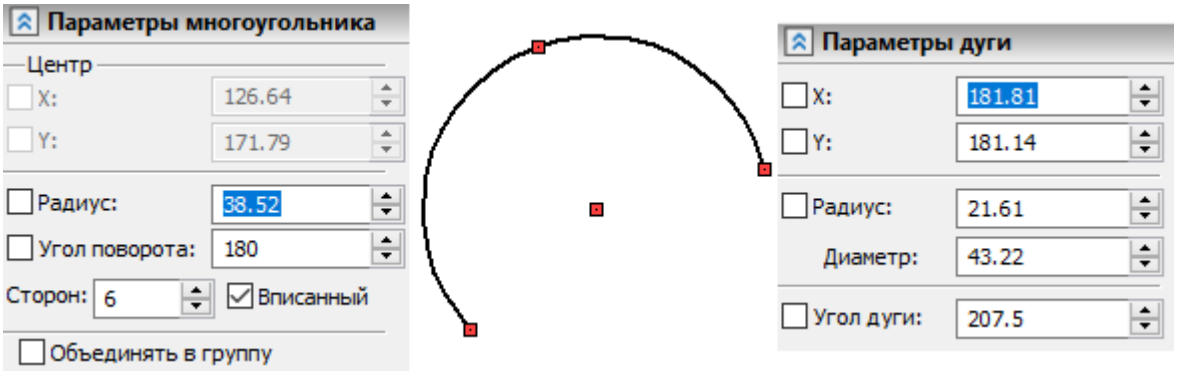
При создании эскиза необходимо задавать геометрические параметры создаваемых элементов, такие как координаты характерных точек и некоторые геометрические размеры создаваемых фигур. Поля ввода значений геометрических параметров отображаются в коне параметров. Положение характерных точек можно указать, установив курсор в нужное место на чертеже и нажав , или введя значения в окне параметров. При указании мышью положения характерных точек можно использовать объектные привязки. По умолчанию значения в окне параметров соответствуют текущему положению курсора в в окне чертежа. Ввод с клавиатуры происходит в активном поле, значение в котором в данный момент подсвечено. Можно активировать другое поле, указав на него курсором и нажав , или нажав горячую клавишу, соответствующую данному полю. Клавиша для перехода в то или иное поле окна параметров отображается во всплывающей подсказке при наведении курсора на данное поле. При вводе значения параметров с клавиатуры автоматически устанавливается флаг, блокирующий изменение данного параметра при перемещении курсора в поле чертежа. Для подтверждения введённого значения необходимо использовать клавишу <**Enter**> или нажать в любом месте окна чертежа.
При создании элементов можно использовать как декартовы и полярные координаты, так и их сочетания, благодаря чему можно задавать различные варианты расположения точек наиболее удобным в данный момент способом. Например, при задании второй точки отрезка можно ввести

значение смещения и длину радиус-вектора. При этом на чертеже появятся вспомогательные элементы: окружность с центром в начале отрезка и заданным радиусом и горизонтальная прямая, отстоящая от первой точки отрезка на расстояние, равное заданному смещению по оси Y (dy).

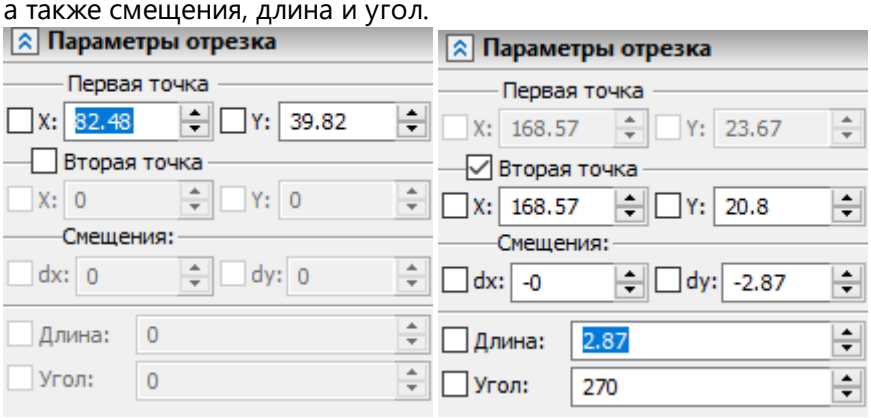


Точки пересечения окружности и прямой определяют возможные варианты расположения второй точки отрезка при заданных параметрах. На чертеже это отражается в виде свободного узла, перемещающегося при движении мыши из одной точки пересечения окружности и прямой в другую. Выбрав нужную точку и нажав , можно закончить создание отрезка.

При смене опции эскиза в окне параметров автоматически отображаются только те параметры, которые актуальны для данной опции. Например, список геометрических параметров многоугольника существенно отличается от списка параметров центральной дуги.



Набор параметров, доступных для редактирования также зависит и от этапа ввода значений. Например, при построении отрезка по двум точкам сначала доступны только координаты X и Y первой точки. После указания координат первой точки становятся доступными координаты второй, а также смещения, длина и угол.



Редактирование эскиза

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<ESK>	Правка > Чертёж > Эскиз

Команда предназначена для редактирования линий изображения, созданных при помощи команды Эскиз, но также может быть использована для редактирования других линий изображения.

Перейти в режим редактирования можно следующими способами.

- Вызов команды **Изменить эскиз**.
- В режиме ожидания команды указать на линию эскиза и нажать .
- В режиме ожидания команды указать на линию эскиза и нажать и в появившемся контекстном меню выбрать пункт **Изменить**.
- В автоменю команды **Эскиз** выбрать опцию <**F4**> **Редактировать эскиз** .

Линии эскиза являются полноправными линиями изображения. Поэтому для их редактирования можно также использовать команду Изменить изображение

После вызова команды **Изменить эскиз** становятся доступны следующие опции:

<*> Выбрать все элементы

<R> Выбрать элемент из списка

<Esc> Выйти из команды

После вызова команды можно выбрать линию эскиза, указав на нее курсором и нажав . Выбранный элемент подсветится. Несколько элементов можно выбрать, используя выбор окном, либо последовательно выделяя несколько элементов с помощью **<Shift>** + . Для отмены выбора элемента можно использовать + **<Ctrl>**.

После выбора одной или нескольких линий эскиза в автоменю доступны следующие опции:

	<P>	Установить параметры выбранных элементов
	<Alt>+<P>	Скопировать параметры с существующего элемента
	<I>	Выбрать другой ближайший элемент
	<Del>	Удалить выбранные элементы
	<Esc>	Отменить выбор всех элементов

Если выбрана только одна линия, то в автоменю появляется также опция:

	<O>	Задать имя для выбранного элемента

Для редактирования характерных точек эскиза нужно после выбора линии выбрать нужную характерную точку нажатием . При редактировании элемента эскиза для задания его геометрических параметров можно пользоваться окном параметров.
При перемещении/вставке элементов эскиза координаты, определяющие их новой положение, также можно задать в окне параметров.

Редактирование окружности или эллипса. Если выбранный элемент – окружность или эллипс повторное нажатие при указании на выбранную линию приведёт к переходу в режим редактирования **радиуса**. Новое значение радиуса при этом можно задать, либо используя окно параметров, либо переместив в требуемое положение динамически перемещаемое изображение элемента и нажав . Для перемещения окружности необходимо после её выбора указать на маркер, появившийся в центре элемента.

Редактирование дуги окружности или эллипса. Любой вид дуги или скругления можно изменить если выбрать одну из крайних точек и появившееся на экране динамически перемещаемое изображение дуги поместить в нужное положение. При выборе дуги окружности в автоменю доступна дополнительная опция:

	<Z>	Изменить направление дуги

Данная опция заменяет выбранную дугу на другую дугу той же окружности.
При редактировании дуги эллипса, помимо двух крайних точек дуги, доступны ещё две точки: точка центра эллипса и точка на его дуге. Для редактирования положения любой точки дуги эллипса нужно после выбора эллипса, нажать на точке.

Редактирование сплайна.Чтобы менять положение характерной точки сплайна, нужно выбрать сплайн, выбрать характерную точку сплайна : станут доступны параметры точки сплайна, и ещё раз нажатием на точку перейти в редактирование её положения. Подробнее о создании и редактировании сплайнов можно прочитать в подразделе Сплайн. 2D элементы построения.

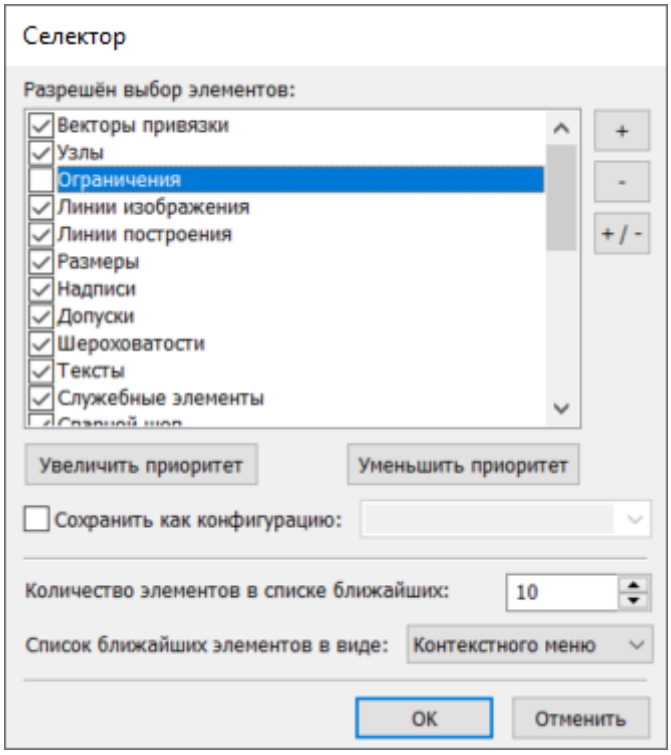
Редактирование эскиза с ограничениями

В случае, если на линиях и точках эскиза были созданы ограничения, то это может затруднить выбор характерной точки для редактирования из режима ожидания команды. Напомним, что для перехода в редактирование эскиза одним из способов является выделение линии при помощи в режиме

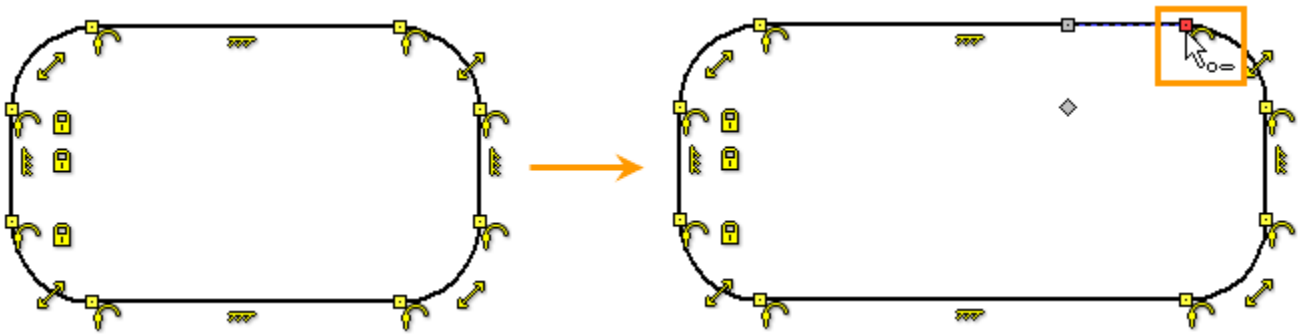
ожидания команды. Далее нужно указать характерную точку. Если на точке создано ограничение **Совпадение** (что для крайних точек линий при создании параметрического эскиза практически всегда необходимо), то точка и ограничение будут «заслонять» друг друга для выбора. Для редактирования эскиза нужно выбрать именно точку. Чтобы ограничения не мешали выбору точек их можно убрать из списка выделяемых объектов в селекторе или погасить.

Чтобы погасить пиктограммы ограничений на чертеже – нужно нажать на панели **Вид** (по умолчанию в правой части экрана) специальную пиктограмму . После этого можно входить в редактирование эскиза из режима ожидания команды: выбираем линию эскиза , далее выбираем точку . Можно вновь показать пиктограммы ограничений на чертеже повторным нажатием .

Чтобы отменить выбор ограничений по нажатию нужно на панели фильтров (по умолчанию вверху чертежа) нажать пиктограмму **Селектор** и в появившемся диалоге снять флаг напротив ограничений.



После этого можно входить в редактирование эскиза из режима ожидания команды: выбираем линию эскиза , далее выбираем точку . Выбор ограничений при помощи по пиктограммам на чертеже будет недоступен, пока указанный флаг снят.



Вспомогательные линии

Линии изображения, созданные любым способом (линии эскиза, линии изображения по 2D элементам построения, линии проекции), можно сделать вспомогательными. Вспомогательные линии могут участвовать в различных геометрических зависимостях при использовании ограничений и управляющих размеров, но при этом не выводятся на печать и не участвуют в формировании контура 3D профиля, создаваемого по линиям изображения, принадлежащим рабочей плоскости или поверхности. При черчении на грани её контур автоматически проецируются на создаваемую по грани рабочую плоскость в виде вспомогательных линий. Линии, создаваемые командой проецирования 3D элементов на рабочую плоскость, также по умолчанию являются вспомогательными.

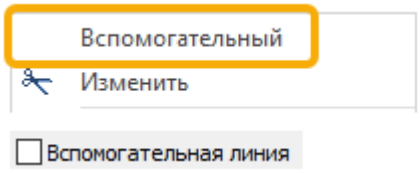
Помимо линий изображения, вспомогательными также можно делать 2D размеры, в том числе управляющие.

Команда **Погасить/показать построения** скрывает вспомогательные линии и размеры.

Включение и отключение вспомогательности для линий

Чтобы сделать линию вспомогательной, установите для неё флаг **Вспомогательная линия;** чтобы отключить вспомогательность линии - снимите для неё этот же флаг.

Флаг доступен в окне параметров команд создания и редактирования линий изображения, а также в контекстном меню, вызываемом нажатием на линии в режиме ожидания команды.



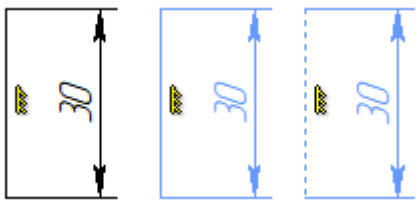
Также при создании проекции в её параметрах на вкладке **Линии** доступен флаг **Создавать вспомогательные линии**, после установки которого все линии созданной проекции будут вспомогательными.

Стиль отображения вспомогательных линий

Вспомогательные линии, не являющиеся спроецированными с 3D модели, отображаются на экране голубым цветом независимо от того, какой цвет установлен в параметрах линии.

Вспомогательные линии, спроецированные с 3D модели (как при создании чертежа по 3D модели, так и при проецировании 3D элементов на рабочую плоскость), отображаются фиолетовым цветом.

По умолчанию для отображения вспомогательных линий используется тот тип линии, который установлен в их параметрах. Однако, можно включить опцию отображения всех вспомогательных линий штриховыми независимо от того, какой тип линии установлен в их параметрах (**Параметры документа** > **Страница** > **Линии** > **Линии** > **Рисовать вспомогательные линии штриховыми**).



Слева - Обычные линия изображения и размер
По центру - Вспомогательные линия и размер при отключенной опции ***Рисовать вспомогательные линии штриховыми***
Справа - Вспомогательные линия и размер при включенной опции ***Рисовать вспомогательные линии штриховыми***

Основные темы в этом разделе:

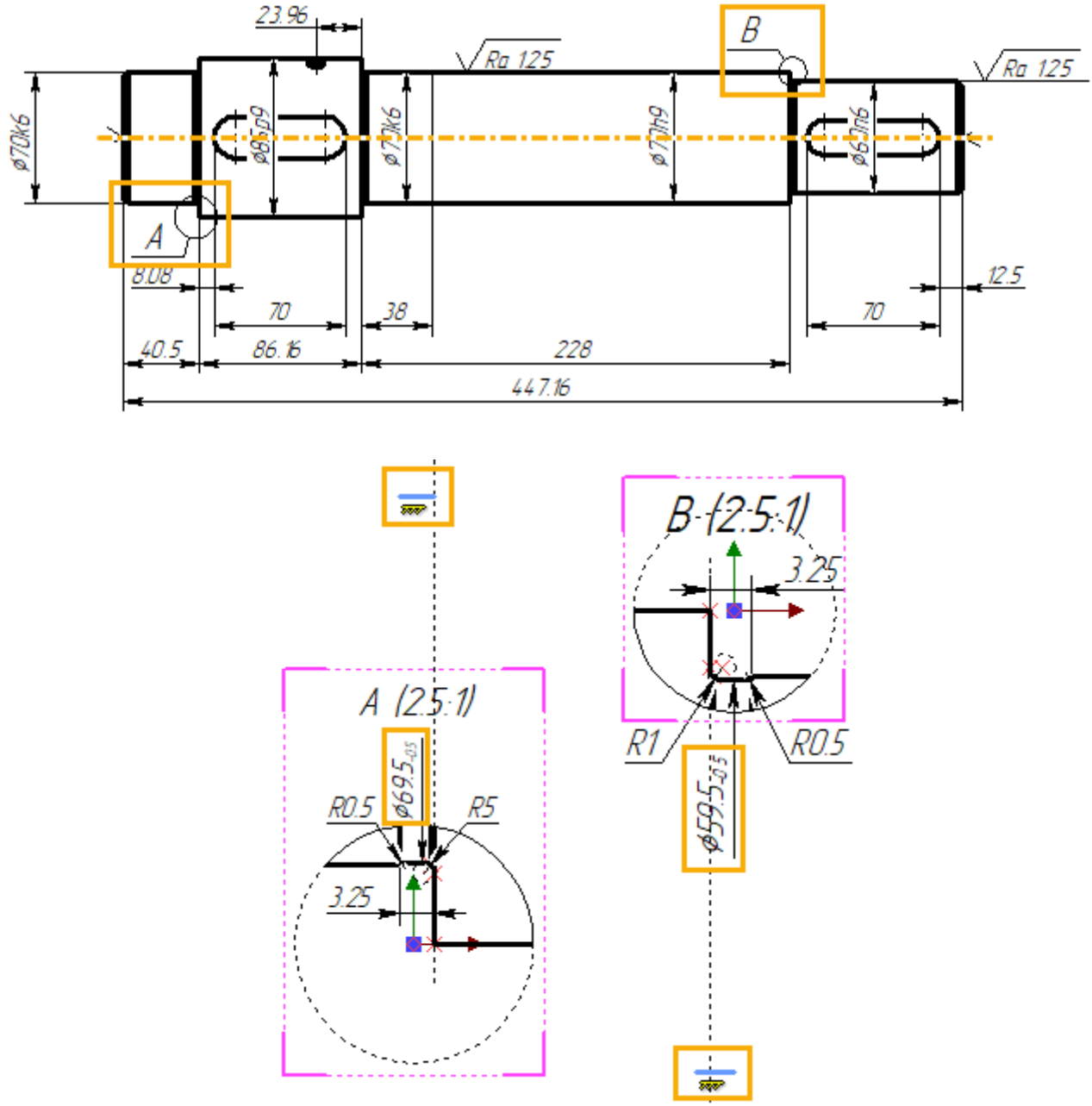
- Пример работы со вспомогательными линиями, созданными вручную
- Пример работы со вспомогательными линиями, спроецированными на чертёж

См. также:

- Проекция элементов на активную РП

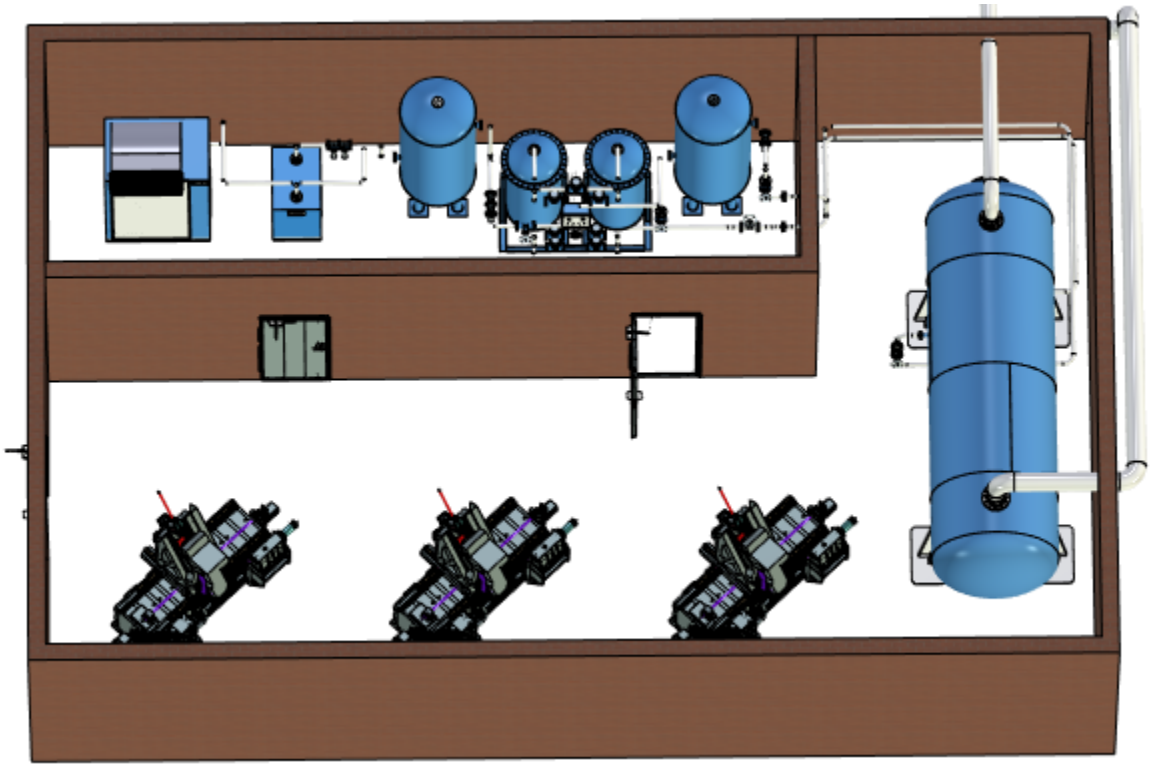
Пример работы со вспомогательными линиями, созданными вручную

Допустим, мы хотим показать на выносном виде расстояние от оси, но при этом сама ось находится за пределами границ вида. В таком случае, нарисуем ось на выносном виде вспомогательной линией и используем эту линию для создания размера:

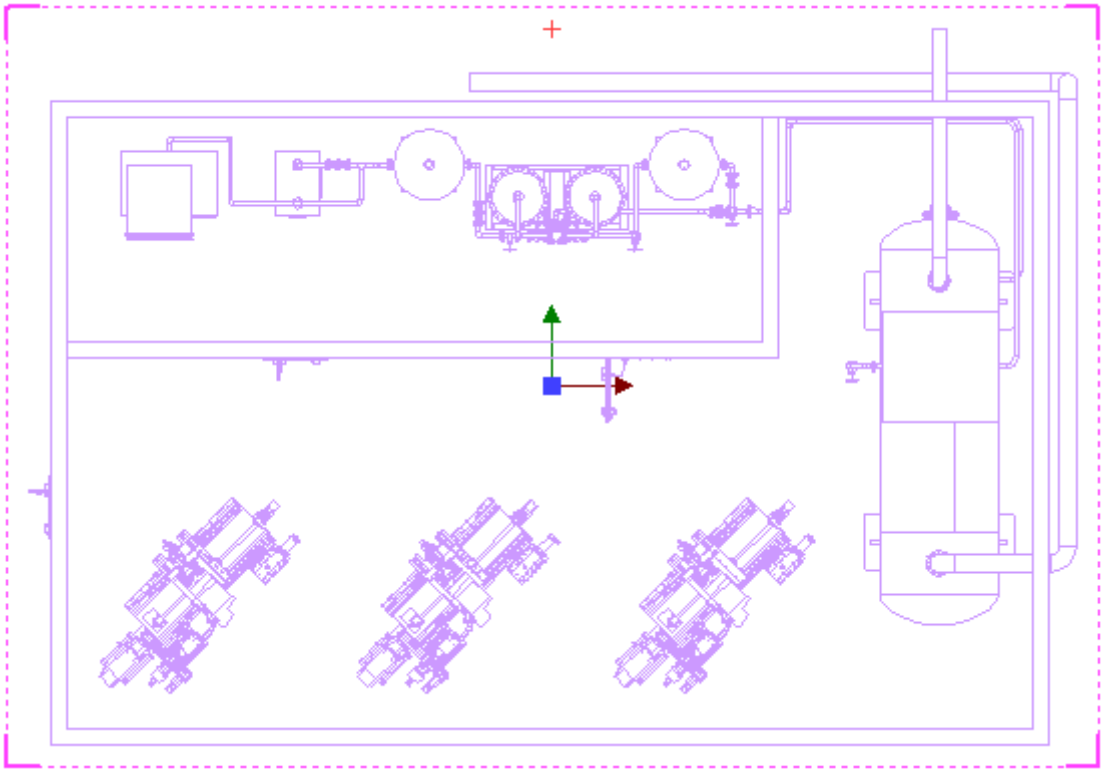


Пример работы со вспомогательными линиями, спроецированными на чертёж

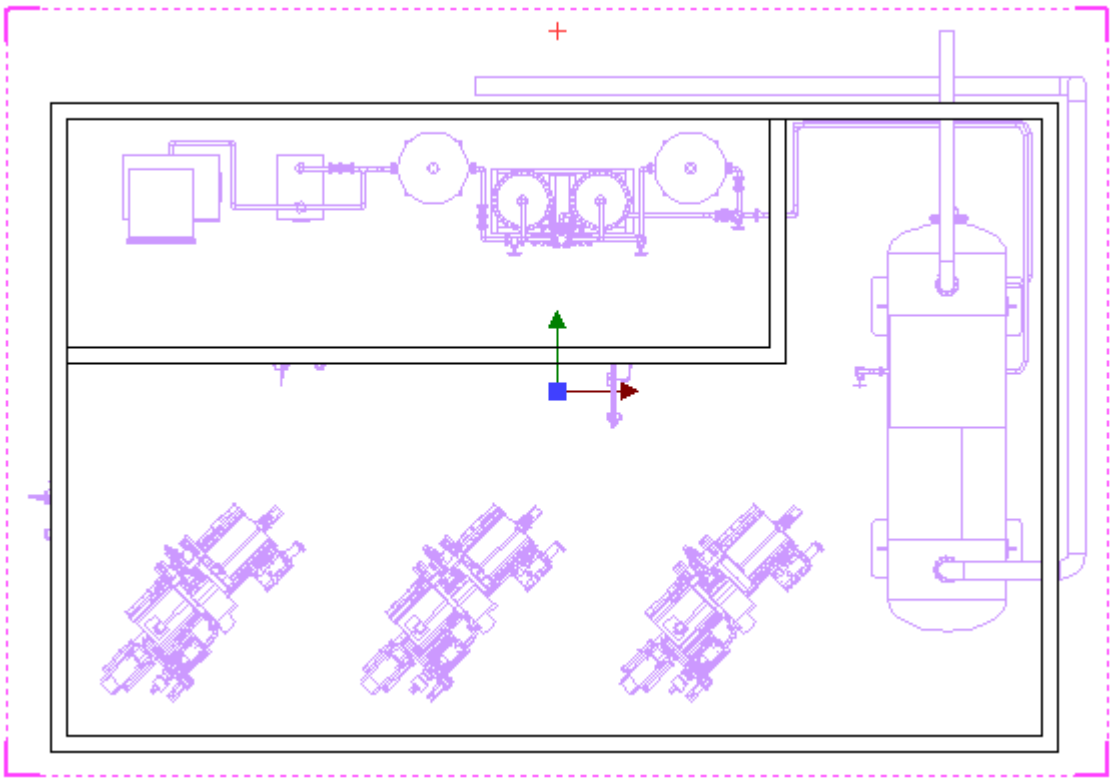
Допустим, у нас есть 3D модель цеха, в котором расставлены станки и прочее оборудование. При этом на чертеже плана цеха нам не нужно детализированное изображение - мы хотим лишь показать упрощённую схему.



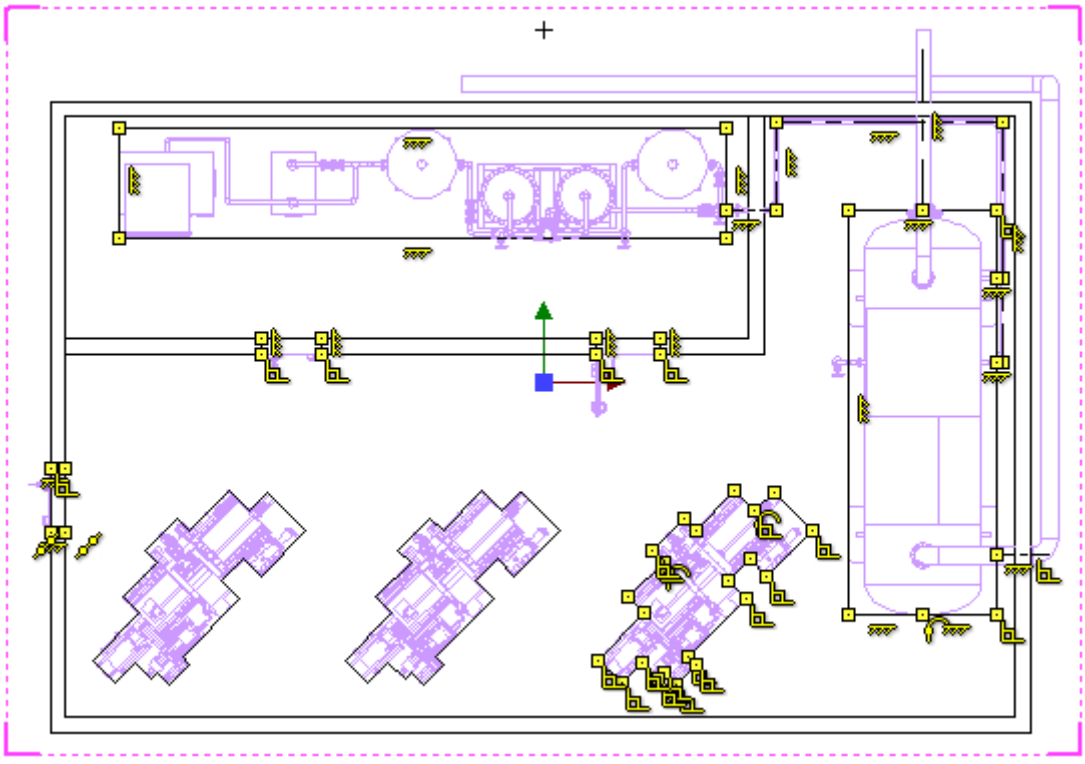
Сначала создаём проекцию вида сверху, установив в параметрах проекции на вкладке **Линии** флаг **Создавать вспомогательные линии**.



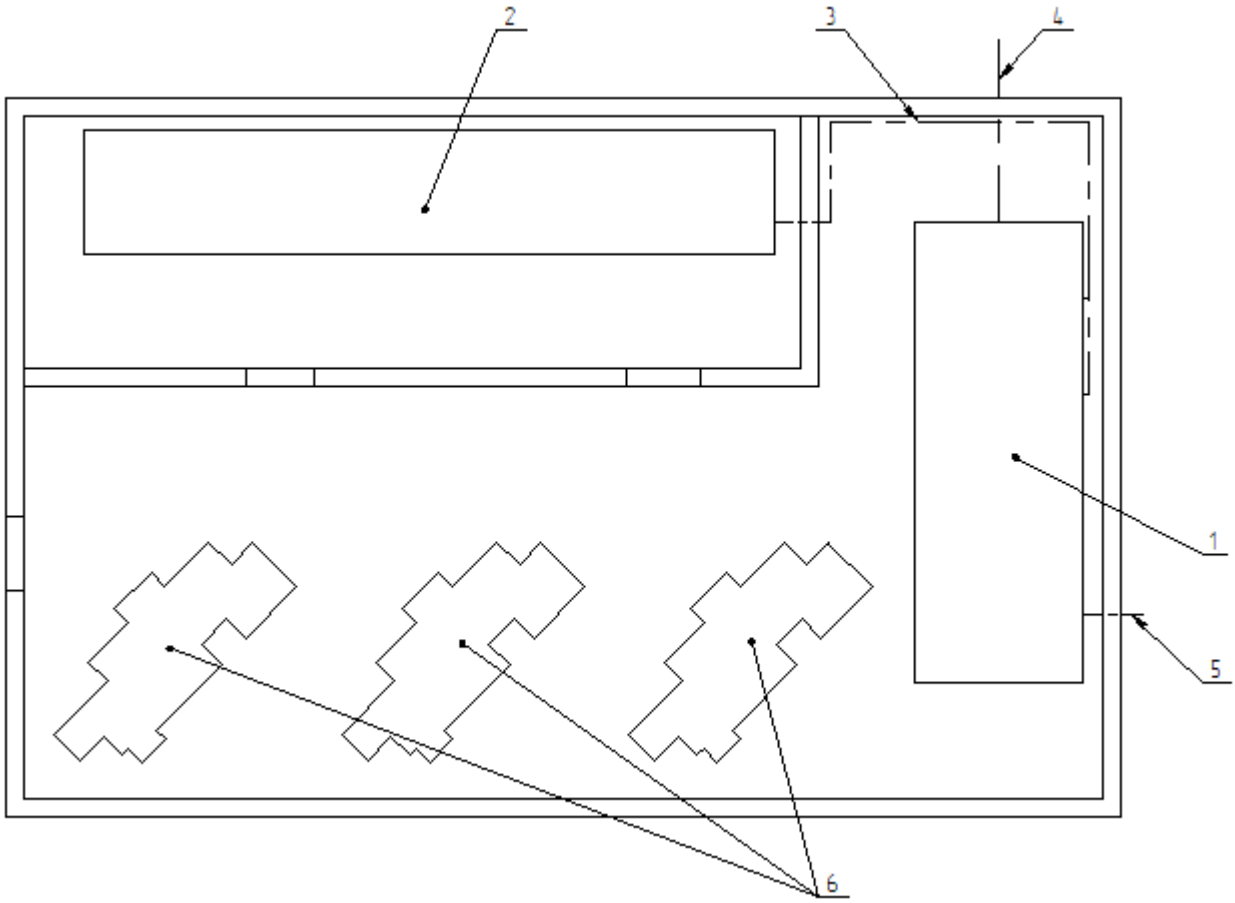
Далее выбираем линии стен, которые мы хотим отобразить на схеме, и снимаем флаг **Вспомогательный** в их контекстном меню.



Для остальных элементов вручную рисуем упрощённые контуры и оси, используя автоматическое создание ограничений и привязываясь ко вспомогательным линиям, спроецированным с 3Д модели.



Добавим позиционные обозначения, также привязывая их ко вспомогательным линиям проекции. Затем скроем построения, чтобы оценить итоговый вид полученной схемы.



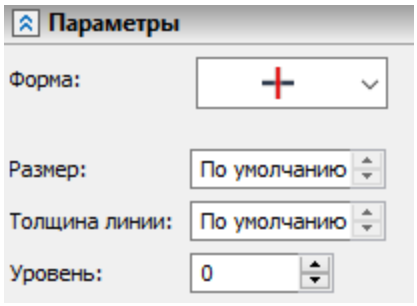
Несмотря на то, что большая часть линий на схеме создана вручную, они имеют опосредованную ассоциативную связь с 3Д моделью, благодаря связи с линиями проекции. При этом сами линии проекции, за исключением стен, не отображаются на схеме. При изменении расположения элементов в 3D сцене схема перестроится соответствующим образом.

> Для ускорения пересчёта проекции можно дополнительно удалить линии, не используемые для построения схемы.

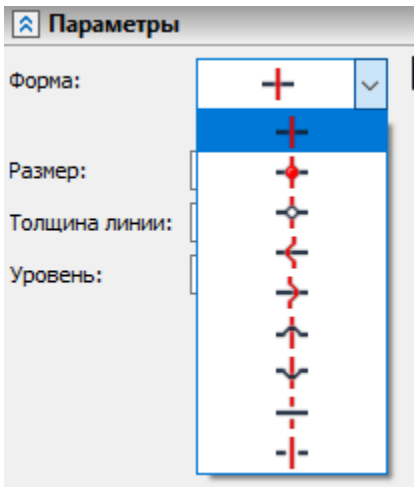
Пересечение линий изображения

Вызов команды:

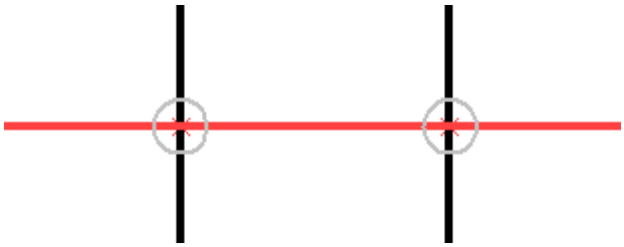
Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Чертёж > Пересечение линий Рабочая плоскость > Чертёж > Пересечение линий
Клавиатура	Текстовое меню
<II>	Чертёж > Пересечение линий



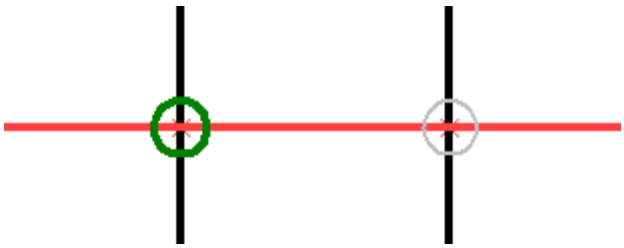
Для пересекающихся линий изображения можно выбор форму пересечения.



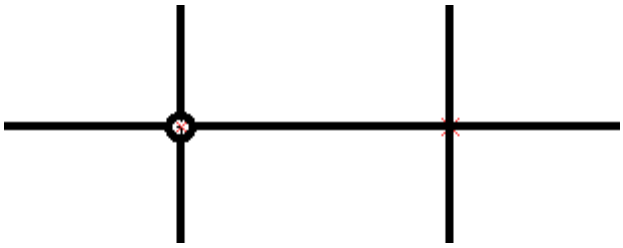
Для изменения пересечения необходимо активировать команду **Пересечение линий** и выбрать линию, которая имеет пересечения с другими линиями.



При этом в местах пересечения появляются серые окружности, показывающие активные пересечения.
Далее необходимо выбрать необходимое место и нажать на серую окружность, при этом она станет активной, об этом свидетельствует ее изменившийся цвет - зеленый.



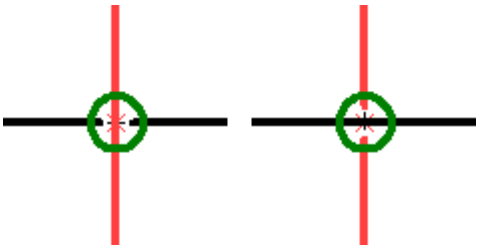
Теперь в параметрах команды можно изменить форму пересечения. После того, как все параметры настроены, можно завершать операцию .



Для некоторых форм в автоменю доступна опция:

<Z> Изменить направление

Эта опция позволяет изменить направление формы пересечения.

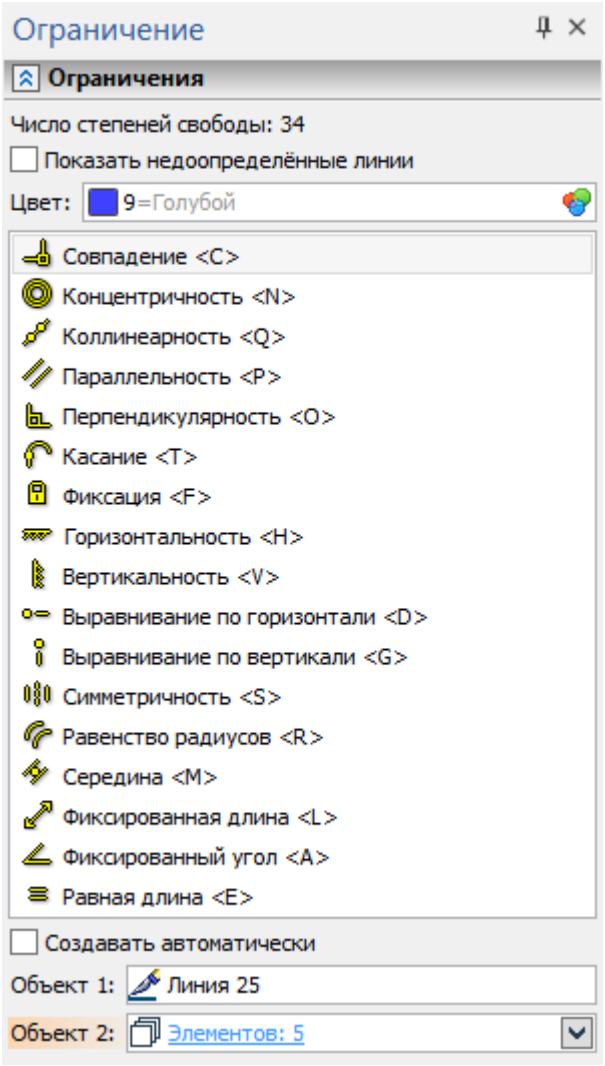


Ограничения

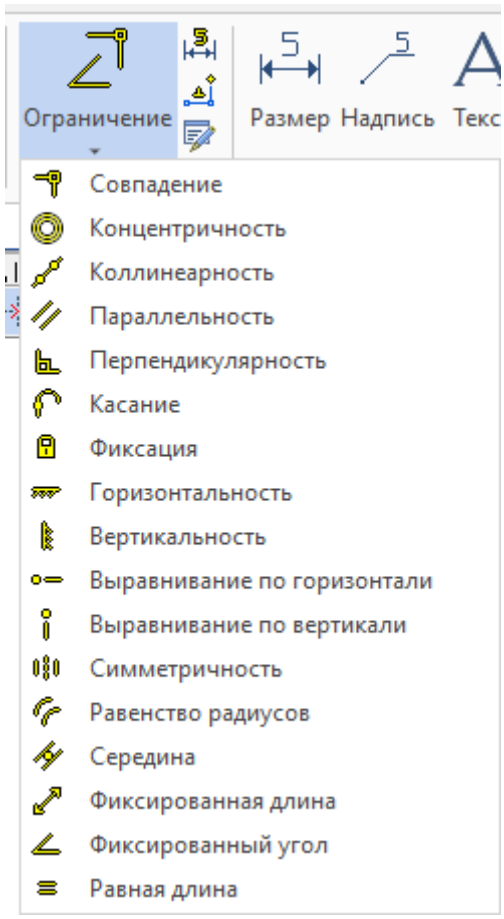
Вызов команды **Ограничение**:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Ограничения > Ограничение Рабочая плоскость > Ограничения > Ограничение
Клавиатура	Текстовое меню
<SC>	Чертёж > Ограничение

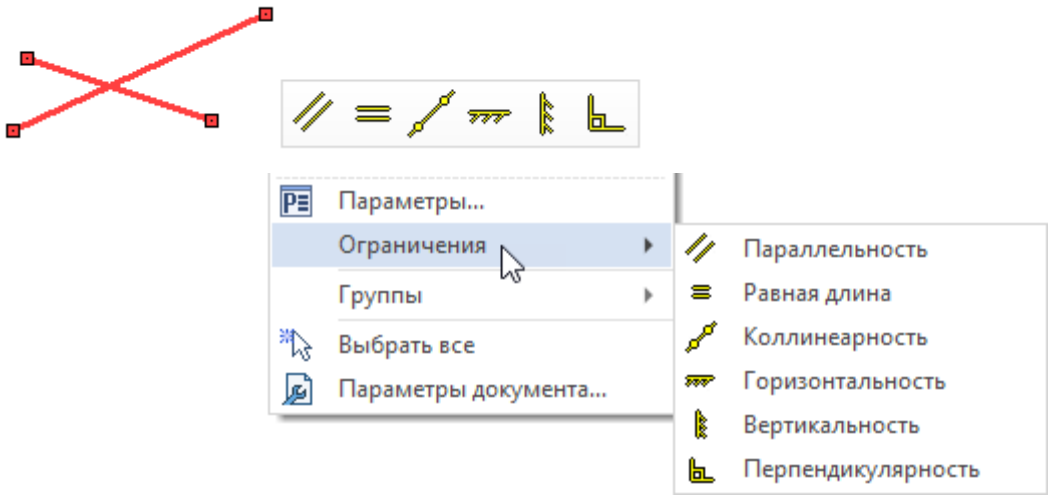
Команда позволяет задавать ограничения, т.е. геометрические отношения между линиями эскиза.
В верхней части окна параметров команды находится информация о **Числе степеней свободы** чертежа, флаг, позволяющий **Показать недоопределённые линии**, и поле выбора **Цвета** подсветки недоопределённых линий (см. главу Степени свободы линий изображения).



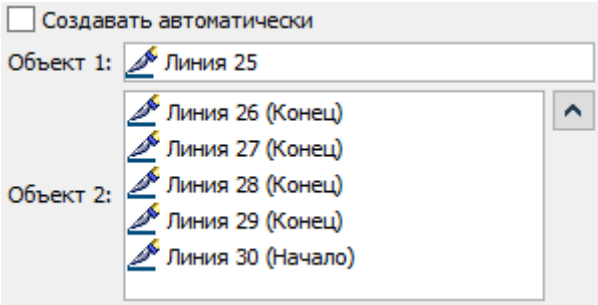
После вызова команды необходимо выбрать тип создаваемого ограничения. Тип выбирается нажатием в списке в окне параметров или с помощью горячих клавиш. Также типы ограничений доступны напрямую в ленте. Выбор типа ограничения в ленте сразу вызывает команду **Ограничение** в режиме создания ограничений данного типа.



Кроме того, при выборе нескольких линий изображения в окне чертежа доступные для них типы ограничений можно вызвать из динамической панели или контекстного меню.



После выбора типа ограничения необходимо последовательно выбрать ограничиваемые элементы, нажав на них в окне чертежа. Имена и конки выбранных элементов отображаются в полях **Объект 1, Объект 2, Объект 3** под списком типов ограничений. Количество полей и, соответственно, количество выбираемых элементов зависит от типа ограничения. В некоторых полях можно выбрать несколько объектов. По умолчанию такие поля свернуты и отображают лишь количество элементов. Их можно **Развернуть** с помощью кнопки, расположенной в правой части поля.



Также под списком типов ограничений доступен флаг **Создавать автоматически**. По умолчанию он снят, вследствие чего, для создания ограничения необходимо закончить ввод с помощью или **<Ctrl>+<Enter>**. При установленном флаге ограничения создаются сразу после выбора минимально необходимого количества ограничиваемых элементов без необходимости завершения ввода, после чего система переходит в режим выбора элементов для создания следующего ограничения того же типа.

Другие способы создания ограничений

Команда **Ограничение** используется для ручного создания одиночных ограничений. Вместо этого можно создавать ограничения автоматически. В процессе создания линий эскиза доступен режим автоматического создания ограничений. Чтобы автоматически создать ограничения для уже созданных линий можно использовать команду **Поиск ограничений**.

Помимо создания ограничений для параметризации эскиза можно использовать управляющие размеры.

Работа с ограничениями

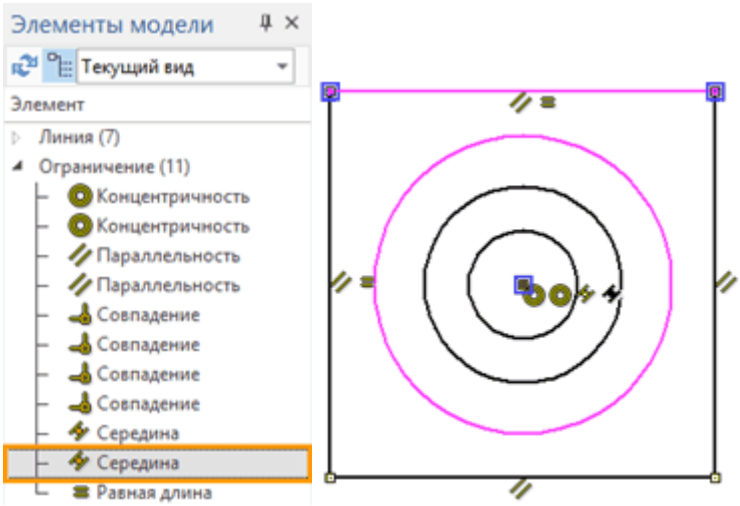
При создании ограничений нет иерархичности в последовательности выбора линий изображения и точек: для выполнения ограничения может переместиться как вся линия, так и только её характерная точка (изменяя линию к которой она принадлежит); может переместиться как первый выбранный элемент, так и второй. Это связано с самой идеей вариативной параметризации, когда каждой взаимосвязи (ограничению) элементов соответствует всё множество возможных геометрических положений. Для конкретизации всех взаимосвязей между линиями, геометрии линий и их положения на плоскости нужно задать требуемое для этого количество ограничений и управляющих размеров.

> Если при построении чертежа используются линии построения, нужно помнить, что они имеют приоритет. При редактировании чертежа линии построения будут выступать как константы, относительно которых будет параметрически перестраиваться эскиз. При этом параметризация самих линий построения будет сохраняться, имея приоритет над линиями эскиза.

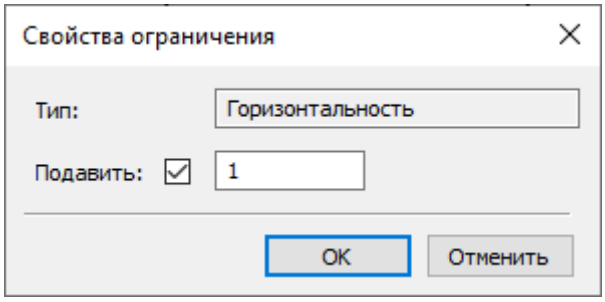
Из этого следует правило.

> Можно привязывать линии эскиза к линиям построения, но нельзя привязывать линии построения к линиям эскиза.

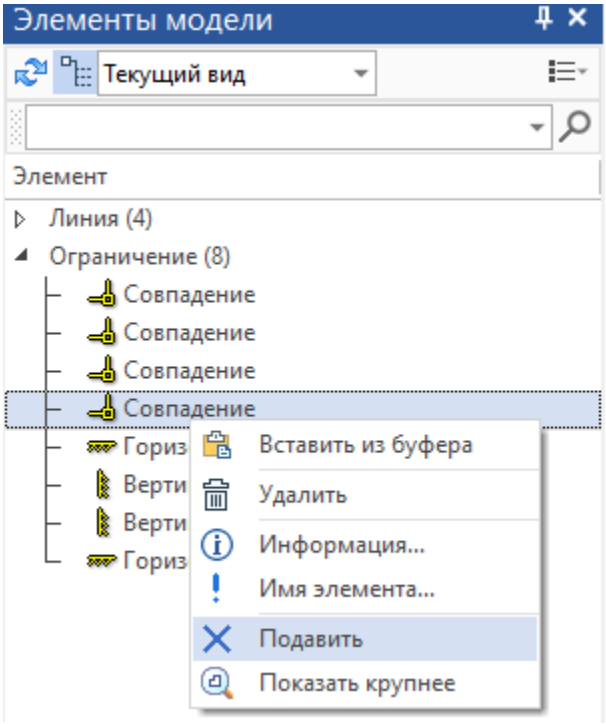
Созданные ограничения можно увидеть на чертеже, а также в окне **Элементы модели.** Они отображаются пиктограммами аналогичными пиктограммам в Ленте. Пиктограммы на чертеже располагаются рядом с теми точками и линиями, на которые наложены соответствующие ограничивающие взаимосвязи. В окне **Элементы модели** можно выделить любое ограничение, тогда на чертеже будут подсвечены те линии и точки, на которые наложено данное ограничение, а также сама пиктограмма данного ограничения. Аналогичная подсветка будет, если в поле чертежа навести курсор на пиктограмму ограничения.



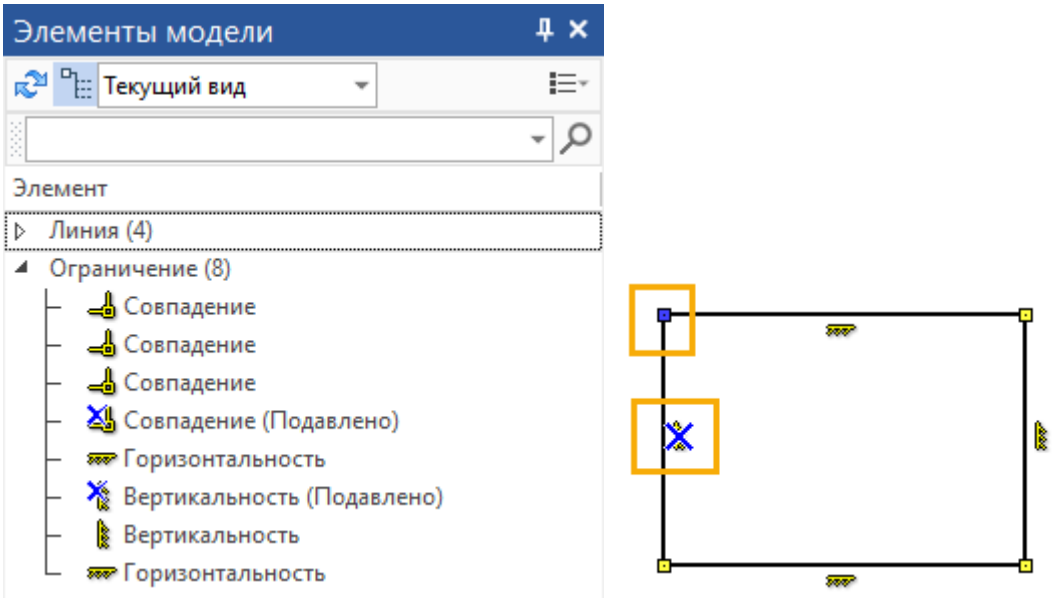
Для любого ограничения можно вызвать его диалог параметров, нажав на ограничении в окне **Элементы модели** или в окне чертежа. В диалоге отображается тип ограничения и доступен флаг **Подавить**, установка которого исключает ограничение из расчета эскиза. Также флагом **Подавить** можно управлять с помощью переменной, введя её имя в поле справа от флага. Установленный флаг соответствует значению 1, снятый - 0. Любое значение больше 1 или меньше -1 включительно заменяется единицей. Любое значение в диапазоне от -1 до 1 заменяется нулём.



Подавить ограничение можно и через контекстное меню.



Если ограничение подавлено, то пиктограмма ограничения в окне **Элементы модели** становится перечёркнутой синим крестиком. Такой же крестик при этом отображается и на чертеже для всех ограничений, кроме совпадения. При подавлении совпадения его пиктограмма на чертеже просто становится синей.



Основные темы в этом разделе:

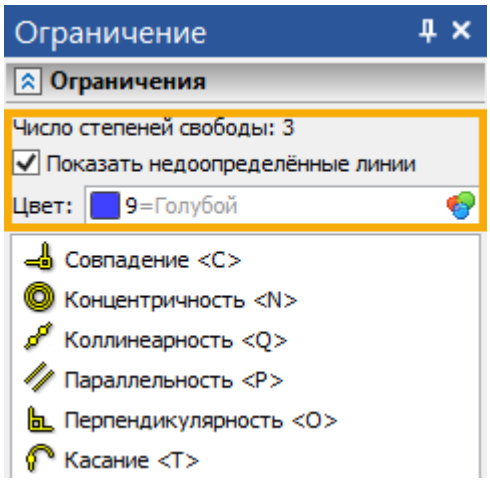
- Степени свободы линий изображения
- Режимы создания ограничений
- Типы ограничений

Степени свободы линий изображения

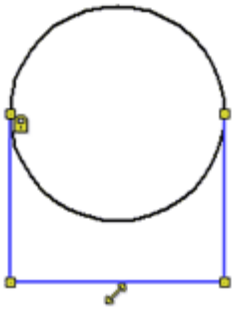
Ограничения конкретизируют абсолютное и относительное положение линий изображения на чертеже. Иными словами, ограничивают степени свободы линий изображения и их характерных точек. Количество степеней свободы чертежа можно посмотреть в окне параметров при вызове команды создания любого ограничения. Количество степеней свободы определяет количество

вариантов перемещения для всех линий чертежа. Например, если начертить отрезок, то у него будет четыре степени свободы: мы можем менять его длину, перемещать по вертикали и горизонтали, а также поворачивать. Или иначе: у его конечных точек по две степени свободы. Если зафиксировать одну точку, то степеней свободы будет 2: только у одной точки останется 2 степени свободы, т.е. отрезок можно будет только вращать и менять его длину. Если кроме фиксации точки зафиксировать длину отрезка, то останется одна степень свободы - вращение отрезка или перемещение точки по окружности.
Если начертить окружность, то у неё будет 3 три степени свободы: перемещение по вертикали и горизонтали, а также изменение радиуса. Если на чертеже отрезок и окружность – то всего будет 7 степеней свободы.

В окне параметров всегда отображается общее количество степеней свободы чертежа с учётом созданных ограничений.



Для понимания того, какие линии изображения на чертеже ещё имеют степени свободы, в окне параметров команды создания ограничений есть специальный флаг - **Показать недоопределённые линии**. При его установке цветом, выбранным в поле **Цвет** (по умолчанию синим), будут подсвечены на чертеже все линии изображения, у которых есть хотя бы одна степень свободы.

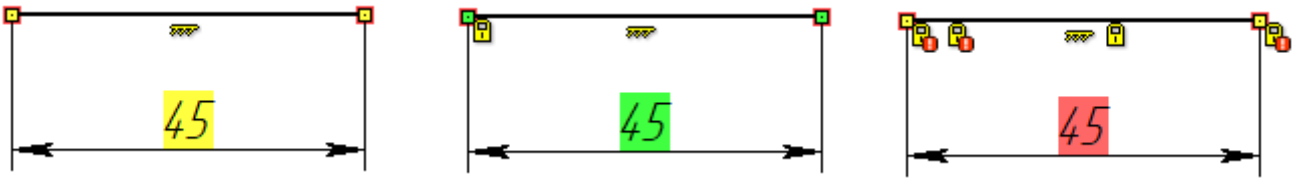


Быстро определить наличие или отсутствие степеней свободы у чертежа в целом можно по цвету фона управляющих размеров и цвету ограничений **Совпадение**.
По умолчанию используются следующие цвета:

- Жёлтый – чертёж не полностью определён, т.е. имеет степени свободы.
- Зелёный – чертёж полностью определён, т.е. не имеет степеней свободы.
- Красный – чертёж переопределён, т.е. есть размеры или ограничения, дублирующие друг друга или противоречащие друг другу.

Цвета можно настроить в установках системы (**Установки** > **Цвета** > **Ограничения**).

При создании параметрических моделей крайне важно полностью определять эскиз. При изменении управляющих параметров все недоопределённые линии будут перестраиваться случайным образом.

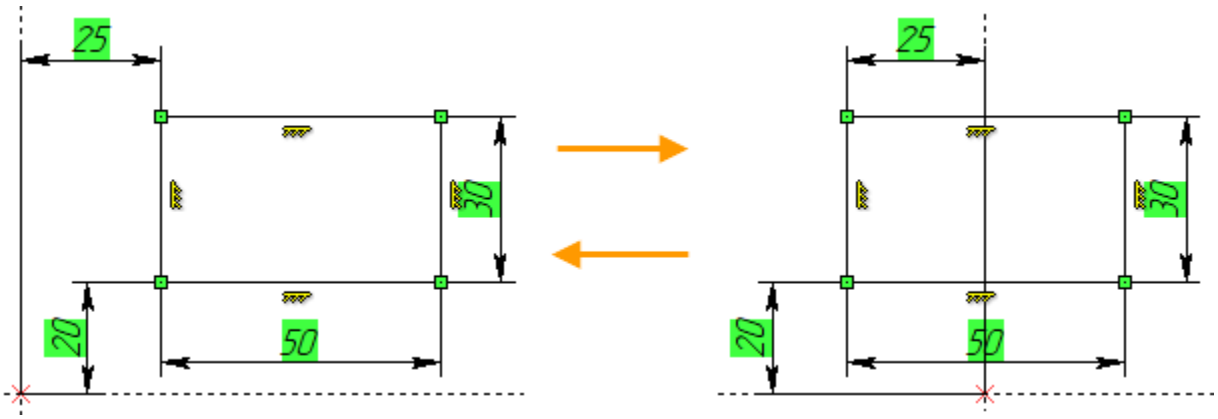


Недоопределённый эскиз | Полностью определённый эскиз | Переопределённый эскиз

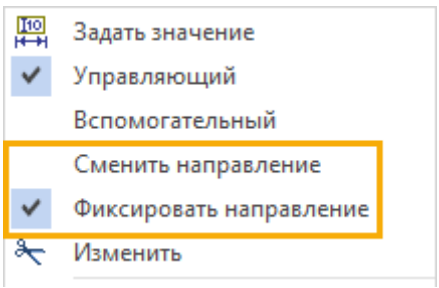
Другим важным моментом в параметризации эскиза при помощи ограничений и управляющих размеров является фиксация направления управляющих размеров.

Если управляющий размер задаёт расстояние между линиями, которые в результате параметризации могут менять своё положение, то необходимо фиксировать направление управляющего размера.

В противном случае, относительное положение элементов после перестроения может быть изменено на противоположное.



Фиксация направления управляющего размера осуществляется установкой флага **Фиксировать направление** в [контекстном меню размера]. Там же можно **Сменить направление** на противоположное.

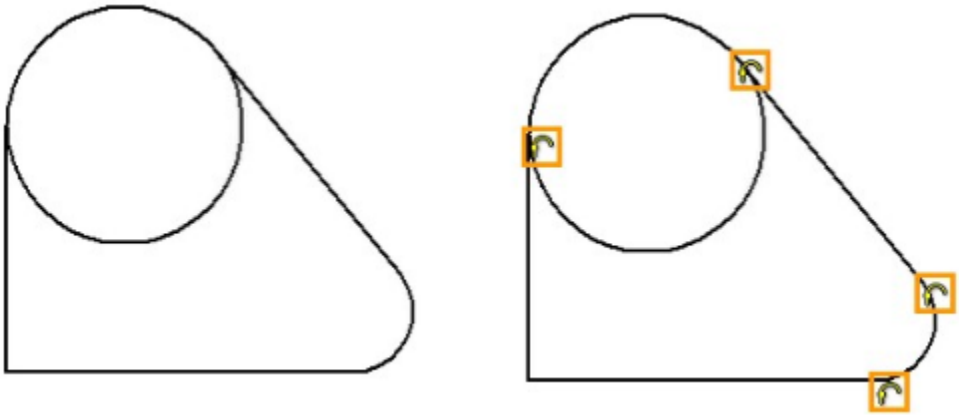


Пример

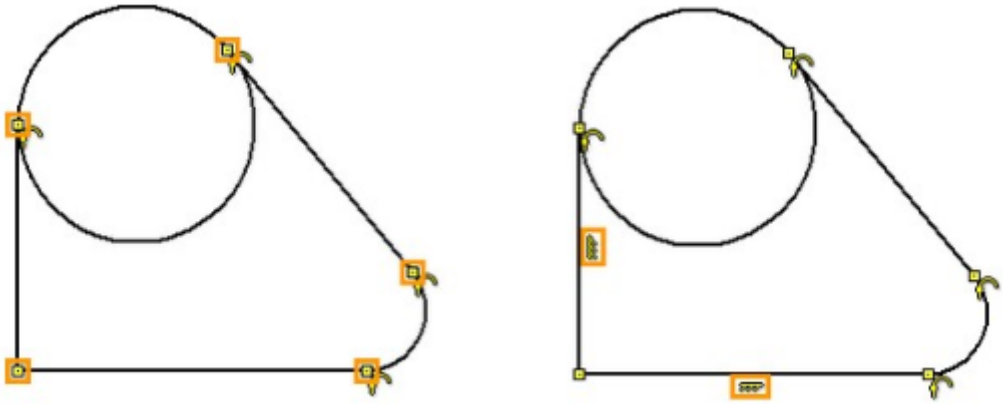
Неопределённый, определённый, и переопределённый чертежи

Пусть дан простой чертёж, показанный на рисунке. На нём нет ограничений и управляющих размеров, т.е. чертёж представляет собой набор ничем не связанных линий.

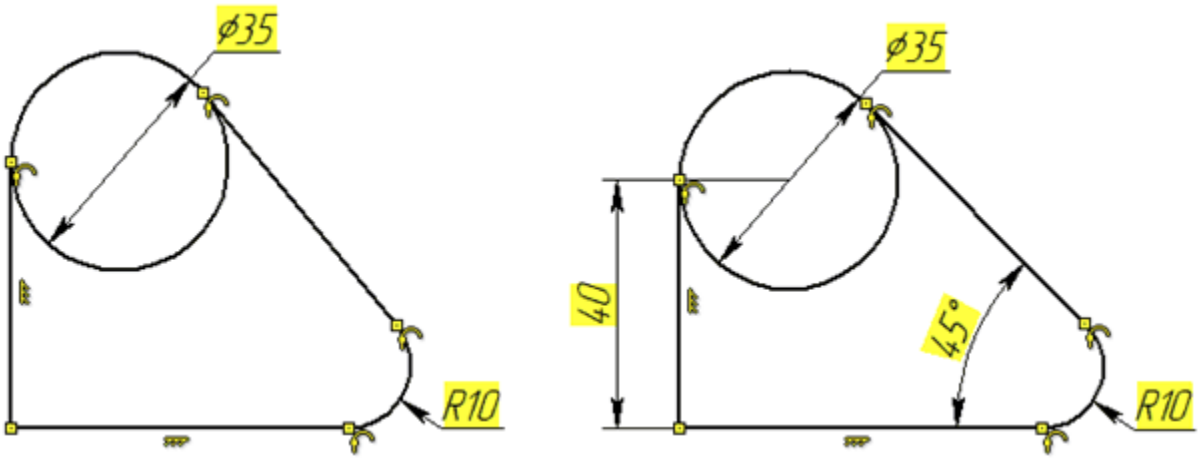
При помощи ограничений и управляющих размеров сделаем чертёж параметрическим и полностью определённым.
У чертежа 20 степеней свободы. Число степеней свободы чертежа отображается в окне параметров команды **Ограничение**. Сделаем между всеми отрезками, касающимися окружности и дуги, ограничение **Касание**.



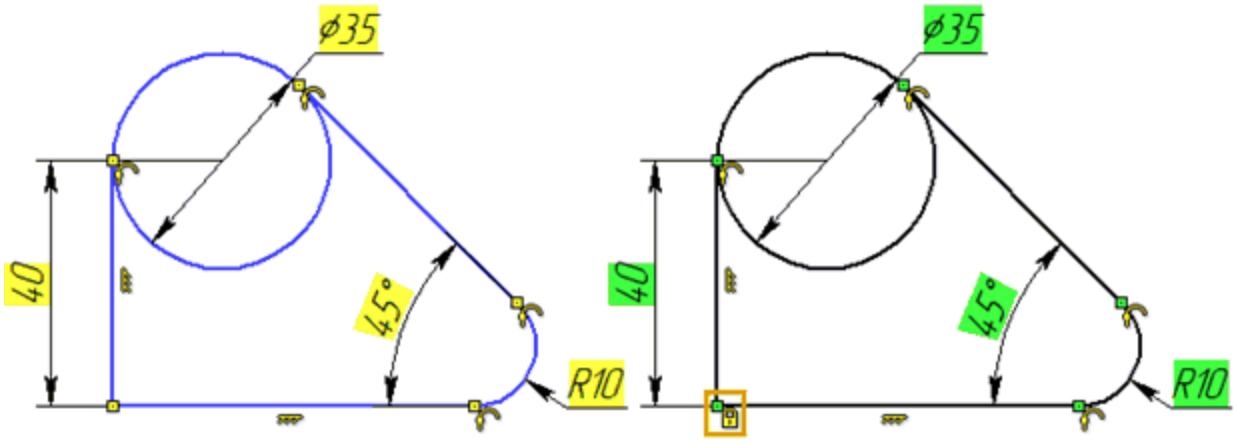
Число степеней свободы сократилось до 16. Далее соединим все конечные точки последовательных линий чертежа между собой ограничением **Совпадение**. Для отрезков, касающихся окружности, совпадение будет не между точками, а между конечными точками отрезков и линией окружности. После создания новых ограничений число степеней свободы сократилось до 8.
Далее назначим ограничения **Вертикальность** и **Горизонтальность** на вертикальный и горизонтальный отрезки соответственно: число степеней свободы станет равным 6.



Ограничения задали взаимосвязь линий эскиза и характерное положение линий. Конкретные размеры чертежа будем задавать управляющими размерами. В Ленте активируем режим и затем вызываем команду создания размеров <**D**>. Образмерим диаметр окружности и радиус скругления. Число степеней свободы стало равно 4. Цвет фона под размерами жёлтый, что, как и наличие степеней свободы, свидетельствует о том, что чертёж ещё не полностью определён.
Далее поставим линейный управляющий размер, задающий положение окружности, и угловой, задающий наклон отрезка. Число степеней свободы сократилось до 2, и фон под размерами всё ещё жёлтый.

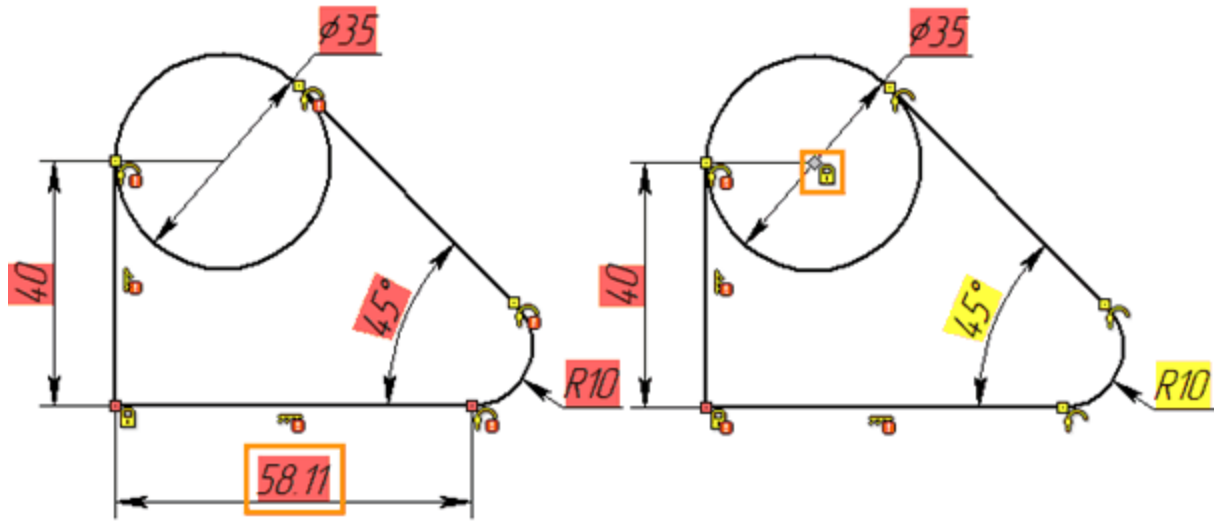


Воспользуемся опцией **Показать недоопределённые линии** - все линии чертежа подсвечены. Это означает, что для всех линий чертежа доступны 2 степени свободы – перемещение по вертикали и по горизонтали. Т.е. сам эскиз уже задан ограничениями и размерами так, что он не может поменять свою геометрию, но при этом относительно начала координат его положение ничем не задано. Определить положение эскиза можно либо заданием двух линейных размеров от начала координат, либо зафиксировав любую точку. Зафиксируем точку ограничением **Фиксация**.



После создания ограничения фиксации, фон под управляющими размерами стал зелёным, а число степеней свободы стало равно нулю, т.е. чертёж полностью определён.

Если зафиксировать ещё одну точку (в целом, если создать ещё одно любое ограничение) или поставить ещё один управляющий размер, то чертёж будет переопределён. Фон под размерами станет красным и будут появляться сообщения о том, что ограничения пересчитаны с ошибками, т.к. они начнут дублировать друг друга и противоречить друг другу.



Режимы создания ограничений

В процессе создания элементов эскиза доступно автоматическое создание ограничений и автоматическое создание размеров для создаваемых элементов.

Как при автоматическом, так и при ручном создании, размеры могут быть обычными (информационными) или управляющими, в зависимости от того, активен ли режим создания управляющих размеров.

К уже созданным элементам эскиза можно автоматически применить ограничения и управляющие размеры с помощью команды **Поиск ограничений**.

Основные темы в этом разделе:

- Управляющие 2D размеры
- Автоматическое создание ограничений
- Автоматическое создание размеров
- Поиск ограничений

Управляющие 2D размеры

Чтобы полностью определить чертёж на основе линий эскиза, помимо геометрических ограничений, следует создавать размерные ограничения. Обычные размеры отображают размерные параметры линий изображения, но не определяют их, т.е. соответствующий параметр, а следовательно и значение размера, могут произвольно измениться при редактировании чертежа. **Управляющий размер** определяет соответствующие параметры элементов, по которым он создан. В результате заданное значение размера всегда соблюдается при последующих изменениях чертежа, а изменение значения размера пользователем приводит к изменению геометрии изображения.

Управляющие размеры могут быть созданы на основе:

- одной линии эскиза, определяя её размер (длину отрезка или кривой, радиус или диаметр окружности или дуги окружности, длину оси эллипса или дуги эллипса);
- двух линий эскиза, определяя расстояние или угол между ними;
- двух свободных 2D узлов, определяя расстояние между ними;
- линии эскиза и 2Д элемента построения (2Д узла любого типа, прямой, окружности), определяя расстояние или угол между ними.

Управляющие размеры не влияют на геометрию линий построения и несвободных 2D узлов. При необходимости изменения геометрии для соблюдения введённого значения управляющего размера меняется только геометрия линий эскиза и свободных 2Д узлов.

Ручное создание управляющих размеров

Для создания управляющего размера вручную нужно использовать стандартную команду оформления **Размер** при включенном режиме создания **Управляющих размеров:**

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Ограничения > Управляющие размеры Рабочая плоскость > Ограничения > Управляющие размеры
Клавиатура	Текстовое меню
<AD>	

Пока активен этот режим, все создаваемые размеры будут управляющими, за исключением случая, когда создание управляющего размера ведёт к переопределению чертежа, т.е. параметры линий, определяемые этим размером уже определены другими управляющими размерами и ограничениями. В таком случае, будет создан обычный размер, несмотря на активный режим создания управляющих размеров; режим при этом остаётся активным.

После размещения управляющего размера на чертеже будет предложено ввести его значение, т.к. в окне параметров команды **Размер** по умолчанию включена опция **Редактировать значение при создании управляющего размера**. Значения управляющих размеров можно задавать числами, переменными или выражениями.

Ручное превращение обычного размера в управляющий

Любой обычный размер, созданный на основе подходящих элементов, можно сделать управляющим, установив флаг **Управляющий** в контекстном меню размера. Любой управляющий размер можно сделать обычным, сняв данный флаг.

Автоматическое превращение обычного размера в управляющий при редактировании значения

По умолчанию в установках системы включена опция **Устанавливать параметр "Управляющий" при редактировании** (**Установки > Ограничения и размеры > Автоматически создавать размеры)**. Вследствие этого, любой 2D размер автоматически становится управляющим при редактировании его значения пользователем.

Автоматическое создание управляющих размеров

При построении эскиза можно пользоваться режимом автоматического создания размеров.

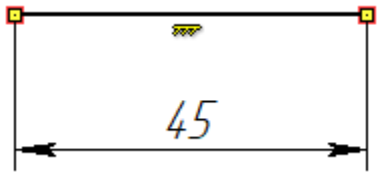
Если одновременно с автоматическим созданием размеров включить режим создания управляющих размеров, то все автоматически создаваемые размеры буду управляющими.

С помощью команды **Поиск ограничений** можно автоматически создать управляющие размеры и ограничения для уже созданных линий эскиза.

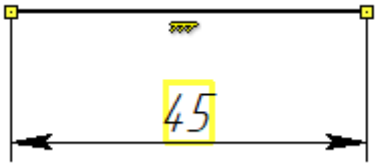
Отображение управляющих размеров на чертеже

По умолчанию управляющие размеры выводятся на печать, так же как и обычные размеры. Чтобы не выводить размер на печать, сделайте его вспомогательным.

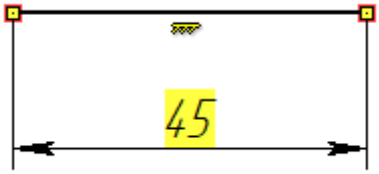
То, что размер является управляющим, легко понять по его фону, т.к., в отличие от обычных размеров, значения управляющих размеров выделены цветным фоном. Цвет фона показывает различные состояния геометрии чертежа в целом (см. Степени свободы линий изображения).



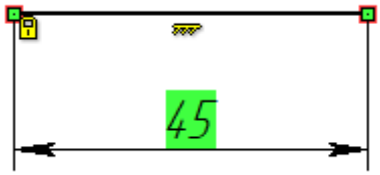
Обычный размер



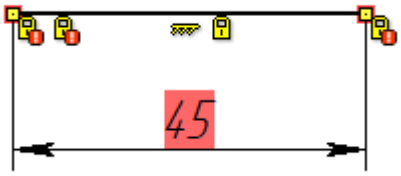
Подавленный управляющий размер



Управляющий размер при недоопределённом эскизе



Управляющий размер при полностью определённом эскизе



Управляющий размер при переопределённом эскизе

Подавление управляющих размеров

При необходимости управляющий размер можно подавить. Подавленный управляющий размер воспринимается системой как обычный информационный, т.е. он не будет влиять на геометрию чертежа, а при редактировании чертежа значение размера будет изменяться в соответствии с изменениями геометрии исходных объектов. При снятии подавления размер снова станет управлять геометрией, а его значение вернётся к имевшемуся на момент подавления.

См. также:

- Размер
- Ограничения
- Управляющие 3D размеры

Автоматическое создание ограничений

Пиктограмма	Текстовое меню
	Настройка > Привязка > Автоматическое создание ограничений
Панель фильтров в команде <SK> Эскиз	
<Ctrl>+<F2>	Автоматическое создание ограничений

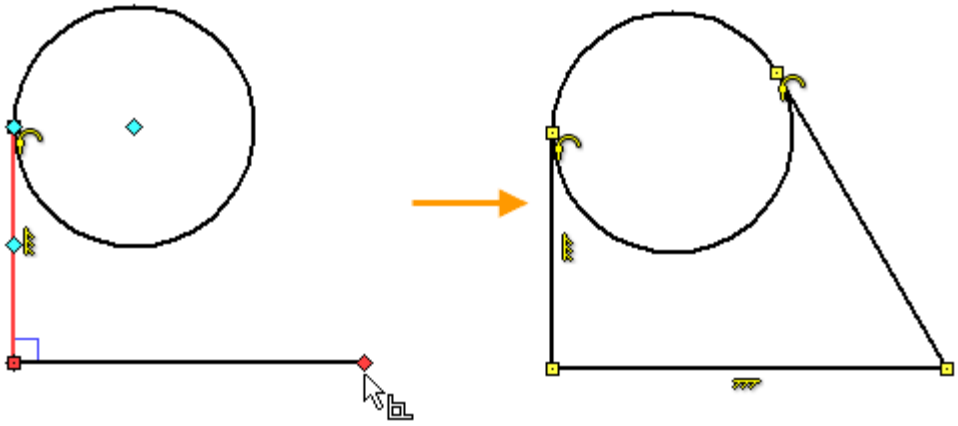
Этот режим позволяет создавать ограничения в автоматическом режиме при создании линий эскиза.

Типы автоматически создаваемых ограничений задаются в диалоге установок системы (**Установки** > **Ограничения и размеры** > **Автоматически создавать ограничения**).

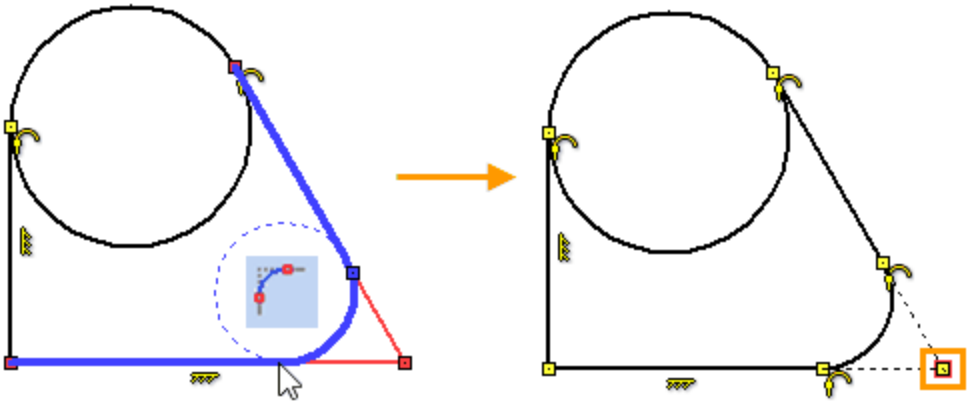
По умолчанию автоматически создаются ограничения **Горизонтальность, Вертикальность**, **Совпадение**, **Касание**, **Перпендикулярность**. Т.е. если какая-либо линия начерчена касательно к другой, то автоматически создаётся ограничение **Касание**; если конечная точка одной линии совпадает с точкой другой линии или с самой линией, то автоматически создаётся ограничение **Совпадение**; а на все вертикальные и горизонтальные отрезки будет автоматически наложены ограничения **Вертикальность** и **Горизонтальность**. Ограничение **Перпендикулярность** создаётся на все перпендикулярные отрезки, кроме случая, когда эти отрезки являются горизонтальным и вертикальным, т.к. горизонтальные и вертикальные отрезки уже являются перпендикулярными друг к другу, благодаря ограничениям вертикальности и горизонтальности.

Пример

Рассмотрим тот же чертёж, что и в примере главы Управляющие размеры. Там ограничения на линиях создавались самим пользователем. На самом деле быстрее и проще сделать ограничения для такого чертежа в автоматическом режиме. Для этого после вызова команды эскиза <SK>, прежде чем начать черчение, включаем режим автоматического создания ограничений <Ctrl>+<F2>. Далее при помощи опций эскиза создаём чертёж.

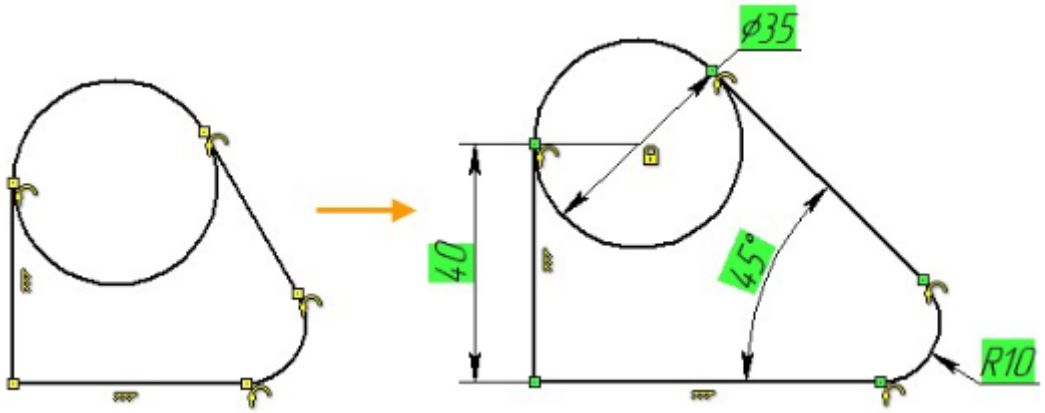


Создаём окружность, далее строим отрезки: автоматически создаётся ограничение **Касание** для отрезка, касательного к окружности; для него же, т.к. отрезок расположен вертикально, создаётся ограничение **Вертикальность;** для следующего автоматически создаётся ограничение **Горизонтальность** и для третьего отрезка, т.к. он тоже касательный к окружности, создаётся ограничение **Касание**. Для всех точек, которые совпадают с другими точками или линиями, автоматически создаётся ограничение **Совпадение**.



Скругление создаём командой эскиза **Скругление**: автоматически создаются четыре ограничения: два касания и два совпадения. При использовании команды **Скругление** была включена опция **Обрезать исходные кривые.** В результате на продолжении обрезанных отрезков осталась точка их пересечения, в которой было задано ограничение совпадения. Данное ограничение не является

дублирующим, т.к. если бы опция обрезки не была включена, оно определяло бы длину отрезков до их пересечения. Но для данного эскиза ни точка, ни само ограничение не нужны, поэтому их можно удалить.



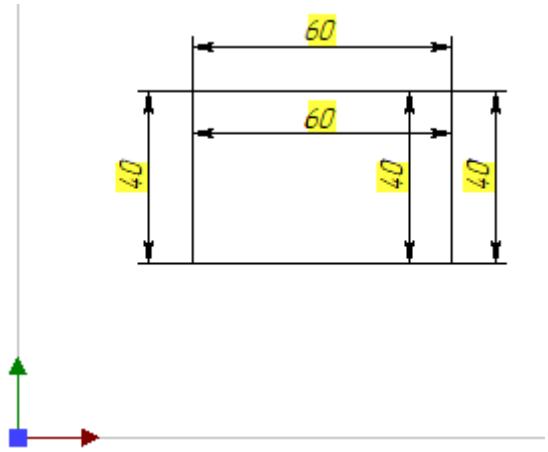
Таким образом, при помощи автоматического создания ограничений был создан параметрический эскиз без непосредственного участия пользователя в создании параметризации. Далее, при помощи управляющих размеров, можно конкретизировать размеры параметрического чертежа, устранив тем самым неопределённость построений. Относительно начала координат эскиз будет определён ограничением **Фиксация,** созданным для точки центра окружности.

Автоматическое создание размеров

Пиктограмма	Панель фильтров в команде <SK> Эскиз
	Автоматическое создание размеров

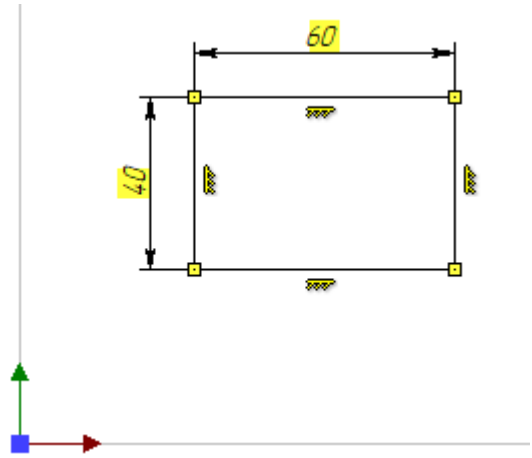
Если данный режим активен, то при создании элементов эскиза по ним автоматически создаются размеры. Если при этом активен режим создания управляющих размеров, то все созданные размеры будут управляющими. Размеры, созданные автоматически, ничем не отличаются от размеров, созданных вручную с помощью команды **Размер**.
Рассмотрим автоматическое создание управляющих размеров на примере создания одного и того же прямоугольника в различных режимах.

Типы создаваемых размеров задаются в диалоге установок системы (**Установки** > **Ограничения и размеры** > **Автоматически создавать размеры**).
По умолчанию включены все доступные типы, кроме размеров от нулевой точки (от начала координат активного вида). При этом автоматически создаваемых управляющих размеров недостаточно для полного определения эскиза.



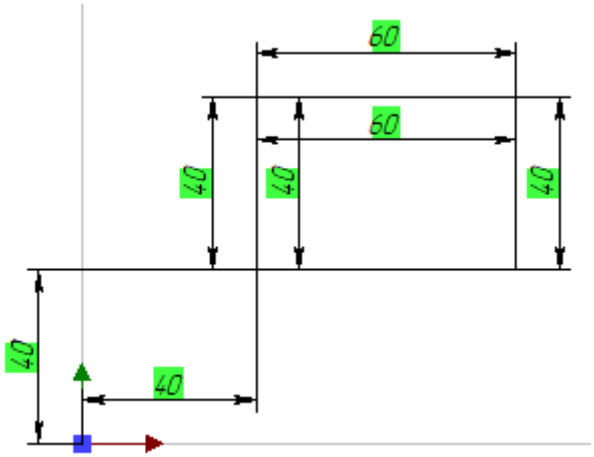
- выключено, - включено, - включено, - активен набор опций по умолчанию

Рекомендуется использовать автоматическое создание управляющих размеров в сочетании с автоматическим созданием ограничений, а затем вручную проставить необходимые размеры от нулевой точки или зафиксировать базовые элементы. Автоматическое создание ограничений имеет приоритет над автоматическим созданием размеров, так что при одновременном использовании обоих режимов автоматически создаются только те размеры, которые не заданы ограничениями.

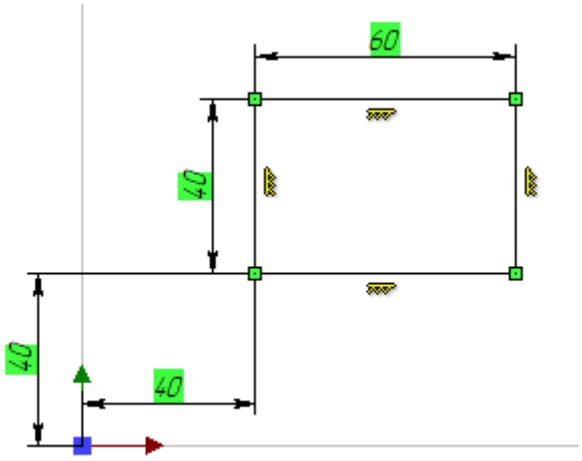


- включено, - включено, - включено, - активен набор опций по умолчанию

Если включить в диалоге установок системы автоматическое создание размеров от нулевой точки, то созданные управляющие размеры будут полностью определять первоначально созданную последовательность элементов эскиза. Однако, при последующем редактировании эскиз может стать переопределённым или недоопределённым.



- выключено, - включено, - включено, - активны все опции создания размеров



- включено, - включено, - включено, - активны все опции создания размеров

Создать управляющие размеры по уже созданным линиям эскиза можно автоматически с помощью команды **Поиск ограничений** или вручную с помощью команды **Размер** в режиме создания управляющих размеров.

Поиск ограничений

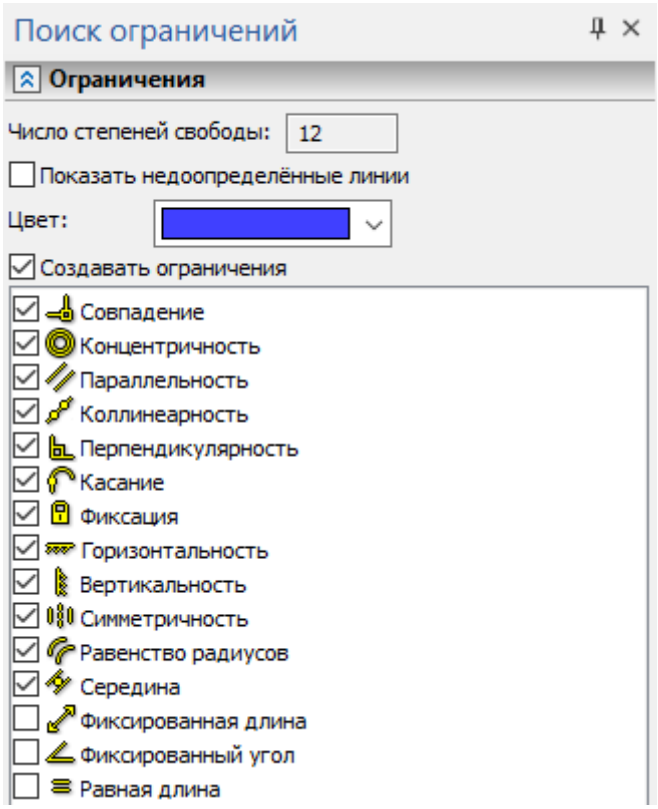
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Ограничения > Поиск ограничений Рабочая плоскость > Ограничения > Поиск ограничений
Клавиатура	Текстовое меню
<IS>	

Команда позволяет автоматически создавать ограничения и управляющие размеры для ранее созданных линий эскиза. В логике автоматического создания ограничений и размеров заложены алгоритмы, исключающие переопределённость чертежа при автоматической параметризации.
После вызова команды необходимо выбрать в окне чертежа линии, на которых нужно создать ограничение. Нажатие на линии добавляет её к выбранным. Можно выбрать сразу несколько линий рамкой или кривой. Для выбора всех линий изображения на активном виде воспользуйтесь следующей опцией автоменю:.

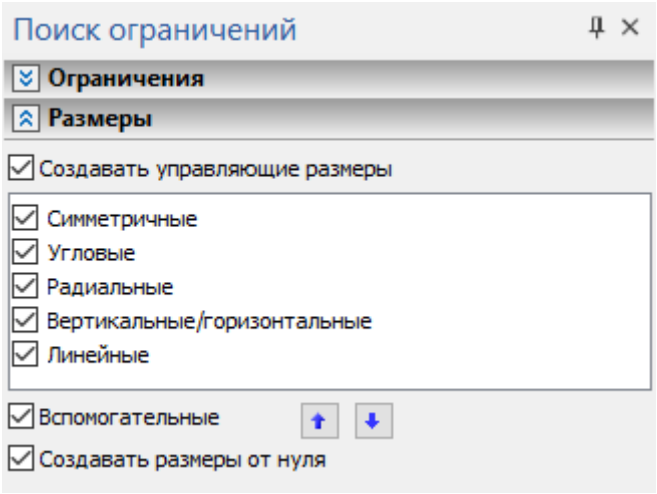
<*> Выбрать все элементы

Также можно выбрать линии заранее перед вызовом команды.



Окно параметров команды разделено на вкладки **Ограничения** и **Размеры**, содержащие параметры создания ограничений и размеров соответственно. В верхней части вкладки **Ограничения** находится информация о **Числе степеней свободы** чертежа, флаг, позволяющий **Показать недоопределённые линии**, и поле выбора **Цвета** подсветки недоопределённых линий (см. главу Степени свободы линий изображения).

Ниже находится флаг **Создавать ограничения**. При снятом флаге ограничения не создаются. При установленном флаге, после завершения ввода (или <**Ctrl**>+<**Enter**>) будут автоматически созданы ограничения тех типов, для которых установлены флаги в списке, расположенном в нижней части вкладки. Принцип создания автоматических ограничений на чертеже аналогичен режиму автоматического создания ограничений в командах **Эскиза**.

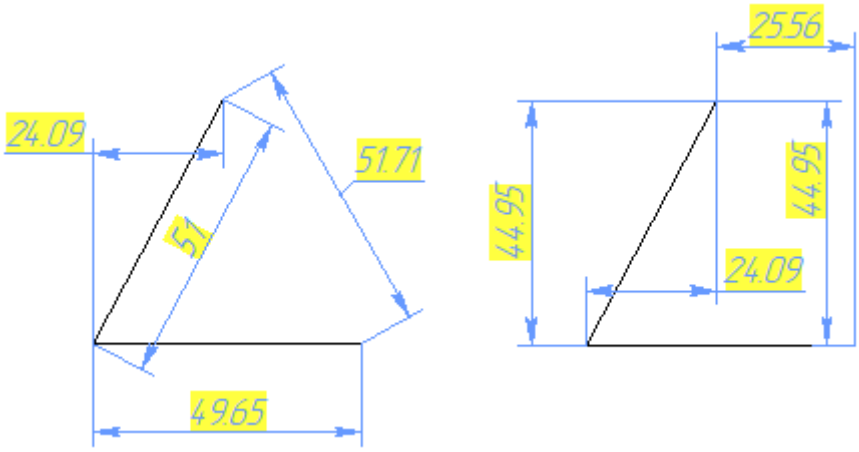


В верхней части вкладки **Размеры** расположен флаг **Создавать управляющие размеры**. При снятом флаге размеры не создаются. При установленном флаге, после завершения ввода (или <**Ctrl**>+<**Enter**>) будут автоматически созданы управляющие размеры тех типов, для которых установлены флаги в списке, расположенном ниже. Приоритет создания размеров тех или иных типов зависит от порядка типов размеров в списке. Для перемещения типа **Вверх** или **Вниз** по списку выберите его с помощью и воспользуйтесь кнопками, расположенными под списком. Помимо кнопок под списком расположены следующие флаги:

- **Вспомогательные**
  При установленном флаге все созданные управляющие размеры будут вспомогательными, что позволяет не выводить их на печать
- **Создавать размеры от нуля**
  При установленном флаге создаются дополнительные управляющие размеры для определения положения линий относительно начала координат активного вида.

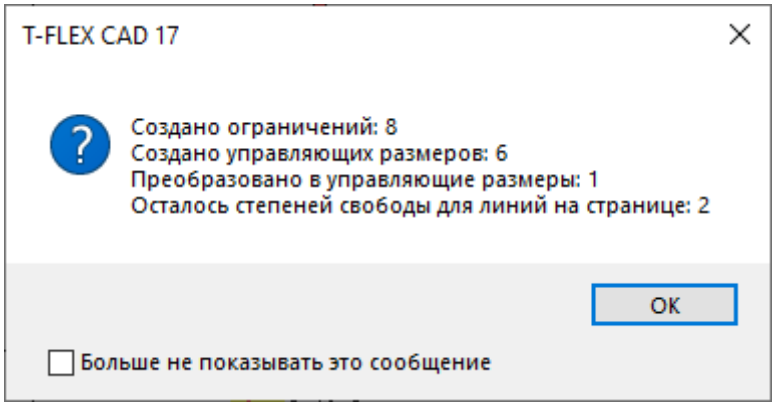
Независимо от того, включено ли создание ограничений, размеры не создаются для той геометрии, которая может быть задана ограничениями. Например, не создаётся угловой размер между перпендикулярными отрезками, т.к. данная геометрия может быть охарактеризована ограничением **Перпендикулярность**.

При создании управляющих размеров с помощью данной команды обычные (не управляющие) размеры, имеющиеся на чертеже, автоматически преобразуются в управляющие.



Результат автоматического создания вспомогательных управляющих размеров
для одного и того же набора линий при разном порядке типов размеров в списке

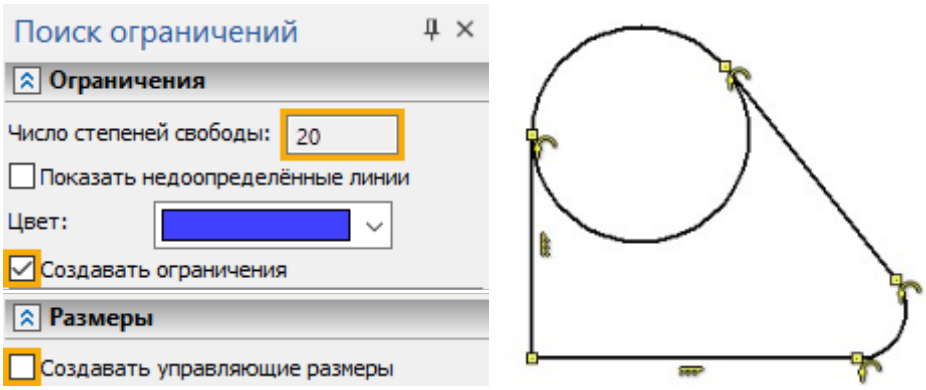
После того, как выбраны линии изображения и настроены параметры создания управляющих размеров и ограничений, завершите ввод при помощи или **<Ctrl>+<Enter>**. Для выбранных линий будут созданы размеры и ограничения в соответствии с заданными параметрами. По итогам работы команда выводит окно с информацией о количестве созданных элементов и степенях свободы чертежа.



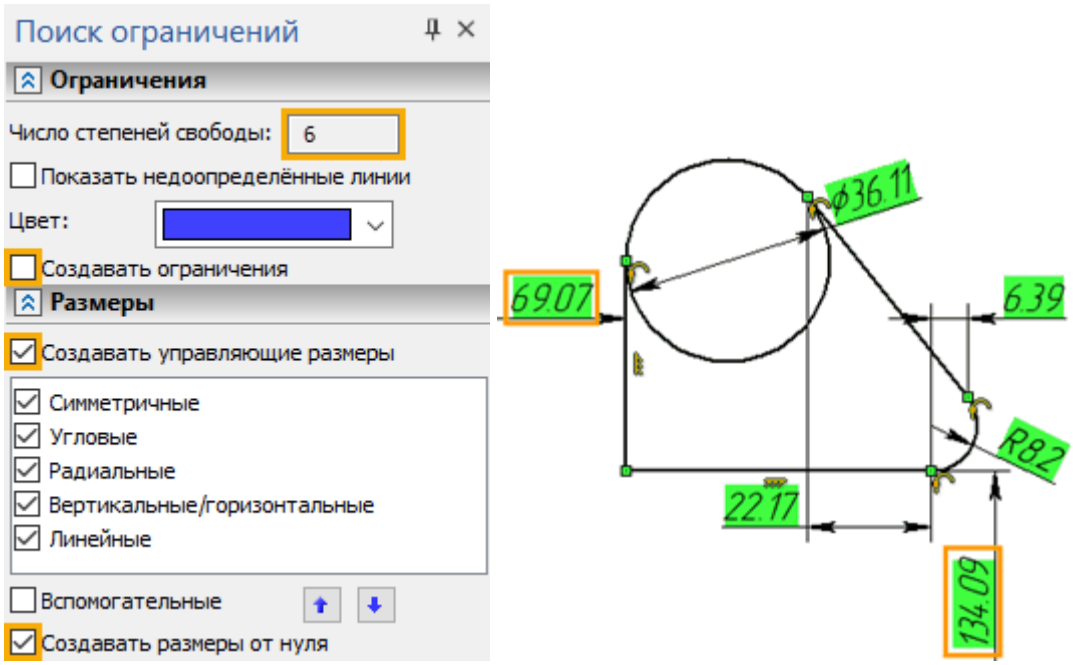
Пример

Автоматическая параметризация эскиза после построения

Рассмотрим пример из предыдущих подразделов Управляющие размеры и Автоматическое создание ограничений. Допустим, эскиз уже построен, но пока на нём нет ограничений. Вызовем опцию **Поиск ограничений**. В окне параметров команды указано текущее количество степеней свободы эскиза, равное 20. Чтобы сделать действие алгоритма создания параметрического эскиза более наглядным, отменим сначала создание управляющих размеров и оставим только создание ограничений. Далее нажимаем опцию автоменю для выбора всех линий, и нажимаем опцию завершения команды или **<Ctrl>+<Enter>**.



Автоматически было создано 11 ограничений – информация об автоматически созданных ограничениях и размерах выводится в специальном сообщении после завершения команды **Поиск Ограничений**. Автоматически созданные ограничения устанавливают взаимосвязь всех линий изображения. Создано 5 совпадений: 2 совпадения окружности и крайних точек отрезков, 2 совпадения крайних точек дуги и крайних точек отрезков и 1 совпадение крайних точек отрезков. Таким образом, все последовательные линии параметрически соединены между собой. Создано 4 касания: 2 касания между окружностью и отрезками и 2 касания между дугой и отрезками. Создано одно ограничение вертикальность для вертикального отрезка и одно ограничение горизонтальность для горизонтального отрезка.



Вновь заходим в команду **Поиск ограничений**. В окне параметров команды можно увидеть, что после создания ограничений число степеней свободы чертежа сократилось до 6. Создадим управляющие размеры. Т.к. ограничения мы уже создали, то снимем флаг создания ограничений, а флаг создания управляющих размеров наоборот поставим. Добавим ещё флаг для создания размеров от нуля, т.е. от начала координат – это позволит полностью определить чертёж. Вновь выбираем все линии изображения, и нажимаем пиктограмму завершения команды или **<Ctrl>+<Enter>**. В отдельном окне выводится информация о созданных размерах и ограничениях. Закрываем окно. Автоматически создались управляющие размеры, устанавливающие чёткую взаимосвязь всех линий чертежа с учётом ограничений, и их положение относительно начала координат. Автоматически созданные управляющие размеры полностью определили чертёж, что

видно по зелёному фону под значениями размеров. Стоит отметить, что необязательно создавать отдельно ограничения и управляющие размеры – удобнее и быстрее сделать это одновременно.

Типы ограничений

В командах **Ограничение** и **Поиск ограничений**, а также непосредственно в ленте и в контекстных меню линий изображения и в динамической панели при выборе линий, доступны следующие ограничения:

	<C>	Совпадение
	<N>	Концентричность
	<Q>	Коллинеарность
	<P>	Параллельность
	<O>	Перпендикулярность
	<T>	Касание
	<F>	Фиксация
		Полная фиксация
	<H>	Горизонтальность
	<V>	Вертикальность
	<D>	Выравнивание по горизонтали
	<G>	Выравнивание по вертикали
	<S>	Симметричность
	<R>	Равенство радиусов
	<M>	Середина
	<L>	Фиксированная длина
	<A>	Фиксированный угол
	<E>	Равная длина

Кроме того, при использовании некоторых команд могут автоматически создаваться специальные ограничения, недоступные в командах **Ограничение** и **Поиск ограничений**:

Многоугольник

Смещение

Линейный массив

Круговой массив

G1 непрерывность

G2 непрерывность

Совпадение

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Ограничения > Ограничение > Совпадение Рабочая плоскость > Ограничения > Ограничение > Совпадение
Клавиатура	Текстовое меню
<SC>><C>	
Окно параметров команды **<SC>** Ограничение	
<C>	Совпадение

Данное ограничение создаёт связь между двумя точками (одной из точек может быть начало координат) или между точкой и линией.
Точка одного объекта будет совпадать с точкой или линией другого объекта. Если точки (или точка и линия) при построении эскиза не совпадают, то при использовании ограничения **Совпадение** линии автоматически переместятся в такое положение, чтобы точки (или точка и линия) совпадали.

Если положение точек и объектов, которым принадлежат выбранные точки, не фиксировано другими ограничениями, то, какой объект будет перемещён при применении совпадения, зависит от типа объектов.
При создании ограничения между точками, принадлежащими объектам любого типа, кроме сплайнов, перемещается объект, точка которого выбрана второй.
При создании ограничения между сплайном и объектом любого другого типа перемещается объект, отличный от сплайна.
При создании ограничения между точками, принадлежащими двум сплайнам, перемещаемая точка выбирается произвольно.
Если фиксировано положение только второго объекта, то будет перемещен первый. Если фиксировано положение обоих объектов, то новое ограничение выдаст ошибку.

Если у перемещаемого объекта нет фиксированных точек, то он перемещается без изменения геометрии. В противном случае, перемещается не весь объект, а только выбранная точка, что ведёт к изменению геометрии объекта. Данное правило не распространяется на сплайны - у них всегда перемещается только выбранная точка.

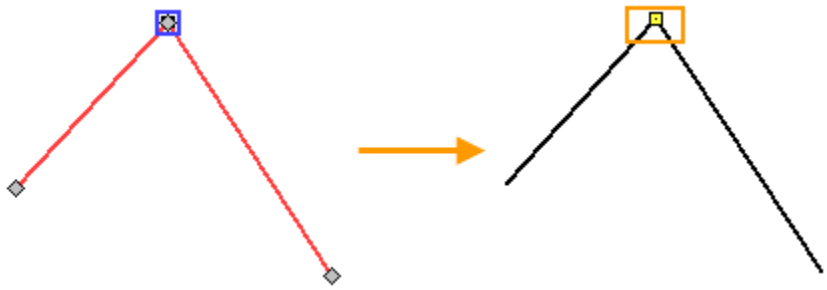
Ограничение позволяет выбирать несколько вторых объектов.

Пиктограмма ограничения отображается поверх ограничиваемых точек.

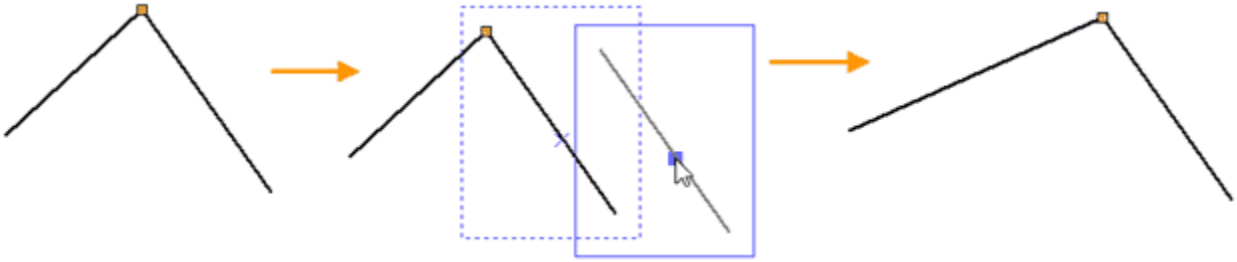
Примеры

Совпадение концов отрезков

Выбираем точку конца отрезка, затем точку начала другого отрезка при помощи , и заканчиваем ввод (или **<Ctrl>+<Enter>**). Порядок ввода точек в данном случае не важен, т.к. их фактическое положение уже совпадает. В окне параметров будут указаны выбранные объекты.

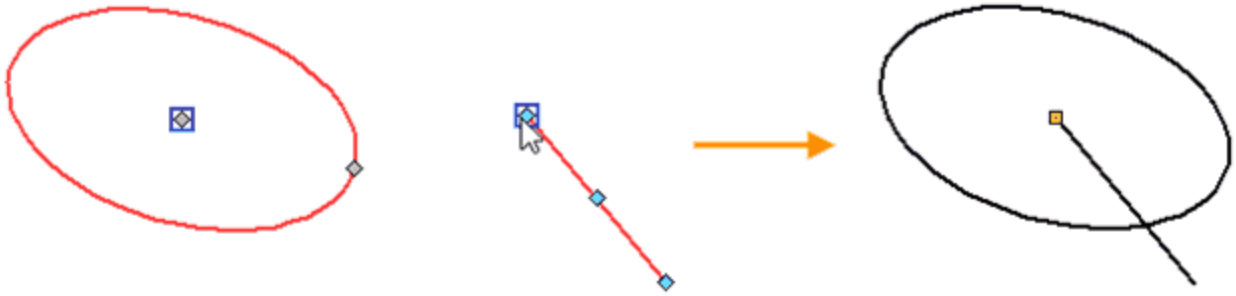


Совпадение на чертеже обозначается жёлтым квадратным маркером. Если совпадение задано некорректно, маркер будет красного цвета.
В данном примере указанные точки совпадали и до создания ограничения. Разница в том, что теперь если мы будем перемещать любой из отрезков, то другой отрезок перестроится таким образом, чтобы точки совпадали. До создания ограничения отрезки были независимы друг от друга.

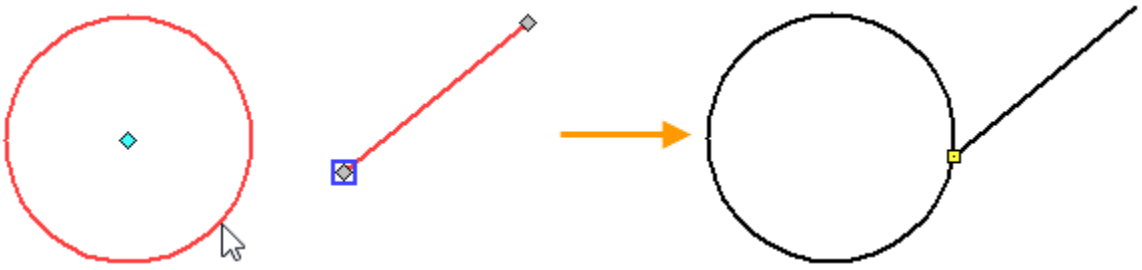


Совпадение начала отрезка и центра эллипса

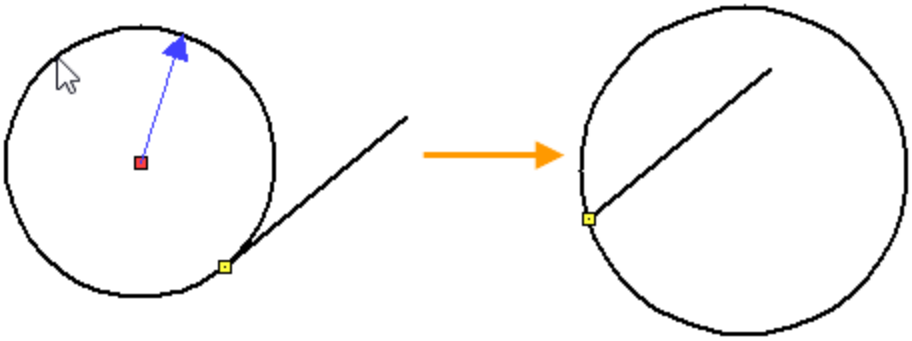
Выбираем точку центра эллипса и точку начала отрезка при помощи , и заканчиваем ввод (или **<Ctrl>+<Enter>**). Если выбранные точки не совпадали, то объект, выбранный вторым, переместится так, чтобы точки совпадали.



Совпадение начала отрезка и окружности

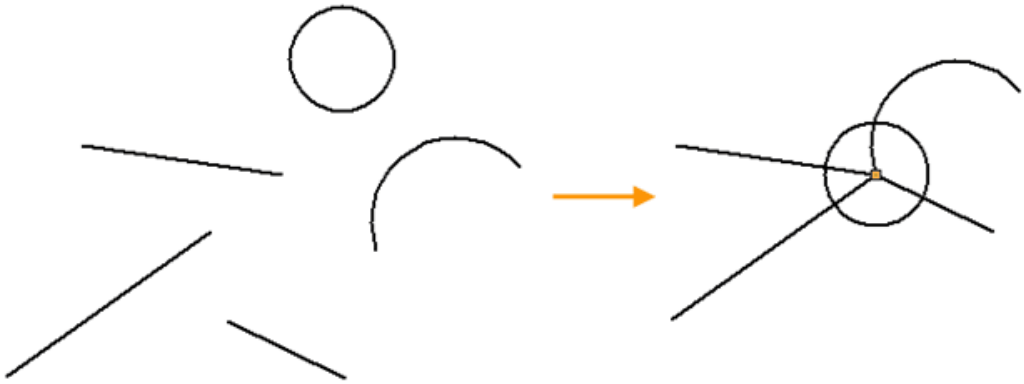


Выбираем точку начала отрезка при помощи , затем выбираем линию окружности и заканчиваем ввод (или **<Ctrl>+<Enter>**). Окружность переместилась так, что точка начала отрезка стала с ней совпадать.

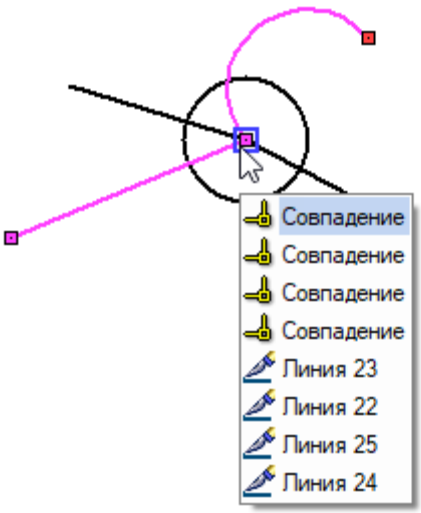


Можно менять положение окружности и её радиус – точка начала отрезка будет всегда совпадать с окружностью.

Совпадение нескольких точек



Выбираем сначала точку, с которой хотим совместить остальные, затем последовательно (в любом порядке) выбираем остальные точки при помощи , и заканчиваем ввод (или **<Ctrl>+<Enter>**). В окне параметров будет указано, что выбрано несколько вторых объектов (в данном случае четыре).
В результате для пяти точек будет создано четыре ограничения – для каждой пары второго объекта с первым. На чертеже пиктограммы ограничений будут перекрывать друг друга. Перемещение любой из пяти линий приведёт к перестроению остальных.



Концентричность

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Ограничения > Ограничение > Концентричность Рабочая плоскость > Ограничения > Ограничение > Концентричность
Клавиатура	Текстовое меню
<SC>><N>	
Окно параметров команды **<SC>** Ограничение	
<N>	Концентричность

Данное ограничение можно применить к окружностям, эллипсам и дугам, включая дуги полученные в результате применения команд **Скругление** и **Кривая смещения.**
Ограничение перемещает точки центров так, чтобы они совпадали.

Если положение обоих объектов не фиксировано другими ограничениями, то при применении концентричности будет перемещён объект, выбранный вторым, тогда как первый объект сохранит положение. Если фиксировано положение только второго объекта, то будет перемещен первый. Если фиксировано положение обоих объектов, то новое ограничение выдаст ошибку.

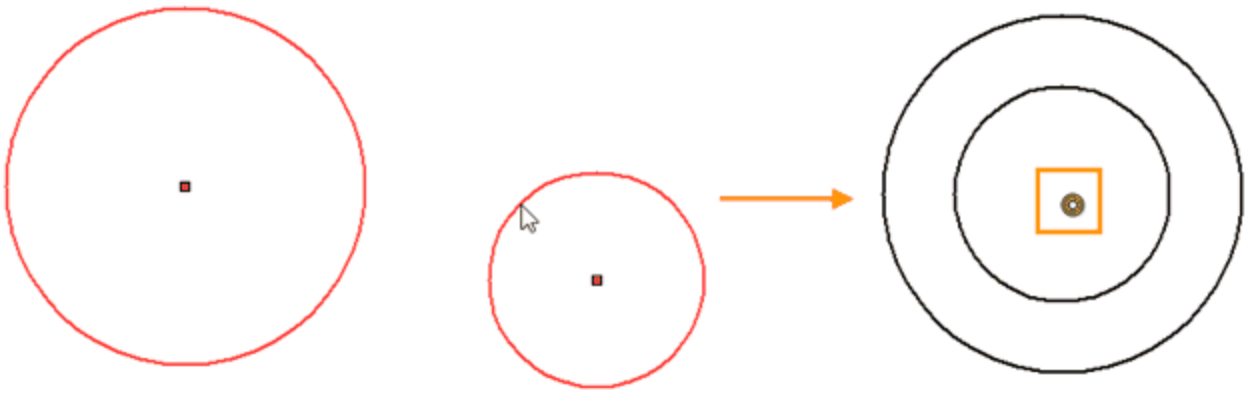
Если у перемещаемого объекта нет фиксированных точек, то он перемещается без изменения геометрии. В противном случае, перемещается не весь объект, а только точка центра, что ведёт к изменению геометрии объекта.

Ограничение позволяет выбирать несколько вторых объектов.

Пиктограмма ограничения отображается рядом с центром ограничиваемых объектов.

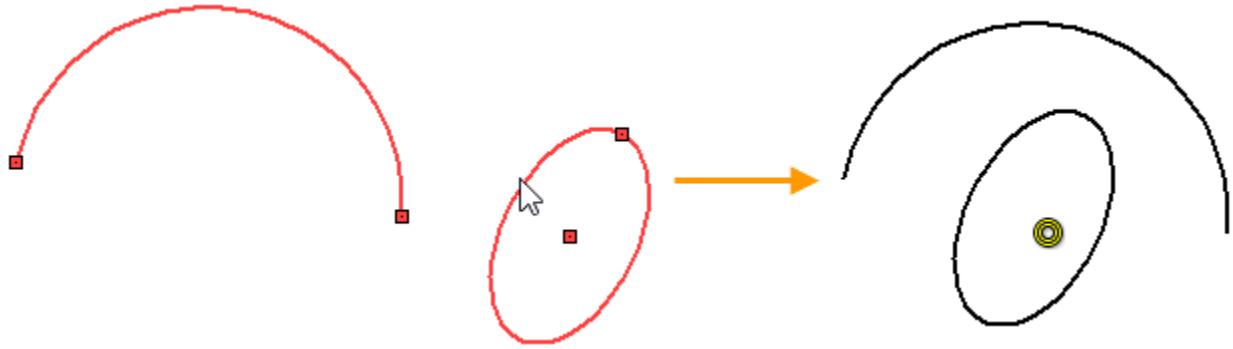
Примеры

Концентричность двух окружностей



Выбираем первую линию окружности при помощи , затем вторую, и заканчиваем ввод (или **<Ctrl>+<Enter>**). Вторая окружность переместилась так, чтобы центры двух окружностей совпадали. На чертеже ограничение обозначается пиктограммой аналогичной той, которая обозначает в ленте данное ограничение. Теперь, если переместить любую из окружностей, другая переместится так, чтобы центры окружностей совпадали.

Концентричность дуги и эллипса



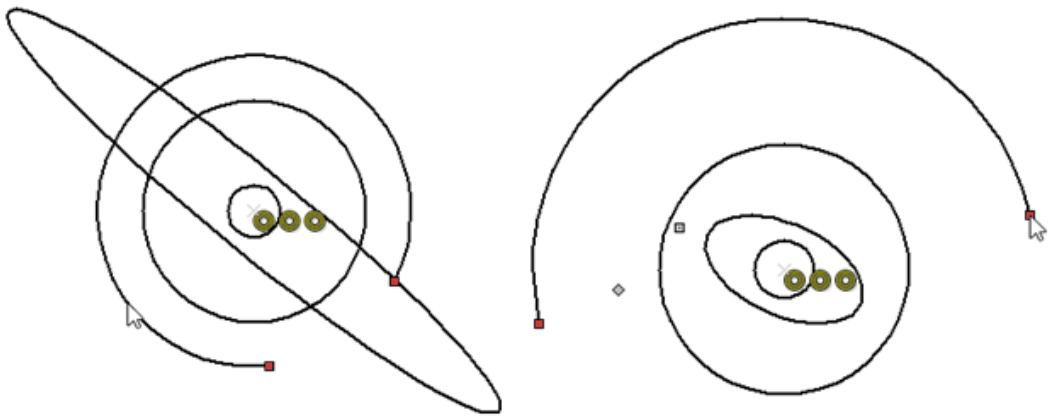
Выбираем линию дуги и линию эллипса, после чего заканчиваем ввод (или **<Ctrl>+<Enter>**). Объект, выбранный вторым, переместится так, чтобы их центры совпадали.

Концентричность нескольких линий

Концентричность можно создавать для нескольких элементов сразу.

Выбираем сначала линию, с центром которой хотим совместить центры остальных, затем последовательно (в любом порядке) выбираем остальные линии при помощи и заканчиваем ввод (или **<Ctrl>+<Enter>**). В окне параметров будет указано, что выбрано несколько вторых объектов (в данном случае три). Все вторые объекты переместятся так, чтобы их центры совпадали с центром первого объекта. В результате для четырёх линий будет создано три ограничения: каждая линия объекта 2 будет концентрична с линией объекта 1.

При перемещении любой из четырёх линий или при редактировании линии, которое поменяет положение центра, все элементы перестроятся таким образом, чтобы их центры совпадали.



Коллинеарность

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Ограничения > Ограничение > Коллинеарность Рабочая плоскость > Ограничения > Ограничение > Коллинеарность
Клавиатура	Текстовое меню
<SC>><Q>	
Окно параметров команды <SC> Ограничение	
<Q>	Коллинеарность

Данное ограничение можно применить только к отрезкам, в том числе тем, которые были получены при построении многоугольников и фасок.
Ограничение перемещает отрезки так, чтобы они всегда находились на одной линии.

Если положение обоих отрезков не фиксировано другими ограничениями, то при применении коллинеарности будет перемещён отрезок, выбранный вторым, тогда как первый отрезок сохранит положение. Если фиксировано положение только второго отрезка, то будет перемещен первый. Если фиксировано положение обоих отрезков, то новое ограничение выдаст ошибку.

В данном контексте отрезок считается фиксированным, если зафиксировано положение хотя бы одной из его точек и при этом нет фиксации точек другого отрезка. Длина отрезка не меняется при перемещении, за исключением случая, когда оба отрезка имеют по одной зафиксированной точке. В последнем случае перемещаются незафиксированные точки обоих отрезков, что ведёт к изменению их длины.

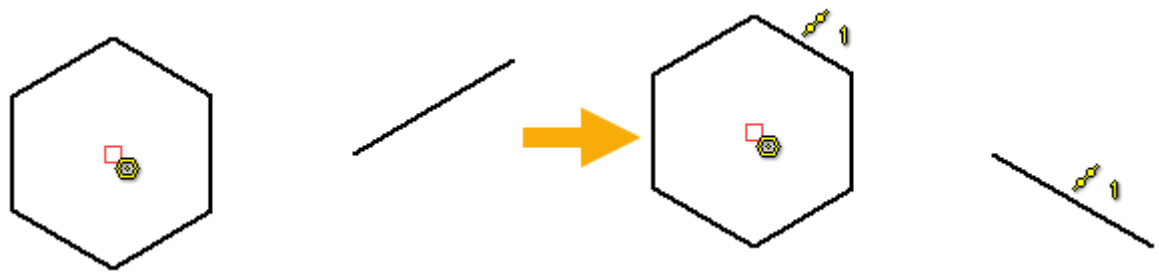
Ограничение позволяет выбирать несколько вторых объектов.

Если отрезки находятся на расстоянии друг от друга, то при выборе созданного ограничения или наведении на него курсора, будет отображаться тонкая пунктирная линия, соединяющая отрезки.

Пиктограммы ограничения отображаются рядом с серединами каждого из ограничиваемых объектов. Если к одной линии применено несколько ограничений данного типа, то все они представлены одной пиктограммой. Для выбора конкретного ограничения при наведении курсора на пиктограмму, соответствующую нескольким ограничениям, воспользуйтесь списком во всплывающей подсказке.
По умолчанию рядом с пиктограммой ограничения в окне чертежа отображается цифровой индекс, означающий порядковый номер прямой, на которой лежат отрезки. Индексы помогают различать группы отрезков, лежащих на одной прямой, при наличии на чертеже нескольких ограничений коллинеарности, размещающих отрезки на разных прямых. Отображение индексов можно отключить в установках системы.

Примеры

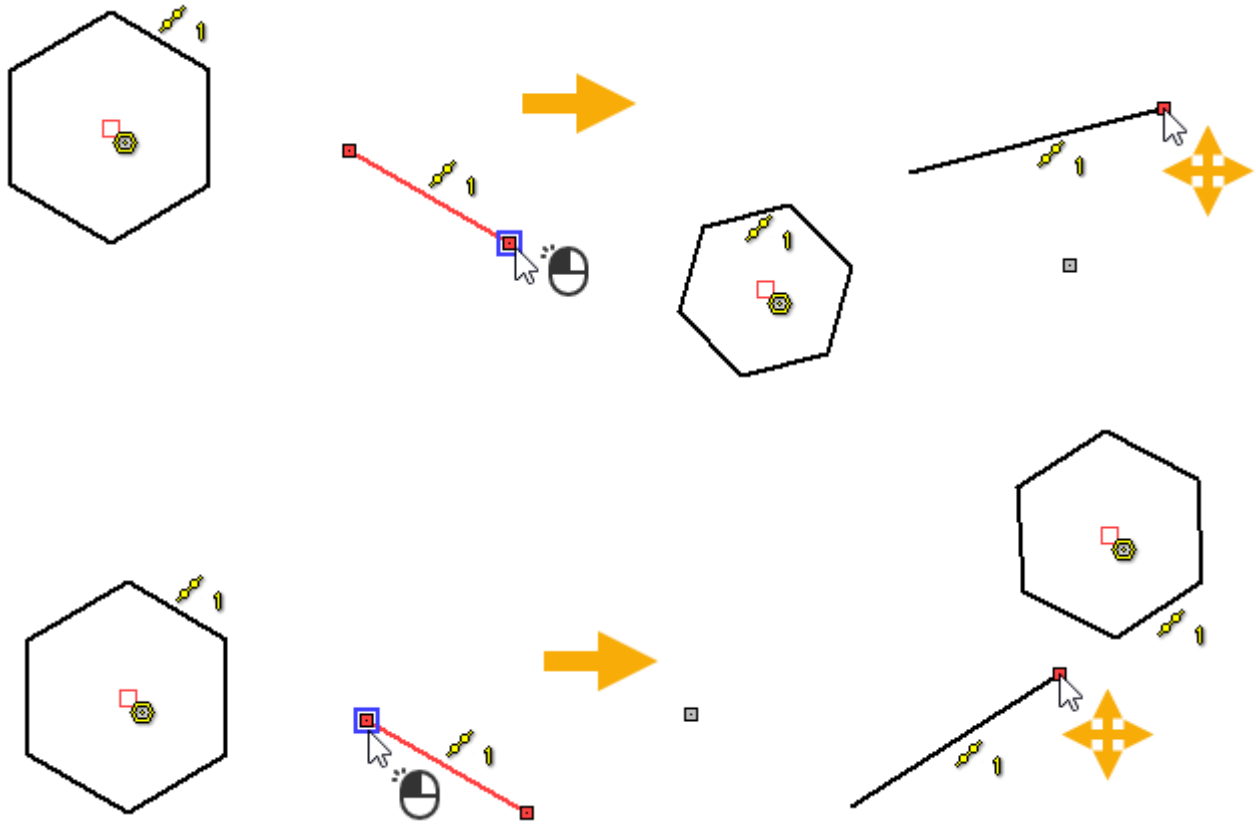
Коллинеарность двух отрезков



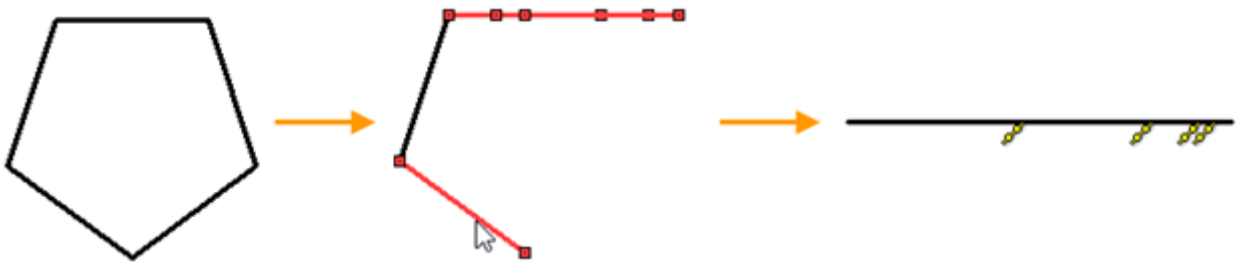
Выбираем последовательно отрезки при помощи , заканчиваем ввод (или **<Ctrl>+<Enter>**). Отрезок, выбранный вторым (в данном случае тот, который не входит в многоугольник), перемещается так, чтобы быть на одной линии с первым. В зависимости от исходного положения отрезков, после применения ограничения они могут находиться на некотором расстоянии друг от друга, либо частично или полностью накладываться друг на друга.

При создании ограничения на чертеже появится пиктограмма, аналогичная той, которая вызывает команду.

При редактировании одного из отрезков другой будет изменять положение так, чтобы оставаться на одной линии с первым. При этом расстояние между отрезками может меняться.



Коллинеарность нескольких отрезков



Выбираем сначала отрезок, на одной прямой с которым мы хотим поместить остальные, затем последовательно (в любом порядке) выбираем остальные отрезки при помощи и заканчиваем ввод (или **<Ctrl>+<Enter>**). В окне параметров будет указано, что выбрано несколько вторых объектов (в данном случае четыре). При этом все вторые отрезки переместились так, чтобы быть на одной прямой с первым. Для пяти отрезков автоматически создалось четыре ограничения: одно ограничение на каждую пару линий объекта 2 с объектом 1. Как и для случая с двумя отрезками, изменение положения любого из пяти отрезков приведёт к изменению положения остальных.

Параллельность

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Ограничения > Ограничение > Параллельность Рабочая плоскость > Ограничения > Ограничение > Параллельность
Клавиатура	Текстовое меню
<SC>><P>	
Окно параметров команды **<SC>** Ограничение	
<P>	Параллельность

Данное ограничение можно применить только к отрезкам и осям эллипса/дуги эллипса.
Ограничение перемещает отрезки/оси так, чтобы они были параллельны друг другу.
При применении данного ограничения к эллипсу, оно накладывается на большую ось. Если в результате редактирования эллипса, ось, являвшаяся большой при создании ограничения, станет малой, то ограничение будет автоматически переназначено на другую ось.

Если положение обоих объектов не фиксировано другими ограничениями, то при применении параллельности будет перемещён объект, выбранный вторым, тогда как первый объект сохранит положение. Если фиксировано положение только второго объекта, то будет перемещен первый. Если фиксировано положение обоих объектов, то новое ограничение выдаст ошибку.

Длина отрезков/осей не меняется при перемещении.

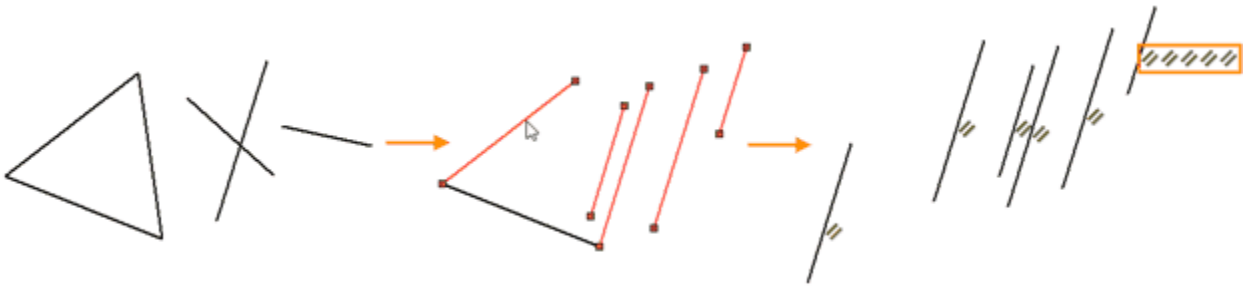
Ограничение позволяет выбирать несколько вторых объектов.

Пиктограммы ограничения отображаются рядом с серединами каждого из ограничиваемых объектов.

По умолчанию рядом с пиктограммой ограничения в окне чертежа отображается цифровой индекс, означающий порядковый номер ограничения. Отображение индексов можно отключить в установках системы.

Примеры

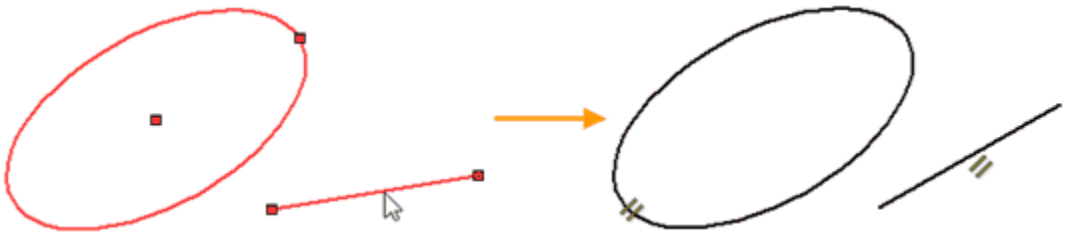
Параллельность нескольких отрезков



Выбираем сначала отрезок, параллельным которому мы хотим сделать остальные, затем последовательно (в любом порядке) выбираем остальные отрезки при помощи , затем заканчиваем ввод (или **<Ctrl>+<Enter>**). В окне параметров будет указано, что выбрано несколько вторых объектов. При этом все вторые отрезки переместились так, чтобы стать параллельными первому. При создании ограничения на чертеже появляются пиктограммы: по одной у каждого отрезка. Вид пиктограмм аналогичен пиктограмме в Ленте.
Для шести отрезков автоматически создалось пять ограничений: одно ограничение на каждую пару линии объекта 1 с линиями объекта 2. При редактировании или параметризации любого из шести отрезков положения остальных изменится таким образом, чтобы параллельность сохранялась.

Параллельность отрезка и оси эллипса

Выбрав ограничение параллельность, выделяем при помощи линию эллипса и отрезок. Отрезок стал параллельным большой оси эллипса



Если редактировать отрезок или эллипс, параллельность большой оси эллипса и отрезка сохранится.

Перпендикулярность

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Ограничения > Ограничение > Перпендикулярность Рабочая плоскость > Ограничения > Ограничение > Перпендикулярность
Клавиатура	Текстовое меню
<SC>><O>	
Окно параметров команды **<SC>** Ограничение	

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Ограничения > Ограничение > Перпендикулярность Рабочая плоскость > Ограничения > Ограничение > Перпендикулярность
Клавиатура	Текстовое меню
<SC><O>	
<O>	Перпендикулярность

Ограничение может быть назначено практически между любыми линиями чертежа:

- Между двумя отрезками.
- Между отрезком и кривой любой формы. В этом случае отрезок будет перпендикулярен касательной к этой кривой.
- Между двумя кривыми. В этом случае перпендикулярны будут касательные к этим кривым.

Место проведения касательной происходит случайным образом. Это связано с тем, что для любой кривой можно провести бесконечное множество касательных, и если требуется определить ту точку где, будет проходить касательная, к которой будет назначено ограничение перпендикулярности, то нужно накладывать дополнительные ограничения.

Если положение обоих объектов не фиксировано другими ограничениями, то, какой объект будет перемещён при применении перпендикулярности, зависит от типа объектов.
При создании ограничения между двумя отрезками, между двумя окружностями/дугами окружности или между прямой и окружностью/дугой окружности перемещается объект, выбранный вторым.
При создании ограничения между двумя эллипсами/дугами эллипса или двумя сплайнами перемещаются оба объекта.
При создании ограничения между эллипсом/дугой эллипса и объектом любого другого типа, кроме сплайна, перемещается объект, отличный от эллипса/дуги эллипса.
При создании ограничения между сплайном и объектом любого другого типа перемещается объект, отличный от сплайна.
Если фиксировано положение только второго объекта, то будет перемещен первый. Если фиксировано положение обоих объектов, то новое ограничение выдаст ошибку.

В данном контексте отрезки, эллипсы и дуги считаются зафиксированными, если зафиксировано положение хотя бы одной из их точек и при этом нет фиксации точек другого объекта.
При перемещении сплайнов их форма меняется произвольным образом. Остальные объекты сохраняют форму при перемещении. Если имеющиеся ограничения не позволяет реализовать перпендикулярность простым перемещением одного из объектов, то могут быть перемещены незафиксированные точки любого из объектов, что ведёт к изменению геометрии объектов.

Ограничение позволяет выбирать несколько вторых объектов.

Если перпендикулярные объекты не пересекаются друг с другом, то при выборе созданного ограничения или наведении на него курсора, будут отображаться тонкие пунктирные линии, продлевающие объекты до пересечения.

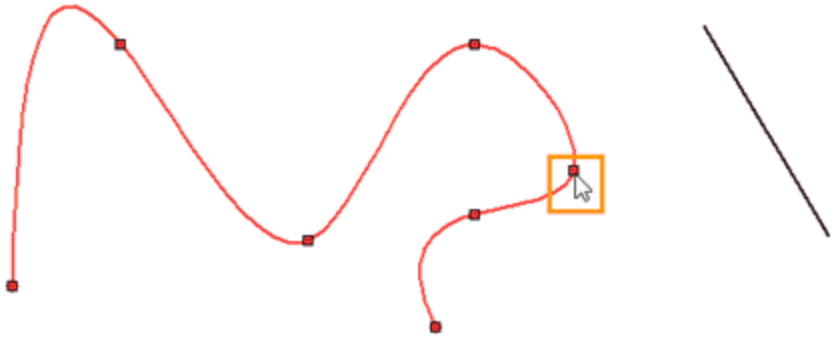
Пиктограмма ограничения отображается рядом с точкой пересечения ограничиваемых объектов.

По умолчанию рядом с пиктограммой ограничения в окне чертежа отображается цифровой индекс, означающий порядковый номер ограничения. Отображение индексов можно отключить в установках системы.

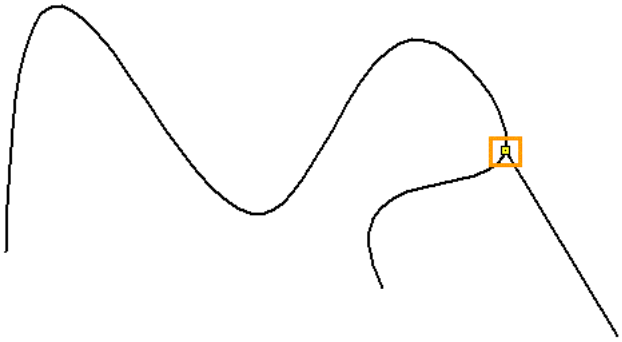
Пример

Перпендикулярность отрезка и сплайна в заданной точке

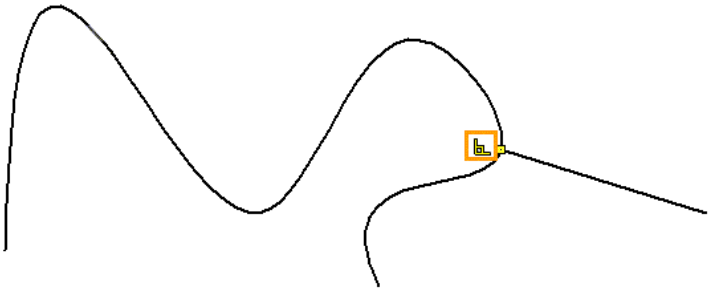
Пускай нам дан сплайн, и нужно сделать так, чтобы отрезок, расположенный справа от сплайна, был перпендикулярен касательной, проведённой к сплайну, в точке под курсором.



Если сразу задать ограничение перпендикулярности между сплайном и отрезком, то точка, в которой отрезок будет перпендикулярен к сплайну, будет выбрана случайным образом из бесконечного множества возможных. Поэтому, сначала нужно задать ограничение **Совпадение** и связать точку начала отрезка и заданную точку сплайна. Тогда для отрезка будет возможно только одно место пересечения со сплайном.



Далее делаем отрезок перпендикулярным к сплайну. Для этого выбираем в Ленте команду ограничения **Перпендикулярность**. При помощи выбираем сплайн и отрезок, затем заканчиваем ввод (или **<Ctrl>+<Enter>**).



Касание

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Ограничения > Ограничение > Касание Рабочая плоскость > Ограничения > Ограничение > Касание
Клавиатура	Текстовое меню
<SC>><T>	
Окно параметров команды **<SC>** Ограничение	
<T>	Касание

Ограничение можно создать между двумя любыми линиями эскиза, кроме отрезков прямой. Если нет каких-либо дополнительных ограничений, то вариантов касания двух линий бесконечно много. Точка касания будет определяться случайным образом.

Если положение обоих объектов не фиксировано другими ограничениями, то, какой объект будет перемещён при применении касания, зависит от типа объектов.
При создании ограничения между объектами любого типа, кроме сплайнов, перемещается объект, выбранный вторым.
При создании ограничения между сплайном и объектом любого другого типа перемещается объект, отличный от сплайна.
При создании ограничения между двумя сплайнами перемещаются оба сплайна.
Если фиксировано положение только второго объекта, то будет перемещен первый. Если фиксировано положение обоих объектов, то новое ограничение выдаст ошибку.

Если у перемещаемого объекта нет фиксированных точек, то он перемещается без изменения геометрии.
При перемещении сплайнов их форма меняется произвольным образом. Остальные объекты сохраняют форму при перемещении, за исключение случаев, когда зафиксировано положение их отдельных точек. В последнем случае, перемещается не весь объект, а только незафиксированные точки, что ведёт к изменению геометрии объекта. Если фиксация точек перемещаемого объекта не позволяет реализовать касание, то дополнительно перемещается и незафиксированные точки другого объекта, что ведёт к изменению геометрии последнего.

Ограничение позволяет выбирать несколько вторых объектов.

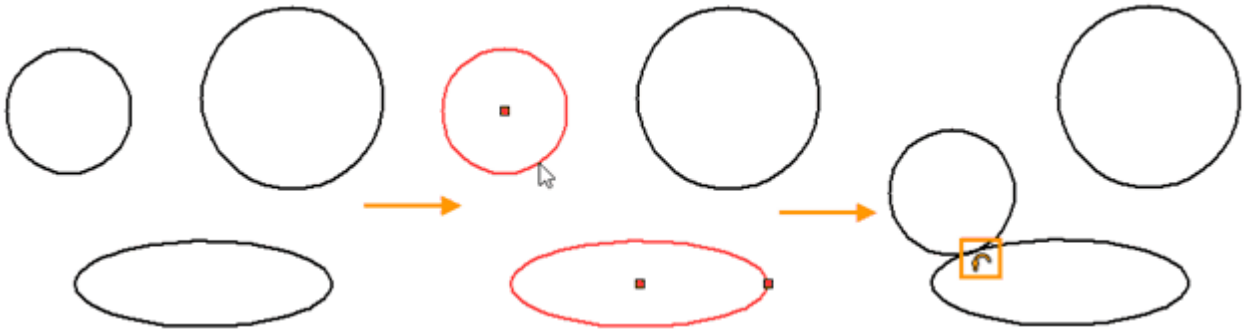
Если касающиеся объекты не доходят друг до друга, то при выборе созданного ограничения или наведении на него курсора, будут отображаться тонкие пунктирные линии, продлевающие объекты до точки касания.

Пиктограмма ограничения отображается рядом с точкой касания ограничиваемых объектов.
По умолчанию рядом с пиктограммой ограничения в окне чертежа отображается цифровой индекс, означающий порядковый номер ограничения. Отображение индексов можно отключить в установках системы.

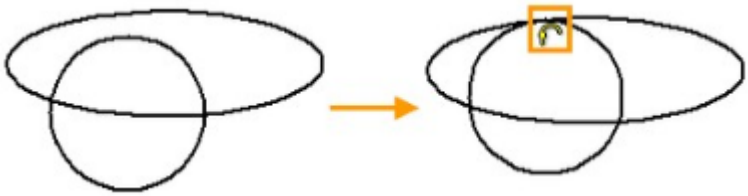
Примеры

Касание эллипса и двух окружностей

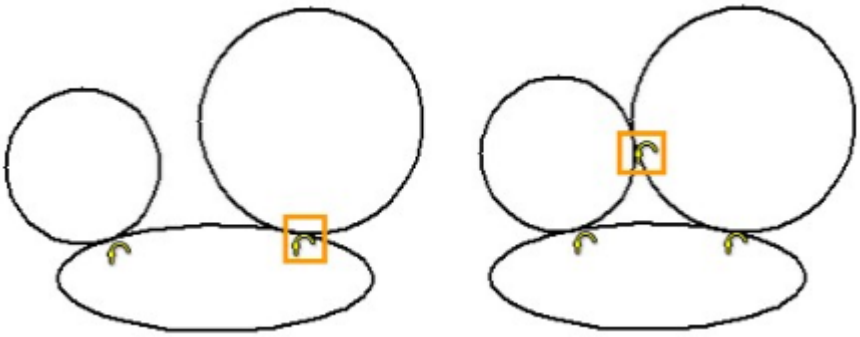
Пусть нам даны эллипс и две окружности. Выбираем ограничение **Касание**.



Нажатием выбираем сначала эллипс, затем окружность. Т.к. эллипс выбран первым, то он сохранит положение, а окружность переместится. Касание может быть с любой стороны эллипса и окружности. Но, как правило, ограничение создаётся таким образом, чтобы элементы перемещались по кратчайшему расстоянию, т.е. по прямой до ближайшей возможной точки касания. Например, если бы начальное положение окружности было другим, то и точка касания была бы другой.

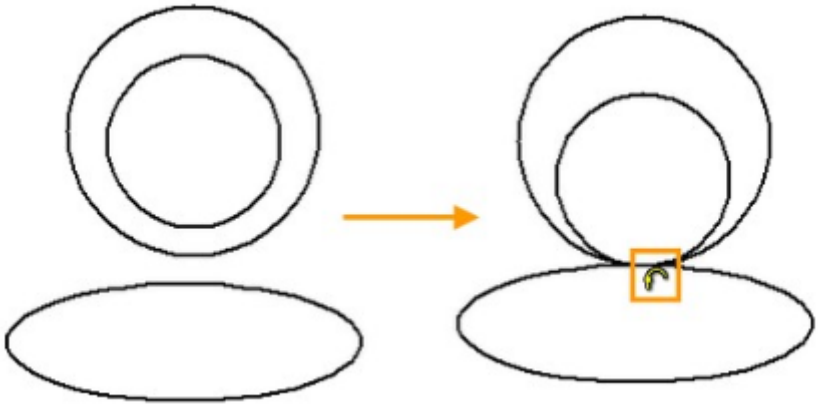


Заканчиваем ввод (или **<Ctrl>+<Enter>**). Рядом с точкой касания появляется пиктограмма, обозначающая ограничение касания. Далее по аналогии выбираем следующие два элемента: эллипс и вторую окружность. Завершаем ввод – появляется новое ограничение. Вновь, как и в первом случае, окружность совершила перемещение до ближайшей точки касания.



Создадим ограничение **Касание** между двумя окружностями. Действуем по аналогии: выбираем окружности при помощи , завершаем ввод (или **<Ctrl>+<Enter>**). Создалось третье ограничение. В окне **Элементы модели** можно увидеть созданные ограничения.

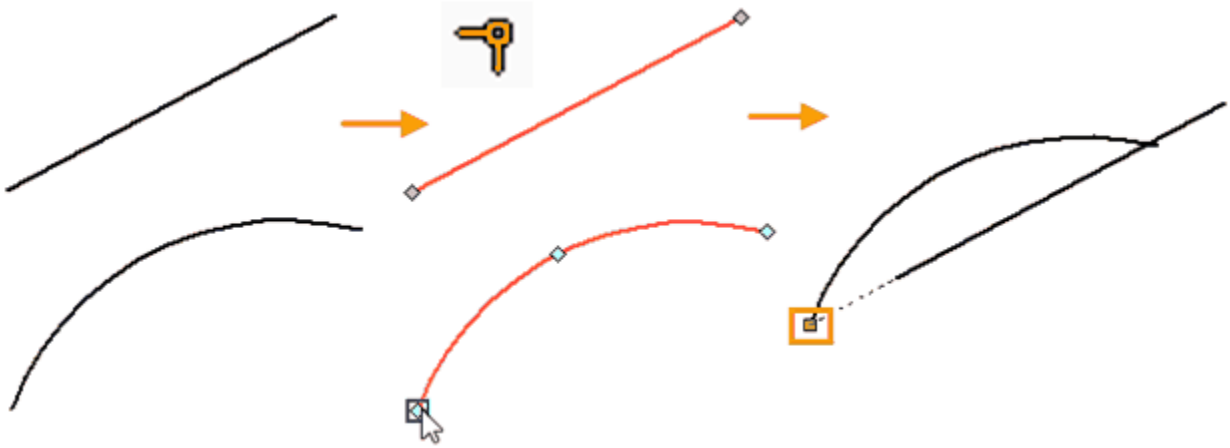
Меняя начальное положение элементов, можно определять стороны касания. Например, возможен вариант, когда касание всех трёх линий между собой будет в одной точке.



Касательный отрезок к дуге в заданной точке

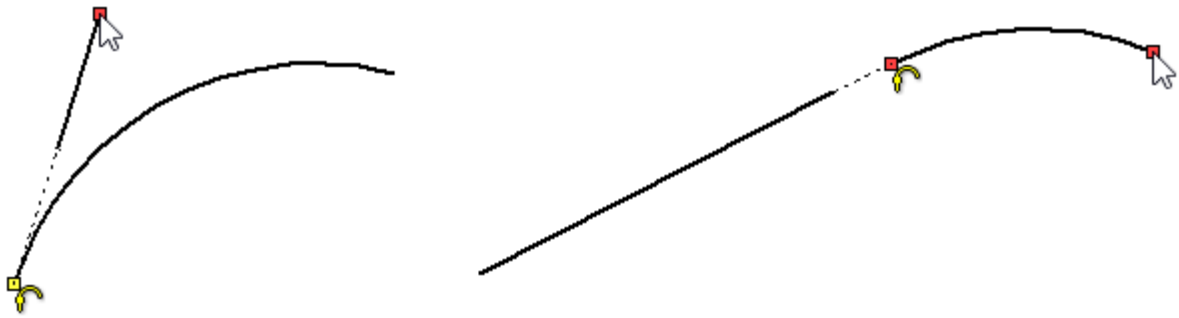
Пусть даны дуга и отрезок. Нужно сделать так, чтобы отрезок стал касательным к дуге в точке начала дуги.

Для начала создадим ограничение **Совпадение**, чтобы точка начала дуги всегда находилась на отрезке. Для этого, выбрав указанное ограничение, при помощи выбираем отрезок и точку начала дуги. Завершаем ввод объектов ограничения. Элементы переместятся таким образом, чтобы точка начала дуги лежала на прямой, на которой лежит отрезок.



Теперь создадим касание. Выбираем тип ограничения **Касание**, далее при помощи выбираем сначала дугу, затем отрезок. Завершаем ввод объектов ограничения (или <**Ctrl**>+<**Enter**>). Отрезок перемещается, дуга сохраняет положение, геометрия обоих объектов не меняется.

Теперь при любых последующих изменениях геометрии объектов отрезок (или прямая, на которой лежит отрезок) будет касательным к дуге в точке начала дуги.



Фиксация и Полная фиксация

Вызов команды **Фиксация**:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Ограничения > Ограничение > Фиксация Рабочая плоскость > Ограничения > Ограничение > Фиксация
Клавиатура	Текстовое меню
<SC>><F>	
Окно параметров команды **<SC>** Ограничение	
<F>	Фиксация

Ограничение **Фиксация** фиксирует выбранный элемент. Можно зафиксировать линию или точку. Для точки фиксируется положение, для линии - угол и кривизна. Зафиксированные точки и параметры линий остаются неизменными при любых последующих изменениях эскиза. Фиксация линии блокирует изменение её длины и положения ключевых точек напрямую, но не препятствует их изменениям при применении других ограничений и управляющих размеров. Чтобы полностью зафиксировать длину и положение ключевых точек линии необходимо применить данное ограничение не только к самой линии, но и к этим точкам.

Ограничение **Фиксация** позволяет выбирать несколько фиксируемых объектов.

Пиктограмма ограничения отображается рядом с серединой ограничиваемого объекта.

В контекстном меню 2D элементов доступна команда **Полная фиксация**. Она накладывает ограничения **Фиксация** и на выбранную линию и на все её характерные точки, таким образом полностью фиксируя её геометрию. При этом ограничение каждой из точек представляет собой отдельный объект, независимый от фиксации остальных точек. Команду **Полная фиксация** можно применить и к одной точке: в этом случае результат аналогичен применению команды **Фиксация**.

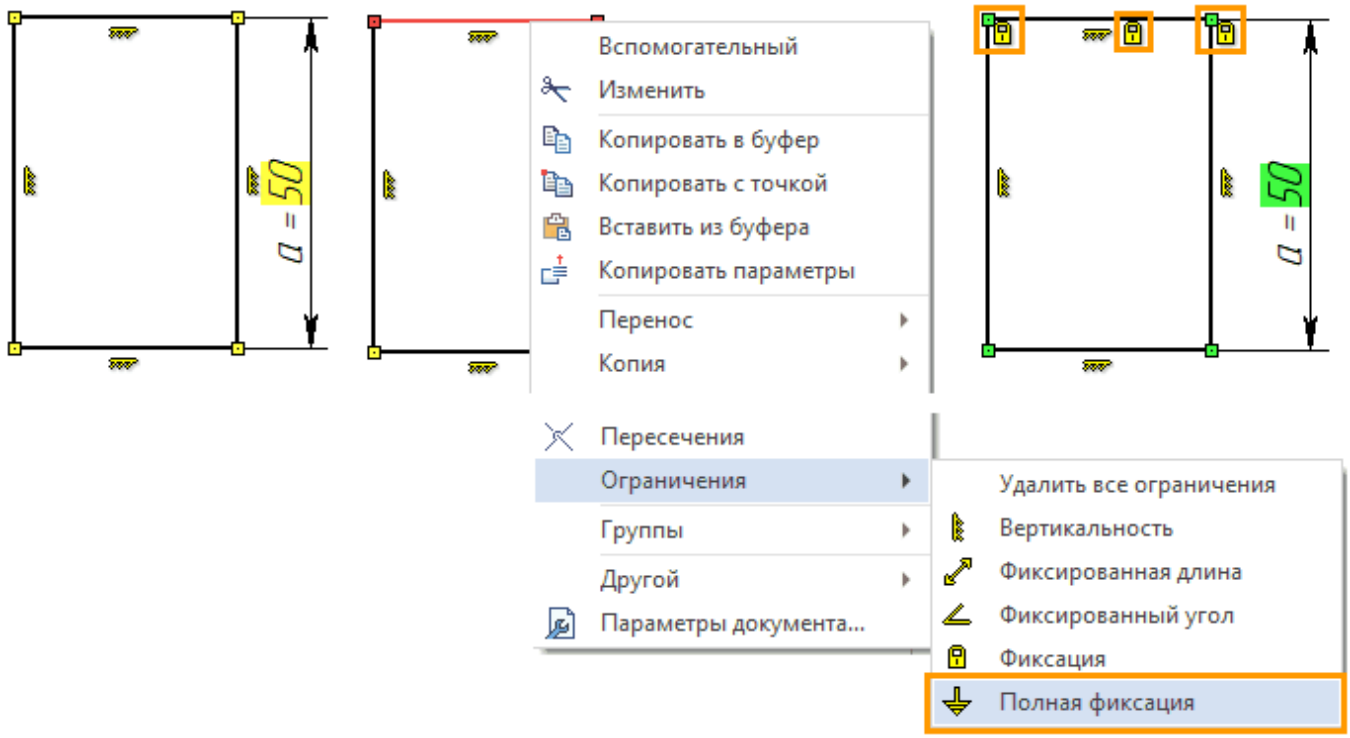
Примеры

Полная фиксация – быстрый способ полностью определить эскиз

При создании параметрических моделей важно полностью определить эскиз. В противном случае, при изменении управляющих параметров недоопределённые линии перестроятся случайным образом. Ограничение **Полная фиксация** даёт возможность зафиксировать те части эскиза, которые в параметрической модели должны оставаться неизменными.

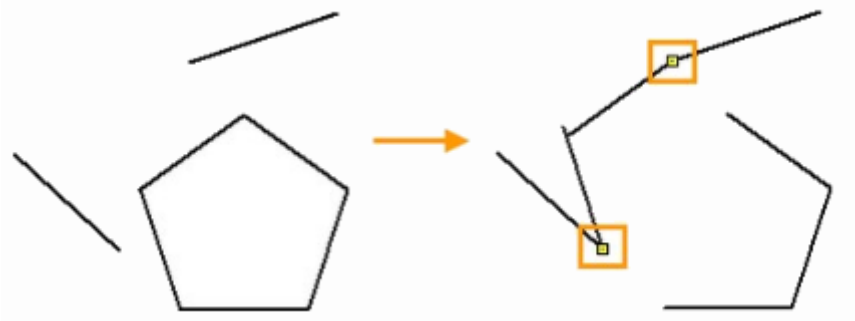
Пусть у нас есть прямоугольник, высота которого задаётся параметром «**a**», при этом длина прямоугольника и положение его верхней стороны на чертеже – должны оставаться неизменными.

При помощи вызываем контекстное меню для линии верхней стороны прямоугольника и выбираем ограничение **Полная фиксация**. С учётом других ограничений (которые при построении прямоугольника могут быть созданы автоматически) и управляющего размера, эскиз будет полностью определён. Это показано зелёным фоном под управляющим размером и цветом точек ограничения **Совпадение**.

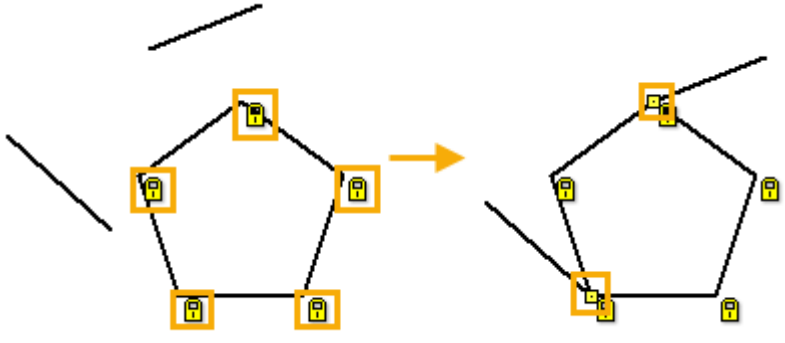


Фиксация отрезков при создании ограничений совпадения

Если создать ограничение **Совпадение** между крайними точками отдельных отрезков и сторон многоугольника, то при последующем редактировании этих отрезков могут переместиться стороны многоугольника. Чтобы этого не произошло, зафиксируем стороны многоугольника.



В Ленте выбираем ограничение **Фиксация**. При помощи последовательно выбираем все угловые точки многоугольника, завершаем ввод объектов ограничения (или <**Ctrl**>+<**Enter**>). Будет создано пять ограничений, что можно увидеть на чертеже по появившимся пиктограммам или в окне **Элементы модели**. Далее уже можно создавать ограничения совпадения. Теперь последующие перемещения отрезков не будут влиять на многоугольник.



Горизонтальность и Вертикальность

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Ограничения > Ограничение > Горизонтальность Рабочая плоскость > Ограничения > Ограничение > Горизонтальность
Клавиатура	Текстовое меню
<SC>><H>	
Окно параметров команды **<SC>** Ограничение	
<H>	Горизонтальность

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Ограничения > Ограничение > Вертикальность Рабочая плоскость > Ограничения > Ограничение > Вертикальность
Клавиатура	Текстовое меню
<SC>><V>	
Окно параметров команды **<SC>** Ограничение	
<V>	Вертикальность

Данные ограничения можно применять к отрезкам или эллипсу (оси эллипса).
Если применить ограничение **Горизонтальность**, то отрезок или ось примет горизонтальное положение и будет его сохранять при редактировании эскиза. Горизонтальность подразумевает параллельность оси X.
Если применить ограничение **Вертикальность**, то отрезок или ось примет вертикальное положение и будет его сохранять при редактировании эскиза. Вертикальность подразумевает параллельность оси Y.
При применении данных ограничений к эллипсу, они накладываются на большую ось. Если в результате редактирования эллипса, ось, являвшаяся большой при создании ограничения, станет малой, то ограничение будет автоматически переназначено на другую ось.

При применении ограничений отрезки и эллипсы меняют своё положение, но сохраняют форму и размеры.

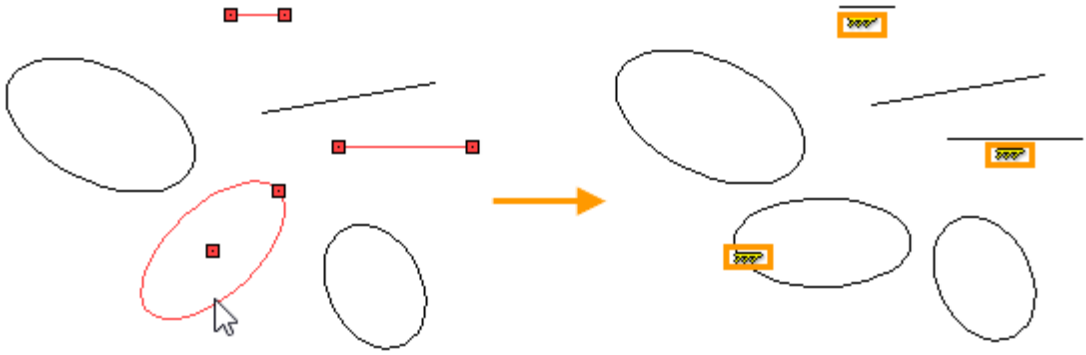
Данные ограничения позволяют выбирать сразу несколько объектов.

Пиктограмма ограничения отображается рядом с серединой ограничиваемого объекта

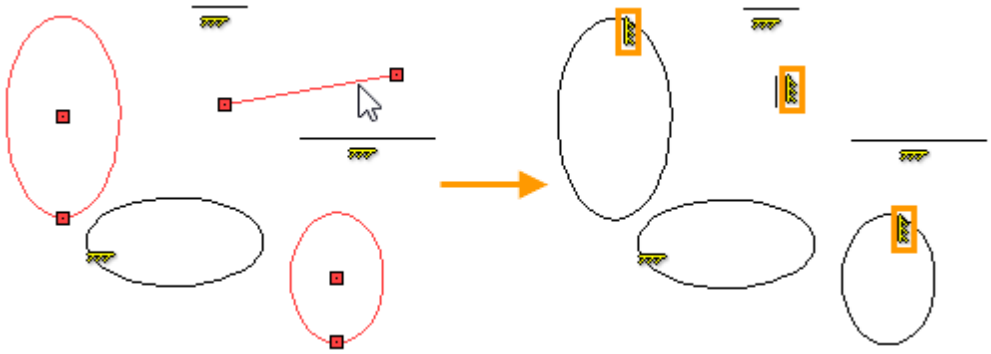
Пример

Горизонтальность и вертикальность отрезков и оси эллипса
Пусть нам дано три отрезка и три эллипса. Применим ограничение **Горизонтальность** к двум отрезкам и эллипсу, а ограничение **Вертикальность** - к одному отрезку и двум эллипсам.

Выбираем в Ленте ограничение **Горизонтальность**. При помощи выбираем два отрезка и эллипс. После выбора отрезки и большая ось эллипса становятся горизонтальными. Заканчиваем ввод объектов ограничения (или **<Ctrl>+<Enter>**). Будет создано три ограничения, что можно увидеть на чертеже по появившимся пиктограммам или в окне **Элементы модели**.



Выбираем в Ленте ограничение **Вертикальности**. При помощи выбираем два эллипса и отрезок. После выбора отрезок и большие оси эллипса становятся вертикальными. Заканчиваем ввод объектов ограничения (или **<Ctrl>+<Enter>**). Вновь будет создано три ограничения, что можно увидеть на чертеже по соответствующим пиктограммам или в окне **Элементы модели**.



При редактировании элементов, к которым применено ограничение, можно менять длину отрезков и размеры осей эллипсов, а также положение элементов на чертеже, но угол элементов останется неизменным: отрезки и большие оси эллипсов останутся горизонтальными или вертикальными.

Выравнивание по горизонтали и вертикали

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Ограничения > Ограничение > Выравнивание по горизонтали Рабочая плоскость > Ограничения > Ограничение > Выравнивание по горизонтали
Клавиатура	Текстовое меню
<SC>><D>	
Окно параметров команды **<SC>** Ограничение	

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Ограничения > Ограничение > Выравнивание по горизонтали Рабочая плоскость > Ограничения > Ограничение > Выравнивание по горизонтали
Клавиатура	Текстовое меню
<SC>><D>	
<D>	Выравнивание по горизонтали

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Ограничения > Ограничение > Выравнивание по вертикали Рабочая плоскость > Ограничения > Ограничение > Выравнивание по вертикали
Клавиатура	Текстовое меню
<SC>><G>	
Окно параметров команды **<SC>** Ограничение	
<G>	Выравнивание по вертикали

Ограничения позволяют выровнять по горизонтали или вертикали две точки двух разных линий. Если применено ограничение **Выравнивание по горизонтали**, то две точки будут иметь одинаковую координату по оси Y. Если применено ограничение **Выравнивание по вертикали**, то две точки будут иметь одинаковую координату по оси X.

Если положение точек и объектов, которым принадлежат выбранные точки, не фиксировано другими ограничениями, то, какой объект будет перемещён при применении выравнивания, зависит от типа объектов.
При создании ограничения между точками, принадлежащими объектам любого типа, кроме сплайнов, перемещается объект, точка которого выбрана второй. Аналогичным образом работает создание ограничения между точками, принадлежащими двум сплайнам.
При создании ограничения между сплайном и объектом любого другого типа перемещается объект, отличный от сплайна.
Если фиксировано положение только второго объекта, то будет перемещен первый. Если фиксировано положение обоих объектов, то новое ограничение выдаст ошибку.

Если у перемещаемого объекта нет фиксированных точек, то он перемещается без изменения геометрии. В противном случае, перемещается не весь объект, а только выбранная точка, что ведёт к изменению геометрии объекта. Данное правило не распространяется на сплайны - у них всегда перемещается только выбранная точка.

Данные ограничения позволяют выбирать несколько вторых объектов.

Пиктограммы ограничения отображаются рядом с каждой из ограничиваемых точек. Если к одной точке применено несколько ограничений данного типа, то все они представлены одной

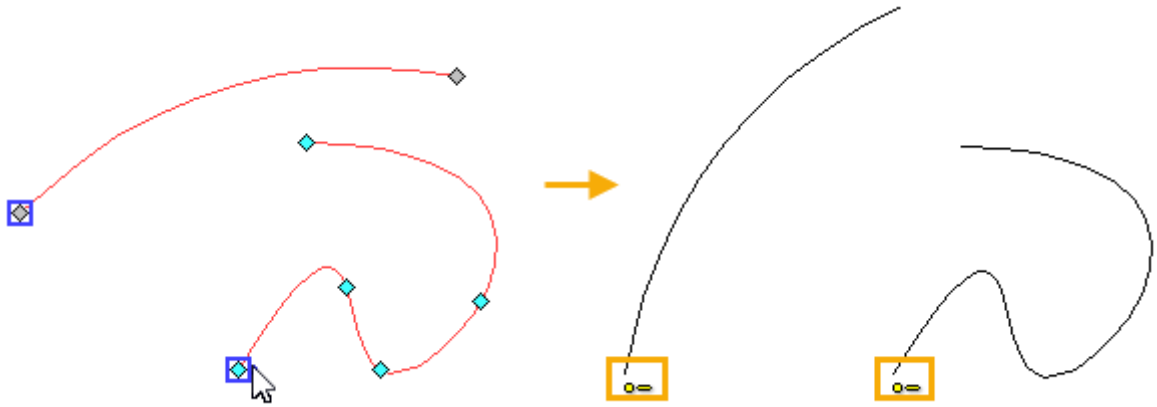
пиктограммой. Для выбора конкретного ограничения при наведении курсора на пиктограмму, соответствующую нескольким ограничениям, воспользуйтесь списком во всплывающей подсказке.
По умолчанию рядом с пиктограммой ограничения в окне чертежа отображается цифровой индекс, означающий номер группы ограничений. Если какой-либо из объектов одного ограничения принадлежит той же прямой, что и какой-либо из объектов другого ограничения, такие ограничения помещаются в одну группу. Отображение индексов можно отключить в установках системы.

Пример

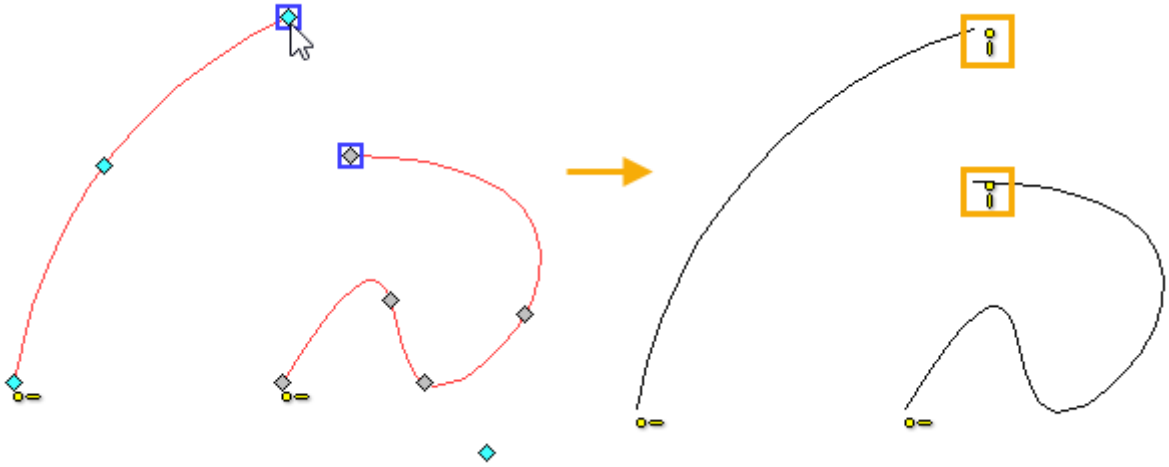
Выравнивание конечных точек дуги и сплайна по горизонтали и вертикали

Пусть нам даны дуга и сплайн. Выровняем их начальные точки по горизонтали, а конечные по вертикали.

Выбираем в Ленте **Выравнивание по горизонтали**, затем при помощи выбираем точку начала дуги и точку начала сплайна. Дуга перемещается таким образом, чтобы точка её начала была на одной горизонтали с точкой начала сплайна. Завершаем ввод объектов (или **<Ctrl>+<Enter>**). На чертеже появляются пиктограммы ограничения рядом с выбранными точками. Точки могут находиться на любом расстоянии друг от друга, но теперь всегда будут оставаться на одной горизонтали.



Далее выбираем в Ленте **Выравнивание по вертикали**, затем при помощи выбираем точку окончания дуги и точку окончания сплайна. Дуга перемещается таким образом, чтобы точка её окончания была на одной вертикали с точкой окончания сплайна. Завершаем ввод объектов (или **<Ctrl>+<Enter>**). На чертеже рядом с точками появились пиктограммы ограничения. Точки могут находиться на любом расстоянии друг от друга, но теперь всегда будут оставаться на одной вертикали.



Симметричность

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Ограничения > Ограничение > Симметричность Рабочая плоскость > Ограничения > Ограничение > Симметричность
Клавиатура	Текстовое меню
<SC>><S>	
Окно параметров команды <SC> Ограничение	
<S>	Симметричность

Ограничение позволяет перестроить одну линию (или точку) эскиза таким образом, чтобы её позиционирование на чертеже (или плоскости) и её кривизна были симметричным отражением позиционирования и кривизны другой линии (или точки) эскиза относительно отрезка. Иными словами, если выбрать две линии эскиза, а потом отрезок, то две линии эскиза будут симметрично отдалены, наклонены или изогнуты относительно отрезка, при этом симметричность линий будет взаимозависимой. Перемещение любой из линий, изменение её кривизны, а также перемещение и поворот отрезка, задающего линию симметрии, приведёт к соответствующему перестроению другой линии, или отрезка, задающего ось симметрии.

> Симметричность не распространяется на длину линий. Длина линий определяется характерными точками. Для получения симметричных длин задайте **Симметричность** характерных точек.

Симметричность можно назначить только на одинаковые построения: эллипс симметричен эллипсу, отрезок – отрезку, точка – точке, сплайн – сплайну.
Кроме того, можно сделать симметричными дугу окружности и окружность или дугу эллипса и эллипс.

> Чтобы сплайны были симметричны – они должны иметь одинаковое количество характерных точек, одинаковый тип параметризации, не должны иметь пользовательских параметров производной в точке и должны быть сплайнами одного типа.

При создании симметрии между точками, если все выбранные объекты незафиксированы, то обе точки сохраняют своё положение, а ось симметрии перемещается. Если ось симметрии зафиксирована, то перемещается точка, выбранная второй, а если и она зафиксирована, то перемещается первая точка. Если все выбранные объекты зафиксированы, ограничение выдаст ошибку.
При перемещении точек, принадлежащих сплайнам, перемещается только выбранная точка. Остальные точки сплайна сохраняют положение. Для линий других типов перемещается линия целиком, без изменения формы и размеров, за исключением случаев, когда часть точек перемещаемой линии зафиксирована. В последнем случае перемещаются только незафиксированные точки, что приводит к изменению геометрии объекта.

При создании симметрии между линиями, если все точки выбранных линий незафиксированы, то меняются форма и положение линии, выбранной второй. Если полная или частичная фиксация второй линии не позволяет обеспечить симметричность, то меняются форма и положение линии, выбранной первой, а если и она частично зафиксирована, то при необходимости могут измениться форма и положение всех трёх линий.

Ограничение **Симметричность** может быть создано автоматически при выполнении команды **Копия с симметрией**. Для этого при выполнении команды **Копия с симметрией** нужно в автоменю выбрать режим **Создавать копии с ограничениями**.

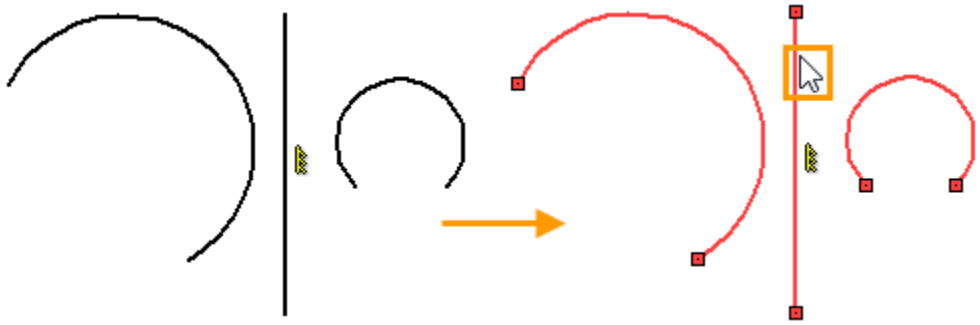
<Ctrl>+<F> Создать копию с ограничениями

Пиктограммы ограничения отображаются рядом с серединами каждого из симметричных объектов.

Пример

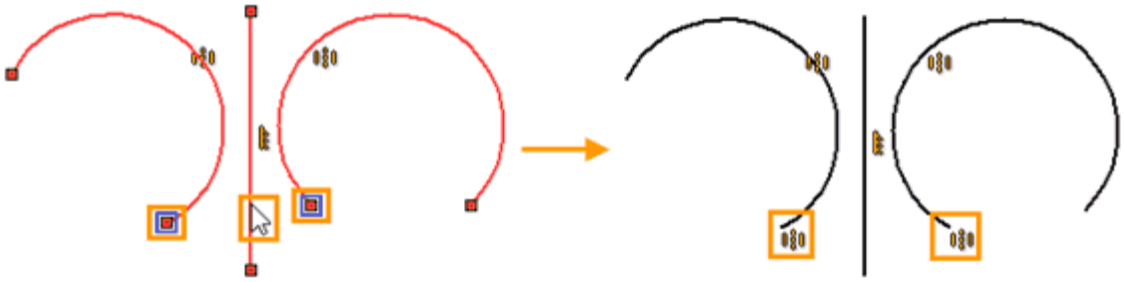
Симметричность двух дуг

Пусть нам даны две дуги и вертикальный отрезок. Выберем в ленте ограничение **Симметричность** и, при помощи выбираем сначала две дуги, а затем отрезок, который будет задавать ось симметрии. Заканчиваем ввод объектов ограничения (или **<Ctrl>+<Enter>**).

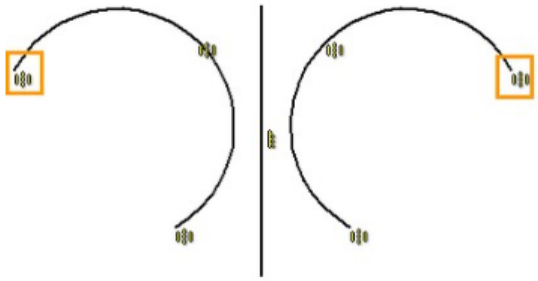


После создания ограничения появились соответствующие пиктограммы, радиус окружностей и положение их центров стали симметричными относительно отрезка, но длины дуг и положение характерных точек, ограничивающих дуги – не одинаковы.
Создадим ещё два ограничения **Симметричность** - по одному для каждой пары характерных точек дуг. В режиме ввода объектов ограничения выберем, при помощи , ближние к отрезку характерные точки дуг и, затем, сам отрезок для определения оси симметрии. Завершив создание

ограничения (или **<Ctrl>+<Enter>**), можно увидеть, что ближние конечные точки дуг стали симметричны относительно отрезка.



Аналогично для дальних от отрезка точек. Теперь и ограничивающие точки дуг, и сами дуги симметричны относительно отрезка. Любое перемещение отрезка отразится на положении дуг и их характерных точек. Редактирование положения характерных точек одной дуги будет влиять на положение точек другой. Радиусы дуг также взаимосвязаны.



Равенство радиусов

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Ограничения > Ограничение > Равенство радиусов Рабочая плоскость > Ограничения > Ограничение > Равенство радиусов
Клавиатура	Текстовое меню
<SC>><R>	
Окно параметров команды **<SC>** Ограничение	
<R>	Равенство радиусов

Ограничение позволяет приравнять между собой радиусы окружностей и дуг окружностей. Изменение радиуса любого объекта из пары приведёт к изменению радиуса другого объекта.

При создании равенства радиусов, если другие ограничения, наложенные на выбранные объекты не препятствуют изменению их радиусов, то меняется радиус объекта, выбранного вторым. Если радиус второго объекта не может быть изменен из-за других ограничений, то меняется радиус первого объекта. Если изменение радиусов обоих объектов невозможно, то ограничение выдаст ошибку.

Ограничение позволяет выбирать несколько вторых объектов.

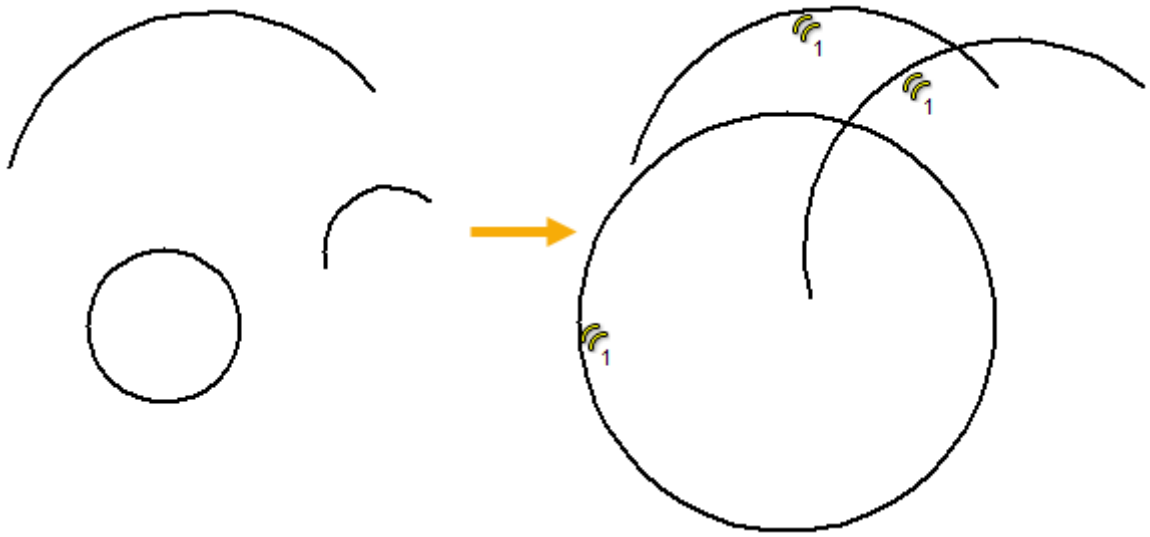
Пиктограммы ограничения отображаются рядом с серединами каждой из ограничиваемых линий. Если к одной линии применено несколько ограничений данного типа, то все они представлены одной пиктограммой. Для выбора конкретного ограничения при наведении курсора на пиктограмму, соответствующую нескольким ограничениям, воспользуйтесь списком во всплывающей подсказке.

Рядом с пиктограммой ограничения в окне чертежа отображается цифровой индекс, означающий порядковый номер радиуса, применяемого ограничением. Индексы помогают различать группы элементов одинакового радиуса при наличии на чертеже равенств разных радиусов. Отображение индексов можно отключить в установках системы.

Пример

Равенство радиусов окружности и двух дуг

Пусть дана окружность и две дуги произвольных радиусов. Приравняем их радиусы друг к другу при помощи ограничения **Равенство радиусов**. В ленте выбираем рассматриваемое ограничение, затем при помощи выбираем окружность и две дуги (один первый объект и два вторых). Завершаем создание ограничения (или **<Ctrl>+<Enter>**). В окне **Элементы модели** можно увидеть, что создано два ограничения. На чертеже появились пиктограммы: две пиктограммы у окружности и по одной у дуг, что иллюстрирует парность созданных ограничений.



Поскольку большая дуга была выбрана первой, то её радиус был назначен остальным объектам. Далее при редактировании определяющим будет радиус той дуги или окружности, которая в данный момент редактируется.

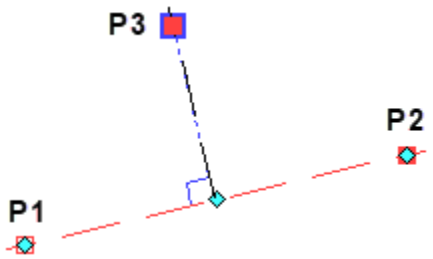
Середина

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Ограничения > Ограничение > Середина Рабочая плоскость > Ограничения > Ограничение > Середина
Клавиатура	Текстовое меню
<SC>><M>	
Окно параметров команды <SC> Ограничение	
<M>	Середина

Ограничение может быть задано либо для трёх точек, либо для двух отрезков и точки. Точками могут быть любые характерные точки линий изображения.

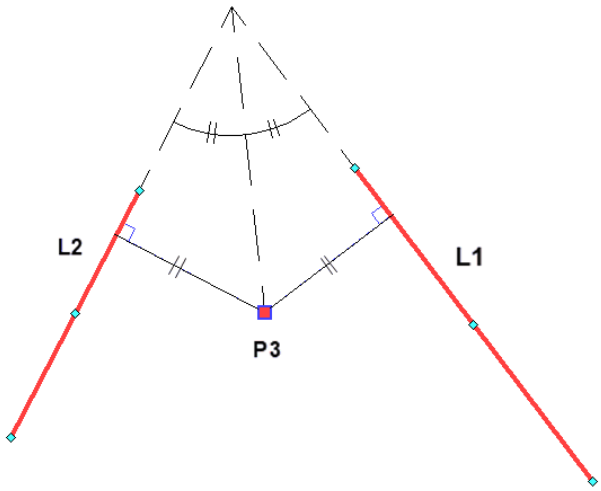
При задании ограничения по трём точкам мы определяем следующую взаимосвязь. Первая заданная точка P1 и вторая заданная точка P2 определяют отрезок, через середину которого проходит прямая, нормальная к отрезку. На этой прямой будет лежать третья точка P3. Все построения на рисунке являются пояснением принципа задания ограничения **Середина** по трём точкам. При создании ограничения эти построения не показываются.



Другой вариант задания ограничения – по двум отрезкам и точке.

Первый заданный отрезок L1 и второй заданный отрезок L2 определяют направление прямых, которые при пересечении образуют угол. Если провести из угла биссектрису, то на ней всегда должна лежать точка P3.

Можно пояснить иначе. Если из точки P3 опустить перпендикуляры до отрезков L1 и L2, то полученные отрезки будут равны. Второе объяснение справедливо и в том, случае, когда отрезки параллельны. Все дополнительные построения на рисунке являются пояснением принципа задания ограничения **Середина** по двум отрезкам и точке. При создании ограничения эти построения не показываются.



При создании ограничения **Середина**, если перемещению выбранных объектов не препятствуют другие ограничения, то перемещается точка середины. Если она зафиксирована, то перемещается объект, выбранный вторым. Если и он полностью зафиксирован, то перемещается первый объект. Длины отрезков при этом сохраняются. Если вторым объектом является отрезок, у которого зафиксирована только одна точка, то перемещаются и первый объект и свободные точки второго. Длина второго отрезка при этом изменяется, а первого - сохраняется. Если у обоих отрезков зафиксировано по одной точке, то перемещаются свободные точки обоих отрезков, что приводит к изменению их длин.

Пиктограмма ограничения отображается рядом с точкой середины.

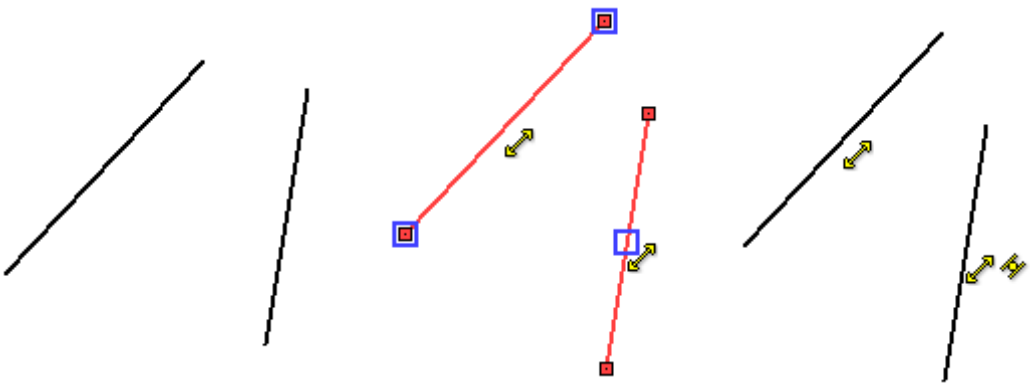
Примеры

Два перпендикулярных друг другу отрезка пресекаются по середине

Пусть даны два произвольных отрезка. Сделаем так, что точка их пересечения находится для каждого из них по середине. Для начала зафиксируем длину отрезков ограничением **Фиксированная длина**.

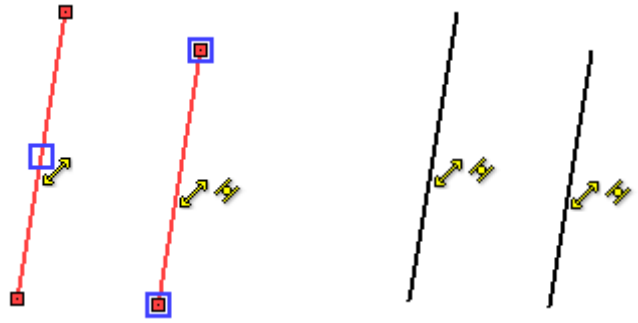
Далее в Ленте выбираем ограничение **Середина** и, при помощи выбираем две крайние точки первого отрезка и точку середины второго.

Заканчиваем ввод объектов ограничения (или **<Ctrl>+<Enter>**). Второй отрезок переместился так, чтобы точка его середины лежала на перпендикуляре из середины первого отрезка. Рядом с точкой середины второго отрезка появляется пиктограмма ограничения **Середина**.

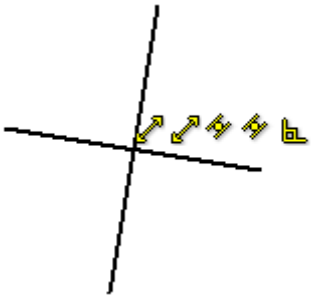


Аналогично создаём второе ограничение **Середина**: при помощи выбираем две крайние точки второго отрезка и точку середины первого, затем заканчиваем создание ограничения. Первый отрезок перемещается таким образом, чтобы точка его середины лежала на прямой нормальной ко

второму отрезку, и проходящей через центр второго отрезка. Рядом с точкой середины первого отрезка появляется пиктограмма ограничения **Середина**.

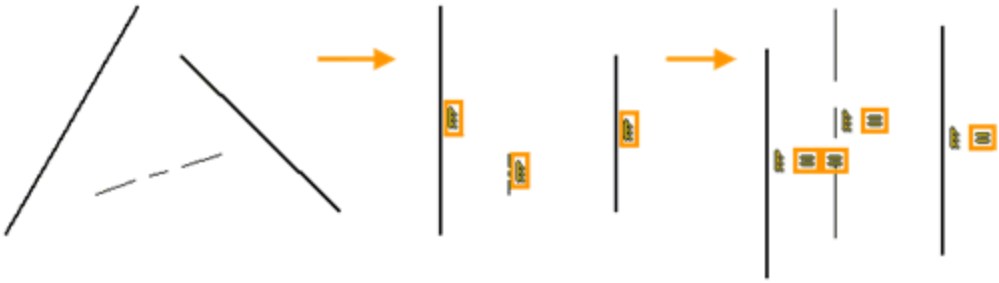


Теперь необходимо сделать так, чтобы отрезки были перпендикулярны. Для этого воспользуемся ограничением Перпендикулярность. Отрезки переместились так, что стали перпендикулярными друг другу, а благодаря двум ограничениям **Середина,** точка пересечения делит каждый из отрезков пополам.

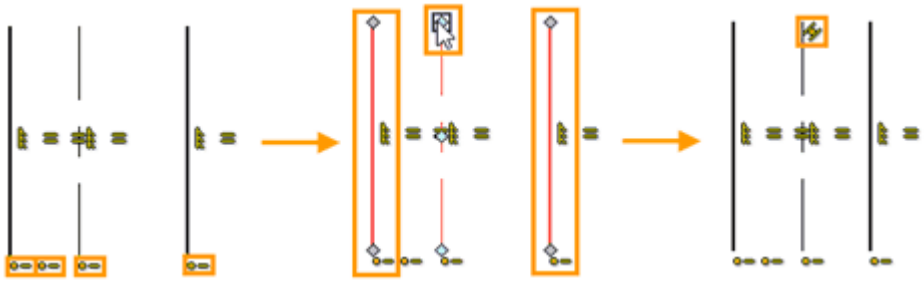


Ось задаёт середину между двумя отрезками

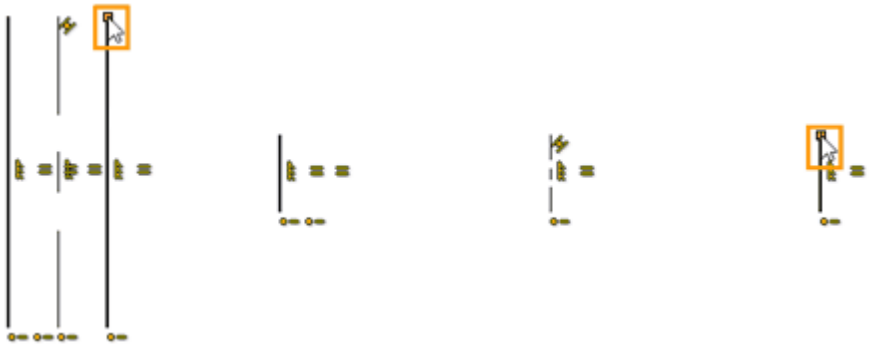
Пусть даны три отрезка. Один из отрезков является осью и выполнен соответствующим типом линии изображения. Для начала позиционируем отрезки по вертикали при помощи ограничения Вертикальность (выбираем ограничение и при помощи указываем три отрезка). Затем делаем их равной длины при помощи ограничения Равная длина. Сделаем так, чтобы отрезки были на одной высоте при помощи ограничения Выравнивание по горизонтали (выбираем при помощи нижние точки отрезков).



Затем выбираем в Ленте ограничение **Середина**, при помощи указываем два отрезка и точку на отрезке, выполненном осевой линией. Заканчиваем ввод (или **<Ctrl>+<Enter>**). Рядом с точкой на отрезке осевой линии появляется пиктограмма **Середины**.



При редактировании отрезки, благодаря ограничениям, останутся всегда одной длины, на одной высоте, всегда вертикальными, и отрезок осевой линии всегда будет посередине.



Фиксированная длина

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Ограничения > Ограничение > Фиксированная длина Рабочая плоскость > Ограничения > Ограничение > Фиксированная длина
Клавиатура	Текстовое меню
<SC>><L>	
Окно параметров команды **<SC>** Ограничение	
<L>	Фиксированная длина

Ограничение можно применять к отрезкам и дугам. Позволяет при редактировании параметрического эскиза сохранять длину отрезка или дуги.
Можно, находясь в режиме выбора объектов ограничения, выбирать несколько линий, тогда будет создано столько отдельных ограничений фиксированной длины, сколько было указано линий.

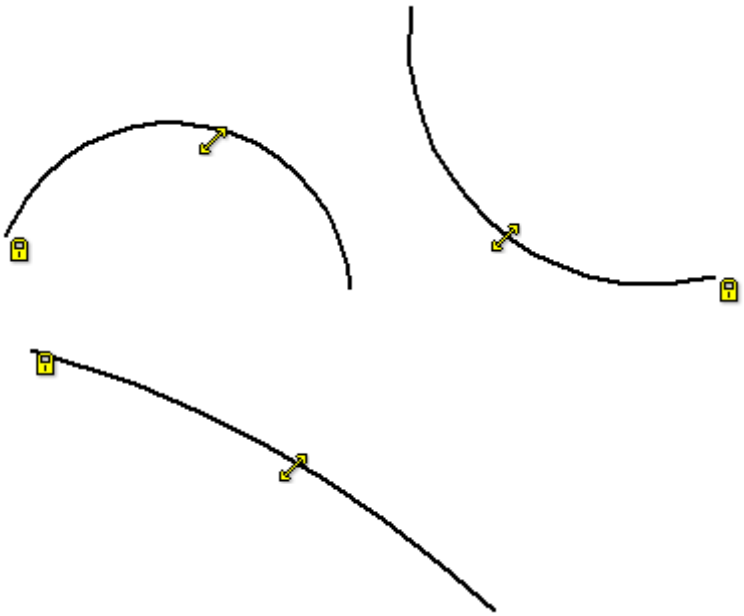
Пиктограмма ограничения отображается рядом с серединой ограничиваемого объекта.

Пример

Фиксация длины дуги

Пусть дана дуга, построенная по двум точкам и радиусу. Зафиксируем её длину ограничением **Фиксированная длина**. Выбираем в ленте данное ограничение, при помощи выбираем дугу, и завершаем создание ограничения (или **<Ctrl>+<Enter>**). Рядом с дугой появилась пиктограмма обозначающая ограничение фиксированной длины.

Чтобы было удобнее редактировать радиус и положение дуги, зафиксируем начальную точку дуги. Для этого выбираем ограничение **Фиксация** и указываем точку. Теперь отредактируем дугу. При помощи выбираем дугу, затем точку . Теперь конечная точка дуги следует за курсором. Длина дуги измениться не может, начальная точка остаётся неподвижной. Меняется только радиус дуги и её поворот относительно первой точки.



Фиксированный угол

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Ограничения > Ограничение > Фиксированный угол Рабочая плоскость > Ограничения > Ограничение > Фиксированный угол
Клавиатура	Текстовое меню
<SC>><A>	
Окно параметров команды <SC> Ограничение	
<A>	Фиксированный угол

Ограничение можно применить к отрезкам и эллипсу. Ограничение фиксирует угол отрезка или угол осей эллипса относительно системы координат текущего вида. Если угол нужно поменять, удалите ограничение, поменяйте угол и вновь его зафиксируйте.

> Если данное ограничение применено к эллипсу, то при редактировании эллипса нельзя будет изменить длину его осей так, чтобы ось, являвшаяся большой на момент создания ограничения, стала малой.

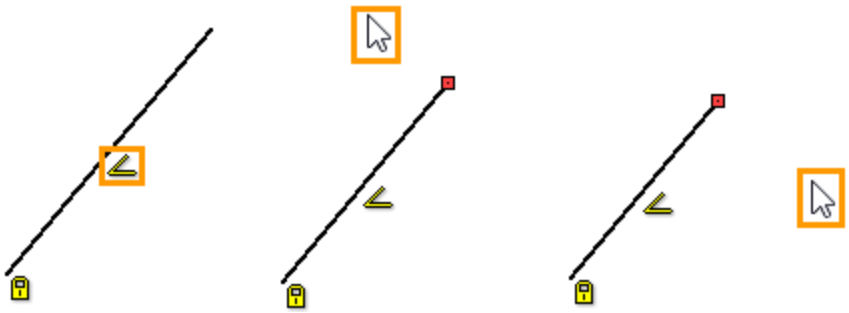
В режиме выбора объектов ограничения можно указывать несколько линий. Тогда по завершению ввода будет создано столько ограничений, сколько было выбрано линий.

Пиктограмма ограничения отображается рядом с серединой ограничиваемого объекта.

Пример

Фиксация угла отрезка

Пусть нам дан отрезок. Зафиксируем его угол относительно системы координат чертежа. Для этого в ленте выберем ограничение **Фиксированный угол** и укажем при помощи отрезок. По завершении создания ограничения (или **<Ctrl>+<Enter>**) рядом с отрезком появится пиктограмма. Перед тем, как попробовать отредактировать отрезок, зафиксируем его нижнюю точку – так действия ограничений будут более наглядными. Для этого в Ленте выбираем ограничение Фиксация и указываем точку отрезка.



Теперь попробуем изменить геометрию отрезка за счёт перемещения свободной верхней точки. При помощи выбираем отрезок, затем верхнюю точку. Теперь точка отрезка следует за курсором. Даже если мы будем вести курсор вправо или влево, точка будет перемещаться только по прямой на которой лежит отрезок. Ограничение фиксации угла не даёт отрезку изменить угол.

Равная длина

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Ограничения > Ограничение > Равная длина Рабочая плоскость > Ограничения > Ограничение > Равная длина
Клавиатура	Текстовое меню
<SC>><E>	
Окно параметров команды **<SC>** Ограничение	
<E>	Равная длина

Данное ограничение задаёт равенство длин между двумя линиями. Ограничение можно применять ко всем линиям: отрезок, окружность, дуга, эллипс, сплайн. Можно приравнивать друг к другу длины линий разного типа.

> Для объектов, связанных ограничением **Равная длина** со сплайном изменение длины доступно только через управляющие размеры, а для сплайна доступно редактирование как по точкам, так и через управляющие размеры.

При создании равенства длин между объектами любого типа, кроме сплайнов, второму объекту назначается длина первого, за исключением случаев, когда этому препятствуют другие ограничения, наложенные на второй объект.

При создании равенства длин между сплайном и объектом любого другого типа длина сплайна присваивается другому объекту независимо от порядка их выбора, за исключением случаев, когда этому препятствуют другие ограничения, наложенные на другой объект.
При создании равенства длин между двумя сплайнами длина обоих сплайнов приводится к среднему значению, за исключением случаев, когда все точки одного из сплайнов зафиксированы. В последнем случае длина зафиксированного сплайна назначается другому сплайну.

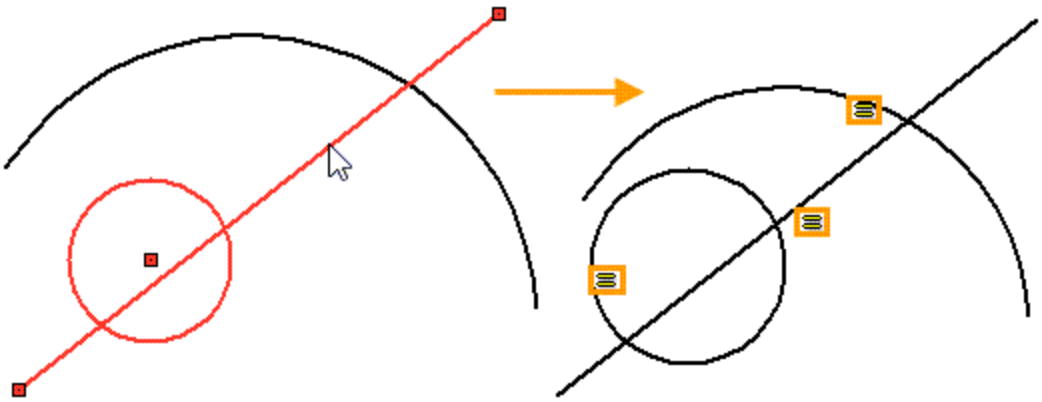
Ограничение позволяет выбирать несколько вторых объектов.

Пиктограммы ограничения отображаются рядом с серединами каждой из ограничиваемых линий. Если к одной линии применено несколько ограничений данного типа, то все они представлены одной пиктограммой. Для выбора конкретного ограничения при наведении курсора на пиктограмму, соответствующую нескольким ограничениям, воспользуйтесь списком во всплывающей подсказке.
Рядом с пиктограммой ограничения в окне чертежа отображается цифровой индекс, означающий порядковый номер длины, применяемой ограничением. Индексы помогают различать группы линий одинаковой длины при наличии на чертеже равенств разных длин. Отображение индексов можно отключить в установках системы.

Примеры

Равенство длин отрезка, дуги и окружности

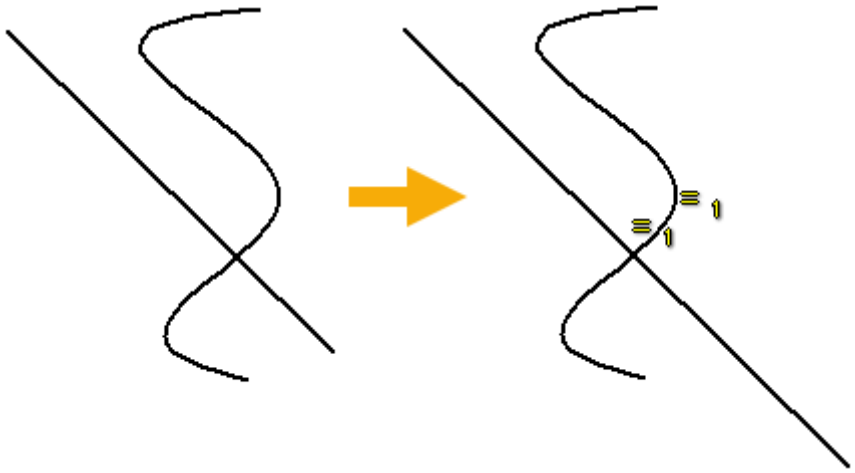
Пусть даны произвольные отрезок, дуга и окружность. При помощи ограничения **Равная длина** приравняем длины указанных линий друг к другу. Для этого в Ленте выбираем рассматриваемое ограничение, затем выбираем отрезок, окружность и дугу при помощи и завершаем создание ограничения (или **<Ctrl>+<Enter>**). Создано два ограничения. Т.к. отрезок мы выбирали первым, то он был первым объектом, а окружность и дуга – вторыми. Соответственно создалось два ограничения: отрезок – окружность и отрезок – дуга, а длины окружности и дуги стали равны длине отрезка.



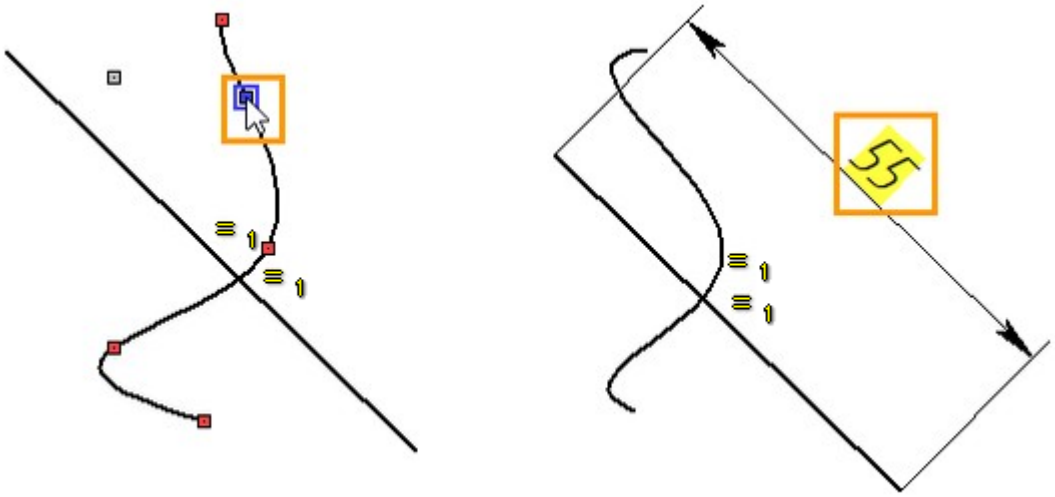
При последующем редактировании порядок взаимосвязей для данных линий не имеет значения. Изменение длины любой из трёх линий повлечёт изменение двух других.

Равенство длин сплайна и отрезка

Пусть даны произвольные сплайн и отрезок. Зададим равенство длин между сплайном и отрезком. Для этого в Ленте выбираем ограничение **Равная длина**, затем при помощи выбираем отрезок и сплайн, после чего завершаем ввод объектов ограничения (или **<Ctrl>+<Enter>**). Длина отрезка изменилась. Рядом с отрезком и сплайном появились пиктограммы равенства длин.



Попробуем отредактировать сплайн. При помощи выбираем сплайн, затем точку на сплайне - появляются манипуляторы точки сплайна. Нажав ещё раз , начинаем редактирование положения точки. Теперь точка сплайна следует за курсором. Сплайн динамически перестраивается вместе с ним изменяется длина отрезка. Длина отрезка изменяется за счёт ограничения равенства длин. Теперь попробуем изменить длину отрезка. При помощи выбираем отрезок, затем точку на отрезке. Перемещение курсора не влияет на длину отрезка. Для изменения длины сплайна согласно изменению длины отрезка нужно создать управляющий размер. После создания на отрезке управляющего размера изменим значение размера. Отрезок изменит длину, вместе с ним изменит длину и сплайн.



Специальные ограничения

Основные темы в этом разделе:

- Многоугольник
- Смещение
- Линейный массив
- Круговой массив
- G1 и G2 непрерывности

Данное ограничение автоматически создаётся, если построить многоугольник командой эскиза **Многоугольник**. На чертеже оно обозначается пиктограммой в центре многоугольника.

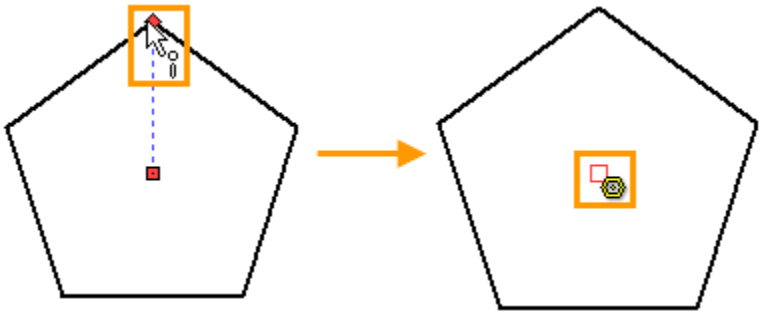
Благодаря данному ограничению, многоугольник при редактировании и параметризации его линий и характерных точек ведёт себя как единое целое, сохраняя равенство сторон и углов.

> Данные ограничения создаются только, если при создании многоугольников включен режим Автоматическое создание ограничений. Если ограничения не были созданы изначально при создании многоугольников, то создать их потом вручную или при помощи команды Поиск ограничений невозможно.

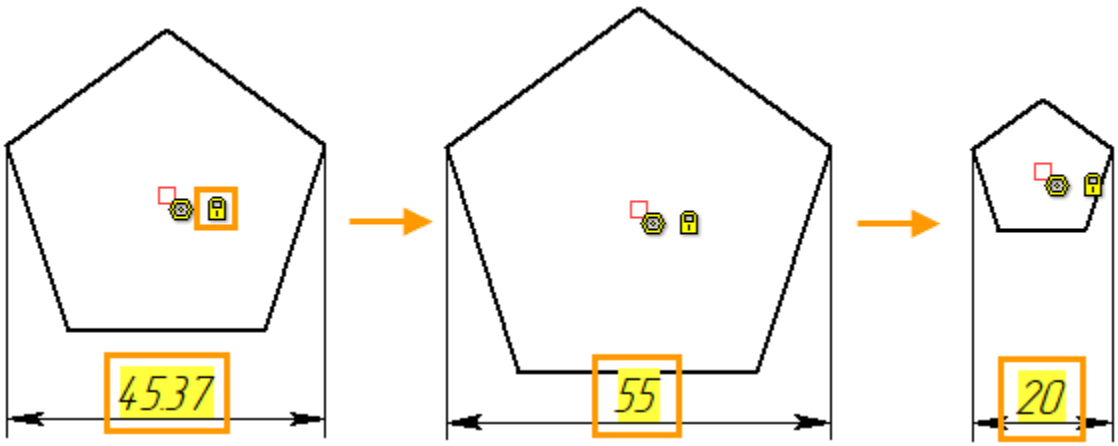
Пример

Управляющий размер на многоугольнике с ограничением Многоугольник

Построим пятиугольник в автоматическом режиме создания ограничений. Вызываем команду Эскиз (<SK>), включаем режим Автоматическое создание ограничений (<Ctrl>+<F2>), выбираем команду Многоугольник (<Shift>+<R>). В параметрах команды **Многоугольник** указываем количество сторон - 5. Ведя курсор, изменяем радиус вписанной (или описанной) окружности, при помощи указываем положение характерной точки, задающей многоугольник. Как только была указана характерная точка, автоматически создаётся ограничение **Многоугольник**. Рядом с центральной точкой появляется пиктограмма ограничения, также ограничение можно увидеть в окне **Элементы модели**



При помощи ограничения Фиксация зафиксируем положение центральной точки многоугольника, и поставим управляющий размер на любой габарит многоугольника.



Изменяя значение управляющего размера, можно увидеть, что несмотря на то, что он задаёт только расстояние между двумя крайними точками отрезков многоугольника, геометрия многоугольника изменяется полностью, сохраняя равенство сторон и углов.

Данное ограничение автоматически создаётся, если построить кривую смещения. На чертеже оно обозначается пиктограммой рядом с серединой кривой смещения. Благодаря данному

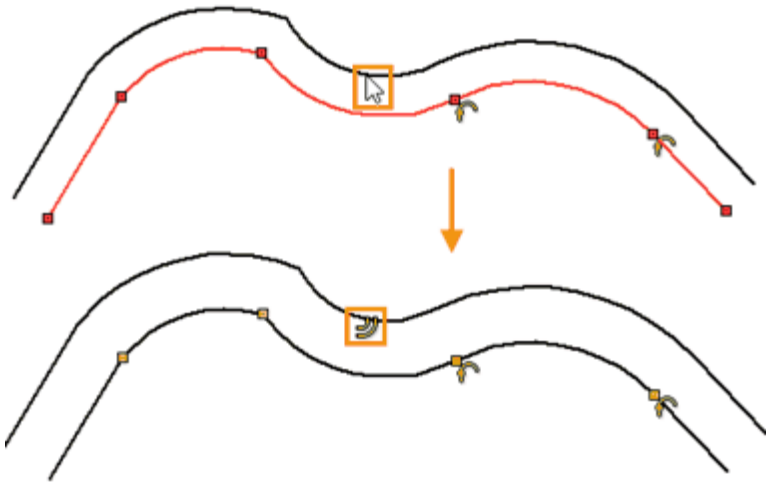
ограничению, кривая смещения, состоящая из отрезков и дуг, при параметризации и редактировании ведёт себя как единая линия. Кривая смещения может быть построена как для исходных линий, на которых есть ограничения, так и для линий без ограничений.

Данные ограничения создаются только, если при создании кривой смещения включен режим Автоматическое создание ограничений. Если ограничения не были созданы изначально при создании кривой смещения, то создать их потом вручную или при помощи команды Поиск ограничений невозможно.

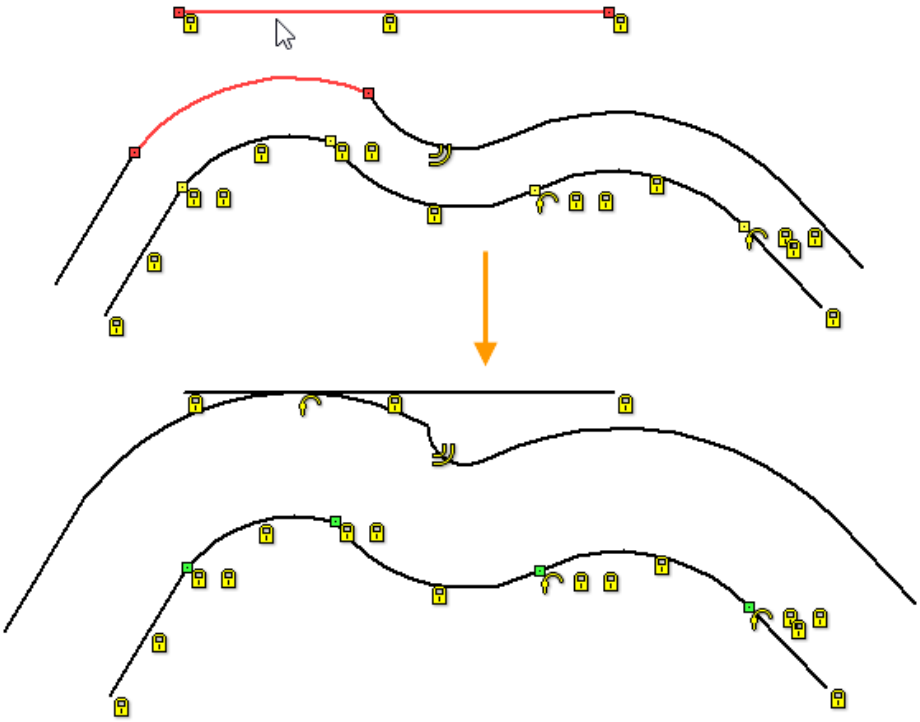
Пример

Касание кривой смещения к зафиксированному отрезку

Пусть в режиме непрерывного ввода линий построена последовательность из отрезков и дуг. Вызываем команду Эскиз (<SK>), включаем режим Автоматическое создание ограничений (<Ctrl>+<F2>), выбираем команду Кривая смещения (<Ctrl>+<J>). При помощи выбираем последовательность линий, и при помощи выбираем положение кривой смещения. Как только положение кривой смещения было определено, автоматически создалось ограничение **Смещение**.



Добавим на чертёж горизонтальный отрезок и зафиксируем его ограничением Полная фиксация. Также добавим полную фиксацию на все линии исходной последовательности. Затем при помощи ограничения Касание зададим ограничение между отрезком и дугой кривой смещения.



Кривая смещения переместилась как единая линия, сохранив равное расстояние от исходной последовательности линий, и дуга кривой смещения стала касательной к отрезку.

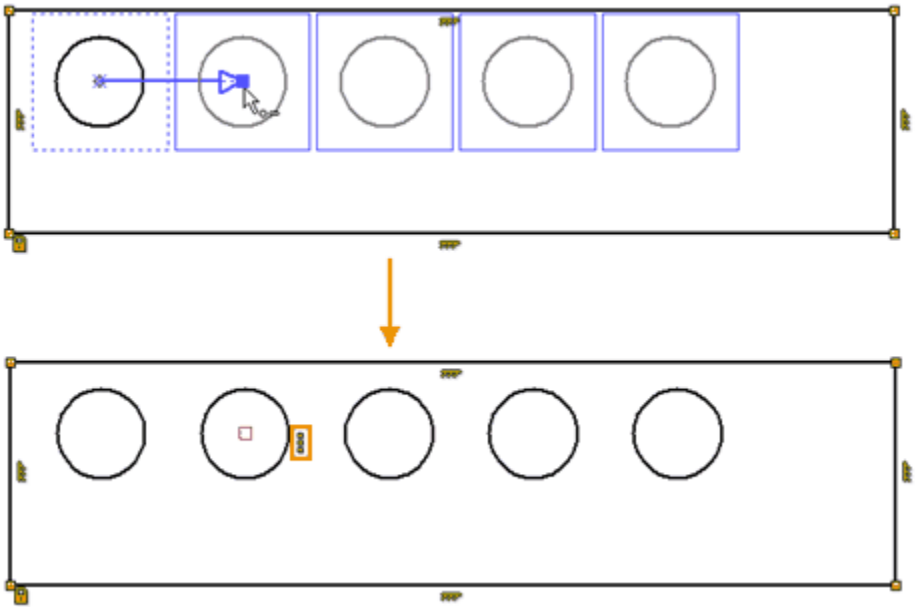
Данное ограничение автоматически создаётся для одномерного Линейного массива, а также для копии с перемещением. На чертеже обозначается пиктограммой рядом со второй копией в массиве. Благодаря ограничению, линии чертежа, созданные массивом, при параметризации и редактировании сохраняют связанность, установленную линейным массивом - равный шаг и расположение на одной линии. Для создания данного ограничения массив должен быть создан в режиме создания копии с ограничениями:

<Ctrl>+<F> Создать копию с ограничениями

Пример

Ограничения и управляющие размеры на элементах линейного массива

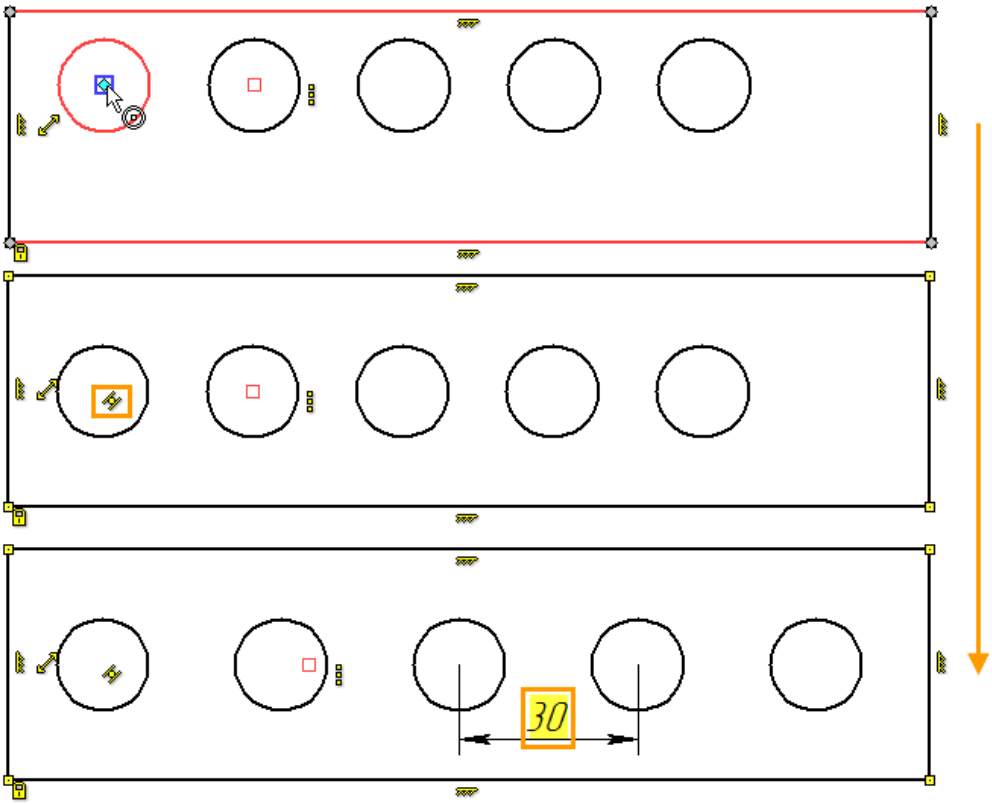
Пусть нам дан прямоугольник (построенный с ограничениями и с зафиксированной точкой), у левой стороны которого расположена окружность. При помощи команды **Линейный массив** скопируем 5 окружностей внутри прямоугольника. Через контекстное меню, нажав на окружность, вызываем команду **Линейный массив**. Проверяем, чтобы режим **Создать копию с ограничениями** был активен. Указываем количество копий 5, выбираем начальную точку массива, направление и шаг. Как только массив был построен, автоматически создалось ограничение **Линейный массив**. На чертеже появилась пиктограмма ограничения .



Зафиксируем длину левой стороны прямоугольника, и расположим горизонталь массива посередине прямоугольника, используя ограничения **Середина**.

Выбрав ограничение **Середина**, при помощи указываем верхний отрезок прямоугольника, потом нижний, и, затем, точку центра любой окружности, например, первой. После ввода объектов ограничения и завершения команды все элементы массива, благодаря ограничению **Линейный массив,** переместились как единое целое.

Также изменим шаг массива, поставив управляющий размер. Для изменения шага массива можно поставить управляющий размер между любыми точками двух окружностей. Например, поставим размер между центрами третьей и четвёртой окружности. Изменив значение размера, пользователь меняет и шаг для всех элементов массива, т.к. все элементы массива связаны ограничением **Линейный массив**.



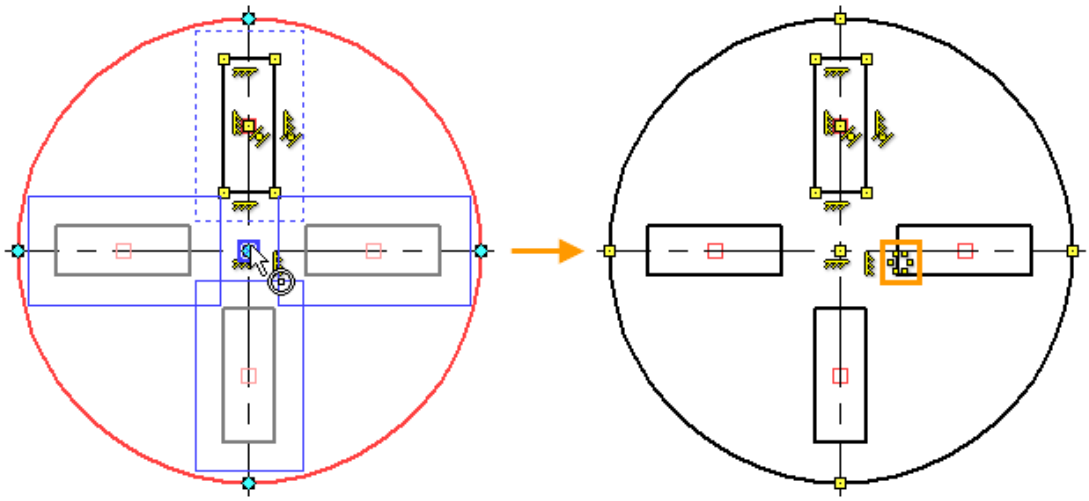
Данное ограничение автоматически создаётся для Кругового массива, а также для копии с поворотом. На чертеже и в окне **Элементы модели** оно обозначается пиктограммой рядом с центром массива. Благодаря ограничению, линии, входящие в массив, сохраняют взаимосвязь при параметризации и редактировании - равный угол между элементами массива и равный радиус от единой точки центра массива. Для создания данного ограничения массив должен быть создан в режиме создания копии с ограничениями:

<Ctrl>+<F> Создать копию с ограничениями

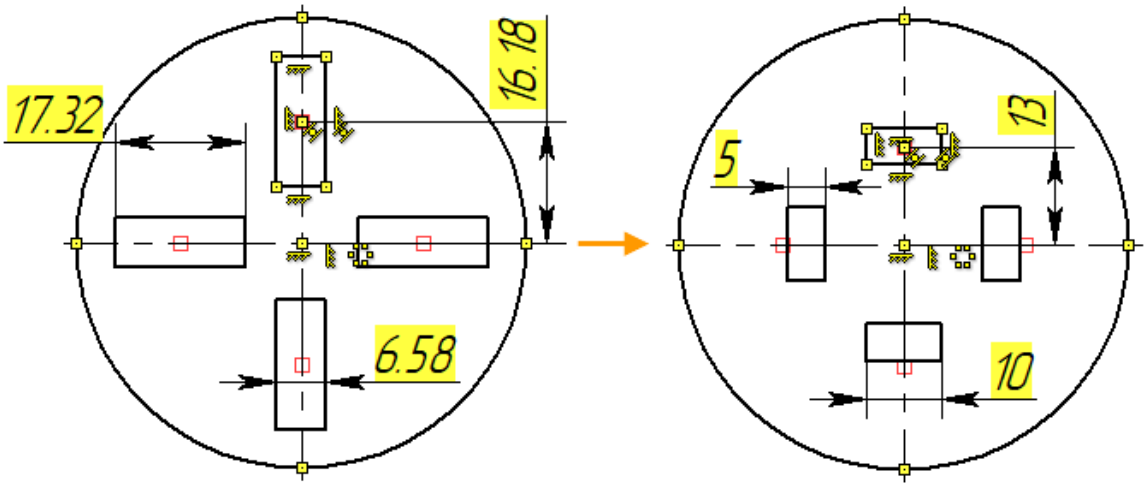
Пример

Управляющие размеры на элементах кругового массива

Пусть нам дан круг, на одной оси которого построен прямоугольник, и центр прямоугольника лежит на оси. Все построения выполнены в режиме автоматического создания ограничений. Создадим круговой массив прямоугольника. Выделяем прямоугольник рамкой, зажав , далее вызываем команду **Круговой массив**. Проверяем, чтобы режим **Создать копию с ограничениями** был активен. Указываем количество копий 4, выбираем центральную точку массива и общий угол. Как только массив был построен, автоматически создалось ограничение **Круговой массив**. На чертеже появилась пиктограмма ограничения .



Поставим несколько управляющих размеров на элементы массива и поменяем их значения. Благодаря ограничению **Круговой массив**, все элементы изменились, сохранив равенство геометрических размеров.



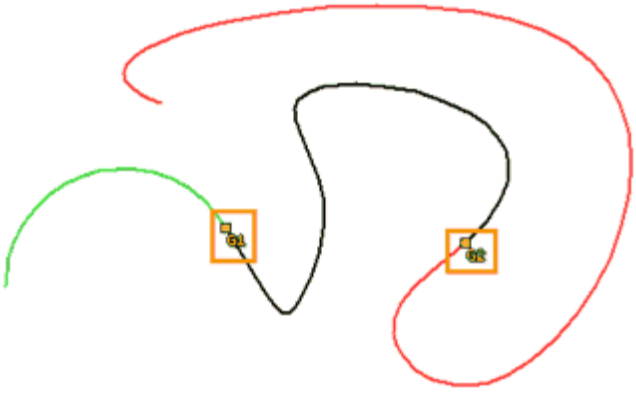
Данные ограничения автоматически создаются при [задании гладкости сплайнов в крайних точках, привязанных к другим линиям изображения](). На чертеже и в окне **Элементы модели** они обозначаются пиктограммами (**G1 непрерывность**) и (**G2 непрерывность**), в соответствии с типом созданной гладкости, рядом с ограничиваемыми точками. Данные ограничения позволяют сохранить гладкость между сплайном и другой кривой (в том числе другим сплайном) при редактировании сплайна либо кривой.

Данные ограничения создаются только, если при задании гладкости включен режим **Автоматическое создание ограничений** . Если ограничения не были созданы изначально при задании гладкости, то создать их потом вручную или при помощи команды **Поиск ограничений** невозможно.

Пример

Сплайн с ограничениями гладкости

В режиме **Автоматическое создание ограничений**, создадим слева от сплайна дугу, а справа от сплайна - другой сплайн. Автоматически создалось два ограничения **Совпадение**. Создадим для крайней левой точки сплайна гладкость **G1**, а для крайней правой точки - гладкость **G2**. Автоматически создалось два ограничения **G1 непрерывность** и **G2 непрерывность**. Теперь при редактировании линий эскиза всегда будут выполняться условия, заданные гладкостями.



Примеры создания чертежей

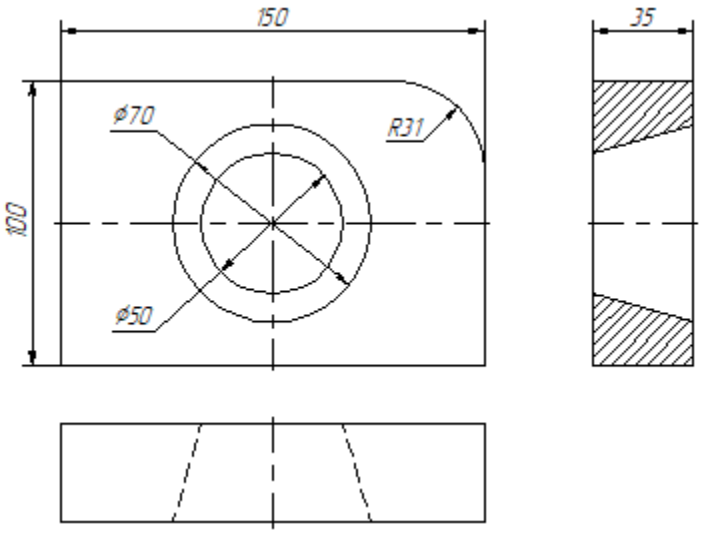
Набор примеров позволит лучше понять как пользоваться линиям изображения. Ниже можно ознакомиться со следующими примерами:

- Создание непараметрического чертежа

- Создание параметрического чертежа с ограничениями
- Создание параметрического чертежа по линиям построения

Создание непараметрического чертежа

Пусть нам необходимо создать чертёж:



Все построения будем осуществлять с помощью команды Эскиз (<SK>).
При создании эскиза широко используются объектные привязки. Управление привязками осуществляется с помощью панели «Привязки». Включённым в текущий момент привязкам соответствуют нажатые пиктограммы панели. Отключить установленную привязку можно, указав курсором на соответствующую ей пиктограмму, и нажав .

Отключить все привязки можно, установив пиктограмму:

Включить/выключить привязки

Отключение этой пиктограммы приведёт к установке всех привязок. При создании нашего примера понадобятся следующие привязки:

Середина линии изображения

Конечные точки линии изображения

Горизонталь/вертикаль

Перпендикуляр

Точка на линии изображения

Горизонтальная/вертикальная касательная

Активируйте эти привязки нажав на соответствующие пиктограммы на панели «Привязки». Если привязка уже была включена, то нажатие на её пиктограмму её отключит. Если пиктограмма на синем фоне – она включена, если на сером – выключена. Объектные привязки также можно настроить в команде «Установки», закладка «Привязки».

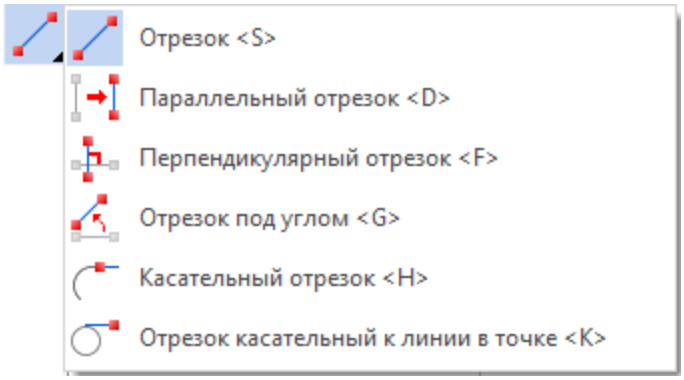
При построении отрезков, дуг и окружностей нашего эскиза координаты точек можно задавать простым нажатием в поле чертежа. Для точного задания координат узлов можно воспользоваться окном параметров.
После вызова команды **Эскиз** в автоменю автоматически устанавливаются две следующие опции:

<J> Непрерывный ввод линий

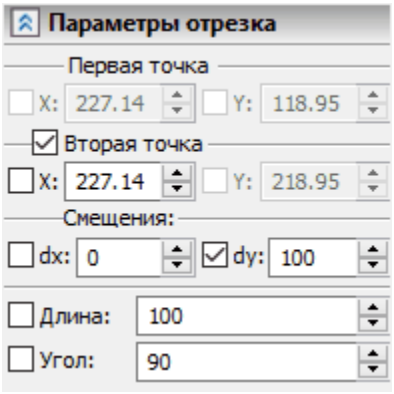
<S> Отрезок

Первая пиктограмма позволяет вводить элементы эскиза непрерывно, то есть конец создаваемого отрезка будет являться началом следующего. Данный режим будет активен до тех пор, пока вы не выключите эту опцию, указав на неё курсором и нажав . Для быстроты ввода элементов эскиза рекомендуется данную опцию не отключать. Вторая пиктограмма устанавливает режим ввода отрезков. Наличие у пиктограммы чёрного треугольника в нижнем правом углу говорит о том, что эта пиктограмма содержит несколько возможных действий. Если при выборе такой пиктограммы немного дольше, чем обычно, удерживать , то откроется меню с новыми возможностями.

Внимание: в автоменю может отображаться любая из вложенных пиктограмм. Обычно эта пиктограмма соответствует той опции, которая в данной команде вызывалась последней.



На экране вы увидите курсор в виде небольшого квадратика. Подведите курсор к нижней правой части предполагаемого главного вида, приблизительно около центра чертежа, и нажмите . Будет задана первая точка отрезка, к которой будет привязан динамический курсор «резиновая нить», отображающий положение создаваемого отрезка. При этом в окне параметров будут зафиксированы координаты первой точки создаваемого отрезка.
Переместите курсор вверх. Обратите внимание, что в окне параметров отслеживаются координаты курсора и его смещение относительно первой точки отрезка. Мы можем использовать окно параметров для точного задания положения конца отрезка. Задать в нём расположение второй точки отрезка можно несколькими способами: в декартовых координатах с указанием абсолютных координат второй точки отрезка (X, Y), в декартовых координатах с указанием смещения второй точки относительно первой (dx, dy), в полярных координатах (L, A) или сочетанием этих способов.



Зададим вторую точку отрезка, указав её смещение относительно первой точки. Задайте значение параметра «dx» равным нулю, а для параметра «dy» задайте значение 100. При этом автоматически в поля параметров «X» и «Y» будут занесены абсолютные координаты второй точки отрезка и установлены флажки рядом с этими параметрами. Установка флажков запретит изменение соответствующих координат при перемещении курсора в поле чертежа. На экране будет отражено заданное расположение второй точки отрезка.

Для завершения ввода координат второй точки нажмите **<Enter>** или , в поле чертежа. Создастся первый отрезок. Переместите курсор влево и задайте длину отрезка 150. Появится окружность радиусом 150 мм. По окружности вслед за курсором будет перемещаться вторая точка отрезка.

Найдите положение, при котором сработает привязка перпендикулярности. Если привязка к первому отрезку не срабатывает, то сначала наведите курсор на первый отрезок – обозначив тем самым линию, к которой нужно искать привязки. Далее отведите курсор влево и найдите положение перпендикулярности двух отрезков и нажмите **<Enter>** или .

Далее переместите курсор вниз и найдите положение при котором сработает привязка перпендикулярности к верхнему отрезку и выравнивание по горизонтали к нижней точке правого отрезка. Если привязки к отрезкам не ищутся, то наведите на них последовательно курсором. Как только нужное положение второй точки третьего отрезка было найдено нажмите **<Enter>** или .

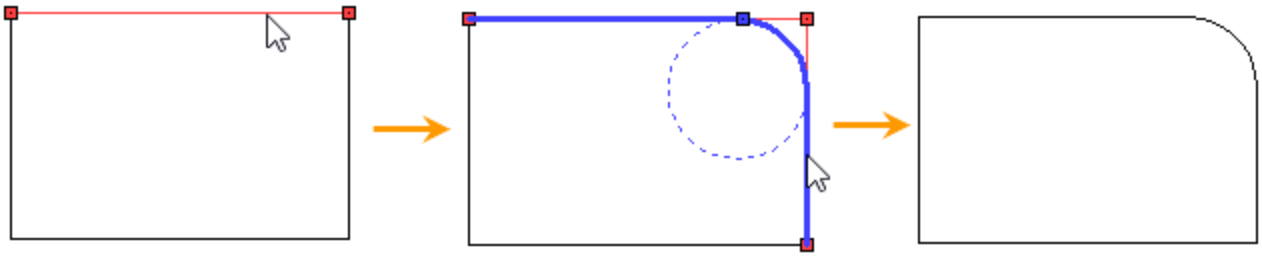
Переместите курсор вправо, на нижнюю точку первого отрезка. Сработает привязка к конечным точкам линии изображения, нажмите **<Enter>** или . После этого вы по-прежнему остаётесь в команде создания эскиза в режиме непрерывного ввода линий. Следующий шаг – скруглить угол плиты. Для этого выберите опцию «Скругление».

<Shift>+<B> Скругление

Данная опция является вложенной и может не отображаться в автоменю, а находиться в групповом списке (см. описание выше). В ленте опция всегда видна.

После обращения к опции окно параметров изменит свой вид. Теперь в нём можно задать требуемый радиус скругления. Установите значение радиуса равным 31, и убедитесь, что поставлен флаг **Обрезать исходные кривые**.

Теперь останется при помощи выбрать два отрезка, на пересечении которых необходимо построить заданное скругление. В нашем случае это верхний и крайний правый отрезки плиты. После выбора последнего отрезка произойдёт скругление, причём лишние части отрезков автоматически обрежутся.



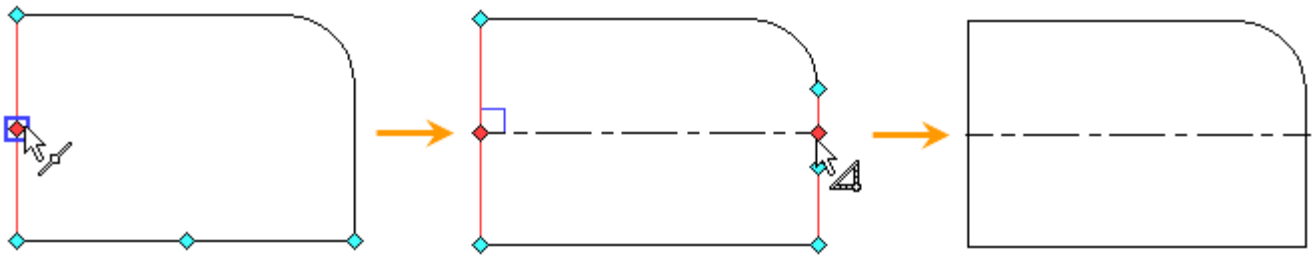
Теперь нанесём изображение конического отверстия на главный вид. Для этого построим две осевые линии, определив тем самым точный центр окружностей. Установите опцию:

<S> Отрезок

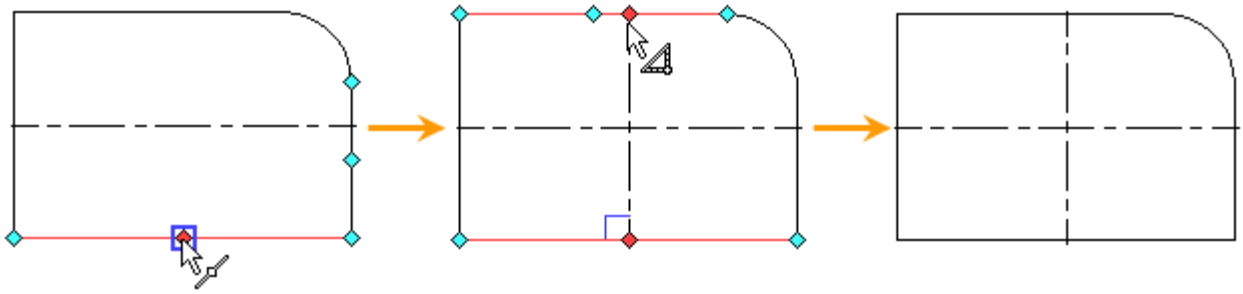
Для ввода осевых линий необходимо установить соответствующий тип линии. Кроме типа линий, необходимо ещё указать выступ линий в начале и в конце. Установите штрих-пунктирный тип линии в окне параметров или в диалоге параметров линии изображения. Диалог параметров можно вызвать с помощью опции:

<P> Задать параметры линии изображения

Переместите курсор к левому отрезку изображения так, чтобы осуществилась привязка к середине отрезка. Как только сработает привязка появится соответствующая подсказка и пиктограмма. Нажатием определяем первую точку. Переместите курсор по перпендикуляру от левого отрезка к правому отрезку, и остановите его при срабатывании привязки **Точка на линии изображения**, как показано на рисунке. Нажмите , создастся осевая линия.



Т.к. мы работаем в режиме непрерывного ввода линий, то из последней точки будет строиться следующий отрезок. Дальнейших построений из этой точки нам не требуется, поэтому нажмите . Таким же образом постройте вертикальную осевую линию, начиная с нижнего отрезка.

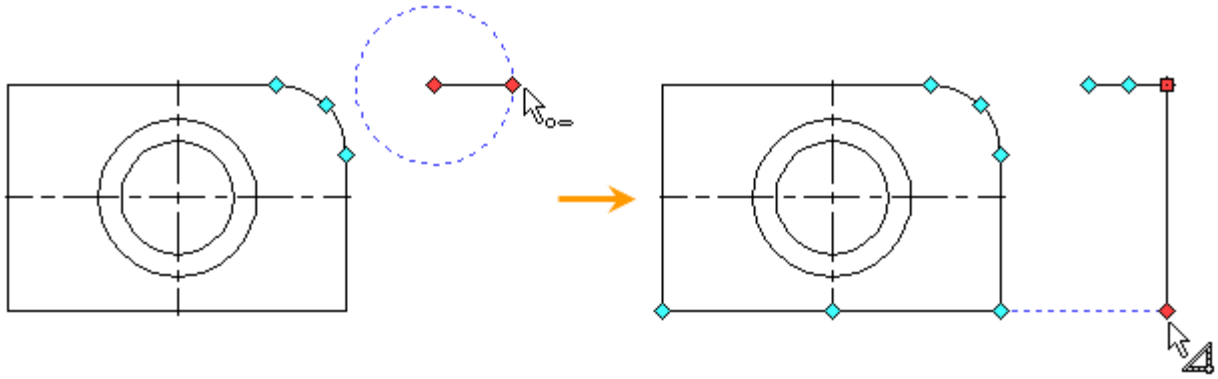


Теперь создадим окружности. Сначала установите основной тип линии изображения в параметрах команды, вызвав окно диалога с помощью опции **<P>**, или в окне параметров. Также замените тип окончания линии на обычный. Затем выберите опцию:

<O> Окружность по центру и радиусу

Данная опция также является вложенной и может не отображаться как в ленте, так и в автоменю, а находиться в групповом списке.
После вызова данной опции переместите курсор к пересечению двух осевых линий. Появится одна из многих привязок в данной точке, например, как в данном случае, середина вертикальной оси. Нажмите в этом месте . На экране появится динамически изменяемая окружность.
В окне параметров установите значение радиуса малой окружности конического отверстия 25, и нажмите кнопку **<Enter>**. На экране зафиксируется окружность. Не выходя из опции создания окружности, по аналогии, постройте окружность радиусом 35 мм. Таким образом, построение главного вида детали можно считать завершённым.

Теперь построим вид слева. Для этого снова установите режим создания отрезков опцией . Переместите курсор в правую часть чертежа и установите его так, чтобы активировалась горизонтальная связь с точкой лежащей на верхнем отрезке главного вида, нажмите .
В окне параметров установите длину 35 и для второй точки отрезка лежащей на окружности найдите привязку горизонтальности. Нажмите кнопку **<Enter>** или . На экране зафиксируется новый отрезок, а из последней созданной точки будет тянуться «резиновая нить» следующего отрезка. Далее переместите курсор вниз по вертикали, пока на экране не появится привязка по горизонтали с точками нижнего отрезка главного вида. Если привязка не появляется наведите курсор на нижний отрезок и вновь найдите положения с двумя привязками: вертикальности и горизонтальности. Нажмите и переместите курсор влево для построения следующего отрезка.

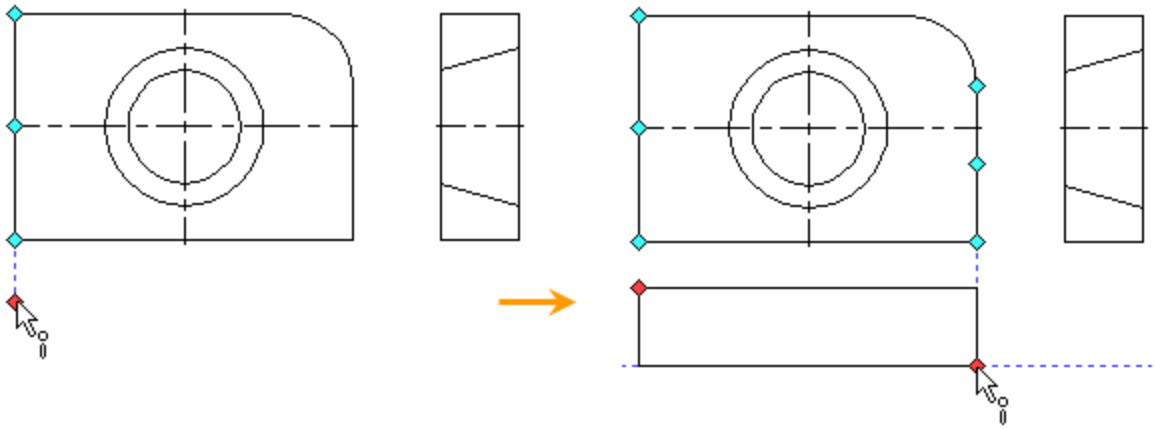


Далее, по аналогии с предыдущими построениями закончите ввод прямоугольника.
Следующий шаг – создать на виде слева линии, принадлежащие коническому отверстию. Для этого, не выходя из опции построения отрезков, нажмите , чтобы отменить построение отрезка из последней точки. Далее подведите курсор к бОльшей окружности, чтобы алгоритм привязок её «запомнил», а затем ведите курсор к правому отрезку вида слева, и перемещайте его вдоль этого отрезка, пока не установится связь горизонтальной касательной с бОльшей окружностью. В этом месте нажмите .
Теперь переместите курсор к меньшей окружности, а затем к левому отрезку вида слева и установите его так, чтобы установилась привязка горизонтальной касательной с малой окружностью. Если определяется другая привязка, то не перемещайте курсор некоторое время и дождитесь, когда появится список всех возможных привязок. Колесом мыши, или курсором выберете нужную привязку и нажмите . Другой вариант – это зафиксировать привязку клавишей **<Пробел>** в тот момент, когда курсор находится ещё близко к меньшей окружности.

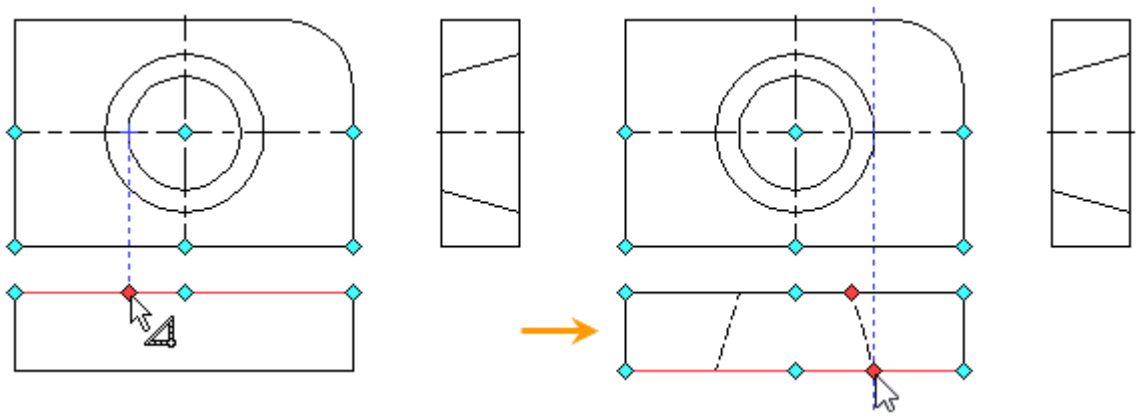
Далее, нажмите , отменив тем самым продолжение ввода последовательных отрезков. Таким же образом постройте нижнюю линию конического отверстия. Теперь, используя уже известные вам привязки, постройте осевую линию, не забудьте при этом установить штрихпунктирный тип линии в параметрах линии изображения (**<P>**) или в окне параметров, а также изменить тип окончания линии – на линию с выступанием.
Перейдём к виду сверху. Этот вид можно построить таким же образом, как и вид слева, но для более полного обзора возможностей эскиза создадим его по-другому. Установите опцию:

<Shift>+<P> Прямоугольник по двум вершинам

Данная опция относится к группе создания многоугольников в автоменю, и к группе прямоугольников в ленте. Если пиктограмма на данную опцию не отображена в автоменю или в ленте, то её можно вызвать с помощью соответствующей данной группе пиктограммы, которая помечена черным треугольником (см. описание выше).
Первая вершина прямоугольника должна совпадать с левым вертикальным отрезком главного вида. Установим соответствующую привязку, нажмите .



Вторая вершина должна задавать толщину и длину плиты. Длину зададим привязкой к точкам правого вертикального отрезка главного вида. Как и раньше, если привязки к нужным линиям чертежа не находятся, то нужно подвести курсор к линии, чтобы алгоритм привязок её «запомнил». Толщину плиты зададим в поле «dy» окна параметров, указав значение -35.
Используя привязки вертикальных касательных к окружностям по аналогии с видом слева создадим линии конического отверстия на виде сверху. Перед тем, как строить отрезки, нужно изменить тип линии на штриховую (параметры линии **<P>**). Для привязки к бОльшей окружности удобно пользоваться фиксацией привязки при помощи клавиши **<Пробел>**.



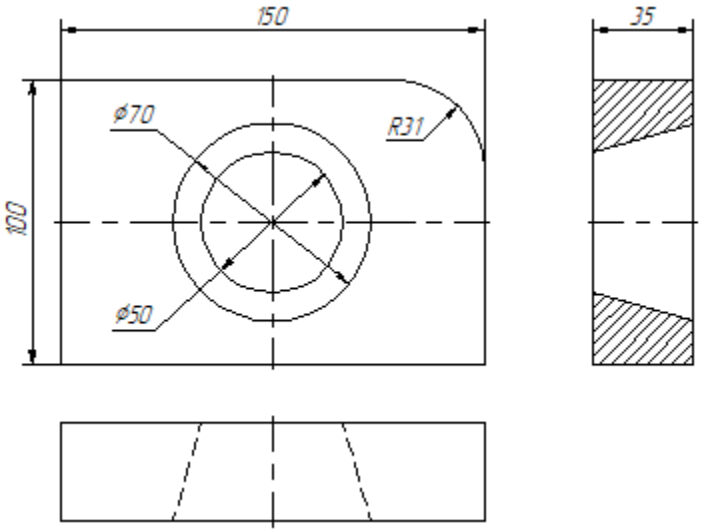
Создадим осевую линию на виде сверху, для этого заменим тип линии и тип окончания линии (параметры линии <**P**>.
Теперь остается нанести штриховку на вид слева. Вызовите команду **Штриховка** (<**H**>). Установите опцию:

<**A**> Режим автоматического поиска контура

Затем переместите курсор к верхней части вида слева, и установите его так чтобы он располагался в центре области, которую необходимо заштриховать. Нажмите , замкнутый контур выделится цветом. Теперь переместите курсор в нижнюю часть этого вида, и таким же образом выберите контур, который необходимо заштриховать. После этого нажмите .
Теперь проставим на чертеже необходимые размеры, при помощи команды **Размер** (<**D**>).
На этом создание непараметрического чертежа закончено. Дальнейшая модификация его элементов не приведёт к изменению всего чертежа. Каждый вид в этом случае придётся изменять отдельно.

Создание параметрического чертежа с ограничениями

Пусть нам необходимо создать чертёж:



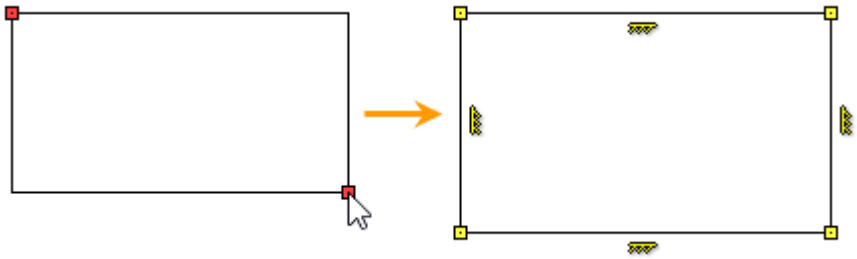
Причём необходимо сделать чертёж таким образом, чтобы он управлялся размерами: изменение значений размеров должно приводить к изменению всего чертежа.
Вызовите команду **Эскиз** (<**SK**>). Для того, чтобы сделать пример более наглядным – отключим все привязки.

Проверьте, чтобы **Автоматическое создание ограничений** (<**Ctrl**>+<**F2**>) было включено.

Начнём с создания главного вида плиты. В команде **Эскиз** выберите построение прямоугольника по двум вершинам.

<Shift>+<P> Прямоугольник по двум вершинам

В произвольном месте чертежа создаём произвольных размеров прямоугольники: при помощи указываем две точки. Автоматически создалось 8 ограничений: 4 ограничения **Совпадение** – в точках пересечения отрезков (вершины прямоугольника), 2 ограничения **Вертикальность** для вертикальных отрезков и 2 ограничения **Горизонтальность** – для горизонтальных отрезков.

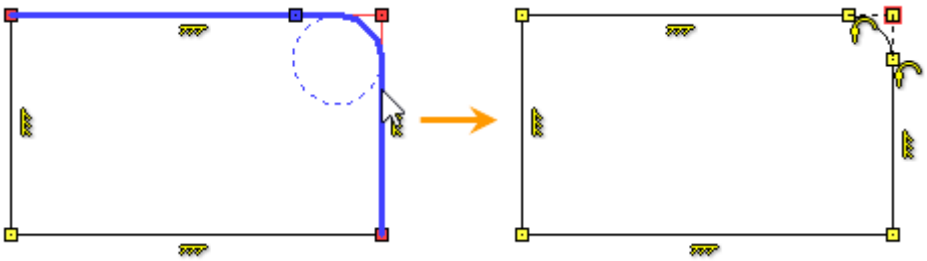


Перечень ограничений можно увидеть в окне «Элементы модели».
Далее создадим скругление. Скругление будем выполнять при помощи опции:

<Shift>+<B> Скругление

Радиус скругления можно указать произвольный, флаг опции **Обрезать исходные кривые** должен быть установлен.

Как и в предыдущем примере при помощи , указываем два отрезка: верхний горизонтальный и правый вертикальный.



Автоматически создались 2 ограничения **Касание** в местах касания дуги и отрезков, и 2 ограничения **Совпадение** в точках касания отрезков и дуги. Точку совпадения в местах пересечения продолжения отрезков можно оставить, а можно удалить. Данная точка имела бы смысл если не обрезать исходные кривые, в данном примере она определяет пересечение отрезков за границами чертежа. Далее создадим окружности произвольного радиуса в произвольном месте чертежа: одну меньшего радиуса чем вторую.

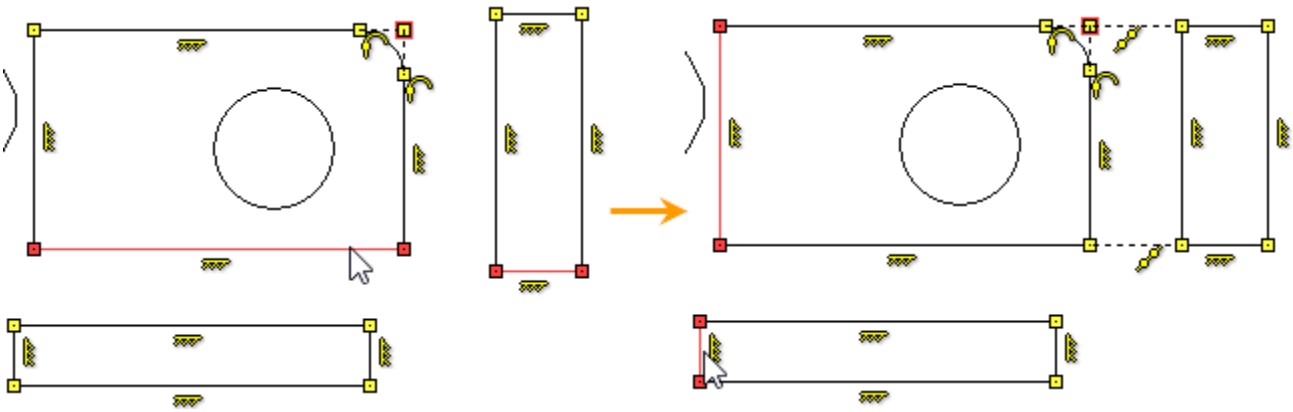
<O> **Окружность по центру и радиусу**

Создадим ещё два прямоугольника – один будет определять вид слева, другой вид сверху. Принцип построения прямоугольников аналогичен рассмотренному ранее. Размеры и положение прямоугольников произвольные. Как и для первого прямоугольника, у каждого прямоугольника 8 ограничений.
Зададим параметризацию уже созданных построений. Заходим в команду **Ограничение** (<SC>).

На панели фильтров будут отображаться привязки, доступные для ограничений. Включим некоторые из них, которые касаются линий изображения.
В данном случае привязки нужны для выбора конкретных элементов чертежа (линий изображения и точек) при создании ограничений.
Для начала создадим взаимосвязь линий между различными видами чертежа. Для этого нам нужно сделать так, чтобы горизонтальные линии одного вида всегда совпадали с горизонтальными линиями другого, то же самое для вертикальных линий. Такую взаимосвязь можно задать при помощи ограничения **Коллинеарность**.

Пиктограмма/Клавиатура	Лента
<Q>	Ограничения > Коллинеарность

Выбираем, при помощи , пары линий чертежа на различных видах которые должны совпадать, после чего нажимаем или **<Ctrl+Enter>**. Стоит отметить, что ограничения дают полностью вариативную параметризацию и порядок выбора линий не оказывает влияние на зависимость одной линии от другой: линии равноправно взаимосвязаны.



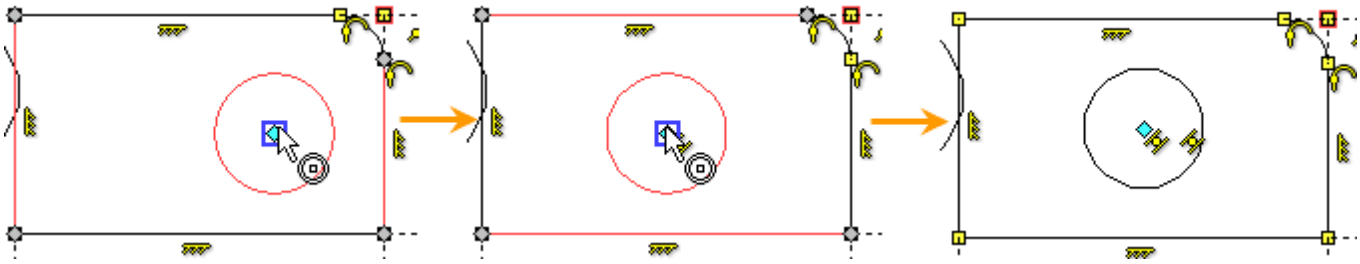
При создании ограничений **Коллинеарность** выбранные отрезки перемещаются таким образом, чтобы быть на одной линии. При перемещении отрезков сохраняются другие взаимосвязи. Так, например, сохраняется совпадение крайних точек отрезков прямоугольников за счёт ограничений **Совпадение**, а за счёт ограничений **Вертикальность** и **Горизонтальность** сохраняется ещё параллельность и перпендикулярность соответствующих сторон прямоугольников.
Для определения взаимосвязей видов необходимо создать 4 ограничения **Коллинеарность**.
Количество и тип ограничений можно посмотреть в окне «Элементы модели». При выделении ограничений в окне «Элементы модели» – на чертеже они будут подсвечены.
Следующий шаг – спозиционировать окружности. Для этого воспользуемся ограничением «Середина».

Пиктограмма/Клавиатура	Лента
<M>	Ограничения > Середина

Данное ограничение позволяет задать точку посередине между двумя точками или двумя отрезками (или линиями). В нашем случае удобнее задать точку центра окружности как середину между двумя

отрезками: одно ограничение между двумя вертикальными отрезками, а второе – между двумя горизонтальными главного вида.

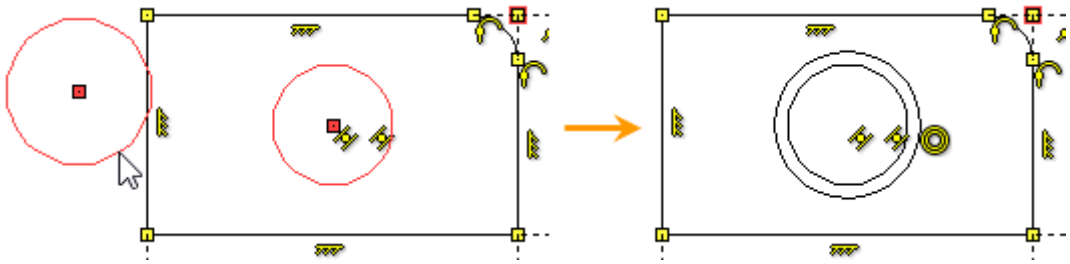
Выбрав ограничение **Середина**, указываем первый вертикальный отрезок, затем второй , а затем точку центра меньшей окружности. Благодаря объектной привязке , точка центра окружности будет найдена при наведении курсора в область центра окружности. Заканчиваем ввод объектов ограничения или **<Ctrl+Enter>**. По аналогии создаём ограничение между горизонтальными отрезками и точкой центра окружности.



В результате два ограничения **Середина** будут определять положение окружности по центру плиты. По аналогии можно определить положение второй, бОльшей окружности, а можно упростить определение взаимосвязей и воспользоваться ограничением «Концентричность».

Пиктограмма/Клавиатура	Лента
<N>	Ограничения > Концентричность

Данное ограничение перемещает точки центров так, чтобы они совпадали. Для создания ограничения нужно указать при помощи две окружности и закончить ввод объектов ограничения или **<Ctrl+Enter>**.



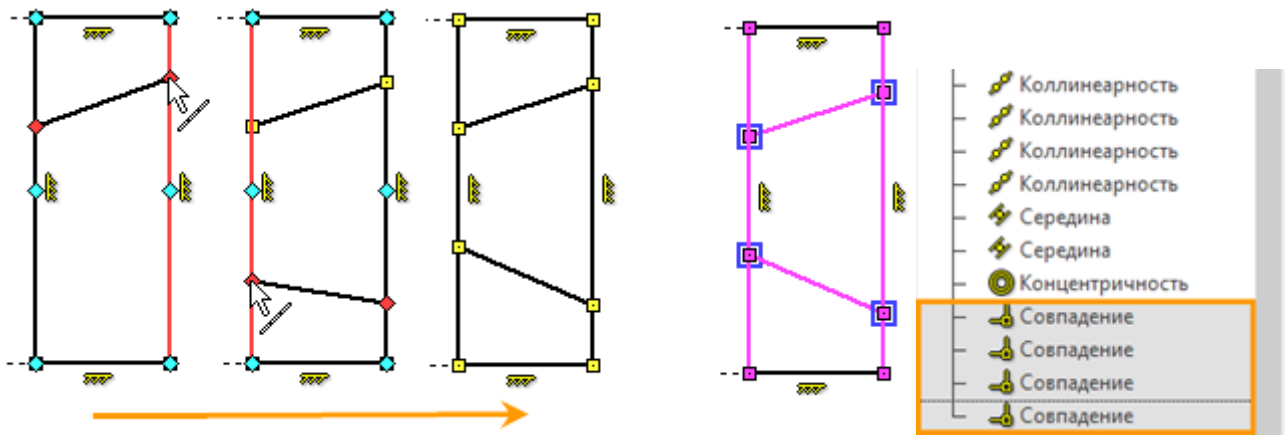
В результате два ограничения **Середина** и одно **Концентричность** определяют положение окружностей на чертеже.

Следующий шаг – создать линии конического отверстия на виде слева и определить их положение. Крайние точки отрезков, изображающих отверстие, должны всегда совпадать с вертикальными отрезками, обозначающими контур плиты. Такую взаимосвязь обеспечит ограничение **Совпадение**. Данное ограничение может быть создано автоматически, в случае если при построении отрезков их крайние точки будут привязаны к вертикальным отрезкам. Для того, чтобы при построении сработала привязка точки к линии изображения, включим соответствующую привязку на панели фильтров. Вызвав команду **<SK> Эскиз** активируем привязку.

Режим **Автоматическое создание ограничений** был включен ранее. Создадим два произвольных отрезка крайние точки которых лежат на вертикальных отрезках контура плиты. Для построения отрезков выбираем опцию:

<S> Отрезок

Наводим курсор на первый вертикальный отрезок, срабатывает привязка, при помощи указываем первую точку отрезка, затем переводим курсор на второй вертикальный отрезок и указываем вторую точку отрезка. Если был включен режим **Непрерывный ввод линий**, то нажмите , для отмены построения следующего отрезка из последней точки. По аналогии строим второй отрезок. Положение крайних точек отрезков конического отверстия по вертикали – не принципиально. Главное, чтобы благодаря привязке автоматически создались 4 ограничения **Совпадение** – для каждой из двух точек отрезков конического отверстия. Нужное положение крайних точек отрезков конического отверстия мы определим в дальнейшем.

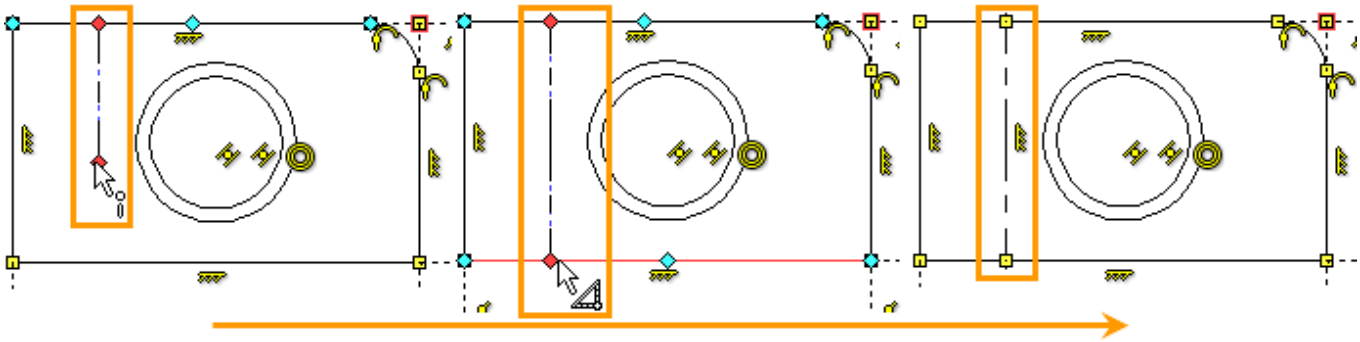


Количество и тип ограничений можно посмотреть в окне «Элементы модели». При выделении ограничений в окне «Элементы модели» – на чертеже они будут подсвечены.
Поставим на главном виде оси. Принцип построения осей в целом аналогичен только что рассмотренному построению отрезков конического отверстия на виде слева. Для вертикальной оси нужно чтобы крайние точки отрезка лежали на горизонтальных отрезках контура плиты, для горизонтальной – на вертикальных. Вертикальная ось должна быть вертикальной, горизонтальная – горизонтальной. Как мы уже видели, ограничение **Совпадение** создаётся автоматически при срабатывании привязки **Точка на линии изображения**. Если при построении отрезка сработает привязка **Горизонталь/вертикаль**, то ограничения **Вертикальность** и **Горизонтальность** – будут созданы автоматически. Включим нужную привязку на панели фильтров после вызова команды **Эскиз**.

Горизонталь/вертикаль

Прежде чем создавать отрезки осей – изменим тип линии и тип окончания линии изображения в параметрах линии изображения <P> или в окне параметров.
Начнём построение с вертикальной оси. Наводим курсор на верхний горизонтальный отрезок и нажатием , определяем первую точку, затем ведём курсор вниз таким образом, чтобы «резиновая нить» была вертикальна и сработала привязка , доводим курсор до нижнего горизонтального отрезка и нажатием определяем вторую точку. Как и в предыдущем случае за счёт срабатывания привязки было создано 2 ограничения **Совпадение**, а за счёт срабатывания привязки – было создано ограничение **Вертикальность**. Положение оси по горизонтали – не принципиально, для точного позиционирования линии оси по центру главного вида можно

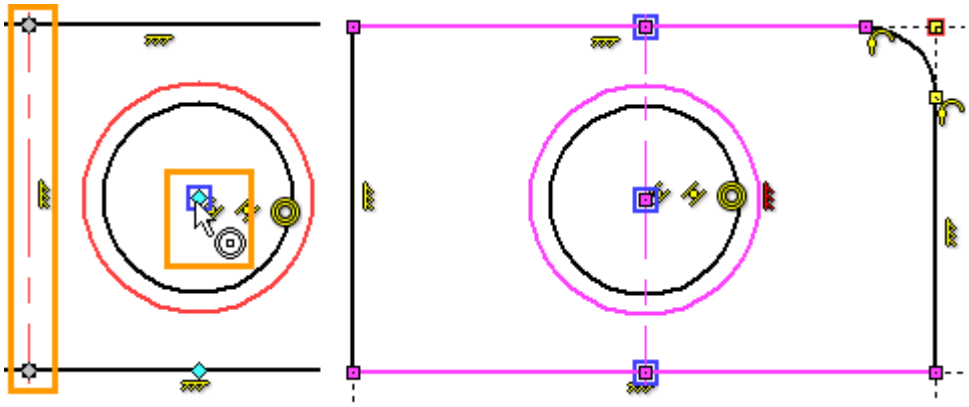
воспользоваться ограничением **Середина** или ограничением **Совпадение** (между линией оси и центром окружности).



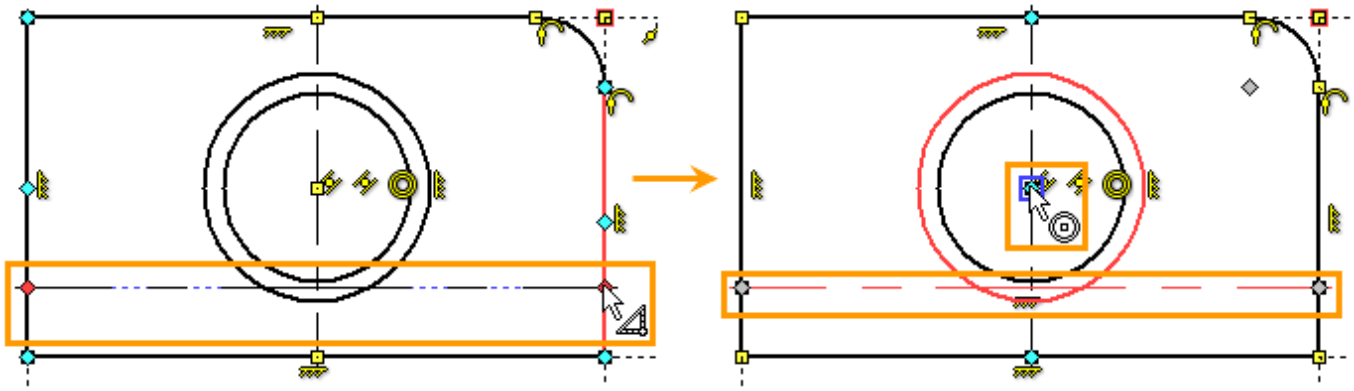
Если построение осуществлялось в режиме **Непрерывный ввод линий**, то нажмите , для отмены построения следующего отрезка из последней точки.
Теперь поставим линию оси по центру вида. Сделаем это при помощи ограничения «Совпадение». Выбираем ограничение **Совпадение**.

Пиктограмма/Клавиатура	Лента
<C>	Ограничения > Совпадение

Данное ограничение можно создать между двумя точками либо между точкой и линией. Создадим ограничение между линией оси и точкой центра окружности на главном виде. Для этого, после выбора ограничения указываем линию оси , а затем точку центра . Завершаем создание ограничения: или **<Ctrl+Enter>**. Точка центра окружности будет определяться за счёт привязки . Данная привязка уже была включена ранее на панели фильтров при вызове команды **Ограничение**.
В результате линию оси определяют 3 ограничения **Совпадения** (одно из них создано вручную для совпадения с точкой центра окружности) и 1 ограничение **Вертикальность**.



По аналогии создадим горизонтальную ось.



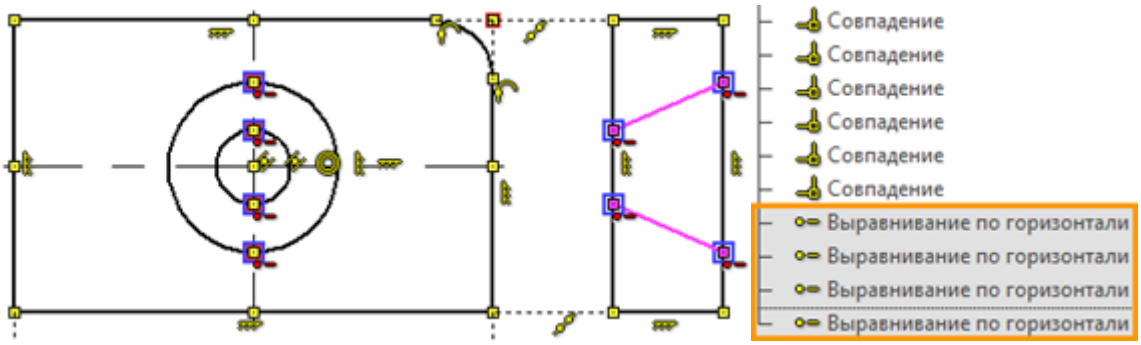
Все взаимосвязи между линиями изображения на главном виде определены.
Теперь определим положение линий конического отверстия на виде слева. Необходимо, чтобы каждая крайняя точка отрезков, изображающих коническое отверстие на виде слева, была на одной горизонтальной прямой с соответствующей точкой пересечения окружностей с вертикальной осевой линией главного вида. Создадим точки в местах пересечения окружностей с вертикальной осью. Вызываем команду **Эскиз** и выбираем опцию построения точки.

Клавиатура	Лента
<SK>><Shift+P>	Чертёж > Эскиз > Точка
Пиктограмма	Текстовое меню
	Чертёж > Эскиз > Точка

В местах пересечения вертикальной оси с окружностями при помощи ставим точку. Благодаря привязке и режиму автоматически создаётся по 2 ограничения **Совпадение** для построенных точек. Одно ограничение между точкой и окружностью, второе между точкой и осью.
Следующий шаг – задать, при помощи ограничений, взаимосвязь между каждой точкой пересечения окружностей с осевой линией и соответствующей крайней точкой отрезков, изображающих коническое отверстие. Точки попарно должны находиться на одной горизонтали.
Для этого можно воспользоваться ограничением «Выравнивание по горизонтали».

Пиктограмма/Клавиатура	Лента
<D>	Ограничения > Выравнивание по горизонтали

Выбрав рассматриваемое ограничение, указываем верхнюю точку пересечения бОльшей окружности с вертикальной осью, а на виде слева выбираем точку пресечения верхнего отрезка конического отверстия с правым вертикальным отрезком контура плиты. Завершаем создание ограничения: или **<Ctrl+Enter>**.
По аналогии создаём ограничения для всех оставшихся пар точек.



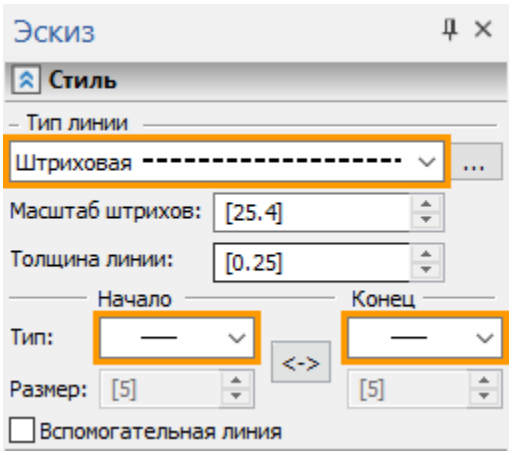
Стоит отметить, что при создании ограничений могут переместиться крайние точки отрезков, а может измениться радиус окружностей. Это вызвано самим принципом вариационной параметризации: все объекты ограничений равноправно зависят друг от друга. Если нет дополнительных ограничений и оба объекта имеют степени свободы, то переместиться может любой из них.

Наличие у линий эскиза степеней свободы можно посмотреть в окне параметров при вызове команды **Ограничение**. Число степеней свободы указывается для всего чертежа. Если поставить флаг **Показывать недоопределённые линии**, то линии со степенями свободы будут подсвечиваться выбранным цветом. Учитывается также степень свободы относительно начала координат чертежа.

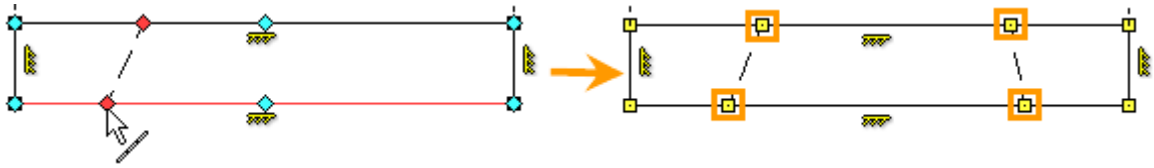
Следующий шаг построить пунктирные линии изображающие коническое отверстие на виде сверху. Принцип построения будет аналогичен принципу построения для линий на виде слева.

- Построим два произвольно расположенных отрезка крайние точки которых лежат на горизонтальных отрезках контура плиты. За счёт привязки и режима будет создано 4 ограничения **Совпадение** между точками и горизонтальными отрезками контура плиты.
- Создадим точки на пересечениях окружностей с горизонтальной осью главного вида. За счёт привязки и режима будет создано 8 ограничений **Совпадение.** По 2 ограничения для каждой точки: между точкой и горизонтальной осью, и между точкой и окружностью.
- При помощи ограничения «Выравнивание по вертикали» зададим взаимосвязь точек на главном виде и на виде сверху.

Построим отрезки, изображающие коническое отверстие на виде сверху. Вызвав команду **Эскиз** устанавливаем в параметрах линии изображения **<P>**, или в окне параметров, тип линии – штриховая, тип окончания линии – обычный. Выбрав опцию **<S> Отрезок** наводим курсор на верхнюю линию контура плиты и нажатием определяем первую точку отрезка. Далее наводим на нижнюю линию, нажимаем – определяем вторую точку. По аналогии строим второй отрезок. Если включен режим непрерывного ввода, перед построением второго отрезка нужно нажать .



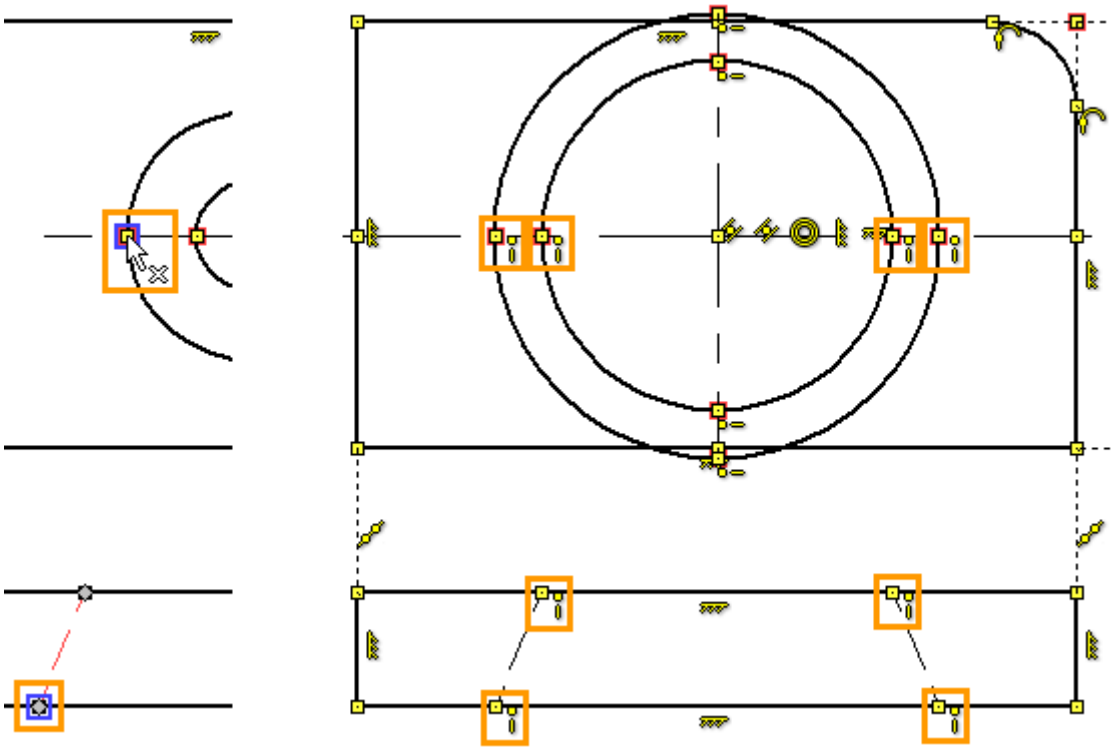
Благодаря привязке и режиму автоматически создаётся 4 ограничения **Совпадение** – на каждую точку двух отрезков.



Далее построим точки на пересечении горизонтальной оси и окружностей **<Shift+P> Точка**.
Установим, при помощи ограничения **Выравнивание по вертикали,** взаимосвязь между точками на пересечении окружностей с горизонтальной осью и крайними точками отрезков изображающих коническое отверстие на виде сверху.

Пиктограмма/Клавиатура	Лента
<G>	Ограничения > Выравнивание по вертикали

Принцип работы с ограничением полностью аналогичен примеру, рассмотренному выше для ограничения **Выравнивание по горизонтали**.

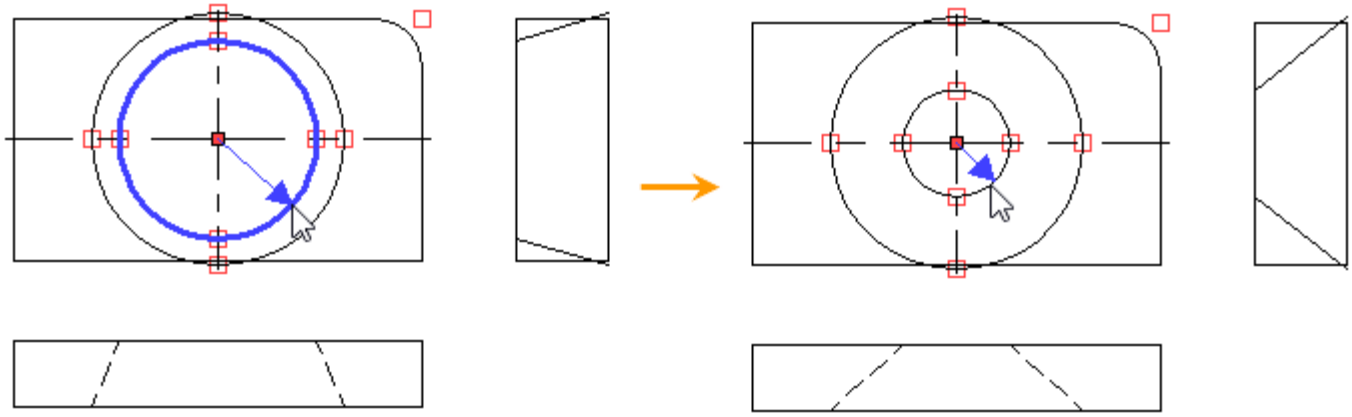


При создании ограничений окружности изменили радиусы, а отрезки остались на месте. Такое положение, конечно, противоречит логике чертежа, но не противоречит той математической модели, которую мы создали. Сейчас модель чертежа устанавливает только взаимосвязь между линиями, но не устанавливает конкретные значения или предельные значения. Для конкретизации размеров чертежа есть специальные ограничения (**Фиксированная длина**, **Фиксированный угол**, **Фиксация**) и управляющие размеры. Управляющие размеры рассмотрим ниже.

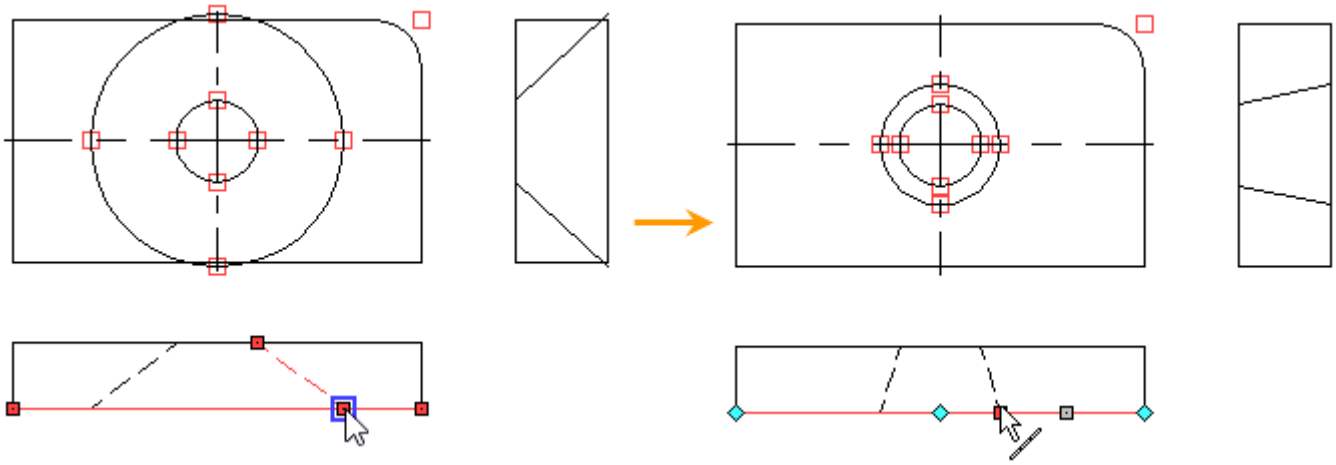
> При работе с ограничениями возможна ситуация, когда созданные взаимосвязи делают построение нелогичным. Это не является ошибкой последовательности создания ограничений – ограничения полностью вариативны и не создают какой-либо иерархической последовательности взаимосвязей. Даже если в какой-то момент чертёж принял нелогичный вид, нужно продолжить конкретизировать ограничения – постепенно чертёж примет требуемый вид. Если после создания ограничений чертёж принимает неудобный для дальнейшего редактирования вид – нужно фиксировать те элементы, для которых перемещение в процессе создания ограничений нежелательно. Для этого существуют ограничения фиксирующие линии и точки. В дальнейшем лишние ограничения можно удалить.

В данном примере можно вернуть чертежу логичный вид отредактировав размер окружностей. Чтобы ограничения не мешали привязаться курсору к элементам чертежа – ограничения можно скрыть. На панели «Вид» нужно нажать пиктограмму .

Наводим курсор на меньшую окружность, при помощи выделяем её, повторным нажатием – переходим в её редактирование. Нужный радиус окружности устанавливаем нажатием .



Вторую окружность отредактируем за счёт изменения положения точки на виде сверху. Наводим курсор на точку, при помощи выделяем её, повторным нажатием – переходим в её редактирование. Нужное положение точки устанавливаем нажатием. Обратите внимание, что линия на которой находится точка также перемещается. Это связано с тем, что как линия определяет точку, так и точка линию. Их совпадение взаимосвязано.

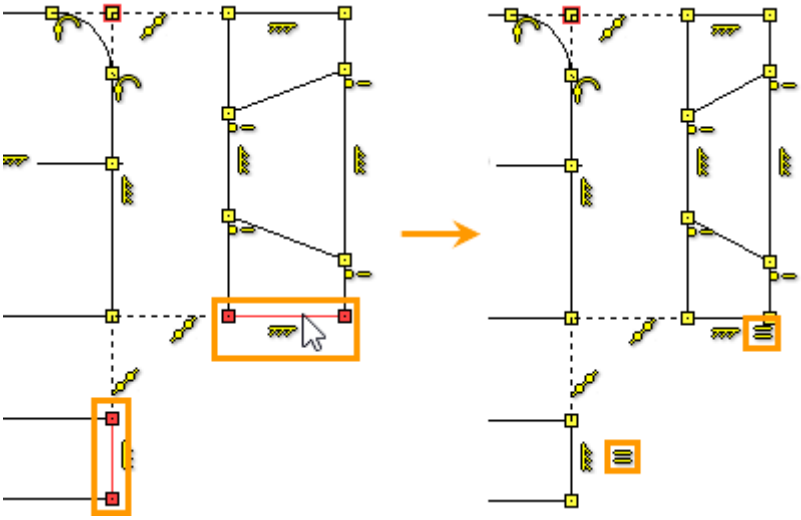


Включим обратно отображение пиктограмм ограничений на чертеже. Для этого нужно нажать пиктограмму на панели «Вид».

Толщина плиты показана на двух видах: на виде сверху и виде слева. Пока связи между данными размерами нет. Чтобы толщина плиты была одинаковой на двух видах создадим ограничение «Равная длина».

Пиктограмма/Клавиатура	Лента
<E>	Ограничения > Равная длина

Выбираем первый отрезок нажатием, затем второй. Завершаем создание ограничения: или <**Ctrl**+**Enter**>.



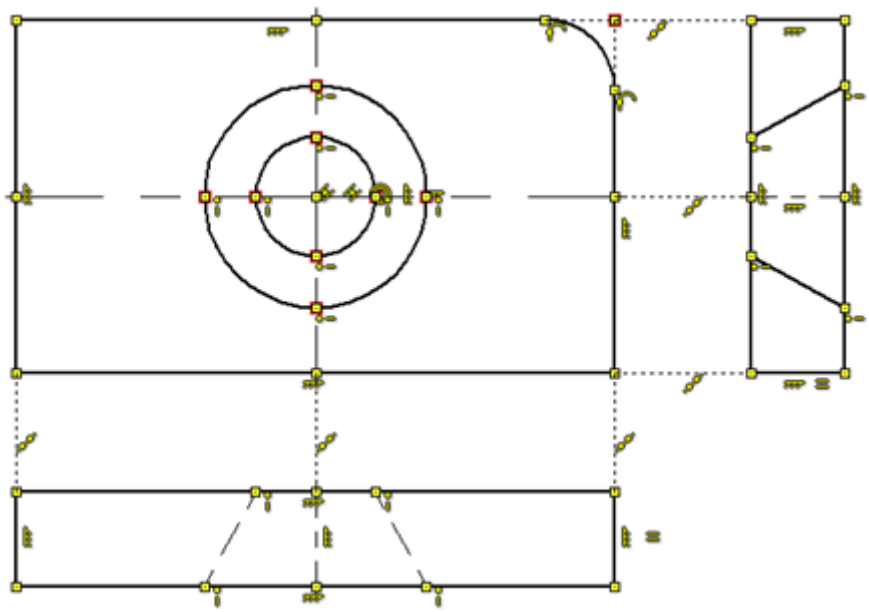
Построим оси на виде слева и виде сверху. Вызываем команду <**SK**> **Эскиз** и опцию построения отрезка <**S**>. Меняем тип линии как уже делали раньше.

Принцип создания осей на виде слева и сверху полностью аналогичен принципу создания осей на главном виде.

Наводим курсор на линию контура, срабатывает привязка , нажатием задаём первую точку. Затем на другой линии контура – вторую точку , причём так, чтобы сработала привязка **Горизонталь/вертикаль**. Благодаря режиму будут созданы ограничения **Совпадение**, и ограничения **Горизонтальность** или **Вертикальность** (в зависимости от вида).

В результате будут созданы осевые линии, которые нужно будет только правильно спозиционировать. Сделать это можно разными ограничениями. Наиболее простой способ использовать ограничение **Коллинеарность,** создав его между осевыми линиями на главном виде и на видах слева и сверху. Выбираем ограничение **Коллинеарность** , при помощи указываем ось на главном виде, потом на виде слева . Завершаем создание ограничения: или <**Ctrl**+**Enter**>. Затем аналогично для вида сверху.

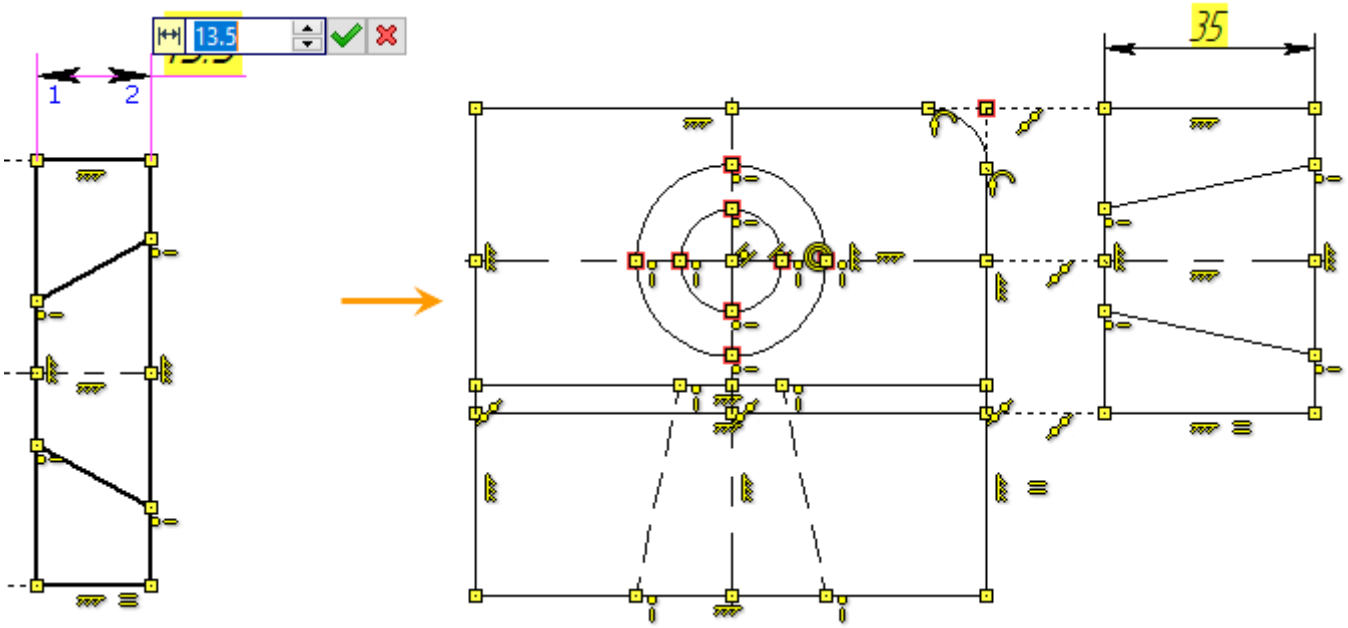
На этом создание ограничений закончено. Все взаимосвязи между линиями определены.



Данный чертёж полностью параметрический, причём все взаимосвязи равноправные: менять можно любую линию чертежа.
Чертёж можно полностью определить, поставив на нём управляющие размеры.

Пиктограмма/Клавиатура	Лента
<D>	Ограничения > Управляющие размеры; Оформление > Размер

Для создания управляющих размеров нужно сделать в ленте активной пиктограмму . Пиктограмма находится в группе «Ограничения». Теперь все размеры которые мы создадим на чертеже – будут управляющими. Для создания размеров нужно использовать стандартную команду оформления **<D>** «Размер».
Если размер поставлен в режиме **Управляющие размеры**, то автоматически, при его создании, будет предложено ввести значение размера.

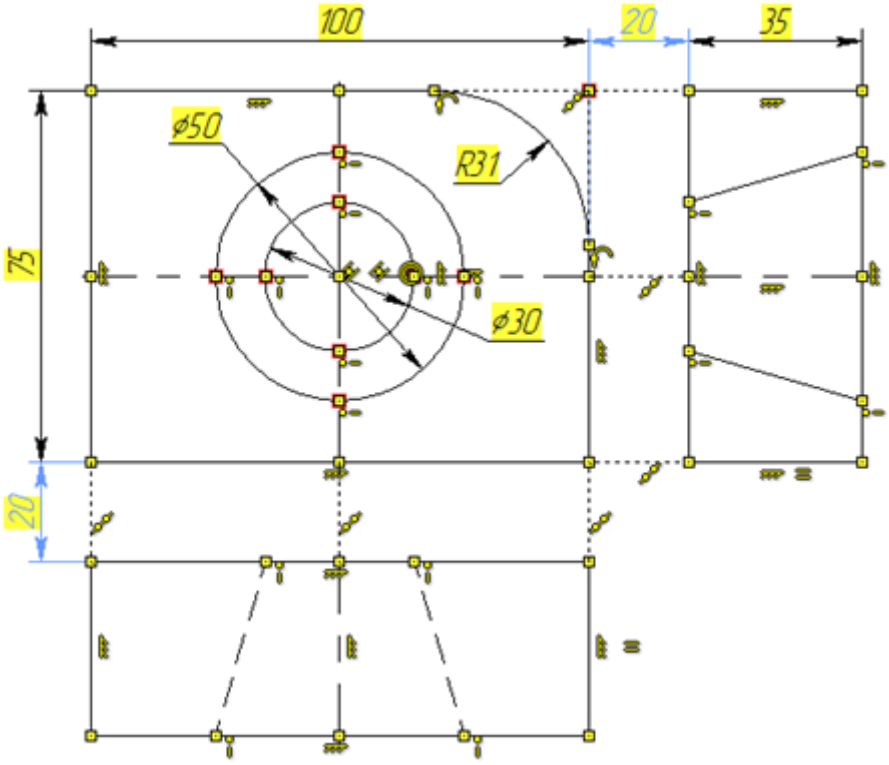


Что размер управляющий легко понять по его фону, т.к. в отличие от обычных размеров, значения управляющих размеров выделены фоном. Цвет фона показывает различные состояния размера и геометрии в целом.

- Жёлтый фон – чертёж не определён и имеет степени свободы
- Зелёный фон – чертёж определён, нет степеней свободы. Когда работа над чертежом окончена, рекомендуется, чтобы система была определена.
- Красный фон – чертёж переопределён, т.е. есть размеры или ограничения дублирующие друг друга или противоречащие друг другу. Либо есть ошибка в задании значения управляющего размера, когда введённое значение не может быть обеспечено в силу других ограничений.

Регулировать расстояние между видами также можно управляющими размерами.

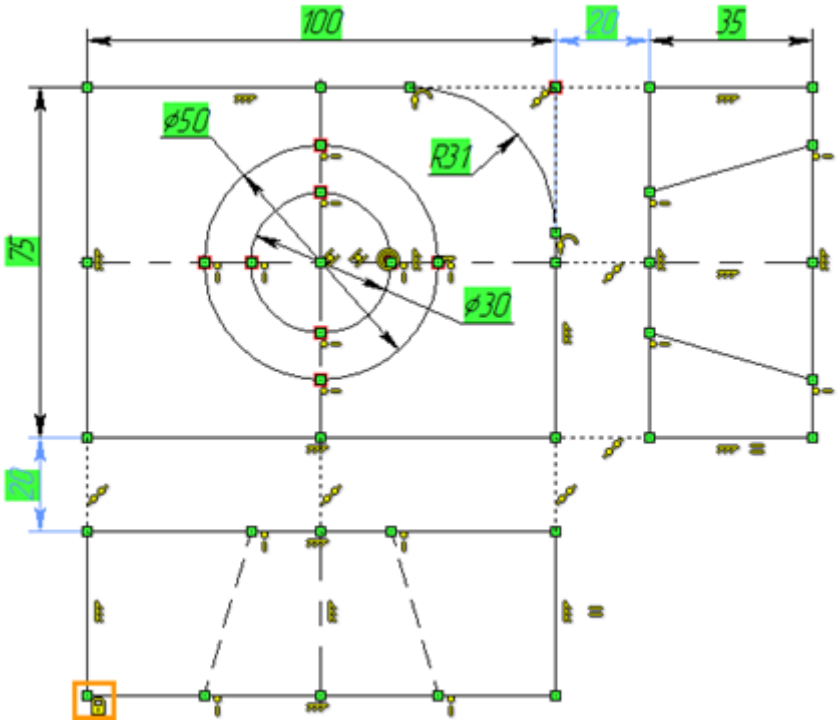
Чтобы размер не выводился на печать нужно установить его как **Вспомогательный**. Данная опция доступна в контекстном меню. Нажмите на размер, в контекстном меню выберете опцию **Вспомогательный** при помощи . Размер изменит цвет на синий.



Теперь линии чертежа нельзя изменить простым редактированием эскиза: все характерные точки так или иначе зависят от управляющих размеров. Но при этом цвет фона под размерами жёлтый. Это означает наличе степеней свободы. Связано это с тем, что чертёж не определён относительно начала координат. Определить положение линий изображения можно созданием размеров от начала координат, а можно зафиксировать любую точку чертежа. Для этого воспользуемся ограничением Фиксация.

Пиктограмма/Клавиатура	Лента
<F>	Ограничения > Фиксация

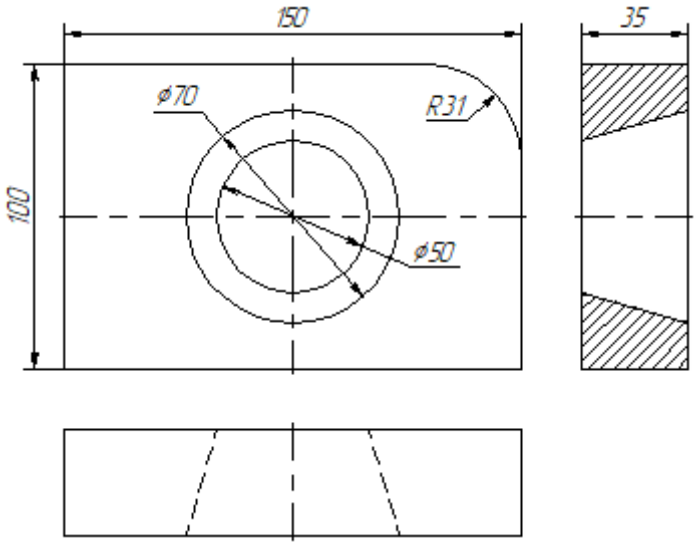
Выбираем, при помощи любую точку чертежа и завершаем ввод объектов ограничения: или **<Ctrl+Enter>**.



Фон размеров стал зелёным. Это означает что у чертежа нет степеней свободы и он полностью определён. Убедиться в этом можно в окне параметров команды **Ограничение**.

Если размеры чертежа нужно изменить, то достаточно нажать в область, где отображается значение размера, и ввести новое значение.

Нанесём штриховку (<**H**> Штриховка) и изменим значения размеров таким образом, чтобы чертёж полностью повторял значения размеров чертежа, показанного в начале примера. Чтобы скрыть все вспомогательные элементы – нужно на панели «Вид» нажать пиктограмму , чтобы скрыть ограничения – пиктограмму .



Стоит отметить, что предложенная последовательность действий не является единственно верной или наиболее рациональной. Это в первую очередь пример, который направлен на то, чтобы кратко показать различные ограничения и способы их применения. При вариационной параметризации существует очень много (если не бесконечно много) вариантов построения эскиза. Пользователь сам может определять какие ограничения и размеры нужно создавать автоматически, для этого в ленте в

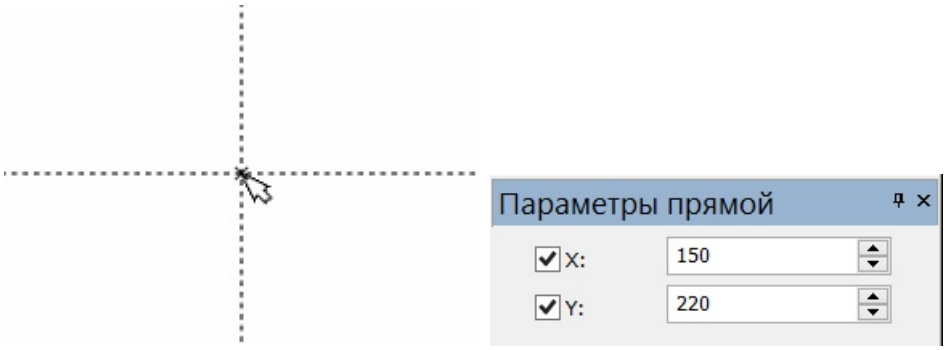
группе «**Ограничения**» нужно нажать пикторграмму , пробовать различные комбинации ограничений для создания оптимальных взаимосвязей. Критерий оптимальности решения простой: чем меньше нужно ограничений и размеров для того, чтобы полностью определить чертёж – тем лучше.

Создание параметрического чертежа по линиям построения

Вызовите команду «Создать новый чертеж».
В результате выполнения команды откроется новое окно и создастся новый чертеж без имени. Для задания имени для нового чертежа необходимо вызвать команду «Сохранить». На экране появится окно, в котором вы можете задать имя нового чертежа.
Начнем построения с помощью команды «Прямая». Вызовите команду:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Построения > Прямая
Клавиатура	Текстовое меню
<L>	Построения > Прямая

Выберите пиктограмму в верхней части автоменю. При движении курсора по полю чертежа за ним начнёт перемещаться динамическое изображение в виде двух перекрещивающихся линий. Текущие координаты точки пересечения отслеживаются в статусной строке. Указать положение точки пересечения линий можно несколькими способами. Самый простой - приблизительно, просто подведя курсор к центру чертежа и нажав . Для того, чтобы указать положение точки пересечения более точно, можно задать её точные координаты в окне параметров. Для задания координат можно воспользоваться и диалогом параметров, вызываемом с помощью клавиши **<P>** или пиктограммы в автоменю.



В результате будут созданы пересекающиеся прямые построения и узел в месте их пересечения. Для создаваемого вида они играют роль базовых. В параметрах линий записаны абсолютные координаты. Перемещая базовые линии, можно будет располагать вид на чертеже там, где это необходимо.

> Не используйте более двух базовых линий для свободного вида и не более одной для вида создаваемого по проекционным связям. Это обеспечит вам свободное перемещение изображений.

В T-FLEX CAD команда остается активной до тех пор, пока не будет отменена или не будет вызвана другая команда. Отмена режима команды (одно нажатие) уберет изображение перекрестья, но

команда останется активной. После отмены режима построения двух пересекающихся прямых необходимо подвести курсор к созданной вертикальной линии. Линия высветится и около курсора появится подсказка в виде названия выбираемого элемента. Это означает, что работает объектная привязка. В этом случае отпадает необходимость пользоваться клавиатурой и некоторыми пиктограммами автоменю.

При запуске программы, режим объектной привязки установлен по умолчанию.

Нажмите , на экране появится динамически перемещаемая линия, параллельная выбранной. Это означает, что мы собираемся построить параллельную линию относительно вертикальной линии. Это очень важный аспект системы T-FLEX CAD - задание отношений между элементами построений.

Расположите новую линию слева от помеченной вертикальной линии при помощи . Точное значение смещения можно указать в окне параметров или диалоге параметров. Созданная линия будет левой гранью детали.

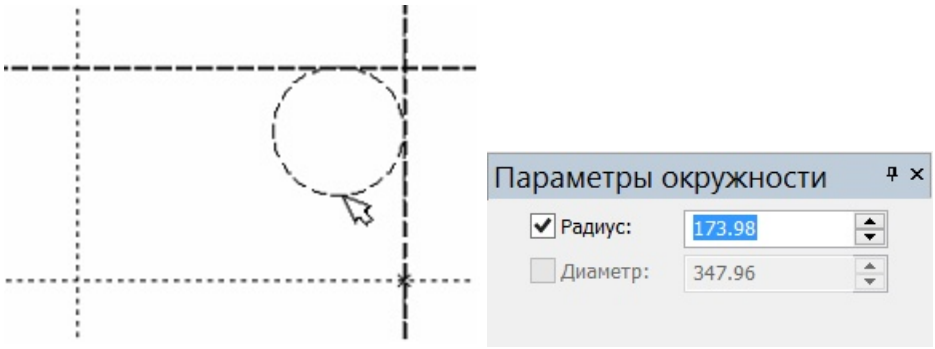
Одно нажатие отменит режим построения параллельных линий, но по-прежнему будет активна команда построения прямых. Если это не так, то вызовите её повторно. Затем подведите курсор к горизонтальной прямой и нажмите . Выберется прямая, относительно которой будет строится параллельная. Переместите курсор вверх, задайте при желании точное значение смещения в окне параметров и нажмите для фиксации верхней грани детали.

Следующий шаг - скруглить угол плиты. Для этой цели воспользуемся командой «Окружность». Вызовите команду:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Построения > Окружность Рабочая плоскость > Построения > Окружность
Клавиатура	Текстовое меню
<C>	Файл > Построения > Окружность

Для изображения скругления верхнего правого угла плиты построим окружность, касательную к верхней и правой прямым. Переместите курсор к верхней прямой и нажмите или <L>. При этом появится окружность, радиус которой будет динамически изменяться вместе с изменением положения курсора, но при этом она будет касательной к выбранной прямой. Это означает, что будет построена окружность, касательная к верхней прямой. Как бы мы в дальнейшем не изменяли положение верхней прямой, окружность будет сохранять касание. Затем переместите курсор к правой прямой и снова нажмите или <L>. Сейчас окружность «привязана» к двум линиям

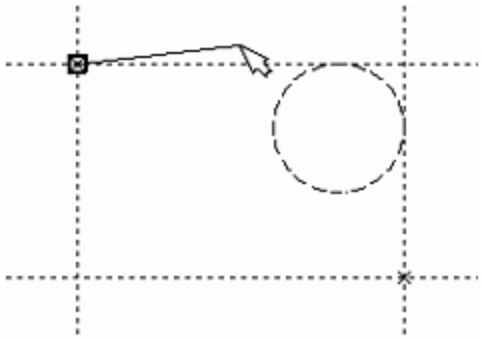
построения и сохраняет касание при перемещениях курсора. Нажатие зафиксирует текущий радиус окружности. Точное значение радиуса можно задать в окне параметров.



Теперь можно обвести построенную часть чертежа. Для этого создадим линии изображения в команде «Изображение». Вызовите команду:

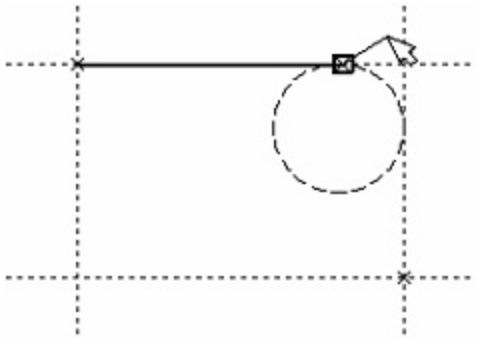
Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Чертёж > Изображение Рабочая плоскость > Чертёж > Изображение
Клавиатура	Текстовое меню
<G>	Чертёж > Изображение

Заметьте, что если для вызова команды используются пиктограммы инструментальных панелей или текстовым меню, то при этом автоматически прекращается работа предыдущей команды, то есть сокращается одно лишнее действие. Начните обводку с верхнего левого угла плиты. Линии изображения автоматически привязываются к ближайшему пересечению линий построения. Поэтому достаточно переместить курсор к пересечению и нажать . Курсор при нанесении линии изображения работает по принципу «резиновой нити». Требуется лишь с помощью курсора выбирать узлы или пересечения линий построения.

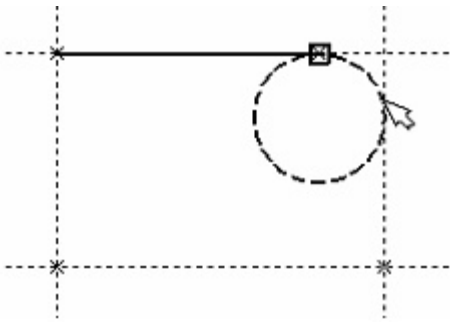


Если в одной точке пересекается более двух линий построения, то не рекомендуется использовать для выбора узла клавишу <Enter> или . В этом случае лучше сначала создавать узлы в точках пересечения линий построения, а затем наносить изображение, используя клавишу <N>. При использовании клавиши <Enter> в режиме «свободного рисования» будет создаваться «свободный» узел (не связанный с линиями построения). Учтите вышесказанное для избежания ошибок при параметрическом изменении чертежа.

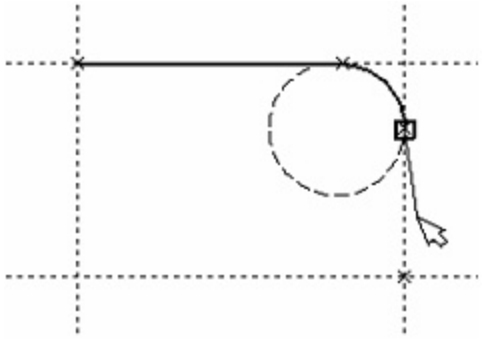
Переместите курсор к точке касания верхней линии и окружности и нажмите . Это должно выглядеть, как показано на рисунке справа. Отметим, что система T-FLEX автоматически ставит узлы в конечные точки линий изображения, если они еще не были там созданы.



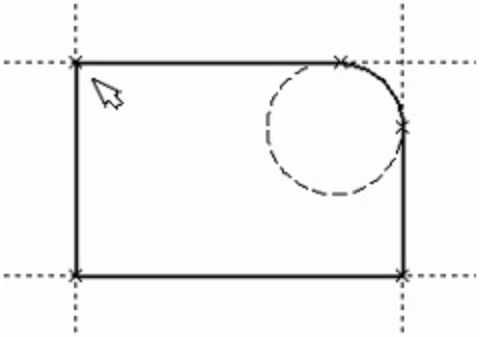
Теперь мы хотим направить линию изображения вдоль окружности для построения дуги между двумя точками касания. Для этого переместите курсор к окружности и нажмите <C>. При этом выделится окружность. Направление дуги будет зависеть от положения курсора при указании окружности. Изменить направление дуги можно с помощью клавиши <Tab>. Поставьте курсор чуть выше и левее второй точки касания, как показано на рисунке.



Затем нажмите , и линия изображения будет построена в направлении часовой стрелки до второй точки касания. Результат должен выглядеть, как показано на рисунке.



Продолжаем создание изображения. Укажите на правый нижний угол плиты, затем на левый нижний, и завершите построения в левом верхнем углу, с которого была начата обводка. Для завершения команды нажмите . Чертёж должен выглядеть, как показано на рисунке.



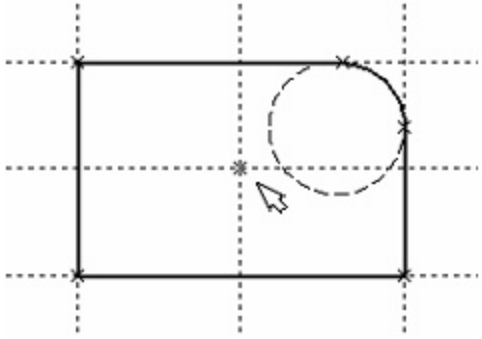
Переместите курсор к неверно созданной линии и нажмите . При этом линия изображения выделится, и её можно удалить клавишей <**Delete**> или пиктограммой в автоменю. Повторите эти действия для каждой неверно созданной линии. Если неверно построена целая область, то можно воспользоваться выбором линий изображения с помощью окна. Для этого необходимо нажать в одном из углов предполагаемого окна и, не отпуская её, переместить в другой угол. Затем отпустить кнопку мыши. При перемещении курсора вслед за ним должен тянуться динамический прямоугольник. В результате будут помечены все элементы, полностью попавшие в область прямоугольника. Их можно будет удалить все одновременно.

Для повторного ввода линий изображения вызовите команду **Изображение**. Для перерисовки экрана используйте клавишу <**F7**> в любой момент, если не все линии полностью высвечиваются после проведенных изменений.

Перейдем к следующему элементу чертежа - коническому отверстию в центре плиты.

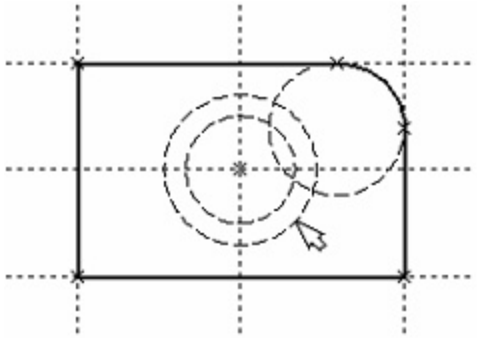
Сначала необходимо определить центр будущей окружности. Если в команде **Прямая** включить опцию (<**U**>), а затем указать по очереди две прямые (опция <**L**>), то в результате будет создана новая прямая, которая является осью симметрии двух выбранных. Когда указанные прямые пересекаются, новая прямая будет биссектрисой угла, образуемого выбранными прямыми. Если же исходные прямые параллельны, создаётся параллельная им прямая, располагающаяся посередине. Воспользуемся этой возможностью для определения центра плиты.

Вызовите команду построения прямых, выберите пиктограмму в автоменю. Подведите курсор к правой границе плиты и укажите с помощью её вертикальную прямую. За курсором начнёт перемещаться динамическое изображение параллельной прямой. Не фиксируя её, подведите курсор к левому краю плиты и укажите с помощью соответствующую ему вертикальную прямую. На чертеже появится новая вертикальная прямая, являющаяся осью симметрии выбранных, т.е. параллельная им и лежащая точно посередине. Аналогично постройте прямую, являющуюся осью симметрии для горизонтальных прямых верхнего и нижнего края плиты. Точка пересечения полученных прямых будет являться центром будущего отверстия. Затем вызовите команду построения окружности, подведите курсор к пересечению построенных центральных прямых и нажмите . Появится окружность, радиус которой будет изменяться в зависимости от положения курсора.



Центром окружности будет узел, автоматически созданный на пересечении прямых. Зафиксируйте окружность с помощью . Как и при построении прямых, её радиус (диаметр) можно задать приблизительно положением курсора в момент нажатия клавиши мыши или точно в окне параметров. Заметьте, что после нажатия на команда **Окружность** осталась активной.

Вторую окружность конического отверстия можно построить как концентрическую к первой. Для этого нажмите на пиктограмму в автоменю или на клавишу <**O**>. Затем укажите с помощью на уже построенную окружность. За курсором начнёт перемещаться динамическое изображение создаваемой окружности. Переместите курсор так, чтобы она была немного больше первой и зафиксируйте её с помощью . Точное значение смещения второй окружности можно задать в окне параметров.



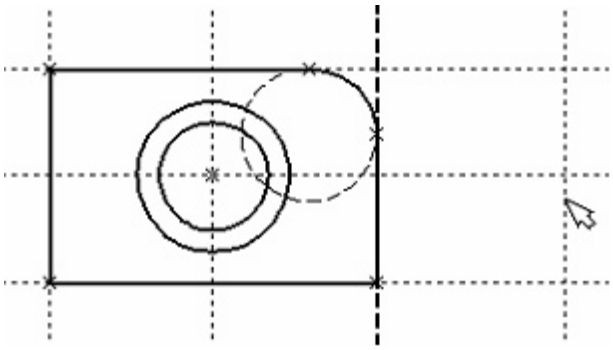
Перейдите в команду **Изображение**, подведите курсор к большей из построенных окружностей, и нажмите или <**C**>. Окружность будет обведена сплошной основной линией. Затем подведите курсор к меньшей окружности и вновь нажмите или <**C**>. Обе окружности обведены. Теперь можно приступить к созданию второго и третьего видов плиты.

> Построение второго и третьего вида не является необходимым для построения параметрического чертежа в системе T-FLEX CAD. В приводимом примере построение вида сверху и сбоку позволяет продемонстрировать дополнительные преимущества параметрического проектирования в системе T-FLEX CAD.

Поскольку прямые имеют бесконечную длину, можно видеть, что другие виды уже частично созданы (боковой вид, вид сверху). Для завершения построения чертежа нам потребуются дополнительные зависимости между линиями построения. Последовательность выполнения этапов построения следующая:

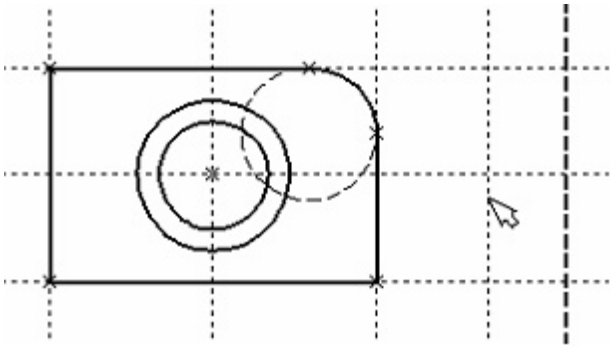
Войдите в команду построения прямых и переместите курсор к линии построения, соответствующей правой границе плиты. Нажмите . При этом выделится вертикальная линия построения, и новая параллельная вертикальная линия будет перемещаться за курсором. Это будет правая граница вида

слева. Зафиксируйте её в нужном месте нажатием . Как и прежде, точное значение смещения относительно выбранной прямой можно задать в окне параметров.



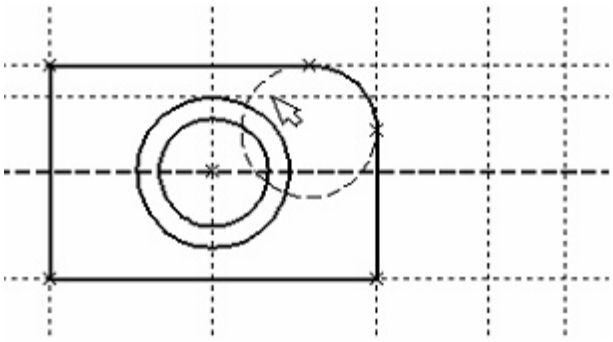
Новая линия построена относительно правой границы плиты, поэтому при перемещении правой границы она будет перемещаться на такое же расстояние. Для переноса новой линии на другое расстояние следует воспользоваться командой редактирования линий построения. Но тогда уже вновь зафиксированное расстояние между видами будет сохраняться при изменении правой границы основного вида плиты. Отношения между элементами построения сохраняются до тех пор, пока не будут переопределены в команде редактирования линий построения.

Следующим шагом будет построение прямой левого края детали на виде слева. Прямая будет построена относительно правой границы вида спереди. Обратите внимание, что после создания первой прямой вида слева сохраняется привязка к правому краю плиты на виде спереди (соответствующая линия построения выделена). Нажмите один раз для возврата на шаг назад в команде. Переместите курсор к только что созданной прямой и выберите её с помощью . Зафиксируйте её нажатием , задав её положение приблизительно с помощью курсора или точно в окне параметров.

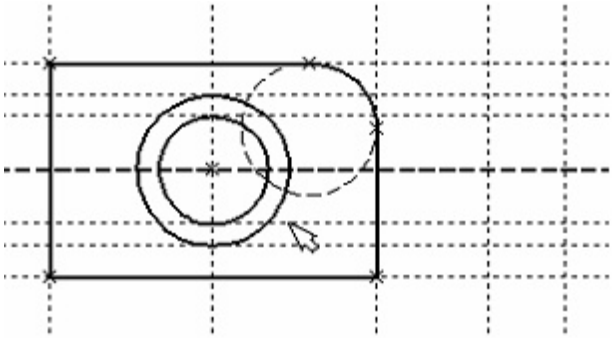


Рекомендуется использовать именно правый край детали как базовую линию, а остальные вертикальные линии построения строить относительно неё. При таком методе построения имеются некоторые преимущества, связанные с положительным знаком относительного расстояния между линиями.

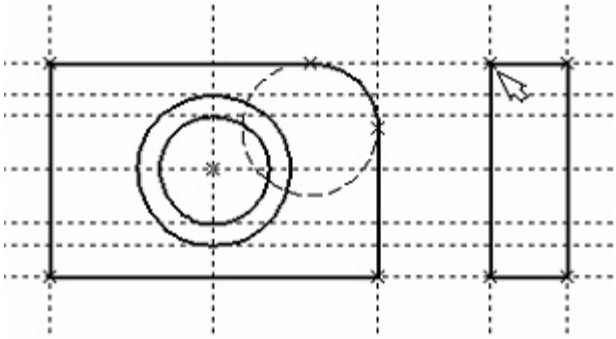
Теперь перейдем к созданию конического отверстия. Задача сводится к построению двух прямых, которые были бы параллельны горизонтальной прямой, проходящей через центр окружности. При этом они должны соответствовать размерам окружностей. Нажмите один раз для возврата на шаг назад в команде, поместите курсор рядом с горизонтальной прямой, проходящей через центр окружности и нажмите или <L>. Прямая выделится цветом.



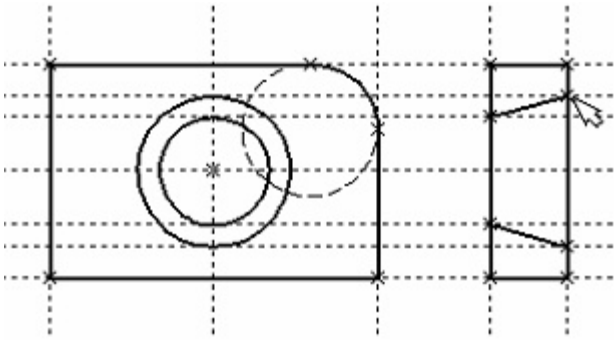
Отведите курсор вверх к точке касания первой окружности и нажмите **<C>**. Построится прямая, параллельная выбранной прямой и касательной к окружности. Проделайте описанную последовательность команд четыре раза - для верхних и нижних точек касания каждой окружности.



Теперь у нас есть нужные линии построения для обводки на боковом виде. Воспользуйтесь командой **Изображение** и обведите 4 угла на виде слева. Для этого лишь нужно подвести курсор к каждому из углов и нажать . Затем нажмите для отмены выбора узла.



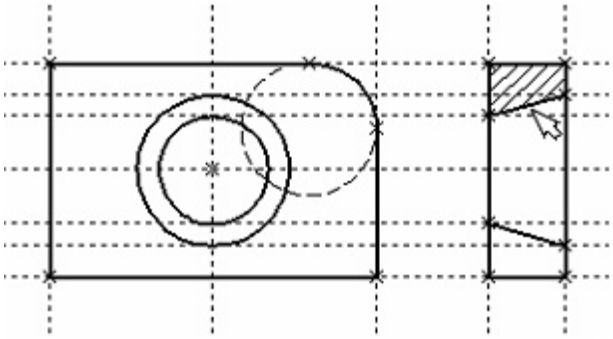
Далее нанесём две линии, изображающие коническое отверстие. Теперь вид практически закончен, за исключением штриховки.



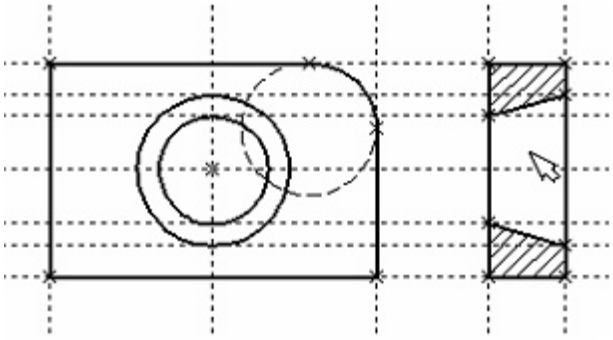
Создание штриховки осуществляется в команде «Штриховка». Если она не была установлена автоматически, включите опцию:

<A> Режим автоматического поиска контура

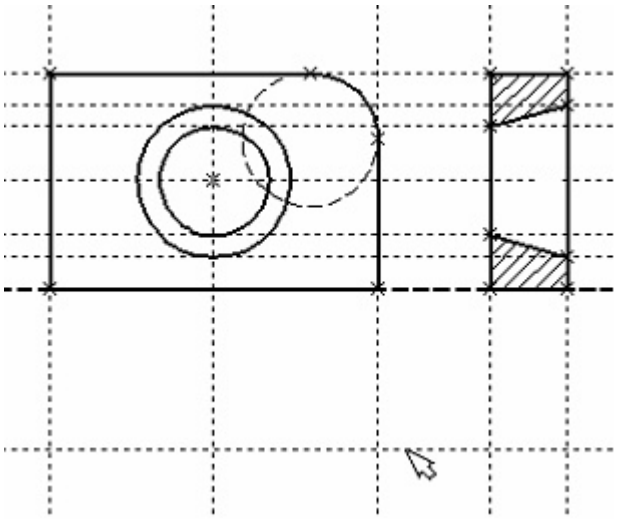
Затем переместите курсор к верхней половине вида слева и установите его в центре области, которую необходимо заштриховать. Нажмите , контур верхней половины плиты выделится цветом. Затем воспользуйтесь клавишей **<P>** для вызова диалога параметров штриховки. Это позволит выбрать тип и масштаб штриховки. После нажатия пиктограммы в автоменю выделенная область будет заштрихована.



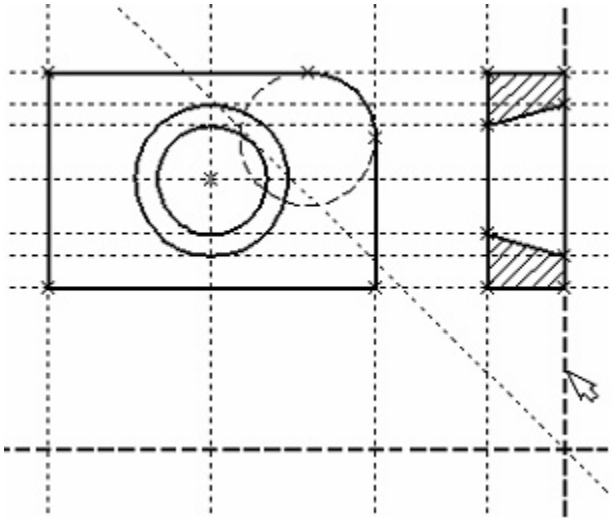
Проделайте те же действия для штриховки нижней части плиты. В принципе можно было создать не две отдельные штриховки, а одну, состоящую из двух контуров. Для этого нужно было задать второй контур сразу после выбора первого, а затем уже нажать **<End>** или пиктограмму в автоменю.



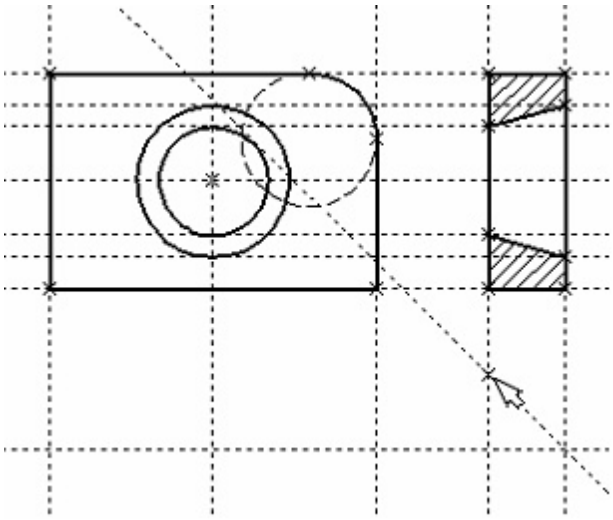
После создания штриховки можно переходить к виду сверху. Вызовите команду построения прямых **L: Построить прямую**. Выберите нижнюю прямую главного вида для привязки положения вида сверху к главному. Переместите вновь создаваемую прямую и зафиксируйте нажатием под главным видом. Это будет нижняя линия вида сверху.



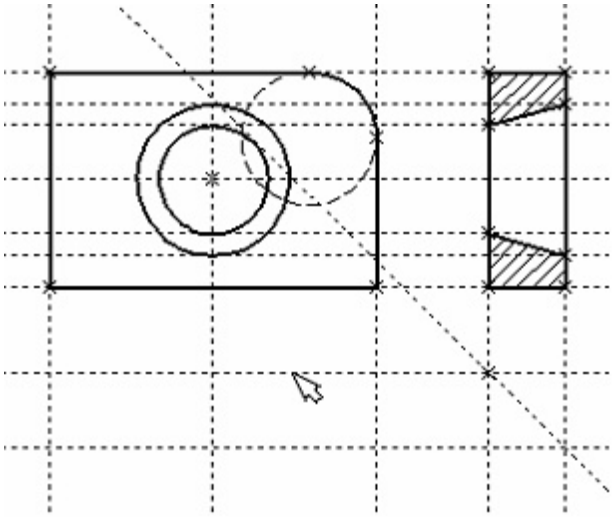
Для отмены режима построения параллельных линий нажмите . Поставим себе задачу создать вид сверху так, чтобы он был связан с другими видами, то есть модификации других видов приводили бы к изменениям на виде сверху. Простейший способ в проекционном черчении связать проекции - построить прямую под углом 45 градусов к граничным линиям вида слева и вида сверху. Остальные вспомогательные линии строятся относительно данной прямой. Для этого снова воспользуемся возможностью создания оси симметрии двух прямых. Поскольку проекционные прямые вида слева и вида сверху пересекаются под прямым углом, то их ось симметрии пройдёт под требуемым углом 45°. Вызовите опцию , укажите на крайнюю правую прямую вида слева и нажмите или **<L>**. Прямая выделится. Затем сделайте то же самое для нижней прямой вида сверху. Возникнет новая прямая, которая проходит через точку пересечения под углом 45°.



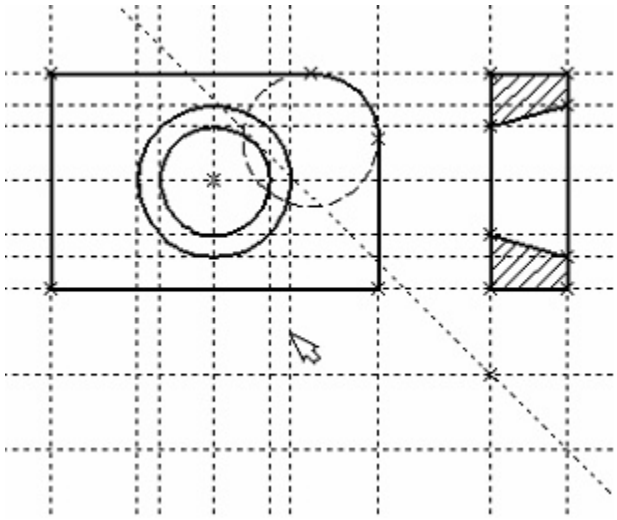
Пока мы находимся в команде построения прямых, можно расставить узлы в любых точках пересечения. Для нас важны те точки пересечения линий построения, которые формируют правую границу вида справа и линию под углом 45°, которую мы сейчас создали. Поставьте курсор в точке пересечения и нажмите клавишу **<Пробел>**.



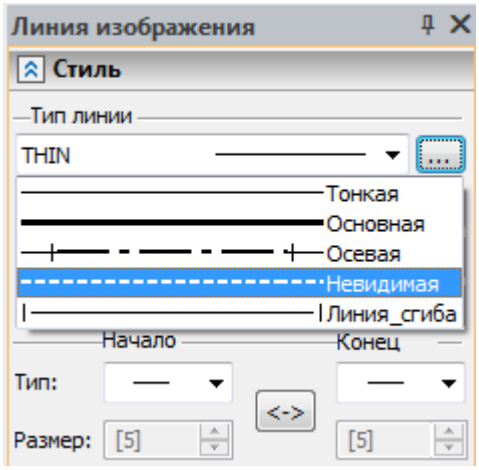
Для построения узлов можно также использовать команду «Узел»:
Вы по-прежнему должны находиться в команде **Прямая**. Поставьте курсор и выберите прямую нижней границы вида сверху. Это позволит нам построить прямую, параллельную нижней границе. Переместите курсор к только что построенному узлу и нажмите клавишу <N>. При этом создастся прямая, параллельная выбранной и проходящая через указанный узел. Теперь вид сверху и вид справа будут параметрически связаны. Для проверки этого войдите в команду редактирования линий построения «Изменить построения». Попробуйте поменять положение левой прямой бокового вида. Для этого выберите её, переместите и зафиксируйте в новом положении. Заметьте, что при этом изменяется положение соответствующей прямой на виде сверху.

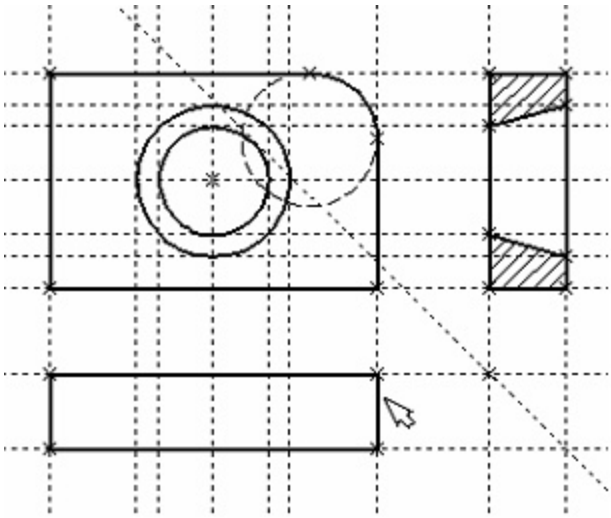


Создание линий построения для конического отверстия на виде сверху будет происходить так же, как при создании бокового вида. В команде построения прямых выберите вертикальную прямую, а затем постройте 4 прямые, параллельные выбранной и касательные окружностям.

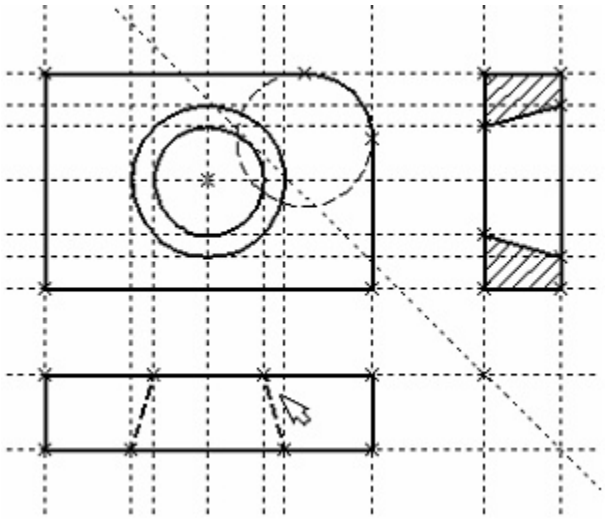


Теперь можно построить все линии изображения на виде сверху. С помощью команды **Изображение** обведите вид сверху по периметру. Следующий шаг - нанесение двух штриховых линий, соответствующих коническому отверстию. В окне параметров установите тип линии **Невидимая**.



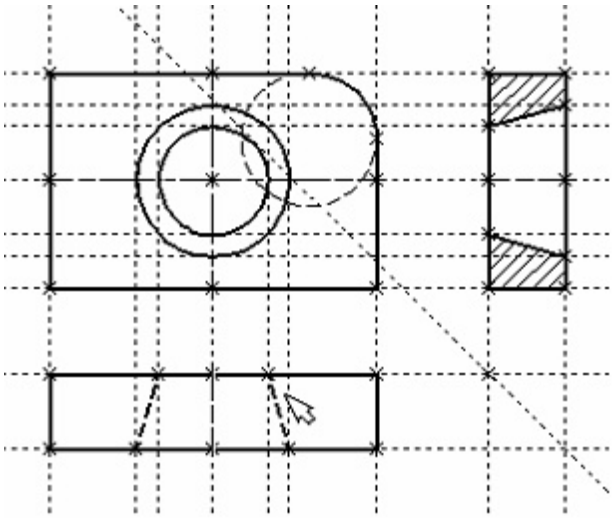


Затем создайте две штриховые линии конического отверстия.



Теперь создадим осевые линии. Вызовите команду «Оси».

Выберите с помощью сначала левую, затем правую границу вида спереди. Нажмите пиктограмму в автоменю. В результате на виде спереди будет создана вертикальная осевая линия. Аналогично создайте горизонтальную осевую линию, а также осевые линии на видах слева и сверху.

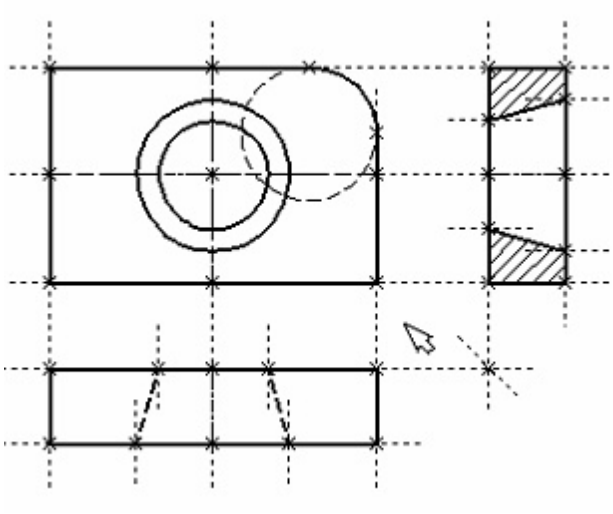


Как можно было заметить, до сих пор линии построения, которые мы использовали, были бесконечными. Для удобства работы их можно «обрезать» до крайних узлов.
Для этого в команде «Изменить построения» можно использовать опцию обрезки:

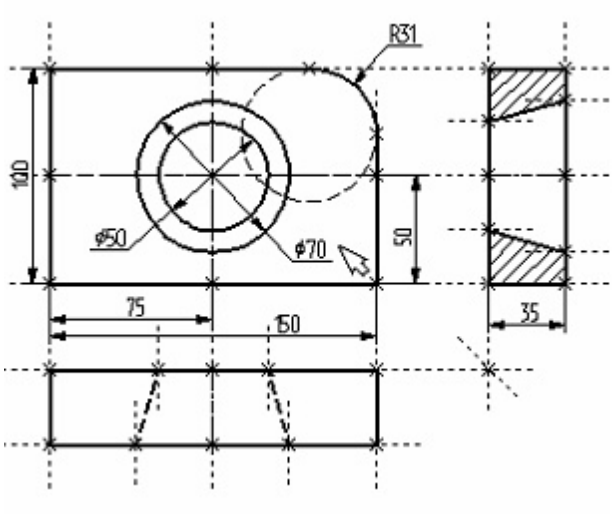
1. Войдите в команду **Изменить построения**.
2. Если вы выберите одну прямую и нажмете **<T>** или , то обрежется только эта выбранная прямая.
3. Если вы используете опцию , то обрежутся все прямые.
4. Если вы захотите вернуться обратно к бесконечной длине прямых, то вызовите команду «Параметры документа».

Выберите параметр **Вид > Линии построения > Длина** и задайте значение **По умолчанию бесконечные**. Либо можно в команде **Изменить построения** выбрать нужные линии, нажать клавишу **<P>** и установить соответствующее значение. На рисунке представлен чертёж с обрезанными линиями построения. Он менее насыщен, хотя все необходимые элементы построения

на нем присутствуют. Линии построения по умолчанию не выводятся на принтер или плоттер, независимо от их длины.



Далее проставим на чертеже необходимые размеры.
Сначала создадим линейные размеры. Вызовите команду «Размер»:
Можно выбрать любые две линии построения или изображения для простановки линейного или углового размера. Выберите две крайние прямые линии на главном виде с помощью . В результате вместе с курсором начнёт перемещаться появившийся размер. Если требуется изменить какие-либо параметры размера, нажмите **<P>** или опцию в автоменю. На экране появится диалог параметров размера. После задания параметров и закрытия диалога зафиксируйте положение размера нажатием . Если требуется изменить величину размерных чисел, это можно поменять его в команде «Параметры документа» на закладке **Шрифт**. На этой закладке устанавливаются параметры шрифта, для тех элементов модели, для которых они не заданы.
Диаметры и радиусы проставляются также просто. В команде **Размер** подведите курсор к нужной окружности и нажмите **<C>** или . Окружность выберется, и за курсором будет перемещаться изображение размера. Клавишами **<R>** и **<D>** или соответствующими пиктограммами / в автоменю можно переключаться из режима простановки радиуса в режим простановки диаметра и обратно. Клавишей **<M>** можно задать вид проставляемого размера. Клавиша **<Tab>** поможет установить выносную полку в нужном направлении. После указания курсором на нужное место нажмите . В результате на экране появится проставляемый размер. Проделайте эту операцию для всех размеров на окружностях.



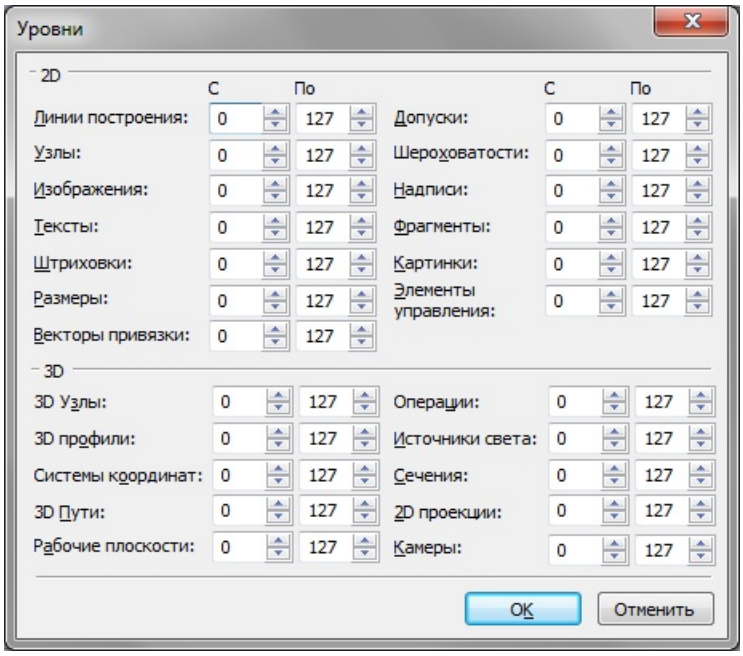
После того, как все основные построения завершены, можно все элементы построения «спрятать» с помощью команды «Уровни».

Эта команда управляет видимостью различных элементов. Видимость элемента зависит от «уровня», на котором он находится.

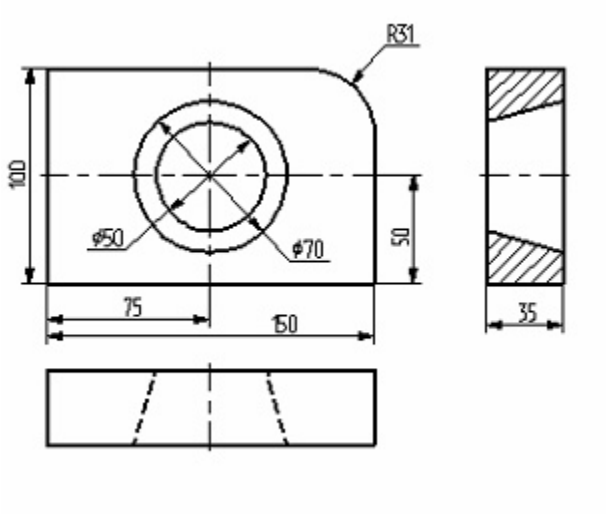
Легче всего представить себе уровни как прозрачные пленки, на которых нанесены изображения, и из которых складывается целостная картинка. В системе существует возможность сделать невидимыми один или несколько уровней, оставив только те, которые необходимо видеть. Ваш чертёж может иметь 255 уровней от -126 до 127.

Все элементы в системе T-FLEX CAD автоматически создаются на уровне «0». В любой момент вы можете поменять значение уровня у любого элемента. Поскольку мы в нашем примере уровни не изменяли, все созданные элементы попали на уровень «0».

После вызова команды на экране появится диалоговое окно, в котором можно установить диапазон видимых уровней для каждого типа элементов модели.



Как видно на рисунке, по умолчанию видимыми являются все элементы, уровень которых находится в диапазоне от 0 до 127. Если установить значения нижнего уровня для линий построения и узлов в значение 1, на чертеже станут невидимыми линии построения и узлы, поскольку они располагаются на уровне 0.

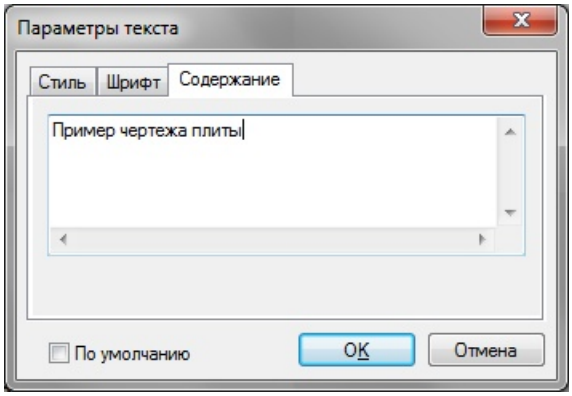


Более простым способом погасить линии построения и узлы является использование специальной команды, которая убирает или показывает все элементы построения из текущего окна. Данная команда иногда бывает более удобной еще и потому, что она гасит построения не для всего документа, а только для его текущего окна. Таким образом, если открыто несколько окон одного чертежа, то в одних элементы построения могут присутствовать, а в других – отсутствовать.

Нанесём текстовую строку с названием чертежа с помощью команды «Текст».

Текст можно «привязать» к любому элементу построения на чертеже для того, чтобы его положение изменялось вместе с изменением положения элементов чертежа.

Переместите курсор к пересечению вертикальной осевой прямой и верхней прямой на основном виде чертежа. Нажмите **<N>** для привязки текста к узлу, который находится на пересечении этих двух прямых. Переместите курсор в точку, где должен располагаться текст и нажмите . На экране появится окно текстового редактора. Набейте в нем строку текста «Пример чертежа плиты» и нажмите на кнопку [**OK**].



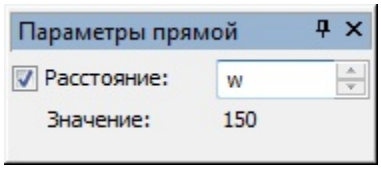
Если текст расположился не в том месте, где планировалось, то можно легко это поправить. Выйдите из команды создания текста, укажите курсором на текст и нажмите . Автоматически будет запущена команда редактирования «Изменить текст». Выбранный текст начнёт перемещаться вслед за курсором. Переместите его в нужную позицию и снова нажмите .

Текст можно нанести другим способом, непосредственно на поле чертежа. Для этого, находясь в команде **Создать текст**, установите опцию <T> - Создать параграф-текст. Переместите курсор в то место, где необходимо расположить текст и нажмите , на экране появится динамически перемещаемый прямоугольник, определяющий область нанесения текста. Установите необходимую область и нажмите , после этого нажмите пиктограмму . В заданной области появится мигающий курсор, введите необходимый текст, предварительно проверив установку текущего языка. Нажмите пиктограмму или клавишу <F5>.

Теперь чертёж завершён. Сейчас можно войти в команду редактирования элементов построения и попробовать переместить линии построения. При этом фиксировать новое положение линий построения можно как с помощью нажатия , так и с помощью задания точного значения положения линии в окне параметров или диалоге параметров (опция). Заметьте, что весь чертёж, включая размеры, изменяется адекватно вносимым изменениям. Изменение диаметров конического отверстия моментально отслеживается на двух других проекциях. Штриховка также изменяется вместе с изменением определяющих её линий. Вы можете легко убедиться в том, какие мощные возможности появляются благодаря технологии параметризации.

Теперь мы назначим на различные элементы чертежа переменные и выражения. Выберите прямую левой границы основного вида с помощью .

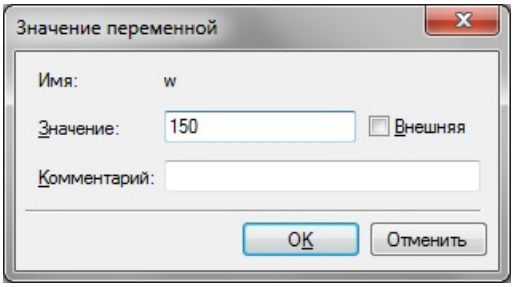
Прямая подсветится, так же как и та, относительно которой она была построена. Вместе с тем, будет автоматически запущена команда редактирования линий построения. В окне параметров появятся параметры прямой: первоначальное значение расстояния от исходной прямой и текущее, отслеживаемое при перемещении курсора.



Поскольку мы создавали эту прямую как параллельную правой части плиты, этим расстоянием является расстояние между правой и левой сторонами плиты. Вместо конкретного значения можно поставить переменную. Набейте вместо значения имя переменной «w» и нажмите <**Enter**>или [**OK**].

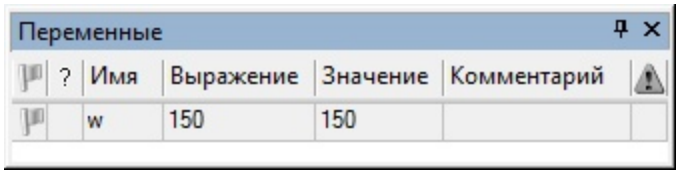
Появится новое диалоговое окно, в котором от вас потребуется подтвердить значение вновь создаваемой переменной.

Необходимо отметить, что заглавные и прописные буквы не равны в имени переменной. Переменная «W» не является переменной «w».



Созданную переменную «w» и присвоенное ей значение можно увидеть в окне Переменные, расположенном по умолчанию под окном параметров. Укажите курсором на число в графе

Выражение, нажмите для входа в редактирование и задайте новое значение переменной, например, «170». Прямая переместится в новое положение, соответствующее новому значению ширины плиты.



Те же самые действия можно выполнить в окне диалога команды «Переменные».
Аналогично задайте переменную «H» в качестве значения параметра (расстояния от исходной прямой) для верхней границы основного вида: выберите её на чертеже с помощью и в окне параметров введите имя переменной. Теперь в окне Переменные будет уже две переменные, и вы можете, меняя их значения, наблюдать за изменением чертежа.
Попробуйте задать выражение. В окне Переменные поместите курсор в поле Выражение переменной «H» и нажмите для входа в редактирование. Задайте вместо числового значения выражение «w/2». Это будет означать, что значение «H» будет равняться половине значения «w». Теперь будет можно, меняя только значение «w», автоматически изменять значение «H».
Следующим шагом назначим переменную «R» на радиус окружности, сопрягающей верхнюю и правую линии главного вида. Выберите окружность на чертеже с помощью . В окне параметров задайте в качестве радиуса переменную «R». После подтверждения её создания в окне Переменные задайте для неё следующее выражение: w < 100 ? 0 : 6
Данная запись означает, что если «w» меньше, чем 100, то «R» равно 0, в противном случае - 6.
Потратим немного времени, чтобы расшифровать содержимое нашего выражения. Сначала выделим его составные части.

- < - является знаком «меньше чем»
- ? - означает «в таком случае»
- : - «в противном случае»

Полностью выражение выглядит так:
R = w < 100 ? 0 : 6
Значение «R» равно 0, если «w» < 100, и равно 6, при любом другом значении «w». Таким образом, для «R» существует лишь два возможных значения - либо «0», либо «6».
Проверьте это на вашем чертеже. Задайте переменной «w» значения большие или меньшие, чем 100, и посмотрите, что произойдет. Заметьте, что когда радиус скругления равен «0», радиальный размер автоматически исчезает. Программа сама следит за этим.
Таким образом, используя несколько основных понятий, можно создавать разнообразные и очень сложные зависимости между переменными.

Перенос, копирование, массивы 2D элементов

В T-FLEX CAD существует два основных механизма создания новых 2D элементов на основе уже существующих.

Первый механизм – использование команд переноса и копирования (в том числе создания массивов). При переносе и копировании объектов можно задавать дополнительные преобразования (масштабирование, симметрия, поворот). Перенос/копирование элементов посредством данного механизма может производиться только в пределах одного документа T-FLEX CAD, как на текущей странице, так и с одной страницы на другую.

В качестве исходных элементов для команд переноса и копирования можно выбирать 2D узлы, линии построения, линии изображения, штриховки, 2D фрагменты и тексты. Элементы оформления чертежа помимо текстов не могут быть выбраны в качестве исходных элементов после вызова команды переноса/копирования. Однако, для перемещения/копирования таких элементов с помощью этого же механизма их можно перетягивать мышью без предварительного вызова команды.

Второй механизм – механизм копирования через буфер обмена, несколько расширенный по сравнению со стандартным Windows-механизмом работы с буфером обмена. Данный механизм позволяет создавать только неассоциативные копии. Однако, при его использовании возможно копирование между несколькими документами одного сеанса T-FLEX CAD, а также обмен данными с другими приложениями. Через буфер обмена можно копировать любые 2D элементы T-FLEX CAD, кроме многостраничных.

Команды переноса, копирования, создания массивов

Для выполнения всех команд по трансформации существующих элементов чертежа, созданию различных видов копий, в том числе и множественных (массивов), в T-FLEX CAD используется группа родственных команд переноса, копирования, создания массивов. Все команды имеют схожий интерфейс и механизм работы, позволяющие быстро переходить из одной команды в другую, не меняя выбранный набор объектов. При работе данных команд доступны объектные привязки. После вызова любой команды на экране появляется панель управления объектными привязками.
В соответствии с выполняемыми функциями команды разделены на группы:

- Команды переноса (изменения существующих элементов):
  - Перенос с перемещением,
  - Перенос с поворотом,
  - Перенос с перемещением и поворотом,
  - Перенос с масштабом,
  - Перенос с симметрией.
- Команды копирования (создания новых элементов на основе выбранных):
  - Команды создания одиночных копий:
    - Копия с перемещением,
    - Копия с поворотом,
    - Копия с перемещением и поворотом,
    - Копия с масштабом,
    - Копия с симметрией.
  - Команды создания массивов:
    - Линейный массив,
    - Круговой массив,
    - Массив по кривой,
    - Массив по таблице.

Команды создания массивов и команды создания копий имеют много одинаковых опций. При описании таких опций в дальнейшем для краткости под "копированием" может подразумеваться как создание одиночных копий, так и создание массивов.

Вызов команд

Вызов каждой конкретной команды описан в главах с описанием этих команд. После вызова любой из команд копирования, переноса и создания массивов, необходимо выбрать исходные элементы.

После выбора исходных элементов становятся доступны основные опции вызванной команды. При этом можно быстро переключиться на любую другую из команд этой группы, кроме массива по таблице, с помощью автоменю.
Вызов команд возможен также из контекстного меню 2D элементов.
Если в момент вызова команды выбраны какие-либо 2D элементы, то эти элементы автоматически используются в качестве исходных, а этап выбора исходных элементов будет пропущен,
Кроме того, можно перетягивать элементы мышью, не вызывая команду.

Основные темы в этом разделе:

- Выбор 2D элементов для переноса и копирования
- Переход между командами переноса и копирования 2D элементов
- Режимы копирования 2D элементов
- Режимы переноса 2D элементов
- Перетягивание 2D элементов мышью
- Привязка переноса и копирования 2D элементов
- Опции переноса 2D элементов
- Действие после переноса и копирования 2D элементов
- Контекстное меню ассоциативной копии 2D элемента
- Укоротить/удлинить/восстановить ассоциативную копию 2D элемента
- Удаление исходных 2D элементов ассоциативной копии
- Массивы 2D элементов
- Перенос и копирование 2D элементов
- Редактировать операцию копирования 2D элементов

См. также:

- Копирование 2D элементов через буфер обмена
- Копирование параметров 2D элементов

Выбор 2D элементов для переноса или копирования

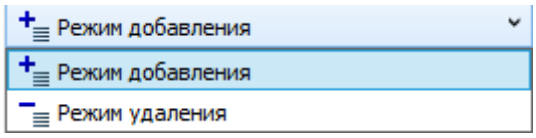
При вызове любой из команд переноса, копирования или создания массивов первым действием будет выбор исходных элементов. В автоменю при этом будут доступны следующие опции:

	<Ctrl>+<Enter>, <End>	Завершить выбор элементов
	<M>	Режим добавления элементов
	<M>	Режим удаления элементов
	<I>	Выбрать другой ближайший элемент
	<Esc>	Выход из редактирования набора элементов

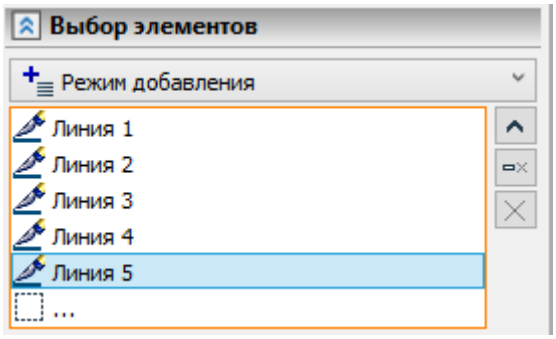
Опции, на которые назначена клавиша **<M>**, являются взаимоисключающими, поэтому нажатие **<M>** позволяет переключаться между ними.
Для выбора доступны 2D узлы, линии построения, линии изображения, штриховки, 2D фрагменты и тексты любых типов.

Выбрать элементы нужно при активной опции нажатием на элементах в 2D окне. Исключение элемента производится аналогично, но при активной опции . Для ускорения работы можно инвертировать режим добавления/удаления элементов, зажимая клавишу <**Ctrl**>. Т.е. если активен режим добавления элементов, то нажатие <**Ctrl**>+ будет удалять элементы из набора, и наоборот, при активном режиме удаления элементов нажатие <**Ctrl**>+ приведёт к добавлению указанного элемента в набор.

Режим также можно переключать с помощью выпадающего меню в окне параметров команды.



Под выпадающим списком режима отображается список выбранных элементов.



Управление списком элементов осуществляется с помощью кнопок **Развернуть** , **Свернуть** , **Удалить элемент из списка** , **Очистить**

Для окончания выбора необходимо воспользоваться опцией .

По окончании выбора исходных элементов появляются основные параметры и опции автоменю вызванной команды.

При этом в числе прочих опций автоменю доступна опция, позволяющая вернуться в режим выбора исходных элементов:

	<**S**>	Редактировать список копируемых элементов

Переход между командами переноса и копирования 2D элементов

Автоменю всех команд переноса, копирования и создания массивов 2D элементов (кроме **Массива по таблице**) содержит опции, сочетание которых определяет текущую команду. Эти опции используются для быстрого перехода из команды в команду без изменения выбранного набора объектов.

Команды переноса, копирования, создания массивов отличаются друг от друга прежде всего видом и способом преобразования. Способ преобразования определяется активацией одной из следующих опций автоменю:

<C> Копирование

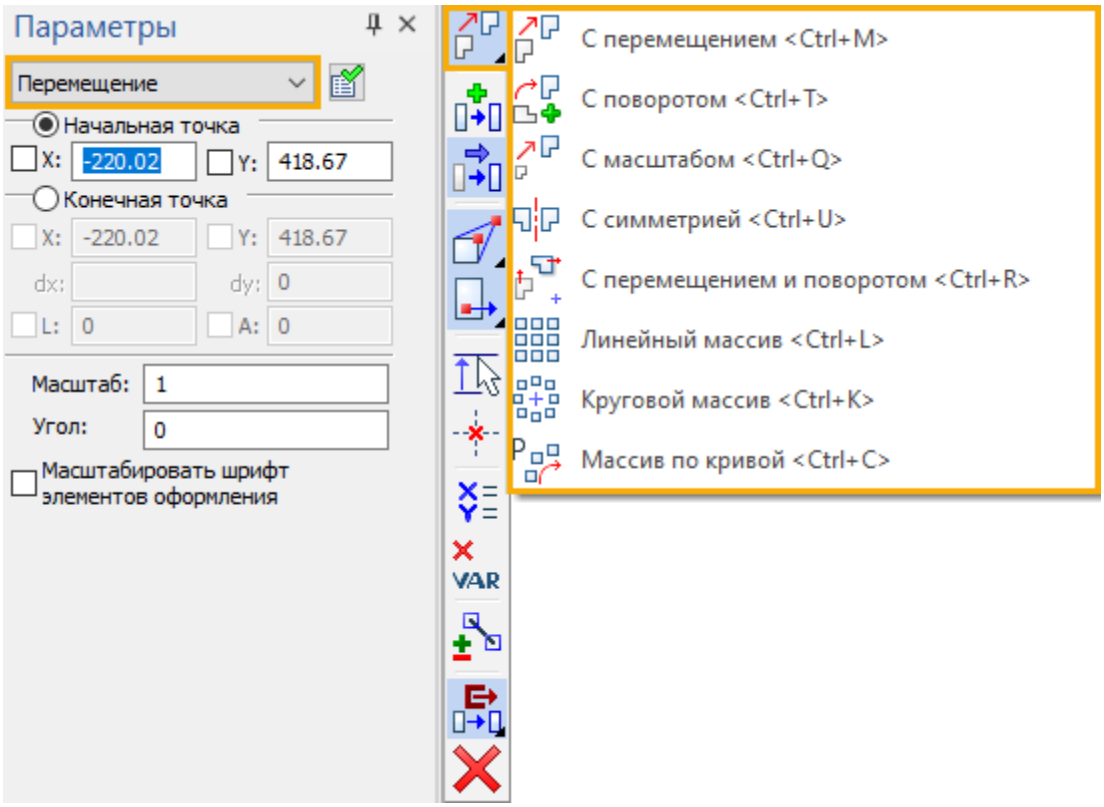
Создание новых элементов на основе выбранных.

<R> Перенос

Изменение выбранных элементов.

Данные опции являются взаимоисключающими, т.е. активация одной из них приводит к деактивации другой. При создании массивов эти опции не отображаются, т.к. способом создания массива всегда является **Копирование**.

Вид преобразования определяет отличие исходного набора объектов от результирующего – **Перемещение, Поворот, Масштабирование, Симметрия, Перемещение и поворот, Линейный массив, Круговой массив, Массив по кривой**. Например, сочетание способа **Перенос** и вида преобразования **Перемещение** определяет команду **Перенос с перемещением**, а способ **Копия** в сочетании с тем же видом преобразования даст команду **Копия с перемещением**.



Вид преобразования можно переключить с помощью выпадающего списка в верхней части окна параметров команды, а также с помощью следующих взаимоисключающих опций автоменю:

<Ctrl>+<M> С перемещением

<Ctrl>+<T> С поворотом

<Ctrl>+<Q> С масштабом

<Ctrl>+<U> С симметрией

<Ctrl>+<R> С перемещением и поворотом

<Ctrl>+<L> Линейный массив

<Ctrl>+<K> Круговой массив

<Ctrl>+<C> Массив по кривой

Обычно в автоменю отображается только активная опция. Для отображения выпадающего списка со всеми доступными опциями зажмите на активной опции.

См. также:

- Действие после переноса и копирования 2D элементов

Режимы копирования 2D элементов

Копирование 2D элементов осуществляется с помощью команд **Копия с перемещением**, **Копия с поворотом**, **Копия с перемещением и поворотом**, **Копия с масштабом**, **Копия с симметрией**, **Линейный массив**, **Круговой массив**, **Массив по кривой**, **Массив по таблице**.

При выполнении любой команды копирования, кроме **Массива по таблице**, можно использовать различные режимы копирования. Выбор режима осуществляется с помощью опции автоменю , содержащей выпадающий список:

<O> Разрушить копию

<G> Разрушить копию с сохранением связей

<F> Создать ассоциативную копию

<J> Создать копию на ассоциативных построениях

<Ctrl>+<F> Создать копию с ограничениями

Массив по таблице всегда создаётся в режиме создания ассоциативной копии. Сменить режим для уже созданного массива по таблице так же, как и для массивов других типов, можно с помощью контекстного меню.

Разрушить копию

Созданная копия автоматически разрушается до отдельных несвязанных объектов. Получившиеся объекты не зависят от исходных. Скопированные элементы построения, независимо от способа создания их родительских элементов, становятся свободными объектами. Все переменные, используемые в качестве параметров исходных элементов, в новых элементах заменяются константами.

Для успешного копирования элементов оформления (размеров, надписей, шероховатостей, допусков и т.п.) в режимах **Создать ассоциативную копию** и **Разрушить копию** необходимо, чтобы в набор объектов копирования входили не только сами элементы оформления, но и их родители. Иначе копия не будет создана. Чтобы избежать этого, можно разрешить системе автоматически довыбрать необходимые родительские элементы, включив их в набор объектов копирования. Этот режим включается дополнительной опцией автоменю:

<K> Автовыбор необходимых родителей

Разрушить копию с сохранением связей

Созданная операция копирования автоматически разрушается. Созданные с её помощью элементы становятся независимыми от исходных родительских элементов. Однако между получившимися объектами сохраняются связи, аналогичные тем, что были между исходными элементами. Связи с переменными сохраняются, если это не приведёт к изменению значения переменной. В противном случае переменная заменяется на константу.

Если скопированный объект имеет родителя, не вошедшего в набор объектов копирования, то при разрушении копии будет дополнительно создана копия родительского элемента, которая перемещается вместе с выбранным объектом. Избежать этого можно, включив дополнительную опцию:

<Alt>+<T> Копировать только выбранные элементы

Когда данная опция включена, система пытается оторвать копируемые объекты от их родителей, не вошедших в набор объектов копирования (аналогично режиму **Изменять выбранные элементы** в командах переноса).

Создать ассоциативную копию

Данный вариант активен по умолчанию. Создаётся ассоциативная копия, элементы которой сохраняют связь с исходными родительскими элементами. При изменении исходных элементов автоматически будут меняться элементы копии.

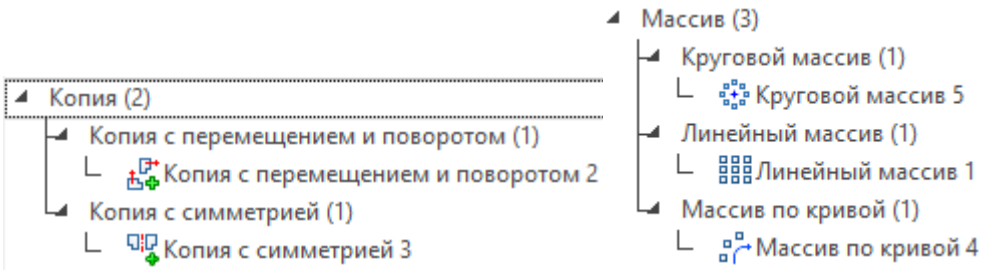
Для создания ассоциативных копий доступна дополнительная опция автоменю:

<T> Создать узел в точке

При включённой опции автоматически создаётся 2D узел, к которому привязывается базовая точка создаваемой копии. Базовая точка копии будет оставаться неподвижной, а все остальные элементы копии будут ассоциативно изменяться, согласно изменению исходных элементов. При перемещении базовой точки копия будет перемещаться вместе с точкой.

Кроме того в режиме создания ассоциативной копии в автоменю доступна опция **автовыбора необходимых родителей**, описанная выше для режима разрушения копии.

После создания ассоциативных копий в окне **Элементы модели** доступны операции, посредством которых были созданы эти копии.



Копии Массивы

В контекстном меню каждой копии и всей операции копирования доступны специфические команды.

При перетягивании мышью элементов оформления чертежа режим ассоциативного копирования всегда доступен в автоменю независимо от типа выбранного элемента, но фактически ассоциативные копии создаются только для текстов и картинок. Для элементов оформления других типов при выборе режима ассоциативного копирования создаётся обычная неассоциативная копия.

Создать копию на ассоциативных построениях

Для выбранных элементов построения создаются ассоциативные копии. Копии элементов изображения отрываются от исходных родительских элементов и привязываются к копиям элементов построения. Если данный режим используется при создании линейного или кругового массива, то элементы изображения создаются только в момент создания массива. Увеличение количества элементов массива не приводит к появлению новых линий изображения и др. элементов изображения.

Создать копию с ограничениями

Опция работает только для **копии с симметрией, копии с перемещением, копии с поворотом, линейного и кругового массивов**. При выполнении этих команд будет создано специальное ограничение:

Симметричность

Для копии с симметрией.

Линейный массив

Для копии с перемещением и линейного массива.

Круговой массив

Для копии с поворотом и кругового массива.

См. также:

- Режимы переноса 2D элементов

Режимы переноса 2D элементов

Перенос 2D элементов осуществляется с помощью команд Перенос с перемещением, Перенос с поворотом, Перенос с перемещением и поворотом, Перенос с масштабом, Перенос с симметрией. При выполнении любой команды переноса можно установить различные режимы переноса. Выбор режима осуществляется с помощью опции автоменю , содержащей выпадающий список:

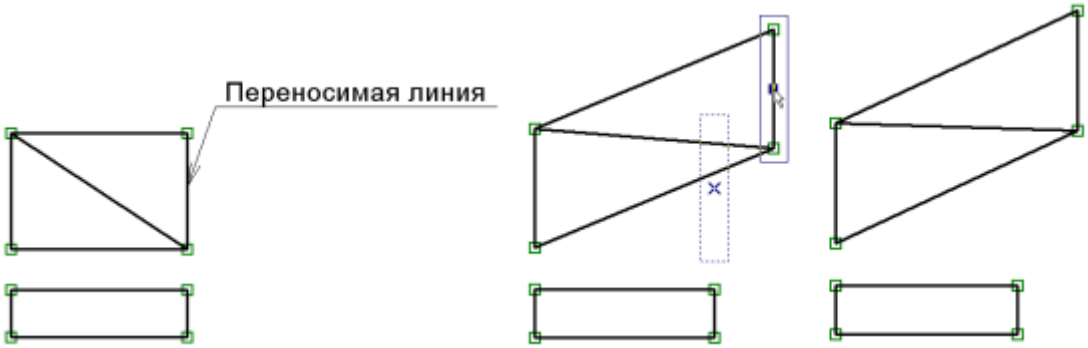
<O> Изменять зависимые элементы

<G> Изменять связанные элементы

<F> Изменять выбранные элементы

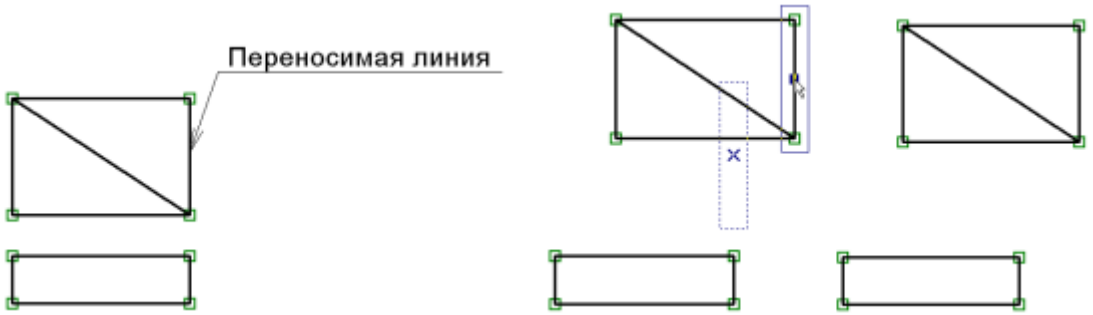
Изменять зависимые элементы

При переносе перемещаются выбранные элементы, их родители, и элементы, непосредственно зависящие от выбранных.



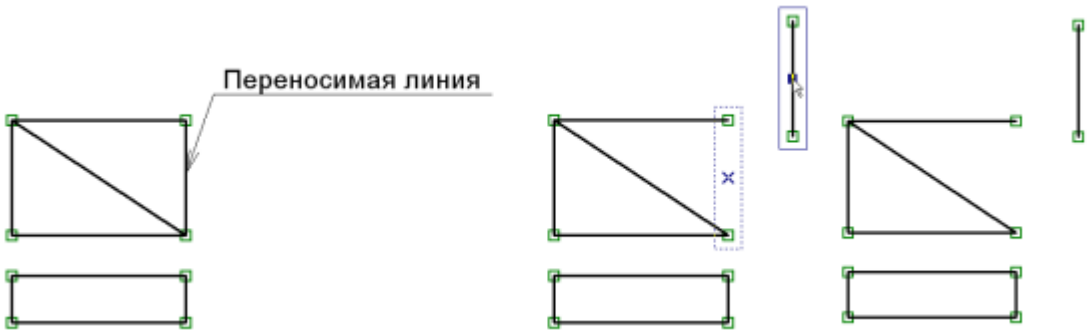
Изменять связанные элементы

Перемещаются все объекты, связанные с выбранными элементами (через родителей или потомков).



Изменять выбранные элементы

Перемещаются только выбранные элементы, отрываясь от родительских элементов и элементов-потомков.



В сложных ситуациях, когда невозможно разорвать связь перемещаемого элемента с его родителями и/или потомками, возможны исключения из этого правила:

- Если выбранный объект не может быть оторван от родителя – создаётся копия родительского элемента, которая перемещается вместе с выбранным объектом. Исходный элемент-родитель остаётся на старом месте;
- Если не удаётся разорвать связь перемещаемого объекта с потомком – объект перемещается, но на старом месте создаётся копия перемещаемого объекта, к которой привязывается потомок;
- Если у выбранных объектов существует общий неперемещаемый родитель, являющийся объектом построения (например, узлом или линией построения), и неперемещаемых потомков у этого родителя нет, то родительский элемент также перемещается.

См. также:

- Режимы копирования 2D элементов
- Опции переноса 2D элементов

Перетягивание 2D элементов мышью

Если в режиме ожидания команды выбран один или несколько 2D элементов, то перенос или копирование могут быть выполнены без предварительного вызова команды. Для этого надо подвести курсор к одному из выбранных элементов. Возле курсора появится иконка (при указании на узел) или . Это значит, что система готова изменить положение выбранных элементов. Далее зажмите и перемещайте курсор, удерживая . Элементы будут перемещаться вслед за перемещениями курсора. Установите желаемое положение элементов и отпустите .

> Возможность перетягивания мышью можно отключить на вкладке **2D** диалога установок системы (**Запретить перемещение элементов построения** и **Запретить перемещение элементов эскиза**).

При перемещении таким образом автоматически запускается команда **Перенос с перемещением** с параметрами по умолчанию. Соответственно, можно использовать любые из доступных в команде опций, сменить вид и способ преобразования или переключиться на другую страницу (таким образом можно перемещать и копировать элементы между разными страницами). Для изменения параметров команды вызовите с клавиатуры любую из доступных опций автоменю или переместите курсор за пределы активного окна вида и отпустите . После этого уже не надо будет удерживать - элементы будут следовать за курсором вплоть до повторного нажатия в окне вида.

> Таким способом можно перемещать и копировать 2D элементы любых типов (кроме многостраничных), в том числе и тех, которые не могут быть выбраны в качестве исходных после вызова команды. При этом, хотя режим ассоциативного копирования всегда доступен в автоменю независимо от типа выбранного элемента, но фактически среди элементов оформления чертежа ассоциативные копии создаются только для текстов и картинок. Для элементов оформления других типов при выборе режима ассоциативного копирования создаётся обычная неассоциативная копия.

По умолчанию в установках системы включен режим прозрачного редактирования 2D элементов. В таком случае, при выборе одного элемента запускается команда его редактирования, после чего перенос вышеописанным образом становится невозможным. Однако, всё ещё можно перетягивать

элементы, как описано выше, если зажимать и удерживать на элементе, не выбирая его заранее. Иконки и при этом не отображаются.

Зажимать для перемещения текста всех типов, кроме строчного, следует не в любом месте текста, а на специальном квадратном маркере, расположенном в точке привязки текста. Особенности перемещения текстов различных типов описаны отдельно в главе Положение и ориентация текста.

При наведении курсора на размеры, надписи, допуски, базы и шероховатости отображаются специальные манипуляторы (, , , , , ,). Нажатие на манипуляторе приводит к запуску команды редактирования элемента, независимо от того, включено ли прозрачное редактирование. Поэтому зажимать для перемещения таких элементов следует, избегая наведения курсора на манипуляторы.

См. также:

- Копирование 2D элементов через буфер обмена

Привязка переноса и копирования 2D элементов

При переносе или копировании 2D элементов необходимо указать специальные точки - **исходную** и **целевую**. Данные точки определяют направление и величину преобразования. Количество необходимых точек каждого типа зависит от используемой команды.

Исходная точка

Исходная точка - точка, относительно которой запоминается исходное положение объектов преобразования. Исходная точка задаётся одна, либо не задаётся вовсе.
По умолчанию в автоменю команд переноса и копирования активна следующая опция:

<Ctrl>+<9> Свободная привязка

В этом случае исходная точка задаётся одним из следующих способов:

- Вводом значений координат **X** и **Y** в окне параметров.
- Указанием произвольной точки в 2D окне с помощью .
- Выбором существующего 2D узла в 2D окне с помощью следующей опции автоменю:

<N> Выбрать узел

После активации данной опции нажатие в 2D окне выбирает существующий 2D узел, ближайший к месту нажатия, в качестве исходной точки преобразования.

После выбора исходной точки команда переходит в режим выбора целевой точки.
Кроме того, в качестве исходной точки преобразования может быть задана одна из характерных точек охватывающего прямоугольника. Под охватывающим прямоугольником понимается образованная горизонтальными и вертикальными прямыми прямоугольная область, размеры которой определяются габаритами выбранного набора объектов преобразования. В качестве характерных точек охватывающего прямоугольника используются его центр, углы и середины сторон.

Для выбора одной из характерных точек в качестве исходной необходимо зажать на опции свободной привязки. В результате появится выпадающий список со следующими опциями:

<Ctrl>+<0> По левому верхнему углу

<Ctrl>+<1> По середине и верхней границе

<Ctrl>+<2> По правому верхнему углу

<Ctrl>+<3> По левой границе и по середине

<Ctrl>+<4> По центру

<Ctrl>+<5> По правой границе и по середине

<Ctrl>+<6> По левому нижнему углу

<Ctrl>+<7> По середине и нижней границе

<Ctrl>+<8> По правому нижнему углу

<Ctrl>+<9> Свободная привязка

После выбора любой из перечисленных опций, кроме свободной привязки, команда сразу перейдет в режим выбора целевой точки.

Целевая точка

Целевая точка - точка, задающая конечное положение объектов после преобразования. Выбрать целевую точку можно только после выбора исходной, если команда предполагает наличие исходной точки. Количество необходимых целевых точек может быть различным в зависимости от используемой команды. Целевая точка преобразования задаётся одним из следующих способов:

- Вводом значений координат **X** и **Y** в окне параметров.
- Указанием произвольной точки в 2D окне с помощью .
- Выбором существующего 2D узла в 2D окне с помощью следующей опции автоменю:

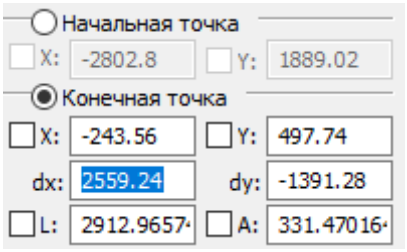
<N> Выбрать узел

После активации данной опции нажатие в 2D окне выбирает существующий 2D узел, ближайший к месту нажатия, в качестве целевой точки преобразования.

В режиме выбора целевой точки в 2D окне отображается предварительное изображение результата операции, динамически изменяющееся в зависимости от текущего положения курсора. После последовательного выбора необходимого количества целевых точек текущее преобразование завершается, а дальнейшее действие системы зависит от того, какая опция автоменю была активна (см. главу Действие после переноса и копирования 2D элементов).

Параметры исходной и целевой точек

В процессе задания точек в окне параметров отображаются параметры этих точек. Каждой точке соответствует своя группа параметров. Группы могут иметь различные названия в зависимости от типа преобразования (для исходной точки - **Начальная точка, Центр масштабирования, Центр поворота**; для целевой - **Начальная точка, Конечная точка, Центр, Начальное направление, Конечное направление, Первая точка, Вторая точка**).



В число параметров точки всегда входят её **координаты X** и **Y**. По умолчанию координаты точки, задаваемой на текущем этапе, динамически изменяются в соответствии с перемещениями курсора. Однако, если ввести значение координаты с клавиатуры, то будет установлен флаг рядом с полем ввода этой координаты. При установленном флаге значение координаты фиксируется и перестаёт зависеть от перемещения курсора. Предварительное изображение точки в 2D окне при этом перемещается вдоль горизонтальной или вертикальной прямой, соответствующей зафиксированной координате. Эта прямая отображается синим пунктиром. При задании некоторых точек также могут быть доступны и активны по умолчанию следующие опции:

	<U>	Перемещение вдоль оси X
	<V>	Перемещение вдоль оси Y

Деактивация данных опций блокирует перемещение задаваемой точки вдоль соответствующей оси с помощью курсора мыши и устанавливает флаг соответствующей координаты конечной точки в окне параметров команды. Таким образом удобно задавать горизонтальное или вертикальное перемещение.

Кроме того, для некоторых типов целевых точек в окне параметров отображаются **приращения координат dx** и **dy** по сравнению с координатами исходной точки, **длина** вектора перемещения **L** (расстояние между исходной и целевой точками), а также **угол A**. Угол отсчитывается против часовой стрелки относительно горизонтальной оси, направленной вправо (оси **X**). Для длины и угла также доступны флаги, фиксирующие значения. При фиксации значения длины предварительное изображение точки в 2D окне может перемещаться только по окружности, радиус которой равен длине, вокруг исходной точки. Эта окружность отображается синим пунктиром. При фиксации значения угла предварительное изображение точки может перемещаться только вдоль прямой, проходящей под заданным углом через исходную точку. Эта прямая также отображается синим пунктиром. При одновременной фиксации любых двух из перечисленных параметров (X, Y, L, A) перемещение точки становится невозможным и она располагается на пересечении соответствующих синих пунктирных линий. После этого остаётся только нажать в любом месте 2D окна для подтверждения положения точки.

Опции переноса 2D элементов

К командам переноса относятся Перенос с перемещением, Перенос с поворотом, Перенос с перемещением и поворотом, Перенос с масштабом, Перенос с симметрией.

Режим динамического пересчёта модели

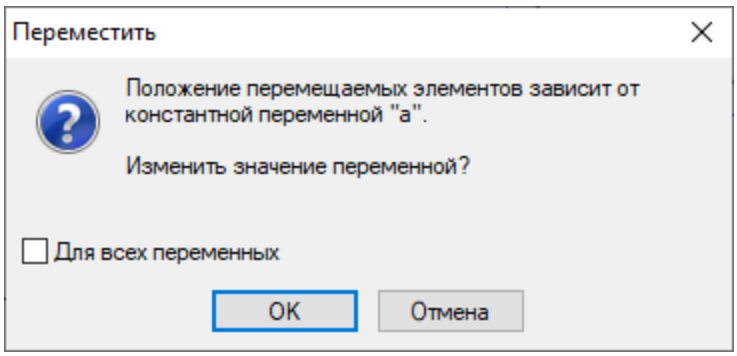
В режиме выбора целевой точки преобразования в 2D окне отображается предварительное изображение результата операции, динамически изменяющееся в зависимости от текущего положения курсора. При этом, по умолчанию данное предварительное изображение отражает только изменения исходных элементов. При создании различных видов переноса можно включить динамический просмотр преобразований элементов, зависящих или связанных с исходными, активировав следующую опцию автоменю:

<D> Режим динамического пересчёта модели

В режиме **Изменять выбранные элементы** данная опция не имеет эффекта в связи с отсутствием преобразований связанных элементов.

Опции работы с переменными

Если исходное месторасположение переносимых элементов (или элементов, на основе которых они построены) определялось какими-либо переменными, то по умолчанию при необходимости изменения их значений последовательно для каждой переменной на экране появляется диалоговое окно, в котором следует подтвердить изменение значения или отменить перенос. Кроме того, в каждом таком окне доступен флаг **Для всех переменных.** Если установить этот флаг и подтвердить изменение значения переменной, то для всех оставшихся переменных, затронутых текущим переносом, значение будет меняться без вызова данного диалога.



Кроме того в автоменю команд переноса доступны следующие опции:

<B> Изменять значения переменных

При активации данной опции значения соответствующих переменных изменяются автоматически без вызова диалога для подтверждения изменения.

<Z> Заменять переменные на константы

При активации данной опции все переменные, задающие положение переносимых элементов, заменяются константами, соответствующими новому положению элементов. Сами переменные при этом из модели не удаляются. Переменные, отвечающие за другие параметры элементов, при переносе не изменяются.

Эти опции являются взаимоисключающими, т.е. активация одной из них деактивирует вторую.

См. также:

- Режимы переноса 2D элементов

Действие после переноса и копирования 2D элементов

Автоменю всех команд переноса, копирования и создания массивов 2D элементов (кроме **Массива по таблице**) содержит опции, определяющие действия системы после задания последней [целевой точки](#) текущего преобразования:

<Alt>+<X> Автоматически выйти из команды

Если данная опция активна, то после задания последней целевой точки текущего преобразования система перейдёт в режим ожидания команды.

<Alt>+<O> Повторить команду для выбранных объектов

Если данная опция активна, то после задания последней целевой точки текущего преобразования система перейдёт к заданию новых целевых точек для повторного применения той же команды к тем же исходным объектам.

<Alt>+<N> Повторить команду для созданных объектов

Если данная опция активна, то после задания последней целевой точки текущего преобразования система перейдёт к заданию новых целевых точек для повторного применения той же команды к созданным объектам.

Данная опция доступна только при копировании.

<Alt>+<A> Повторить команду для выбранных и созданных объектов (доступна только при копировании)

Если данная опция активна, то после задания последней целевой точки текущего преобразования система перейдёт к заданию новых целевых точек для повторного применения той же команды как к тем же исходным объектам, там и к созданным объектам.

Данная опция доступна только при копировании.

<Alt>+<S> Автоматически перейти к выбору объектов

Если данная опция активна, то после задания последней целевой точки текущего преобразования система перейдёт в [режим выбора исходных элементов](#) для повторного применения той же команды.

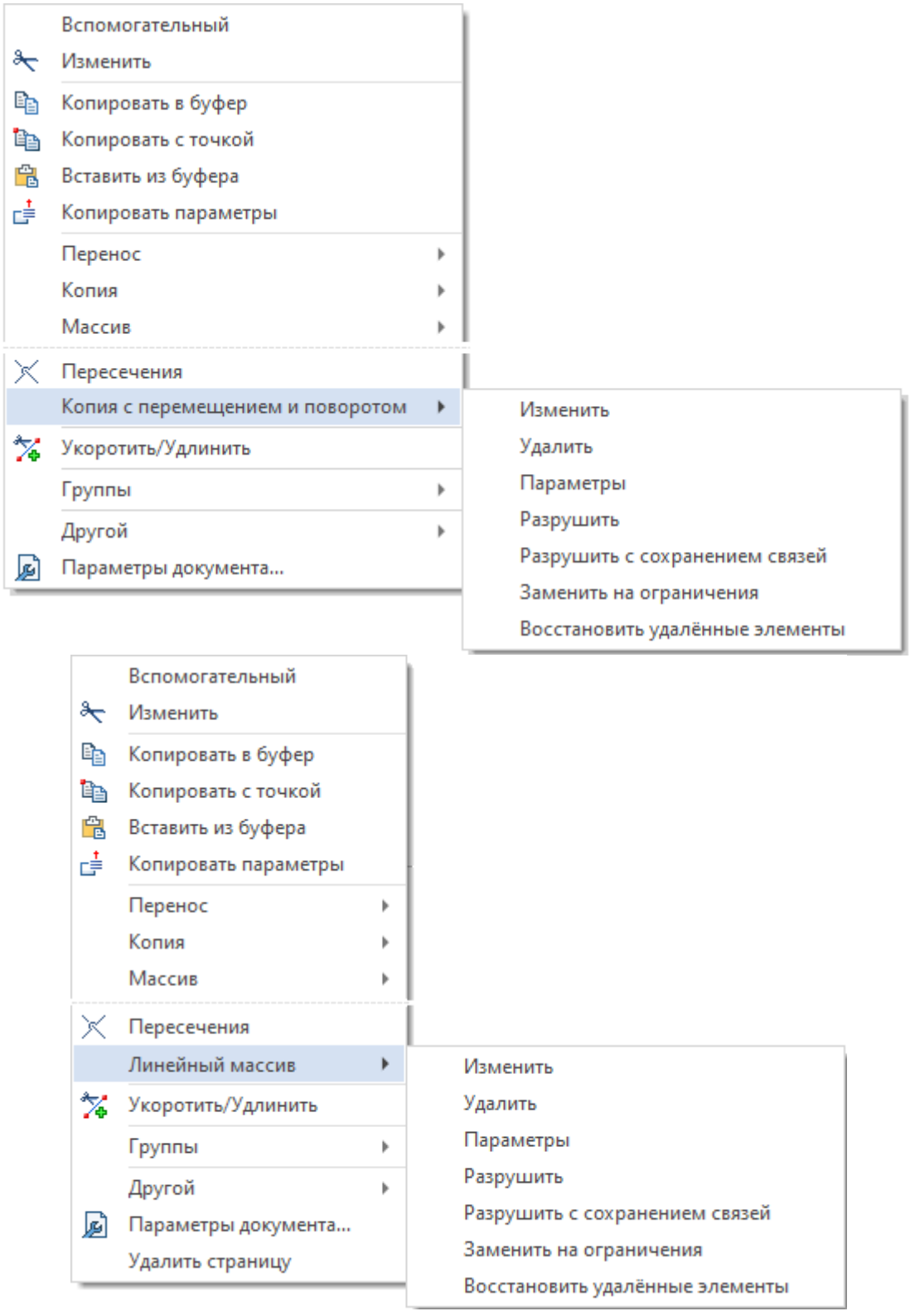
См. также:

- [Привязка переноса и копирования 2D элементов](#)
- [Переход между командами переноса и копирования 2D элементов](#)

Контекстное меню ассоциативной копии 2D элемента

В [контекстном меню элементов](#), созданных в [режиме ассоциативного копирования](#), а также в [контекстном меню самой операции](#) такого копирования доступен ряд специфических команд.

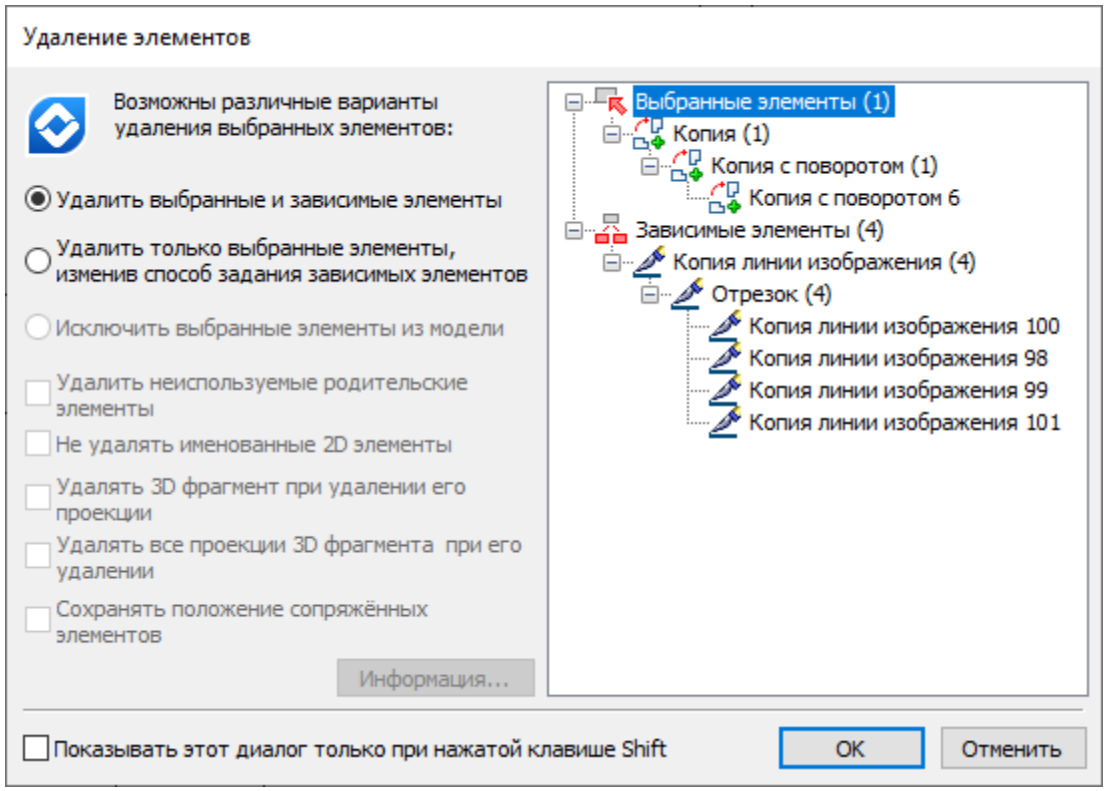
Контекстное меню ассоциативной копии



В контекстном меню 2D элементов, созданных в режиме ассоциативного копирования, есть особый пункт, содержащий команды редактирования операции копирования. Название этого пункта определяется названием команды, создавшей копию: **Копия с перемещением, Копия с поворотом, Копия с перемещением и поворотом, Копия с масштабом, Копия с симметрией, Линейный массив, Круговой массив, Массив по кривой, Массив по таблице**. Кроме того, поскольку выносные виды (по элементам, с обозначением, по контуру обрезки) создаются на основе того же механизма копирования, то аналогичный пункт присутствует и в контекстном меню элементов выносного вида.

Данный пункт меню содержит следующие команды:

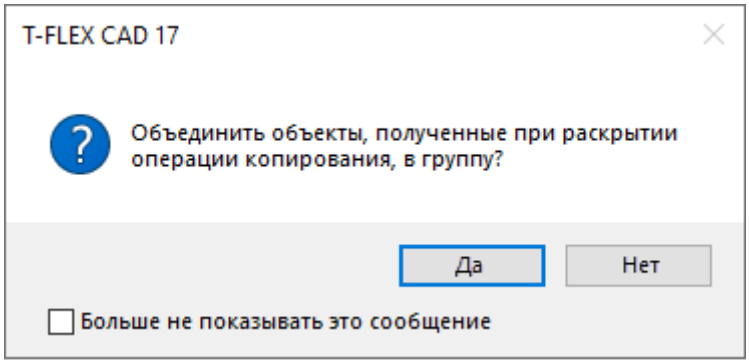
- **Изменить**
  Вызывает команду редактирования операции копирования, создавшей выбранную копию. Данный пункт не следует путать с одноименным пунктом, доступным на верхнем уровне контекстного меню и вызывающим команду редактирования самой копии.
- **Удалить**
  Удаляет операцию копирования. При использовании данной опции система спросит, что следует сделать с элементами, созданными удаляемой операцией:



  - **Удалить выбранные и зависимые элементы**
    Элементы, созданные операцией копирования, будут удалены вместе с самой операцией.
  - **Удалить только выбранные элементы, изменив способ задания зависимых элементов**
    Операция копирования будет удалена, а созданные ею элементы останутся, утратив при этом ассоциативную связь с исходными элементами копирования.
- **Параметры**
  Вызывает диалог параметров операции копирования или массива в зависимости от того, каким способом создан выбранный элемент.
- **Разрушить**
  Копии превращаются в обычные 2D элементы без ассоциативной связи с исходными элементами копирования и между собой, как если бы при копировании использовался режим Разрушить копию.
- **Разрушить с сохранением связей**
  Копии превращаются в обычные 2D элементы без ассоциативной связи с исходными элементами копирования, но с сохранением связей между самими копиями, как если бы при копировании использовался режим Разрушить копию с сохранением связей. После вызова команды система спросит: "**Объединить объекты, полученные при раскрытии операции копирования в группу?**"
  Если разрушаемая операция не является массивом, то вопрос будет задан один раз. При

ответе "**Да**" все элементы, созданные разрушаемой операцией, будут объединены в одну группу. При ответе "**Нет**" группа не создаётся.

Если разрушаемая операция является массивом, то вопрос будет задаваться несколько раз по количеству копий в массиве. Таким образом, каждая копия разрушенного массива, для которой был выбран ответ "**Да**", превратится в отдельную группу элементов.



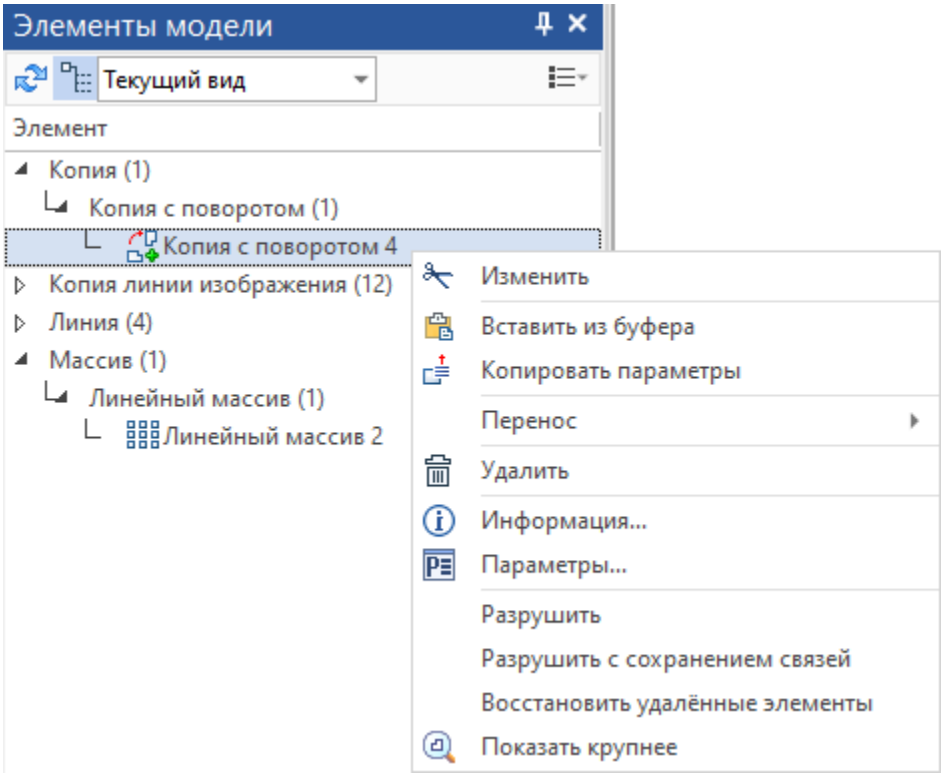
- **Заменить на ограничения**

  Заменяет операцию копирования ограничением особого типа, как если бы при копировании использовался режим Создать копию с ограничениями. Для операций, к которым не применим упомянутый режим (**Копия с масштабом, Копия с перемещением и поворотом, Массив по кривой, Массив по таблице**), применение данной команды ведёт к простому разрушению копии.
- **Восстановить удалённые элементы**

  Восстанавливает копии, удалённые ранее при помощи стандартной команды **Удалить** (не путать с описанной выше одноимённой командой удаления всей операции копирования).

Кроме того, для линий изображения на верхнем уровне контекстного меню доступны команды Укоротить/удлинить и Восстановить.

Контекстное меню операции копирования



В окне **Элементы модели** можно выбрать непосредственно саму операцию копирования и вызвать её контекстное меню нажатием . В контекстном меню операции копирования доступна часть команд, описанных выше:

- **Изменить**;
- **Удалить**;
- **Параметры**;
- **Разрушить**;
- **Разрушить с сохранением связей**;
- **Восстановить удалённые элементы**.

См. также:

- Укоротить/удлинить/восстановить ассоциативную копию линии
- Удаление исходных 2D элементов ассоциативной копии
- Диалог параметров массива
- Диалог параметров операции копирования 2D элементов

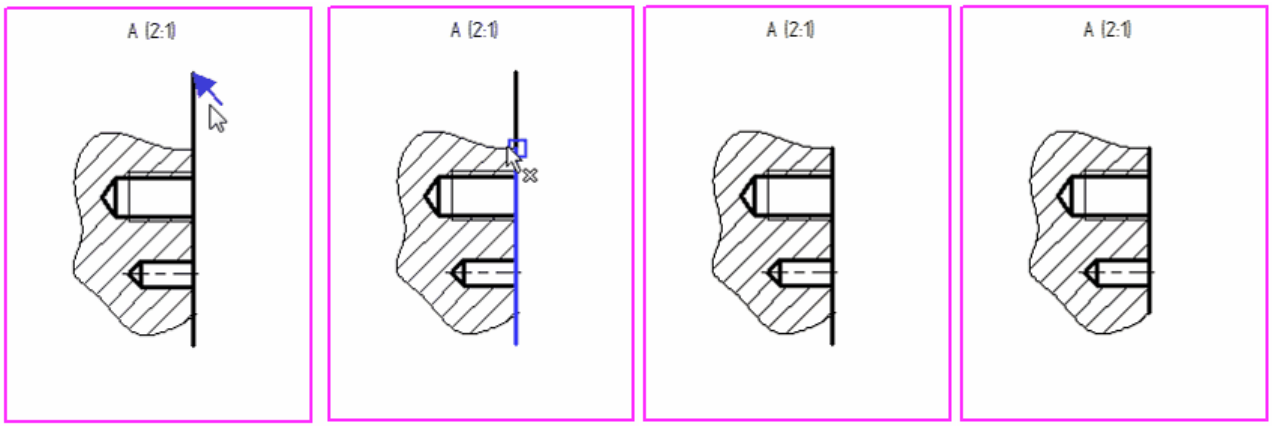
Укоротить/удлинить/восстановить ассоциативную копию линии

Укоротить/удлинить

Команда **Укоротить/удлинить**, доступная в контекстном меню линий изображения, полученных ассоциативным копированием, позволяет изменить длину видимой части линии. Линию-копию можно как укоротить, так и удлинить. Однако функция удлинения доступна только для отрезков и дуг.

Изменяемая часть линии указывается 2D узлами. В начале работы команды следует указать часть линии, которую нужно изменить, затем – узел, задающий новую точку окончания линии. Для замкнутых линий необходимо указать два узла и часть линии, которую нужно оставить.

Используемые 2D узлы могут находиться на линии или на некотором расстоянии от неё. В этом случае конец линии определяется точкой на линии, ближайшей к выбранному узлу.



Восстановить

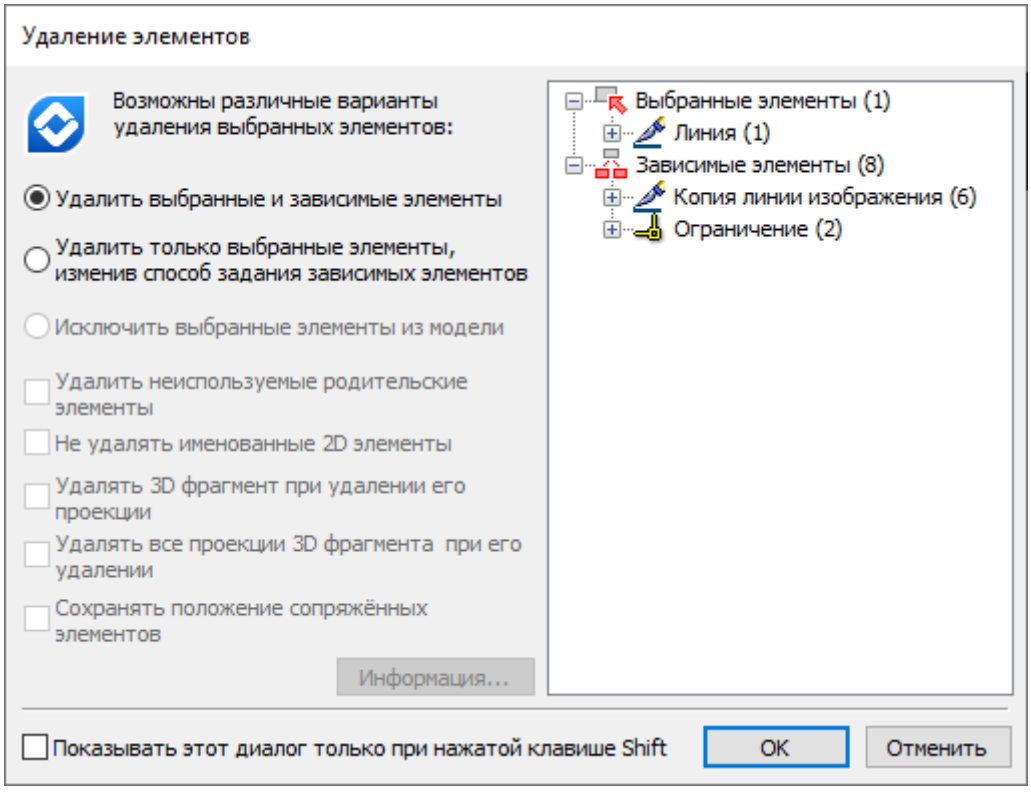
Контекстное меню линии, ранее изменённой с помощью команды **Укоротить/удлинить**, содержит также команду **Восстановить**. Она позволяет быстро вернуть линии-копии первоначальный вид.

См. также:

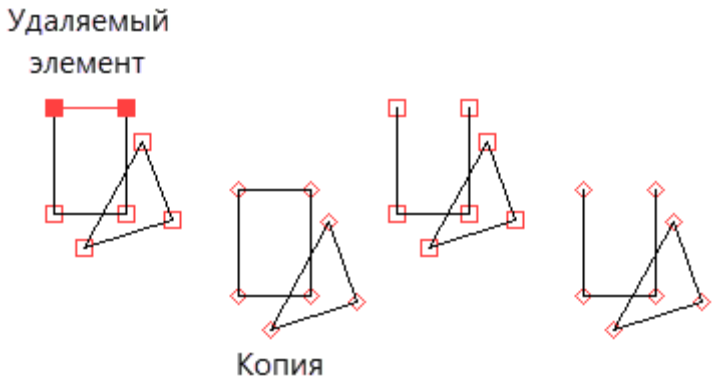
- Контекстное меню ассоциативной копии 2D элемента

Удаление исходных 2D элементов ассоциативной копии

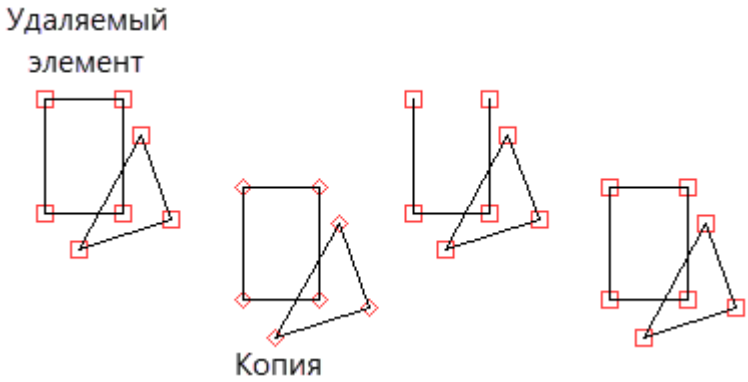
При удалении исходного элемента копии/массива возможны два варианта поведения системы в зависимости от опции, выбранной в диалоге команды удаления.



Если выбрана опция **Удалить выбранные и зависимые элементы**, удаляемый элемент просто исключается из набора исходных элементов копии/массива. В результате вид копии/массива изменится: исчезнут элементы, полученные копированием удалённого элемента.



При выборе опции **Удалить только выбранные элементы**, изменив способ задания зависимых элементов удаляемый элемент также исключается из исходного набора копии/массива. Дополнительно вместо исчезнувших копий создаются точно такие же внешне независимые объекты. Т.е. визуально результат копирования не меняется.



См. также:

- Изменение числа копий в массиве 2D элементов
- Удаление элементов

Массивы 2D элементов

Для того, чтобы упростить работу по созданию серии однотипных элементов чертежа, можно воспользоваться следующими командами:

- Линейный массив
- Круговой массив
- Массив по кривой
- Массив по таблице

Для линейного массива можно привязать значение одной из переменных выбранных элементов к параметрам текущей копии.

Основные темы в этом разделе:

- Линейный массив 2D элементов
- Круговой массив 2D элементов
- Массив 2D элементов по кривой
- Массив 2D элементов по таблице
- Изменение числа копий в массиве 2D элементов
- Диалог параметров массива

См. также:

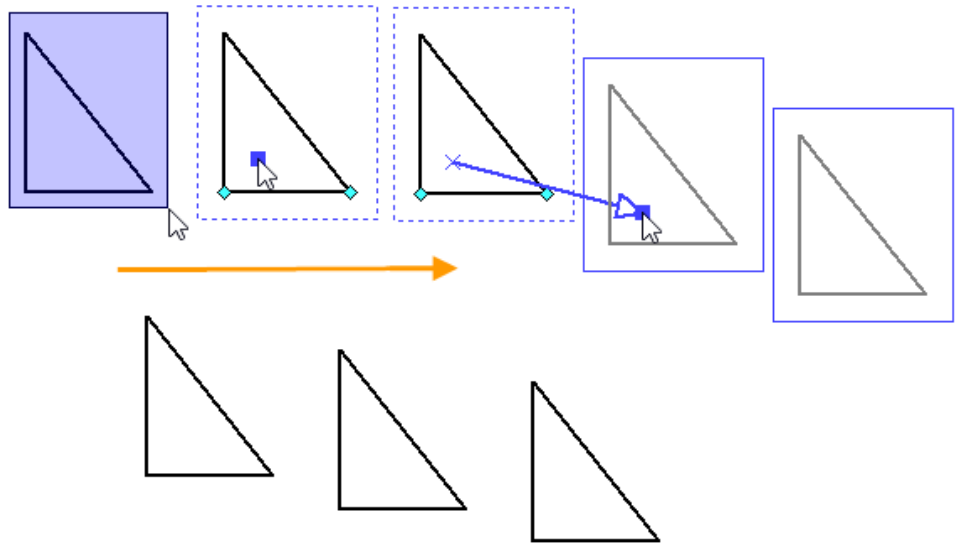
- Выбор 2D элементов для переноса и копирования
- Переход между командами переноса и копирования 2D элементов
- Режимы копирования 2D элементов
- Привязка переноса и копирования 2D элементов
- Действие после переноса и копирования 2D элементов

Линейный массив 2D элементов

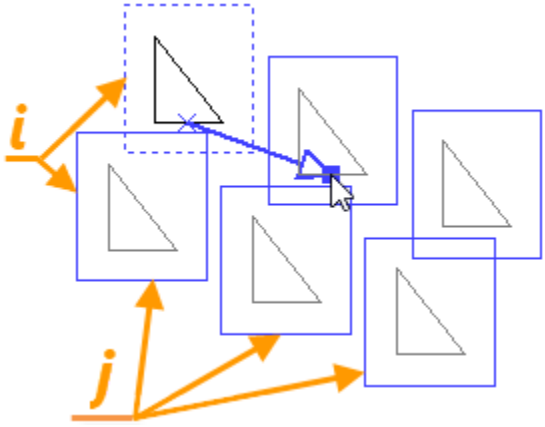
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Дополнительно > Массив > Линейный массив Сборка (2D) > Сборка > Массив > Линейный массив Листовой металл (2D) > Дополнительно > Массив > Линейный массив
Клавиатура	Текстовое меню
<XL>	Чертёж > Массив > Линейный массив

Для создания линейного массива необходимо после выбора исходных элементов и выбора режима копирования задать исходную и целевую точки как описано в главе Привязка переноса и копирования 2D элементов. В окне параметров параметры исходной точки отображаются в группе **Начальная точка**, а целевой - **Конечная точка**. Указанные точки задают направляющий вектор массива. Копии будут располагаться вдоль направляющего вектора. Значения шага или длины массива можно вводить с клавиатуры или приравнивать к длине направляющего вектора.
После задания первой точки на экране отображаются динамически перемещающиеся элементы массива. Их количество определяется в окне параметров. Для окончания создания массива достаточно указать положение конечной точки.



Массив имеет два измерения: **Столбцы** - направление вдоль направляющего вектора, и **Ряды** - направление перпендикулярно направляющему вектору

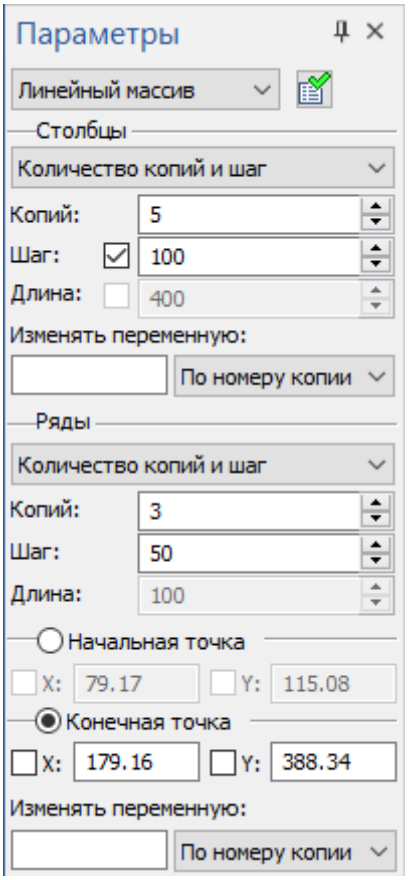


i - ряды

j - столбцы

Параметры массива в каждом из направлений задаются в соответствующей (**Столбцы** или **Ряды**) группе в окне параметров.

Параметры линейного массива



В верхней части окна параметров расположен выпадающий список для выбора вида преобразования.

Подробная информация о видах преобразования доступна в главе Переход между командами переноса и копирования 2D элементов.

Справа от данного выпадающего списка расположена кнопка **Сохранить параметры по умолчанию**. Значения параметров, установленные на момент нажатия данной кнопки, будут использоваться по умолчанию при последующих вызовах команды создания линейного массива.

Ниже расположена группа **Столбцы,** содержащая следующие параметры массива в направлении вдоль направляющего вектора:

Способ задания

Массив имеет три ключевых взаимосвязанных параметра в каждом направлении: количество копий, шаг и общая длина. В зависимости от выбранного способа задания, два из этих параметров задаются пользователем, а третий вычисляется автоматически из значений первых двух. В выпадающем списке доступны следующие способы задания:

- **Количество копий и шаг**
  Общая длина считается автоматически.
- **Общая длина и шаг**
  Количество копий считается автоматически.
- **Количество копий и длина**
  Шаг считается автоматически.

Копий

Количество копий в массиве, т.е. число повторений набора исходных элементов, включая сам исходный набор.

Шаг

Расстояние между соседними копиями. Рядом с полем ввода данного параметра находится флаг. Если флаг снят, то значение параметра определяется расстоянием между исходной и целевой точками направляющего вектора. Если флаг установлен, то значение вводится с клавиатуры. При способе задания **Длина и шаг** данный флаг невозможно снять.

Длина

Общая длина массива, т.е. расстояние между первой и последней копией. Рядом с полем ввода данного параметра находится флаг. Если флаг снят, то значение параметра определяется расстоянием между исходной и целевой точками направляющего вектора. Если флаг установлен, то значение вводится с клавиатуры.

Изменять переменную

Позволяет присваивать одной из переменных для каждой копии значения номера копии или расстояния от начала массива до текущей копии.

> Подробная информация об использовании данного параметра доступна в главе Параметрический линейный массив 2D элементов.

Ниже находится группа **Ряды,** содержащая параметры массива в направлении перпендикулярно направляющему вектору. Набор параметров в этой группе аналогичен набору параметров в группе **Столбцы**, описанному выше. Отличие состоит лишь в том, что **Длину** и **Шаг** в данном направлении нельзя задавать расстоянием между точками направляющего вектора, поэтому флаги у данных параметров отсутствуют.

Кроме того, доступны поля ввода и флаги координат **X** и **Y Начальной** и **Конечной точек** направляющего вектора.

> Подробная информация о параметрах точек доступна в главе Привязка переноса и копирования 2D элементов.

При создании линейного массива в режиме **Создать копию с ограничениями** будет автоматически создано ограничение **Линейный массив**.

Основные темы в этом разделе:

- Параметрический линейный массив 2D элементов

См. также:

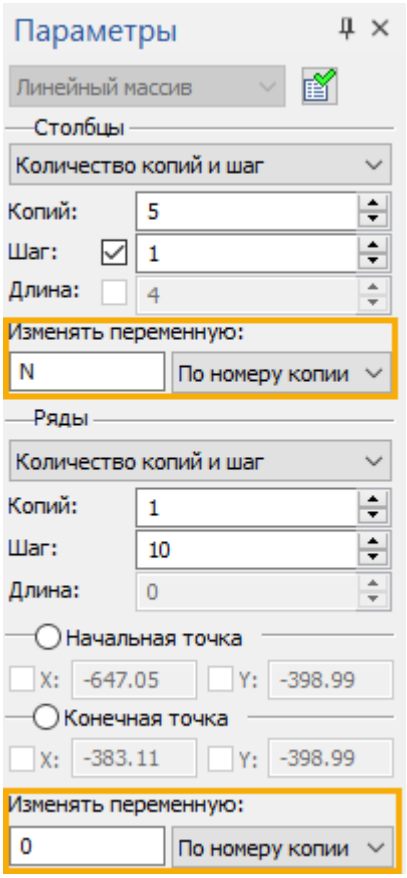
- Выбор 2D элементов для переноса или копирования
- Переход между командами переноса и копирования 2D элементов
- Режимы копирования 2D элементов
- Привязка переноса и копирования 2D элементов
- Действие после переноса и копирования 2D элементов

Параметрический линейный массив 2D элементов

Для линейного массива доступна опция управления параметризацией копий: **Изменять переменную**.

Для создания параметрического массива необходимо ввести имя переменной в поле **Изменять переменную** и выбрать режим изменения в соседнем выпадающем списке.

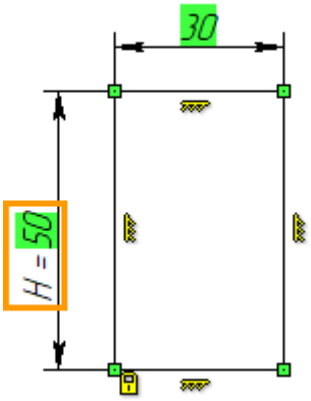
Переменная принимает значение либо в соответствии с номером копии (режим **По номеру копии**), либо в соответствии с расстоянием от начала траектории (режим **По длине**) в выбранном направлении (**Столбцы** или **Строки**).



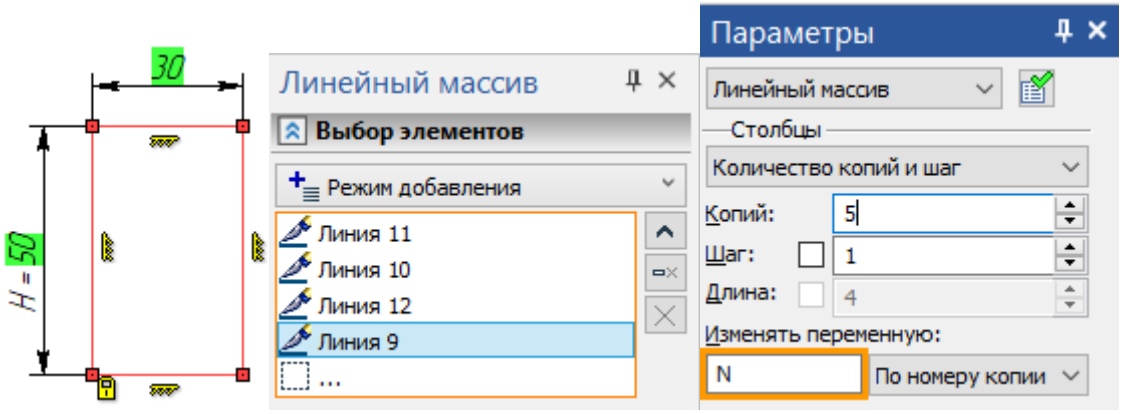
Пример

Необходимо сделать массив прямоугольника, где в каждой последующей копии высота прямоугольника будет увеличена на 15 мм.

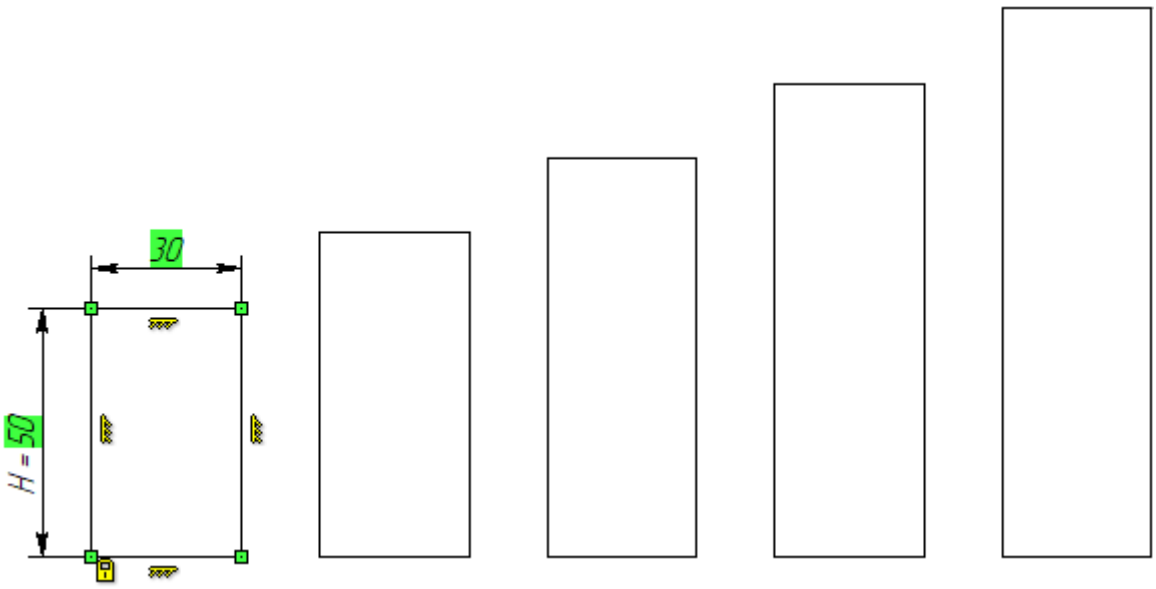
Построим прямоугольник. Высоту прямоугольника будем определять переменной H. В редакторе переменных для переменной H напишем выражение: H=50+N*15, где N – будет изменяемая переменная массива.



Создадим одномерный линейный массив, в котором в поле **Изменять переменную** для столбцов укажем переменную N, и выберем вариант изменения **По номеру копии**.



В результате будет получен следующий массив.

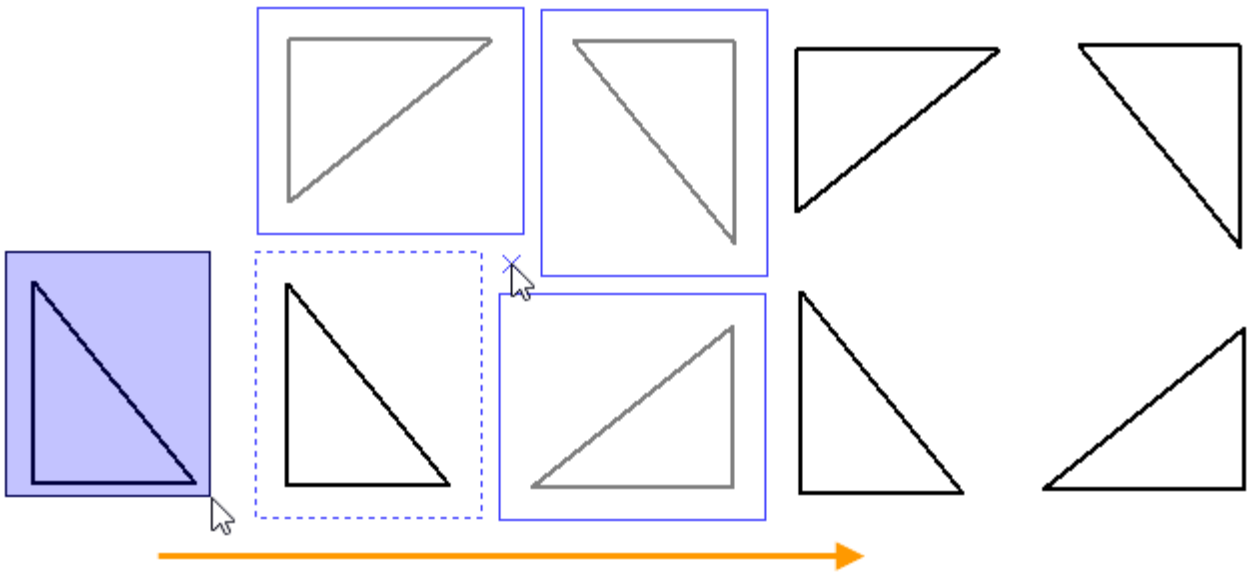


Круговой массив 2D элементов

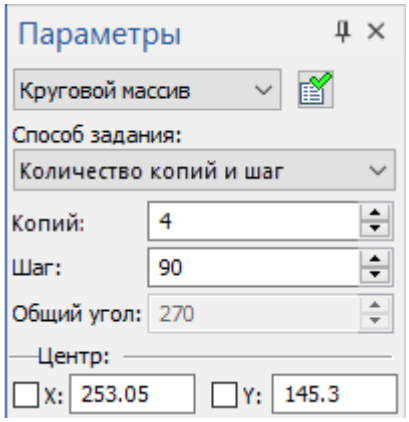
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Дополнительно > Массив > Круговой массив Сборка (2D) > Сборка > Массив > Круговой массив Листовой металл (2D) > Дополнительно > Массив > Круговой массив
Клавиатура	Текстовое меню
<XR>	Чертёж > Массив > Круговой массив

Для создания кругового массива необходимо после выбора исходных элементов и выбора режима копирования задать целевую точку - центр массива, как описано в главе Привязка переноса и копирования 2D элементов. В окне параметров параметры точки отображаются в группе **Центр**. Копии в массиве располагаются вокруг центра на расстоянии, равном расстоянию между центром и исходными элементами. После выбора копируемых объектов, до указания центра массива, на экране отображаются динамически перемещаемые элементы массива. Количество элементов и охватываемый ими угол определяются в окне параметров. После указания положения центра создание массива завершается.



Параметры кругового массива



В верхней части окна параметров расположен выпадающий список для выбора вида преобразования.

> Подробная информация о видах преобразования доступна в главе Переход между командами переноса и копирования 2D элементов.

Справа от данного выпадающего списка расположена кнопка **Сохранить параметры по умолчанию**. Значения параметров, установленные на момент нажатия данной кнопки, будут использоваться по умолчанию при последующих вызовах команды создания линейного массива.

Ниже расположены следующие параметры массива:

Способ задания

Массив имеет три ключевых взаимосвязанных параметра: количество копий, шаг и общий угол. В зависимости от выбранного способа задания, два из этих параметров задаются пользователем, а третий вычисляется автоматически из значений первых двух. В выпадающем списке доступны следующие способы задания:

- **Количество копий и шаг**
  Общий угол считается автоматически.
- **Общий угол и шаг**
  Количество копий считается автоматически.
- **Количество копий и общий угол**
  Шаг считается автоматически.

Копий
Количество копий в массиве, т.е. число повторений исходных элементов, включая сами исходные элементы.
Шаг
Угловое расстояние между соседними копиями. Копии поворачиваются относительно выбранной целевой точки. От знака шага зависит направление массива. Положительный шаг откладывается против часовой стрелки, отрицательный - по часовой.
Общий угол
Угловое расстояние между первой и последней копией.

Кроме того, доступны поля ввода и флаги координат **X** и **Y Центра** массива (целевой точки).

> Подробная информация о параметрах точек доступна в главе Привязка переноса и копирования 2D элементов.

При создании кругового массива в режиме **Создать копию с ограничениями** будет автоматически создано ограничение **Круговой массив**.

См. также:

- Выбор 2D элементов для переноса или копирования
- Переход между командами переноса и копирования 2D элементов
- Режимы копирования 2D элементов
- Привязка переноса и копирования 2D элементов
- Действие после переноса и копирования 2D элементов

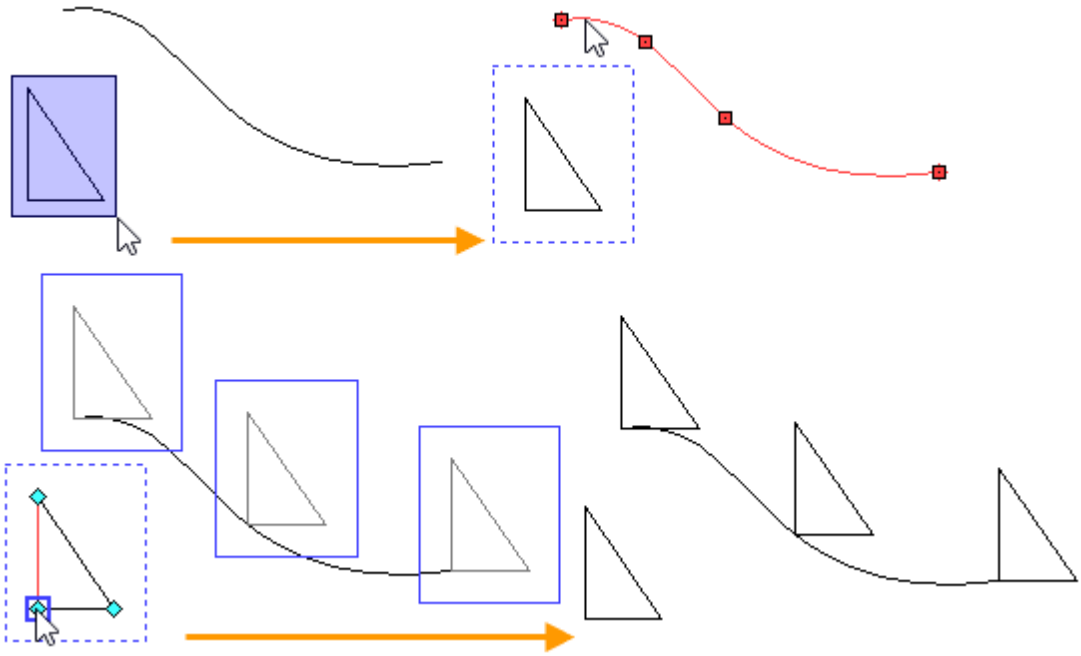
Массив 2D элементов по кривой

Вызов команды:

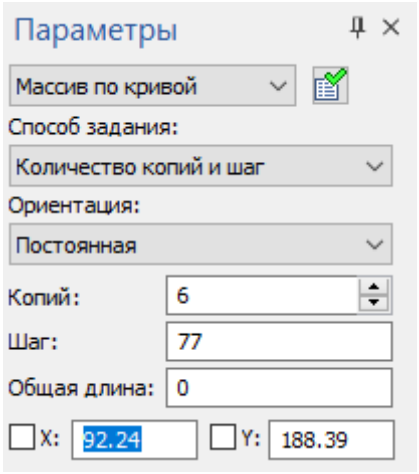
Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Дополнительно > Массив > Массив по кривой Сборка (2D) > Сборка > Массив > Массив по кривой Листовой металл (2D) > Дополнительно > Массив > Массив по кривой
Клавиатура	Текстовое меню
<XV>	Чертёж > Массив > Массив по кривой

Массив по кривой позволяет разместить копии 2D элементов вдоль выбранной траектории с возможностью управления ориентацией копий.
Для создания массива по кривой необходимо после выбора исходных элементов и выбора режима копирования задать кривую, а затем одну целевую точку, как описано в главе Привязка переноса и копирования 2D элементов. Первая копия в массиве будет располагаться относительно начальной точки выбранной кривой так же как исходные элементы массива располагаются относительно выбранной целевой точки. В отличие от других массивов, в **массиве по кривой** исходные элементы не входят в число копий. Для привязки второй копии используется точка, расположенная на выбранной кривой относительно начальной точки на расстоянии равном шагу массива. Копия располагается относительно точки на кривой так же, как исходные элементы располагаются относительно целевой точки. Для привязки третьей копии используется точка, расположенная на выбранной кривой на расстоянии равном шагу массива от точки, использованной для создания предыдущей копии, и т.д. В процессе задания целевой точки в 2D окне показывается

предварительное изображение создаваемого массива, динамически изменяющееся в зависимости от текущего положения курсора. Количество копий, шаг, общая длина массива и способ ориентации копий определяются в окне параметров.



Параметры массива по кривой



В верхней части окна параметров расположен выпадающий список для выбора вида преобразования.

> Подробная информация о видах преобразования доступна в главе Переход между командами переноса и копирования 2D элементов.

Справа от данного выпадающего списка расположена кнопка **Сохранить параметры по умолчанию**. Значения параметров, установленные на момент нажатия данной кнопки, будут использоваться по умолчанию при последующих вызовах команды создания линейного массива.

Ниже расположены следующие параметры массива:

Способ задания

Массив имеет три ключевых взаимосвязанных параметра: количество копий, шаг и общая длина. В зависимости от выбранного способа задания, два из этих параметров задаются пользователем, а третий вычисляется автоматически из значений первых двух. Кроме того, общая длина может быть

задана длиной выбранной кривой. В выпадающем списке доступны следующие способы задания массива:

- **Количество копий и шаг**
  Количество копий и шаг задаются пользователем. Общая длина считается автоматически.
- **Длина и шаг**
  Общая длина и шаг задаются пользователем. Количество копий считается автоматически.
- **Количество копий и длина**
  Количество копий и общая длина задаются пользователем. Шаг считается автоматически.
- **Количество копий**
  Количество копий задаётся пользователем. Общая длина равна длине выбранной кривой. Шаг считается автоматически.
- **Шаг**
  Шаг задаётся пользователем. Общая длина равна длине выбранной кривой. Количество копий считается автоматически.

Копий
Количество копий в массиве, т.е. число повторений исходных элементов.

> В отличие от других массивов, в **массиве по кривой** сами исходные элементы не входят в количество копий.

Шаг
Расстояние между точками привязки соседних копий вдоль выбранной кривой.
Общая длина
Общая длина массива, т.е. расстояние между точками привязки первой и последней копий вдоль выбранной кривой.

> Если заданы такие значения параметров, что общая длина (введённая вручную или вычисленная автоматически) превышает длину выбранной кривой, то все не уместившиеся копии будут построены относительно конечной точки кривой.

Ориентация
Копии массива могут быть по-разному ориентированы относительно кривой. В выпадающем списке доступны следующие способы ориентации копий:

- **Постоянная**
  Для всех копий массива сохраняется ориентация исходных объектов копирования.
- **По касательной**
  Угол поворота копии соответствует углу касательной, построенной к кривой в точке привязки этой копии.
- **По хорде**
  Угол поворота копии соответствует углу хорды, проведённой из точки привязки предыдущей копии, к точке привязки текущей копии.

Кроме того, доступны поля ввода и флаги координат **X** и **Y** целевой точки.

> Подробная информация о параметрах точек доступна в главе Привязка переноса и копирования 2D элементов.

См. также:

- Выбор 2D элементов для переноса или копирования
- Переход между командами переноса и копирования 2D элементов
- Режимы копирования 2D элементов

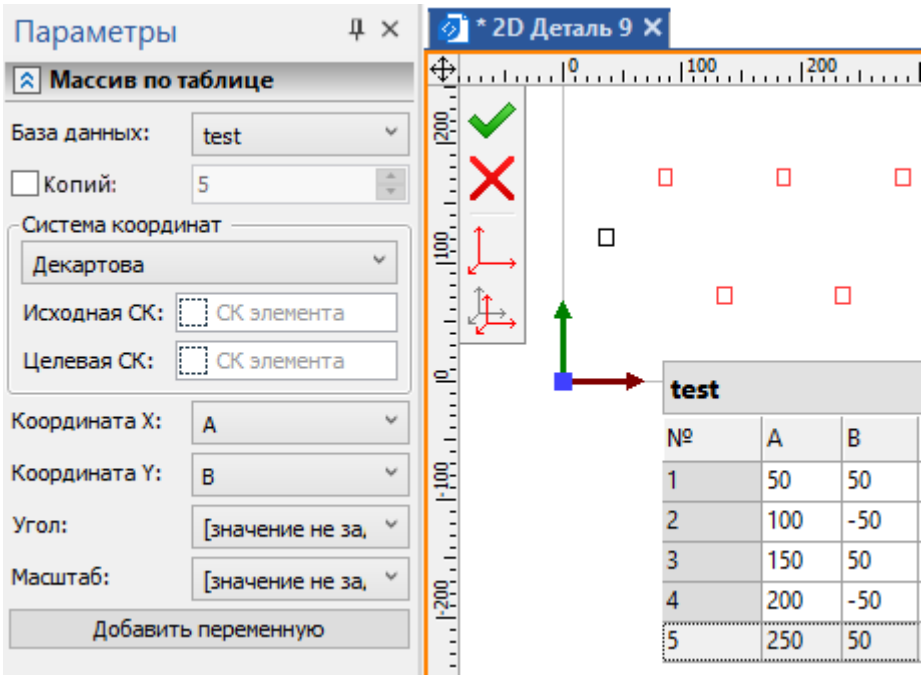
- Привязка переноса и копирования 2D элементов
- Действие после переноса и копирования 2D элементов

Массив 2D элементов по таблице

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Дополнительно > Массив > Массив по таблице Сборка (2D) > Сборка > Массив > Массив по таблице Листовой металл (2D) > Дополнительно > Массив > Массив по таблице
Клавиатура	Текстовое меню
<XD>	Чертёж > Массив > Массив по таблице

Массив по таблице позволяет приравнивать координаты, угол поворота, масштаб и пользовательские переменные копий к значениям столбцов базы данных. Для создания массива необходимо, чтобы база уже была создана в текущем документе на момент вызова команды. В отличие от других типов массивов данная команда не требует выбора ни исходных, ни целевых точек.



После выбора исходных элементов массива необходимо выбрать **Базу данных** в одноимённом выпадающем списке в окне параметров команды. Список содержит все базы данных, имеющиеся в текущем документе.

Подробная информация о работе с базами данных доступна в разделе Базы данных.

По умолчанию число копий в массиве соответствует числу строк выбранной базы данных. Оно отображается в поле **Копий** в окне параметров команды, но не доступно для редактирования. Если требуется задать другое число копий, следует установить флаг слева от данного поля. После установки флага можно ввести произвольное значение числа копий. Однако, данное значение не может быть больше, чем число строк выбранной базы данных. При произвольном числе копий

массивом используется соответствующее количество строк от начала базы данных, а содержимое остальных строк никак не влияет на результат построения.

В группе параметров **Система координат** в окне параметров команды находится выпадающий список, в котором можно выбрать **Декартову** или **Полярную** систему координат. В зависимости от выбранной системы меняется набор параметров ниже.
Опционально можно выбрать существующие на текущей странице документа локальные системы координат в качестве **Исходной** и **Целевой СК**. По умолчанию и в качестве исходной, и в качестве целевой СК используется СК исходных элементов массива (**СК элемента**). У СК исходных элементов оси параллельны осям СК страницы или активного вида, а начало координат находится в центре прямоугольника, охватывающего исходные элементы. После выбора исходной СК или целевой СК пользователем значение по умолчанию для оставшейся СК автоматически меняется на **СК страницы** (или активного вида).
Исходная и **Целевая СК** выбираются в 2D окне после активации одноименных полей в окне параметров команды или следующих опций автоменю:

<S> Выбрать исходную систему координат

<T> Выбрать целевую систему координат

Координаты копий (как декартовы, так и полярные) всегда отсчитываются относительно **Исходной СК**. Если исходная и целевая СК не совпадают, то координаты **Целевой СК** относительно **Исходной** дополнительно прибавляются к координатам каждой копии в массиве. Однако, центром поворота и масштабирования копий всегда является точка, расположенная относительно начала координат страницы или активного вида так же, как начало **Целевой СК** расположено относительно начала **Исходной СК**. Таким образом, если начало координат исходной СК, не совпадает с началом координат страницы или активного вида, то центр поворота и масштабирования не совпадает с началом отсчета координат копий.

После выбора систем координат необходимо установить соответствие между параметрами элементов массива и столбцами выбранной базы данных. В зависимости от выбранного типа СК (**Декартова** или **Полярная**) в нижней части окна параметров команды доступны выпадающие списки следующих параметров.
Для декартовой системы координат:

- **Координата X;**
- **Координата Y.**

Для полярной системы координат:

- **Радиус**
  Расстояние от начала координат.
- **Полярный угол**
  Отклонение от положительного направления оси X.

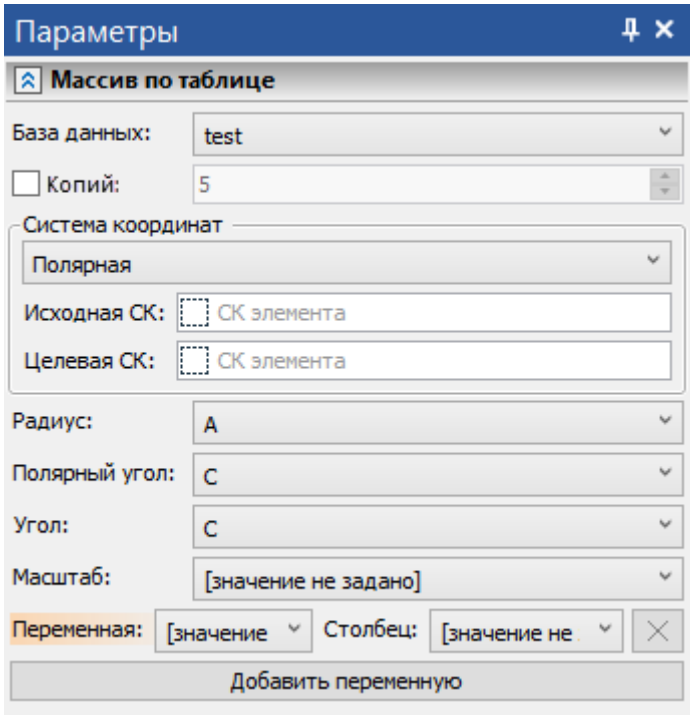
Для обоих типов СК:

- **Угол;**
- **Масштаб.**

Принцип применения данных параметров описан выше.
В каждом из выпадающих списков можно выбрать название одного из столбцов базы данных, значения в котором будет определять соответствующий параметр копии. Можно выбирать один и тот же столбец в нескольких выпадающих списках одновременно.

Обязательным условием является выбор столбца базы данных хотя бы в одном из доступных выпадающих списков.
Помимо названий столбцов базы данных выпадающие списки содержат опцию **[значение не задано].** При выборе этой опции соответствующий параметр будет равен нулю (единице в случае масштаба).

Под вышеперечисленными параметрами в окне параметров расположена кнопка **Добавить переменную.** Нажатие данной кнопки добавляет в окно параметров еще одну строку с парой выпадающих списков **Переменная** и **Столбец**. Можно добавить множество таких строк, последовательно нажимая на данную кнопку необходимое число раз. В каждой строке устанавливается соответствие между одной из переменных документа и одним из столбцов выбранной базы данных аналогично описанному выше. Если количество пар выпадающих списков больше, чем требуется, лишнюю строку можно удалить, нажав кнопку **Удалить переменную** в правой части строки. В списках доступны все переменные документа, независимо от того, имеют ли они какое-либо отношение к исходным элементам массива. Однако, для того, чтобы приравнивание переменной к столбцу базы данных имело эффект, следует выбрать переменную, определяющую параметры исходных элементов.
По умолчанию во всех списках выбрана опция **[значение не задано]**. Не обязательно задавать значения в каждом списке; наличие незаданных значений не препятствует созданию массива, если задано соответствие столбцу базы данных хотя бы для одного параметра или переменной.
Можно выбирать одни и те же столбцы в качестве значений разных переменных.
Система не препятствует приравниванию одной и той же переменной к нескольким столбцам одновременно, однако, в итоге массив будет построен с использованием значений столбца, выбранного в самом нижнем списке для такой переменной.

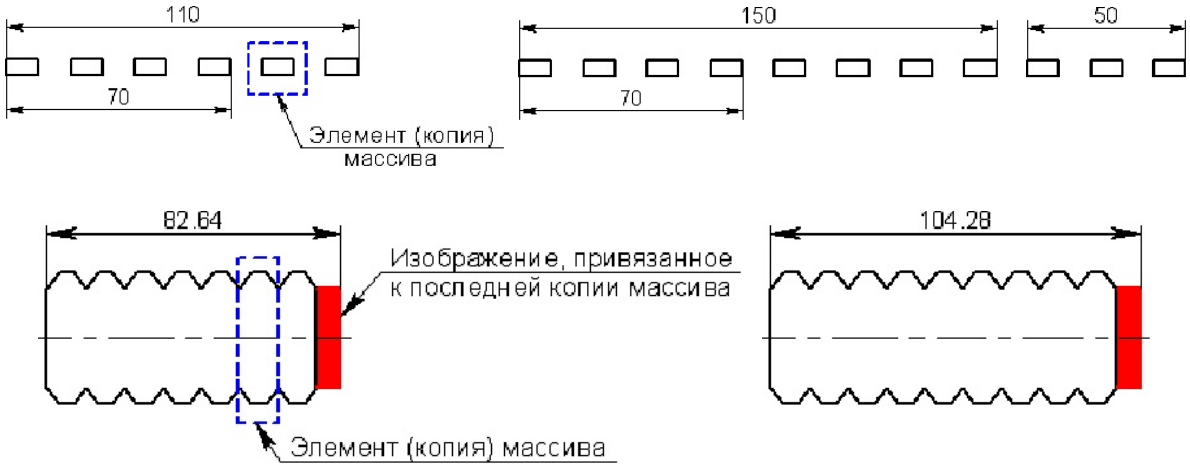


См. также:

- Выбор 2D элементов для переноса или копирования

Изменение числа копий в массиве 2D элементов

При изменении количества копий в массиве добавление или удаление копий происходит непосредственно перед последней копией массива. Благодаря этому, например, размеры, проставленные между граничными элементами массивов, сохраняются при любом изменении числа копий массива. Размеры, проставленные на внутренних копиях массива, могут исчезать при уменьшении их общего числа. То же самое справедливо и для любых других 2D построений: элементы, привязанные к граничным копиям массива, всегда будут сохранять правильное положение при любом изменении массива.



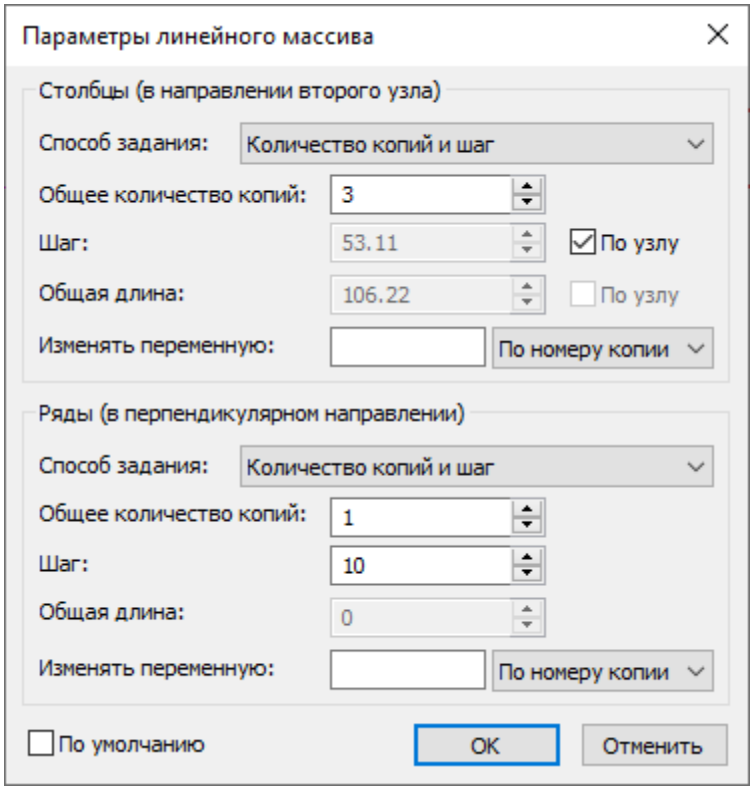
При создании штриховки на основе элементов массива следует придерживаться следующей методики: перед созданием штриховки необходимо установить максимально необходимое количество копий массива. Штриховку следует создавать с помощью автопоиска. В этом случае в дальнейшем она будет вести себя корректно и не сломается при любом изменении числа копий массива (внутри исходного диапазона).

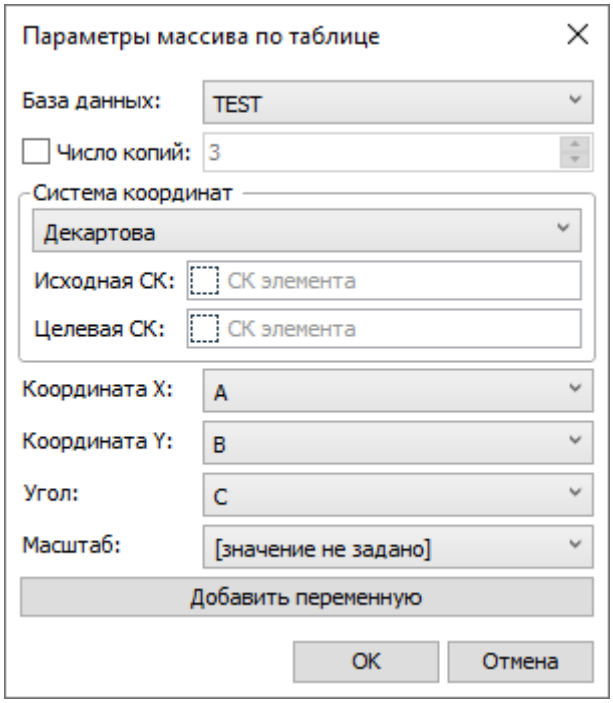
В трёхмерном моделировании 2D массив, расположенный на рабочей плоскости, может быть использован для создания 3D профиля. Профиль можно создать как на основе самих линий изображения, так и на основе созданной по ним штриховки. При работе с переменным массивом использовать для создания профиля штриховку (на основе линий массива) имеет смысл только в том случае, когда заранее известно необходимое максимальное число копий массива. В остальных случаях 3D профиль следует создавать на основе линий изображения массива. При дальнейших построениях следует учитывать, что идентификация геометрических составляющих 3D элемента (рёбер, вершин, и т.п.), созданного с использованием переменного 2D массива, меняется при изменении числа копий этого массива.

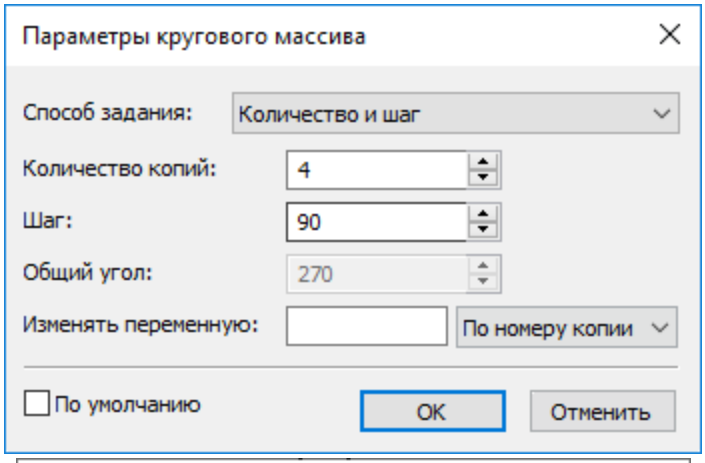
См. также:

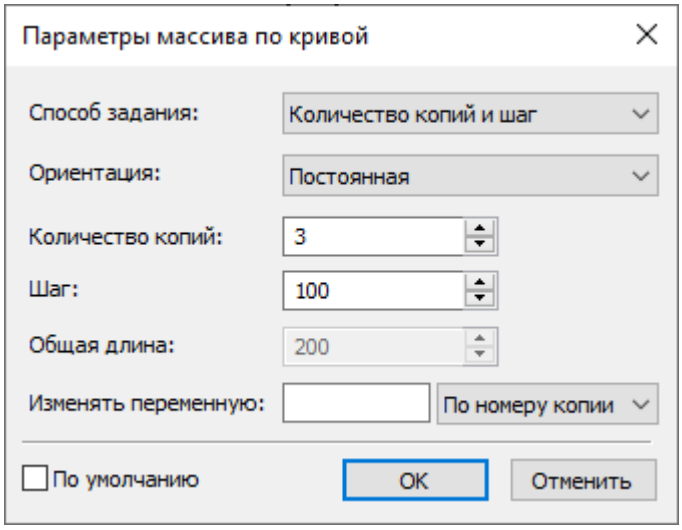
- Удаление исходных элементов ассоциативной 2D копии

Диалог параметров массива









Диалог параметров массива можно вызвать из контекстного меню самого массива или входящих в него копий. Набор параметров в диалоге совпадает с набором, отображаемым в окне параметров при создании и редактировании массива. Описание параметров приведено отдельно для каждого типа массивов в главах Линейный массив, Круговой массив, Массив по кривой и Массив по таблице.

См. также:

- Параметры по умолчанию
- Задание параметров элемента
- Диалог параметров операции копирования

Перенос и копирование 2D элементов

Во время работы с командами переноса и копирования пользователь может применять преобразования следующих типов: **Перемещение, Поворот, Перемещение и поворот, Масштабирование, Симметрия.** Информация о применении преобразований каждого типа приведена на отдельной странице этого раздела. Каждая страница описывает и копирование и перенос одновременно.

Основные темы в этом разделе:

- Перемещение 2D элементов
- Поворот 2D элементов
- Перемещение с поворотом 2D элементов
- Масштабирование 2D элементов
- Симметрия 2D элементов

- Диалог параметров операции копирования 2D элементов

См. также:

- Выбор 2D элементов для переноса и копирования
- Переход между командами переноса и копирования 2D элементов
- Режимы копирования 2D элементов
- Режимы переноса 2D элементов
- Перетягивание 2D элементов мышью
- Привязка переноса и копирования 2D элементов
- Опции переноса 2D элементов
- Действие после переноса и копирования 2D элементов

Перемещение 2D элементов

Вызов команды переноса:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Дополнительно > Перенос > Перенос с перемещением Листовой металл (2D) > Дополнительно > Перенос > Перенос с перемещением
Клавиатура	Текстовое меню
<ТМ>	Правка > Перенос > Перенос с перемещением Чертёж > Перенос > Перенос с перемещением

Вызов команды копии:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Дополнительно > Копия > Копия с перемещением Сборка (2D) > Сборка > Копия > Копия с перемещением Листовой металл (2D) > Дополнительно > Копия > Копия с перемещением
Клавиатура	Текстовое меню
<ХМ>	Чертёж > Копия > Копия с перемещением

Для создания перемещения или копирования с перемещением необходимо указать начальную точку (исходную точку преобразования) и конечную точку (целевую точку преобразования).
При задании координат точек можно зафиксировать координату по одной из осей, установив флаг слева от значения координаты. В этом случае перемещение мыши в 2D окне будет влиять только на значение той координаты, для которой флаг не установлен.
После задания начальной точки в автоменю появляются и автоматически активируются следующие опции:

<U> Перемещение вдоль оси X

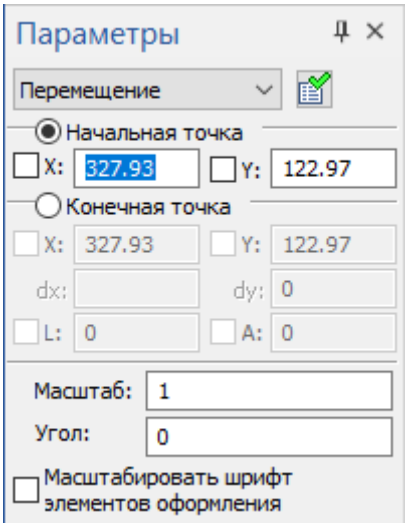
<V> Перемещение вдоль оси Y

Деактивация данных опций блокирует перемещение конечной точки вдоль соответствующей оси с помощью курсора мыши и устанавливает флаг соответствующей координаты конечной точки в окне

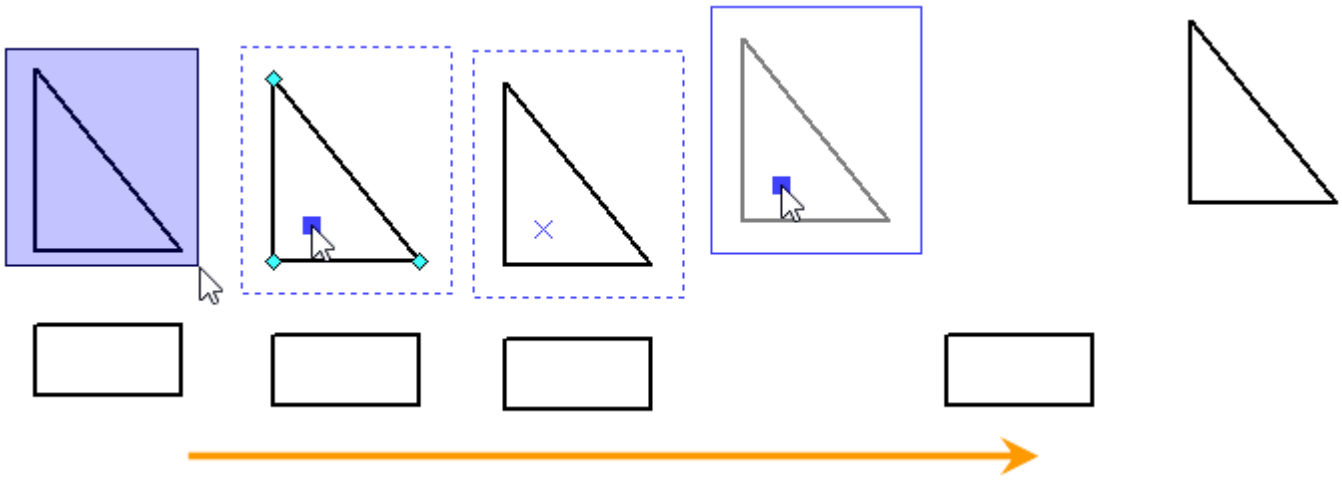
параметров команды. Таким образом удобно задавать горизонтальное или вертикальное перемещение.

Если установлен режим автоматического определения исходной точки на основе одной из характерных точек охватывающего прямоугольника, начальная точка не задаётся. Преобразование выполняется путём переноса начальной точки в конечную.

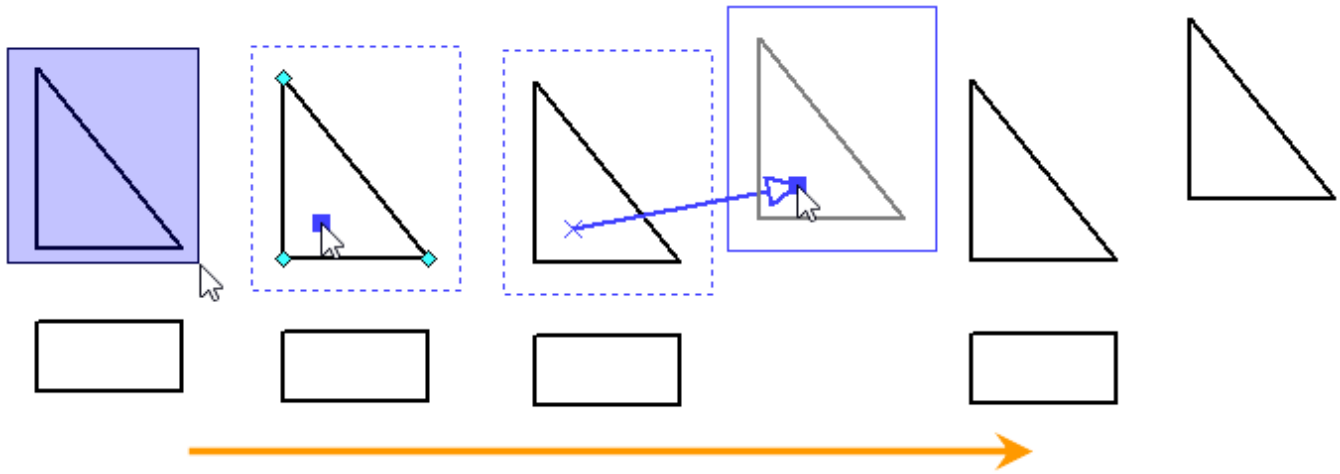
Дополнительно в окне параметров можно изменить масштаб и угол поворота перемещаемого изображения. Флаг **Масштабировать шрифт элементов оформления** позволяет управлять масштабированием элементов оформления, входящих в набор объектов копирования. Если флаг установлен, то у всех копируемых элементов оформления будет изменён размер шрифта в соответствии с заданным масштабом. При снятом флаге размер шрифта копируемых элементов оформления не меняется. На размер шрифта копируемых текстов данный флаг не влияет – они масштабируются всегда.



Последовательность действий и результат выполнения команды **Перенос с перемещением**.



Последовательность действий и результат выполнения команды **Копия с перемещением**.



См. также:

- Выбор 2D элементов для переноса и копирования
- Переход между командами переноса и копирования 2D элементов
- Режимы копирования 2D элементов
- Режимы переноса 2D элементов
- Перетягивание 2D элементов мышью
- Привязка переноса и копирования 2D элементов
- Опции переноса 2D элементов
- Действие после переноса и копирования 2D элементов

Поворот 2D элементов

Вызов команды переноса:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Дополнительно > Перенос > Перенос с поворотом Листовой металл (2D) > Дополнительно > Перенос > Перенос с поворотом
Клавиатура	Текстовое меню
<TT>	Правка > Перенос > Перенос с поворотом Чертёж > Перенос > Перенос с поворотом

Вызов команды копии:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Дополнительно > Копия > Копия с поворотом Сборка (2D) > Сборка > Копия > Копия с поворотом Листовой металл (2D) > Дополнительно > Копия > Копия с поворотом
Клавиатура	Текстовое меню
<XT>	Чертёж > Копия > Копия с поворотом

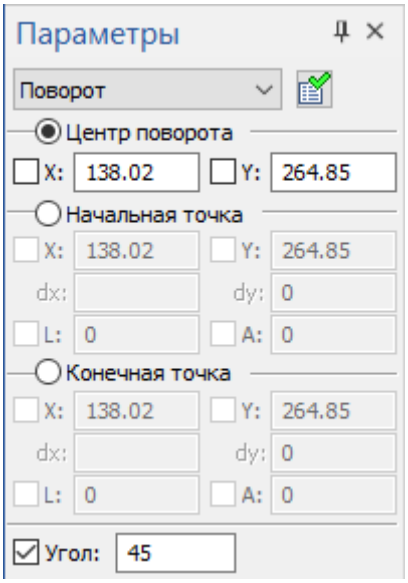
При создании поворота в общем случае указываются три точки: центр поворота (точка привязки), начальная точка, конечная точка.

При задании координат точек можно зафиксировать координату по одной из осей, установив флаг слева от значения координаты. В этом случае перемещение мыши в 2D окне будет влиять только на значение той координаты, для которой флаг не установлен.

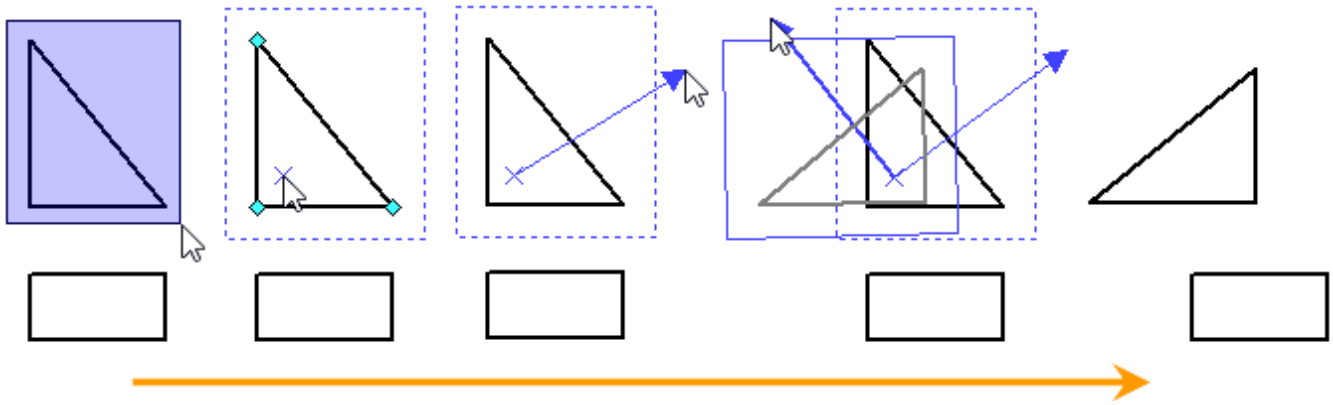
Поворот осуществляется относительно заданного центра. Угол поворота определяется как угол между векторами, проведёнными из центра поворота в начальную и конечную точки.

Значение угла поворота можно также задать числовым значением или переменной в окне параметров.

Центр поворота определяется автоматически, если установлен режим автоматического определения исходной точки на основе одной из характерных точек охватывающего прямоугольника.



Последовательность действий и результат выполнения команды **Перенос с поворотом**.



См. также:

- Выбор 2D элементов для переноса и копирования
- Переход между командами переноса и копирования 2D элементов
- Режимы копирования 2D элементов
- Режимы переноса 2D элементов
- Привязка переноса и копирования 2D элементов
- Опции переноса 2D элементов
- Действие после переноса и копирования 2D элементов

Перемещение с поворотом 2D элементов

Вызов команды переноса:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Дополнительно > Перенос > Перенос с перемещением и поворотом Листовой металл (2D) > Дополнительно > Перенос > Перенос с перемещением и поворотом
Клавиатура	Текстовое меню
<TP>	Правка > Перенос > Перенос с перемещением и поворотом Чертёж > Перенос > Перенос с перемещением и поворотом

Вызов команды копии:

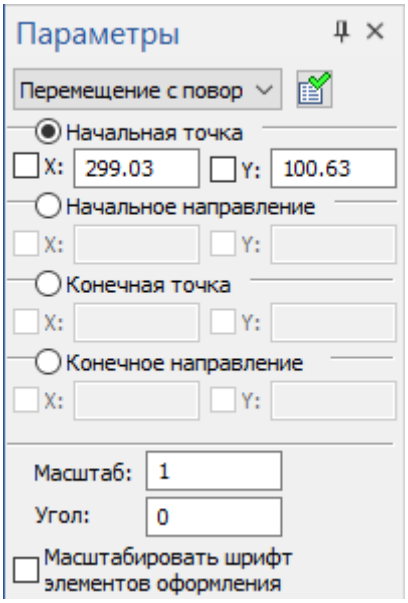
Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Дополнительно > Копия > Копия с перемещением и поворотом Сборка (2D) > Сборка > Копия > Копия с перемещением и поворотом Листовой металл (2D) > Дополнительно > Копия > Копия с перемещением и поворотом
Клавиатура	Текстовое меню
<XE>	Чертёж > Копия > Копия с перемещением и поворотом

Для создания перемещения с поворотом или аналогичного копирования необходимо указать:

- начальную точку (это исходная точка преобразования и первая точка вектора начального направления);
- вектор начального направления (задаётся точка окончания вектора);
- конечную точку (это целевая точка преобразования и первая точка вектора конечного направления);
- вектор конечного направления (задаётся точка окончания вектора).

Если установлен режим автоматического определения исходной точки на основе одной из характерных точек охватывающего прямоугольника, начальная точка не задаётся.

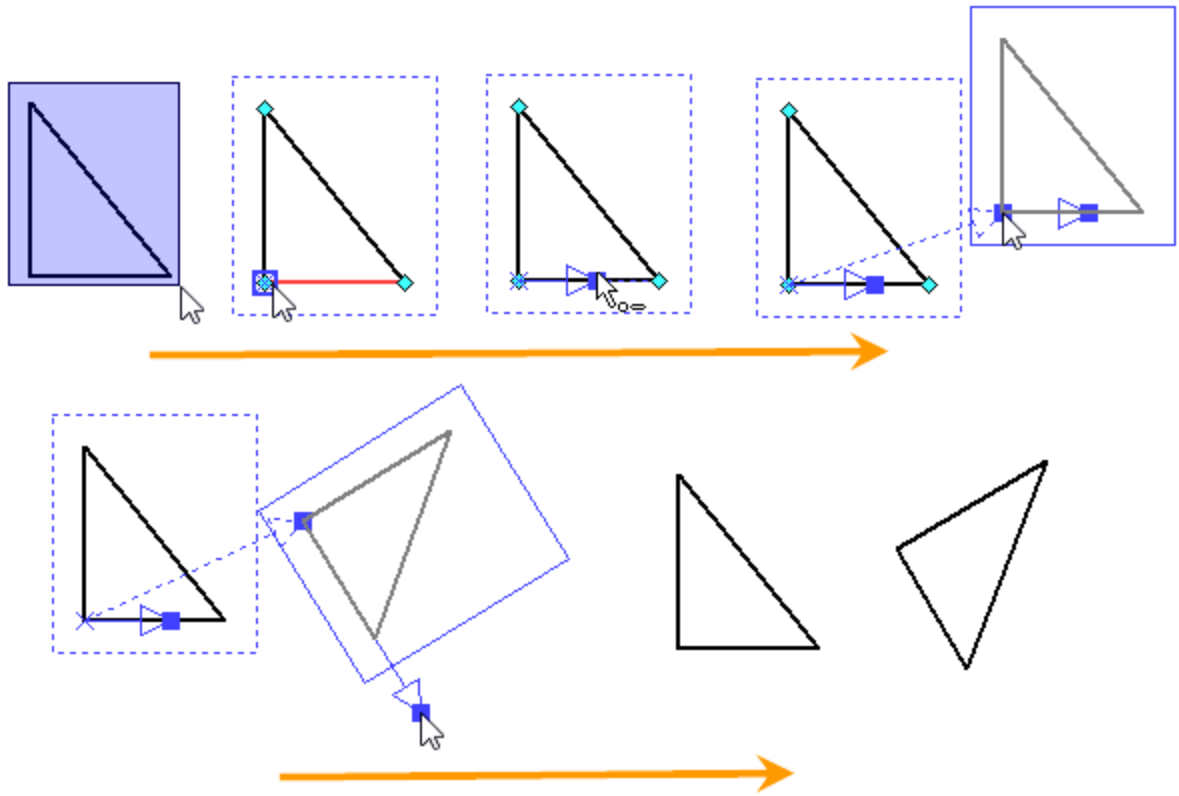
При задании координат точек можно зафиксировать координату по одной из осей, установив флаг слева от значения координаты. В этом случае перемещение мыши в 2D окне будет влиять только на значение той координаты, для которой флаг не установлен.



Преобразование выполняется путём переноса начальной точки в конечную (целевую) и поворота относительно конечной точки на угол между векторами начального и конечного направления. В окне параметров можно указать величину дополнительного угла доворота (суммируется с углом, заданным векторами).

Дополнительно в окне параметров можно изменить масштаб перемещаемого изображения. Флажок **Масштабировать шрифт элементов оформления** позволяет управлять масштабированием элементов оформления, входящих в набор объектов копирования.

Последовательность действий и результат выполнения команды **Копия с перемещением и поворотом**.



См. также:

- Выбор 2D элементов для переноса и копирования
- Переход между командами переноса и копирования 2D элементов
- Режимы копирования 2D элементов
- Режимы переноса 2D элементов
- Привязка переноса и копирования 2D элементов
- Опции переноса 2D элементов
- Действие после переноса и копирования 2D элементов

Масштабирование 2D элементов

Вызов команды переноса:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Дополнительно > Перенос > Перенос с масштабом Листовой металл (2D) > Дополнительно > Перенос > Перенос с масштабом
Клавиатура	Текстовое меню
<TA>	Правка > Перенос > Перенос с масштабом Чертёж > Перенос > Перенос с масштабом

Вызов команды копии:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Дополнительно > Копия > Копия с масштабом Сборка (2D) > Сборка > Копия > Копия с масштабом Листовой металл (2D) > Дополнительно > Копия > Копия с масштабом
Клавиатура	Текстовое меню
<XA>	Чертёж > Копия > Копия с масштабом

При масштабировании изображения, как и при повороте, необходимо указать три точки: центр масштабирования, начальную точку масштабирования, конечную точку масштабирования.

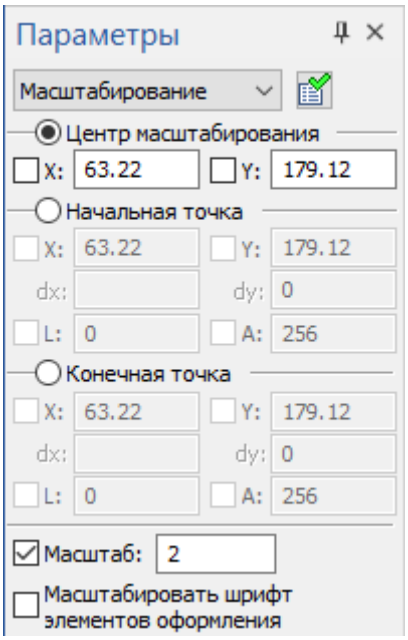
При задании координат точек можно зафиксировать координату по одной из осей, установив флаг слева от значения координаты. В этом случае перемещение мыши в 2D окне будет влиять только на значение той координаты, для которой флаг не установлен.

Центр масштабирования определяется автоматически, если установлен режим автоматического определения исходной точки на основе одной из характерных точек охватывающего прямоугольника.

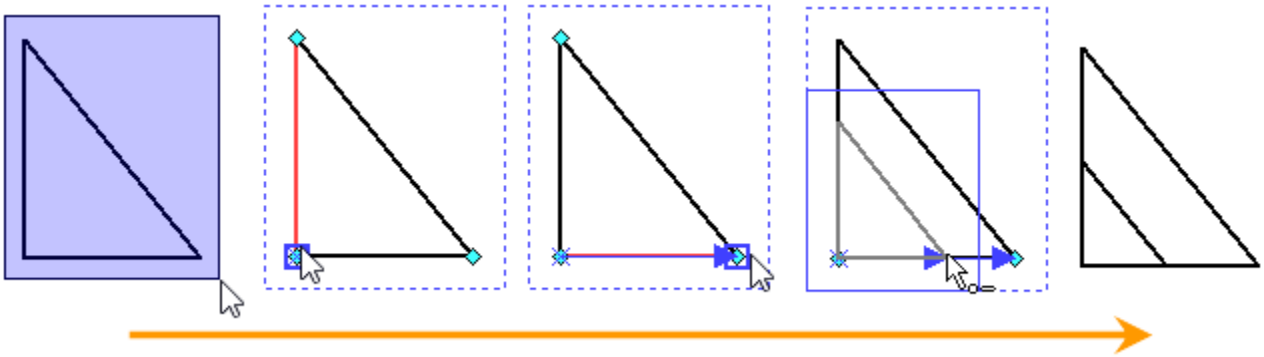
Значение масштаба вычисляется как отношение расстояния от конечной точки до центра к расстоянию от начальной точки до центра.

Значение масштаба можно также задать числовым значением или переменной в окне параметров.

Флаг **Масштабировать шрифт элементов оформления** позволяет управлять масштабированием шрифта копируемых элементов оформления (аналогично одноимённому флагу при создании перемещения).



Последовательность действий и результат выполнения команды **Копия с масштабом**.



См. также:

- Выбор 2D элементов для переноса и копирования
- Переход между командами переноса и копирования 2D элементов
- Режимы копирования 2D элементов
- Режимы переноса 2D элементов
- Привязка переноса и копирования 2D элементов
- Опции переноса 2D элементов
- Действие после переноса и копирования 2D элементов

Симметрия 2D элементов

Вызов команды переноса:

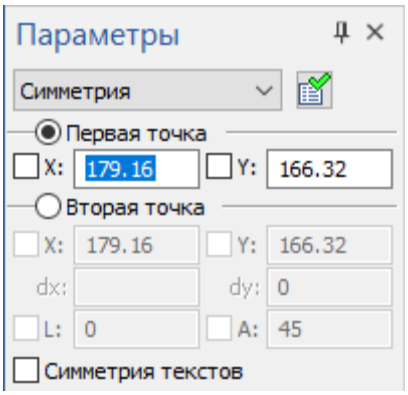
Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Дополнительно > Перенос > Перенос с симметрией Листовой металл (2D) > Дополнительно > Перенос > Перенос с симметрией
Клавиатура	Текстовое меню
<TS>	Правка > Перенос > Перенос с симметрией Чертёж > Перенос > Перенос с симметрией

Вызов команды копии:

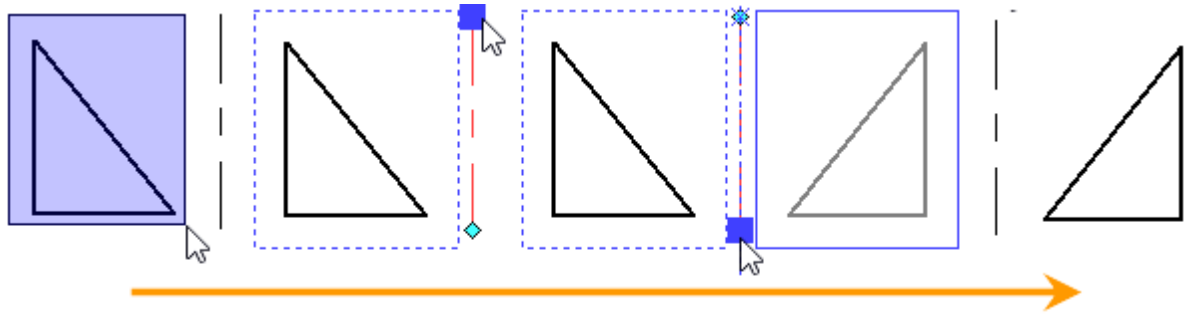
Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Дополнительно > Копия > Копия с симметрией Сборка (2D) > Сборка > Копия > Копия с симметрией Листовой металл (2D) > Дополнительно > Копия > Копия с симметрией
Клавиатура	Текстовое меню
<XS>	Чертёж > Копия > Копия с симметрией

Для создания симметрии необходимо указать только ось, относительно которой будут отражаться выбранные объекты. Ось можно задать, либо указав существующие прямую или отрезок с помощью , либо задав две точки, через которые должна проходить ось симметрии. В качестве точек можно использовать существующие 2D узлы.

При задании координат точек можно зафиксировать координату по одной из осей, установив флаг слева от значения координаты. В этом случае перемещение мыши в 2D окне будет влиять только на значение той координаты, для которой флаг не установлен.



Последовательность действий и результат выполнения команды **Перенос с симметрией**.



Следующие опции автоменю позволяют ускорить процесс задания горизонтальных/вертикальных осей симметрии:

	<U>	Перемещение вдоль оси X
	<V>	Перемещение вдоль оси Y

По умолчанию обе опции являются активными. Это означает задание произвольной оси (необходимо указать произвольные две точки или произвольную прямую/отрезок). При отключении одной из опций включается режим создания горизонтальной/вертикальной оси. Оставшаяся активной опция определяет вид оси: - горизонтальная ось, - вертикальная ось. В этом случае достаточно указать только одну точку, через которую будет проходить ось симметрии.
При выполнении симметрии текстов в окне параметров дополнительно можно установить флаг **Симметрия текстов**. При снятом флаге симметрия изменяет только положение текста. При установленном флаге симметрично отражается и содержимое текста.

При копировании в режиме Создать копию с ограничениями будет автоматически создано ограничение Симметричность.

См. также:

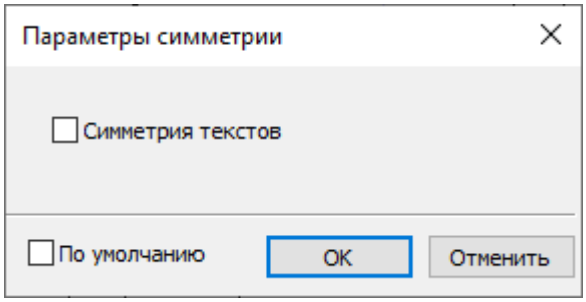
- Выбор 2D элементов для переноса и копирования
- Переход между командами переноса и копирования 2D элементов
- Режимы копирования 2D элементов
- Режимы переноса 2D элементов

- Привязка переноса и копирования 2D элементов
- Опции переноса 2D элементов
- Действие после переноса и копирования 2D элементов

Диалог параметров операции копирования 2D элементов

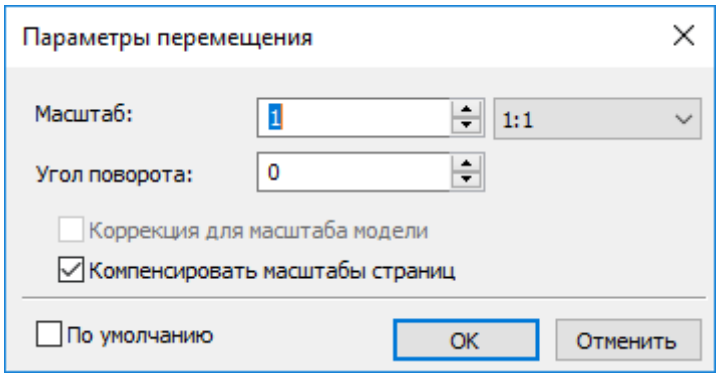
Диалог параметров операции копирования доступен для операций **Копия с перемещением, Копия с поворотом, Копия с перемещением и поворотом, Копия с масштабом** и **Копия с симметрией**, если копирование производилось в режиме создания ассоциативных копий. Диалог можно вызвать из контекстного меню самой операции или созданных ею элементов. Кроме того, поскольку выносные виды (по элементам, с обозначением, по контуру обрезки) создаются на основе того же механизма копирования, то аналогичный диалог можно вызвать из контекстного меню элементов выносного вида.
Вид диалога одинаков для всех вышеперечисленных операций, кроме **Копии с симметрией**.

Копия с симметрией



Для этой операции в диалоге доступен только флаг **Симметрия текстов**, аналогичный отображаемому в окне параметров при создании и редактировании операции.

Копия с перемещением, Копия с поворотом, Копия с перемещением и поворотом, Копия с масштабом, Выносные виды



Диалог содержит те же параметры **Масштаб** и **Угол поворота**, что и окно параметров при копировании с перемещением. Данные параметры доступны не только для копии с перемещением, но и для остальных вышеперечисленных операций. Таким образом можно менять масштаб и угол в операциях, при создании которых эти параметры недоступны.

> Изменение угла в параметрах операции копирования выносных видов не влияет на элементы вида, не являющиеся копиями (заголовок; контур обрезки; линии разрывов; элементы, построенные пользователем вручную). Для поворота всего вида целиком используйте диалог параметров вида.

Также в диалоге присутствуют следующие флаги:

Коррекция для масштаба модели.
Данный флаг позволяет добиться правильного размера копии при копировании в пределах одной страницы, масштаб которой отличен от 1:1.
При установленном флаге фактический масштаб копии рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{Результирующий масштаб перемещения} = \frac{\text{Заданный масштаб перемещения}}{\text{Масштаб исходной страницы}}$$

Компенсировать масштабы страниц
Данный флаг позволяет добиться правильного размера копии при копировании между страницами с разным масштабом.
При установленном флаге фактический масштаб копии рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{Результирующий масштаб перемещения} = \frac{\text{Заданный масштаб перемещения* Масштаб конечной страницы}}{\text{Масштаб исходной страницы}}$$

См. также:

- Параметры по умолчанию
- Задание параметров элемента
- Диалог параметров массива

Редактировать операцию копирования 2D элементов

Все элементы, полученные переносом или неассоциативным копированием, редактируются как обычные 2D элементы.
Ассоциативные копии также редактируются как обычные 2D элементы, однако для них недоступно редактирование ключевых точек.
Сама операция ассоциативного копирования может быть отредактирована с помощью специальной команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<EY>	Правка > Чертёж > Копия

Кроме того, команда доступна в контекстном меню операции копирования и в контекстном меню копии.
После вызова команды необходимо выбрать операции для редактирования. Можно выбирать операции копирования любого типа, включая массивы. Для выбора одной операции нажмите на ней в окне **Элементы модели** или на созданных ею копиях в 2D окне. При нажатии на пустом месте в 2D окне автоматически выбирается ближайшая операция подходящего типа. Можно выбрать несколько элементов рамкой или кривой. Кроме того, нажатие **<Shift>** + на элементе добавляет его к выбранным, а **<Ctrl>** + - исключает из выбранных. Для выбора сразу всех операций копирования, имеющихся на текущей страницы можно использовать следующую опцию автоменю:

<*> Выбрать все элементы

При выборе нескольких операций в автоменю доступна опция:

<Del> Удалить выбранные элементы

При выборе одной операции созданные ею элементы выделяются сплошной, а исходные - штриховой синей рамкой в 2D окне, а также отображается вектор преобразования или точка привязки для масштабирования, поворота, кругового массива (точки/вектор привязки можно изменить). В автоменю при этом доступны следующие опции:

<Enter> Завершить редактирование

<P> Установить параметры выбранных элементов

<O> Разрушить копию

<G> Разрушить копию с сохранением связей

<H> Выбрать штриховку для обрезки

<S> Редактировать список копируемых элементов

<I> Выбрать другой ближайший элемент

<Del> Удалить выбранные элементы

Параметры операции копирования

При редактировании операции копирования в окне параметров отображается набор её параметров, аналогичный отображаемому при создании операции. Таким образом параметры можно изменить. Кроме того, можно вызвать диалог параметров выбранной операции с помощью следующей опции автоменю:

<P> Установить параметры выбранных элементов

Вид вызываемого диалога зависит от типа операции - массив, копирование с симметрией или копирование без симметрии.

Разрушение копии

Копии, созданные выбранной операцией копирования, можно разрушить, т.е. превратить в независимые элементы. Сама операция копирования при этом удаляется. Для разрушения используются следующие опции:

<O> Разрушить копию

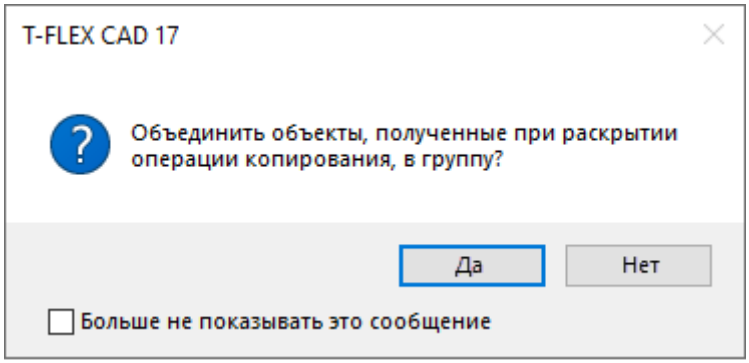
В результате применения данной опции копии превращаются в обычные 2D элементы без ассоциативной связи с исходными элементами копирования и между собой, как если бы при копировании использовался режим **Разрушить копию**.

<G> Разрушить копию с сохранением связей

В результате применения данной опции копии превращаются в обычные 2D элементы без ассоциативной связи с исходными элементами копирования, но с сохранением связей между самими копиями, как если бы при копировании использовался режим Разрушить копию с сохранением связей. После вызова команды система спросит: "**Объединить объекты, полученные при раскрытии операции копирования в группу?**"

Если разрушаемая операция не является массивом, то вопрос будет задан один раз. При ответе "**Да**" все элементы, созданные разрушаемой операцией, будут объединены в одну группу. При ответе "**Нет**" группа не создаётся.

Если разрушаемая операция является массивом, то вопрос будет задаваться несколько раз по количеству копий в массиве. Таким образом, каждая копия разрушенного массива, для которой был выбран ответ "**Да**", превратится в отдельную группу элементов.



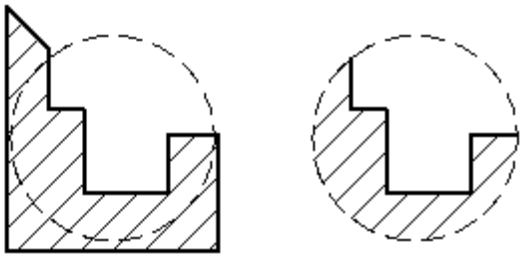
Обрезка копии по штриховке

Для операций **Копия с перемещением**, **Копия с поворотом**, **Копия с масштабом**, **Копия с перемещением и поворотом** доступна следующая опция автоменю:

<H> Выбрать штриховку для обрезки

После активации данной опции необходимо указать штриховку, которая будет использована в качестве контура обрезки копии.

Если обрезающая штриховка используется только для этой цели, рекомендуется установить для неё параметр **Невидимая**. На рисунке показано изображение копии до и после выбора невидимой штриховки для обрезки.



Если обрезка уже применена, то для её отмены можно воспользоваться следующей опцией автоменю:

<K> Отменить выбор штриховки для обрезки

Редактирование списка копируемых элементов

Для изменения набора исходных элементов копирования можно воспользоваться следующей опцией автоменю:

<S> Редактировать список копируемых элементов

Данная опция активирует режим выбора исходных элементов копирования, аналогичный активируемому при вызове команды копирования. После подтверждения выбора система возвращается к основному интерфейсу команды редактирования.

Перезадание исходной и целевой точек привязки

При редактировании операции копирования можно перезадать точки привязки. Для этого необходимо выбрать один из концов вектора преобразования или точку привязки (для масштабирования, поворота, кругового массива). После этого выбранная точка привязки будет следовать за перемещениями курсора. При этом изображение копий в 2D окне и координаты выбранной точки привязки в окне параметров будут динамически изменяться в зависимости от текущего положения. Установите желаемое положение точки и нажмите или **<Enter>** для его подтверждения. На этом редактирование текущей операции будет завершено, а команда перейдет в режим выбора операции для редактирования.

Пока редактируемая точка привязки следует за курсором в автоменю доступны следующие опции:

<T> Создать узел в точке

Если активировать данную опцию, то после подтверждения нового положения точки привязки в указанном месте будет создан 2D узел.

<N> Выбрать узел

После активации данной опции нажатие в 2D окне для подтверждения нового положения точки привязки привяжет эту точку к 2D узлу, ближайшему к месту нажатия. При этом между узлом и операцией копирования создаётся ассоциативная связь, т.е. в дальнейшем при изменении положения узла изменится результат копирования. Выбирать узлы можно и без активации данной опции, ассоциативная связь при этом так же создаётся, но для выбора узла необходимо нажимать непосредственно на нём.

<U> Перемещение вдоль оси X

<V> Перемещение вдоль оси Y

Данные опции активны по умолчанию. Их деактивация блокирует перемещение курсора вдоль соответствующей оси и устанавливает флаг соответствующей координаты редактируемой точки в окне параметров команды. Таким образом удобно перемещать точку по горизонтали или вертикали.

При редактировании точек привязки операции **Копия с симметрией** в автоменю также доступна опция для выбора прямой, определяющей ось симметрии:

<Alt>+<L> Выбрать прямую

Копирование 2D элементов через буфер обмена

Вызов команд:

Пиктограмма	Лента
	Редактирование > Редактирование > Копировать в буфер База данных > Редактирование > Копировать в буфер
Клавиатура	**Текстовое меню**
<XC>, **<Ctrl>+<C>,** **<Ctrl>+<Ins>**	Правка > Копировать в буфер

Пиктограмма	Лента
	Редактирование > Редактирование > Вставить из буфера База данных > Редактирование > Вставить из буфера
Клавиатура	**Текстовое меню**
<XP>, **<Ctrl>+<V>,** **<Shift>+<Ins>**	Правка > Вставить из буфера

Буфер обмена позволяет использовать уже существующие элементы чертежа для копирования их между несколькими документами одного приложения T-FLEX CAD или другое место текущего документа. Данный механизм позволяет создавать только неассоциативные копии.

Для помещения объекта в буфер обмена необходимо указать на него курсором мыши и нажать правую кнопку мыши. В контекстном меню появятся команды **Копировать в буфер обмена**, Копировать с точкой. Команды **Вставить из буфера обмена** и Специальная вставка становятся доступными только при наличии какого-либо элемента в буфере обмена.

Типы элементов, доступных для выбора, определяют установки команды Селектор. При необходимости изменить выбор элемента можно воспользоваться пунктом контекстного меню **Другой**, содержащего список доступных элементов.

Используя **множественный выбор,** можно выполнить копирование/вставку или перемещение группы элементов. Выбрать группу элементов чертежа можно одним из способов:

- при помощи рамки (при перемещении мыши с нажатой выделяется прямоугольная область чертежа, после чего все элементы внутри неё, доступные для выбора, будут подсвечены);

- при нажатии +<**Shift**> ближайший к курсору элемент подсвечивается и добавляется в список выбранных. Нажатие +<**Ctrl**> позволяет исключить элемент из списка выбранных.

После множественного выбора элементов можно вызвать перечисленные выше команды одним из способов.

- Из контекстного меню (нажать и выбрать команду).
- В **прозрачном** режиме, т.е. без явного вызова команды. В режиме ожидания команды нажмите для выполнения **перемещения**.
- Из текстового меню **Правка** > **Копировать с точкой, Вставить** <**Ctrl**>+<**V**>(<**Shift**>+<**Ins**>), **Перенос** > **Перемещение** > **Поворот** > **Масштабирование** > **Симметрия**.

Если включена привязка к сетке, то перемещаемые (вставляемые) элементы будут привязываться к сетке.

Копирование/Вставка элемента

Выбор элементов и вызов команды **Копировать** производится одним из описанных выше способов. Затем в любом месте текущего документа или в другом документе вызывается команда **Вставить**. После этого на экране появится изображение копируемых элементов, которое при нажатии можно поместить в требуемое положение.

Для привязки скопированных объектов при последующей вставке в документ T-FLEX CAD можно будет использовать характерные точки объекта копирования (центр, верхний левый угол, верхний правый угол и т.п.).

Элементы копируются вместе с необходимыми элементами построения. Если копирование производится в другой документ, то связь с переменными разрывается (переменные заменяются на константы). Следует отметить, что при копировании в буфер помещаются данные не только во внутреннем формате T-FLEX, но и их изображение в формате Enhanced Metafile (EMF), что позволяет вставлять изображение выбранных элементов в другие приложения Windows, например, Word.

Если же для копирования был выбран только один элемент типа **Текст**, то в буфер также заносятся текстовые данные в следующих форматах:

- T-FLEX Paragraph Text (кроме строчного текста),
- RTF (кроме строчного текста),
- Неформатированный текст.

Это позволяет реализовать обмен данными как внутри одного приложения T-FLEX CAD, так и между несколькими различными приложениями.

Команда Копировать с точкой позволяет записать в буфер обмена выбранные элементы и точку, которая будет использоваться для их привязки при вставке из буфера обмена.

После вызова команды к курсору будет привязано динамически перемещаемое изображение вставляемых элементов. Нажатием или с помощью опции указывается точка привязки вставляемых элементов.

В автоменю команды доступны следующие опции:

	<**N**>	Выбрать узел
	<**E**>	Использовать переменные при совпадении имен (только при вставке в другой документ T-FLEX CAD)

	<Alt>+<T>	Копировать только выбранные элементы
	<U>	Перемещение вдоль оси X (только при вставке в исходный документ T-FLEX CAD)
	<V>	Перемещение вдоль оси Y (только при вставке в исходный документ T-FLEX CAD)
		Выбор точки привязки
		Выбор действия по завершению вставки
	<Esc>	Выйти из команды

Опции и используются для блокировки перемещения по осям координат. Для точного задания расположения копируемых элементов или их смещения относительно исходного объекта в команде используется окно параметров. Данная опция доступна только при вставке скопированных элементов в тот же документ T-FLEX CAD.

Группа опций для выбора точек привязки позволяет указать, по какой точке будет осуществляться привязка вставляемого объекта. Для выбора доступны характерные точки объекта. Если объекты были скопированы в буфер с использованием команды **Копировать в буфер обмена с точкой**, для привязки также можно использовать дополнительную точку, заданную в данной команде (опция).

Как и в командах копирования в режиме **Разрушить копию с сохранением связей**, при копировании через буфер обмена система принудительно копирует родительские элементы для объектов копирования (в случае, когда они изначально не были включены в набор копируемых элементов). И так же, как и в командах копирования, можно отказаться от данных действий системы с помощью опции . При активной опции элементы, чьи родители не вошли в набор копируемых элементов, будут преобразованы в свободные объекты.

Копируемые элементы могут быть связаны с переменными (исключая переменные, описывающие положение этих элементов). Для замены соответствующих параметров копируемых элементов на переменные того документа T-FLEX CAD, куда они копируются, используется опция . Данная опция доступна только при вставке скопированных элементов в другой документ T-FLEX CAD (в рамках одного работающего приложения). Если опция включена, при вставке сравниваются имена переменных в целевом документе и в копируемых объектах. Если они совпадают, для скопированных элементов устанавливаются связи с соответствующими переменными текущего документа. Переменные, для которых совпадение не обнаружено, заменяются своими значениями. При отключенной опции связи со всеми переменными разрываются (переменные заменяются на константы).

Группа опций также выполняет те же функции, что и в командах переноса, копирования, создания массивов: определяет действия, которые будут автоматически выполняться по завершении вставки из буфера. Для выбора доступны следующие варианты:

<Alt>+<X> Автоматически выйти из команды

Система завершит работу команды вставки из буфера обмена;

<Alt>+<O> Повторить команду для выбранных объектов

Режим множественной вставки - после вставки первого экземпляра к курсору остается привязан динамически перемещаемый объект копирования. Т.е. система останется в состоянии ожидания ввода точки привязки для следующей копии. Указанием второй точки можно вставить вторую копию и т.д. Закончить создание копий можно нажатием или ;

<Alt>+<N> Повторить команду для созданных объектов

Для вставленного объекта автоматически вызывается команда копирования Копировать в буфер обмена с точкой;

<Alt>+<S> Автоматически перейти к выбору объектов

Аналогично предыдущему варианту, но перед запуском команды копирования система перейдёт в режим редактирования списка выбранных элементов.

Выход из команды осуществляется при помощи опции (**<Esc>**).
При вставке изображения автоматически запускается команда создания картинки Картинка.
При вставке текста из буфера в документ T-FLEX используется внутренний формат данных.
Выбор вставляемого формата в этой команде осуществляется самим приложением. При вызове команды программа просматривает буфер в поисках подходящего формата хранящихся в буфере данных. Вставлены будут данные в первом найденном формате. Очерёдность поиска формата определяется списком:
1. Внутренний формат 1(доступен только при копировании в рамках одного приложения T-FLEX CAD)
2. T-FLEX Paragraph Text
3. RTF
4. Неформатированный текст
5. EMF
6. BMP

При вставке текста автоматически создается **параграф-текст** и запускается команда его редактирования.
При вставке в документ T-FLEX CAD объектов из AutoCAD через буфер обмена сначала появляется диалог параметров команды Импортировать. В этом диалоге можно задать обычные параметры импорта из AutoCAD. Затем запускается команда **Вставить из буфера**, с помощью которой можно разместить вставляемые элементы на странице - задать положение, угол поворота, масштаб.

Основные темы в этом разделе:

- Копировать с точкой
- Специальная вставка

См. также:

- Перенос, копирование, массивы 2D элементов
- Копирование параметров 2D элементов

Копировать с точкой

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Редактирование > Редактирование > Копировать с точкой
Клавиатура	Текстовое меню
<XI>	Правка > Копировать с точкой

Данная команда позволяет скопировать в буфер обмена выбранные элементы с заданием координат точки, которая будет использоваться в качестве точки привязки при последующей вставке из буфера. Вызов команды также доступен из контекстного меню для выбранного элемента (набора элементов).
Если команда вызвана из текстового меню, то первым необходимым действием будет выбор элементов. В автоменю появятся следующие пиктограммы:

<End> Завершить выбор элементов

<M> Режим добавления элементов

<M> Режим удаления элементов

<I> Выбрать другой ближайший элемент

<Esc> Отменить выбор элементов/Закончить выполнение команды.

Для выбора одного элемента достаточно указать на него курсором мыши, нажать , а затем завершить выбор опцией . Для указания набора элементов используется выбор окном или последовательное указание нужных объектов с нажатием клавиш **<Shift>** + . Для исключения одного из элементов из списка выбранных используются клавиши **<Ctrl>** + . Подтвердить выбор необходимо при помощи опции .
Если команда была вызвана из контекстного меню, то выбор элементов для копирования не требуется и можно сразу указать точку вставки.
Для указания точки в автоменю доступны опции:

<N> Выбрать узел

<A> Установить абсолютные координаты

<Esc> Отменить выбор

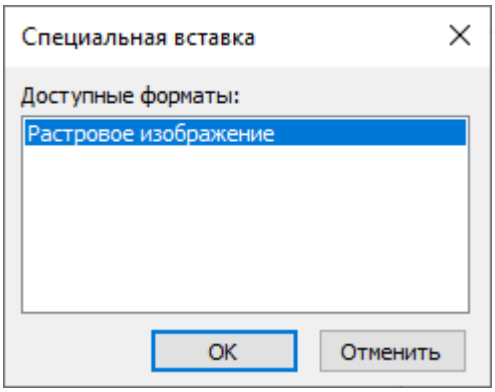
В качестве точки привязки можно использовать существующий узел или произвольную точку чертежа. Если включен **режим объектной привязки** (), то достаточно подвести курсор в нужную точку (если указать на узел, то он подсветится) и нажать . Объектная привязка при выборе точки работает также как и в команде Эскиз. Опции или удобно использовать при работе без объектной привязки.
Если выбрать опцию , то точные значения координаты точки можно задать отдельном окне **Положение** после нажатия в поле чертежа.
Результатом работы этой команды является запись выбранных элементов и точки в буфер обмена. При вызове команды **Вставить из буфера** эта точка будет являться точкой привязки копируемых элементов.

Специальная вставка

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Редактирование > Редактирование > Специальная вставка
Клавиатура	Текстовое меню
<XZ>	Правка > Специальная вставка

Данная команда позволяет пользователю самостоятельно выбрать формат, который будет использован при вставке из буфера. В диалоге команды показывается список форматов, которые находятся в буфере в момент вызова команды. В зависимости от того, какой формат выберет пользователь, система переходит в режим вставки объектов T-FLEX CAD, картинки в формате EMF или BMP, простого текста или форматированного текста (RTF).



Система координат двумерных построений

С помощью следующей команды можно создать пользовательскую локальную систему координат, чтобы потом использовать её при создании других 2D элементов:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Стиль > Локальная система координат Сборка (2D) > Стиль > Локальная система координат Листовой металл (2D) > Стиль > Локальная система координат Замечания > Стиль > Локальная система координат Рабочая плоскость > Стиль > Локальная система координат
Клавиатура	Текстовое меню

После вызова команды можно в любой момент переключаться между созданием векторов привязки, 2D ЛСК и 2D коннекторов с помощью следующих опций автоменю:

	<F>	Создание векторов привязки
	<L>	Создание локальных систем координат
	<C>	Создание коннекторов

Также доступны следующие опции:

	<Ctrl>+<Enter>	Создать вектор привязки, заданный одной точкой (Закончить ввод)
	<N>	Выбрать узел
	<F4>	Выполнить команду редактирования вектора привязки (Редактировать вектор привязки, 2D ЛСК, 2D коннектор)
	<Esc>	Закончить выполнение команды

Создание системы координат

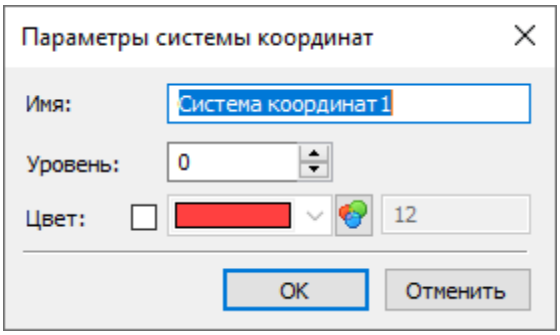
Для создания СК необходимо после вызова команды последовательно указать две точки, задающие её ось OX, наведя на них курсор и нажав или **<Enter>**. Первый выбранный узел будет центром СК, второй – определяет направление оси OX. Ось OY перпендикулярна оси OX. Редактирование положения точек даёт возможность менять положение СК: перемещение в плоскости чертежа и поворот.

Можно указывать произвольные точки чертежа, либо, используя объектные привязки, указывать существующие 2D узлы, характерные точки линий изображения или точки пересечения линий построения. В последних двух случаях в указанной точке автоматически создаётся связанный 2D узел. Для выбора существующих 2D узлов также можно использовать следующую опцию автоменю:

<N> Выбрать узел

После активации данной опции нажатие в окне чертежа выбирает ближайший существующий 2D узел.
После указания двух точек появится диалог параметров системы координат.

Диалог параметров системы координат



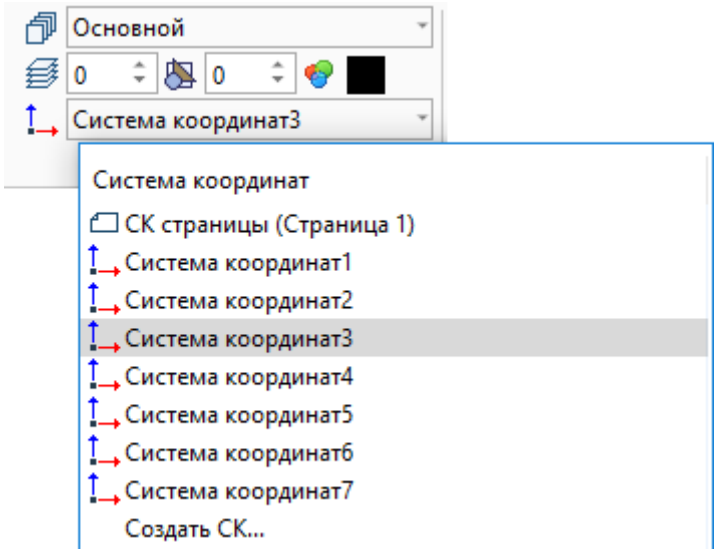
В диалоге можно указать **Уровень**, **Цвет** и **Имя** СК.

Созданная СК ещё не является активной СК, определяющей координаты создаваемых элементов чертежа. Чтобы сделать СК активной, необходимо выбрать её перед началом построений (см. ниже).

Выбор используемой ЛСК при создании 2D элементов

По умолчанию все элементы чертежа создаются в системе координат (СК) страницы. Для выбора другой СК необходимо открыть список систем координат чертежа. Список находится в ленте, в группе **Стиль**, рядом с кнопкой вызова команды создания пользовательской СК. В списке отображаются все СК данной страницы или рабочей плоскости (РП).

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Стиль > Система координат Сборка (2D) > Стиль > Система координат Листовой металл (2D) > Стиль > Система координат Замечания > Стиль > Система координат Рабочая плоскость > Стиль > Система координат
Клавиатура	Текстовое меню



Активная СК указывается в Ленте, а на странице (или РП) будет отображаться толстыми линиями.
Внизу списка также доступен вызов команды построения пользовательской СК.
Выбранная СК будет определять координаты создаваемых построений. Как и СК по умолчанию, выбранная СК, определяет построения только на данной странице или на текущей рабочей плоскости. На других страницах или РП созданная СК будет недоступна.
Пользовательская СК не отображается в режиме скрытых линий построения, не выводится на принтер и не экспортируется в сторонние форматы.

> Изменение положения пользовательской СК приведёт к соответствующему изменению положения построений, выполненных в данной СК.

Элементы оформления чертежа

T-FLEX CAD предоставляет широкий выбор инструментов для создания элементов оформления, которые отвечают стандартам ЕСКД, ISO, ANSI.

Основные темы в этом разделе:

- Управление элементами оформления чертежа
- Размер
- Текст
- Штриховка
- Шероховатость
- Геометрические отклонения
- Обозначение и заголовок вида
- Надпись
- Оси
- Основная надпись
- Технические требования
- Таблица исполнений
- Таблица отверстий
- Картинка

См. также:

- Обозначение сварного шва
- Таблица сварных швов
- Обозначение линии сгиба
- Таблица сгибов

Управление элементами оформления чертежа

Основные темы в этом разделе:

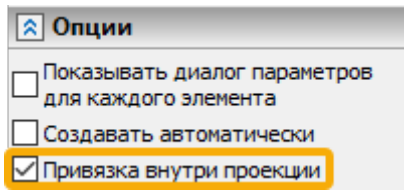
- Привязка размеров и надписей к чертёжным видам
- Параметры шрифта элементов оформления чертежа
- Изменить размер шрифта и стрелок всех элементов текущей страницы
- Обновить элементы оформления

См. также:

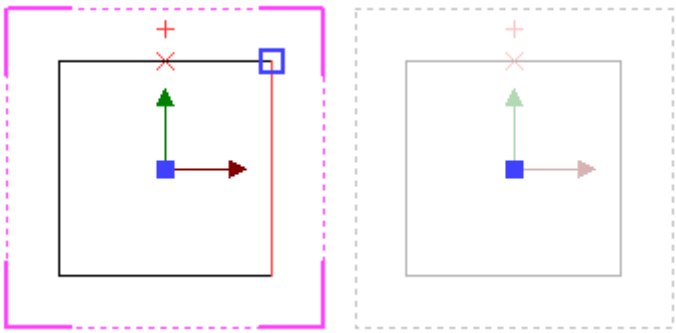
- Элементы оформления чертежа на проекции
- Элементы оформления 3D модели

Привязка размеров и надписей к чертёжным видам

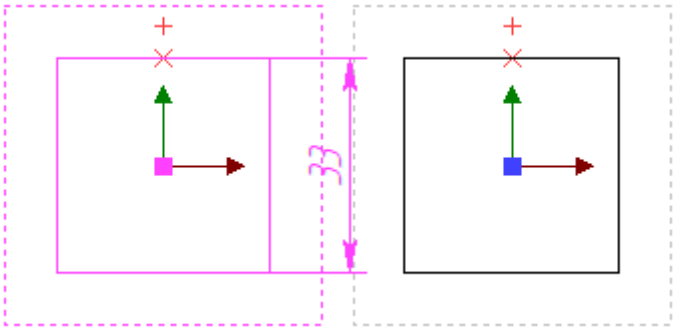
На вкладке **Опции** окна параметров команд **Размер** и **Надпись** доступен флаг **Привязка внутри проекции:**



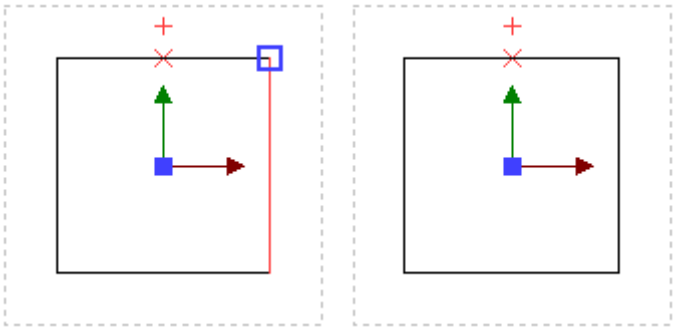
По умолчанию флаг установлен и после выбора первого элемента привязки активируется чертежный вид.



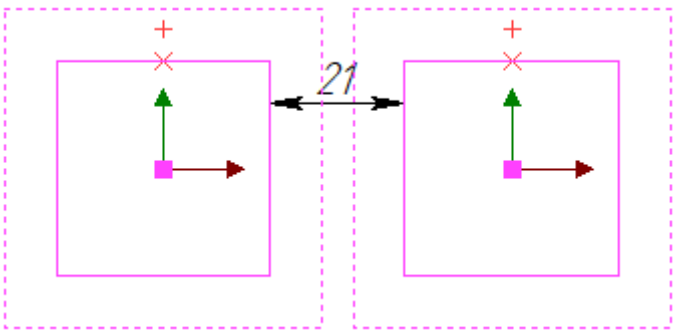
В результате **Размеры** и **Надписи** создаются внутри одной проекции без возможности выбора второго элемента привязки на других проекциях.



Если снять флаг, то после выбора первого элемента привязки чертежный вид не будет активирован, таким образом, появится возможность выбрать второй элемент привязки на другой проекции.



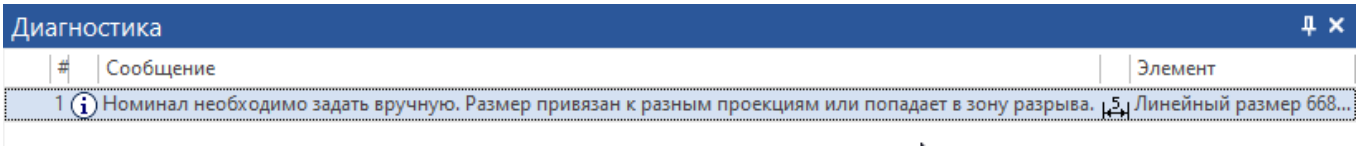
В результате созданные **Размеры** и **Надписи** принадлежат всей странице чертежа а не отдельной проекции.



Данную опцию также можно отключить, если зажать **<Shift>** при выборе первого элемента привязки.

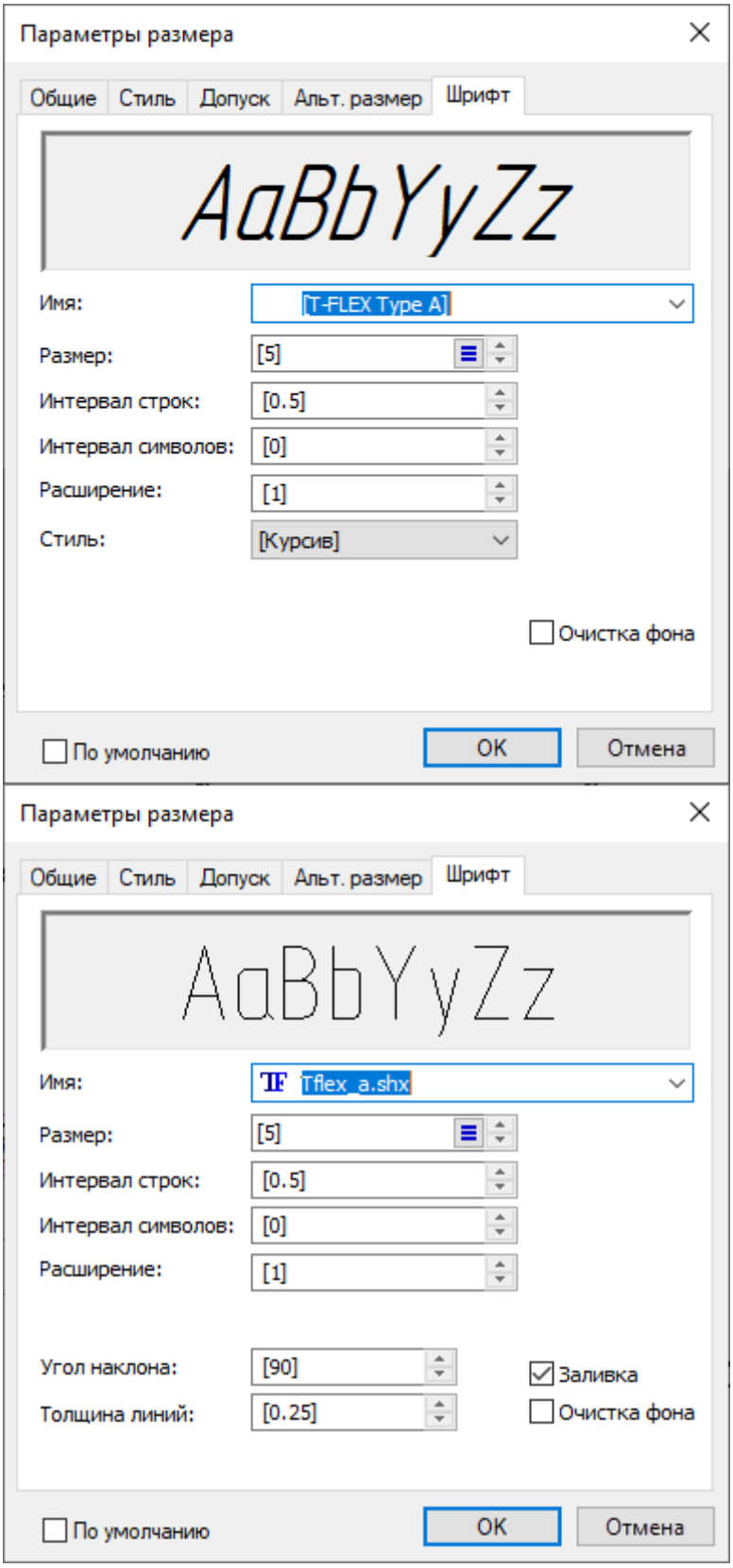
Имейте в виду, что при создании размеров на проекциях с разрывами без привязки внутри проекции значение размера не учитывает часть модели, попавшую в разрыв.

При наличии размеров, значения которых не соответствуют фактическим размерам модели из-за отключенной привязки внутри проекции, в окне **Диагностика** отображаются информационные сообщения:



Параметры шрифта элементов оформления чертежа

Параметры шрифта являются вкладкой в диалоге параметров многих элементов документа. В нем вы можете задать необходимые параметры шрифта, которым будет отображен текст того или иного элемента. Набор доступных параметров зависит от типа шрифта - **.shx** или **TrueType**.
Если значение какого-либо параметра задано по умолчанию (в квадратных скобках) или параметр отсутствует в базовом наборе, значит оно будет взято из параметров документа (**Параметры документа > Страница > Шрифт**).



К параметрам шрифта относятся:

Имя. Система поддерживает широкий набор шрифтов,часть из которых является **.shx**-шрифтами, а часть - **TrueType**-шрифтами. Вы можете в любой момент добавить в систему свои шрифты указанного формата. Имя шрифта выбирается из списка.

Размер. Вы можете задать любой размер шрифта, соответственно больший 0. Параметр задаёт вертикальный размер заглавных букв шрифта. Кнопка ≡, расположенная в правой части поля ввода, позволяет вставить значение размера из списка допустимых стандартных размеров.

Интервал строк. Задает расстояние между двумя соседними строками многострочного текста. Интервал строк задаётся в относительных единицах. Для получение абсолютного значения интервала строк надо умножить значение данного параметра на высоту шрифта.
Интервал символов. Задает расстояние между символами шрифта. Значение параметра также является относительным. Для получения абсолютного значения надо умножить значение данного параметра на высоту шрифта.
Расширение. Задает коэффициент масштабирования ширины символа шрифта. Вы можете задать любое расширение, исключая значение 0.
Очистка фона. Этот параметр используется для того, чтобы перед выводом текста, выводился его обрамляющий прямоугольник с заливкой цветом фона чертежа. Использование очистки фона бывает удобным при выводе текста поверх штриховок, заливок и т.д.

Если вы выбрали шрифт **TrueType**, то одним из его параметров будет **Стиль.**
Доступны следующие стили: Обычный, **Полужирный**, *Курсив*, ***Полужирный курсив***.

Если вы выбрали **.shx**-шрифт, то появляется возможность задать следующие параметры:
Угол наклона. Задает угол наклона шрифта в градусах. Вы можете задать любой угол наклона, исключая значения 0, 180, 360 и т.д. Нормальным углом наклона (прямой шрифт) является 90 градусов. Данный параметр имеет больший приоритет, чем параметр **Стиль**. Значение угла наклона может быть задано через переменную.
Толщина линий. Задает толщину контурных линий шрифта.
Заливка. Необходимо отметить, что не все шрифты могут быть залиты. Для того, чтобы шрифт считался заливаемым, необходимо наличие в папке **T-FLEX CAD 17/Program/Fonts** файла с расширением **.chd** и именем, совпадающим с именем шрифта **.shx**. Файл может быть пустым. В этом случае каждый символ шрифта будет залит.

После установки типа шрифта и его параметров результат становится виден в окне просмотра.

См. также:

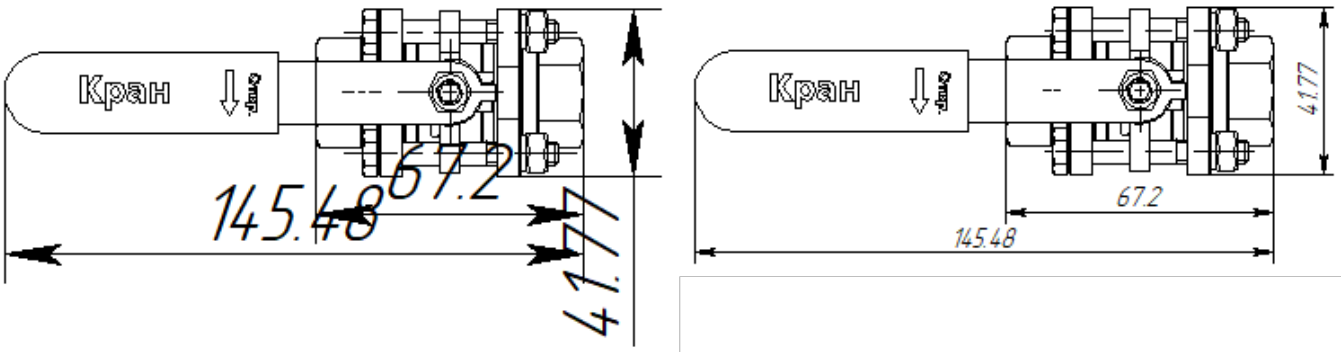
- Размер шрифта и стрелок

Изменить размер шрифта и стрелок всех элементов текущей страницы

На **панели Вид** есть возможность регулировать размер элементов оформления в 2D и 3D окне.

Увеличить шрифт

Уменьшить шрифт



В результате применения вышеуказанных команд размер шрифта и стрелок увеличивается в параметрах элементов оформления (размеров, надписей, текстов, допусков формы и расположения поверхностей, обозначений шероховатости, технических требований, таблицы исполнений,

обозначений выносных видов) имеющихся на текущей странице чертежа или в 3D сцене в зависимости от того, в каком окне вызвана команда. Для обозначений видов по стрелке, разрезов и сечений данные команды влияют только на размеры стрелок, тогда как размер шрифта остаётся неизменным. Шрифт заголовков любых видов и шрифт основной надписи также не меняются.

См. также:

- Параметры шрифта элементов оформления чертежа
- Элементы оформления 3D модели

Обновить элементы оформления

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Оформление > Настройки > Обновить элементы оформления
Клавиатура	Текстовое меню
	Оформление > Обновить элементы оформления

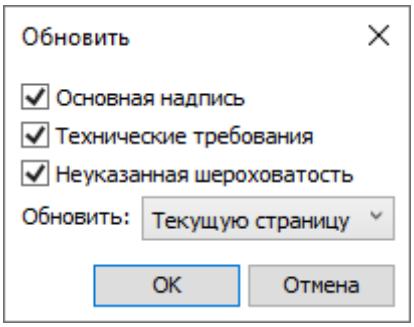
Команда также доступна в нижней части **панели Вид** в 2D окне.

После вызова команды появляется диалог со следующими флагами:

- **Основная надпись;**
- **Технические требования;**
- **Неуказанная шероховатость.**

Установите флаги элементов, которые необходимо обновить.
Ниже находится выпадающий список **Обновить**, в котором доступны следующие опции:

- **Текущую страницу**
  После нажатия **OK** будет обновлена только текущая страница.
- **Все страницы**
  После нажатия **OK** будут обновлены все страницы текущего документа.



Размер

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Дополнительно > Размер Чертёж > Оформление > Размер

	Сборка > Дополнительно > Размер Измерение > Измерить > Размер Анализ > Дополнительно > Размер Листовой металл (2D) > Оформление > Размер Листовой металл (3D) > Дополнительно > Размер Поверхности > Дополнительно > Размер Сварка > Дополнительно > Размер Коммуникации > Дополнительно > Размер Примитив > Дополнительно > Размер Опорная геометрия > Дополнительно > Размер Замечания > Замечания > Размер Рабочая плоскость > Оформление > Размер
Клавиатура	Текстовое меню
<D>	Чертёж > Размер

Команда позволяет наносить размеры на чертеже и в 3D сцене.

> Ниже приведена информация о создании размеров на чертеже и в режиме черчения на РП. При создании размеров в 3D сцене вне черчения на РП доступны те же параметры, что и при создании размеров на чертеже, но набор опций автоменю и выбор исходных объектов отличаются. Особенности создания размеров в 3D сцене описаны в отдельной главе.

Сначала необходимо определиться с видом размера (линейный, угловой, радиальный, по дуге, специальный) и способом его создания. Сразу после вызова команды без активации дополнительных опций можно начать строить размеры следующими способами:

- Расстояние между двумя параллельными прямыми или между прямой и точкой
- Угол между двумя прямыми
- Расстояние между двумя точками
- Длина оси эллипса
- Смещение эквидистантной кривой
- Расстояние от точки на кривой до её проекции на объект
- Радиальный размер
- Полная длина дуги окружности
- Длина отрезка
- Расстояние от окружности до объекта

Другие способы построения размеров требуют сначала активировать одну из следующих опций автоменю:

<Y> Радиальный размер с изломом размерной линии

<A> Размер по дуге

	<Q>	Размер по отрезку
	<F>	Угловой размер по 4 узлам
	<T>	Линейный размер по 3 узлам
	<O>	Размер по конусу
	<B>	Размеры от одной базы
	<Ctrl>+<B>	Цепочка размеров
	<S>	Строительный размер
	<E>	Размер-лидер
	<X>	Размеры от оси
	<Shift>+<C>	Размер от окружности до объекта

Активация того или иного способа приводит к смене набора доступных опций автоменю. Специфические опции отдельных способов создания размеров описаны в главах с описаниями этих способов.
После активации любой из вышеперечисленных опций можно вернуться к начальному режиму работы команды с помощью следующей опции:

	<Esc>	Вернуться в предыдущий режим

Построение размера начинается с выбора исходных объектов. Размеры на чертеже и в режиме черчения на РП можно строить на основе объектов следующих типов:

- линии построения;
- линии изображения (в том числе линии проекций);
- 2D узлы;
- характерные точки линий изображения;
- точки пересечения и сочленения линий построения (при выборе такой точки в ней автоматически создаётся 2D узел и размер строится на основе этого узла).

Для выбора необходимо навести курсор на объект и нажать . Объекты некоторых типов также можно выбирать с помощью следующих опций автоменю:

	<L>	Выбрать прямую
	<N>	Выбрать узел
	<C>	Выбрать окружность

После активации любой из вышеперечисленных опций нажатие на чертеже выбирает объект соответствующего типа, ближайший к месту нажатия.

Выбранные объекты подсвечиваются. Цвет подсветки зависит от типа объекта.
Разные способы создания размеров требуют выбора разного количества исходных объектов различных типов, поэтому последовательность выбора исходных объектов описана отдельно для каждого способа.
Если объект был выбран по ошибке, то, пока размер не создан, можно отменить выбор с помощью следующей опции автоменю:

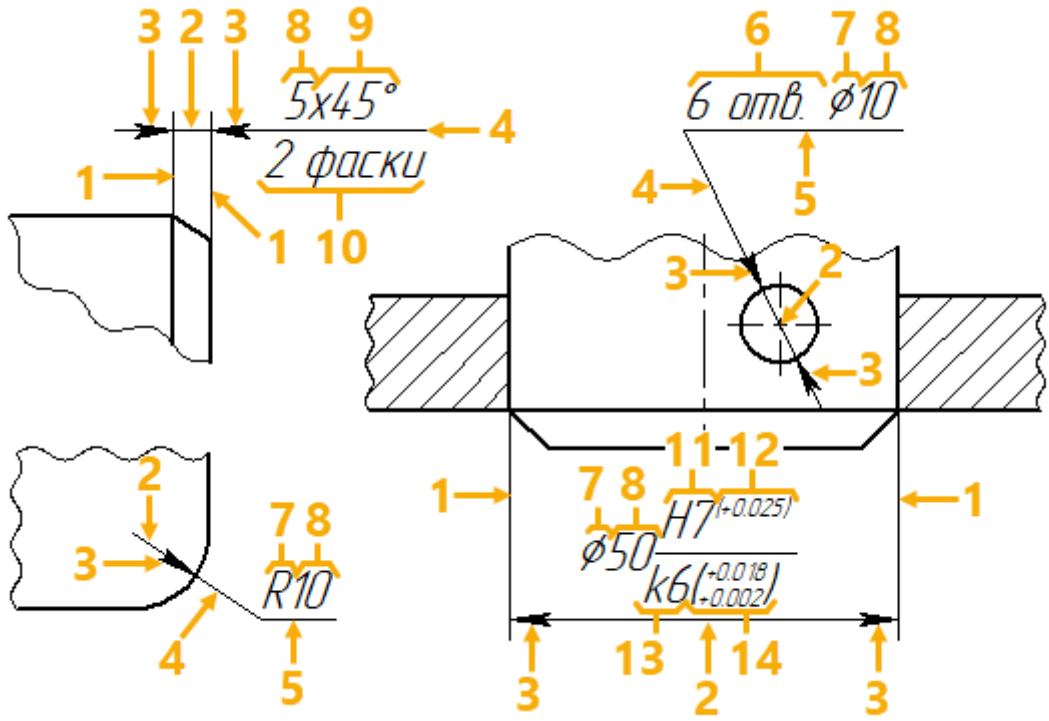
	<Esc>	Отменить выбор

После выбора всех необходимых объектов появляется предварительное изображение размера, а размерная линия и значение размера начинают следовать за курсором в пределах степеней свободы, определяемых выбранными объектами. На этом этапе в автоменю становятся доступными опции позиционирования размерной линии и значения размера, изменения знака и связи с другим размером. В зависимости от желаемой конфигурации размера, необходимо нажатием указать различное количество произвольных точек, определяющих положение размерной линии, выносок и значения размера.
Параметры размера можно задать в окне параметров на любом этапе создания размера. При необходимости знак, значение, текст, допуск/посадку и отклонения можно наследовать с другого размера. Для единообразия ряд параметров можно задавать в параметрах документа сразу для всех размеров, расположенных на одной странице.
Помимо опций, перечисленных выше, в автоменю команды **Размер** также отображаются следующие опции, общие для большинства команд создания 2D элементов:

	<Ctrl>+<Enter>	Закончить ввод
	<P>	Установить параметры размера
	<Alt>+<P>	Скопировать параметры с существующего элемента
	<F4>	Изменить размер
	<Esc>	Выйти из команды

Опция принудительного завершения ввода доступна для активации только при редактировании ранее созданного размера, т.к. создание нового размера автоматически завершается после указания всех необходимых точек.

Основные части размера



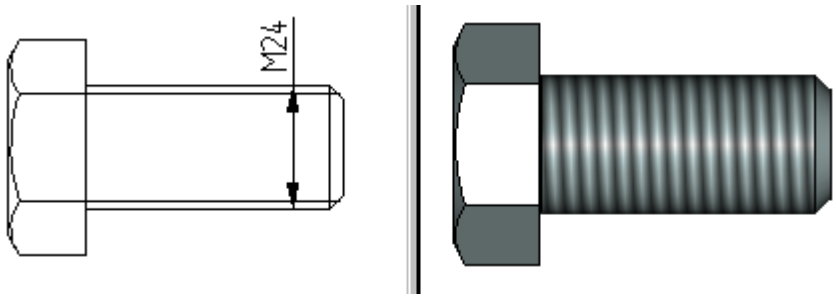
1 - выносная линия	8 - значение размера
2 - размерная линия	9 - текст после значения
3 - стрелка размерной линии	10 - текст под значением
4 - продолжение размерной линии	11 - поле допуска отверстия
5 - полка	12 - предельные отклонения размера отверстия
6 - текст до значения	13 - поле допуска вала
7 - знак размера	14 - предельные отклонения размера вала

Манипуляторы размера

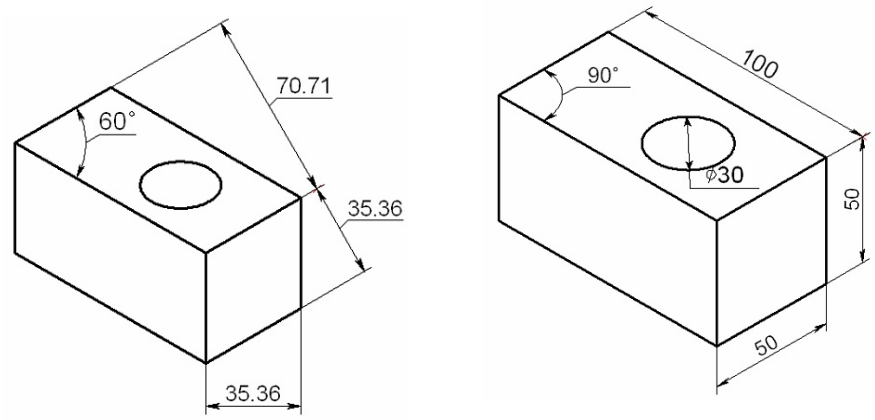
При выборе размера в 3D сцене, а также при наведении курсора на размер на чертеже, отображаются маркеры, манипуляторы и кнопки быстрого редактирования. Нажав на манипуляторе или кнопке можно быстро выполнить то или иное действие с размером. Подробнее см. Манипуляторы размера.

Обозначение резьбы

При создании размера на основе линий изображения проекции, соответствующих резьбе, текст размера будет содержать обозначение резьбы. Это относится только к тем случаям, когда резьба создана в 3D модели при помощи команды **Резьба** или режима создания резьбовых отверстий в команде **Отверстие**. При выборе линий изображения резьбы для номинала размера автоматически устанавливается значение **С операции**, а обозначение резьбы формируется на основе параметров соответствующей 3D операции.



Особенности создания размеров на 2D проекциях



Размеры на 2D проекции

в обычном режиме

в режиме 3D

Все размеры, кроме строительных, на 2D проекциях могут проставляться в режиме **3D**, располагаясь в плоскости 3D элементов, проекциями которых являются линии, выбранные для построения размера. Подробнее см. Режимы отображения размеров на 2D проекциях.
Кроме того, изменяя размеры на проекции, можно менять геометрию 3D модели. Подробнее см. Использование размеров на проекции для управления 3D моделью.

Выравнивание размеров

После создания нескольких параллельных размеров их можно выровнять относительно друг друга с помощью специальных команд контекстного меню.

Приложение для проверки размеров

Специальное приложение позволяет рассчитать отклонения замыкающего размера в размерной цепи или просто проверить номинальные размеры на соответствие реальным.

Управляющие и вспомогательные размеры

Размеры можно использовать не только для обозначения информации о геометрических параметрах элементов, но и для управления геометрией чертежа и 3D модели. Подробнее см. главы Управляющие 3D размеры и Управляющие 2D размеры. Если управляющий размер нужен только для управления геометрией, а отображение его на чертеже нежелательно, то такой размер можно сделать вспомогательным. Вспомогательные размеры не выводятся на печать.

Основные темы в этом разделе:

- Манипуляторы размера
- Виды и способы создания размеров
- Положение размерной линии и значения размера

- Управляющие 2D размеры
- Вспомогательные размеры
- Размер в 3D сцене
- Параметры размера
- Связь размера с другим размером
- Контекстное меню размера
- Выравнивание размеров
- Приложение для проверки размеров
- Редактировать размер

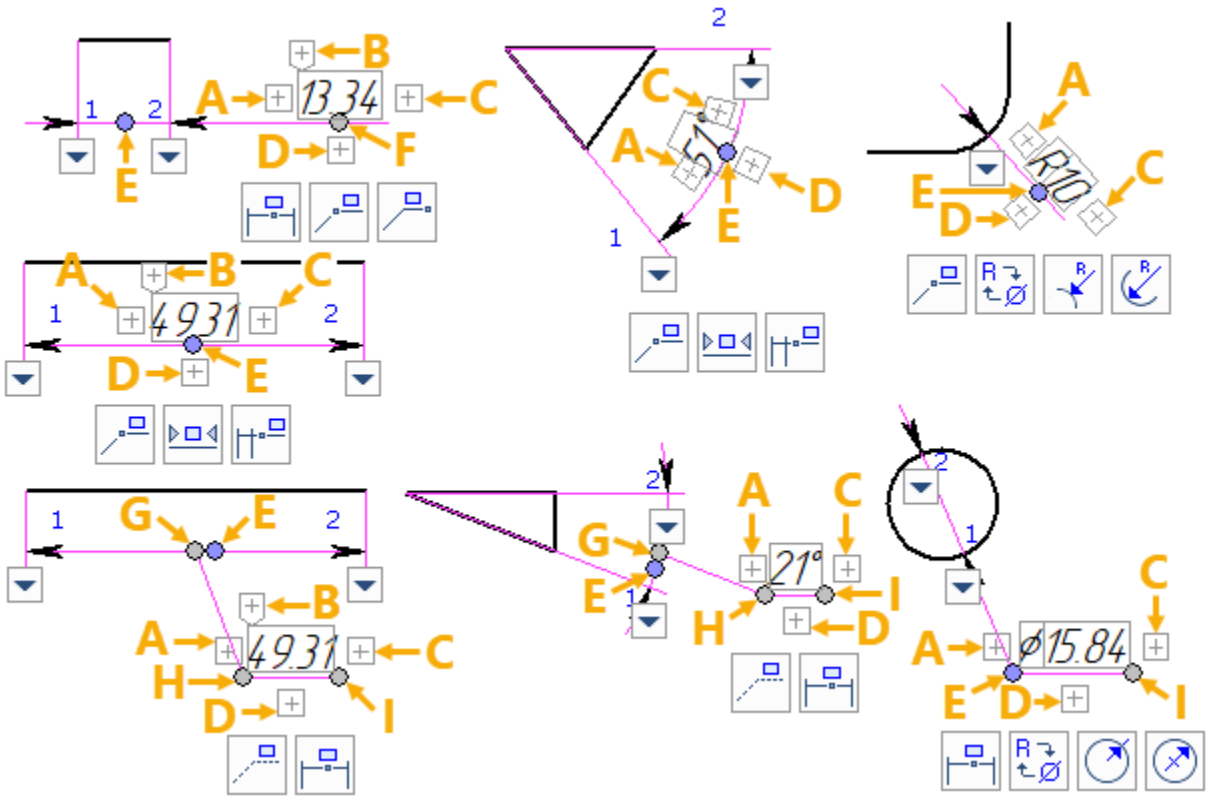
См. также:

- Привязка размеров и надписей к чертёжным видам
- Параметры шрифта элементов оформления чертежа
- Изменить размер шрифта и стрелок всех элементов текущей страницы
- Элементы оформления чертежа на проекции
- Управляющие 3D размеры

Манипуляторы размера

При выборе размера на чертеже или в 3D сцене, а также при наведении курсора на размер на чертеже, отображаются маркеры, манипуляторы и кнопки быстрого редактирования. Нажав на манипуляторе или кнопке можно быстро выполнить то или иное действие с размером. Манипуляторы имеют вид маленьких окружностей и меняют цвет на оранжевый при наведении на них курсора мыши. Кнопки имеют разный вид в зависимости от назначения.

Отображение кнопок быстрого редактирования можно отключить, сняв флаг **Показывать панель инструментов**, расположенный в окне параметров команды **Размер** на вкладке **Опции**. Манипуляторы и маркеры отображаются независимо от состояния данного флага.



1 Маркер начальной точки измерения

2 Маркер конечной точки измерения

A Добавить текст до значения

Вызывает панель ввода текста

Подробнее см. Текстовые строки в размере

B Добавить знак размера

Вызывает панель выбора знака

Подробнее см. Стиль размера

C Добавить текст после значения

Вызывает панель ввода текста

Подробнее см. Текстовые строки в размере

D Добавить текст под значением

Вызывает панель ввода текста

Подробнее см. Текстовые строки в размере

E Изменить положение размерной линии

F — Изменить длину продолжения размерной линии

G — Изменить положение выноски к полке

H — Изменить положение полки выноски

I — Изменить длину полки выноски

При использовании манипуляторов и можно пользоваться объектными привязками. При привязке манипулятора непосредственно к точке создаётся ассоциативная связь между выбранной точкой и элементом размера, определяемым этим манипулятором, т.е. при последующих перемещениях выбранной точки вместе с ней переместится и элемент размера. Для разрушения такой связи необходимо переместить манипулятор в другое место или воспользоваться опцией автоменю **<K> Разрушить привязку**

Изменить вид стрелки

Вызывает панель параметров стрелки

Подробнее см. Стрелки размера

Центрировать размер
Устанавливает значение размера по центру размерной линии

Задать выноску/Убрать полку
Добавляет выноску, являющуюся продолжением размерной линии, либо удаляет полку такой выноски

Задать полку
Добавляет полку к выноске, являющейся продолжением размерной линии

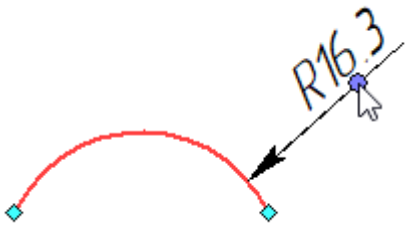
Размер на полке
Добавляет полку с отдельной выноской, не являющейся продолжением размерной линии

Скрыть полку
Скрывает полку с отдельной выноской, не являющейся продолжением размерной линии

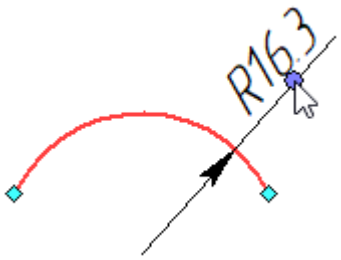
Убрать выноску/Убрать размер на полке
Убирает любые полки и выноски

Преобразовать в радиус/Преобразовать в диаметр
Позволяет переключаться между радиусом и диаметром для радиальных размеров

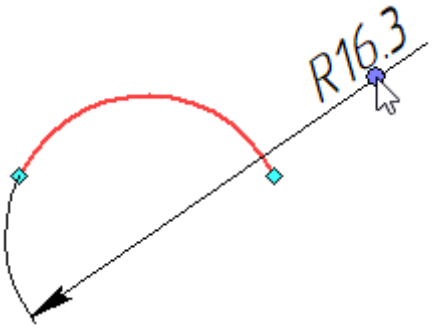
Снаружи окружности
Устанавливает стрелку размера-радиуса снаружи выбранной окружности в точке, ближайшей ко значению размера



Изнутри окружности
Устанавливает стрелку размера-радиуса изнутри выбранной окружности в точке, ближайшей ко значению размера

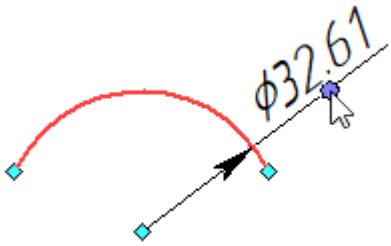


К противоположному краю
Устанавливает стрелку размера-радиуса изнутри выбранной окружности в точке, наиболее удалённой от значения размера



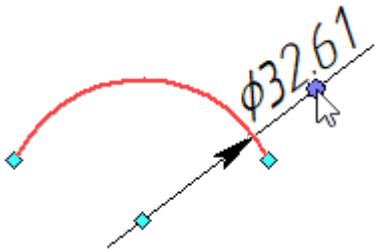
С одной стрелкой

Переключает размерную линию размера-диаметра в режим, аналогичный радиусу, когда отображается только линия от центра окружности до точки, ближайшей ко значению размера



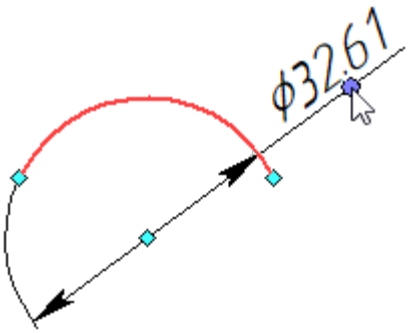
С засечкой

Переключает размерную линию размера-диаметра в режим, аналогичный предыдущему, но с выступом размерной линии за центр окружности



С двумя стрелками

Переключает размерную линию размера-диаметра в обычный режим с двумя стрелками



Помимо перечисленных выше манипуляторов, общих для размеров различных видов, некоторые виды размеров имеют свои специфические манипуляторы, описанные в разделах, посвящённых способам создания таких размеров.

Панели ввода текста, выбора символа и параметров стрелки можно перемещать. Для этого необходимо навести курсор на левую часть панели . Возле курсора появится иконка , символизирующая перемещение, после чего можно перетягивать панель с зажатой .

Кроме того, при нажатии на значении размера появляется панель ввода

в которой можно ввести новое значение с клавиатуры. По умолчанию в установках системы включена опция **Устанавливать параметр "Управляющий" при редактировании** (**Установки** > **Ограничения и размеры** > **Автоматически создавать размеры**). Вследствие этого, любой 2D размер

автоматически становится управляющим при редактировании его значения таким образом. Панель ввода значения также можно перетягивать, наведя курсор на левую часть . Вид курсора при этом меняется на .

Виды и способы создания размеров

В T-FLEX CAD доступны следующие виды и способы создания размеров:

Линейные размеры:

- Расстояние между двумя параллельными прямыми или между прямой и точкой
- Расстояние между двумя точками
- Длина оси эллипса
- Смещение эквидистантной кривой
- Расстояние от точки на кривой до её проекции на другую линию
- Длина отрезка
- Расстояние по трём точкам
- Расстояние по конусу
- Расстояние от оси
- Расстояние от окружности до объекта

Угловые размеры:

- Угол между двумя прямыми
- Угол по четырём точкам

Радиальные размеры:

- Радиальный размер
- Радиальный размер с изломом

Размеры по дуге:

- Полная длина дуги окружности
- Длина дуги окружности между двумя 2D узлами
- Длина окружности

Специальные размеры:

- Строительные размеры (отметки уровня)
- Размер-лидер

Группы линейных и угловых размеров:

- Размеры от одной базы
- Цепочка размеров

Расстояние между двумя параллельными прямыми или прямой и точкой

Для создания линейного размера, обозначающего расстояние между параллельными прямыми или прямой и 2D узлом, необходимо после вызова команды **Размер** в любом порядке выбрать два исходных объекта, нажав на них . В качестве прямых могут быть выбраны как прямые построения, так и отрезки линий изображения. При выборе прямой построения в качестве первого объекта можно выбрать только те прямые, на которых есть хотя бы один 2D узел. Для второго объекта наличие узлов на прямой не имеет значения. В качестве точек могут выть выбраны характерные точки линий изображения, 2D узлы и пересечения линий построения (при выборе пересечения в нём автоматически создаётся связанный 2D узел).

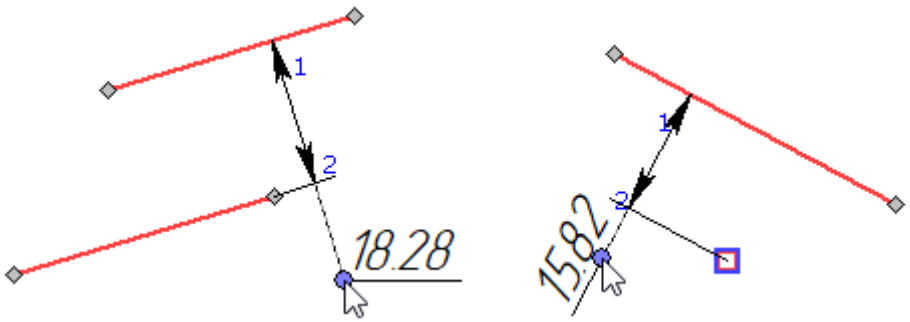
Прямые линии построения и 2D узлы также могут быть выбраны с помощью следующих опций автоменю:

<L> Выбрать прямую

<N> Выбрать узел

После активации любой из этих опций нажатие на чертеже выбирает объект соответствующего типа, ближайший к месту нажатия.

После того, как выбран второй исходный объект, независимо от того, каким образом это было сделано, на чертеже появится динамически обновляющееся предварительное изображение размера, а в автоменю станут доступны опции позиционирования размерной линии и значения размера, изменения знака, связи с другим размером и общие опции команд создания 2D элементов. Размерная линия будет следовать за курсором перпендикулярно направлению измерения, а значение размера - вдоль размерной линии. Направление измерения соответствует нормали к выбранной прямой. Выносные линии будут соединять размерную линию с точками измерения на исходных объектах. Установите желаемое положение размерной линии и значения размера, перемещая курсор, и подтвердите ввод нажатием или **<Enter>**. Размер будет создан. По окончании создания размера команда возвращается к начальному состоянию.



Точки измерения на параллельных прямых и поведение размера при утрате параллельности

При выборе прямой построения в качестве **первого** исходного объекта, точкой измерения всегда является 2D узел, лежащий на этой прямой. Если на прямой лежит несколько 2D узлов, то выбирается ближайший к месту нажатия в момент выбора прямой. Если на прямой не лежит ни одного узла, то выбор такой прямой в качестве первого объекта невозможен.

При выборе прямой построения в качестве **второго** исходного объекта, точкой измерения может являться:

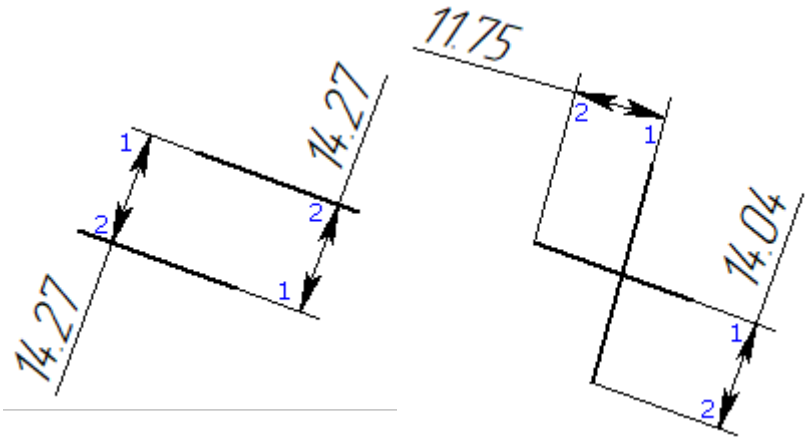
- ближайший 2D узел, лежащий на этой прямой (так же, как при выборе первого объекта), если на ней есть узлы;
- автоматически определяемая произвольная точка на выбранной прямой, если на ней нет узлов.

Изначально при создании размера между прямыми построения от точек измерения зависит только прорисовка выносных линий.

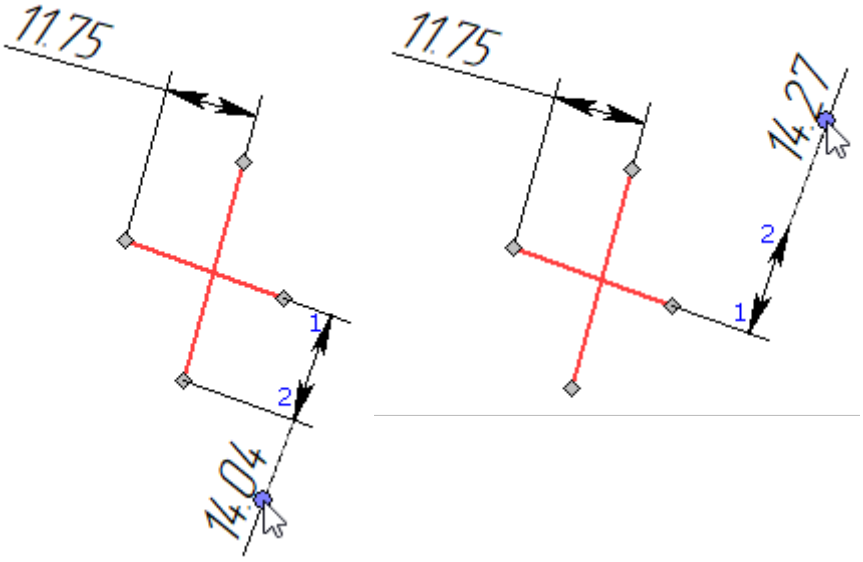
При выборе отрезка в качестве исходного объекта, точкой измерения является его крайняя точка, ближайшая к размерной линии. Пока предварительное изображение размера динамически обновляется в соответствии с перемещениями курсора, точка измерения может автоматически переключаться между крайними точками отрезка, в зависимости от того, какая из них ближе к

текущему положению размерной линии. В момент создания размера выбор точки измерения фиксируется.
Изначально при создании размера между параллельными отрезками выбор крайней точки не имеет значения.

Если при последующем редактировании чертежа прямые/отрезки перестанут быть параллельными друг другу, то размер между ними превращается в размер между линией, выбранной первой, и точкой измерения на второй линии.

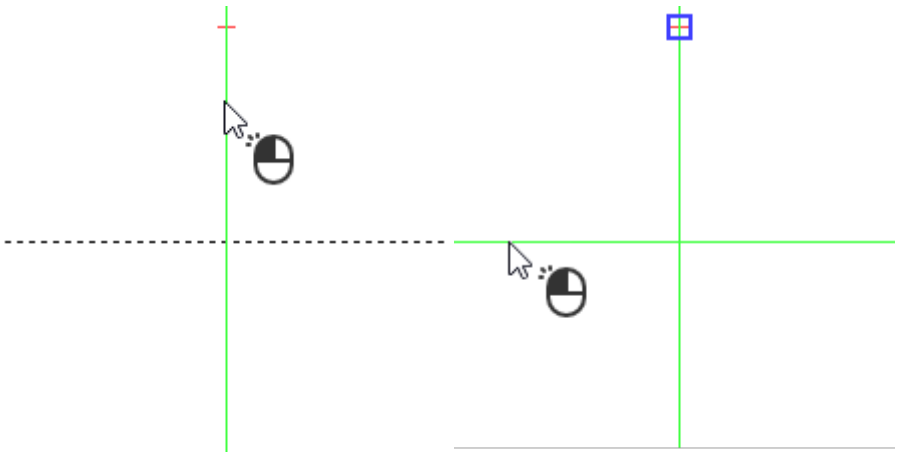


Если размер был создан между параллельными отрезками или между прямой линией изображения и параллельным ей отрезком, но потом параллельность была утрачена, то при редактировании такого размера система автоматически переключает точку измерения на втором отрезке, а следовательно также направление измерения и значение размера, в зависимости от того, какая из крайних точек второго отрезка ближе к курсору. При этом для одной из точек не отображается выносная линия.



Угол между двумя прямыми

Для создания размера, обозначающего угол между двумя непараллельными прямыми линиями построения или отрезками линий изображения, необходимо после вызова команды **Размер** в любом порядке выбрать эти прямые/отрезки, нажав на них. При выборе прямой построения в качестве первого объекта можно выбрать только те прямые, на которых есть хотя бы один 2D узел. Для второго объекта наличие узлов на прямой не имеет значения.



Прямые линии построения также могут быть выбраны с помощью следующей опции автоменю:

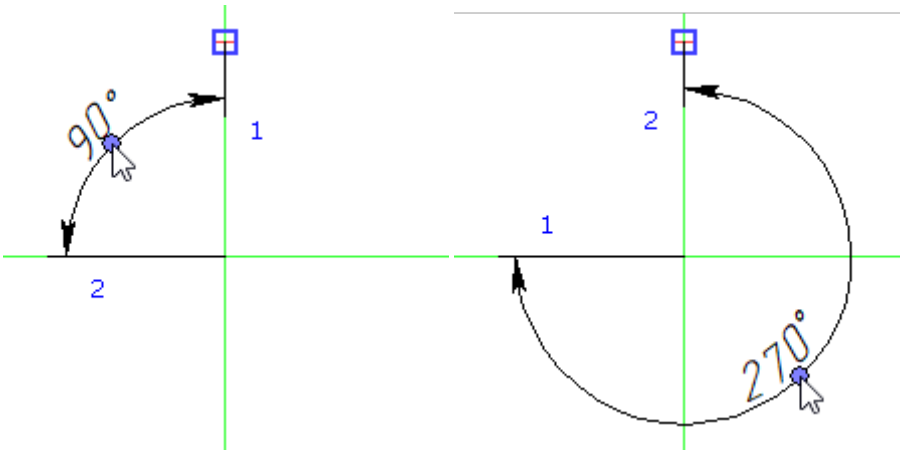
<L> Выбрать прямую

После активации этой опции нажатие на чертеже выбирает прямую построения, ближайшую к месту нажатия.
После того, как выбран второй исходный объект, независимо от того, каким образом это было сделано, на чертеже появится динамически обновляющееся предварительное изображение размера, а в автоменю станут доступны опции позиционирования размерной линии и значения размера, изменения знака, связи с другим размером и общие опции команд создания 2D элементов. Размерная линия будет следовать за курсором вдоль выбранных линий, а значение размера - вдоль размерной линии. Выносные линии будут соединять размерную линию с точками измерения на исходных объектах.

При выборе отрезка в качестве исходного объекта, неважно, первого или второго, точкой измерения является крайняя точка этого отрезка, ближайшая к другому исходному объекту.
При выборе прямой построения в качестве **первого** исходного объекта, точкой измерения всегда является 2D узел, лежащий на этой прямой. Если на прямой лежит несколько 2D узлов, то выбирается ближайший к месту нажатия в момент выбора прямой. Если на прямой не лежит ни одного узла, то выбор такой прямой в качестве первого объекта невозможен.
При выборе прямой построения в качестве **второго** исходного объекта, точкой измерения может являться:

- ближайший 2D узел, лежащий на этой прямой (так же, как при выборе первого объекта), если на прямой есть узлы;
- точка пересечения этой прямой с первым объектом, если на прямой нет узлов и первым объектом также является прямая построения;
- автоматически определяемая произвольная точка на выбранной прямой, если на прямой нет узлов и первым объектом является отрезок.

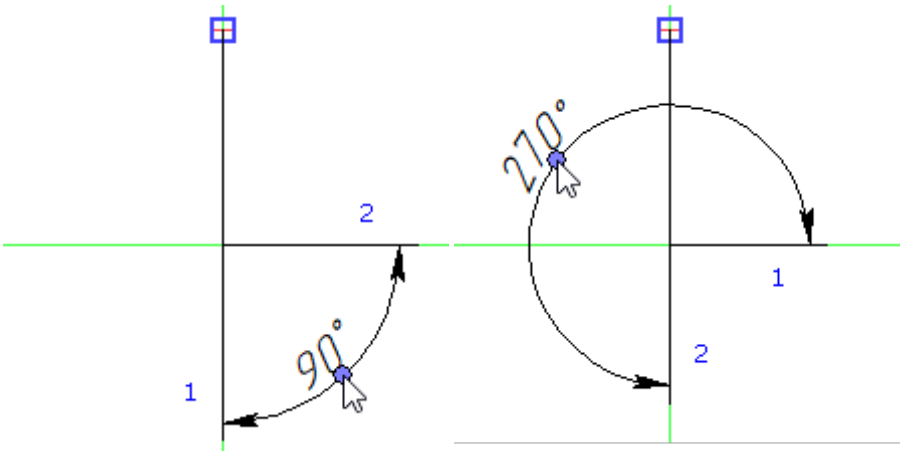
Пересекающиеся прямые делят плоскость на четверти. По умолчанию размер строится на основе четверти, через которую проходит кратчайший путь между точками, в которых находился курсор в момент выбора прямых. При этом, когда курсор находится внутри этой четверти, размер показывает её угол, а когда курсор находится вне этой четверти, размер показывает суммарный угол остальных трёх четвертей.



При необходимости можно выбрать другую четверть. Для этого необходимо активировать следующую опцию автоменю:

<Z> Сменить ориентацию размера

Последовательные нажатия на иконке этой опции, последовательно переключают размер между всеми возможными четвертями.
Активация данной опции с помощью клавиатуры выбирает четверть, в которой в данный момент находится курсор. Если курсор находится за пределами окна чертежа, то активация опции с клавиатуры невозможна.



Установите желаемое положение размерной линии и значения размера, перемещая курсор, и подтвердите ввод нажатием или **<Enter>**. Размер будет создан. По окончании создания размера команда возвращается к начальному состоянию.

Расстояние между двумя точками

Для создания линейного размера, обозначающего расстояние между двумя точками, необходимо после вызова команды Размер в любом порядке выбрать две точки, нажав на них . В качестве точек могут быть выбраны 2D узлы, характерные точки линий изображения, пересечения линий построения (при выборе пересечения линий построения в нём автоматически создаётся 2D узел).
2D узлы также могут быть выбраны с помощью следующей опции автоменю:

<N> Выбрать узел

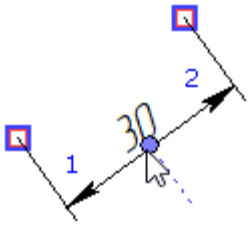
После активации этой опции нажатие на чертеже выбирает 2D узел, ближайший к месту нажатия. После того, как выбрана вторая точка, независимо от того, каким образом это было сделано, на чертеже появится динамически обновляющееся предварительное изображение размера, а в автоменю станут доступны опции позиционирования размерной линии и значения размера, изменения знака, связи с другим размером и общие опции команд создания 2D элементов.

По умолчанию размерная линия и направление измерения параллельны кратчайшему пути между выбранными точками, а выносные линии - перпендикулярны ему. При необходимости конфигурацию размера можно изменить с помощью следующей опции автоменю:

<M> Изменить тип размера

Активация данной опции нажатием горячей клавиши <M> или обычным нажатием на иконку в автоменю последовательно переключает тип размера между всеми доступными вариантами. На верхнем уровне автоменю для данной опции отображается иконка типа, выбранного в данный момент. Если зажать на этой иконке, то появится выпадающий список, в котором можно выбрать любой из доступных типов. Доступны следующие типы:

<Shift>+<N> между узлами

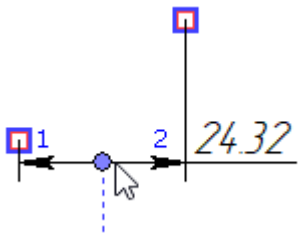


Размерная линия и направление измерения параллельны кратчайшему пути между выбранными точками.

Размерная линия следует за курсором перпендикулярно направлению измерения.

Выносные линии перпендикулярны размерной линии.

<Shift>+<H> по горизонтали

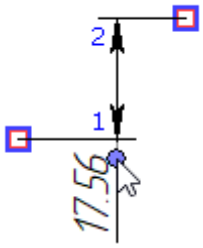


Размерная линия и направление измерения горизонтальны.

Размерная линия следует за курсором по вертикали.

Выносные линии перпендикулярны размерной линии.

<Shift>+<V> по вертикали

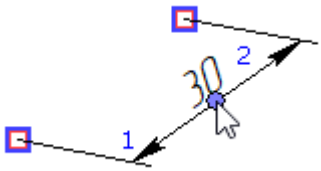


Размерная линия и направление измерения вертикальны.

Размерная линия следует за курсором по горизонтали.

Выносные линии перпендикулярны размерной линии.

<Shift>+<A> между узлами (с произвольным положением)



Размерная линия и направление измерения параллельны кратчайшему пути между выбранными точками.

Размерная линия следует за курсором во всех направлениях.

Выносные линии располагаются под произвольным углом к размерной линии.

Размерная линия будет следовать за курсором в направлении, соответствующем выбранному типу размера, а значение размера - вдоль размерной линии.
Установите желаемое положение размерной линии и значения размера, перемещая курсор, и подтвердите ввод нажатием или <Enter>. Размер будет создан. По окончании создания размера команда возвращается к начальному состоянию.

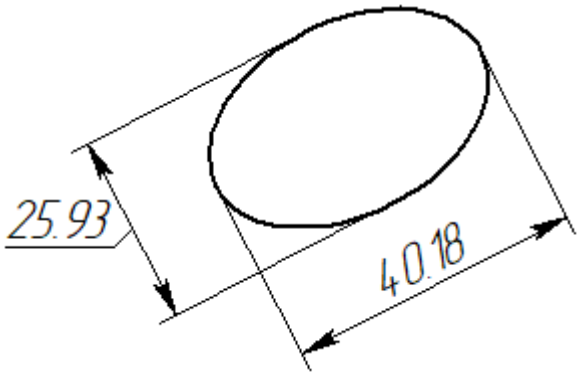
Длина оси эллипса

Для создания линейных размеров, обозначающих длины осей эллипса, необходимо после вызова команды Размер выбрать эллипс или дугу эллипса, нажав на них . Появится предварительное изображение размера, обозначающего длину одной из осей, а в автоменю станут доступны опции

позиционирования размерной линии и значения размера, а также изменения знака. Если требуется длина другой оси, то можно переключиться на неё с помощью следующей опции автоменю:

<M> Изменить тип размера

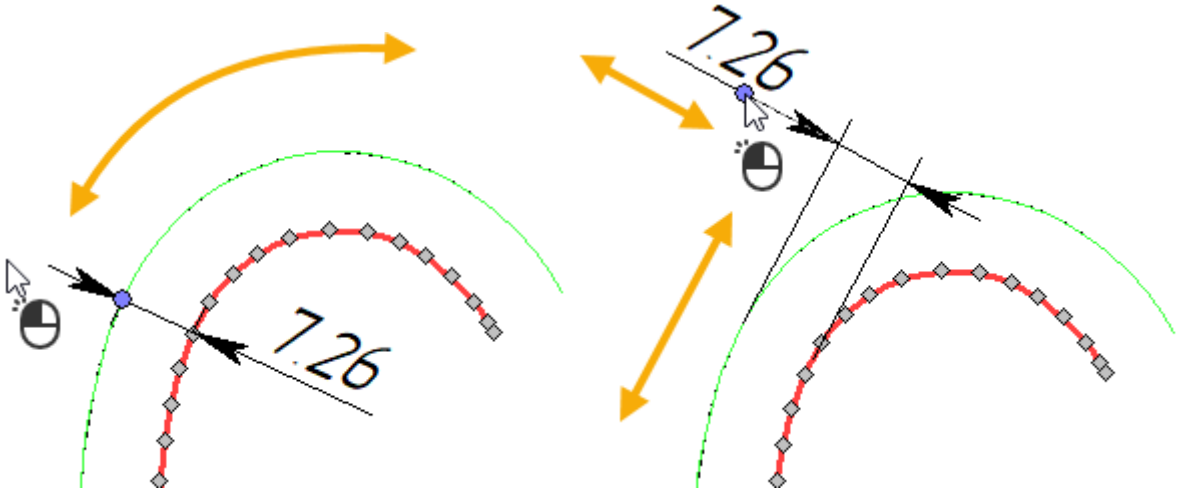
Размерная линия будет следовать за курсором перпендикулярно выбранной оси, а значение размера - вдоль размерной линии. Выносные линии будут соединять размерную линию с крайними точками выбранной оси. Установите желаемое положение размерной линии и значения размера, перемещая курсор, и подтвердите ввод нажатием или **<Enter>**. Размер будет создан. По окончании создания размера команда возвращается к начальному состоянию.



Смещение эквидистантной кривой

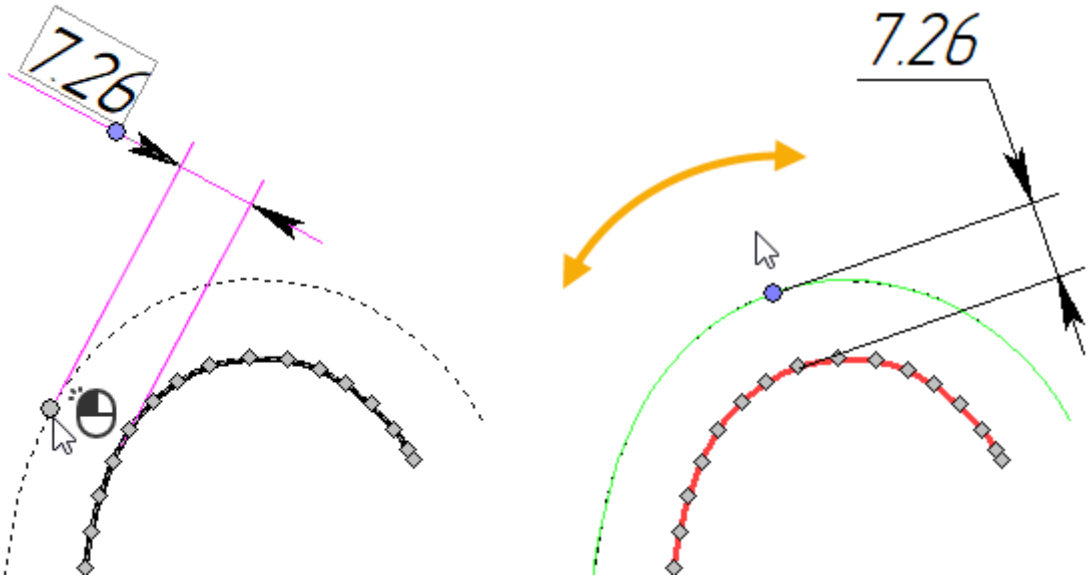
Для создания линейного размера, обозначающего величину смещения эквидистантной кривой относительно её исходной кривой, необходимо после вызова команды **Размер** выбрать эквидистанту и её исходную кривую в любом порядке, нажав на них . Появится предварительное изображение размера, а в автоменю станут доступны опции позиционирования размерной линии и значения размера,.

Размерная линия и значение размера будут следовать за курсором вдоль выбранных кривых. Перемещая курсор, установите предварительное изображение в положение, соответствующее желаемым точкам измерения, и нажмите или **<Enter>**. На предварительном изображении появятся выносные линии от заданных точек измерения к размерной линии, размерная линия начнёт следовать за курсором в направлении, перпендикулярном прямой, соединяющей точки измерения, а значение размера начнёт следовать за курсором вдоль размерной линии. Установите желаемое положение размерной линии и значения размера, перемещая курсор, и нажмите или **<Enter>**. Размер будет создан. По окончании создания размера команда возвращается к начальному состоянию.



Манипуляторы размера-смещения

После создания размера его можно перемещать вдоль кривых с помощью специального манипулятора, расположенного в одной из точек измерения. Нажмите на манипуляторе. Размер начнёт следовать за курсором вдоль кривых. Перемещая курсор, установите размер в новое положение и нажмите или **<Enter>**. Размерная линия начнёт следовать за курсором в направлении, перпендикулярном прямой, соединяющей новые точки измерения, а значение размера начнёт следовать за курсором вдоль размерной линии. Установите желаемое положение размерной линии и значения размера, перемещая курсор, и нажмите или **<Enter>**. Редактирование размера завершится. Для размеров-смещений также доступны [манипуляторы, общие для размеров различных видов](#).



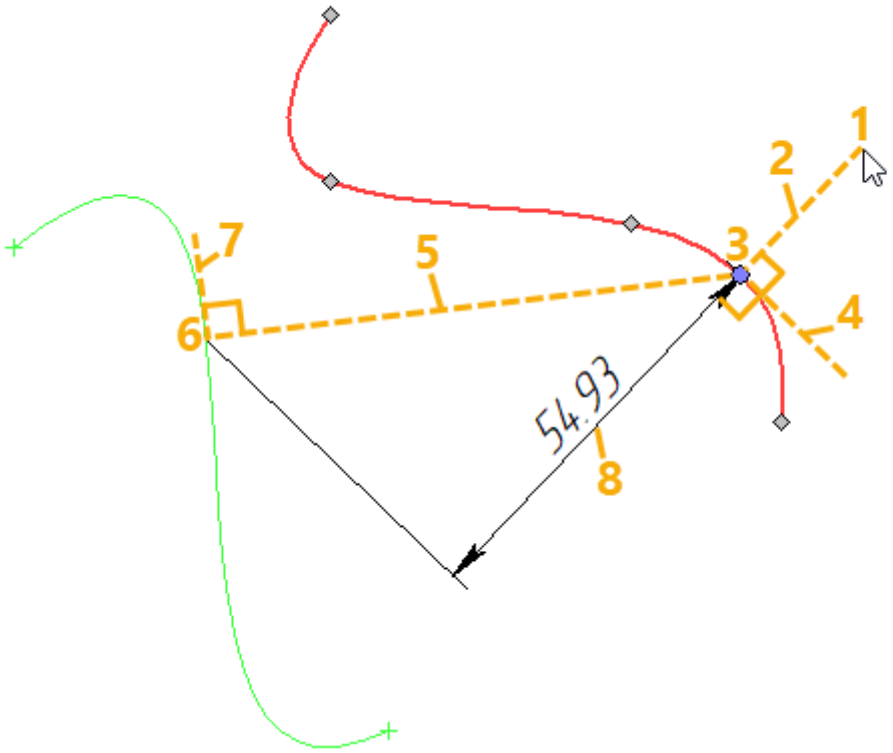
Расстояние от точки на кривой до её проекции на другую линию

Для создания линейного размера, обозначающего расстояние от точки на кривой до её проекции на другую линию, необходимо после вызова команды **Размер** последовательно выбрать две линии - исходную кривую и линию, на которую будет спроецирована точка, нажав на них . В качестве исходной кривой можно выбрать 2D путь, сплайн/полилинию (построения или эскиза), кривую

смещения (построения или эскиза), или функцию. В качестве второй линии можно выбрать линию любого типа.

После выбора второй линии система рассчитывает положение проекции точки первой линии, ближайшей к положению курсора, на второй объект в направлении нормали ко второй линии, а затем измеряет расстояние между точкой и проекцией в направлении нормали к первой линии.

Появляется предварительное изображение создаваемого размера, которое динамически обновляется при перемещении курсора, а в автоменю станут доступны опции позиционирования размерной линии и значения размера. Установите желаемую конфигурацию размера, перемещая курсор, и подтвердите её нажатием или <**Enter**>. Положение точек и направление измерения будет зафиксировано, после чего размерная линия будет следовать за курсором вдоль касательной к первому объекту в точке измерения, а значение размера будет следовать за курсором вдоль размерной линии. Установите желаемое положение размерной линии и значения размера, перемещая курсор, и подтвердите ввод нажатием или <**Enter**>. Размер будет создан. По окончании создания размера команда возвращается к начальному состоянию.



1 - Положение курсора

2 - Кратчайшее расстояние от положения курсора до красного сплайна

3 - Точка красного сплайна, ближайшая к положению курсора

4 - Касательная к красному сплайну в точке 3

5 - Нормаль к зелёному сплайну, проведённая из точки 3

6 - Проекция точки 3 на зелёный сплайн

7 - Касательная к зелёному сплайну в точке 6

8 - Направление измерения

Радиальный размер

Создание радиального размера без вызова дополнительных опций

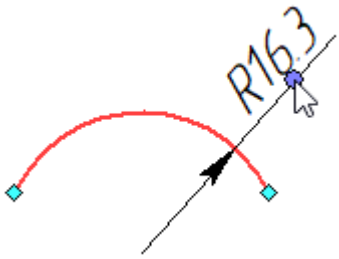
Для создания радиального размера, обозначающего радиус или диаметр окружности или дуги окружности, необходимо после вызова команды **Размер** выбрать окружность или дугу, нажав на них . Для выбора доступны как линии изображения так и линии построения. После выбора окружности или дуги появится предварительное изображение размера, а в автоменю станут доступны опции изменения направления полки, изменения знака, связи с другим размером и общие опции команд создания 2D элементов. По умолчанию для полной окружности создаётся размер диаметра, а для дуги - размер радиуса. В обоих случаях можно переключаться между радиусом и диаметром с помощью опции изменения знака размера, меняя таким образом не только знак, но и значение.

Конфигурацию размерной линии можно изменить с помощью опции изменения типа размера. Доступны следующие типы размера:

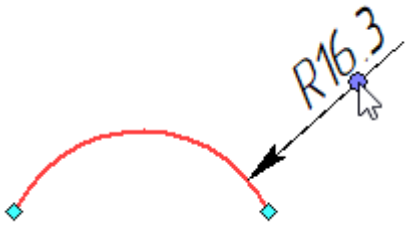
- Для радиуса

<M>, <Space> Изменить тип размера

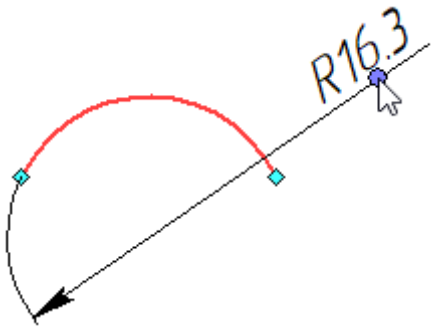
Изнутри



Снаружи



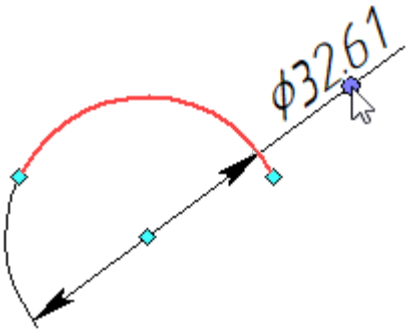
К противолежащей точке



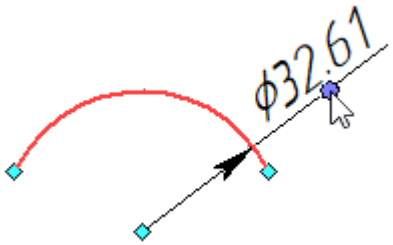
- Для диаметра

<M>, <Space> Изменить тип размера

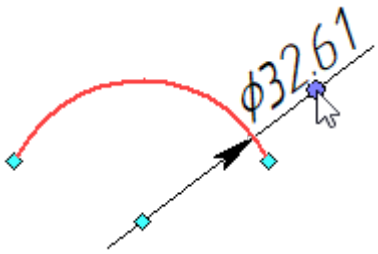
Две стрелки



Одна стрелка



Стрелка с засечкой



После создания размера конфигурацию размерной линии можно менять без вызова команды редактирования размера с помощью кнопок быстрого редактирования, аналогичных вышеперечисленным опциям автоменю.

Активация данной опции нажатием горячей клавиши **<M>** или обычным нажатием на иконку в автоменю последовательно переключает тип размера между всеми доступными вариантами. На верхнем уровне автоменю для данной опции отображается иконка типа, выбранного в данный момент. Если зажать на этой иконке, то появится выпадающий список, в котором можно выбрать любой из доступных типов.
После того, как появилось предварительное изображение размера, размерная линия поворачивается вслед за курсором вокруг центра окружности/дуги, а значение размера следует за курсором вдоль размерной линии. Установите желаемое положение размерной линии и значения размера, перемещая курсор, и подтвердите ввод нажатием или **<Enter>**. Размер будет создан. По окончании создания размера команда возвращается к начальному состоянию.

Создание радиального размера с помощью автоменю

После вызова команды **Размер** окружность построения также можно выбрать с помощью следующей опции автоменю:

	<C>	Выбрать окружность

После активации данной опции нажатие в любом месте чертежа выбирает окружность построения, ближайшую к месту нажатия, и мгновенно создаёт размер диаметра этой окружности с привязкой значения размера к месту нажатия. По окончании создания размера команда возвращается к начальному состоянию.

См. также:

- Крестик в центре

Радиальный размер с изломом

Для окружностей и дуг окружностей большого радиуса предусмотрен **размер с изломом размерной линии**. Он позволяет обозначить радиус, не рисуя размерную линию через весь радиус окружности, а ограничиться лишь коротким участком линии, достаточным для размещения значения размера.

Создание одиночного радиального размера с изломом на линиях любого типа

Для создания такого размера необходимо после вызова команды **Размер** активировать следующую опцию автоменю:

<Y> Радиальный размер с изломом размерной линии

Активация данной опции настраивает фильтр выбора таким образом, что могут быть выбраны только окружности и дуги окружностей. Для выбора доступны как линии изображения, так и линии построения. Выберите окружность или дугу, нажав на ней . Появится предварительное изображение размера, а в автоменю станут доступны опции изменения знака, связи с другим размером, создания группы ломанных радиусов и общие опции команд создания 2D элементов.

При использовании обычной опции автоменю для изменения знака размера, размер с изломом превращается в обычный радиальный размер. Для изменения знака без изменения вида размера воспользуйтесь окном параметров. При редактировании размера с изломом в автоменю доступны специальные опции, позволяющие переключаться между размером и диаметром, не меняя вида размера:

<D> Радиальный/диаметральный размер

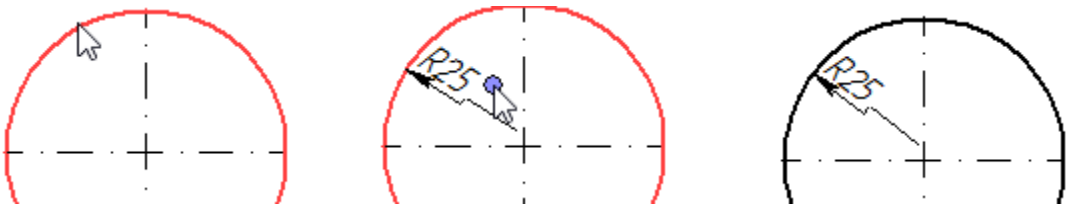
<R> Радиальный/диаметральный размер

После того, как появилось предварительное изображение размера, точка привязки размерной линии следует за курсором, а сама линия поворачивается вслед за точкой привязки вокруг центра окружности/дуги. Пока точка привязки находится внутри окружности на расстоянии от неё, большем чем минимально возможная длина размерной линии, конец линии совпадает с точкой привязки, что позволяет менять длину линии. Если точка привязки находится внутри окружности на расстоянии от неё, меньшем чем минимально возможная длина размерной линии, или снаружи окружности, то размерная линия создаётся с минимальной длиной, а положение точки привязки определяет лишь положение линии. Значение размера располагается посередине внешнего радиального участка размерной линии. Точку привязки можно совместить с 2D узлом, конечной точкой линии изображения или пересечением линий построения (при выборе пересечения в нём автоматически создаётся связанный 2D узел) или разместить в произвольном месте чертежа. Между размером и выбранным элементом (2D узлом/конечной точкой линии изображения) сохраняется ассоциативная связь, т.е. при последующих изменениях положения элемента положение точки привязки размерной линии изменится соответствующим образом. При редактировании размера эту связь можно разрушить, воспользовавшись следующей опцией автоменю:

<K> Разрушить привязку

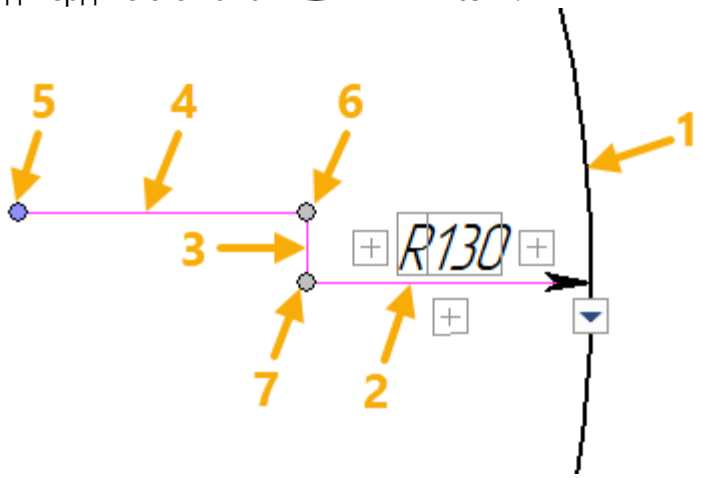
После активации данной опции необходимо заново задать положение точки привязки размерной линии.

Установите желаемое положение точки привязки размерной линии, перемещая курсор, и подтвердите ввод нажатием или **<Enter>**. Размер будет создан. По окончании создания размера команда остаётся в режиме создания радиальных размеров с изломом.



Манипуляторы радиального размера с изломом

Изначально при создании размера величина и положение излома размерной линии имеют значения по умолчанию. При редактировании размера эти параметры можно изменить с помощью специальных манипуляторов. Манипуляторы отображаются при выборе размера, а также при наведении на него курсора. Нажмите на манипуляторе. Соответствующая точка размерной линии начнёт следовать за курсором. Установите желаемое положение точки, перемещая курсор и подтвердите его нажав или **<Enter>**.



1 - окружность

2 - внешний радиальный участок размерной линии

3 - излом размерной линии

4 - внутренний радиальный участок размерной линии

5 - манипулятор точки привязки и длины размерной линии

6 - манипулятор положения излома

7 - манипулятор величины излома

Быстрое создание одиночного радиального размера с изломом на окружности построения

После входа в режим создания радиального размера с изломом окружность также можно выбрать с помощью следующей опции автоменю:

<C> Выбрать окружность

После активации данной опции нажатие в любом месте чертежа выбирает окружность построения, ближайшую к месту нажатия, и мгновенно создаёт радиальный размер с изломом на

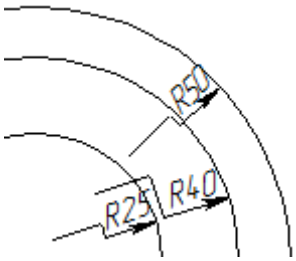
этой окружности с привязкой размерной линии к месту нажатия. По окончании создания размера команда остаётся в режиме создания радиальных размеров с изломом.

Создание группы радиальных размеров с изломом

После входа в режим создания радиального размера с изломом и выбора окружности/дуги, в автоменю становится доступной следующая опция:

<X> Создать группу ломанных радиусов

После её активации первый размер создаётся в обычном режиме, а для последующих размеров точка привязки размерной линии совпадает с точкой привязки размерной линии первого размера и не может быть изменена, а за курсором следует не точка привязки размерной линии, а манипулятор величины излома. Данный режим удобно использовать при создании размеров на концентрических окружностях/дугах.



Если точка привязки размера первой окружности была задана 2D узлом или конечной точкой линии изображения, размеры для всех последующих окружностей автоматически также привязываются к этому узлу или конечной точке. Если же положение точки привязки первого размера задавалось произвольно, то в этой точке создаётся свободный 2D узел, к которому и будут привязаны все размеры.

Для завершения создания группы размеров с общей точкой привязки нажмите или воспользуйтесь следующей опцией автоменю.

<Esc> Вернуться в предыдущий режим

При редактировании размера, входящего в группу с общей точкой привязки, можно сделать этот размер независимым и задать для него отдельную точку привязки с помощью следующей опции автоменю:

<K> Разрушить привязку

После активации данной опции необходимо заново задать положение точки привязки размерной линии текущего размера.

Размеры по дуге

Основные темы в этом разделе:

- Полная длина дуги окружности
- Длина дуги окружности между двумя 2D узлами

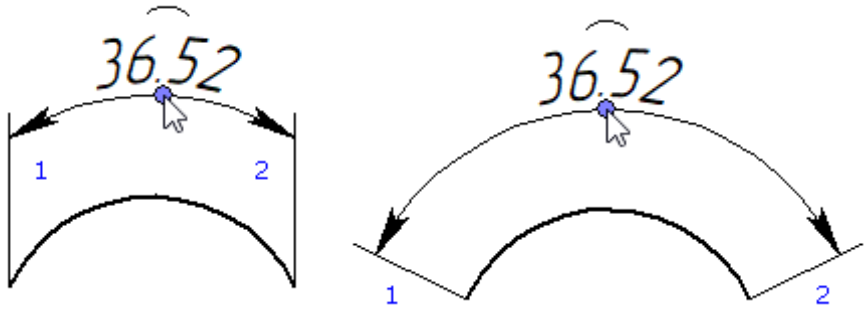
- Длина окружности

Полная длина дуги окружности

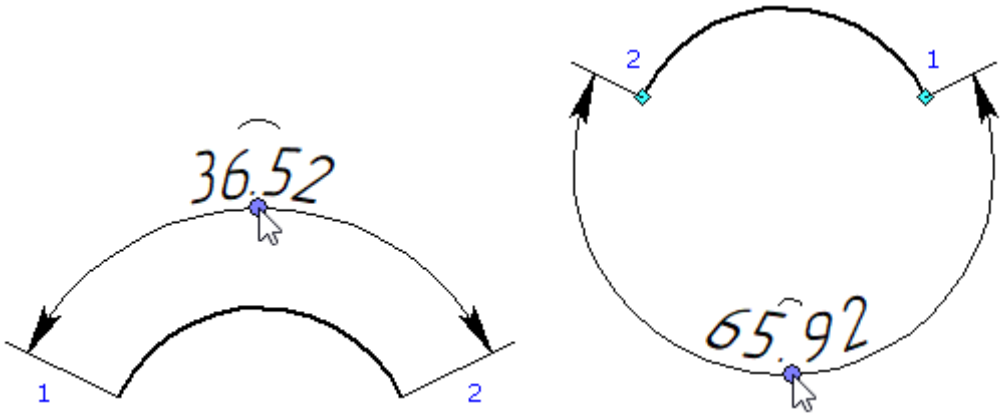
Создание полной длины дуги без вызова дополнительных опций

Для создания размера, обозначающего полную длину дуги окружности, необходимо после вызова команды **Размер** зажать на дуге, после чего, не отпуская , переместить курсор в любом направлении. После того, как появится предварительное изображение размера, можно отпустить. В автоменю станут доступны опции позиционирования размерной линии и значения размера, изменения знака, связи с другим размером и общие опции команд создания 2D элементов. Далее размерная линия будет следовать за курсором вдоль выносных линий, а значение размера - вдоль размерной линии. Выносные линии будут соединять размерную линию с крайними точками выбранной дуги. По умолчанию выносные линии перпендикулярны касательной к дуге, проведённой в средней точке дуги. Таким образом длина размерной линии равна длине дуги. При необходимости можно сделать выносные линии перпендикулярными касательным к дуге, проведённым в крайних точках дуги. Тогда длина размерной линии будет больше длины дуги. Переключение между этими двумя способами построения выносных линий осуществляется с помощью следующей опции автоменю:

/ <H> Параллельные/радиальные выносные линии



Направление измерения зависит от положения курсора относительно кругового сегмента, ограниченного выбранной дугой и радиусами, проведёнными из центра дуги к её концам. Когда курсор находится внутри этого сегмента или его продолжения, ограниченного выносными линиями, размер соответствует длине выбранной дуги; в противном случае размер соответствует длине невидимой части окружности, формирующей выбранную дугу.



Установите желаемое положение размерной линии и значения размера, перемещая курсор, и подтвердите ввод нажатием или <**Enter**>. Размер будет создан. По окончании создания размера команда возвращается к начальному состоянию.

Создание полной длины дуги с помощью автоменю

Также для создания размера, обозначающего полную длину дуги, после вызова команды **Размер** можно воспользоваться следующей опцией автоменю:

<**A**> Размер по дуге

После активации данной опции фильтр выбора настраивается таким образом, что можно выбирать только дуги окружностей и точки. Выберите дугу, нажав на ней . Появится предварительное изображение размера. Далее размер создаётся так же, как описано выше. По окончании создания размера команда остаётся в режиме создания размера по дуге.

См. также:

- Дуга над текстом

Длина дуги окружности между двумя 2D узлами

Для создания размера, обозначающего длину участка дуги окружности, ограниченного двумя 2D узлами, лежащими на этой дуге, необходимо после вызова команды **Размер** активировать следующую опцию автоменю:

<**A**> Размер по дуге

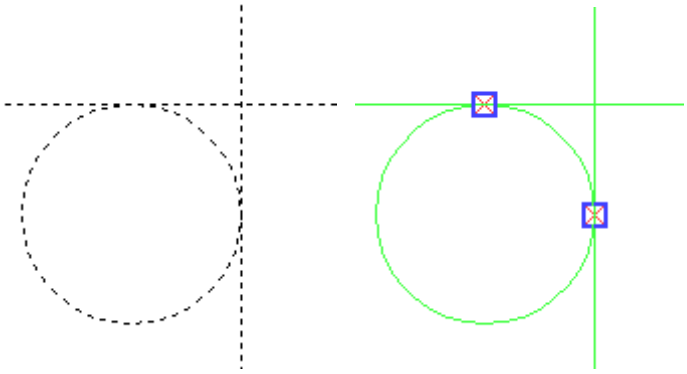
После активации данной опции фильтр выбора настраивается таким образом, что можно выбирать только дуги окружностей и точки. В любом порядке выберите два 2D узла, нажав на них . Для выбора узлов также можно воспользоваться следующей опцией автоменю (после активации предыдущей):

<**N**> Выбрать узел

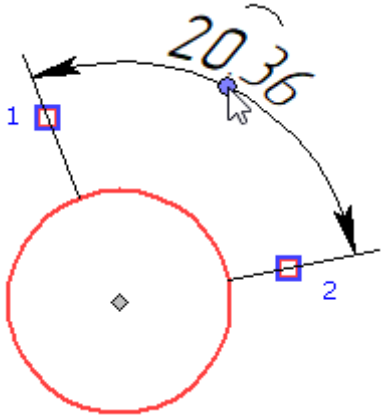
После активации данной опции нажатие в любом месте чертежа выбирает 2D узел, ближайший к месту нажатия.

С помощью данной опции можно выбирать только существующие узлы. Без использования данной опции можно также выбирать пересечения линий построения (в выбранной точке пересечения автоматически создаётся 2D узел, на основе которого будет построен размер).

> Характерные точки линий изображения также доступны для выбора, но размер по ним не может быть построен.

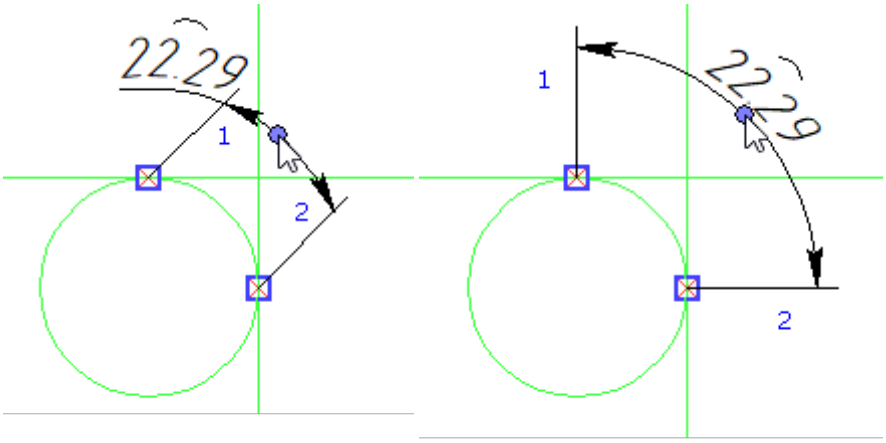


После выбора узлов необходимо выбрать окружность или дугу окружности, нажав на ней . Окружность может быть как линией изображения, так и линией построения. Если выбранные узлы лежат на выбранной окружности/дуге, то точки измерения будут соответствовать этим узлам. Если выбранные узлы не лежат на выбранной окружности/дуге, то точки измерения будут соответствовать нормальным проекциям узлов на окружность/дугу.

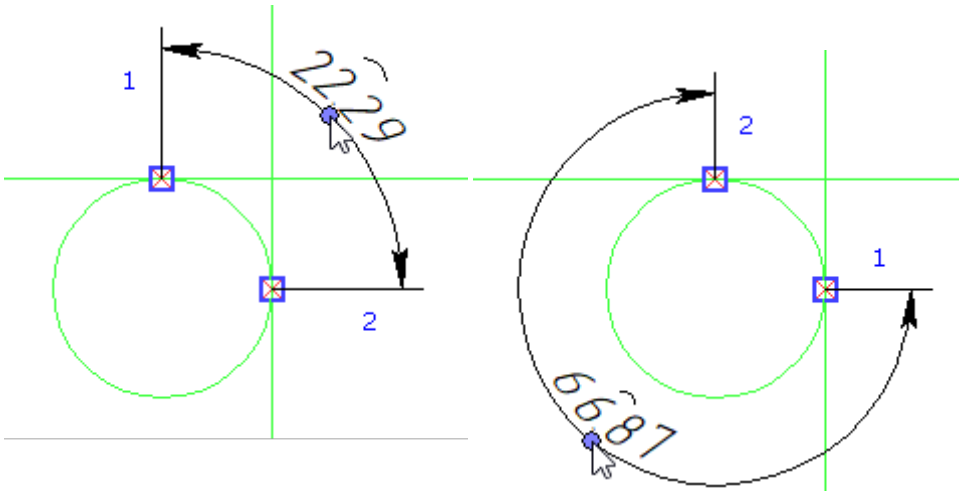


После выбора окружности или дуги появится предварительное изображение размера, а в автоменю станут доступны опции позиционирования размерной линии и значения размера, изменения знака, связи с другим размером и общие опции команд создания 2D элементов. Далее размерная линия будет следовать за курсором вдоль выносных линий, а значение размера - вдоль размерной линии. Выносные линии будут соединять размерную линию с точками измерения. По умолчанию выносные линии перпендикулярны касательной к дуге, проведённой в средней точке выбранного участка дуги. Таким образом длина размерной линии равна длине выбранного участка дуги. При необходимости можно сделать выносные линии перпендикулярными касательным к дуге, проведённым в выбранных узлах. Тогда длина размерной линии будет больше длины выбранного участка дуги. Переключение между этими двумя способами построения выносных линий осуществляется с помощью следующей опции автоменю:

<H> Параллельные/радиальные выносные линии



Направление измерения зависит от положения курсора относительно кругового сегмента, ограниченного выбранным участком дуги и радиусами, проведёнными из центра дуги к точкам измерения. Когда курсор находится внутри этого сегмента или его продолжения, ограниченного выносными линиями, размер соответствует длине выбранного участка дуги; в противном случае размер соответствует длине остальной части окружности, формирующей выбранную дугу.



Установите желаемое положение размерной линии и значения размера, перемещая курсор, и подтвердите ввод нажатием или <**Enter**>. Размер будет создан. По окончании создания размера команда остаётся в режиме создания размера по дуге.

См. также:

- Дуга над текстом

Длина окружности

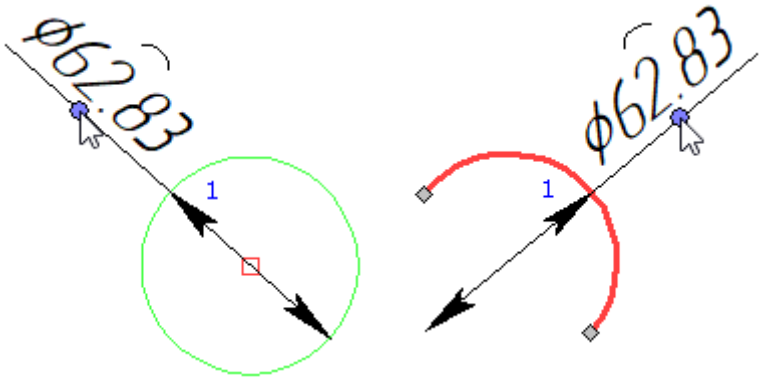
Для создания размера, обозначающего длину окружности, необходимо после вызова команды **Размер** активировать следующую опцию автоменю:

<A> Размер по дуге

В результате набор опций в автоменю изменится, после чего необходимо активировать следующую опцию:

<F> Размер по сфере

После активации данной опции нажатие в любом месте чертежа выбирает окружность или дугу окружности, ближайшую к месту нажатия. Выбираются как линии изображения, так и линии построения. В результате выбора появляется предварительное изображение размера, а в автоменю станет доступной опция изменения направления полки. Независимо от того выбрана ли полная окружность или дуга, значение размера соответствует длине полной окружности.



Размерная линия соответствует диаметру выбранной окружности и поворачивается вслед за курсором вокруг центра окружности. Значение размера следует за курсором вдоль размерной линии. Установите желаемое положение размерной линии и значения размера, перемещая курсор, и подтвердите ввод нажатием или **<Enter>**. Размер будет создан. По окончании создания размера команда остаётся в режиме создания размера длины окружности (размер по сфере).

См. также:

- Дуга над текстом

Длина отрезка

Создание длины отрезка без вызова дополнительных опций

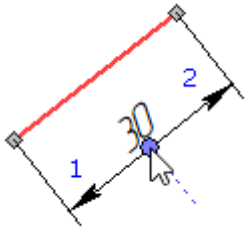
Для создания линейного размера, обозначающего длину отрезка, необходимо после вызова команды **Размер** зажать на отрезке, после чего, не отпуская , переместить курсор в направлении, перпендикулярном отрезку. После того, как появится предварительное изображение размера, можно отпустить. Далее в автоменю станут доступны опции позиционирования размерной линии и значения размера, изменения знака, связи с другим размером и общие опции команд создания 2D элементов.

По умолчанию размерная линия и направление измерения параллельны выбранному отрезку, а выносные линии - перпендикулярны ему. При необходимости конфигурацию размера можно изменить с помощью следующей опции автоменю:

<M> Изменить тип размера

Активация данной опции нажатием горячей клавиши **<M>** или обычным нажатием на иконку в автоменю последовательно переключает тип размера между всеми доступными вариантами. На верхнем уровне автоменю для данной опции отображается иконка типа, выбранного в данный момент. Если зажать на этой иконке, то появится выпадающий список, в котором можно выбрать любой из доступных типов. Доступны следующие типы:

<Shift>+<N> между узлами

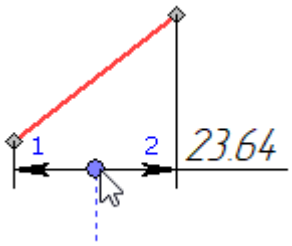


Размерная линия и направление измерения параллельны отрезку.

Размерная линия следует за курсором перпендикулярно отрезку.

Выносные линии перпендикулярны отрезку и размерной линии.

<Shift>+<H> по горизонтали

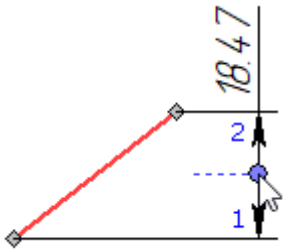


Размерная линия и направление измерения горизонтальны.

Размерная линия следует за курсором по вертикали.

Выносные линии перпендикулярны размерной линии
и имеют произвольный угол относительно отрезка.

<Shift>+<V> по вертикали

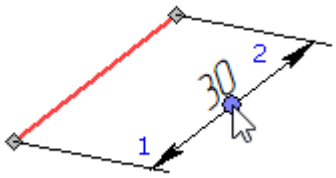


Размерная линия и направление измерения вертикальны.

Размерная линия следует за курсором по горизонтали.

Выносные линии перпендикулярны размерной линии
и имеют произвольный угол относительно отрезка.

<Shift>+<A> между узлами (с произвольным положением)

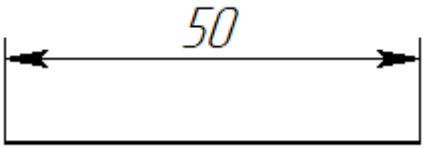


Размерная линия и направление измерения параллельны отрезку.

Размерная линия следует за курсором во всех направлениях.

Выносные линии располагаются под произвольным углом
к отрезку и размерной линии.

Размерная линия будет следовать за курсором в направлении, соответствующем выбранному типу размера, а значение размера - вдоль размерной линии.
Установите желаемое положение размерной линии и значения размера, перемещая курсор, и подтвердите ввод нажатием или <**Enter**>. Размер будет создан. По окончании создания размера команда возвращается к начальному состоянию.



Создание длины отрезка с помощью автоменю

Также для создания размера, обозначающего длину отрезка, после вызова команды **Размер** можно воспользоваться следующей опцией автоменю:

<**Q**> Размер по отрезку

После активации данной опции фильтр выбора настраивается таким образом, что можно выбирать только отрезки. Выберите отрезок, нажав на нём. Появится предварительное изображение размера. Далее размер создаётся так же, как описано выше. По окончании создания размера команда остаётся в режиме создания размера по отрезку.

Создание длины отрезка с совпадением размерной линии и отрезка

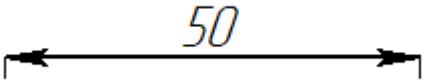
После активации опции создания размера по отрезку в автоменю становится доступной следующая опция:

<L> Выбрать отрезок

Если её активировать, то после выбора отрезка размерная линия не будет перемещаться вслед за курсором, а будет совпадать с выбранным отрезком. Только предварительное изображение значения размера будет следовать за курсором параллельно отрезку. Можно отменить привязку размерной линии к отрезку, нажав .

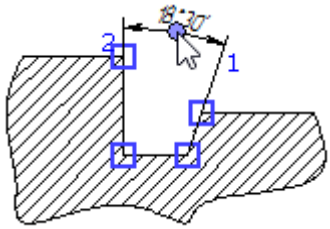
Также как и при обычном создании длины отрезка, в автоменю доступны опции позиционирования размерной линии и значения размера, изменения знака, связи с другим размером, общие опции команд создания 2D элементов, а также опции изменения типа размера. Активация любой из опций изменения типа размера приводит к утрате привязки размерной линии к отрезку.

Установите желаемое положение значения размера, перемещая курсор, и подтвердите ввод нажатием или **<Enter>**. Размер будет создан. По окончании создания размера команда остаётся в режиме создания размера по отрезку.



Угол по четырём точкам

Угловой размер по четырём точкам представляет собой разновидность углового размера между двумя отрезками. Отрезки, между которыми будет построен размер, задаются конечными точками.



Для создания такого размера необходимо после вызова команды **Размер** активировать следующую опцию автоменю:

<F> Угловой размер по четырём узлам

После активации данной опции необходимо последовательно выбрать четыре точки, нажав на них . Подсказки в статусной строке указывают порядок выбора точек. Первая и вторая точки задают первый отрезок, третья и четвёртая - второй отрезок.

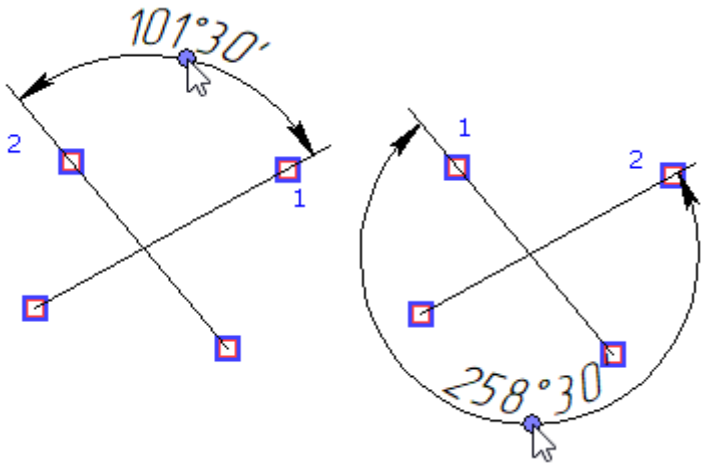
В качестве точек могут быть выбраны 2D узлы, характерные точки линий изображения, пересечения линий построения (при выборе пересечения линий построения в нём автоматически создаётся связанный 2D узел).

> Выбранные пары точек не должны лежать на параллельных прямых, иначе размер не сможет быть создан.

2D узлы также могут быть выбраны с помощью следующей опции автоменю:

<N> Выбрать узел

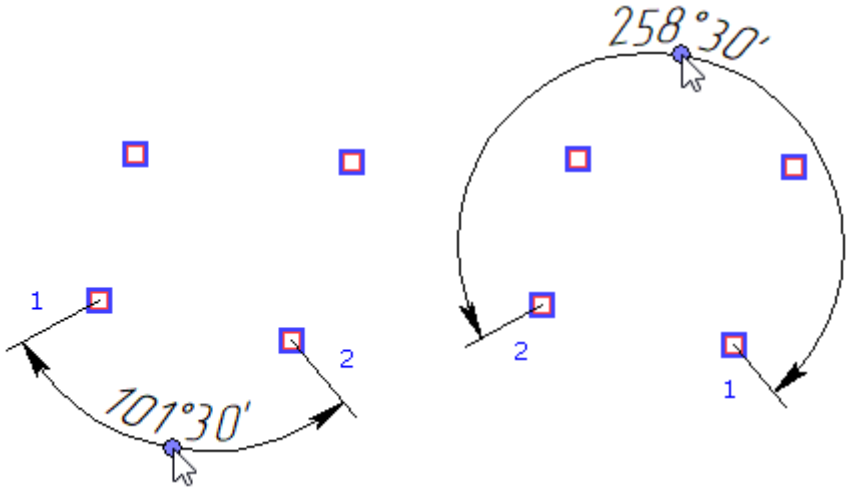
После активации этой опции нажатие на чертеже выбирает 2D узел, ближайший к месту нажатия. После того, как выбраны четыре точки, независимо от того, каким образом это было сделано, на чертеже появится динамически обновляющееся предварительное изображение размера, а в автоменю станут доступны опции позиционирования размерной линии и значения размера, изменения знака, связи с другим размером и общие опции команд создания 2D элементов. Размерная линия будет следовать за курсором вдоль воображаемых отрезков, заданных выбранными точками, а значение размера - вдоль размерной линии. Выносные линии будут соединять размерную линию с первой и третьей точками.
Воображаемые линии, заданные выбранными точками, делят плоскость на четверти. По умолчанию размер строится на основе произвольно выбранной четверти. При этом, когда курсор находится внутри этой четверти, размер показывает её угол, а когда курсор находится вне этой четверти, размер показывает суммарный угол остальных трёх четвертей.



Также как и при создании углового размера между двумя прямыми, четверть можно переключать с помощью следующей опции автоменю

<Z> Сменить ориентацию размера

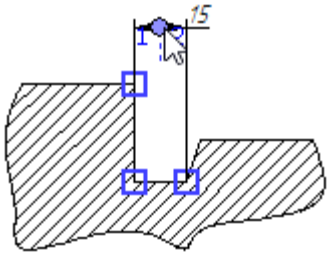
Последовательные нажатия на иконке этой опции, последовательно переключают размер между всеми возможными четвертями.
Активация данной опции с помощью клавиатуры выбирает четверть, в которой в данный момент находится курсор. Если курсор находится за пределами окна чертежа, то активация опции с клавиатуры невозможна.



Установите желаемое положение размерной линии и значения размера, перемещая курсор, и подтвердите ввод нажатием или <**Enter**>. Размер будет создан. По окончании создания размера команда остаётся в режиме создания углового размера по четырём точкам.

Расстояние по трём точкам

Линейный размер по трём точкам представляет собой разновидность линейного размера между отрезком и точкой. Отрезок, относительно которого будет построен размер, задаётся конечными точками.



Для создания такого размера необходимо после вызова команды **Размер** активировать следующую опцию автоменю:

<**T**> Линейный размер по трём узлам

После активации данной опции необходимо последовательно выбрать три точки, нажав на них . Подсказки в статусной строке указывают порядок выбора точек. Первая и вторая точки задают отрезок, относительно которого будет построено расстояние до третьей точки.

В качестве точек могут быть выбраны 2D узлы, характерные точки линий изображения, пересечения линий построения (при выборе пересечения линий построения в нём автоматически создаётся 2D узел).

2D узлы также могут быть выбраны с помощью следующей опции автоменю:

<**N**> Выбрать узел

После активации этой опции нажатие на чертеже выбирает 2D узел, ближайший к месту нажатия.

После того, как выбраны три точки, независимо от того, каким образом это было сделано, на чертеже появится динамически обновляющееся предварительное изображение размера, а в автоменю станут доступны опции позиционирования размерной линии и значения размера, изменения знака, связи с другим размером и общие опции команд создания 2D элементов.

Размерная линия будет следовать за курсором перпендикулярно направлению измерения, а значение размера - вдоль размерной линии. Направление измерения соответствует нормали к прямой, проходящей через первую и вторую выбранные точки. Выносные линии будут соединять размерную линию с первой и третьей точками. Установите желаемое положение размерной линии и значения размера, перемещая курсор, и подтвердите ввод нажатием или **<Enter>**. Размер будет создан. По окончании создания размера команда остаётся в режиме создания линейных размеров по трём точкам.

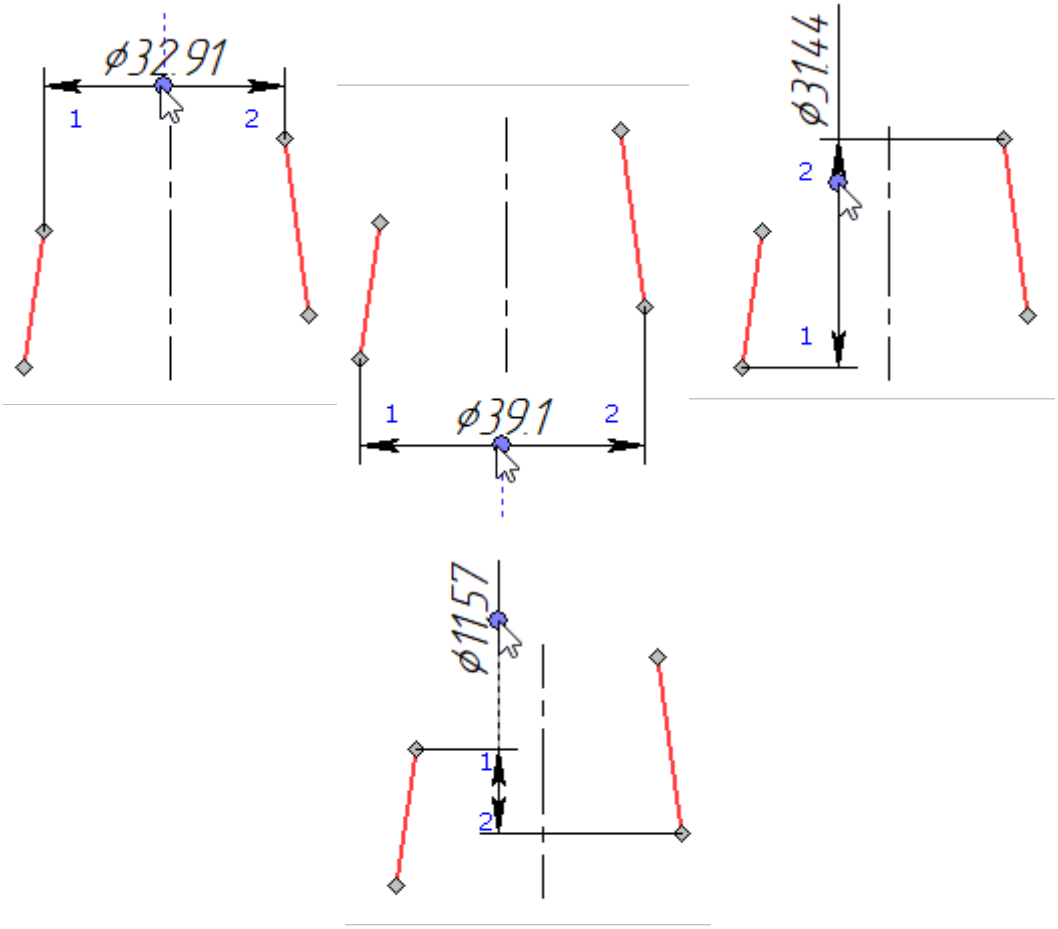
Расстояние по конусу

Для создания линейного размера на основе **двух непараллельных отрезков** необходимо после вызова команды **Размер** активировать следующую опцию автоменю:

<O> Размер по конусу

Активация данной опции настраивает фильтр выбора таким образом, что могут быть выбраны только отрезки прямых. Далее необходимо выбрать в любом порядке два отрезка, нажав на них . При выборе отрезков, параллельных друг другу, результат построения будут соответствовать обычному расстоянию между параллельными прямыми. При выборе отрезков, не параллельных друг другу, выбранные отрезки считаются боковыми сторонами проекции конуса. Размер при этом соответствует расстоянию между концами выбранных линий. Направление измерения либо перпендикулярно, либо параллельно оси конуса, т.е. биссектрисе угла между выбранными отрезками. Изначально система произвольно выбирает одну из четырёх возможных пар точек измерения, а направление измерения перпендикулярно оси. Для последовательного переключения между возможными сочетаниями направления и точек измерения необходимо воспользоваться следующей опцией автоменю:

<M> Изменить тип размера



Таким образом можно проставлять диаметры оснований и высоту конуса без создания дополнительных узлов на концах линий.

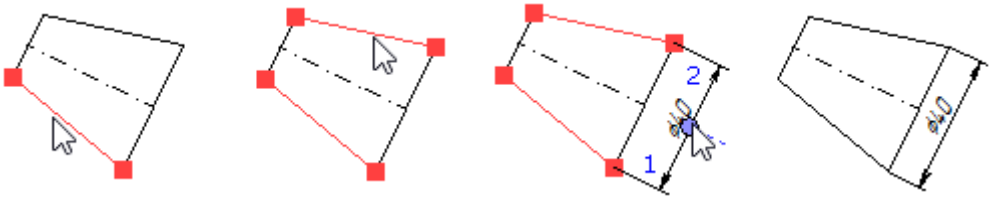
Для выбора отрезков также можно воспользоваться следующей опцией, появляющейся в автоменю после входа в режим создания размера по конусу:

<L> Выбрать отрезок

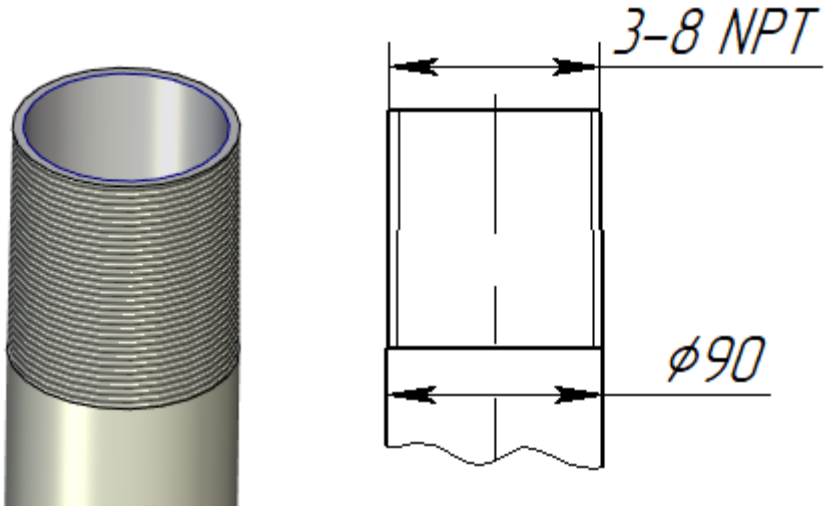
После активации данной опции нажатие в любом месте чертежа выбирает отрезок, ближайший к месту нажатия. Для выбора двух отрезков подряд достаточно активировать опцию один раз.

После выбора отрезков любым из вышеперечисленных способов появится предварительное изображение размера. Далее размерная линия будет следовать за курсором перпендикулярно направлению измерения, а значение размера - вдоль размерной линии. В автоменю станут доступны опции позиционирования размерной линии и значения размера, изменения знака, связи с другим размером и общие опции команд создания 2D элементов. Установите желаемое положение размерной линии и значения размера, перемещая курсор, и подтвердите ввод нажатием или

<Enter>. Размер будет создан. По окончании создания размера команда остаётся в режиме создания размеров по конусу.

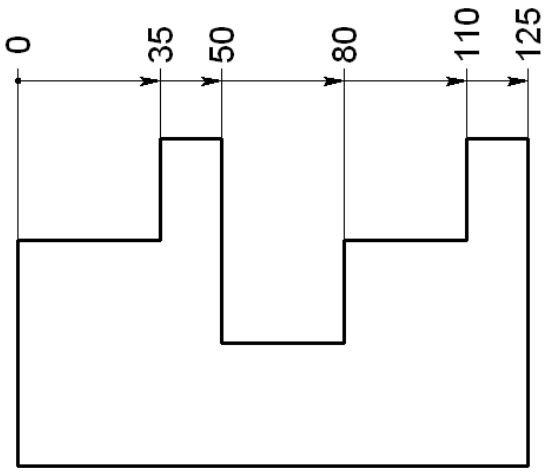


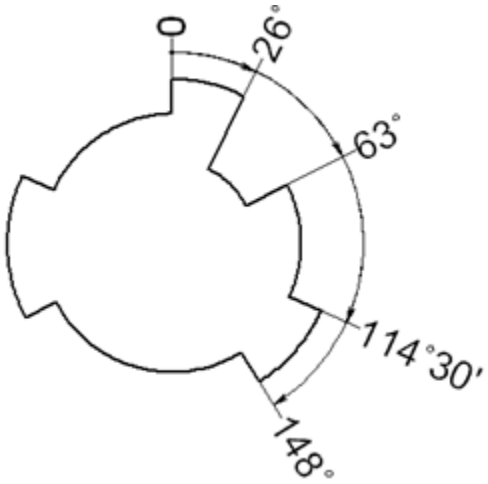
Если выбранные линии конуса представляют собой проекцию конической резьбы, выполненной с помощью команды **Резьба,** то обозначение размера будет взято из обозначения резьбы.



Размеры от одной базы

T-FLEX CAD позволяет создавать последовательности размеров, обозначающих расстояние или угол относительно одной и той же прямой. По умолчанию такие размеры имеют только одну стрелку рядом с конечным объектом измерения, а их значения располагаются рядом со стрелкой. Возле начальной прямой вместо стрелки отображается точка. Размерные линии всех линейных размеров лежат на одной прямой, а угловых - на одной окружности с центром в точке пересечения исходных линий. При перемещении размерной линии одного из размеров, входящих в последовательность, размерные линии остальных размеров меняют расположение так, чтобы оставаться на одной прямой/окружности с перемещённым размером.



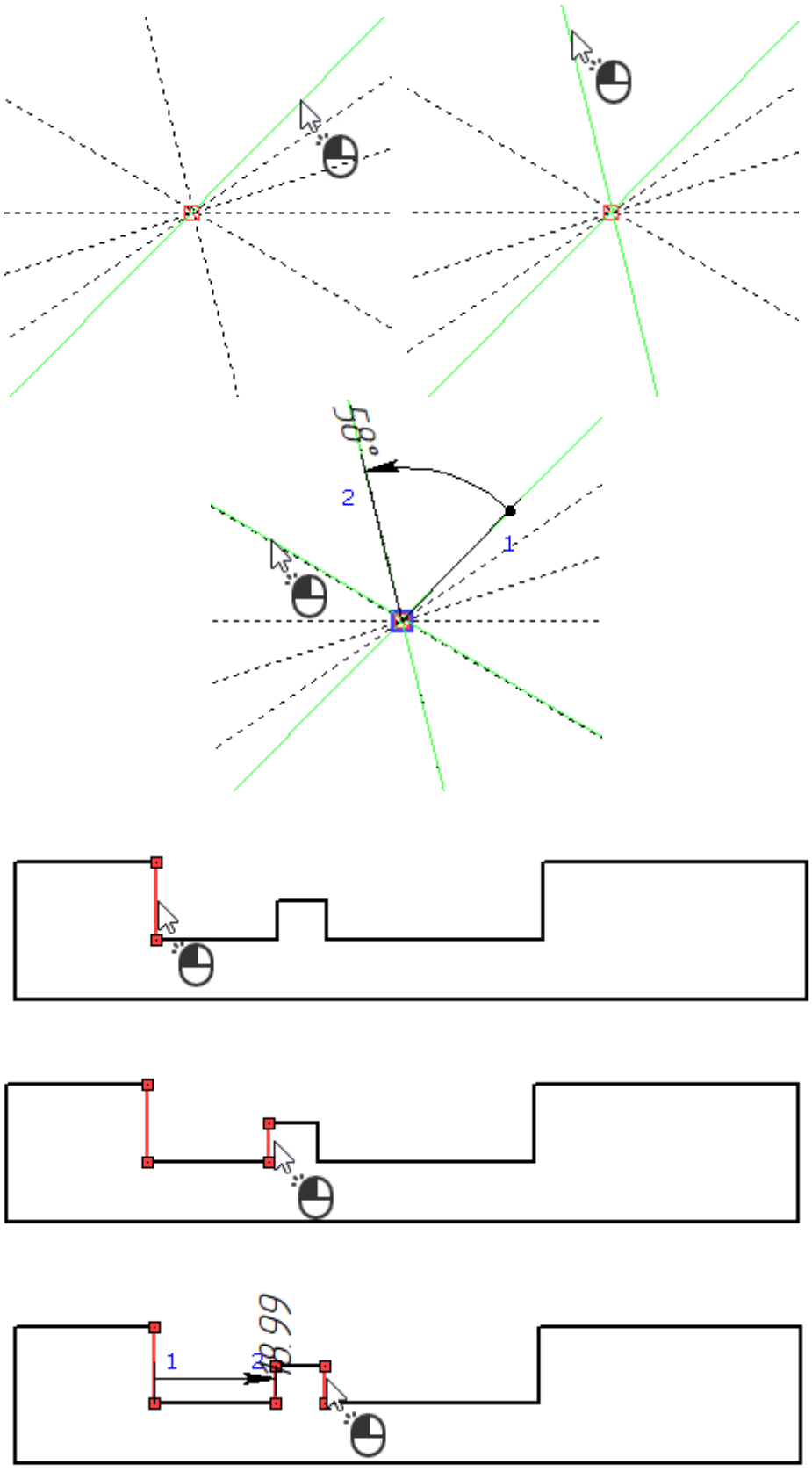


Создание последовательности размеров от одной базы

Для создания размеров от одной базы необходимо после вызова команды **Размер** активировать следующую опцию автоменю:

<B> Размеры от одной базы

Далее необходимо последовательно выбрать две исходных прямых первого размера, нажав на них . В результате появится предварительное изображение первого размера. Первая выбранная прямая является базой для всех размеров в последовательности. Порядок выбора исходных прямых первого размера определяет направление измерения всех размеров в последовательности. Для задания прямых можно выбирать как прямые линии построения, так и отрезки линий изображения, лежащие на желаемой прямой. Выбор прямой построения возможен только если на этой прямой есть хотя бы один 2D узел. При выборе прямой построения выносная линия размера привязывается к ближайшему 2D узлу, лежащему на этой прямой; при выборе отрезка выносная линия привязывается к его ближайшему концу.



Далее возможен выбор только тех объектов, размеры до которых могут входить в последовательность с первым (для линейного размера - точек и прямых/отрезков, параллельных базовой прямой; для углового размера - прямых и отрезков, лежащих на прямых, пересекающихся с базовой прямой в той же точке, что и конечная прямая первого размера). Для задания точки можно выбрать 2D узел, характерную точку линии изображения или пересечение линий построения (при

выборе точки пересечения линий построения или характерной точки линий изображения в ней автоматически создаётся связанный 2D узел).

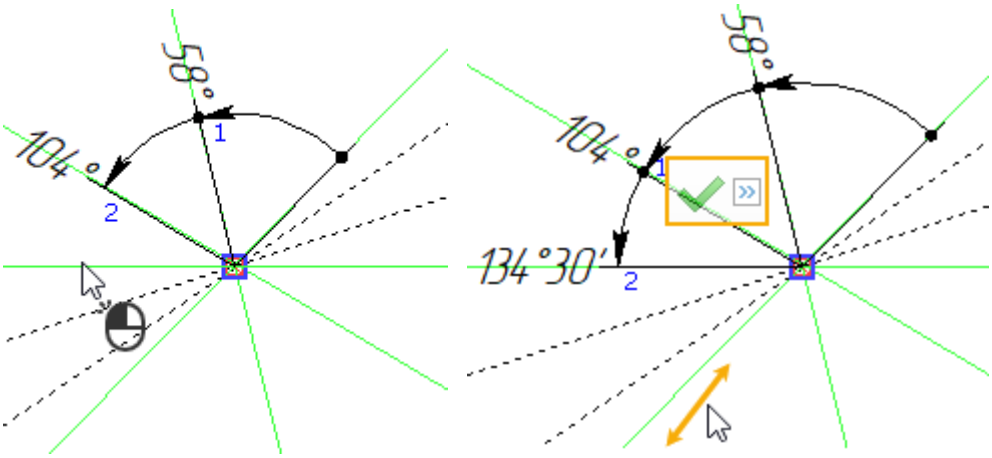
Продолжайте выбирать объекты, нажимая на них .

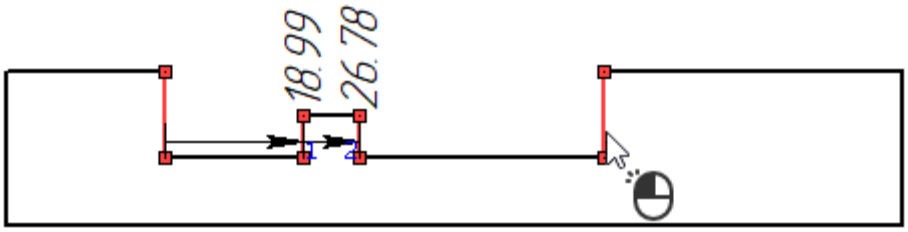
Прямые линии построения и 2D узлы также могут быть выбраны с помощью следующих опций автоменю:

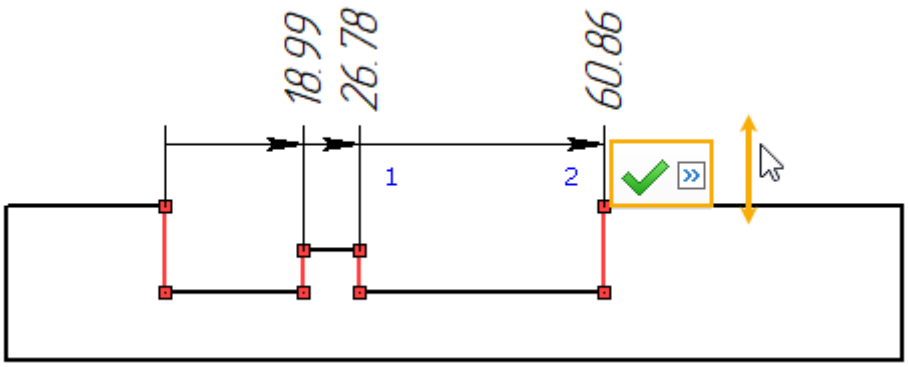
	<L>	Выбрать прямую
	<N>	Выбрать узел

После активации любой из этих опций нажатие на чертеже выбирает объект соответствующего типа, ближайший к месту нажатия.

После выбора каждого последующего объекта к предварительному изображению добавляется новый размер между выбранным объектом и базой.







Отменить выбор последнего элемента можно с помощью следующей опции автоменю или с помощью меню, вызываемого нажатием :

<Backspace> Отменить выбор последнего элемента

Отменить выбор всех элементов и вернуться к начальному состоянию команды **Размер** можно с помощью следующей опции автоменю:

<Esc> Отменить выбор всех элементов

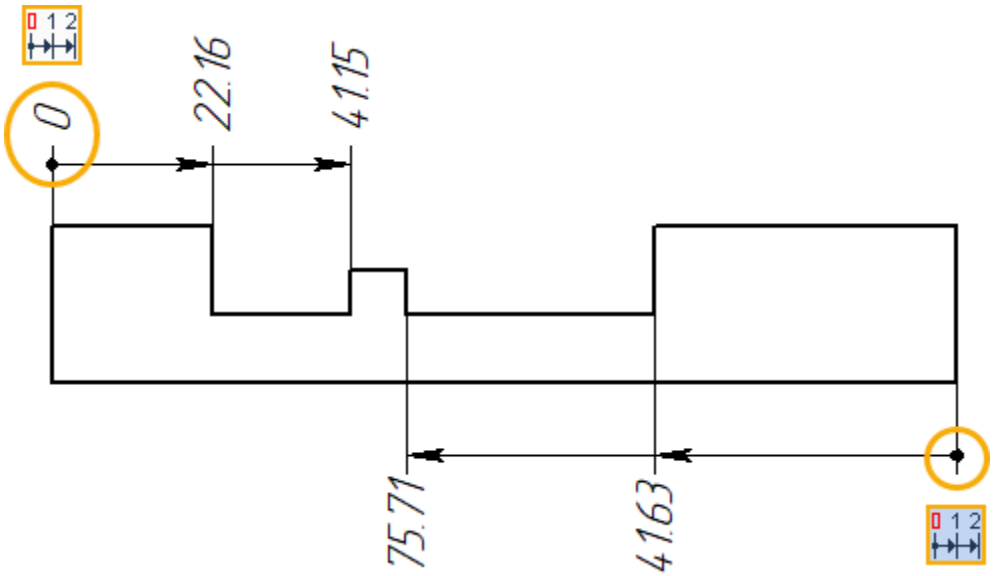
После того, как появилось предварительное изображение всех желаемых размеров, необходимо завершить выбор исходных объектов с помощью следующей опции автоменю:

<Ctrl>+<Enter> Завершить задание цепочки размеров

После завершения выбора исходных объектов предварительное изображение цепочки размеров продолжает следовать за курсором перпендикулярно направлению измерения.
При этом в автоменю становятся доступными общие опции команд создания 2D элементов, а также следующие опции:

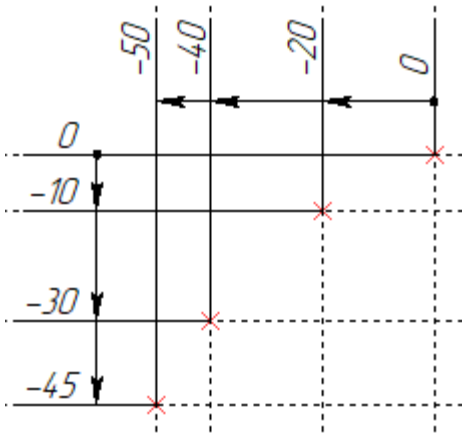
<Z> Скрывать начало отсчёта

При включенной опции нулевая отметка возле базовой прямой не отображается.



<S> Знак направления размеров

При включенной опции для линейных размеров, измеряемых вертикально сверху вниз или горизонтально справа налево, отображаются отрицательные значения. Опция не влияет на линейные размеры, измеряемые в других направлениях, а также на угловые размеры.

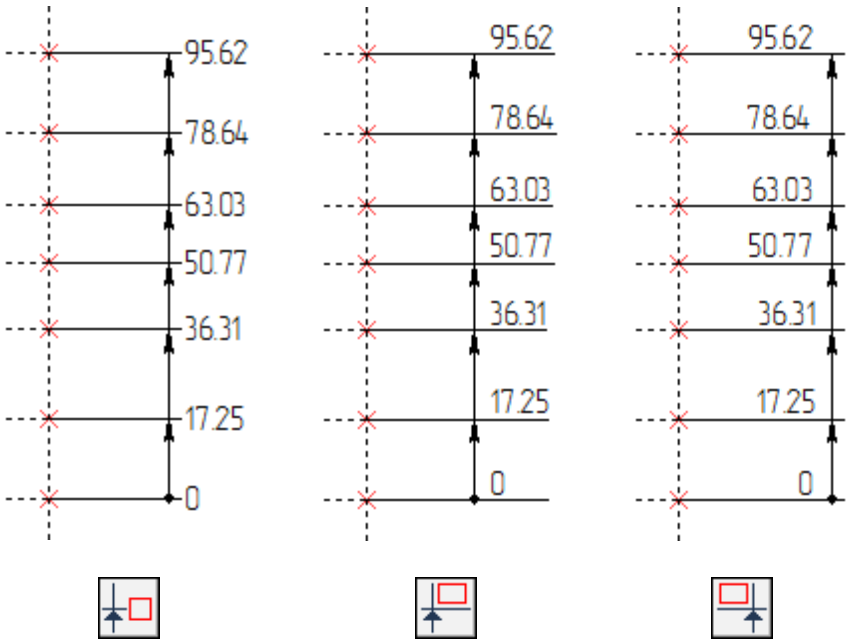


<L> Номинал рядом с полкой

<L> Номинал на полке

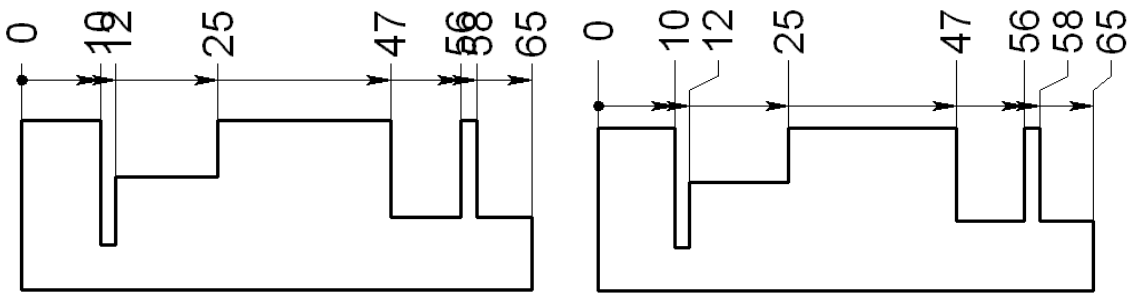
<L> Номинал на полке внутри линий

Циклически переключающаяся опция позволяет выбрать вариант расположения размерных чисел. В автоменю отображается опция, активная в данный момент.



<Space> Режим автокоррекции расположения

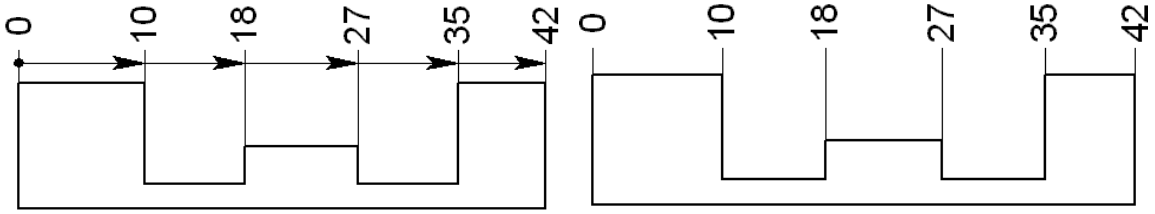
Опция недоступна для угловых размеров. Её активация позволяет избежать наложения значений размеров друг на друга при очень близком их расположении. У размеров, которые накладываются на предыдущие, появляется излом выносной линии. Данная опция актуальна, только если активна опция **Номинал рядом с полкой**. В противном случае автокоррекция не имеет существенного эффекта.



Автокоррекция выключена Автокоррекция включена

<M> Изменить тип размера

Опция недоступна для угловых размеров. Линейные размеры от одной базы бывают двух типов: обычные и ординатные. У ординатного размера, в отличие от обычного, рисуются только выносные линии, а размерные отсутствуют.



Обычный размер Ординатный размер

Установите желаемое положение размерных линий, перемещая курсор, и подтвердите ввод нажатием или <**Enter**>. Последовательность размеров будет создана. После создания размеров команда возвращается к к начальному состоянию.

Добавление размеров к уже имеющейся последовательности

После входа в режим создания размеров от одной базы в автоменю доступна следующая опция:

<D> Выбрать размер от базы

После её активации необходимо выбрать один из размеров дополняемой последовательности, нажав на нём . Далее выберите исходные объекты добавляемых размеров. После выбора каждого объекта будет добавляться предварительное изображение размера, обозначающего расстояние или угол от базы выбранной последовательности до этого объекта. Дальнейшие действия аналогичны созданию новой последовательности размеров от одной базы. По окончании добавления новых размеров размерные линии уже имевшихся размеров той же последовательности выравниваются в соответствии с положением линий добавленных размеров.

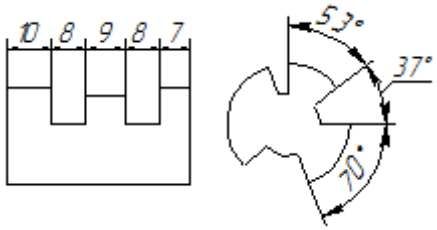
Параметры и редактирование размеров от одной базы

В процессе создания последовательности размеров от одной базы параметры, отображаемые в окне параметров и в диалоге, относятся ко всем размерам текущей последовательности. После создания последовательности каждый размер является отдельным элементом и его параметры можно редактировать отдельно от параметров остальных размеров.

Выравнивание размерных линий размеров, входящих в последовательность, сохраняется при их редактировании, т.е. при перемещении размерной линии одного из размеров, переместятся размерные линии остальных.
Только первый размер последовательности имеет две выносных линии. Для последующих размеров отсутствует выносная линия со стороны предыдущего.
Между размерами в последовательности присутствует ассоциативная связь - каждый последующий размер является дочерним по отношению к предыдущему. Таким образом, удалив первый размер, можно удалить всю последовательность.

Цепочка размеров

T-FLEX CAD позволяет создавать цепочки линейных или угловых размеров.
Цепочка линейных размеров всегда начинается с прямой. Первый размер показывает расстояние от начальной прямой до другой прямой, параллельной начальной. Далее каждый последующий размер в цепочке показывает расстояние от конечного объекта предыдущего размера до другой точки или прямой, параллельной начальной прямой цепочки. Направление измерения для всех размеров в цепочке перпендикулярно начальной прямой, а размерные линии всех размеров лежат на одной прямой. При перемещении размерной линии одного из размеров, входящих в цепочку, размерные линии остальных размеров меняют расположение так, чтобы оставаться на одной прямой с перемещённым размером.
Цепочка угловых размеров также всегда начинается с прямой. Первый размер показывает угол от начальной прямой до другой прямой, пересекающейся с начальной. Далее каждый последующий размер в цепочке показывает угол от конечной прямой предыдущего размера до другой прямой, пересекающейся с начальной прямой цепочки в той же точке, что и конечная прямая первого размера. Размерные линии всех размеров в цепочке лежат на одной окружности с центром в точке пересечения исходных линий. При перемещении размерной линии одного из размеров, входящих в цепочку, размерные линии остальных размеров меняют расположение так, чтобы оставаться на одной окружности с перемещённым размером.

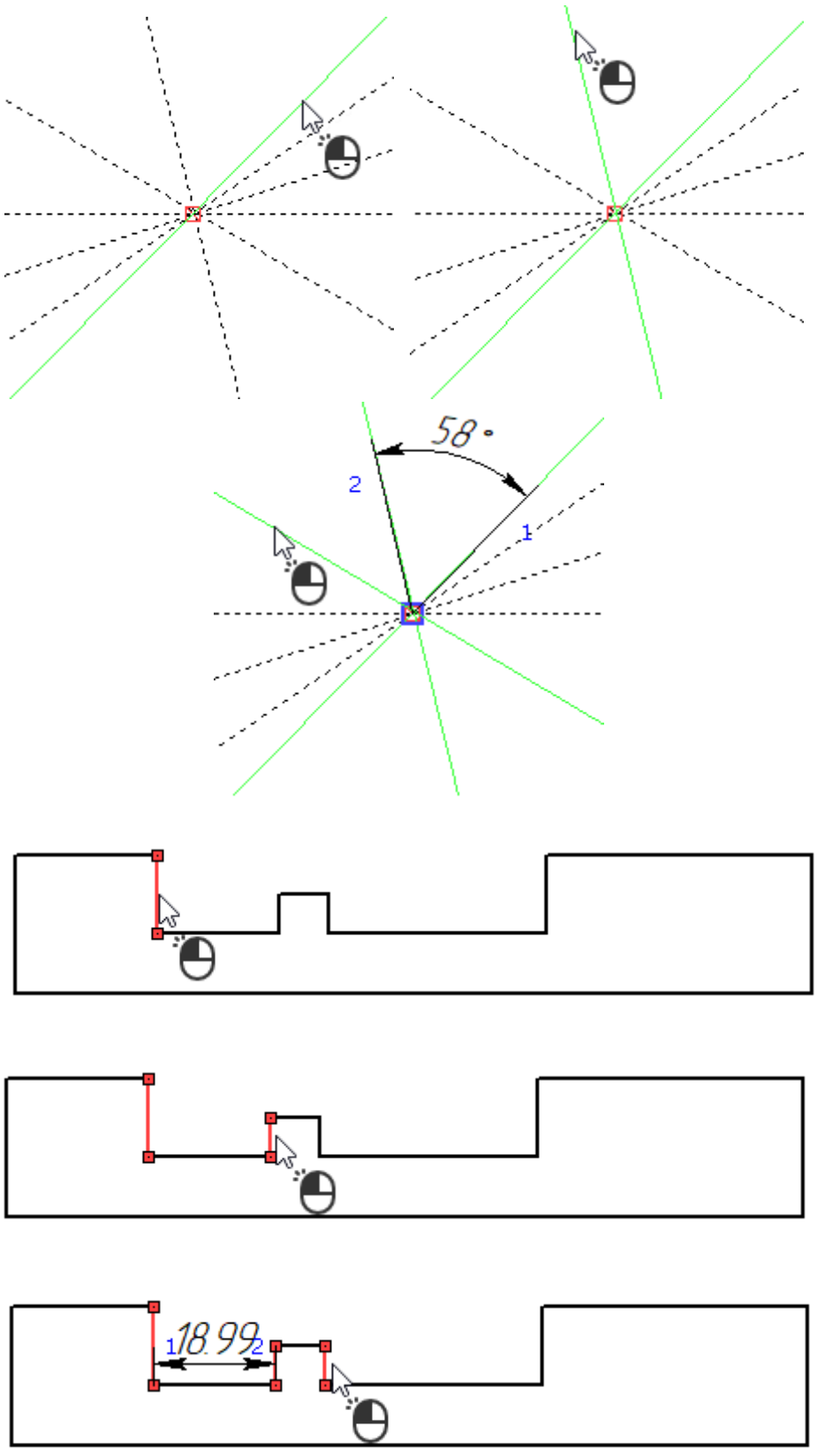


Создание цепочки размеров

Для создания цепочки размеров необходимо после вызова команды Размер активировать следующую опцию автоменю:

<Ctrl>+<B> Цепочка размеров

Далее необходимо последовательно выбрать две исходных прямых первого размера, нажав на них . В результате появится предварительное изображение первого размера. Порядок выбора объектов определяет направление цепочки. Для задания прямых можно выбирать как прямые линии построения, так и отрезки линий изображения, лежащие на желаемой прямой. Выбор прямой построения возможен только если на этой прямой есть хотя бы один 2D узел. При выборе прямой построения выносная линия размера привязывается к ближайшему 2D узлу, лежащему на этой прямой; при выборе отрезка выносная линия привязывается к его ближайшему концу.



Далее возможен выбор только тех объектов, размеры до которых могут входить в цепочку с первым (для линейного размера - точек и прямых/отрезков, параллельных начальной линии цепочки; для углового размера - прямых и отрезков, лежащих на прямых, пересекающихся с начальной прямой цепочки в той же точке, что и конечная прямая первого размера). Для задания точки можно выбрать 2D узел, характерную точку линии изображения или пересечение линий

построения (при выборе точки пересечения линий построения или характерной точки линий изображения в ней автоматически создаётся связанный 2D узел).

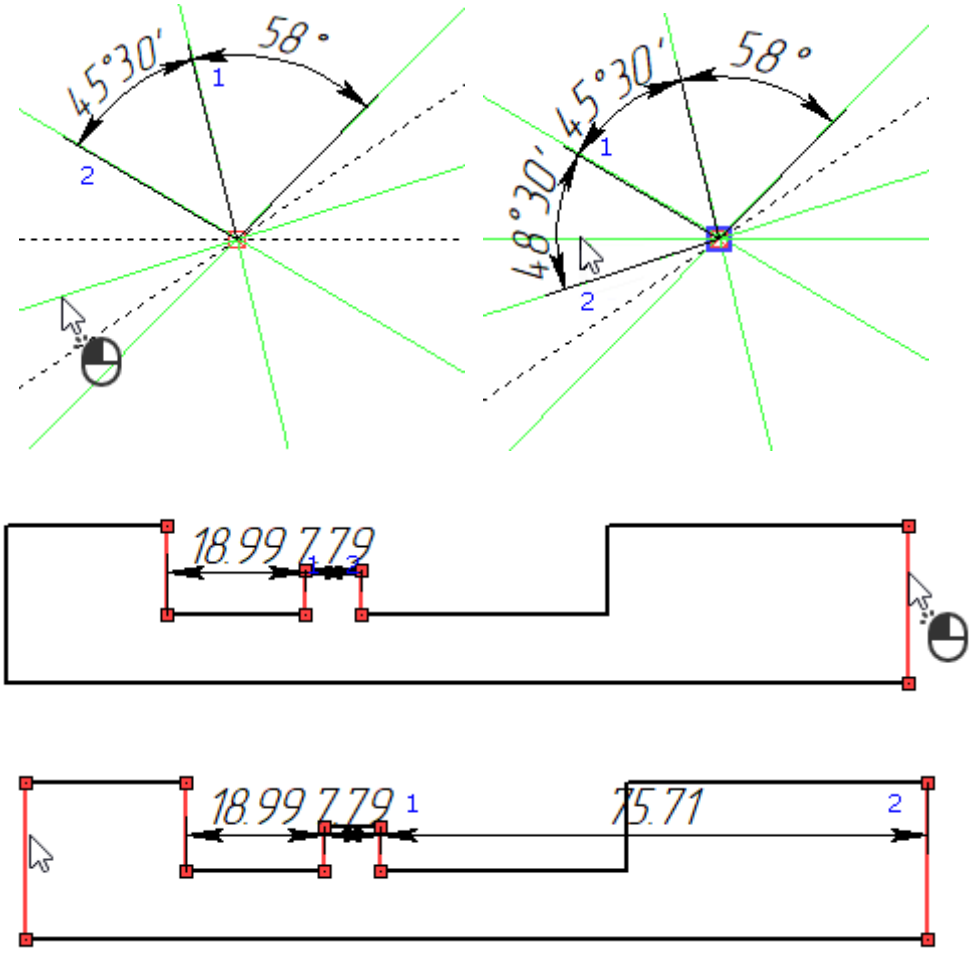
Продолжайте выбирать объекты, нажимая на них .

Прямые линии построения и 2D узлы также могут быть выбраны с помощью следующих опций автоменю:

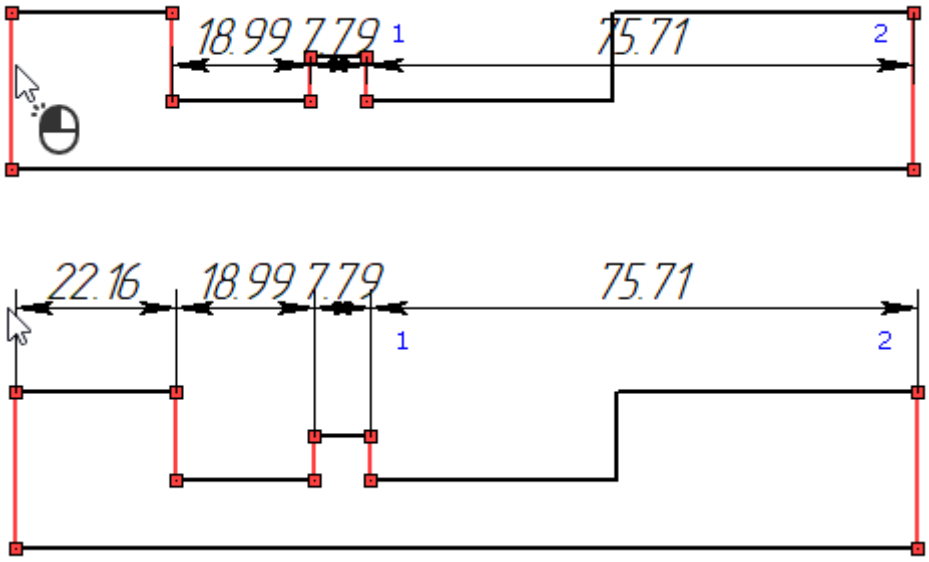
	<L>	Выбрать прямую
	<N>	Выбрать узел

После активации любой из этих опций нажатие на чертеже выбирает объект соответствующего типа, ближайший к месту нажатия.

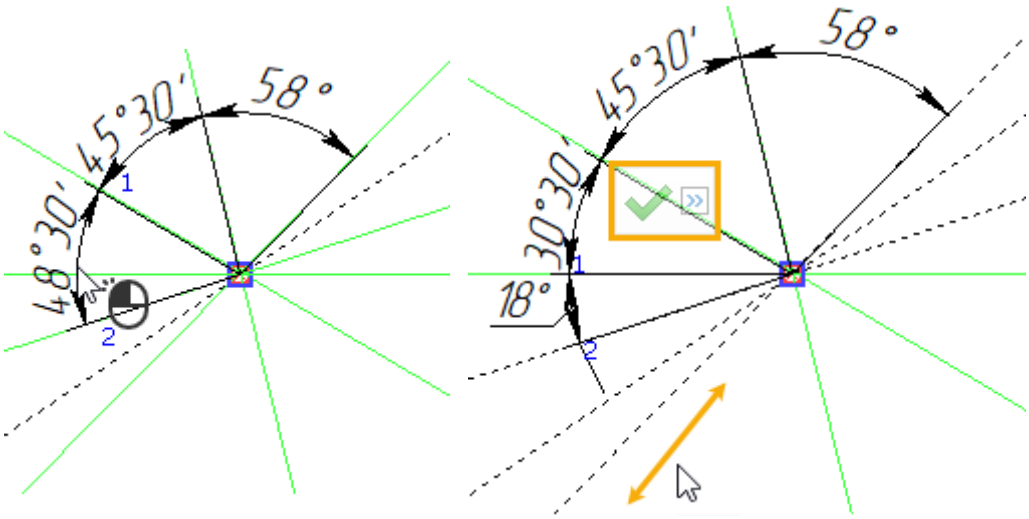
После выбора каждого последующего объекта к предварительному изображению добавляется новый размер между выбранным объектом и ближайшим объектом цепочки.

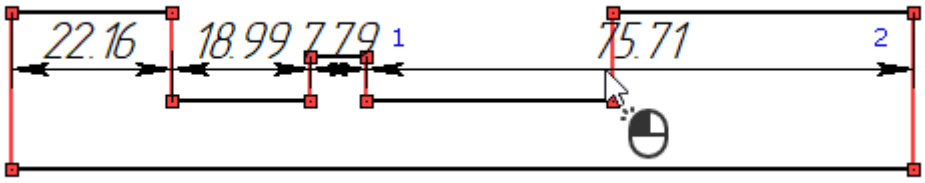


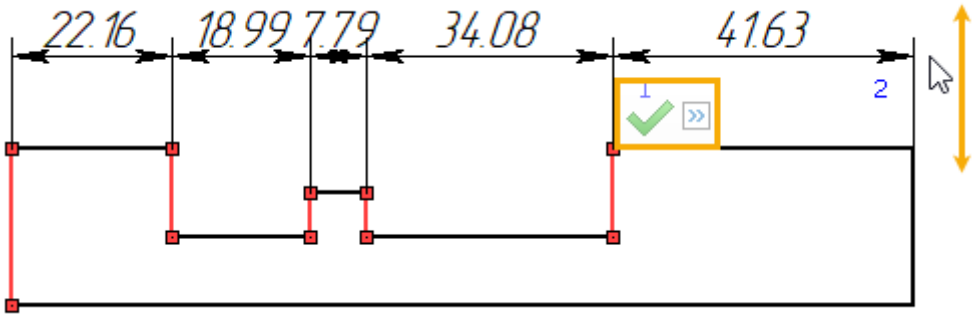
Линейные размеры можно добавлять в цепочку по обе стороны от первого размера. Угловые размеры добавляются с одной стороны, определяемой направлением цепочки.



При выборе объектов, находящихся "внутри" одного из создаваемых размеров, такой размер разделяется.







Отменить выбор последнего элемента можно с помощью следующей опции автоменю или с помощью меню, вызываемого нажатием :

<Backspace> Отменить выбор последнего элемента

Отменить выбор всех элементов и вернуться к начальному состоянию команды Размер можно с помощью следующей опции автоменю:

<Esc> Отменить выбор всех элементов

После того, как появилось предварительное изображение всех желаемых размеров, необходимо завершить выбор исходных объектов с помощью следующей опции автоменю:

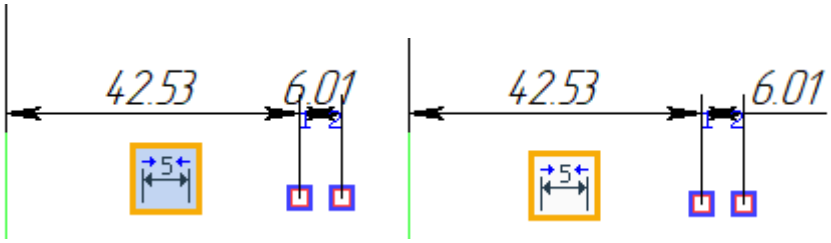
<Ctrl>+<Enter> Завершить задание цепочки размеров

После завершения выбора исходных объектов предварительное изображение цепочки размеров продолжает следовать за курсором перпендикулярно направлению измерения.

Установите желаемое положение размерных линий, перемещая курсор, и подтвердите ввод нажатием или **<Enter>**. Цепочка размеров будет создана. После создания цепочки команда возвращается к к начальному состоянию.
В процессе выбора исходных объектов, а также при задании положения размерных линий в автоменю доступна следующая опция

<J> Включить режим центрирования размера

При создании цепочки эта опция работает не так, как при создании одиночных размеров.
Для линейных размеров при включенной опции значение размера располагается по центру размерной линии независимо от её длины. При отключенной опции, если длина размерной линии не позволяет уместить значение по центру, то на продолжении линии добавляется выноска необходимой длины, и значение располагается на этой выноске. Выноска добавляется со стороны, внешней по отношению к направлению цепочки. Если после текущего размера в цепочке есть ещё один, то выноска текущего размера накладывается на размерную линию следующего.
Для угловых размеров, напротив, продолжения размерных линий добавляются при включенной опции. При этом независимо от состоянии опции, если значение размера не умещается на размерной линии, то к центру этой линии автоматически добавляется выноска с полкой, на которой располагается значение.



По окончании выбора исходных объектов в автоменю также появляются общие опции команд создания 2D элементов.

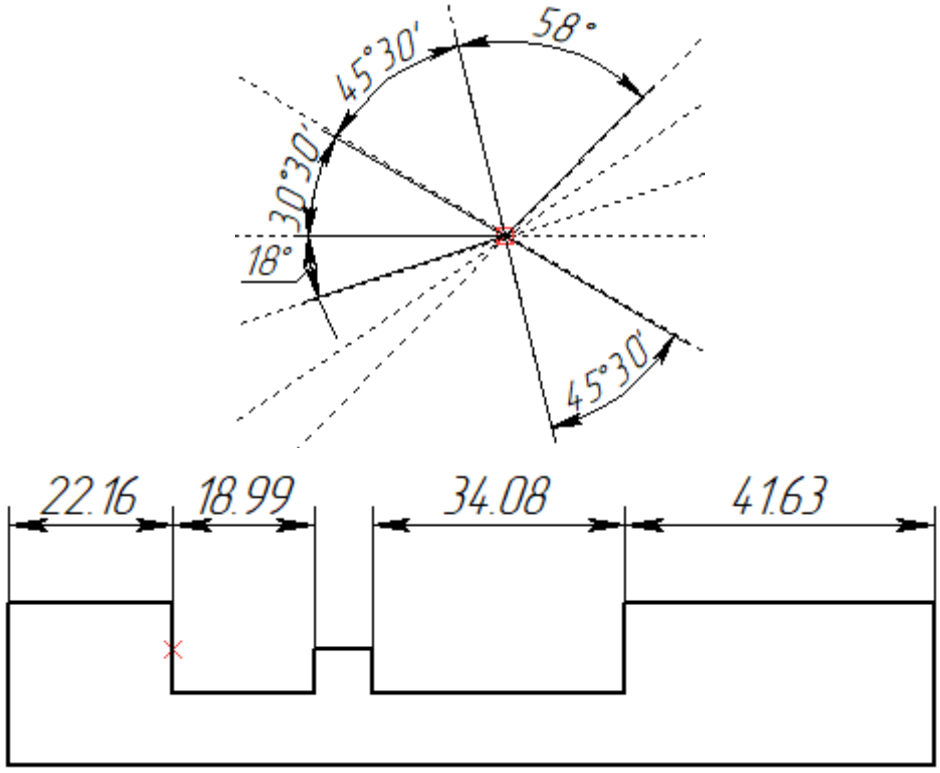
Добавление размеров к уже имеющейся цепочке

После входа в режим создания цепочки размеров в автоменю доступна следующая опция:

<D> Выбрать размер в цепи

После её активации необходимо выбрать один из размеров дополняемой цепи, нажав на нём . Далее необходимо выбрать два исходных объекта первого добавляемого размера. При этом можно создавать цепи с разрывами, если ни один из исходных объектов первого добавляемого размера не связан с крайним существующим размером цепи. После выбора исходных объектов первого размера последующие размеры добавляются выбором всего одного объекта, так же как при создании новой цепи. Дальнейшие действия также аналогичны созданию новой цепи. По окончании добавления новых размеров размерные линии уже имевшихся размеров той же цепи выравниваются в соответствии с положением линий добавленных размеров.

При дополнении цепи следует выбирать объекты находящиеся по одну и ту же сторону от дополняемой цепи, иначе размерные линии добавляемых размеров наложатся на имеющуюся цепь.



Параметры и редактирование размеров в цепочке

В процессе создания цепочки параметры, отображаемые в окне параметров и в диалоге, относятся ко всем размерам, создаваемым в текущей цепочке. После создания цепочки каждый размер является отдельным элементом и его параметры можно редактировать отдельно от параметров остальных размеров.

Выравнивание размерных линий размеров, входящих в цепочку, сохраняется при их редактировании, т.е. при перемещении размерной линии одного из размеров, переместятся размерные линии остальных.

Только первый размер цепочки имеет две выносных линии. Для последующих размеров отсутствует выносная линия со стороны предыдущего.

Между размерами в цепочке присутствует ассоциативная связь - каждый последующий размер является дочерним по отношению к предыдущему. Таким образом, удалив первый размер, можно удалить всю цепочку.

Строительные размеры (отметки уровня)

Строительные размеры (отметки уровня) показывают расстояние по вертикали до выбранной нулевой отметки.

> Допуск и альтернативный размер неприменимы к строительным размерам.

Для создания таких размеров необходимо после вызова команды **Размер** активировать следующую опцию автоменю:

100	<S>	Строительный размер

Активация данной опции настраивает фильтры выбора таким образом, что могут быть выбраны только точки, горизонтальные прямые, и горизонтальные отрезки.

После активации опции создания строительных размеров необходимо либо создать новый размер, соответствующий нулевой отметке, либо выбрать в качестве нулевой отметки один из имеющихся на чертеже строительных размеров.

Создание новой нулевой отметки

Для создания нового строительного размера необходимо выбрать с помощью исходный объект одного из следующих типов:

- Точка.
  В качестве точек могут быть выбраны 2D узлы, характерные точки линий изображения, пересечения линий построения (при выборе пересечения линий построения в нём автоматически создаётся 2D узел). Выбранная точка является точкой измерения.
- Горизонтальная прямая построения.
  Точкой измерения является 2D узел, лежащий на выбранной прямой. Если на прямой лежит несколько 2D узлов, то выбирается ближайший к месту нажатия в момент выбора прямой. Если на прямой не лежит ни одного узла, то выбор такой прямой невозможен.
- Горизонтальный отрезок линии изображения.
  Точкой измерения является конечная точка выбранного отрезка, ближайшая к месту нажатия в момент выбора отрезка.

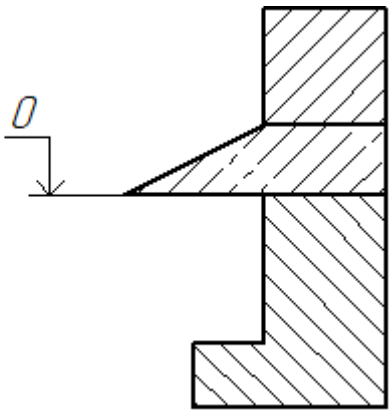
Горизонтальные линии построения и 2D узлы также могут быть выбраны с помощью следующих опций автоменю:

	<L>	Выбрать прямую
	<N>	Выбрать узел

После активации любой из этих опций нажатие на чертеже выбирает объект соответствующего типа, ближайший к месту нажатия.

После выбора исходного объекта на чертеже появится динамически обновляющееся предварительное изображение размера, а в автоменю станут доступны опции позиционирования размерной линии и значения размера, связи с другим размером и общие опции команд создания 2D элементов. Горизонтальная выносная линия соединяет размерную линию с точкой измерения. Отображение выносной линии можно отключить, сняв флаг **Выносная линия**, расположенный в окне параметров на вкладке **Стиль**. Размерная линия располагается вертикально и следует за курсором по горизонтали. На ближайшем к выносной линии конце размерной линии располагается стрелка специального типа, направленная в сторону выносной линии. Второй конец размерной линии следует за курсором во всех направлениях. Ко второму концу размерной линии привязана горизонтальная полка, на которой располагается значение размера. Длина полки определяется автоматически так, чтобы на ней уместились значение размера, знак, и сопутствующие текстовые строки. Для размера, соответствующего нулевой отметке, значение равно нулю, а знак не отображается.

Установите желаемое положение размерной линии и значения размера, перемещая курсор, и подтвердите ввод нажатием или **<Enter>**. Размер будет создан.



Выбор имеющегося размера в качестве нулевой отметки

Вместо создания новой нулевой отметки можно выбрать уже имеющуюся на чертеже нулевую отметку в качестве базовой для создания последующих строительных размеров. Для этого необходимо после входа в режим создания строительных размеров активировать следующую опцию автоменю, а затем нажать на желаемом размере:

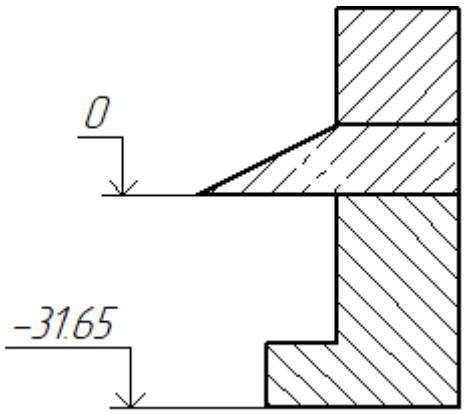
<S> Выбрать строительный размер

Не обязательно выбирать саму нулевую отметку. Вместо этого можно выбрать любой другой строительный размер. В результате будет использована нулевая отметка, относительно которой построен выбранный размер.

Создание размеров относительно выбранной нулевой отметки

После выбора или создания нулевой отметки команда остаётся в режиме создания строительных размеров относительно этой отметки. Последующие размеры создаются аналогично созданию нулевой отметки. Для последующих размеров значение равно расстоянию по вертикали до выбранной нулевой отметки, а знак зависит от того, с какой стороны от нулевой отметки находится точка измерения текущего размера (снизу - минус, сверху - плюс). Отображение знака "+" перед положительными значениями можно отключить, сняв флаг **Показывать "плюс"**, расположенный в окне параметров на вкладке **Стиль**.

При этом в автоменю также доступны опции выбора 2D узлов и прямых линий построения, но логика работы этих опций отличается. После выбора узла или прямой с помощью соответствующей опции размер создаётся мгновенно с привязкой размерной линии и значения размера к месту нажатия в момент выбора объекта, т.е. этап задания их положения пропускается.



При создании размеров относительно выбранной нулевой отметки опция её выбора недоступна. Для задания другой нулевой отметки необходимо выйти из режима создания размеров относительно текущей нулевой отметки. Для этого вместо выбора исходного объекта нажмите или активируйте следующую опцию автоменю:

<Esc> Отменить выбор всех элементов

В результате активации этой опции команда возвращается в исходное состояние режима создания строительных размеров.
После этого можно создать или выбрать новую базу, как описано выше, либо выйти в начальный режим команды **Размер** с помощью следующей опции автоменю:

<Esc> Вернуться в предыдущий режим

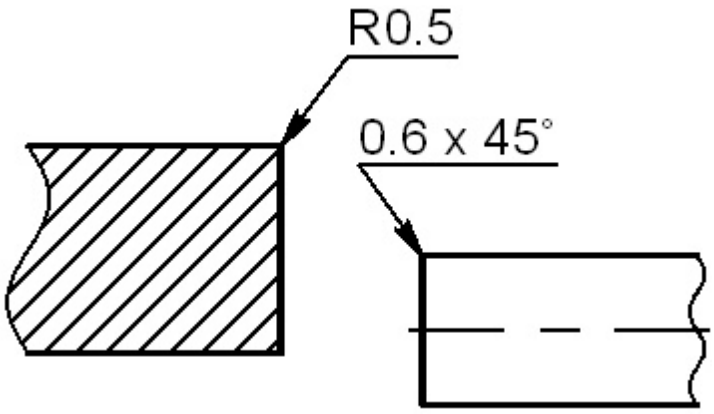
Размер-лидер (длина кривых)

Для создания размеров, показывающих длину выбранного элемента на выноске, необходимо после вызова команды **Размер** активировать следующую опцию автоменю:

<E> Размер-лидер

После активации данной опции появляется привязанное к курсору предварительное изображение размера.

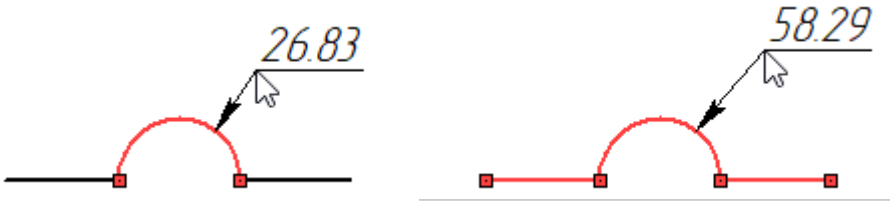
Далее необходимо указать объект привязки, нажав на нём . Для выбора доступны линии любых типов, кроме прямых построения, на которых нет узлов, а также 2D узлы, характерные точки линий изображения, пересечения линий построения и произвольные точки на чертеже. При выборе пересечения линий изображения или произвольной точки чертежа в выбранной точке создаётся 2D узел. Выбранный объект определяет положение стрелки выноски размера, после чего за курсором начинает следовать только выноски. Если выбрана линия изображения, то значение размера определяется автоматически и соответствует длине этой линии. Если выбран объект другого типа, то значение размера по умолчанию будет нулевым, но его можно отредактировать вручную. Таким образом можно, например, получить размеры, показанные на рисунке:



С помощью следующей опции автоменю можно в дополнение к первому объекту привязки выбрать ещё несколько линий изображения, суммарная длина которых будет прибавлена к значению размера:

<F> Выбор набора объектов для измерения

После активации данной опции выберите все желаемые линии, нажав на каждой из них в любом порядке. Выбранные линии будут подсвечены.



После того, как все желаемые линии выбраны, необходимо подтвердить или отменить выбор с помощью следующих опции автоменю:

<Ctrl>+<Enter> Завершить задание цепочки размеров

<Esc> Отменить выбор всех элементов

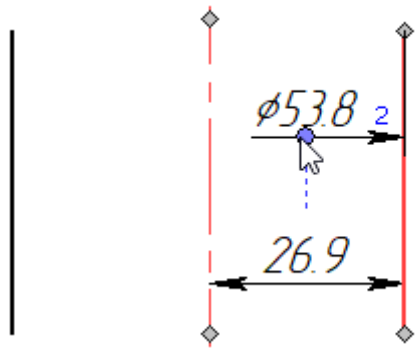
В обоих случаях команда вернется к заданию положения полки лидера.

В процессе задания положения полки лидера в автоменю также доступны опции изменения направления полки, изменения знака, связи с другим размером и общие опции команд создания 2D элементов.

Нажмите в произвольной точке чертежа, которая определит положение полки лидера. Размер будет создан. По окончании создания размера команда остаётся в режиме создания размеров-лидеров.

Расстояние от оси

Вместо создания обычного расстояния между двумя прямыми или между прямой и точкой, диаметр цилиндрической грани на виде сбоку можно обозначить с помощью специального размера от оси. Такой размер выглядит как половина обычного линейного размера (со стороны оси отсутствует стрелка и часть размерной линии), а значение размера равно удвоенному расстоянию между выбранной осью и вторым исходным объектом.



Для создания такого размера необходимо после вызова команды **Размер** активировать следующую опцию автоменю:

<X> Размеры от оси

Активация данной опции настраивает фильтр выбора таким образом, что могут выбраны только прямые линии построения и отрезки линий изображения. Линия построения может быть выбрана, только если на ней есть хотя бы один 2D узел. Далее необходимо сначала выбрать прямую или отрезок, который будет служить осью создаваемого размера, нажав на нём .
После выбора оси необходимо выбрать объект, расстояние до которого мы хотим обозначить, нажав на нём . В качестве такого объекта можно выбирать прямые и отрезки, параллельные выбранной оси, характерные точки линий изображения, 2D узлы и пересечения линий построения (при выборе пересечения в нём создаётся 2D узел).
Как при выборе оси, так и при выборе второго объекта в автоменю доступна следующая опция:

<L> Выбрать прямую

После активации данной опции нажатие в любом месте чертежа выбирает ближайшую к месту нажатия прямую линию построения, на которой есть хотя бы один 2D узел.
После выбора оси и второго объекта появится предварительное изображение размера. Далее размерная линия будет следовать за курсором перпендикулярно направлению измерения, а значение размера - вдоль размерной линии. В автоменю станут доступны опции позиционирования размерной линии и значения размера, изменения знака, связи с другим размером и общие опции команд создания 2D элементов. Установите желаемое положение размерной линии и значения размера, перемещая курсор, и подтвердите его нажатием или **<Enter>**. Размер будет создан. По окончании создания размера команда остаётся в режиме создания размеров относительно той же оси, т.е. для создания следующего размера достаточно выбрать только второй объект измерения.
При создании последующих размеров, помимо опции выбора прямых также доступна следующая опция:

<N> Выбрать узел

После активации данной опции нажатие в любом месте чертежа выбирает 2D узел, ближайший к месту нажатия.

Использование опций и при создании последующих размеров ведет к немедленному созданию размера сразу после выбора второго объекта, т.е. этап задания положения размерной линии и значения размера пропускается, а размерная линия и значения привязываются к месту нажатия в момент выбора второго объекта.

Расстояние от окружности до объекта

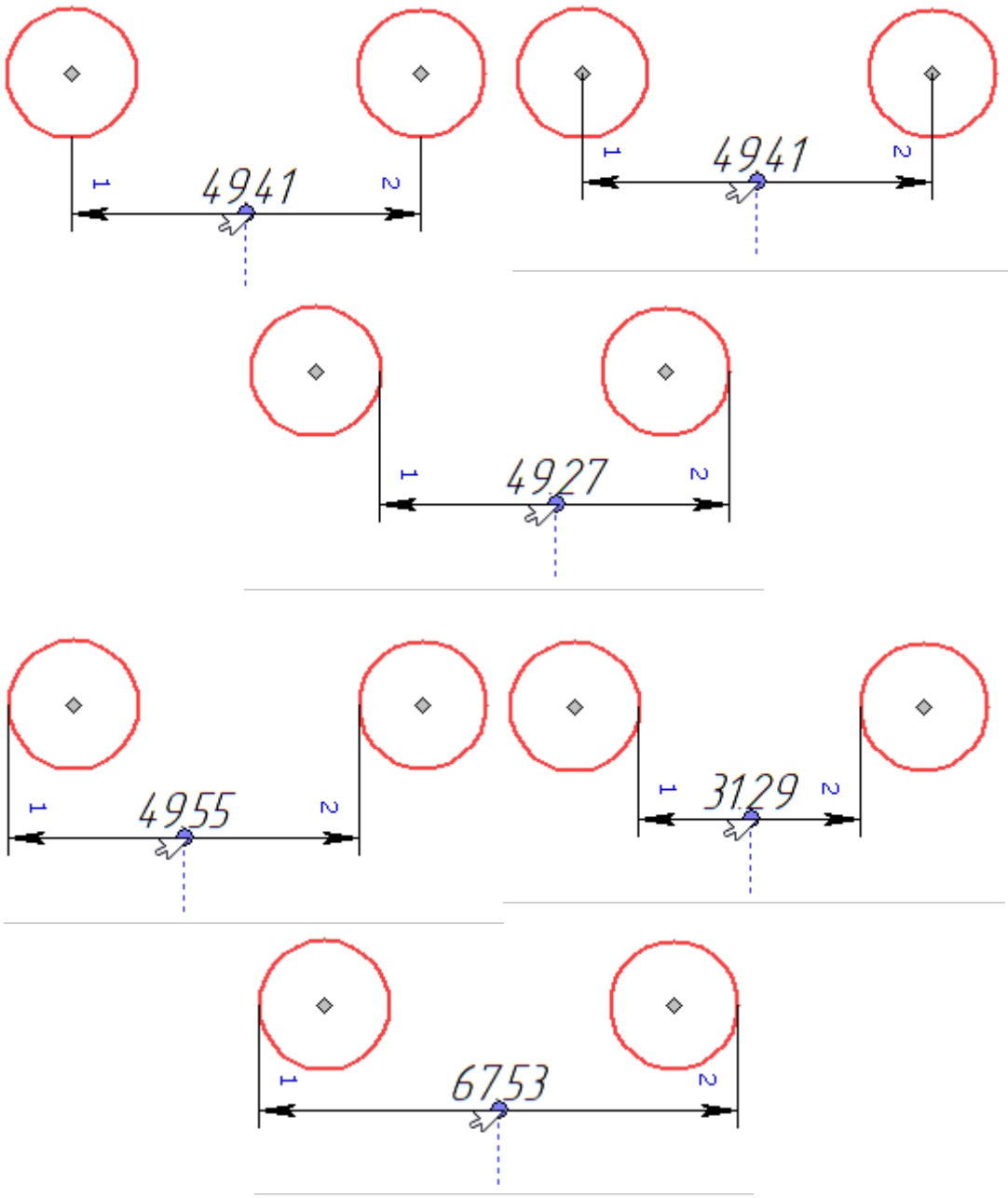
Для создания линейного размера, обозначающего расстояние между окружностью или дугой окружности и другим объектом, необходимо после вызова команды **Размер** активировать следующую опцию автоменю:

<Shift>+<C> Размер от окружности до объекта

Активация данной опции настраивает фильтр выбора таким образом, что могут быть выбраны только окружности, дуги окружностей и объекты, расстояние от которых до окружности/дуги можно измерить: отрезки, прямые, другие окружности и дуги окружностей, 2D узлы, характерные точки линий изображения, пересечения линий построения (при выборе пересечения в нём автоматически создаётся связанный 2D узел). Далее необходимо в любом порядке выбрать окружность/дугу и второй объект измерения, нажав на них . В результате появится предварительное изображение размера, а в автоменю станут доступны опции позиционирования размерной линии и значения размера, изменения знака, связи с другим размером и общие опции команд создания 2D элементов. При выборе дуги расстояние измеряется относительно полной окружности, формирующей эту дугу. Если выбран отрезок, то направление измерения соответствует кратчайшему расстоянию между окружностью и прямой, на которой лежит этот отрезок. Если выбраны две концентрические окружности/дуги, измеряется разница их радиусов (случай создания расстояния между концентрическими окружностями описан отдельно ниже). В остальных случаях направление измерения соответствует кратчайшему расстоянию между окружностью и другим объектом. При этом на окружности может быть выбрана одна из следующих точек измерения: средняя, центр, ближайшая, самая дальняя. По умолчанию размер создается от средней точки окружности. С помощью следующей опции автоменю можно последовательно переключаться между возможными точками измерения на окружности:

<M> Изменить тип размера

Если размер создаётся между двумя окружностями, то точки измерения последовательно переключаются на обеих окружностях:

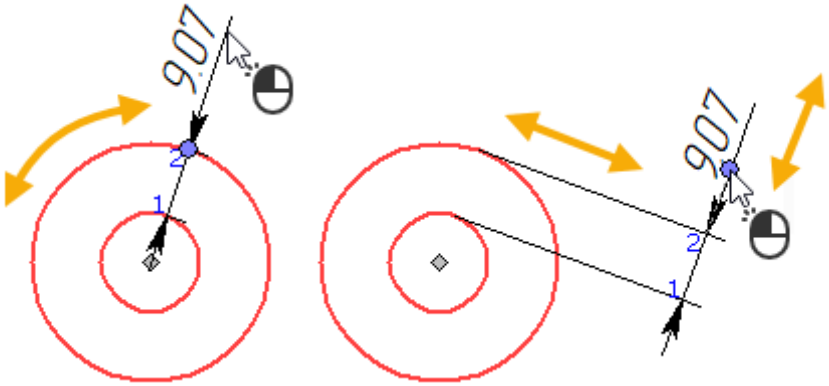


После того, как появилось предварительное изображение размера, размерная линия следует за курсором перпендикулярно направлению измерения, а значение размера следует за курсором вдоль размерной линии. Установите желаемое положение размерной линии и значения размера, перемещая курсор, и подтвердите ввод нажатием или **<Enter>**. Размер будет создан. По окончании создания размера команда возвращается в исходное состояние.

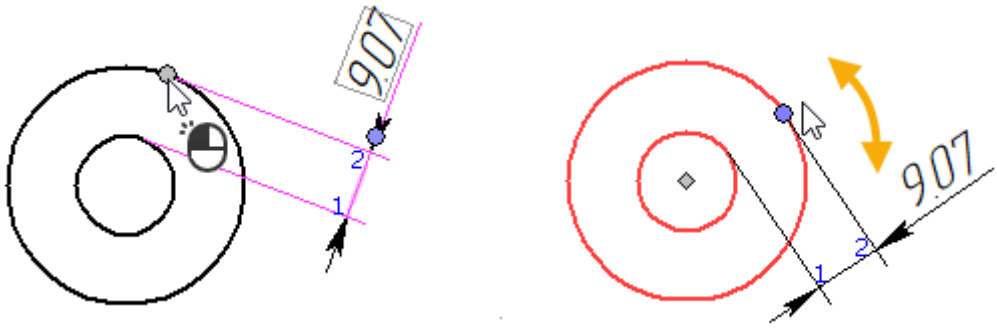
Расстояние между соосными окружностями

Если в режиме создания размеров от окружности выбрать две соосные окружности, то будет создан размер, обозначающий разницу радиусов выбранных окружностей. После выбора исходных объектов предварительное изображение размерной линии и значения размера поворачиваются вокруг центра окружностей, следуя за курсором. Перемещая курсор, установите предварительное изображение в положение, соответствующее желаемым точкам измерения, и нажмите или **<Enter>**. На предварительном изображении появятся выносные линии от заданных точек измерения к размерной линии, размерная линия начнёт следовать за курсором в направлении,

перпендикулярном прямой, соединяющей точки измерения, а значение размера начнёт следовать за курсором вдоль размерной линии. Установите желаемое положение размерной линии и значения размера, перемещая курсор, и нажмите или <**Enter**>. Размер будет создан. По окончании создания размера команда возвращается в исходное состояние.



После создания размера его можно перемещать вокруг центра окружностей с помощью специального манипулятора, расположенного в одной из точек измерения. Нажмите на манипуляторе. Размер начнёт следовать за курсором вокруг центра. Перемещая курсор, установите размер в новое положение и нажмите или <**Enter**>. Размерная линия начнёт следовать за курсором в направлении, перпендикулярном прямой, соединяющей новые точки измерения, а значение размера начнёт следовать за курсором вдоль размерной линии. Установите желаемое положение размерной линии и значения размера, перемещая курсор, и нажмите или <**Enter**>. Редактирование размера завершится. Для расстояния между соосными окружностями также доступны [манипуляторы, общие для размеров различных видов](#).



Положение размерной линии и значения размера

После выбора исходных объектов появляется предварительное изображение размера. Положение выносных линий определяется исходными объектами, размерная линия следует за курсором вдоль выносных линий, а значение размера следует за курсором вдоль размерной линии. Далее, если нажать на пустом месте чертежа, то текущее положение размерной линии и значения размера фиксируются, и создание размера завершается. Если же нажать не на пустом месте, а вместо этого выбрать какую-либо точку (характерную точку линий изображения, 2D узел, пересечение линий построения), используя [объектные привязки](#), то размерная линия привязывается к этой точке, а значение продолжает следовать за курсором. Далее необходимо указать положение значения размера, снова нажав, после чего создание размера завершается. Значение также можно привязать к существующей точке, используя объектные привязки. Привязка размерной линии или

значения размера к существующей точке создаёт ассоциативную связь. т.е., если в результате последующего редактирования чертежа изменится положение этой точки, то размерная линия или значение размера переместятся вслед за точкой.

Для позиционирования частей размера также можно использовать следующую опцию автоменю:

<Space> Задать положение размера

Данная опция последовательно переключает режимы позиционирования значения размера.

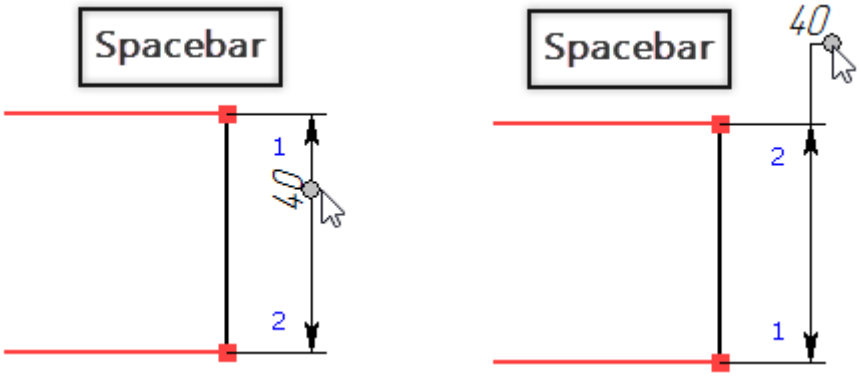
> Для размеров-лидеров и радиальных размеров опция недоступна. При создании размеров от одной базы или цепочки размеров опция также недоступна, но ею можно потом воспользоваться при редактировании созданных размеров. Для строительных размеров опция просто фиксирует положение значения и переключает направление полки. Работа опции для размеров других видов описана ниже.

Как уже было сказано, после выбора исходных объектов размера размерная линия следует за курсором вдоль выносных линий, а значение размера следует за курсором вдоль размерной линии.

Первая активация опции фиксирует текущее положение размерной линии, после чего только значение размера следует за курсором вдоль размерной линии. Далее можно либо указать положение значения, нажав , после чего создание размера завершится, либо активировать опцию снова.

Вторая активация опции добавляет горизонтальную полку непосредственно на размерной линии (если значение размера находится внутри выносных линий) или на её продолжении (если значение размера находится снаружи выносных линий). Положение полки определяется положением значения размера в момент активации опции . Ориентация такой полки не может быть изменена. После добавления полки значение размера следует за курсором по горизонтали вдоль полки. Далее можно либо указать положение значения, нажав , после чего создание размера завершится, либо активировать опцию снова.

> Для горизонтальных размеров второй режим недоступен, т.е. вторая активация опции для таких размеров аналогична третьей активации для других размеров и т.д.

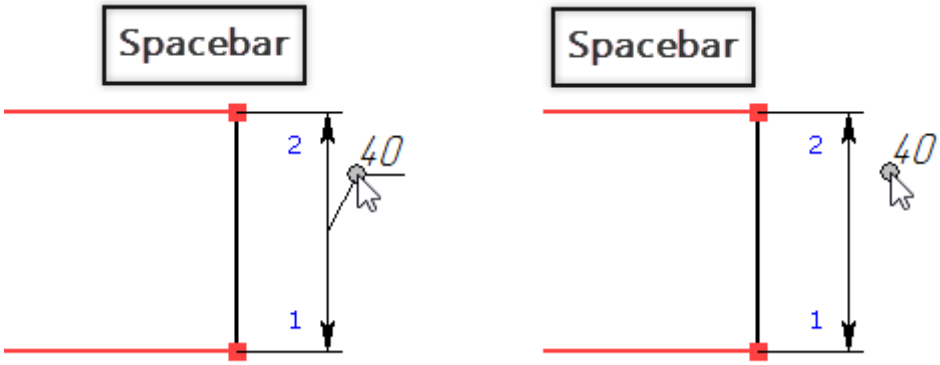


Третья активация опции добавляет к размерной линии полку на выноске, привязанной к середине размерной линии, после чего полка и значение размера следуют за курсором во всех направлениях. Ориентация такой полки может быть изменена с помощью отдельной опции, описанной ниже. Далее можно либо указать положение выноски, нажав , после чего создание размера завершится, либо активировать опцию снова.

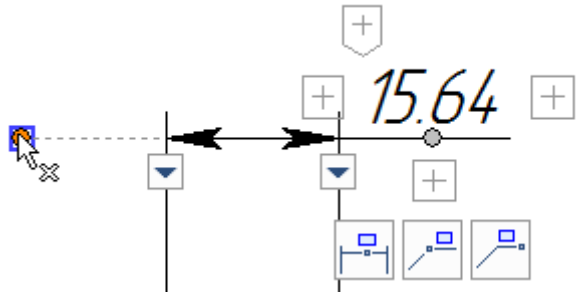
Четвёртая активация опции скрывает выноску с полкой, после чего только значение размера следует за курсором во всех направлениях, будучи визуально не связанным с размерной линией. Далее можно либо указать положение выноски, нажав , после чего создание размера завершится, либо активировать опцию снова.

Пятая активация опции возвращает режим позиционирования, используемый по умолчанию, при котором за курсором следуют одновременно и размерная линия и значение размера.

> Даже если курсор наведен на существующую точку в момент использования опции , ассоциативной связи с точкой при этом не образуется.



После создания размера положение его отдельных частей можно редактировать с помощью манипуляторов. При этом также можно привязываться к существующим точкам, используя объектные привязки, что создаёт ассоциативную связь между выбранной точкой и положением соответствующей части размера.



Для отмены привязки определённой части размера к точке необходимо активировать манипулятор, отвечающий за положение этой части и указать новое положение без привязки к точке.

Для отмены всех привязок, имеющихся у текущего размера, активируйте следующую опцию автоменю:

<K> Разрушить привязку

После активации данной опции необходимо заново указать положение размерной линии и значения размера.

Если размер не имеет полки, то при его создании и редактировании доступна следующая опция:

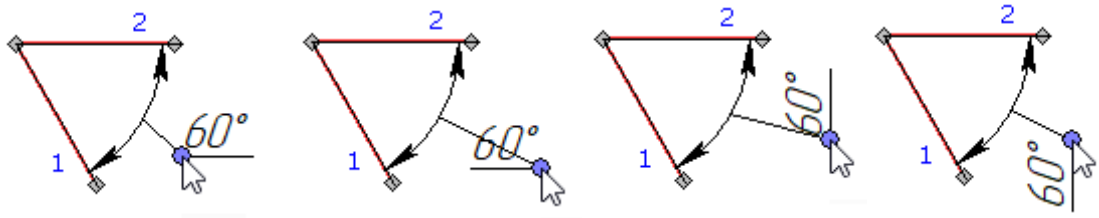
<J> Включить режим центрирования размера

По умолчанию режим центрирования отключен, в результате чего значение размера следует за курсором вдоль размерной линии. При включённом режиме центрирования значение размера располагается по центру между выносными линиями независимо от положения курсора и расстояния между выносными линиями. При расположении значения полке данная опция недоступна.

Если размер имеет выноску с полкой, то при его создании и редактировании доступна следующая опция:

<Z> Изменить направление полки

Опция последовательно переключает следующие варианты направления выносной полки размера: горизонтально вправо, горизонтально влево, вертикально вверх, вертикально вниз. Если размер не имеет полки, то опция не имеет эффекта. Для размеров-лидеров и строительных размеров доступны только горизонтальные полки.



Управляющие 2D размеры

Чтобы полностью определить чертёж на основе линий эскиза, помимо геометрических ограничений, следует создавать размерные ограничения. Обычные размеры отображают размерные параметры линий изображения, но не определяют их, т.е. соответствующий параметр, а следовательно и значение размера, могут произвольно измениться при редактировании чертежа. **Управляющий**

размер определяет соответствующие параметры элементов, по которым он создан. В результате заданное значение размера всегда соблюдается при последующих изменениях чертежа, а изменение значения размера пользователем приводит к изменению геометрии изображения.
Управляющие размеры могут быть созданы на основе:

- одной линии эскиза, определяя её размер (длину отрезка или кривой, радиус или диаметр окружности или дуги окружности, длину оси эллипса или дуги эллипса);
- двух линий эскиза, определяя расстояние или угол между ними;
- двух свободных 2D узлов, определяя расстояние между ними;
- линии эскиза и 2Д элемента построения (2Д узла любого типа, прямой, окружности), определяя расстояние или угол между ними.

Управляющие размеры не влияют на геометрию линий построения и несвободных 2D узлов. При необходимости изменения геометрии для соблюдения введённого значения управляющего размера меняется только геометрия линий эскиза и свободных 2Д узлов.

Ручное создание управляющих размеров

Для создания управляющего размера вручную нужно использовать стандартную команду оформления **Размер** при включенном режиме создания **Управляющих размеров:**

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Ограничения > Управляющие размеры Рабочая плоскость > Ограничения > Управляющие размеры
Клавиатура	Текстовое меню
<AD>	

Пока активен этот режим, все создаваемые размеры будут управляющими, за исключением случая, когда создание управляющего размера ведёт к переопределению чертежа, т.е. параметры линий, определяемые этим размером уже определены другими управляющими размерами и ограничениями. В таком случае, будет создан обычный размер, несмотря на активный режим создания управляющих размеров; режим при этом остаётся активным.
После размещения управляющего размера на чертеже будет предложено ввести его значение, т.к. в окне параметров команды **Размер** по умолчанию включена опция **Редактировать значение при создании управляющего размера**. Значения управляющих размеров можно задавать числами, переменными или выражениями.

Ручное превращение обычного размера в управляющий

Любой обычный размер, созданный на основе подходящих элементов, можно сделать управляющим, установив флаг **Управляющий** в контекстном меню размера. Любой управляющий размер можно сделать обычным, сняв данный флаг.

Автоматическое превращение обычного размера в управляющий при редактировании значения

По умолчанию в установках системы включена опция **Устанавливать параметр "Управляющий" при редактировании** (**Установки > Ограничения и размеры > Автоматически создавать размеры**). Вследствие этого, любой 2D размер автоматически становится управляющим при редактировании его значения пользователем.

Автоматическое создание управляющих размеров

При построении эскиза можно пользоваться режимом автоматического создания размеров.

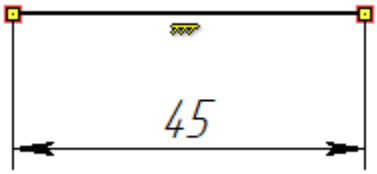
Если одновременно с автоматическим созданием размеров включить режим создания управляющих размеров, то все автоматически создаваемые размеры буду управляющими.

С помощью команды **Поиск ограничений** можно автоматически создать управляющие размеры и ограничения для уже созданных линий эскиза.

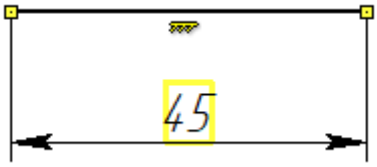
Отображение управляющих размеров на чертеже

По умолчанию управляющие размеры выводятся на печать, так же как и обычные размеры. Чтобы не выводить размер на печать, сделайте его вспомогательным.

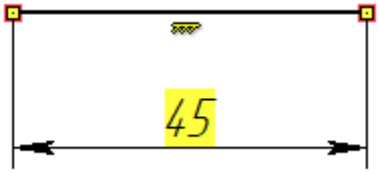
То, что размер является управляющим, легко понять по его фону, т.к., в отличие от обычных размеров, значения управляющих размеров выделены цветным фоном. Цвет фона показывает различные состояния геометрии чертежа в целом (см. Степени свободы линий изображения).



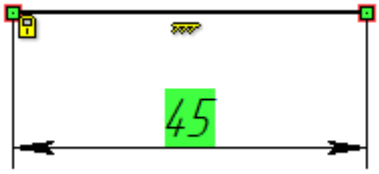
Обычный размер



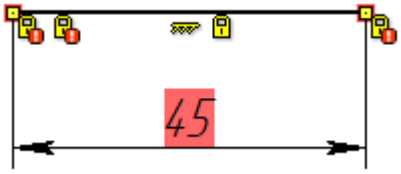
Подавленный управляющий размер



Управляющий размер при недоопределённом эскизе



Управляющий размер при полностью определённом эскизе



Управляющий размер при переопределённом эскизе

Подавление управляющих размеров

При необходимости управляющий размер можно подавить. Подавленный управляющий размер воспринимается системой как обычный информационный, т.е. он не будет влиять на геометрию чертежа, а при редактировании чертежа значение размера будет изменяться в соответствии с изменениями геометрии исходных объектов. При снятии подавления размер снова станет управлять геометрией, а его значение вернётся к имевшемуся на момент подавления.

См. также:

- Размер
- Ограничения
- Управляющие 3D размеры

Вспомогательные размеры

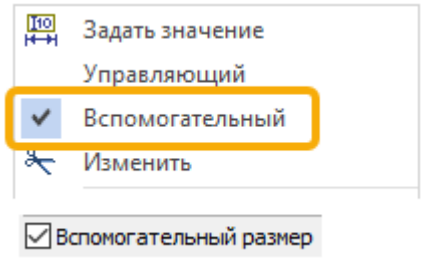
Размеры на чертеже можно сделать вспомогательными. Данная возможность наиболее полезна при использовании управляющих размеров. Если сделать управляющий размер вспомогательным, то он

всё ещё будет определять геометрию линий, на основе которых он построен, но при этом перестанет выводиться на печать.
Помимо размеров, вспомогательными также можно делать линии изображения.

Команда **Погасить/показать построения** скрывает вспомогательные линии и размеры.

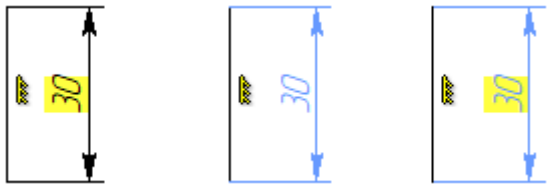
Включение и отключение вспомогательности для размеров

Чтобы сделать размер вспомогательным, установите для него флаг **Вспомогательный размер;** чтобы отключить вспомогательность размера - снимите для него этот же флаг.
Флаг доступен в окне параметров команд создания и редактирования размеров, а также в контекстном меню, вызываемом нажатием на размере в режиме ожидания команды.



Стиль отображения вспомогательных размеров

Вспомогательные размеры отображаются на экране голубым цветом независимо от того, какой цвет установлен в параметрах элемента. В остальном их внешний вид не отличается от других размеров.



Слева - Обычная линия изображения и управляющий размер
По центру - Обычная линия изображения и вспомогательный размер
Справа - Обычная линия изображения и вспомогательный управляющий размер
Чертеж недоопределён

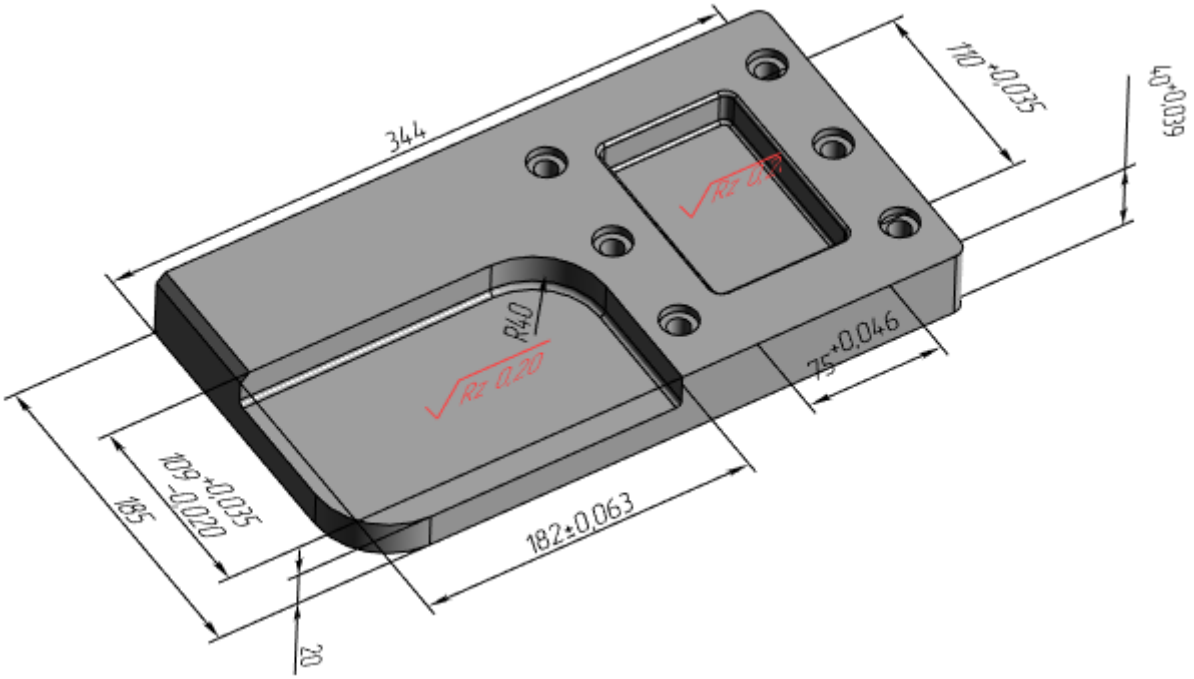
См. также:

- Вспомогательные линии
- Управляющие 2D размеры

Размер в 3D сцене

Размеры можно создавать не только на чертеже и активной рабочей плоскости, но и непосредственно в пространстве 3D сцены. 3D размеры могут быть использованы для последующего создания по ним 2D размеров, для управления геометрией 3D модели или просто в качестве источника информации о детали при проектировании изделий без использования чертежей. При необходимости отдельные 3D размеры, созданные в документе детали, могут отображаться в сборке в которую вставлена эта деталь.

Создание размера в 3D сцене



После вызова команды **Размер** необходимо выбрать исходные объекты. Размеры в 3D сцене можно строить на основе объектов следующих типов:

- грани, рёбра, вершины;
- оси цилиндрических граней;
- 3D узлы;
- 3D пути.

Объекты выбираются с помощью . Для выбора объектов также можно пользоваться следующими опциями автоменю:

	<L>	Выбрать плоскую грань или плоское ребро
	<A>	Выбрать ось или линейное ребро
	<N>	Выбрать вершину
	<C>	Выбрать цилиндр, окружность, сферу или тор

Данные опции активируют фильтры выбора объектов соответствующих типов.
Опции автоменю для выбора способа создания размера недоступны в 3D окне, и вид размера (линейный, угловой, радиальный) определяется автоматически на основе типа выбранных объектов:

- Между двумя плоскостями создаётся линейный размер, если плоскости параллельны друг другу, и угловой - в противном случае;
- Между плоскостью и прямой создаётся линейный размер, если прямая линия параллельна плоскости, и угловой – в противном случае;
- Между плоскостью и точкой создаётся линейный размер;
- Между двумя прямыми создаётся линейный размер, если прямые параллельны друг другу, и угловой – в противном случае;
- Между прямой и точкой создаётся линейный размер;

- Между двумя точками создаётся линейный размер;
- На одной поверхности вращения создаётся радиальный размер.

Плоскости задаются выбором плоской грани или плоского криволинейного ребра, поверхности вращения – указанием лежащей на данной поверхности грани вращения. В качестве прямых можно выбирать прямые рёбра или оси поверхностей вращения. В качестве точек можно выбирать вершины тел 3D модели и 3D узлы.

Если при создании 3D размера первым выбрано ребро-окружность/дуга окружности, или грань вращения типа цилиндр, сфера, тор, то система автоматически начинает создание радиального размера. В остальных случаях система ожидает выбора второго объекта (точки, прямой, плоскости, оси) для создания линейного или углового размера. Для построения линейного или углового размера от оси поверхности вращения или оси ребра-окружности/дуги до другого объекта необходимо выбирать поверхность вращения или ребро-окружность/дугу в качестве второго объекта или использовать при их выборе опцию выбора осей .

После выбора всех необходимых объектов появляется предварительное изображение размера, а размерная линия и значение размера начинают следовать за курсором в пределах степеней свободы, определяемых выбранными объектами. На этом этапе в автоменю становятся доступными опции позиционирования размерной линии и значения размера, изменения знака, и связи с другим размером. В зависимости от выбранного стиля размера, необходимо нажатием указать различное количество произвольных точек, определяющих положение размерной линии, выносок и значения размера.

Для линейных размеров можно задать плоскость, в которой будет лежать размер. Для этого необходимо активировать следующую опцию автоменю, после чего можно выбрать желаемую плоскость нажав на ней :

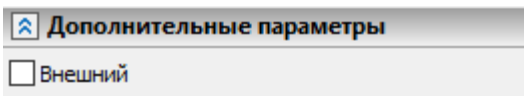
<T> Выбрать плоскость для ориентации

Параметры размера можно задать в окне параметров на любом этапе создания размера. Для 3D размеров доступны те же параметры, что и для 2D размеров. Дополнительно для 2D размеров доступен флаг **Внешний** (см. ниже).

Также как и в 2D, для 3D размеров в автоменю доступны общие опции команд создания 2D элементов. Опция принудительного завершения ввода доступна для активации только при редактировании ранее созданного размера, т.к. создание нового размера автоматически завершается после указания всех необходимых точек.

По умолчанию части размеров и других элементов оформления в 3D, перекрываемые непрозрачными элементами модели, не отображаются. При необходимости их отображения можно включить опцию **Отображать объекты оформления поверх 3D модели** (**Установки > 3D > 3D**).

Использование 3D размеров фрагментов в сборках



3D размеры, созданные внутри документа фрагмента, можно отображать в сборках, в которые вставлен этот фрагмент. Для этого необходимо установить флаг **Внешний** на вкладке **Общие** в диалоге параметров размера или на вкладке **Дополнительные параметры** в окне параметров команды **Размер**.

Размеры фрагментов, отображаемые в сборке, можно использовать в двух целях:

- Как **информационные** – они показывают номинал размера;
- Как **управляющие** – можно менять значение внешней переменной фрагмента, меняя номинал размера. Для этого в параметрах размера нужно установить тип номинала **Вручную**, а в поле ввода номинала записать имя внешней переменной. Для изменения значения размера в сборке необходимо воспользоваться командой **Задать значение**. Если изменить значение в параметрах размера в сборке без использования вышеупомянутой команды, то значение переменной и, соответственно, геометрия не изменятся.

Основные темы в этом разделе:

- Связь размеров в 3D сцене с размерами на чертеже
- Управляющие 3D размеры

См. также:

- Элементы оформления 3D модели

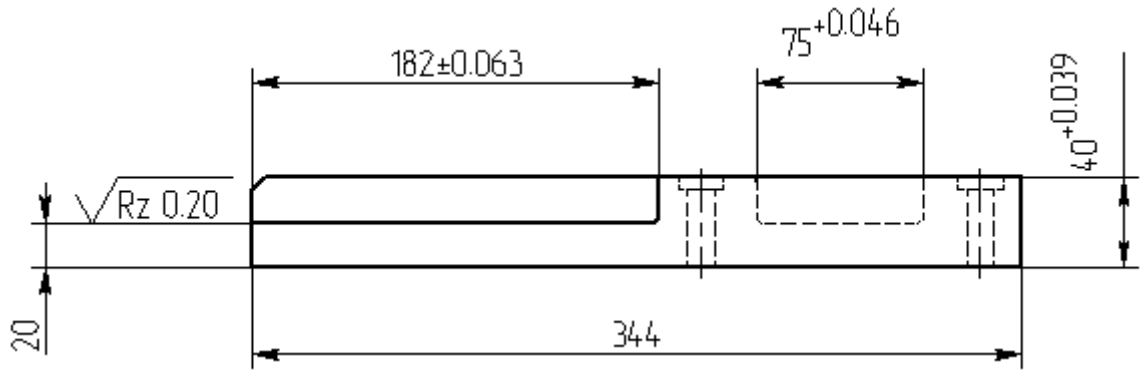
Связь размеров в 3D сцене с размерами на чертеже

При наличии размеров в 3D сцене можно вручную или автоматически создать на чертеже соответствующие им 2D размеры.

Связь размеров в 3D сцене с размерами на чертеже

Некоторые параметры размеров, созданных в 3D сцене, автоматически передаются в размеры, создаваемые в 2D окне на соответствующих линиях 2D проекции данной модели.

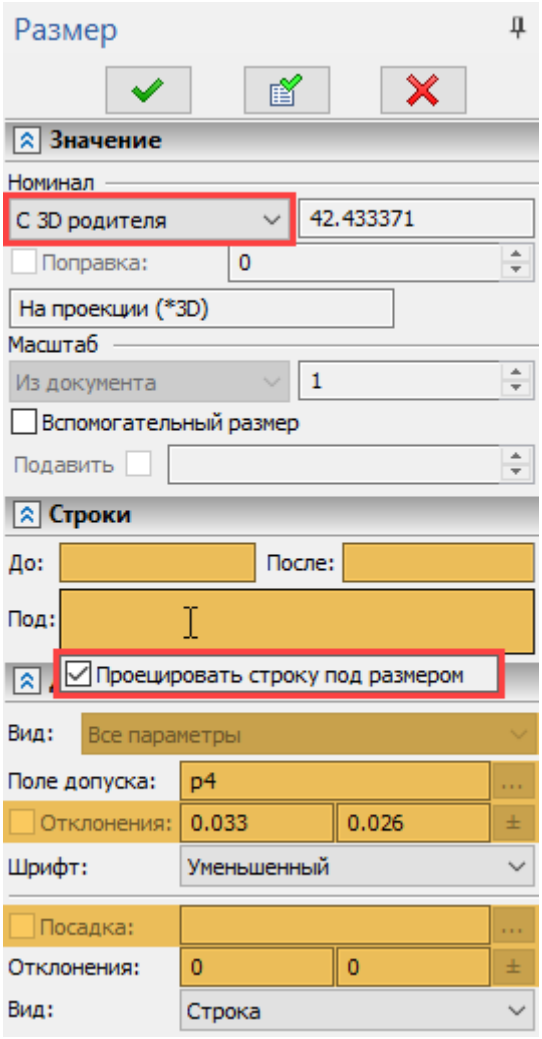
Для передачи данных из 3D размера в 2D необходимо обновить проекцию после создания 3D размера перед созданием соответствующего 2D размера. Данные подхватываются только для новых размеров. Передача данных недоступна для 2D размеров, созданных до создания соответствующих им 3D размеров.



По умолчанию в результате создания 2D размера его **номинальное значение, текст до, после и под значением, поля допусков и посадок**, а также **предельные отклонения** наследуются с соответствующего 3D размера при наличии такового. При этом, можно управлять тем, какие из перечисленных параметров будут унаследованы. В выпадающем списке параметра **Номинал** можно выбрать другое значение вместо значения **С 3D родителя,** автоматически установленного при создании связи. Поля унаследованных параметров текстовых строк, допусков/посадок и отклонений неактивны, но при наведении на них курсора мыши появляются всплывающие флаги, позволяющие отключить/включить наследование для данного параметра:

- **Проецировать строку до размера**
- **Проецировать строку после размера**
- **Проецировать строку под размером**
- **Проецировать информацию о допуске**

Последний флаг является общим для допуска, посадки и их отклонений.



Красным выделены выпадающий список номинального значения размера и всплывающий флаг управляющий наследованием текста под размером.

Оранжевым выделены поля, при наведении курсора на которые

появляются всплывающие флаги.

Проецирование 3D размеров

По имеющимся 3D размерам и другим элементам оформления можно автоматически создать соответствующие 2D элементы оформления с помощью команды **Создать элементы оформления на проекции**, доступной в контекстном меню 2D проекции. Подробнее см. Проецирование 3D элементов оформления.

Управляющие 3D размеры

3D размеры могут быть управляющими размерами для 3D операций. Это значит, что при изменении номинала размера автоматически изменяются соответствующие геометрические параметры операции. Управляющие 3D размеры создаются автоматически или вручную. Значение управляющего размера можно менять как с помощью команды **Задать значение**, так и в команде редактирования размера.

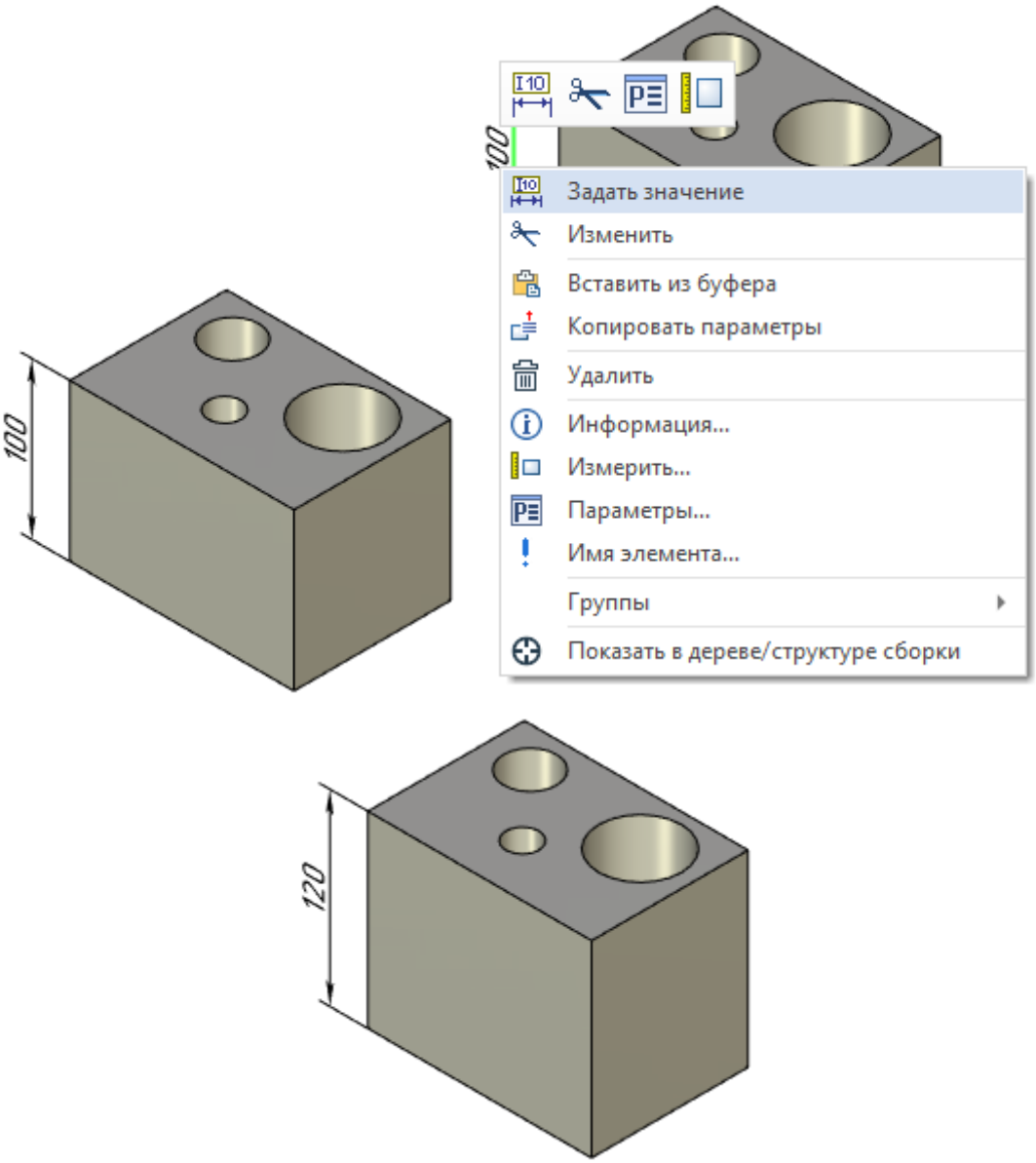
Для изменения геометрии 3D модели могут также использоваться 2D размеры, соответствующие управляющим, проставленные на 2D проекциях. Это соответствие система определяет

автоматически. Информация об управляющих размерах на проекции доступна в главе Использование размеров на проекции для управления 3D моделью.

Автоматическое создание управляющих 3D размеров

Для операций твердотельного моделирования доступна опция **Создать управляющие размеры.** Она создаёт управляющие размеры для геометрических параметров операции.

При создании операции данную опцию можно активировать на вкладке **Опции** окна параметров. Размеры будут созданы по окончании создания операции. Для уже созданных операций опцию можно активировать в контекстном меню операций и тел. Размеры будут созданы сразу после активации. Если активировать опцию из контекстного меню тела, управляющие 3D размеры создаются на всех операциях, участвовавших в создании тела, где это возможно.



Создание управляющих 3D размеров вручную

Управляющие 3D размеры могут быть созданы пользователем и вручную. Для этого при ручном создании размера выбираются грани, положение которых определяется геометрическим параметром операции. Например, можно использовать противоположные грани тела, полученного выталкиванием или цилиндрическую грань, полученную сглаживанием. При этом состояние флага **Создавать управляющие размеры**, расположенного на вкладке **Опции** окна параметров команды

Размер не имеет значения. Размер в любом случае будет управляющим, если системе удастся найти соответствие между размером и геометрическим параметром операции.

> Аналоги некоторых управляющих размеров, создаваемых автоматически, не могут быть созданы вручную.

Кроме того, для многих 3D размеров, не связанных с параметрами операций, система в ряде случаев автоматически может найти связи с 2D построениями, использованными для создания тела, на гранях которого проставлены эти размеры. Благодаря этому, изменяя номиналы подобных 3D размеров, можно также управлять 3D моделью. При изменении номинала такого размера система будет пытаться автоматически найти те 2D построения, изменение которых необходимо для обеспечения нового номинала указанного 3D размера. Например, если проставить 3D размер между двумя боковыми гранями операции выталкивания 3D профиля, то система в ряде случаев способна восстановить цепочку построений: 3D профиль -> Контур профиля на рабочей плоскости -> 2D построения, определяющие контур 3D профиля. В этом случае при изменении номинала размера система будет изменять соответствующие 2D построения, 3D профиль, построенный на их основе и само тело, получаемое операцией выталкивания.

См. также:

- Управляющие 2D размеры
- Использование размеров на проекции для управления 3D моделью

Связь размера с другим размером

При создании любого размера в автоменю доступна дополнительная опция, позволяющая связать создаваемый размер с другим, уже существующим, размером:

<Shift>+<D> Выбрать связанный размер

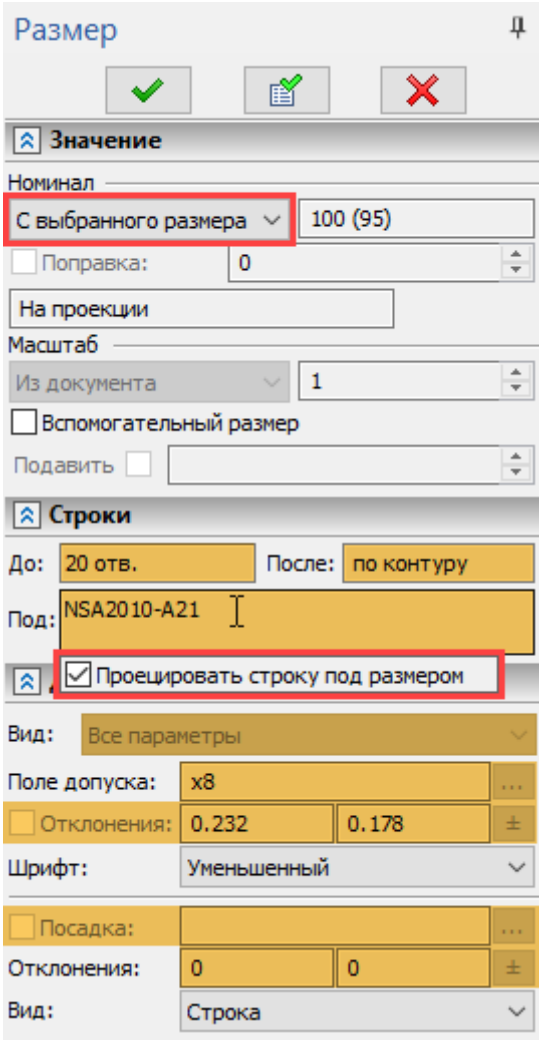
После вызова этой опции необходимо с помощью выбрать размер, с которого будут браться параметры для текущего размера.

По умолчанию после создания связи **номинальное значение, текст до, после и под значением, поля допусков и посадок**, а также **предельные отклонения** текущего размера наследуются со связанного. При этом, можно управлять тем, какие из перечисленных параметров будут унаследованы. В выпадающем списке параметра **Номинал** можно выбрать другое значение вместо значения **С выбранного размера,** автоматически установленного при создании связи.

Поля унаследованных параметров текстовых строк, допусков/посадок и отклонений неактивны после создания связи, но при наведении на них курсора мыши появляются всплывающие флаги, позволяющие отключить/включить наследование для данного параметра:

- **Проецировать строку до размера**
- **Проецировать строку после размера**
- **Проецировать строку под размером**
- **Проецировать информацию о допуске**

Последний флаг является общим для допуска, посадки и их отклонений.



Красным выделены выпадающий список номинального значения размера и всплывающий флаг управляющий связью текста под размером.

Оранжевым выделены поля, при наведении курсора на которые

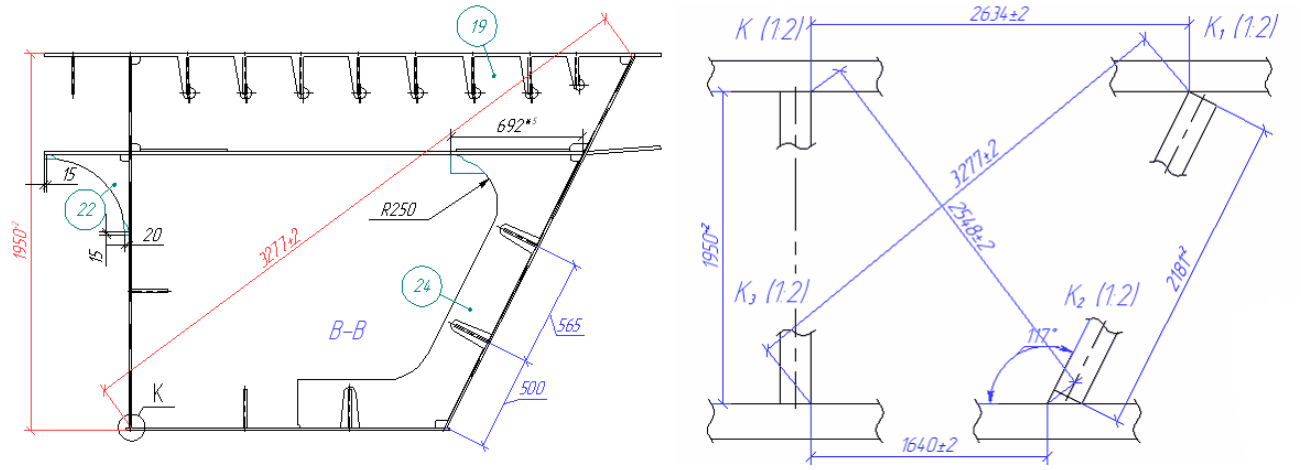
появляются всплывающие флаги.

Разорвать связь между размерами можно с помощью опции:

<Shift>+<K> Разорвать связь с размером

Опция отображается в автоменю команды только для связанных размеров.

Данную функциональность можно использовать, например, для отображения на упрощенном чертеже таких же размеров, как на точном чертеже изделия.



Параметры размера

Параметры размера можно задать в окне параметров на любом этапе создания размера. Оно параметров команды **Размер** разделено на следующие вкладки:

- **Значение**
- **Дополнительные параметры** (данная вкладка доступна только для 3D размеров после выбора исходных объектов)
- **Строки**
- **Допуск**
- **Стиль**
- **Стрелки**
- **Единицы**
- **Альтернативный размер**
- **Опции**

Описание параметров, содержащихся на каждой вкладке, доступно по ссылкам, приведённым выше. Кроме того, те же параметры, кроме опций, а также **Уровень, Приоритет, Слой, Цвет** и параметры шрифта можно задать в диалоге параметров размера. Опции определяют не параметры самого размера, а принцип работы команды **Размер**, поэтому они недоступны в диалоге параметров размера.

Для единообразия ряд параметров можно задавать в параметрах документа сразу для всех размеров, расположенных на одной странице. Значения, берущиеся по умолчанию из параметров документа, отображаются в параметрах конкретного размера в квадратных скобках или обозначаются текстом "**Из документа**". При необходимости можно задать для конкретного размера значения, отличающиеся от установленных в параметрах документа.
В диалоге параметров документа задаются не только некоторые параметры, отображаемые в диалоге параметров размера и в окне параметров команды **Размер**, но и ряд уникальных параметров, недоступных в других местах.
Диалога параметров документа разделён на вкладки. Большая часть параметров, относящихся к размерам, содержится на вкладках **Размеры и Альтернативные размеры**. Параметры шрифта и символов задаются на вкладках **Шрифт** и **Символы** соответственно, и являются общими для всех элементов оформления. Толщина линий размера и размер стрелок задаются на вкладке **Линии**.

Также при необходимости некоторые параметры можно наследовать с другого размера.

Основные темы в этом разделе:

- Значение размера

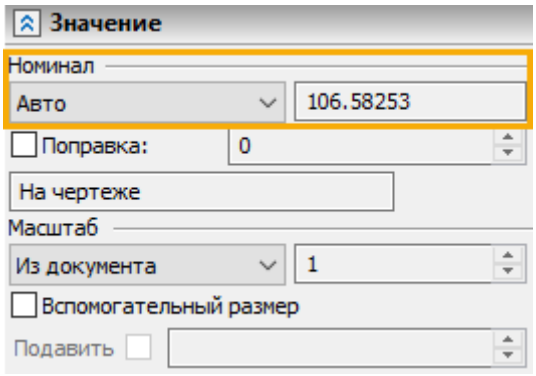
- Текстовые строки в размере
- Допуск на размер
- Стиль размера
- Стрелки размера
- Формат значения размера
- Альтернативный размер
- Опции создания размеров
- Диалог параметров размера

См. также:

- Параметры документа
- Параметры по умолчанию
- Задание параметров элемента
- Копирование параметров 2D элементов

Значение размера

Вкладка **Значение** окна параметров команды Размер содержит следующие элементы управления:



Номинал

Данный параметр определяет, как будет задаваться номинальное значение размера. Из выпадающего списка можно выбрать следующие варианты:

- **Нет**. Значение не указывается на размере.
- **Авто**. Значение рассчитывается автоматически на основе элементов чертежа, по которым построен размер. Это позволяет автоматически изменять значение при каком-либо изменении чертежа.
- **Вручную**. Значение указывается вручную пользователем в поле ввода справа от выпадающего списка. При каком-либо изменении чертежа значение такого размера будет оставаться неизменным. Данный вариант используется, когда необходимо указать значение, не соответствующее рассчитанному автоматически. При вводе значения в поле можно пользоваться командами контекстного меню, например для задания угла в градусах, минутах и секундах или для задания значения с помощью переменной.
- **Вручную с поправками**. Значение размера задаётся вручную пользователем, как в предыдущем варианте. Однако на чертеже размерное число данного размера будет отображаться с учётом заданного масштаба и поправки (см. ниже).
- **Управляющий**. Значение также задаётся вручную пользователем, но оно влияет не только на отображение размера на чертеже, но и на геометрию исходных объектов. Подробнее см. главы Управляющие 3D размеры и Управляющие 2D размеры.

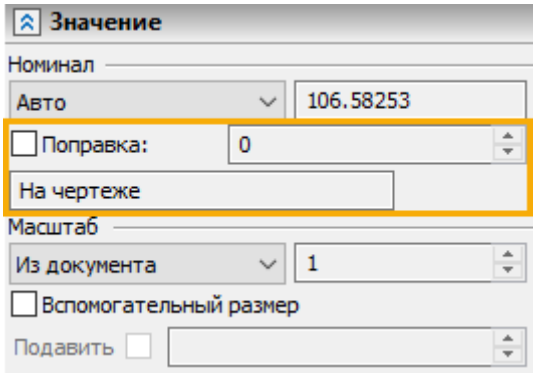
- **По исходным линиям**. Данный вариант присутствует у 2D размеров, проставленных на элементах любой ассоциативной копии. При выборе данного варианта размерное число определяется по исходным элементам копии (если для такого размера выбрать вариант **Авто**, то номинал размера высчитывается на основе тех элементов копии, к которым привязан размер). Вариант **По исходным линиям** можно использовать, например, для простановки размеров на выносных видах без учёта масштаба вида.
- **С операций**. Данный вариант присутствует в списке у размеров, создаваемых на линиях 2D проекции (или их ассоциативных копиях), соответствующих резьбе, созданной в 3D модели при помощи команды **Резьба** или режима создания резьбовых отверстий в команде **Отверстие**. Также данный вариант доступен у 3D размеров, проставленных на резьбовых гранях 3D модели. При выборе данного варианта вместо размерного числа отображается обозначение резьбы, взятое из параметров соответствующей 3D операции.
- **С 3D родителя**. Данный вариант присутствует в списке только у размеров, создаваемых на линиях 2D проекции (или их ассоциативных копиях) при условии, что на соответствующих этим линиям гранях, рёбрах, вершинах исходной 3D модели проставлены 3D размеры. При выборе данного варианта текст и параметры 2D размера будут унаследованы 3D размера.

- **С выбранного размера.** Данный способ задания присутствует только у 2D размеров, связанных с другими 2D размерами. При выборе этого варианта номинал текущего размера наследуется от связанного. Наследование прочих параметров при этом управляется отдельно.

Независимо от опции, выбранной в выпадающем списке данного параметра, после создания размера можно нажать непосредственно на его значении на чертеже и ввести значение с клавиатуры в появившейся панели ввода

. По умолчанию в установках системы включена опция **Устанавливать параметр "Управляющий" при редактировании** (**Установки > Ограничения и размеры > Автоматически создавать размеры**). Вследствие этого, любой 2D размер автоматически становится управляющим при редактировании его значения таким образом.

Формат отображения номинала размера на чертеже задаётся отдельно на вкладке **Единицы**.

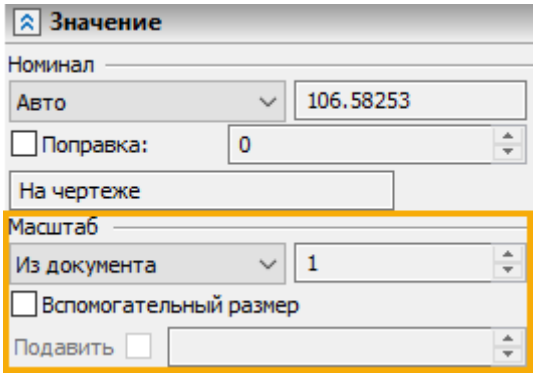


Поправка

Данный параметр задаёт значение поправки, которая всегда будет прибавляться ко значению размера. Доступен только, если в выпадающем списке параметра **Номинал** выбраны варианты **Авто, Вручную с поправками** или **По исходным линиям.** В случае задания масштаба поправка прибавляется к уже отмасштабированному значению размерного числа. Значение поправки может быть как положительным, так и отрицательным. Значение можно ввести с клавиатуры или задать вещественной переменной.

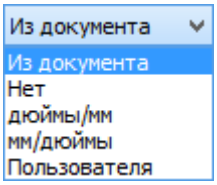
Недоступное для редактирования поле под параметром **Поправка** показывает информацию о том, каким образом создан размер:

- **На чертеже** – обычный 2D размер, построенный по узлам или линиям 2D чертежа. Номинал размера рассчитывается по геометрии чертежа или задаётся вручную;
- **На копиях: на чертеже** – размер построен на элементах ассоциативной копии узлов и линий 2D чертежа;
- **На копиях: на проекции** – размер построен на элементах ассоциативной копии линий 2D проекции;
- **На проекции** – размер построен на линиях 2D проекции. Если на гранях 3D модели, соответствующих данным линиям проекции, существует 3D размер, а в поле **Номинал** у 2D размера стоит **С 3D родителя**, то к строке информации добавляется «**(*3D)**»;
- **На операции** – данная строка отображается у 3D размеров, построенных на вершинах, рёбрах и гранях 3D модели (см. Размер в 3D сцене);
- **Спроецирован** – данная строка отображается у 2D размеров, созданных командой автоматического создания 2D элементов оформления на проекции по 3D элементам оформления (см. Проецирование 3D элементов оформления).



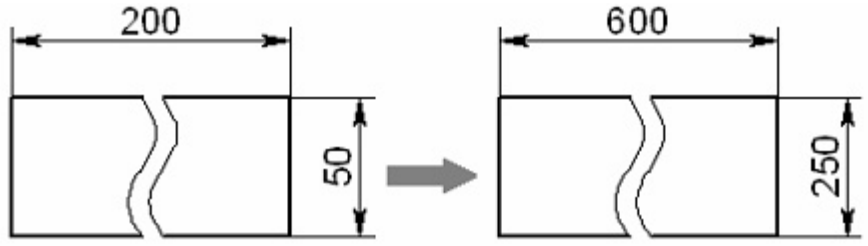
Масштаб

Масштабный коэффициент, который даёт возможность управления значением размера. Например, если какая-то часть чертежа выполнена в другом масштабе без разделения на чертёжные виды, то, поскольку единицы измерения на всём пространстве чертеже одни и те же, для размеров этой части чертежа необходимо установить масштабный коэффициент. Тогда значение размера будет отображаться с учётом заданного масштаба (т.е. умноженное на заданный масштабный коэффициент). Масштаб не задаётся, если для параметра **Номинал** установлено значение **Вручную, С 3D родителя** или **Нет**. Из выпадающего списка можно выбрать один из следующих вариантов задания масштаба:



- **Из документа**. Масштаб берётся из параметров документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Размеры** > **Масштаб**).
- **Нет**. Размер не имеет масштабного коэффициента.
- **дюймы/мм, мм/Дюймы**. Стандартные масштабные коэффициенты, введённые для удобства пользователя. При выборе одного из этих пунктов автоматически задаётся необходимый масштабный коэффициент для перевода единиц измерения.

- **Пользователя**. Данный вариант устанавливает, когда необходимо задать произвольный масштабный коэффициент. Значение коэффициента вводится в поле ввода справа от выпадающего списка. Например, в примере, показанном на рисунке, справа задан масштабный коэффициент «**5**» для обоих размеров, а у верхнего размера также задана поправка «**-400**».



Вспомогательный размер

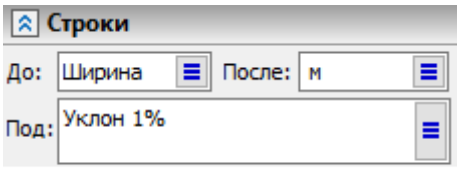
При установленном флаге размер будет являться вспомогательным. Вспомогательные размеры не выводятся на печать, а в окне чертежа отображаются голубым цветом. Подробнее см. Вспомогательные размеры.

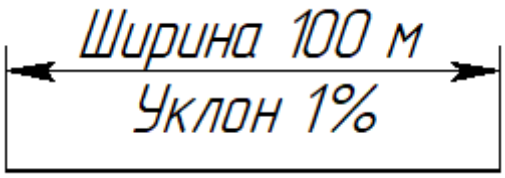
Подавить

Данный параметр доступен только для управляющих размеров. При установленном флаге управляющий размер будет восприниматься системой как обычный информационный, т.е. он не будет влиять на геометрию чертежа, а при редактировании чертежа значение размера будет изменяться в соответствии с изменениями геометрии исходных объектов. При снятии флага размер снова станет управлять геометрией, а его значение вернётся к имевшемуся на момент подавления. Рядом с флагом находится поле ввода. Снятый флаг соответствует значению **"0"** в поле ввода, а установленный - значению **"1"**. Значение в поле ввода можно ввести с клавиатуры или задать вещественной переменной для управления подавлением при помощи параметризации. Любые значения больше единицы при подстановке в поле заменяются на единицу, любые значения меньше единицы - на ноль.

Текстовые строки в размере

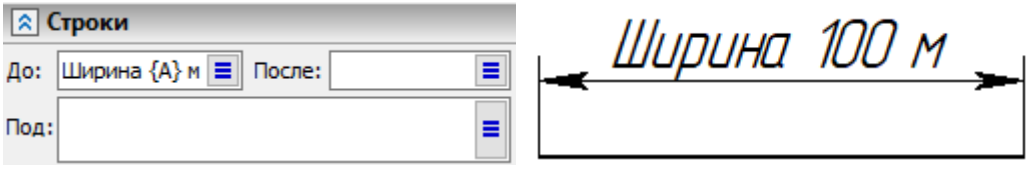
Вкладка **Строки** окна параметров команды Размер содержит поля ввода, в которых можно задать текст, отображаемый **до**, **после** или **под** значением размера:





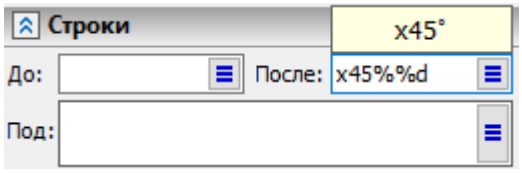
Можно задавать эти строки вручную или использовать подстановку численных или текстовых переменных. При вводе значения в поле можно пользоваться командами контекстного меню и выпадающими списками, содержащими часто используемые стандартные тексты. Если ввести открывающую круглую или квадратную скобку в поле **До**, закрывающая скобка того же типа будет автоматически добавлена в поле **После** и наоборот, при условии, что оба поля не содержат прочих символов.

Для того, чтобы вставить в одну из строк размера переменную, необходимо указать в соответствующей строке её имя, заключённое в фигурные скобки. Например, если необходимо, чтобы в тексте размера появилось значение переменной «A», необходимо в соответствующей строке записать **{A}**. Ниже показан размер, для которого в поле **До** введена строка "**ширина {A} мм**", а для значения размера установлена опция **Нет**.

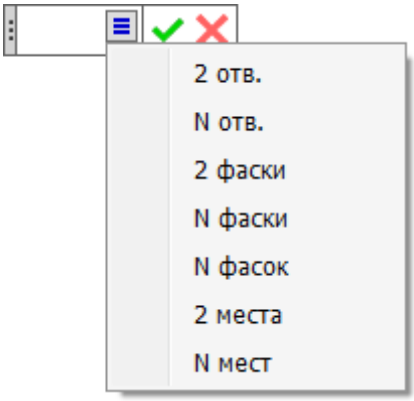


Также в строки можно поместить специальные символы. Для этого, находясь в текстовой строке, нажмите **<Alt>+<F9>**, и в появившемся диалоговом окне выберите необходимый символ аналогично описанному для вставки символов в текст.

После вставки специальных символов из диалогового окна, в полях окна параметров они отображаются в виде специального кода. Для стандартных символов, встроенных в используемый шрифт, код обычно состоит и двух знаков процента, дефиса и трехзначного числа. Однако, при нажатии на поле окна параметров, содержащем спецсимволы, на экране появится всплывающая подсказка с содержимым поля в том виде, в котором оно отображается на чертеже. Специальные символы можно использовать для задания любых текстовых параметров в различных элементах системы.



Задать текст **До**, **После** и **Под также** можно на панелях, которые появляются после нажатия на чертеже непосредственно на уже имеющейся текстовой строке или на манипуляторе добавления соответствующего текста .



Ввод текста можно подтвердить или отменить с помощью кнопок, расположенных справа от поля ввода.
Отменить ввод текста в данном поле можно также с помощью клавиши **<Esc>**.
Ввод текста **До** и **После** значения можно подтвердить также с помощью клавиши **<Enter>**. При вводе текста под значением **<Enter>** добавляет новую строку.

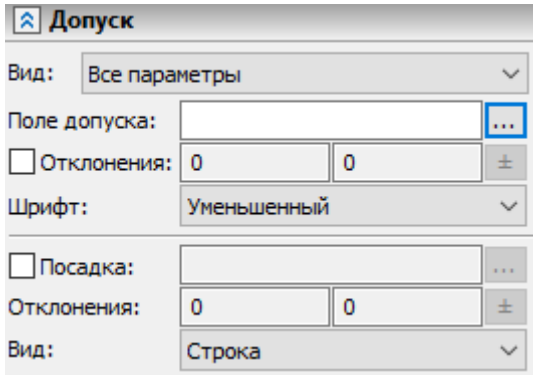
Допуск на размер

На вкладке **Допуск** окна параметров команды Размер можно задать допуск, посадку и предельные отклонения.

Параметры данной вкладки не применимы к строительным размерам.

Неугловые размеры

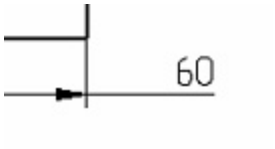
Для размеров, отличных от угловых, на вкладке **Допуск** можно задать следующие параметры:



Вид

В выпадающем списке данного параметра можно выбрать, какие параметры будут выводиться вместе с номиналом размера:

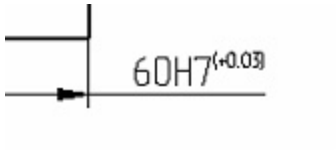
- **Номинал**. Показывается только значение размера.



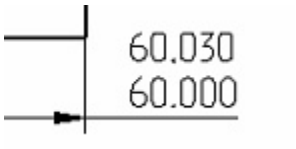
- **Номинал+Отклонения**. Рядом со значением размера проставляются значения предельных отклонений.

- **Номинал+Поле допуска**. Рядом со значением размера будет выведено поле допуска.

- **Все параметры**. При выборе этого способа будут выводиться и поле допуска, и предельные отклонения.



- **Пределы** (этот способ соответствует стандарту ANSI). Размерное число представлено в виде двух предельных значений, каждое из которых является суммой значения размера и соответствующего предельного отклонения.



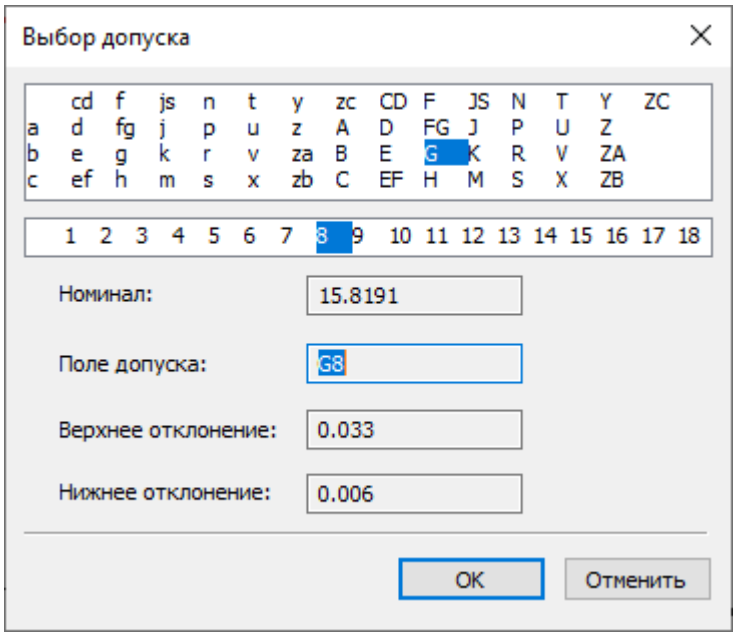
Поле допуска

Поле допуска можно ввести вручную с клавиатуры или выбрать из диалога, вызываемого с помощью кнопки **[...]**, расположенной справа от поля ввода.

Обозначение поля допуска состоит из букв основного отклонения и номера квалитета.

Основное отклонение выбирается из таблицы, расположенной в верхней части диалога, а квалитет - из строки под таблицей.

В нижней части диалога отображаются номинал размера, итоговое обозначение поля допуска и предельные отклонения, рассчитанные, исходя из поля допуска и номинального значения размера. Будут ли эти значения отклонений использованы в параметрах размера зависит от состояния флага **Отклонения**, описанного ниже.



В параметрах документа задаётся неуказываемый для чертежа квалитет (**Параметры документа** > **Страница** > **Размеры** > **Размеры** > **Неуказываемый квалитет**). Размеры, квалитет которых совпадет с неуказываемым, будут представлены на чертеже только своим номиналом независимо от опции, выбранной в выпадающем списке **Вид**, описанном выше.

Отклонения

По умолчанию этот флаг снят, в результате чего отклонения рассчитываются автоматически, исходя из номинала размера и выбранного поля допуска. При установленном флаге значения отклонений вводятся вручную с клавиатуры в полях ввода, расположенных рядом с флагом. Величины автоматически рассчитываемых отклонений зависят от единиц измерения, задаваемых параметрах документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Лист** > **Лист** > **Единицы**). Автоматический расчёт отклонений работает только для значений **миллиметры** или **дюймы**.

При изменении значения размера автоматически рассчитанные отклонения будут пересчитываться.

Как и в любом другом числовом поле, в качестве значений отклонений можно задать переменную.

С помощью кнопки **[±]**, расположенной справа от полей ввода отклонения, можно быстро установить для нижнего отклонения такое же значение, как у верхнего, только с противоположным знаком.

Шрифт

Различные стандарты предъявляют различные требования к размеру шрифта, которым выводятся предельные отклонения на чертеже. Предусмотрено два варианта: **уменьшенный**, равный половине размера шрифта, и **полный**.

Посадка

По умолчанию данный флаг снят и для размера отображается только одно поле допуска. При установленном флаге отображается посадка, т.е. отношение полей допусков отверстия и вала. Поле допуска, заданное выше, считается полем допуска отверстия и отображается в числителе обозначения посадки. Поле допуска вала, отображаемое в знаменателе, задаётся аналогично полю допуска отверстия с помощью поля ввода или кнопки вызова диалога **[...]**, расположенных справа от флага **Посадка**.

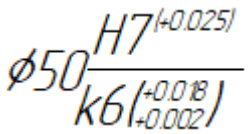
Отклонения

Также как и для вала, ниже задаются предельные отклонения на размер отверстия.

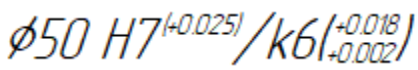
Вид

В выпадающем списке можно выбрать способ отображения посадки:

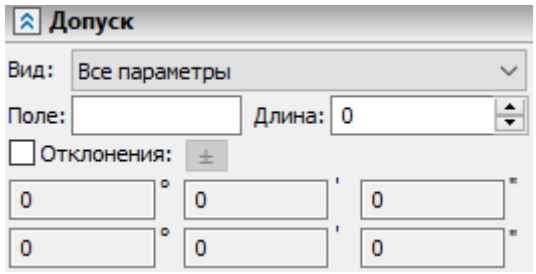
- **Дробь**



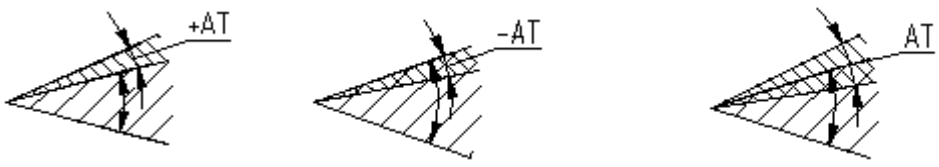
- **Строка**



Угловые размеры



Поскольку допуск рассчитывается для угловых размеров на определённой длине, для угловых размеров добавлен параметр **Длина**. Для автоматического расчёта отклонений необходимо ввести поле допуска в следующем формате: **+AT8**, **AT8** или **-AT8**, где **8** - квалитет, а **AT** в комбинации со знаком определяет тип допуска.

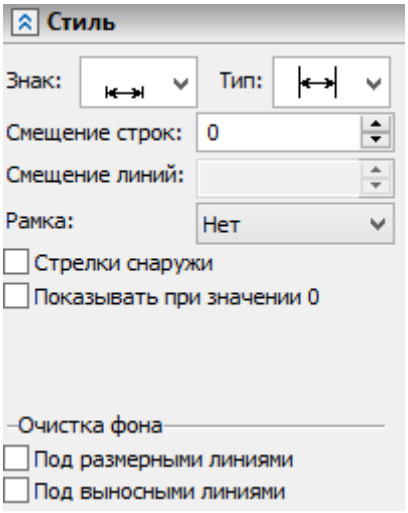


Предельные отклонения угловых размеров рассчитываются в градусах, минутах и секундах. Для каждой из этих единиц доступно своё поле ввода.

Посадки не задаются для угловых размеров.

Стиль размера

Стиль размера включает в себя конфигурацию размерных и выносных линий, а также наличие специальных символов и ориентацию значения размера. Стиль размера задаётся с помощью вкладки **Стиль** в окне параметров команды Размер. Для изменения знака размера также можно пользоваться автоменю. Вкладка содержит следующие параметры:



Знак

Символ, который должен отображаться перед значением размера. Из выпадающего списка можно выбрать отсутствие символа, либо символы радиуса, диаметра, метрической резьбы, квадрата, сферы, уклона и конусности. Для размеров некоторых видов этот параметр недоступен.

Знак размера также можно изменить с помощью следующей опции автоменю:

<**D**>	Изменить знак размера
	Нет
	Радиус
	Диаметр
	Резьба
	Квадрат
	Сфера
	Уклон
	Конусность

Для линейных размеров активация данной опции нажатием горячей клавиши <**D**> или обычным нажатием на иконку в автоменю последовательно переключает знак размера между всеми доступными вариантами, не влияя на значение размера. На верхнем уровне автоменю для данной опции отображается иконка знака, выбранного в данный момент. Если зажать на этой иконке, то появится выпадающий список, в котором можно выбрать любой из доступных знаков.

Для радиальных размеров активация данной опции нажатием горячей клавиши **<D>** или обычным нажатием на иконку в автоменю последовательно переключает не только знак, но и значение размера между радиусом, обычным диаметром и номинальным диаметром метрической резьбы. При этом квадрат и сферу в автоменю можно выбрать только из выпадающего списка, а остальные знаки доступны только в окне параметров
Для размеров некоторых видов опция изменения знака имеет другой вид:

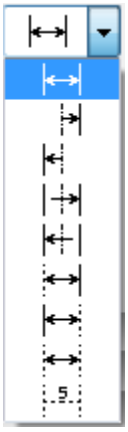
<D> Сменить знак

Такая опция не содержит выпадающего списка и применяется только для последовательного переключения между доступными знаками.
Кроме того, знак размера можно выбрать непосредственно в окне чертежа или 3D сцены на специальной панели, вызываемой нажатием на манипулятор (если знак не задан) или на имеющийся знак.

Тип

Конфигурация размерной и выносных линий. Параметр необходимо использовать в том случае, если нужно получить линейный размер без выносных линий (часто используется при задании размеров от осевой линии). Также данный параметр можно использовать для простановки односторонних размеров (используются для размеров на разрезах или для размеров на крупногабаритных деталях). Для размеров некоторых видов этот параметр недоступен.

Также конфигурацию размерной и выносных линий можно изменить с помощью опции автоменю **<M> Изменить тип размера.** Конфигурации, задаваемые данной опцией отличаются от доступных в окне параметров, поэтому автоменю и окно параметров используются совместно, в зависимости от того, как должен выглядеть итоговый размер. В зависимости от вида размера в автоменю доступны различные конфигурации. Информация о доступных в автоменю конфигурациях приведена отдельно для каждого вида размера в разделах с описаниями видов.



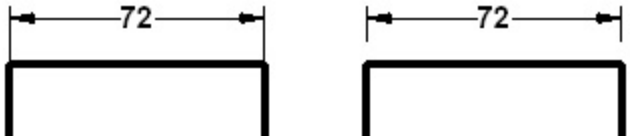
Смещение строк

Расстояние, на которое значение размера и сопутствующие текстовые строки будут отстоять от размерной линии или от полки в дополнение к отступу выставляемому по умолчанию.

Смещение линий

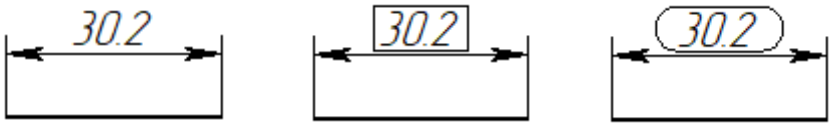
Отступ выносных линий размера от исходного объекта, при простановке размера по стандартам ANSI и AR_ANSI. Для стандарта ЕСКД этот параметр недоступен. Когда значение не задано, величина смещения будет соответствовать величине стрелок размерной линии.

Рисунки ниже соответствуют значениям данного параметра, равным «0» и «5».



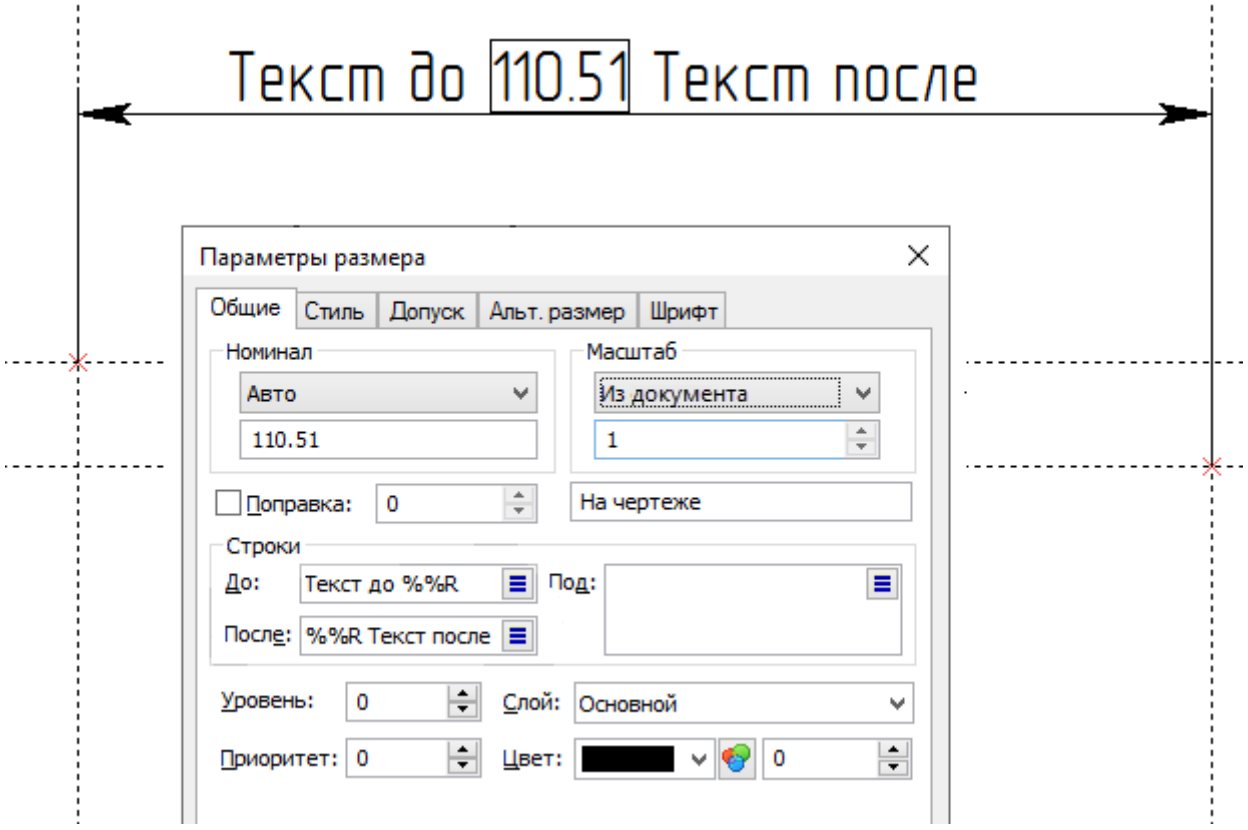
Рамка

Данный параметр задает рамку охватывающую значение размера, а также текстовые строки до и после значения. В выпадающем списке можно выбрать один из вариантов:



Нет Прямоугольная Овальная

Если есть необходимость выделить рамкой только часть строки, отображаемой над или под размерной линией, то в полях ввода текстовых строк надо ввести специальный символ %%**r** или %%**R**. В результате в рамку будет взят только текст между введёнными символами. Параметр **Рамка** не влияет на рамку, задаваемую символами.

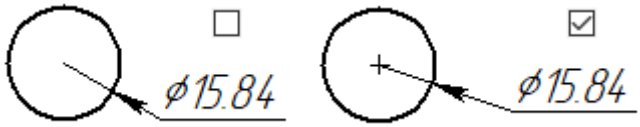


Рамку также можно добавить с помощью символов ~ (прямоугольная рамка) и ` (овальная рамка), введя их в начало строки **До** значения (в рамку будут взяты строка **До**, значение и строка **После**) или в начало строки **Под** значением (в рамку будет взята только строка после). Те же символы в любой другой позиции воспринимаются как часть строки и не влияют на рамку.

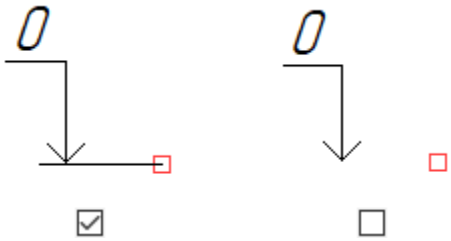
Для размера также доступны прочие специальные коды символов и разметки текста. Например, с помощью кодов %%**u** и %%**o** можно добавить подчёркивание и надчёркивание соответственно.

Ниже расположены флаги различных специальных опций. Количество и номенклатура доступных флагов зависят от способа создания размера. Могут быть доступны следующие флаги:

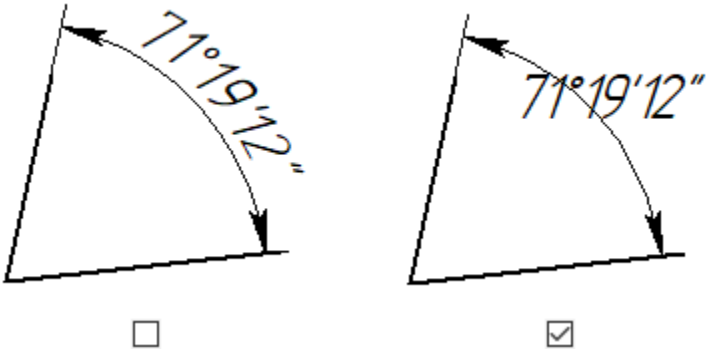
- **Стрелки снаружи**
  При установленном флаге стрелки размера всегда рисуются снаружи относительно выносных линий. При снятом флаге (по умолчанию) расположение стрелок определяется автоматически в зависимости от расстояния между линиями, между которыми расположен размер. Если стрелки не умещаются внутри, они автоматически выносятся наружу.
- **Показывать при значении 0**
  При установленном флаге размер будет отображаться на чертеже даже при нулевом значении его номинала. При снятом флаге (по умолчанию) размеры с нулевым номиналом не отображаются. Если для размера заданы дополнительные текстовые строки, то он отображается независимо от состояния данного флага.
- **Крестик в центре** (для радиальных размеров)
  При установленном флаге будет отображаться крестик в центре окружности.



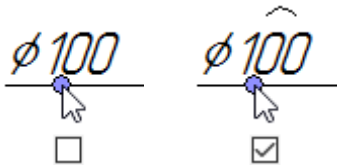
- **Выносная линия** (для строительных размеров)
  Флаг управляет наличием выносной линии от размера к точке измерения.



- **Показывать "плюс"** (для строительных размеров)
  Флаг управляет наличием знака «+» для положительных отметок уровня.
- **Текст вдоль линии** (для угловых размеров)
  При установленном флаге, текст углового размера будет выводиться не вдоль дуги, а вдоль горизонтали.

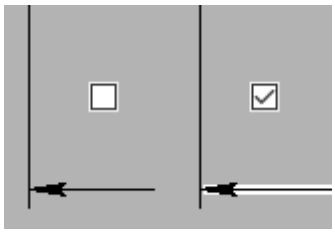


- **Дуга над текстом** (для размеров по дуге)
  При установленном флаге над значением размера отображается символ измерения по дуге.



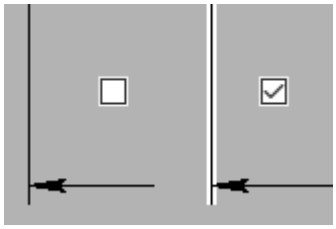
Группа флагов **Очистка фона** позволяет включить режим удаления изображения под элементами размера. Изображение удаляется с каждой стороны от заданной линии на расстоянии, равном толщине основных линий по умолчанию.

- **Под размерными линиями**



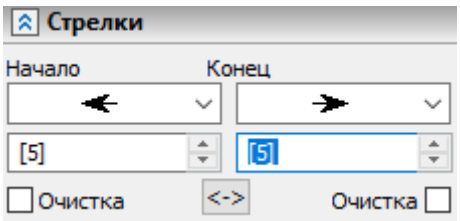
Очистка фона под стрелками задается на вкладке Стрелки отдельно для каждой стрелки.

- **Под выносными линиями**. Для радиальных размеров данный параметр управляет также очисткой фона за крестиком, обозначающим центр окружности.



Стрелки размера

На вкладке **Стрелки** окна параметров команды Размер задаются параметры стрелок на обоих концах размерной линии.



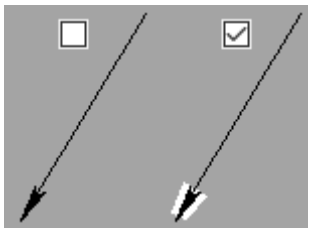
Параметры объединены в столбцы: левый столбец относится к начальной стрелке, правый - к конечной. Для каждой стрелки доступны следующие параметры:

- **Тип**
  Выбирается из выпадающего списка.

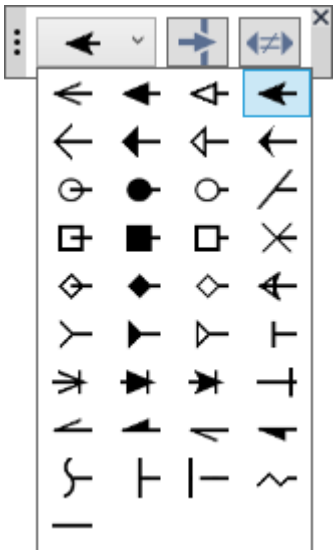
Тип стрелки строительных размеров не может быть изменён.

- **Размер**
  Вводится с клавиатуры. Если значение отображается в квадратных скобках, то оно взято из параметров документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Линии** > **Стиль линий** > **Размер стрелок (окончаний)**).

- **Очистка**
  Очистка фона под стрелкой.



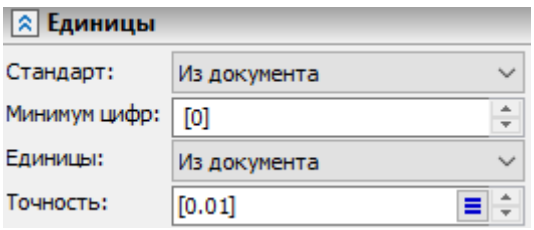
Кнопка <-> позволяет быстро поменять местами значения параметров начальной и конечной стрелок.
Тип отдельной стрелки также можно задать на специальной панели, которая появляется после нажатия на кнопку под стрелкой в окне чертежа или 3D сцены.



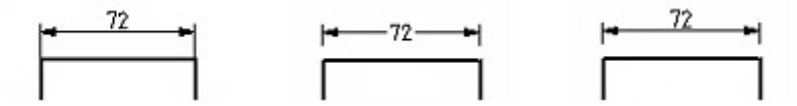
Кнопка / переключает состояние опции очистки фона под стрелкой.
Кнопка / позволяет переключаться между редактированием отдельной выбранной стрелки и синхронным редактированием обеих стрелок . При включении режима синхронного редактирования для противоположной стрелки автоматически устанавливаются такие же параметры, как у текущей стрелки. Данная кнопка не влияет на редактирование стрелок в окне параметров.

Формат значения размера

На вкладке **Единицы** окна параметров команды Размер задаётся формат отображения значения размера:



Стандарт
Стандарт оформления размера: **ANSI**, **AR_ANSI**, **ЕСКД**, **DIN** или **Из документа**. При значении **Из документа** стандарт размера берётся из параметров документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Размеры** > **Размеры** > **Стандарт**).



ЕСКД, DIN ANSI AR_ANSI

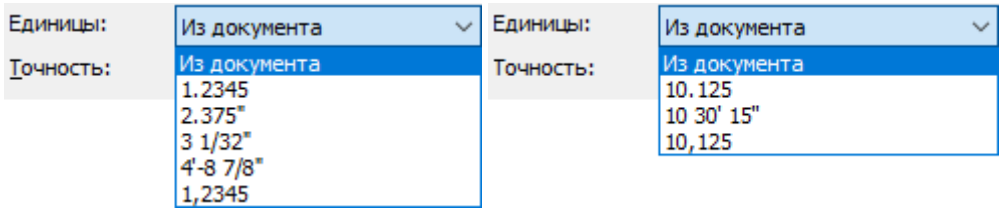
Отличия между стандартами ЕСКД и DIN состоят в том, что при использовании последнего отключается автоматическое добавление полок к значениям размеров с наклонными и кривыми размерными линиями.

Минимум цифр

Минимальное количество цифр после запятой, отображаемое у значения размера. Например, если минимум цифр равен «3», то значение размера, равное 28.5, будет выводиться как 28.500. Если этот параметр отображается в квадратных скобках, то значение берётся задаётся в параметрах документа отдельно для линейных и угловых размеров (**Параметры документа** > **Страница** > **Размеры** > **Угловые/Линейные размеры** > **Минимальное количество цифр**).

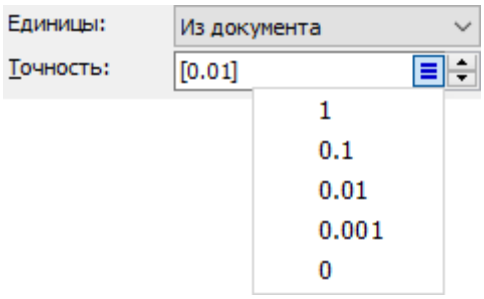
Единицы

Формат представления значения размера. При выборе опции **Из документа** формат представления задаётся в параметрах документа отдельно для линейных и угловых размеров (**Параметры документа** > **Страница** > **Размеры** > **Угловые/Линейные размеры** > **Единицы**).



Точность

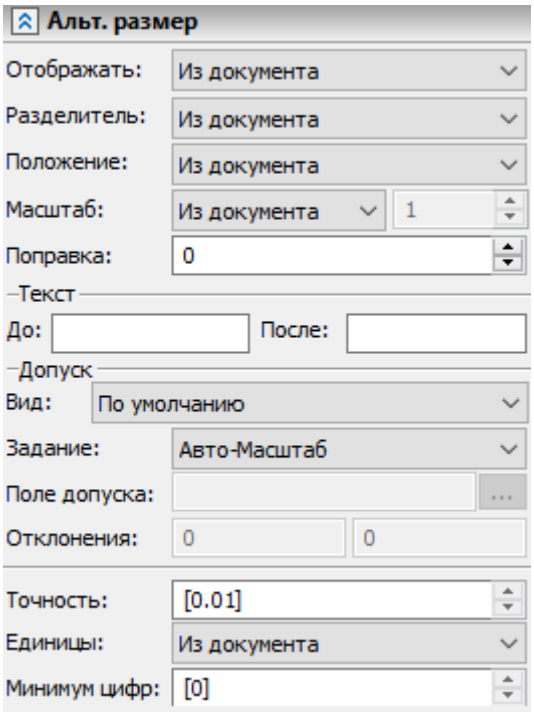
Точность округления значения. Точность «0.01» означает, что размер будет округляться до второго знака после запятой. Например, если имеется размер 28.4482 и точность 0.01, то на чертеж выведется значение 28.45. Если этот параметр отображается в квадратных скобках, то его значение задаётся в параметрах документа отдельно для линейных и угловых размеров (**Параметры документа** > **Страница** > **Размеры** > **Угловые/Линейные размеры** > **Точность**). Точность «0» означает, что размерные числа не будут округляться. Для угловых размеров точность "0.5" соответствует округлению до 30 минут, "1/60" - до одной минуты, "1/360" - до одной секунды.



Альтернативный размер

Рядом с номинальным значением размера может отображаться альтернативное значение. Параметры альтернативного значения задаются на вкладке **Альт. размер** окна параметров команды Размер.

Отображение альтернативного значения недоступно для угловых и строительных размеров.

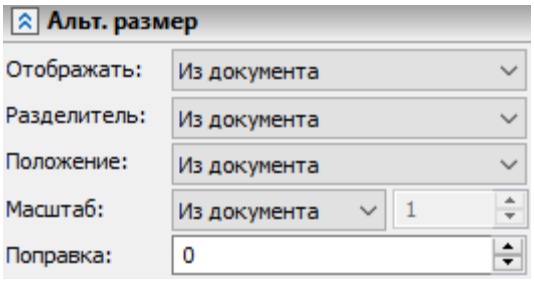


Вкладка содержит следующие группы параметров:

- Значение
- Текст
- Допуск
- Формат

Значение

Группа параметров в верхней части вкладки определяет величину и положение альтернативного значения размера.



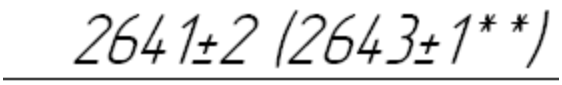
Отображать

Данный параметр определяет наличие или отсутствие альтернативного значения размера на чертеже. При выборе опции **Из документа** значение параметра определяется состоянием флага в параметрах документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Размеры** > **Альтернативные размеры** > **Двойные размеры** > **Добавить альтернативный размер**).

Альтернативное значение вычисляется следующим образом. Сначала основное значение умножается на основной масштаб и к результату умножения прибавляется основная поправка. Затем результат сложения умножается на альтернативный масштаб и к результату прибавляется альтернативная поправка.

Альтернативное значение можно использовать в составе обычного текста до, после или под основным значением. Для этого введите в поле соответствующего текста специальный оператор - **#DIM#**. В результате на чертеже вместо этого выражения будет отображаться результат вычислений,

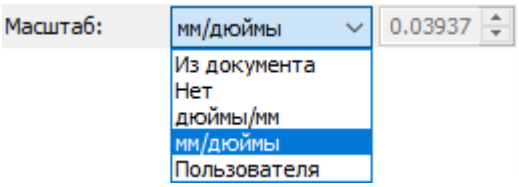
описанных выше, но без учёта альтернативной поправки. Например, если для альтернативного масштаба выбрана опция **Миллиметры/Дюймы**, основное значение размера равно 60 мм, основной масштаб равен 1, а основная поправка равна 0, то **#DIM#=(60*1+0)*0.03937=2.3622"**.
Альтернативное значение в составе текстовых строк можно сочетать с результатами, полученными с помощью команды **Измерить**. Для этого используется выражение вида **$(VALUE)**, где **VALUE** - имя свойства размера в команде **Измерить**. Например, если в параметре размера **Текст после** написать **({$(VALUE)+2}%%116{$(UPPER_DEVIATION)-1}**)**, то размер будет выглядеть так:

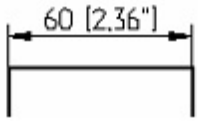


Разделитель
Вид знаков, при помощи которых на чертеже будет отделяться значение альтернативного размера от основного:

- **Из документа**
  Вид разделителя берётся из параметров документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Размеры** > **Альтернативные размеры** > **Разделитель**).
- **Нет**
  Альтернативное значение размера будет отображаться без разделительных знаков.
- **[ ]**
  Альтернативное значение размера будет отображаться в квадратных скобках.
- **{ }**
  Альтернативное значение размера будет отображаться в фигурных скобках.
- **( )**
  Альтернативное значение размера будет отображаться в круглых скобках.

Положение
Расположение альтернативного значения относительно основного. В соответствии с выбранным вариантом, альтернативное значение будет прорисовываться на чертеже **После**, **До**, **Под** или **Над** основным значением. При выборе опции **Из документа** значение параметра определяется состоянием флага в параметрах документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Размеры** > **Альтернативные размеры** > **Двойные размеры** > **Положение**).
Масштаб
Масштабный коэффициент альтернативного значения размера (аналогично масштабному коэффициенту основного значения). При выборе опции **Из документа** значение параметра берётся из параметров документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Размеры** > **Альтернативный масштаб**). С помощью масштабного коэффициента можно, например, рядом со значением размера в миллиметрах отображать его значение в дюймах.

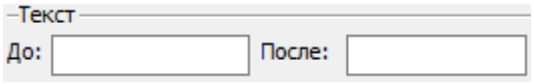




Поправка
Поправка альтернативного значения размера (аналогично поправке основного значения).

Текст

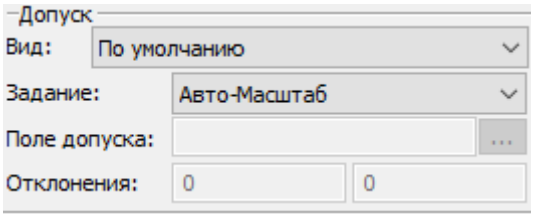
Группа параметров **Текст** позволяет задать текст, который будет отображаться **до** или **после** альтернативного значения размера внутри его скобок при наличии таковых.



Текстовые строки для альтернативного значения задаются аналогично текстовым строкам для основного значения. Если значения параметров данной группы не заданы, то они берутся из параметров документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Размеры** > **Альтернативные размеры** > **Текст**).

Допуск

Группа параметров **Допуск** позволяет задавать поля допусков и предельные отклонения альтернативных размеров:



Вид

В выпадающем списке данного параметра можно выбрать, какой набор параметров допуска и отклонений альтернативного значения будет отображаться на чертеже (аналогично одноимённому параметру для основного значения). Вариант **По умолчанию** означает, что этот параметр для альтернативного значения будет таким же как у основного значения.

Задание

Способ задания отклонений альтернативного значения размера:

- **Авто-Масштаб**. Отклонения вычисляются по полю допуска основного размера (с учётом единиц измерения альтернативного размера – миллиметры или дюймы). Задание значения поля допуска альтернативного размера не влияет на расчёт его предельных отклонений.
- **Авто-ANSI**. Отклонения вычисляются по заданному полю допуска альтернативного размера по стандарту ANSI.
- **Авто-ЕСКД**. Отклонения вычисляются по заданному полю допуска альтернативного размера по стандарту ЕСКД.
- **Вручную**. Отклонения задаются пользователем. В качестве значений отклонений можно использовать переменные.

Поле допуска

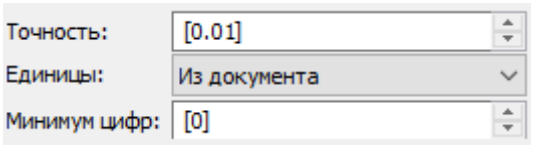
В зависимости от опции, выбранной для параметра **Вид**, поле допуска для альтернативного значения размера либо задаётся вручную так же, как и для основного, либо копируется с основного значения, либо не задаётся вовсе.

Отклонения

Предельные отклонения альтернативного значения размера либо рассчитываются автоматически в соответствии с опцией, установленной для параметра **Задание** (см. выше), либо задаются вручную так же, как и для основного значения.

Формат

Группа параметров в нижней части вкладки определяет формат альтернативного значения размера.

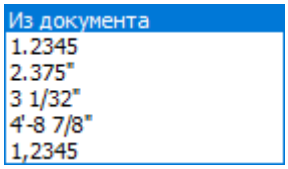


Точность

Точность округления альтернативного значения размера. Например, точность 0.01 означает, что размерные числа будут округляться до второго знака после запятой. Точность 0 означает, что размерные числа округляться не будут. Если этот параметр отображается в квадратных скобках, то его значение берётся из параметров документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Размеры** > **Альтернативные размеры** > **Линейные размеры** > **Точность**).

Единицы

Формат представления альтернативного значения размера. В основном этот пункт важен для дюймовых размеров. При выборе опции **Из документа** формат представления берётся из параметров документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Размеры** > **Альтернативные размеры** > **Линейные размеры** > **Единицы**).

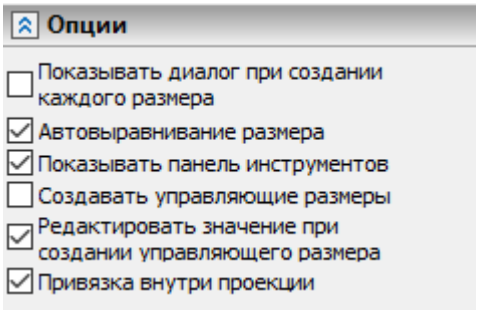


Минимум цифр

Минимальное количество цифр после запятой, отображаемое у альтернативного значения размера. Если этот параметр отображается в квадратных скобках, то его значение берётся из параметров документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Размеры** > **Альтернативные размеры** > **Линейные размеры** > **Минимальное количество цифр**). Если **Точность** ниже **Минимального количества цифр**, то "лишние" цифры будут нулями.

Опции создания размеров

При создании и редактировании размеров на вкладке **Опции** служебного окна параметров доступны следующие опции:



Показывать диалог параметров для каждого элемента.

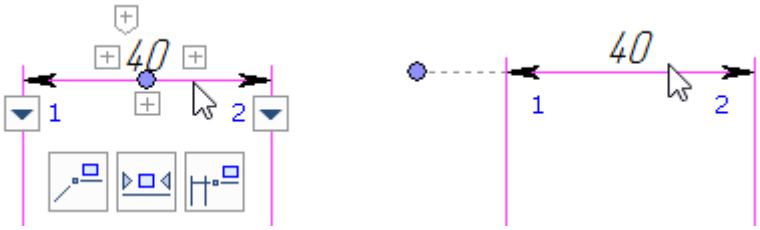
Если установить данный флаг, то после определения положения размера на чертеже на экране будет автоматически появляться окно диалога параметров.

Такой режим позволяет работать так же, как в предыдущих версиях T-FLEX CAD – сначала указать положения размера на чертеже, а затем задавать его параметры.

Автовыравнивание размера

Если опция активна, то, при уменьшении размера до определённых значений, система автоматически расположит размерное число и стрелки снаружи.

Показывать панель инструментов
Если опция активна, то, при наведении курсора на размер, на чертеже будут появляться манипуляторы и кнопки для быстрого редактирования размера.



Создавать управляющие размеры
Если опция активна, то создаваемый размер будет управляющим.

> Подробнее см. Управляющие размеры.

Редактировать значение при создании управляющего размера
Если опция активна вместе с опцией **Создавать управляющие размеры**, то после определения положения размера на чертеже будет предложено ввести его значение.

> Подробнее см. Управляющие размеры.

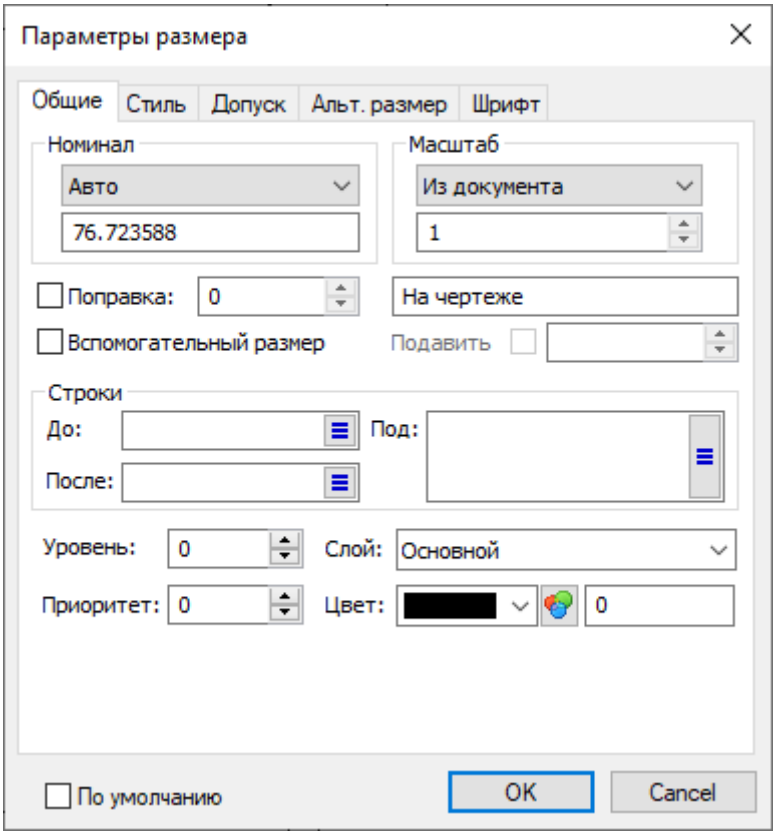
Привязка внутри проекции
Позволяет определять, будет ли размер принадлежать конкретному чертежному виду или же всей странице чертежа.

> Подробная информация о данной опции доступна в разделе Привязка размеров и надписей к чертёжным видам.

Диалог параметров размера

Диалог параметров размера можно вызвать одним из следующих способов:

- по двойному нажатию на размере в окне 2D или 3D вида, либо в окне **Элементы модели**;
- из контекстного меню, вызываемого по нажатию на размере в окне 2D или 3D вида, либо в окне **Элементы модели**;
- из динамической панели, отображаемой при выборе размера в окне 2D вида, если отключено прозрачное редактирование 2D элементов;
- из автоменю команд **Размер** и **Редактировать размер**.



В диалоге параметров размера доступны следующие вкладки:

- **Общие**
  Содержит тот же набор параметров, что и вкладки **Значение**, **Строки** и **Дополнительные параметры** окна параметров команды **Размер**. Дополнительно позволяет задать **Уровень, Приоритет, Слой** и **Цвет**.

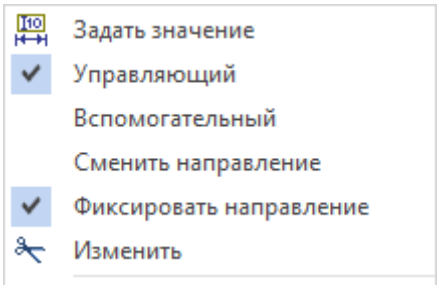
При создании размера на 2D проекции ему принудительно выставляется такой же приоритет, как и у проекции, если приоритет размера по умолчанию меньше приоритета проекции.

- **Стиль**
  Содержит тот же набор параметров, что и вкладки **Стиль**, **Стрелки** и **Единицы** окна параметров команды **Размер**.
- **Допуск**
  Содержит тот же набор параметров, что и вкладка **Допуск** окна параметров команды **Размер**.
- **Альт. размер**
  Содержит тот же набор параметров, что и вкладка **Альтернативный размер** окна параметров команды **Размер**.
- **Шрифт**
  См. главу Параметры шрифта элементов оформления чертежа.

См. также:

- Параметры по умолчанию
- Задание параметров элемента
- Копирование параметров 2D элементов

Контекстное меню размера



При нажатии на размере отображается его контекстное меню.
Помимо опций, общих для всех 2D элементов, контекстное меню размера может содержать следующие пункты:

- **Задать значение**
  Данная команда доступна для любых размеров. Она вызывает в окне чертежа поле для ввода значения размера . Ввод значения можно подтвердить или отменить с помощью кнопок, расположенных справа от поля ввода. Отменить ввод значения в данном поле можно также с помощью клавиши **<Esc>**. Подробнее см. главу Установить значения размеров.
- **Управляющий**
  Для некоторых размеров данная опция может быть недоступна. Когда она активна , размер является управляющим, то есть определяет положение связанных элементов изображения чертежа.
- **Вспомогательный**
  Для некоторых размеров данная опция может быть недоступна. Когда она активна , размер является вспомогательным, то есть не выводится на печать.
- **Сменить направление**
  Данная команда доступна для управляющих размеров, определяющих расстояние между двумя элементами чертежа. Она позволяет сменить направление отсчёта размера от первого элемента на противоположное, что влечёт за собой изменение положения второго элемента и зависимых от него элементов.
- **Фиксировать направление**
  Данная опция доступна для управляющих размеров, определяющих расстояние между двумя элементами чертежа. Когда она активна , направление отсчёта размера от первого элемента всегда остаётся неизменным при последующих параметрических перестроениях чертежа.

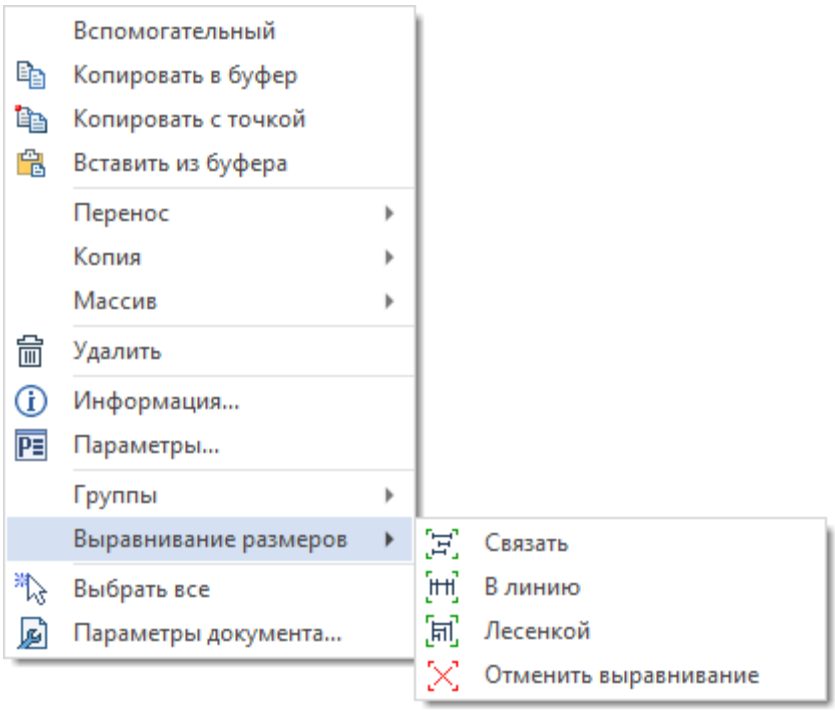
Кроме того, в контекстном меню могут быть доступны опции выравнивания размеров.

Выравнивание размеров

При ручном размещении создаваемого или редактируемого размера над или под другим размером, активна привязка размера в соответствии с заданным интервалом выравнивания. Интервал задаётся в параметрах документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Размеры** > **Размеры** > **Интервал выравнивания**). Такая привязка не сохраняется, т.е. при последующем редактировании размеры будут перемещаться независимо друг от друга. Для создания групп размеров, сохраняющих взаимное расположение, следует выбрать несколько параллельных

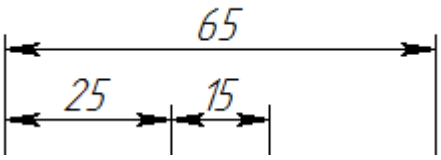
размеров и воспользоваться их контекстным меню, вызываемым по нажатию в любой точке окна чертежа.

При выборе нескольких размеров в их контекстном меню доступен пункт **Выравнивание размеров**, содержащий следующие команды:



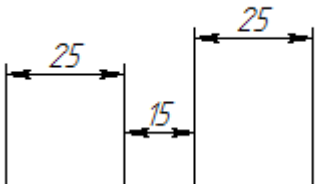
Связать

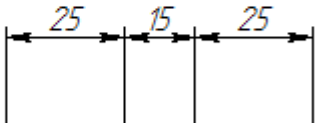
Объединяет выбранные параллельные размеры в группу выравнивания. Непараллельные размеры при этом игнорируются. Если выбраны несколько наборов размеров, параллельных в разных направлениях, последовательно создаётся несколько групп выравнивания. В отличие от обычной группы элементов, группа выравнивания влияет только на взаимное расположение размеров. При перемещении одного из размеров остальные перемещаются следом за ним, сохраняя своё изначальное положение друг относительно друга. После объединения в группу размеры начинают следовать за курсором. Установите их желаемое положение и нажмите для завершения редактирования.



В линию

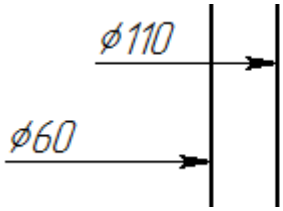
Выравнивает все размеры в одну линию и объединяет их в группу выравнивания. Позволяет быстро выровнять цепочку размеров. После объединения в группу размеры начинают следовать за курсором. Установите их желаемое положение и нажмите для завершения редактирования.

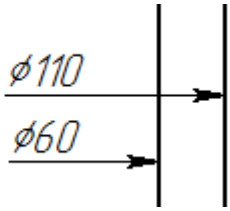




Лесенкой

Располагает размеры на заданном интервале друг от друга и объединяет их в группу выравнивания. Интервал задаётся в параметрах документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Размеры** > **Размеры** > **Интервал выравнивания**). Параметр задаёт интервал для вновь создаваемых групп размеров и не влияет на интервалы уже созданных групп. После объединения в группу размеры начинают следовать за курсором. Установите их желаемое положение и нажмите для завершения редактирования.

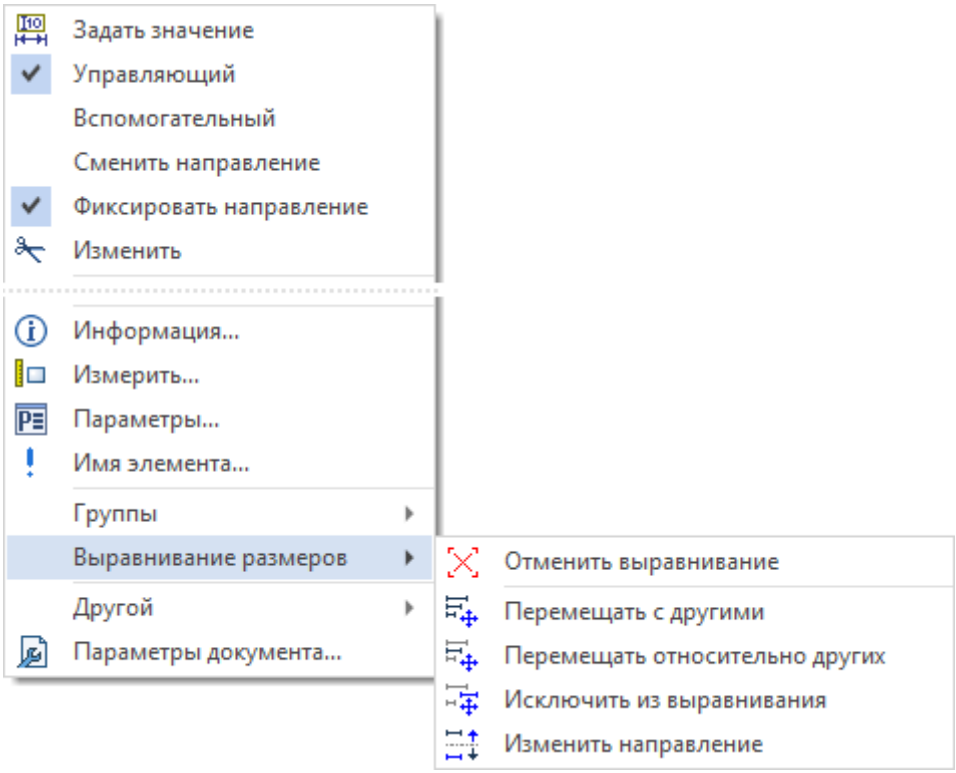




Отменить выравнивание

Данная команда доступна только при выборе размеров, уже объединённых в группу выравнивания. Она разрушает эту группу. В результате положение размеров перестаёт зависеть друг от друга.

При выборе одного размера, объединённого в группу выравнивания с другими размерами, в его контекстном меню также появляется пункт **Выравнивание размеров**, содержащий следующие команды:



Отменить выравнивание
Разрушает группу выравнивания, в которую входит выбранный размер. В результате положение размеров перестаёт зависеть друг от друга.

Перемещать с другими
Позволяет переместить все размеры группы выравнивания, не нарушая их взаимного расположения. После активации данной команды группа начинает следовать за курсором. Установите желаемое положение группы и нажмите для завершения перемещения.

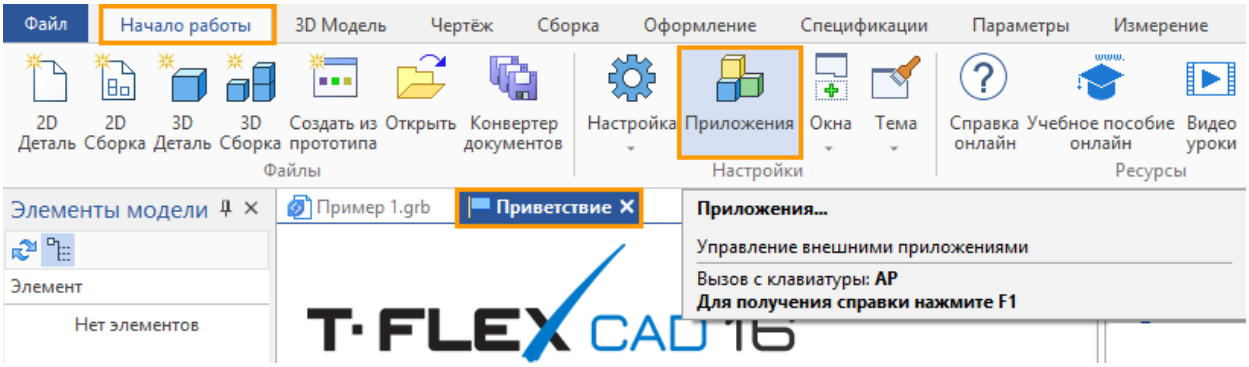
Перемещать относительно других
Позволяет переместить выбранный размер относительно других размеров в группе выравнивания, не разрушая группу. После активации данной команды выбранный размер начинает следовать за курсором. Установите желаемое положение размера и нажмите для завершения перемещения.

Исключить из выравнивания
Исключает выбранный размер из группы выравнивания, не разрушая группировку оставшихся.

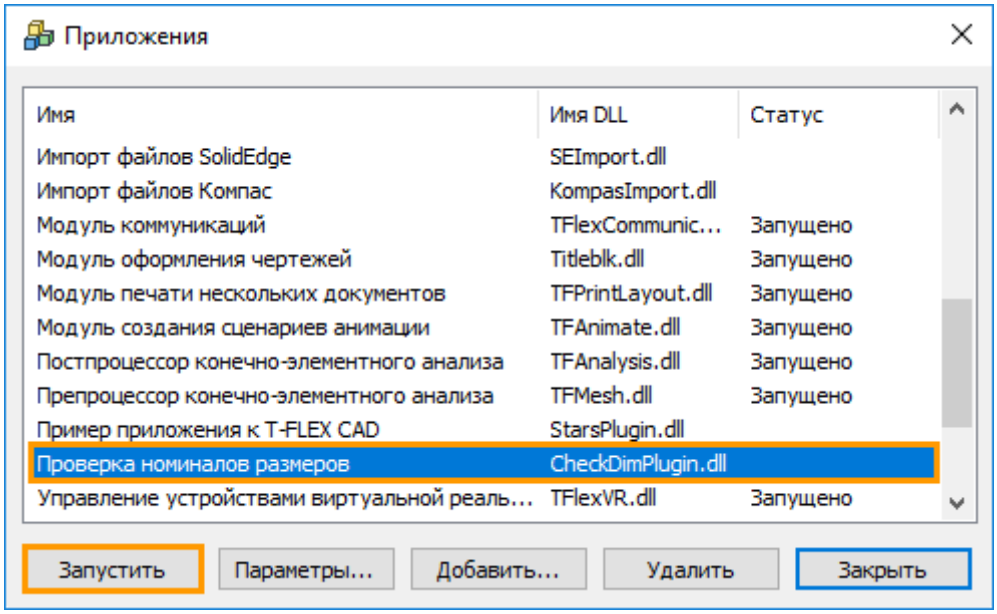
Изменить направление
Меняет положение остальных размеров в группе выравнивания относительно выбранного размера на противоположное в направлении перпендикулярном направлению измерения. Например, горизонтальные размеры, располагавшиеся выше текущего, после применения данной команды расположатся ниже текущего на том же расстоянии от него и наоборот. Если размеры выстроены в линию, данная команда не имеет эффекта.

Приложение для проверки размеров

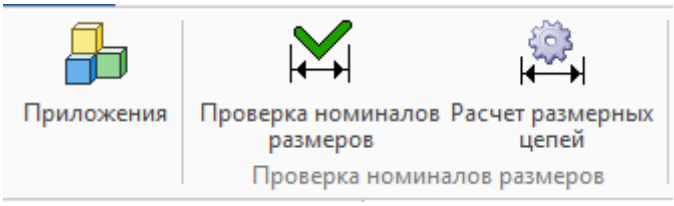
Для автоматической проверки размеров доступно специальное приложение. Чтобы открыть приложение, нужно вызвать команду **Приложения**:



В появившемся диалоговом окне нужно выбрать приложение **Проверка номиналов размеров**, и нажать **Запустить**.



В Ленте на вкладке **Приложения** появится группа команд **Проверка номиналов размеров:**



В группе доступны следующие команды:

- Проверка номиналов размеров
- Расчёт размерных цепей

Проверка номиналов размеров

Открываем документ, в котором необходимо проверить размеры. Запускаем приложение для проверки размеров и вызываем команду **Проверка номиналов размеров:**

Пиктограмма	Лента
	Приложения > Проверка номиналов размеров > Проверка номиналов размеров

Перед вызовом данной команды рекомендуется выйти из других запущенных команд.

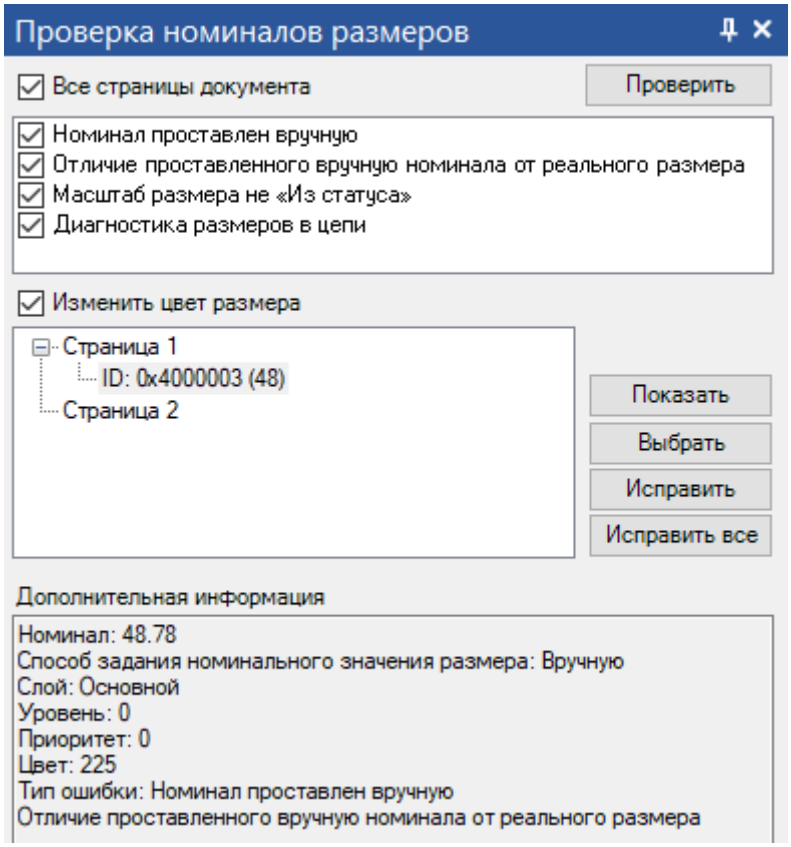
После вызова команды на экране появляется окно, в верхней части которого находится список критериев проверки. Доступны следующие критерии:

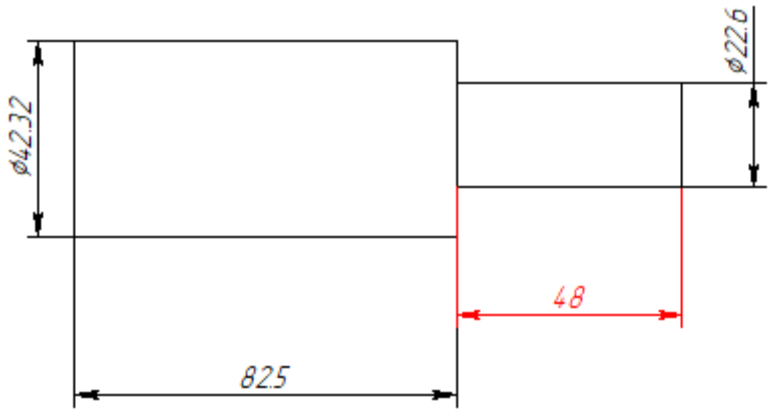
- **Номинал проставлен вручную**;
- **Отличие проставленного вручную номинала от реального размера**;
- **Масштаб размера не "Из статуса"** (Из документа);
- **Диагностика размеров в цепи**.

Установите флаги требуемых критериев и нажмите кнопку **Проверить**.

При установленном флаге **Все страницы документа** будут проверены размеры на всех страницах, а при снятом - только на текущей странице.

В поле, расположенном под списком критериев появится список размеров, в которых найдены ошибки. Если установлен флаг **Изменить цвет размера**, то такие размеры будут также подсвечены красным на чертеже.



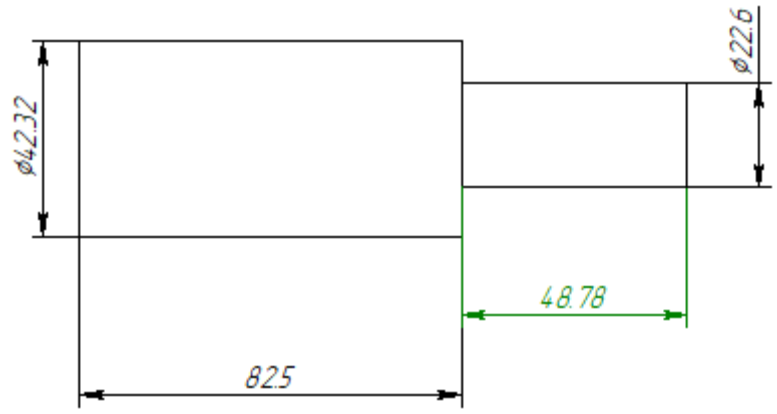


В списке размеров с ошибками отображается название страницы, которой принадлежит размер, его ID и номинал (в скобках). Если выбрать размер в списке с помощью , то в поле ниже появится **Дополнительная информация**.

Справа от списка размеров доступны следующие кнопки:

- **Показать**
  Фокусирует камеру в окне чертежа на размере, выбранном в списке.
- **Выбрать**
  Выбирает в окне чертежа размер, выбранный в списке, а также фокусирует камеру на нём ,аналогично кнопке **Показать**.
- **Исправить**
  Исправляет ошибки размера, выбранного в списке.
- **Исправить все**
  Исправляет ошибки всех проверенных размеров.

Если установлен флаг **Изменить цвет размера**, то исправленные размеры будут подсвечены зелёным на чертеже.

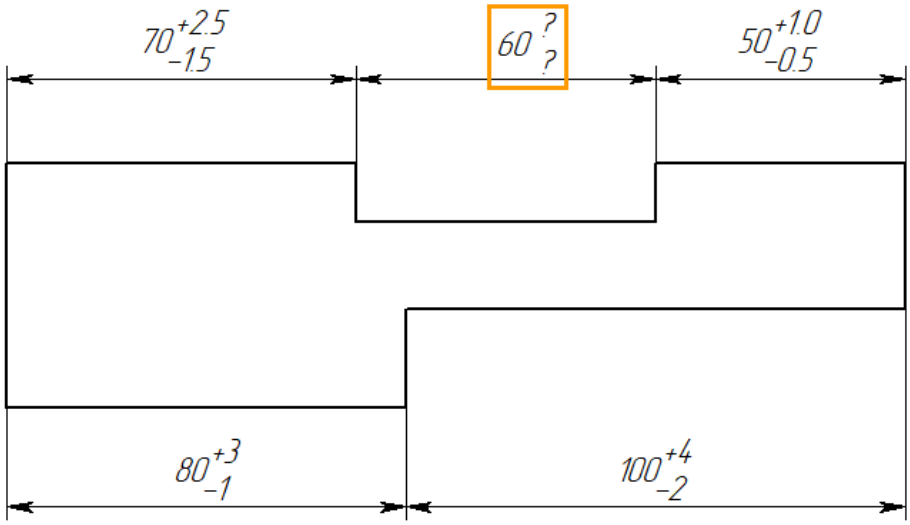


Расчёт размерных цепей

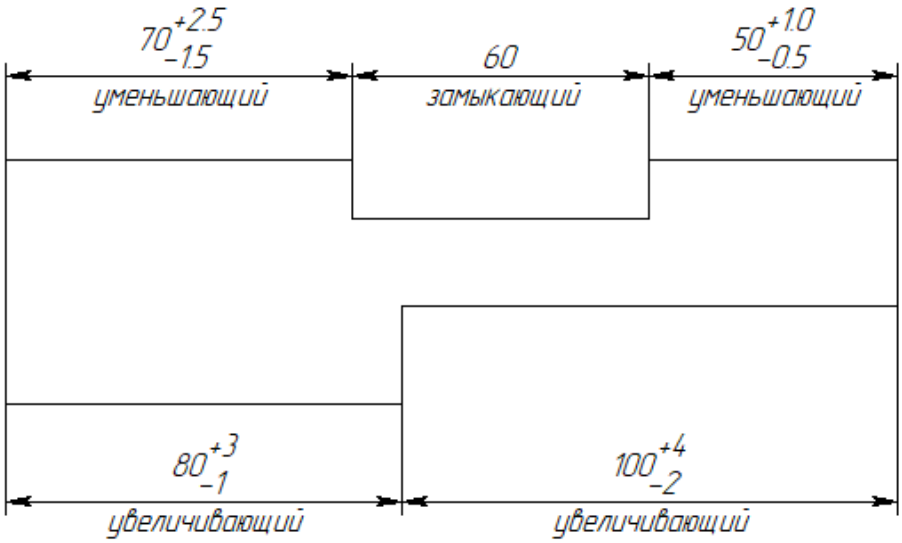
В T-FLEX CAD есть возможность автоматически рассчитать поле допуска замыкающего размера размерной цепи.

Пример

Пусть есть размерная цепь, в которой необходимо рассчитать поле допуска для замыкающего размера.



Размер 60 – является замыкающим. Размеры 70 и 50 – уменьшающими, размеры 80 и 100 – увеличивающими.



Расчёт отклонений замыкающего размера будет осуществляться по следующим формулам:
ВО_Замыкающего_размера = ΣВО_Увеличивающих_размеров - ΣНО_Уменьшающих_размеров;
НО_Замыкающего_размера = ΣНО_Увеличивающих_размеров - ΣВО_Уменьшающих_размеров.
Где ВО – верхнее отклонение, НО – нижнее отклонение, Σ - знак суммирования.
Кроме того, можно рассчитать и номинал замыкающего размера:
Ном_Замыкающего_размера = ΣНом_Увеличивающих_размеров - ΣНом_Уменьшающих_размеров.
Где Ном – номинал размеров.
Для рассматриваемого примера:
ВО_Замыкающего_размера = (3+4)-((-1,5)+(-0,5)) = 9
НО_Замыкающего_размера = ((-1)+(-2))-(2,5+1) = -6,5
Ном_Замыкающего_размера = (80+100)-(70+50) = 60

Открываем документ, в котором необходимо рассчитать поле допуска замыкающего размера. Запускаем приложение для проверки размеров и вызываем команду **Расчёт размерных цепей:**

Пиктограмма	Лента
	Приложения > Проверка номиналов размеров > Расчёт размерных цепей

Автоменю команды содержит 4 пиктограммы для выполнения расчёта:

<C> Указать замыкающий размер

<R> Указать уменьшающие размеры

<I> Указать увеличивающие размеры

<D> Расчёт

Последовательно осуществляем ввод данных для расчёта.

Нажимаем пиктограмму и на чертеже, с помощью , выбираем замыкающий размер (в рассматриваемом примере размер 60). В окне параметров команды появится соответствующая запись.

Основные свойства

ID	Номинал	Верх. отклонение	Нижн. отклонение	Тип размера
0x4000002	60	0	0	Замыкающий

Нажимаем пиктограмму и на чертеже, с помощью , выбираем уменьшающие размеры (в рассматриваемом примере размеры 70 и 50). В окне параметров команды появятся новые записи.

Основные свойства

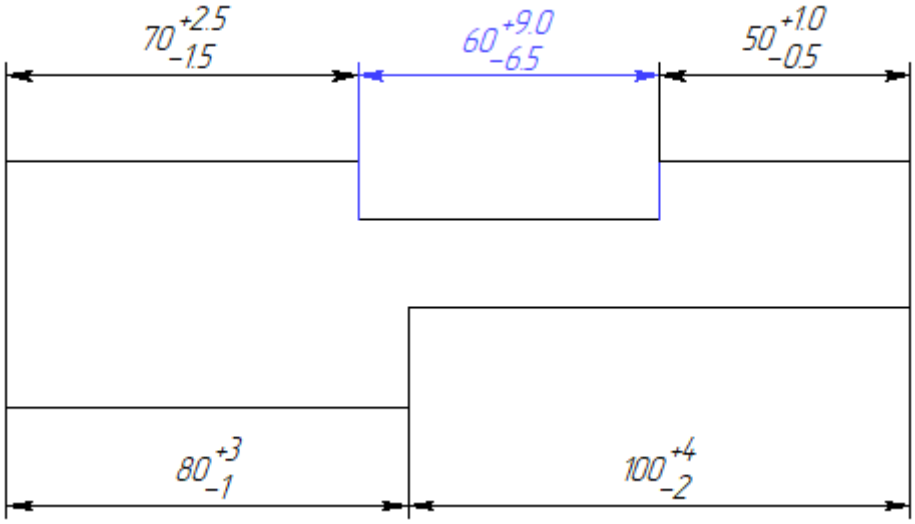
ID	Номинал	Верх. отклонение	Нижн. отклонение	Тип размера
0x4000002	60	0	0	Замыкающий
0x4000001	70	2,5	-1,5	Уменьшающий
0x4000003	50	1	-0,5	Уменьшающий

Нажимаем пиктограмму и на чертеже, с помощью , выбираем увеличивающие размеры (в рассматриваемом примере размеры 80 и 100).

Основные свойства

ID	Номинал	Верх. отклонение	Нижн. отклонение	Тип размера
0x4000002	60	0	0	Замыкающий
0x4000001	70	2,5	-1,5	Уменьшающий
0x4000003	50	1	-0,5	Уменьшающий
0x4000004	80	3	-1	Увеличивающий
0x4000005	100	4	-2	Увеличивающий

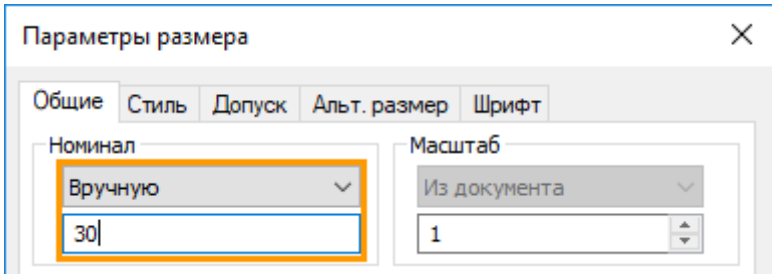
Нажимаем пиктограмму - выполняется расчёт.



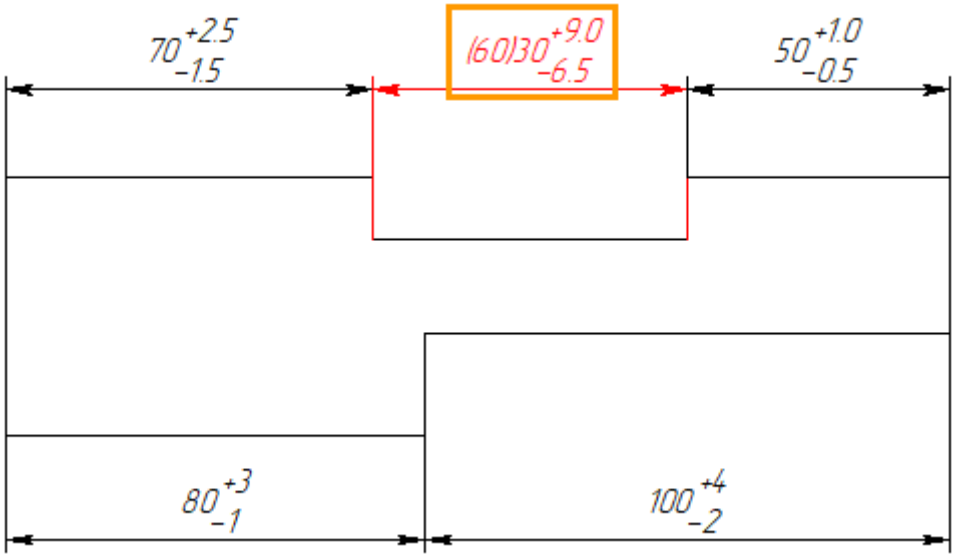
В окне параметров команды показывается результат расчёта.

	Номинал	Верх. отклонение	Нижн. отклонение	
∑уменьш.	120	3,5	-2	
∑увел.	180	7	-3	
Результат	60	9	-6,5	

Чтобы выйти из команды – нужно нажать пиктограмму или **<Ctrl>+<Enter>**.



В случае, если пользователь ввёл значение замыкающего размера вручную, и он отличается от номинала, то при выполнении команды система выдаст предупреждение: размер подсветится красным, и в скобках на размере будет указан рассчитанный номинал замыкающего размера.



Редактировать размер

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<ED>	Правка > Чертёж > Размер

Команда позволяет редактировать размеры.
После вызова команды в автоменю доступны следующие опции:

	<*>	Выбрать все элементы
	<Esc>	Выйти из команды

Можно выбрать один из существующих размеров, указав на него курсором и нажав , или воспользоваться множественным выбором. <Shift> + добавляет элемент к списку выбранных, <Ctrl>+ удаляет из списка выбранных.
При множественном выборе в автоменю доступны следующие опции:

	<P>	Установить параметры размера
	<Alt>+<P>	Скопировать параметры с существующего элемента
	<Del>	Удалить выбранные элементы
	<Esc>	Отменить выбор всех элементов

Подробнее см. Множественное редактирование 2D элементов.

При выборе одного размера в автоменю появляются те же опции, что доступны в процессе создания размера после выбора исходных объектов (см. Положение размерной линии и значения размера, Стиль размера, Связь размера с другим размером, Размер в 3D сцене, и главы с описаниями отдельных способов создания размера), а также следующие опции:

	<P>	Установить параметры размера
	<Alt>+<P>	Скопировать параметры с существующего элемента
	<O>	Создать имя для выбранного элемента
	<W>	Перенести размер
	<Del>	Удалить выбранный элемент
	<Esc>	Отменить выбор

Опция <W> **Перенести размер** позволяет повторно выбрать исходные элементы размера. Количество, тип и последовательность выбора элементов, а также доступные при этом опции автоменю, зависят от вида размера. После выбора исходных элементов необходимо снова задать положение размерной линии и значения размера. Выбор исходных элементов и позиционирование частей размера производится аналогично тому, как это делается при создании размера.

См. также:

- Прозрачное редактирование
- Множественное редактирование 2D элементов
- Задание параметров элемента

- Копирование параметров 2D элементов

Текст

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Оформление > Текст Сборка (2D) > Дополнительно > Текст Листовой металл (2D) > Оформление > Текст Замечания > Замечания > Текст Рабочая плоскость > Оформление > Текст
Клавиатура	Текстовое меню
<TE>	Чертёж > Текст

Команда предназначена для нанесения текстовой информации на чертеже или в режиме черчения на рабочей плоскости.
После вызова команды необходимо с помощью следующих опций автоменю выбрать тип создаваемого текста:

<M> **Многострочный текст**

Размеры области текста не фиксированы и зависят от размеров содержимого. **Параметры шрифта** и **абзаца** могут задаваться индивидуально для отдельных частей текста. Ввод содержимого осуществляется непосредственно на чертеже/РП или в редакторе текста.

<R> **Параграф-текст**

Размеры области текста фиксированы. Если текст не помещается в заданную область, можно расширить её вручную или задать параметры автоматического изменения размеров области. **Параметры шрифта** и **абзаца** могут задаваться индивидуально для отдельных частей текста. Ввод содержимого осуществляется непосредственно на чертеже/РП или в редакторе текста.

<B> **Таблица**

Табличное представление информации. Таблица может быть создана как отдельный объект, либо вставлена в многострочный или параграф-текст. Размеры области таблицы, созданной в виде отдельного объекта, не фиксированы и зависят от размеров содержимого. **Параметры шрифта** и **абзаца** могут задаваться индивидуально для отдельных частей текста в таблице. Ввод содержимого осуществляется непосредственно на чертеже/РП или в редакторе текста.

<D> **Строчный текст**

В отличие от других типов может быть ориентирован вдоль прямой или окружности линии построения. Размеры области текста не фиксированы и зависят от размеров содержимого. **Параметры шрифта** и **абзаца** задаются для всего текста. Ввод содержимого осуществляется в диалоге параметров текста. Возможности вставки элементов в строчный текст ограничены, по сравнению с другими типами текста.

Помимо опций, перечисленных выше, после вызова команды создания текста в автоменю отображаются опции, описанные в разделе Положение и ориентация текста, а также следующие опции, общие для большинства команд создания 2D элементов:

	<Ctrl>+<Enter>	Закончить ввод
	<P>	Установить параметры текста
	<Alt+P>	Скопировать параметры с существующего элемента
	<F4>	Изменить текст
	<Esc>	Выйти из команды

Копирование параметров текста не копирует его содержимое.

Последовательность действий, необходимых для создания текста каждого типа, приведена в разделах с описаниями типов текста.

Основные темы в этом разделе:

- Многострочный текст
- Параграф-текст
- Таблица
- Строчный текст
- Положение и ориентация текста
- Контекстное меню текста
- Контекстное меню содержимого текста
- Редактор текста
- Опции отображения содержимого текста при редактировании
- Вставка элементов в текст
- Параметры шрифта текста
- Параметры абзаца текста
- Проверка правописания
- Диалог параметров текста
- Редактировать текст

См. также:

- Параметры шрифта элементов оформления чертежа
- Изменить размер шрифта и стрелок всех элементов на текущей странице

Многострочный текст

Многострочный текст создаётся с помощью следующей опции в команде **Текст**:

	<M>	Создать многострочный текст

Многострочный текст может иметь любое количество строк и любое количество символов в строке. При вводе содержимого текста для добавления новой строки нажмите **<Enter>**, для добавления нового абзаца, - **<Enter>.**

Многострочный текст всегда располагается в одной прямоугольной области. Границы области не фиксированы. Область расширяется или сужается в соответствии с размером содержимого текста. При вводе содержимого на текущей строке область расширяется по горизонтали, при добавлении

новых строк - по вертикали. Направление расширения/сужения зависит от выбранного расположения текста относительно точки привязки.
Ввод содержимого многострочного текста осуществляется непосредственно на листе чертежа или РП, либо в окне редактора текста.
Параметры шрифта могут быть заданы индивидуально для каждого знака. Параметры абзаца могут быть заданы индивидуально для каждого абзаца.

Создание многострочного текста

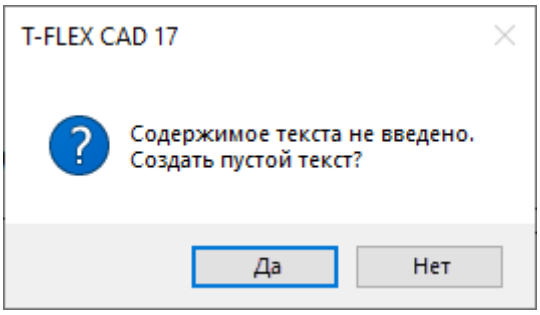
После выбора в автоменю команды **Текст** опции создания многострочного текста необходимо задать точку привязки текста одним из способов, описанных в разделе Положение и ориентация текста.
После задания точки привязки создание текста завершается и система переходит в режим редактирования его содержимого. На листе появляется ограничивающий прямоугольник текста с установленным текстовым курсором. Отображаемый размер прямоугольника отличается от фактического за счет отступов, задаваемых в параметрах документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Вид** > **Размер рамки текста**). Далее можно дополнительно переместить или повернуть текст с помощью манипуляторов, настроить расположение относительно точки привязки и приступить к вводу содержимого текста. Ввод содержимого осуществляется, в основном, с клавиатуры. Дополнительно можно вставлять в текст различные элементы с помощью автоменю или контекстного меню содержимого текста.

При редактировании содержимого многострочного текста следующие опции доступны в автоменю:

	<Ctrl>+<Enter>	Закончить ввод
	<Ctrl>+<X>	Вырезать выбранный текст
	<Ctrl>+<C>	Копировать выбранный текст в буфер обмена
	<Ctrl>+<V>	Вставить текст из буфера обмена
		Выбор элемента для вставки
		Выбор символа для вставки
	<F9>	Установить шрифт
	<F10>	Установить параметры абзаца
		Расположение текста относительно точки привязки
	<F11>	Редактировать в отдельном окне
	<Ctrl>+<F11>	Правописание
	<Esc>	Отменить

После того, как все необходимое содержимое введено и все требуемые параметры заданы, нажмите , <Ctrl>+<Enter> или . В результате редактирование текущего текста будет завершено и система перейдёт к созданию следующего.

Если после создания текста завершить его редактирование, так и не введя никакого содержимого, система задаст вопрос:



При ответе **Нет** текст будет удалён.

При ответе **Да** текст без содержимого останется на листе. Впоследствии его можно будет отредактировать.

При повторном редактировании текста без содержимого такой вопрос уже не задаётся.

Параграф-текст

Параграф-текст создаётся с помощью следующей опции в команде **Текст**:

<R> Создать параграф-текст

Параграф-текст располагается в одном или нескольких ограничивающих прямоугольниках, границы которых фиксированы. Прямоугольники могут располагаться в разных местах одной страницы или на разных страницах.

Если содержимое текста не помещается на текущей строке в пределах ширины текущего ограничивающего прямоугольника, оно автоматически переносится на следующую строку. Можно также добавить перенос строки вручную, нажав **<Shift>+<Enter>,** или добавить новый абзац, нажав **<Enter>**. В некоторых случаях содержимое текста не может быть перенесено, например, если ширина символа шрифта или вставляемого элемента (изображения, обозначения, 2D фрагмента) превышает ширину прямоугольника. В таких случаях, в зависимости от установленных параметров изменения размеров прямоугольника, возможно либо автоматическое расширение прямоугольника, либо игнорирование данного превышения.

Если введенные строки не помещаются в пределах высоты текущего ограничивающего прямоугольника, они переносятся в следующий ограничивающий прямоугольник при наличии такового. Если введенные строки не помещаются в пределах суммарной высоты всех доступных ограничивающих прямоугольников, то, в зависимости от установленных параметров изменения размеров прямоугольника, возможны автоматическое расширение текущего прямоугольника, добавление нового, уменьшение шрифта текста, либо игнорирование данного превышения.

> При игнорировании превышения ширины прямоугольника не уместившаяся часть текста всё еще отображается на чертеже/РП и выводится на печать.
> При игнорировании превышения высоты прямоугольников не уместившаяся часть текста не отображается на чертеже/РП (вне режима редактирования этого текста) и не выводится на печать.

Если при удалении части текста остаются пустые ограничивающие прямоугольники (кроме первого), то в зависимости от установленных параметров изменения размеров прямоугольника, эти прямоугольники могут быть оставлены или автоматически удалены. При автоматическом удалении прямоугольника можно также задать автоматическое удаление страницы.

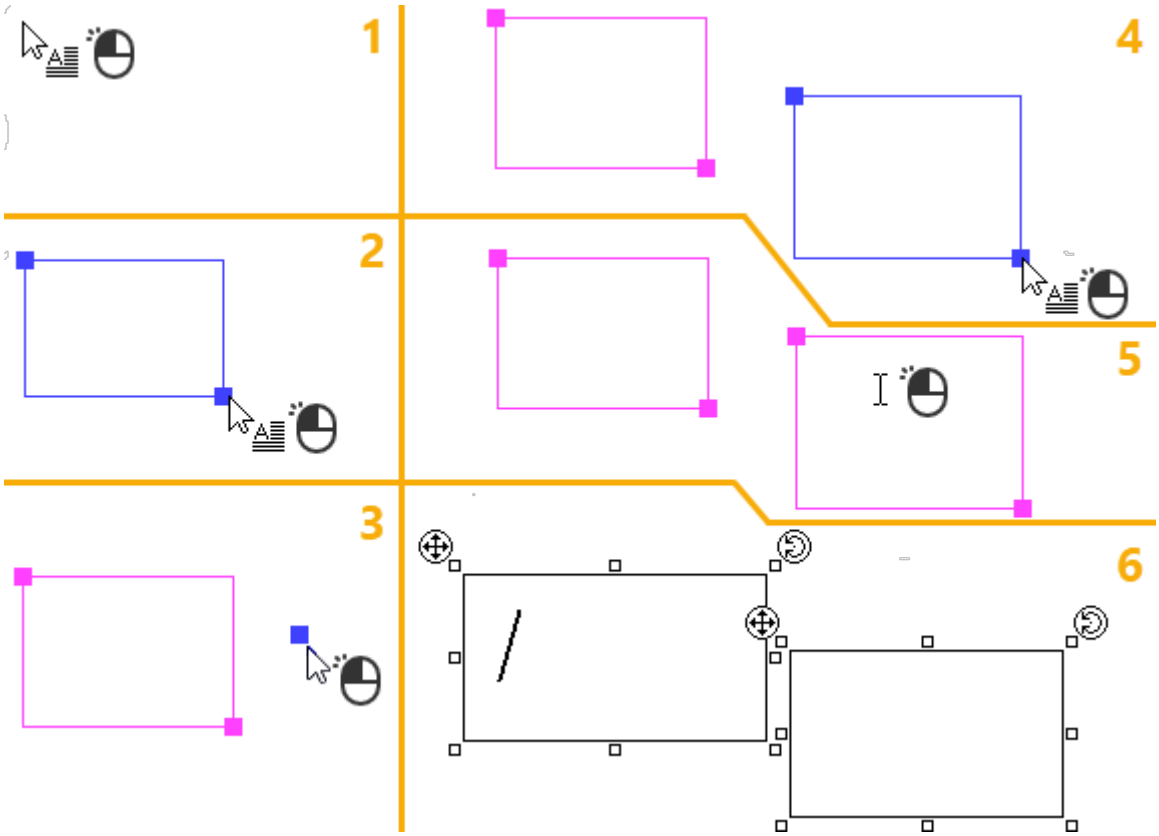
Ввод содержимого многострочного текста осуществляется непосредственно на листе чертежа или РП, либо в окне редактора текста.

Параметры шрифта могут быть заданы индивидуально для каждого знака. Параметры абзаца могут быть заданы индивидуально для каждого абзаца.

Создание параграф-текста

После выбора в автоменю команды **Текст** опции создания многострочного текста необходимо задать первую точку привязки одним из способов, описанных в разделе Положение и ориентация текста. После задания первой точки появляется предварительное изображение первого ограничивающего прямоугольника текста. Один из углов прямоугольника привязан к первой точке, второй следует за курсором. Далее надо аналогичным образом задать вторую точку привязки. После этого второй угол первого прямоугольника станет привязан ко второй точке, а за курсором будет следовать предварительное изображение третьей точки, т.е. первого угла второго ограничивающего прямоугольника. Таким образом, при необходимости можно задать множество ограничивающих прямоугольников для одного текста. Однако, для создания текста достаточно одного прямоугольника. Ввод новых точек и, соответственно, новых прямоугольников продолжается до тех пор, пока вы не нажмёте внутри одного из созданных прямоугольников. После этого создание текста завершается и система переходит в режим редактирования его содержимого.

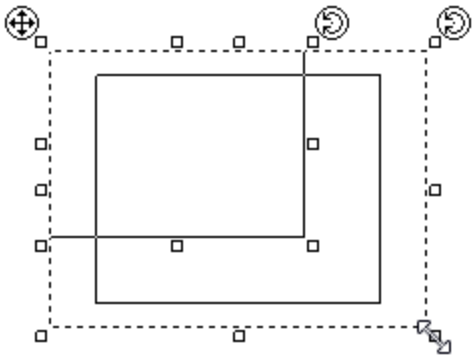
Создание параграф-текста с двумя ограничивающими прямоугольниками путем указания мышью положения точек привязки показано на рисунке ниже:



При переходе к редактированию содержимого текста вид ограничивающих прямоугольников меняется следующим образом:

- Прямоугольники становятся больше за счет отступов, отображаемых для удобства редактирования.
  Величина отступов определяется параметрами документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Вид** > **Размер рамки текста**).
- Около верхних углов каждого прямоугольника появляются манипуляторы перемещения и поворота .
- В ключевых точках (начальной, срединной и конечной) каждого ребра появляются квадратные манипуляторы ▫ изменения размера прямоугольника.

Для изменения размера наведите курсор на один из ▫ манипуляторов. Вид курсора изменится на , , или в зависимости от направления, за которое отвечает данный манипулятор. Далее зажмите и удерживайте , перемещая курсор. Предварительное изображение новых границ прямоугольника будет следовать за перемещениями курсора. Предварительное изображение состоит из двух границ - большей пунктирной и меньшей сплошной. Сплошная - реальная граница прямоугольника, заданная положением точек привязки; пунктирная граница - та, которая отображается при редактировании содержимого текста; отличается от реальной на отступы, добавленные для удобства редактирования. Установите курсор в желаемое положение и отпустите . Размеры прямоугольника изменятся.

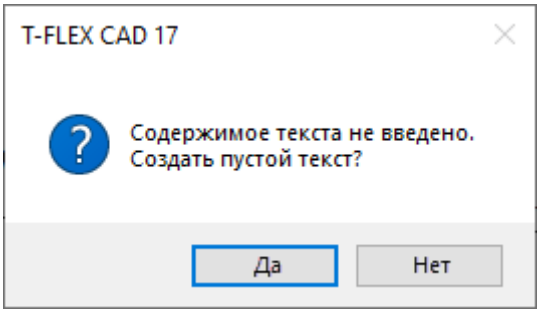


Далее можно приступить к вводу содержимого текста. Ввод содержимого осуществляется, в основном, с клавиатуры. Дополнительно можно вставлять в текст различные элементы с помощью автоменю или контекстного меню содержимого текста. При вводе содержимого могут появляться диалоговые окна, описанные в главе Параметры изменения размеров прямоугольников.

При редактировании содержимого параграф-текста следующие опции доступны в автоменю:

	<Ctrl>+<Enter>	Закончить ввод
	<Ctrl>+<X>	Вырезать выбранный текст
	<Ctrl>+<C>	Копировать выбранный текст в буфер обмена
	<Ctrl>+<V>	Вставить текст из буфера обмена
		Выбор элемента для вставки
		Выбор символа для вставки
	<F9>	Установить шрифт
	<F10>	Установить параметры абзаца
	<Ctrl>+<F5>	Параметры изменения размеров прямоугольников
	<F11>	Редактировать в отдельном окне
	<Ctrl>+<F11>	Правописание
	<Esc>	Отменить

После того, как все необходимое содержимое введено и все требуемые параметры заданы нажмите **<Ctrl>+<Enter>** или . В результате редактирование текущего текста будет завершено и система перейдёт к созданию следующего.
Если после создания текста завершить его редактирование, так и не введя никакого содержимого, система задаст вопрос:



При ответе **Нет** текст будет удалён.
При ответе **Да** текст без содержимого останется на листе. Впоследствии его можно будет отредактировать.
При повторном редактировании текста без содержимого такой вопрос уже не задаётся.

Параметры изменения размеров прямоугольников параграф-текста

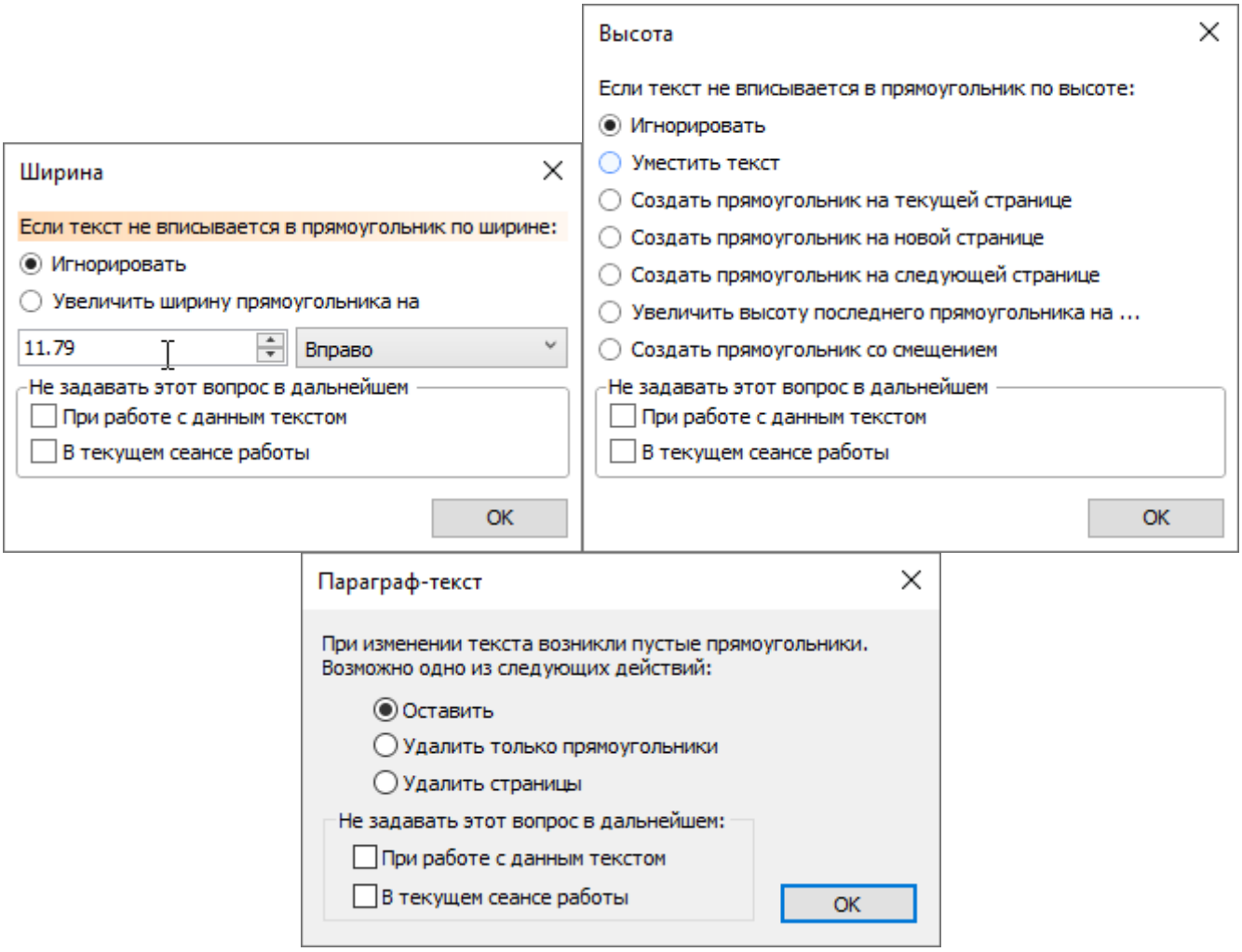
При редактировании содержимого **параграф-текста** можно вызвать диалог **Установки размеров прямоугольника** с помощью следующей опции автоменю:

<Ctrl>+<F5> Параметры изменения размеров прямоугольников

В диалоге доступны следующие вкладки:

- **Ширина**
  Позволяет настроить действия системы, когда содержимое текста не вписывается в ограничивающий прямоугольник по ширине.
- **Высота**
  Позволяет настроить действия системы, когда содержимое текста не вписывается в ограничивающий прямоугольник по высоте.
- **Удаление**
  Позволяет настроить действия системы, когда при уменьшении содержимого текста дополнительные ограничивающие прямоугольники оказываются пустыми.
- **Дополнительно**
  Содержит параметры дублирования заголовков таблиц, вставленных в параграф-текст.

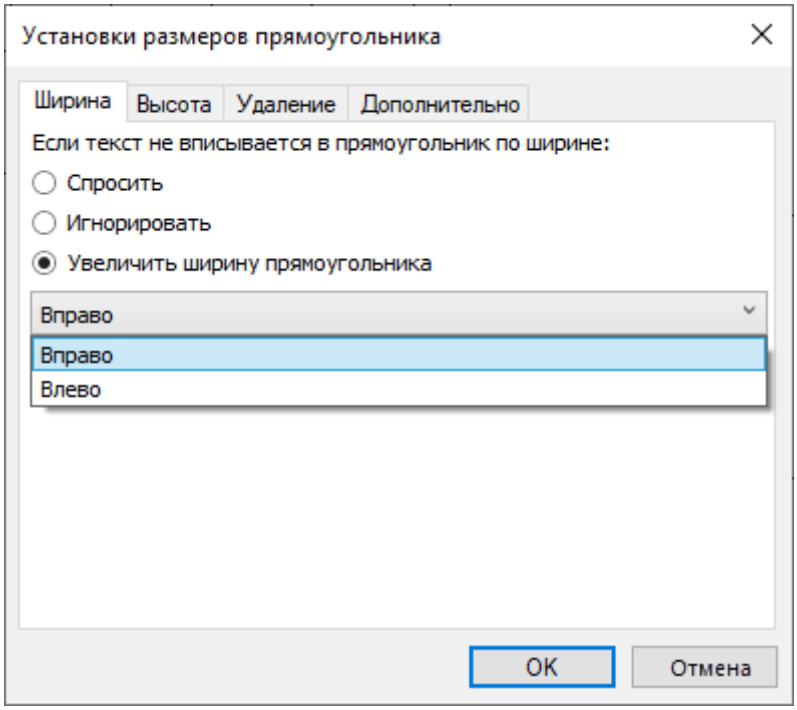
По умолчанию на вкладках **Ширина, Высота** и **Удаление** выбрано действие **Спросить**. Как следствие, при наступлении соответствующего события на экране появится диалоговое окно, в котором пользователю будет предложено выбрать дальнейшее действие:



Набор действий, доступных для выбора в этих диалоговых окнах, аналогичен наборам действий, доступных на соответствующих вкладках диалога **Установки размеров прямоугольника.**
Кроме того, в нижней части каждого окна находится группа **Не задавать этот вопрос в дальнейшем**, в которой доступны следующие флаги:

- **При работе с данным текстом**
  Если установить этот флаг, выбранное выше действие в дальнейшем всегда будет автоматически применяться к данному тексту. Данный флаг имеет приоритет над следующим.
- **В текущем сеансе работы**
  Если установить этот флаг, выбранное выше действие в дальнейшем будет автоматически применяться к данному тексту в текущем сеансе работы T-FLEX CAD. При последующем редактировании данного текста в других сеансах будет вновь применено действие **Спросить**.

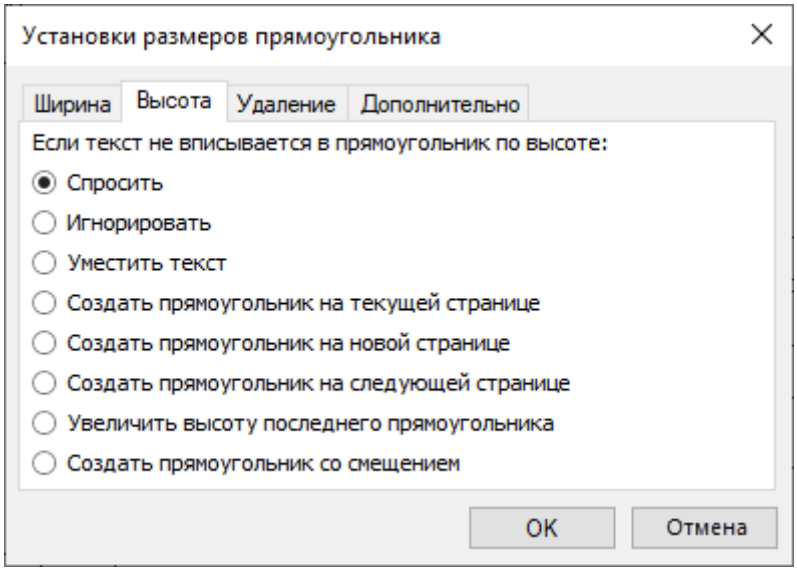
Ширина



Данная вкладка позволяет автоматически применять одно из следующих действий, когда содержимое текста не вписывается в ограничивающий прямоугольник по ширине:

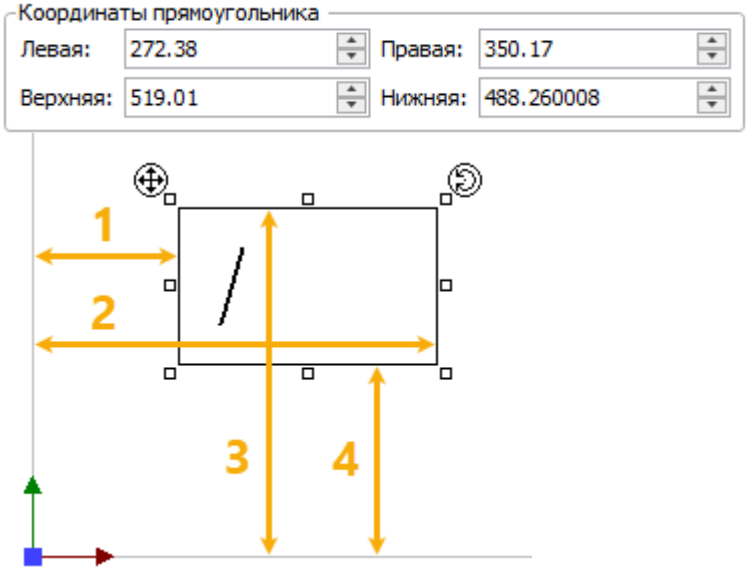
- **Спросить**
  Выводится окно, в котором пользователь должен будет выбрать дальнейшее действие.
- **Игнорировать**
  Размеры прямоугольника остаются неизменными. Не уместившаяся часть текста всё еще отображается на чертеже/РП и выводится на печать.
- **Увеличить ширину прямоугольника**
  Ширина прямоугольника автоматически увеличивается на величину, необходимую, чтобы уместить текст. При выборе данного варианта в нижней части диалога появляется выпадающий список, в котором можно выбрать направление увеличения ширины - **Вправо** или **Влево**.

Высота



Данная вкладка позволяет автоматически применять одно из следующих действий, когда содержимое текста не вписывается в ограничивающий прямоугольник по высоте:

- **Спросить**
  Выводится окно, в котором пользователь должен будет выбрать дальнейшее действие.
- **Игнорировать**
  Размеры прямоугольника остаются неизменными. Не уместившаяся часть текста **не** отображается на чертеже/РП (вне режима редактирования этого текста) и **не** выводится на печать.
- **Уместить**
  Размеры шрифта текста уменьшаются таким образом, чтобы содержимое поместилось в имеющихся прямоугольниках.
- **Создать прямоугольник на текущей странице**
  Новый прямоугольник будет автоматически добавлен на текущей странице. При выборе данного варианта в нижней части диалога появляются поля для задания абсолютных координат нового прямоугольника. Координаты задаются в системе координат страницы или отдельного чертёжного вида, в зависимости от того, чему принадлежит данный текст.

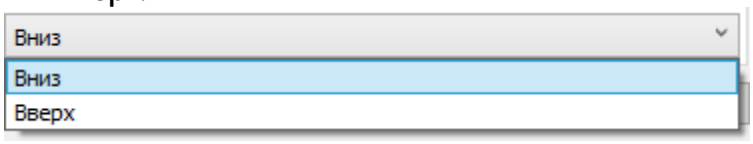


1 - **Левая**, 2 - **Правая**, 3 - **Верхняя**, 4 - **Нижняя**.

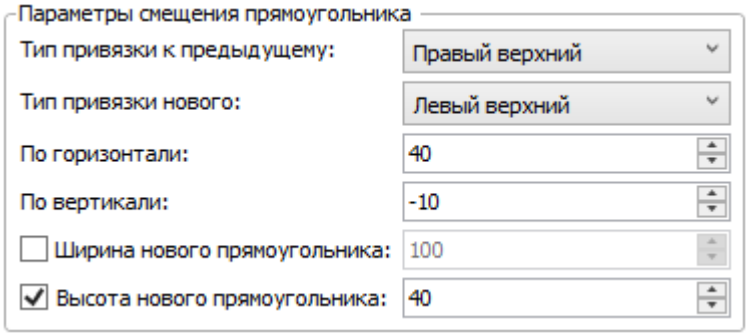
- **Создать прямоугольник на новой странице**
  Новый прямоугольник будет автоматически добавлен на новой странице того же типа, что и текущая. Координаты нового прямоугольника задаются аналогично описанному выше.
- **Создать прямоугольник на следующей странице**
  Новый прямоугольник будет автоматически добавлен на следующей странице. Если следующая страница не существует, она будет создана. Координаты нового прямоугольника задаются аналогично описанному выше.

Независимо от типа страницы, на которой расположен исходный прямоугольник, при добавлении новых прямоугольников учитываются только страницы следующих типов: **Обычная**, **Текст**, **Спецификация.**

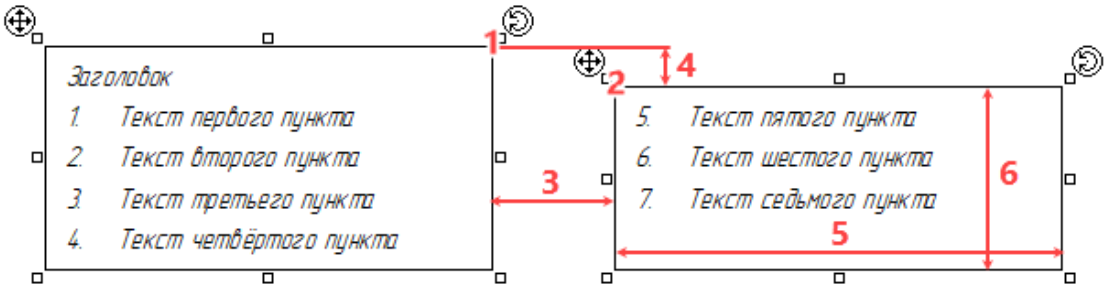
- **Увеличить высоту последнего прямоугольника**
  Высота прямоугольника автоматически увеличивается на величину, необходимую, чтобы уместить текст. При выборе данного варианта в нижней части диалога появляется выпадающий список, в котором можно выбрать направление увеличения ширины - **Вниз** или **Вверх**.



- **Создать прямоугольник со смещением**
  Новый прямоугольник будет автоматически добавлен на текущей странице. Новый прямоугольник позиционируется относительно исходного путём задания положения одного из углов нового прямоугольника относительно одного из углов исходного (**Левый нижний, Левый верхний, Правый верхний, Правый нижний**).
  Доступны следующие параметры создаваемого прямоугольника:



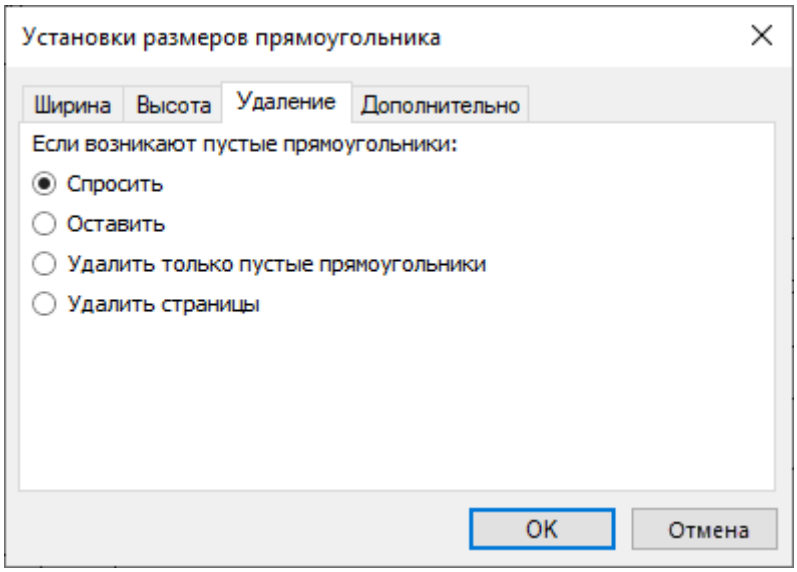
  - **Тип привязки к предыдущему**
    Угол исходного прямоугольника, относительно которого будет рассчитываться положение нового.
  - **Тип привязки нового**
    Угол нового прямоугольника, определяющий его положение относительно исходного.
  - **По горизонтали** и **По вертикали**
    Смещения нового прямоугольника относительного исходного.
  - **Ширина нового прямоугольника** и **Высота нового прямоугольника**
    По умолчанию размеры нового прямоугольника равны размерам исходного прямоугольника. При этом величины размеров отображаются в данных полях, но не доступны для редактирования. Для задания пользовательских значений установите флаг слева от названия соответствующего размера.



Результат создания нового прямоугольника с параметрами, показанными на предыдущей иллюстрации

1 - **Правый верхний** угол исходного прямоугольника
2 - **Левый верхний** угол нового прямоугольника
3 - Смещение нового прямоугольника **По горизонтали** (40 мм)
4 - Смещение нового прямоугольника **По вертикали** (-10 мм)
5 - **Ширина нового прямоугольника** определена шириной старого (100 мм)
6 - **Высота нового прямоугольника** задана значением (40 мм)

Удаление

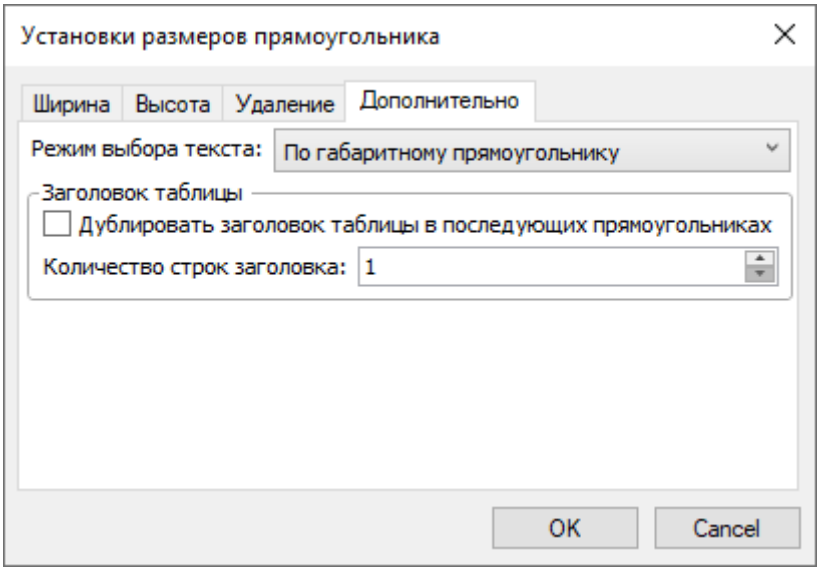


Данная вкладка позволяет автоматически применять одно из следующих действий, когда при уменьшении содержимого текста дополнительные ограничивающие прямоугольники оказываются пустыми.

- **Спросить**
  Выводится окно, в котором пользователь должен будет выбрать дальнейшее действие.
- **Оставить**
  Пустые прямоугольники сохраняются.
- **Удалить только пустые прямоугольники**
  Пустые прямоугольники удаляются.
- **Удалить страницы**
  Пустые прямоугольники удаляются вместе со страницами, на которых они расположены.

Внимание! Страницы удаляются независимо от наличия на них другого содержимого.

Дополнительно



Данная вкладка позволяет настроить режим выбора текста и поведение заголовка таблицы, вставленной в текст, при её переносе между разными ограничивающими прямоугольниками:

- **Режим выбора текста**

  Определяет поведение системы при нажатии в пределах габаритного прямоугольника текста в режиме ожидания команды. В выпадающем списке доступны следующие режимы:

  - **По габаритному прямоугольнику**

    Нажатие в любой части габаритного прямоугольника запускает редактирование содержимого текста, независимо от того, заполнена ли эта часть содержимым. Данный режим установлен по умолчанию для обычных текстов.

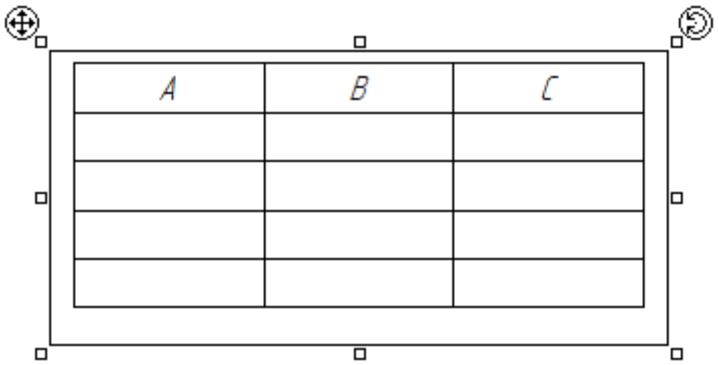
  - **По содержимому**

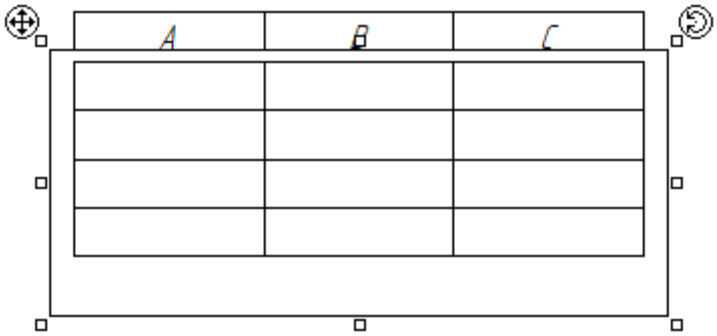
    Редактирование содержимого текста запускается только по нажатию непосредственно на содержимом. Данный режим установлен по умолчанию для [технических требований](#).

- **Заголовок таблицы**

  Если установить флаг **Дублировать заголовок таблицы в последующих прямоугольниках,** то при переносе таблицы, вставленной в текст, в последующие прямоугольники к этим прямоугольникам сверху добавляется заданное количество её строк. Количество повторяемых строк можно ввести в поле **Количество строк заголовка**. Строки отсчитываются от начала таблицы.

Данная опция работает только для таблиц вставленных в начало текста. При вставке нескольких таблиц в один и тот же текст для всех прямоугольников отображается заголовок первой таблицы.





Таблица

Режим команды Текст, предназначенный для создания таблиц, можно вызвать следующими способами:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Оформление > Таблица Сборка (2D) > Дополнительно > Таблица Листовой металл (2D) > Оформление > Таблица Замечания > Замечания > Таблица Рабочая плоскость > Оформление > Таблица
Клавиатура	Текстовое меню
<TE>><B>	-
Автоменю команды **<TE>** Текст	
<B>	Создать таблицу

Кроме того, таблицу можно вставить в параграф-текст или многострочный текст с помощью следующей команды в режиме редактирования их содержимого:

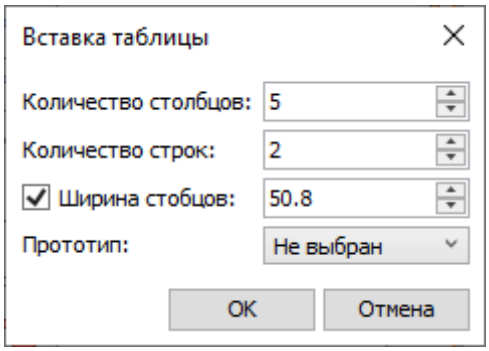
Пиктограмма	Лента
	Текст > Таблица > Вставить таблицу

Создание таблицы

При создании отдельной таблицы сначала необходимо задать её точку привязки одним из способов, описанных в разделе Положение и ориентация текста.

При вставке таблицы в текст её положение определяется положением текстового курсора на момент вызова команды **Вставить таблицу**.

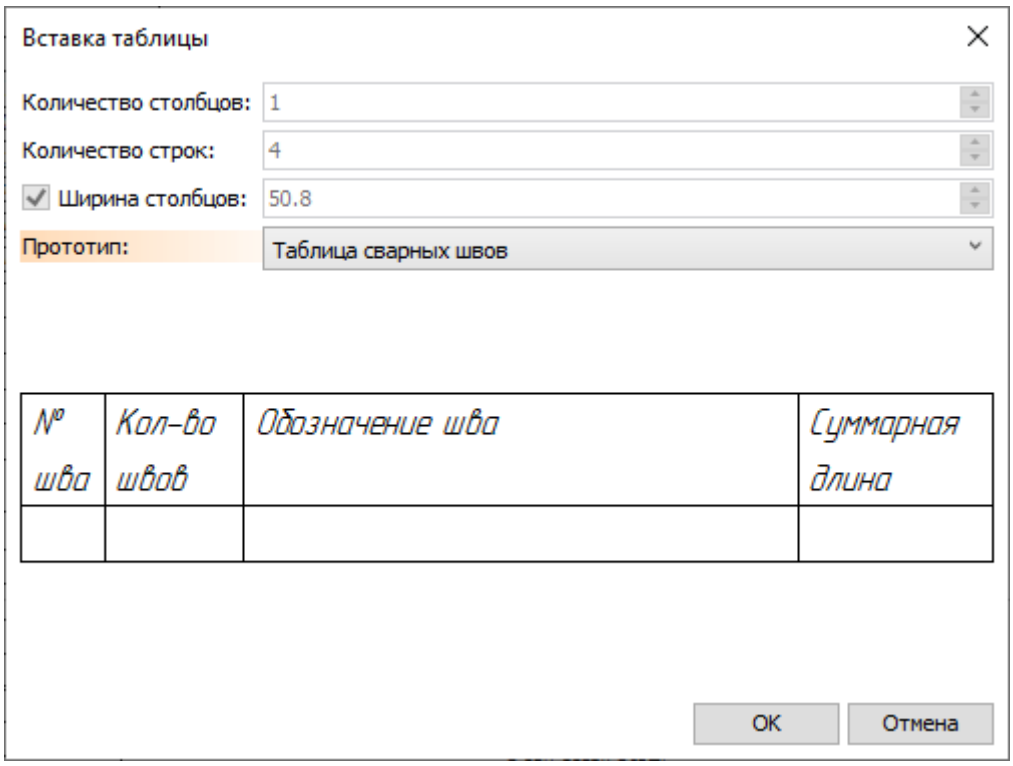
Далее появится диалог **Вставка таблицы:**



В окне диалога установите необходимое **Количество столбцов** и **Количество строк**, а также **Ширину столбцов** (индивидуальную ширину для каждого столбца можно установить позже в параметрах таблицы или с помощью мыши). Если снять флаг **Ширина столбцов**, то система установит минимально возможную ширину столбцов.

Также можно создать таблицу на основе прототипа. Для этого необходимо выбрать **Прототип** в выпадающем списке. В результате поля **Количество столбцов, Количество строк** и **Ширина столбцов** станут неактивными, а в нижней части диалога появится предварительное изображение выбранного прототипа.

Список прототипов в команде **Таблица** формируется на основе содержимого вкладки **Таблицы** общего списка прототипов, используемого в различных командах. Информация о редактировании общего списка прототипов доступна в описании команды **Сохранить как прототип.** Помимо стандартных прототипов, поставляемых вместе с системой, можно создавать пользовательские прототипы. Для этого создайте документ, содержащий только таблицу, и сохраните его как прототип во вкладку **Таблица** (данная вкладка списка прототипов скрыта по умолчанию). В результате сохраненный прототип будет доступен в выпадающем списке при вставке таблиц.



После подтверждения заданных параметров, на листе отрисуется создаваемая таблица, и система перейдёт в режим редактирования её содержимого.

При редактировании содержимого таблицы в окне чертежа вокруг неё отображается рамка. Расстояние от рамки до внешних границ таблиц задаётся в параметрах документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Вид** > **Размер рамки текста**).

Перемещать и поворачивать таблицу можно с помощью манипуляторов, как описано в разделе Положение и ориентация текста. Там же описаны опции расположения текста относительно точки привязки.

Размеры ячеек можно изменять с помощью мыши или с помощью диалога параметров таблицы. Для изменения размеров ячеек с помощью мыши наведите курсор на границу, которую хотите передвинуть. Курсор сменит вид на ⇦ (для вертикальных границ) или ⇳ (для горизонтальных границ). Зажмите и удерживайте , перемещая мышь. Граница будет следовать за курсором. Переместите границу в желаемое положение и отпустите . Левая вертикальная и верхняя горизонтальная границы таблицы не могут быть перемещены. Изменение размеров ячеек с помощью диалога параметров описано в разделе Параметры таблицы.

Чтобы заполнить ячейку, установите наведите на нее курсор и нажмите . В ячейке появится текстовый курсор в виде мигающей вертикальной черты, по высоте соответствующей высоте строки текста. После этого можно ввести текст ячейки с клавиатуры или вставить в ячейку какой-либо элемент. Положение текстового курсора соответствует положению вводимого символа/вставляемого элемента. Также текстовый курсор можно перемещать по таблице с помощью стрелок на клавиатуре.

Символы и элементы в ячейках, а также ячейки целиком, можно выбирать, перемещая мышь при зажатой и удерживаемой , или нажимая стрелки на клавиатуре при зажатой клавише **<Shift>**. Также можно выбрать всю таблицу с помощью сочетания клавиш **<Ctrl>+<A>** или команды **Выбрать всё** в контекстном меню содержимого текста.

> Содержимое таблицы может быть создано путём копирования через буфер обмена содержимого уже заполненной ранее таблицы T-FLEX CAD, либо таблицы из Word или Excel. И наоборот: таблица T-FLEX CAD может быть скопирована в Word или Excel.

При редактировании содержимого таблицы следующие опции доступны в автоменю:

	<Ctrl>+<Enter>	Закончить ввод
	<Ctrl>+<X>	Вырезать выбранный текст
	<Ctrl>+<C>	Копировать выбранный текст в буфер обмена
	<Ctrl>+<V>	Вставить текст из буфера обмена
	<F6>	Выбор элемента для вставки
	<Alt>+<F2>	Выбор символа для вставки
	<F9>	Установить шрифт
	<F10>	Установить параметры абзаца
	<Ctrl>+<F5>	Расположение текста относительно точки привязки
	<F11>	Редактировать в отдельном окне
	<Ctrl>+<F11>	Правописание
	<Esc>	Отменить

Также при редактировании таблиц можно пользоваться контекстным меню содержимого текста и командами, доступными на вкладке ленты **Текст**.
После того, как все необходимое содержимое введено и все требуемые параметры заданы нажмите , **<Ctrl>+<Enter>** или . В результате редактирование текущей таблицы будет завершено и система перейдёт к созданию следующей.

Основные темы в этом разделе:

- Команды для работы с таблицами
- Параметры таблицы

Команды для работы с таблицами

При редактировании таблиц на вкладке ленты **Текст,** а также на панели инструментов **Таблица** в редакторе текстов**,** доступны следующие команды:

Выделить таблицу

Пиктограмма	Лента
	Текст > Таблица > Выделить таблицу

Выбирает все ячейки таблицы.

Параметры таблицы

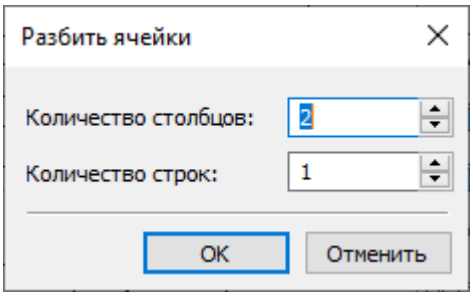
Пиктограмма	Лента
	Текст > Таблица > Параметры таблицы

Вызывает диалог параметров таблицы.

Разбить ячейки

Пиктограмма	Лента
	Текст > Редактирование > Разбить ячейки

Вызывает диалог, в котором следует задать **Количество столбцов** и **Количество строк**, на которые после нажатия **OK** будут разбиты выбранные ячейки.



Объединить ячейки

Пиктограмма	Лента
	Текст > Редактирование > Объединить ячейки

Объединяет выбранные ячейки в одну.

Разбить таблицу

Пиктограмма	Лента
	Текст > Редактирование > Разбить таблицу

Данная опция доступна, если таблица вставлена в многострочный текст или параграф-текст. Разбивает текущую таблицу на две отдельные таблицы по верхней границе текущей ячейки. При выборе нескольких ячеек команда недоступна.

Вставить строку перед

Пиктограмма	Лента
	Текст > Строки > Вставить строку перед

Вставляет строку перед текущей.

Вставить строку после

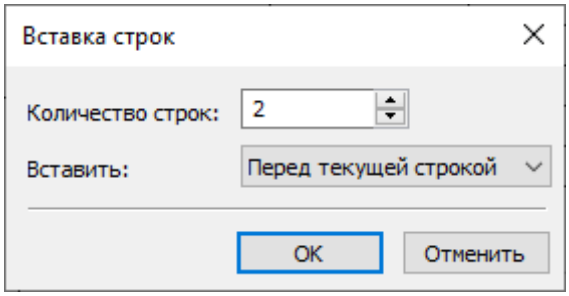
Пиктограмма	Лента
	Текст > Строки > Вставить строку после

Вставляет строку после текущей.

Вставить строки

Пиктограмма	Лента
	Текст > Строки > Вставить строки

Вызывает диалог, в котором следует задать **Количество строк**, которые после нажатия **OK** будут вставлены **Перед текущей строкой** или **После текущей строки** в зависимости от значения, выбранного в поле **Вставить**.



Удалить строки

Пиктограмма	Лента
	Текст > Строки > Удалить строки

Удаляет строки, которым принадлежат выделенные ячейки.

Вставить столбец слева

Пиктограмма	Лента
	Текст > Столбцы > Вставить столбец слева

Вставляет столбец слева от текущего.

Вставить столбец справа

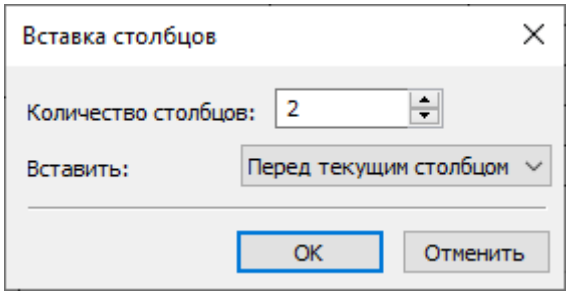
Пиктограмма	Лента
	Текст > Столбцы > Вставить столбец справа

Вставляет столбец справа от текущего.

Вставить столбцы

Пиктограмма	Лента
	Текст > Столбцы > Вставить столбцы

Вызывает диалог, в котором следует задать **Количество столбцов**, которые после нажатия **OK** будут вставлены **Перед текущим столбцом** или **После текущего столбца** в зависимости от значения, выбранного в поле **Вставить**.



Удалить столбцы

Пиктограмма	Лента
	Текст > Столбцы > Удалить столбцы

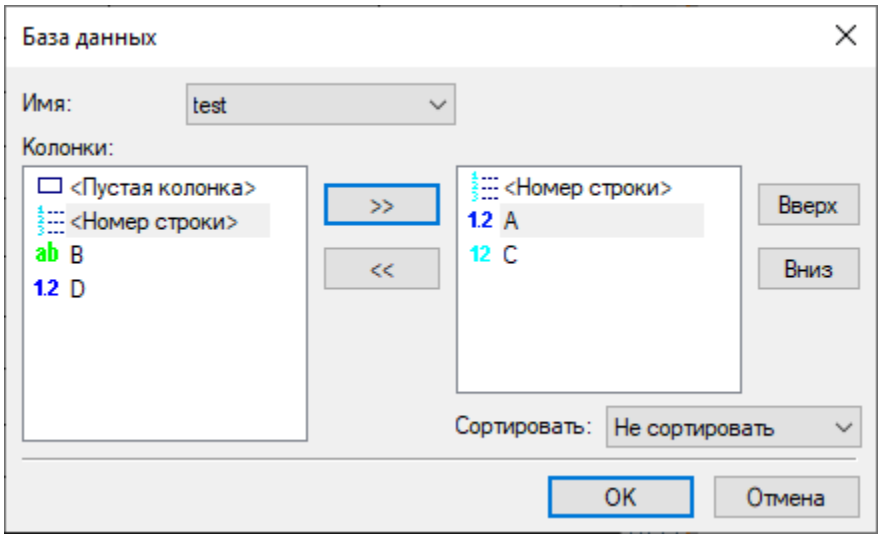
Удаляет столбцы, которым принадлежат выделенные ячейки.

База данных

Пиктограмма	Лента
	Текст > База данных > База данных

Позволяет вывести в таблицу содержимое любой из базы данных, доступных в текущем документе (как внутренних, так и добавленных по ссылке на внешний файл). После вызова опции на экране появляется окно диалога **База данных**. В верхней части окна находится выпадающий список **Имя** в котором можно выбрать любую из доступных в текущем документе баз данных.
Затем в поле **Колонки** слева появляется список столбцов выбранной базы данных. Тип данных в столбце (**целое**, **вещественное**, **текстовое**) обозначается значком слева от имени поля. Также доступны **<Пустая колонка>** и **<Номер строки>**. Для отображения значений столбца базы данных в таблице необходимо выбрать столбец в левом списке с помощью и переместить его в правый список с помощью кнопки [>>]. **<Пустая колонка>** и **<Номер строки>** не

перемещаются в правый список, а копируются в него, так что можно добавить их в таблицу несколько раз. Столбец можно убрать из правого списка с помощью кнопки [<<].



Количество выбранных столбцов базы данных не может превышать количества столбцов таблицы. Порядок расположения столбцов в правом списке соответствует порядку заполняемых столбцов таблицы (содержимое столбца базы данных, верхнего в списке, заносится в самый левый столбец таблицы и т.д.). Для изменения порядка расположения столбцов в правом списке используйте кнопки **Вверх** и **Вниз,** расположенные справа от списка.

Порядок отображения содержимого базы данных в строках таблицы можно изменить, отсортировав базу по одному из столбцов. Для этого выберите столбец в правом списке и установите желаемый способ сортировки в поле **Сортировать** (**Не сортировать, По возрастанию, По убыванию**).

Заполнение таблицы по вертикали происходит сверху вниз, начиная со строки, содержащей ячейку, активную на момент вызова команды. Строки, находящиеся выше останутся незаполненными. Если база данных содержит больше строк, чем доступно в таблице, будут автоматически добавлены новые строки.

Заполнение таблицы по горизонтали происходит справа налево, всегда начиная с самого левого столбца, независимо от того, какая ячейка была активна на момент вызова команды.

После нажатия кнопки **OK** таблица заполнится соответствующими значениями из базы данных.

Содержимое таблицы, связанной с базой данных обновляется автоматически при пересчете.

Обновить из базы данных

Пиктограмма	Лента
	Текст > База данных > Обновить из базы данных

Используется для обновления содержимого таблицы, если содержимое связанной базы данных было изменено.

Параметры таблицы

Команда может вызвана при создании таблицы после расположения ячеек на чертеже или РП, а также при редактировании ранее созданных таблиц:

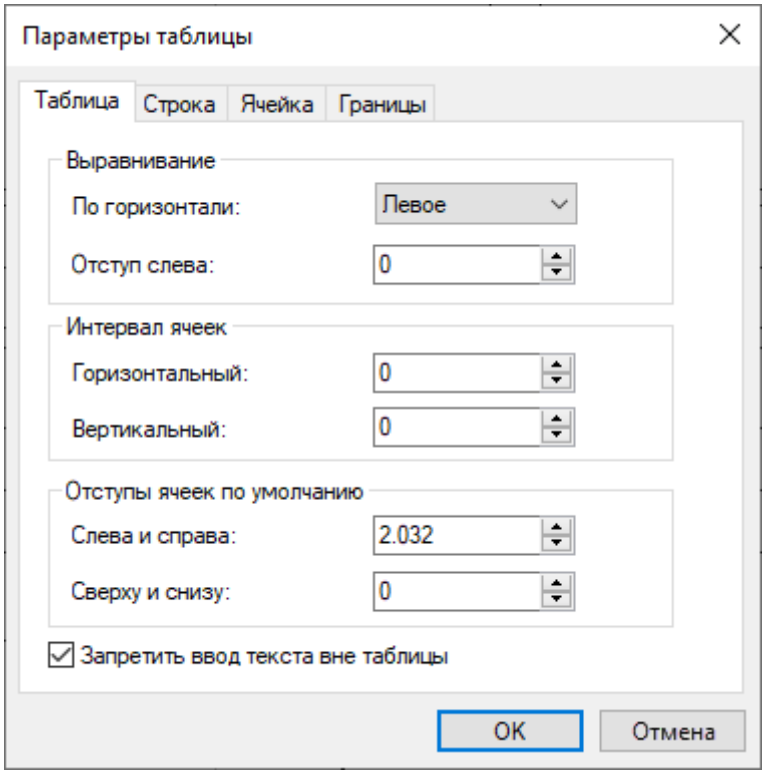
Пиктограмма	Лента
	Текст > Таблица > Параметры таблицы
Клавиатура	Текстовое меню
-	-

Также команда доступна в контекстном меню ввода текста, если фокус ввода находится в одной из ячеек таблицы.
Вызывает диалоговое окно, содержащее следующие вкладки:

- Таблица
- Строка
- Ячейка
- Границы

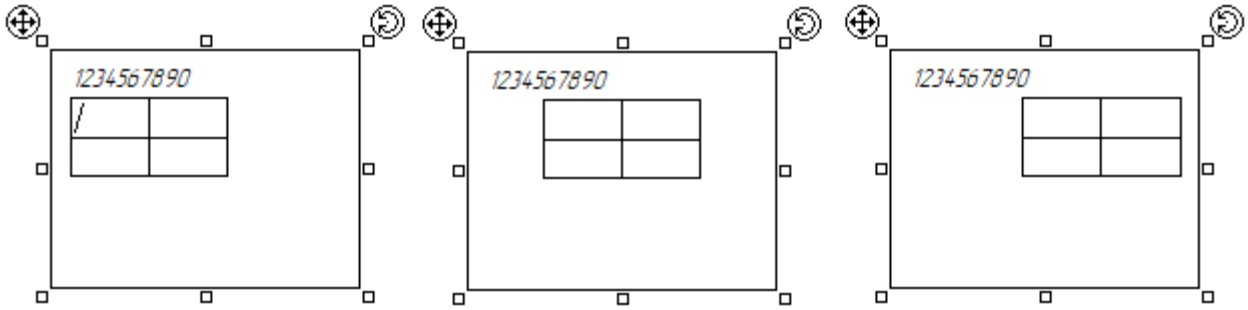
Параметры на вкладке **Таблица** всегда относятся ко всей таблице в целом. Параметры на остальных вкладках диалога относятся к ячейкам, выбранным в данный момент, или к ячейке, в которой установлен фокус ввода.
Параметры текста в ячейках таблицы определяются в диалоге параметров текста (для всей таблицы в целом) или в диалогах параметров шрифта и абзаца (для выделенной части текста).

Таблица



Выравнивание
Задаёт выравнивание таблицы относительно ограничивающего прямоугольника.

- **По горизонтали**
  Левое, центр, правое. Данный параметр может быть полезен при вставке таблицы в параграф-текст или многострочный текст. При вставке таблицы отдельным объектом ограничивающий прямоугольник автоматически подгоняется под размеры таблицы, так что эффект от изменения данного параметра незаметен.



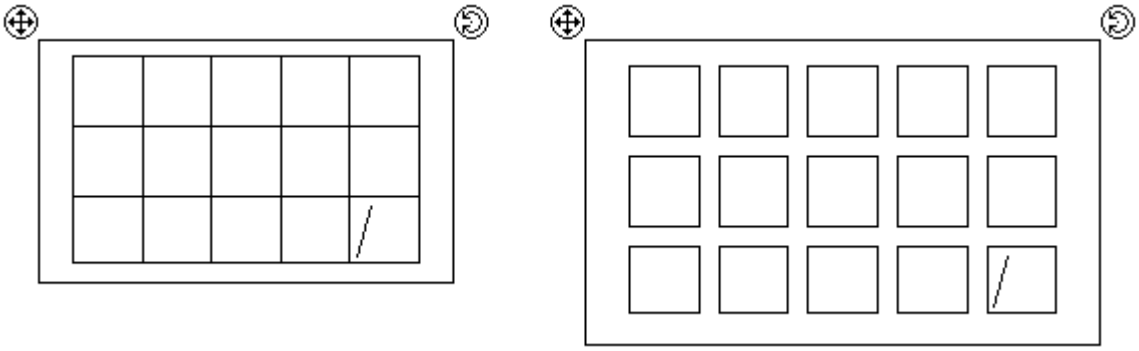
- **Отступ слева**

  Доступен при левом выравнивании. Задаёт значение отступа от левой границы ограничивающего прямоугольника.

Интервал ячеек

Расстояние между соседними ячейками таблицы

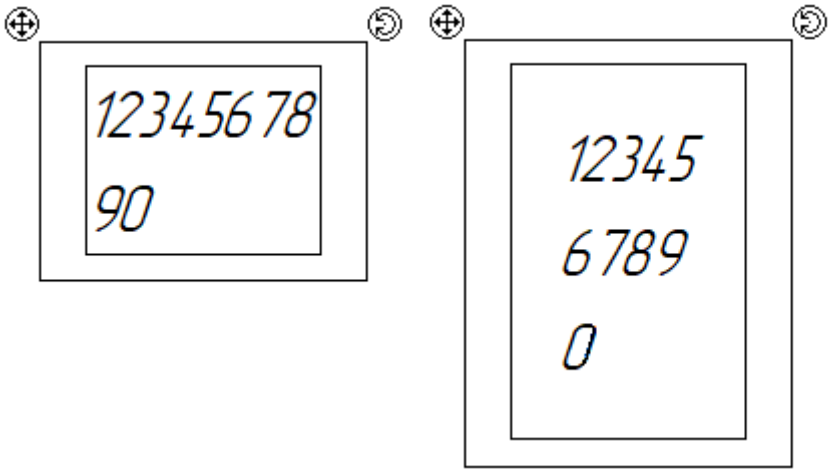
- **Горизонтальный**
- **Вертикальный**



Отступы ячеек по умолчанию

Отступ содержимого ячейки от её границы.

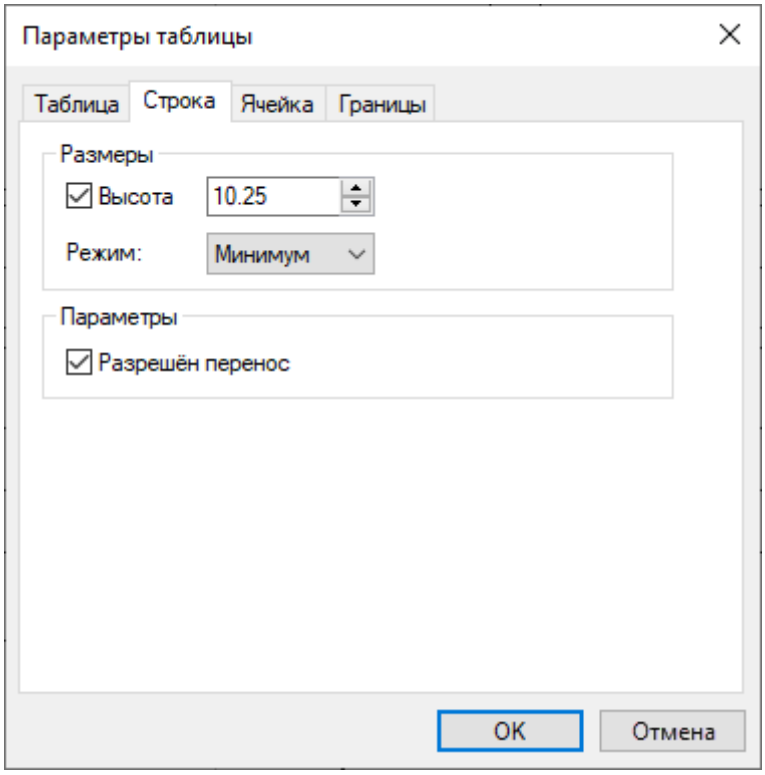
- **Справа и слева**
- **Сверху и снизу**



Запретить ввод текста вне таблицы

Если данный флаг снят, то возможен ввод многострочного текста в пределах ограничивающего прямоугольника таблицы вне её ячеек.

Строка



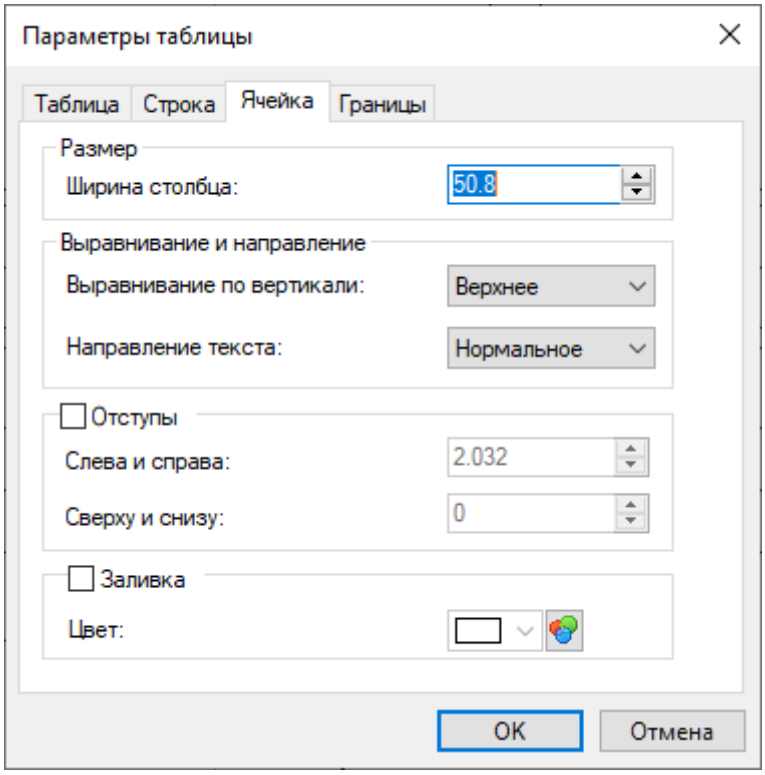
Размеры

- **Высота**
  Задаёт значение высоты строки, содержащей выбранные ячейки. Если флаг снят ☐, значит для выбранной строки используется высота по умолчанию. Если выбрано несколько строк, флаг находится в промежуточном состоянии ■. При установке флага ☑ ко всем выбранным строкам будет применено введенное значение высоты.
- **Режим**
  Задаёт способ применения введённого значения высоты строки, если оно меньше, чем высота шрифта.
  - **Минимум** - применяется значение высоты минимально вмещающее текущий шрифт;
  - **Точно** - применяется введенное значение независимо от того, поместится ли шрифт в такой высоте;
  - **Кратно** - применяется значение, кратное введенному, минимально вмещающее текущий шрифт.

Параметры

- **Разрешён перенос**
  Позволяет переносить строки, содержащие выбранные ячейки, из одного прямоугольника текста в другой, а следовательно и с одной страницы на другую (в случае создания таблицы или использования готовой таблицы в параграф-тексте).

Ячейка

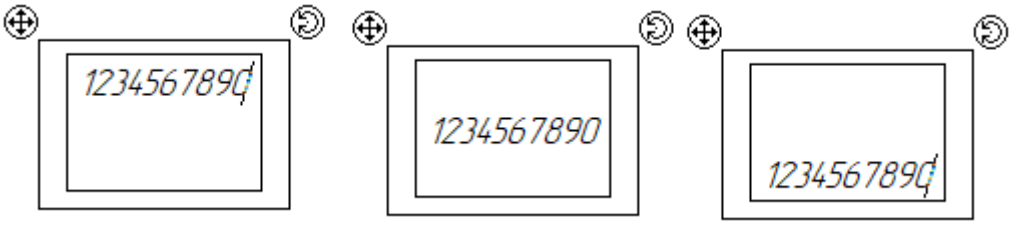


Размер

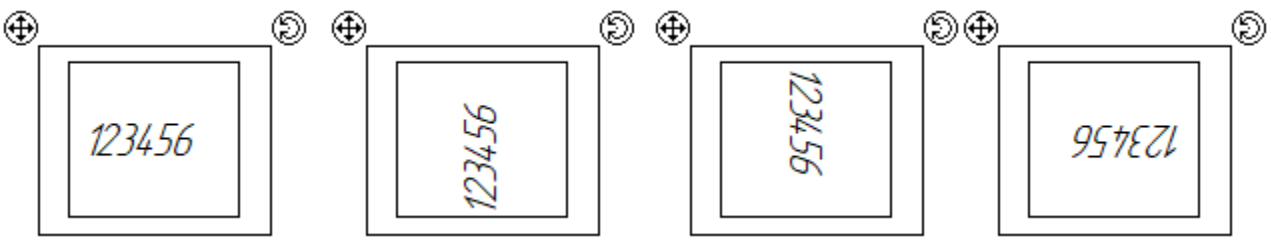
- **Ширина столбца**
  Задаёт значение ширины выбранных ячеек.

Выравнивание и направление

- **Выравнивание по вертикали**
  Задаёт режим выравнивания содержимого ячейки относительно её высоты.
  - **Верхнее**
  - **По центру**
  - **Нижнее**



- **Направление текста**
  Определяет способ заполнения ячейки.
  - **Нормальное**
  - **Снизу вверх**
  - **Сверху вниз**
  - **Справа налево**



Отступы

Управляет применением отступов содержимого текущей ячейки от её границ. Если флаг снят ☐, значит для выбранных ячеек используются значения отступов по умолчанию. Если флаг находится в промежуточном состоянии ■, значит для выбранных ячеек используются разные значения отступов. При установке флага ☑ ко всем выбранным ячейкам будут применены введенные значения отступов.

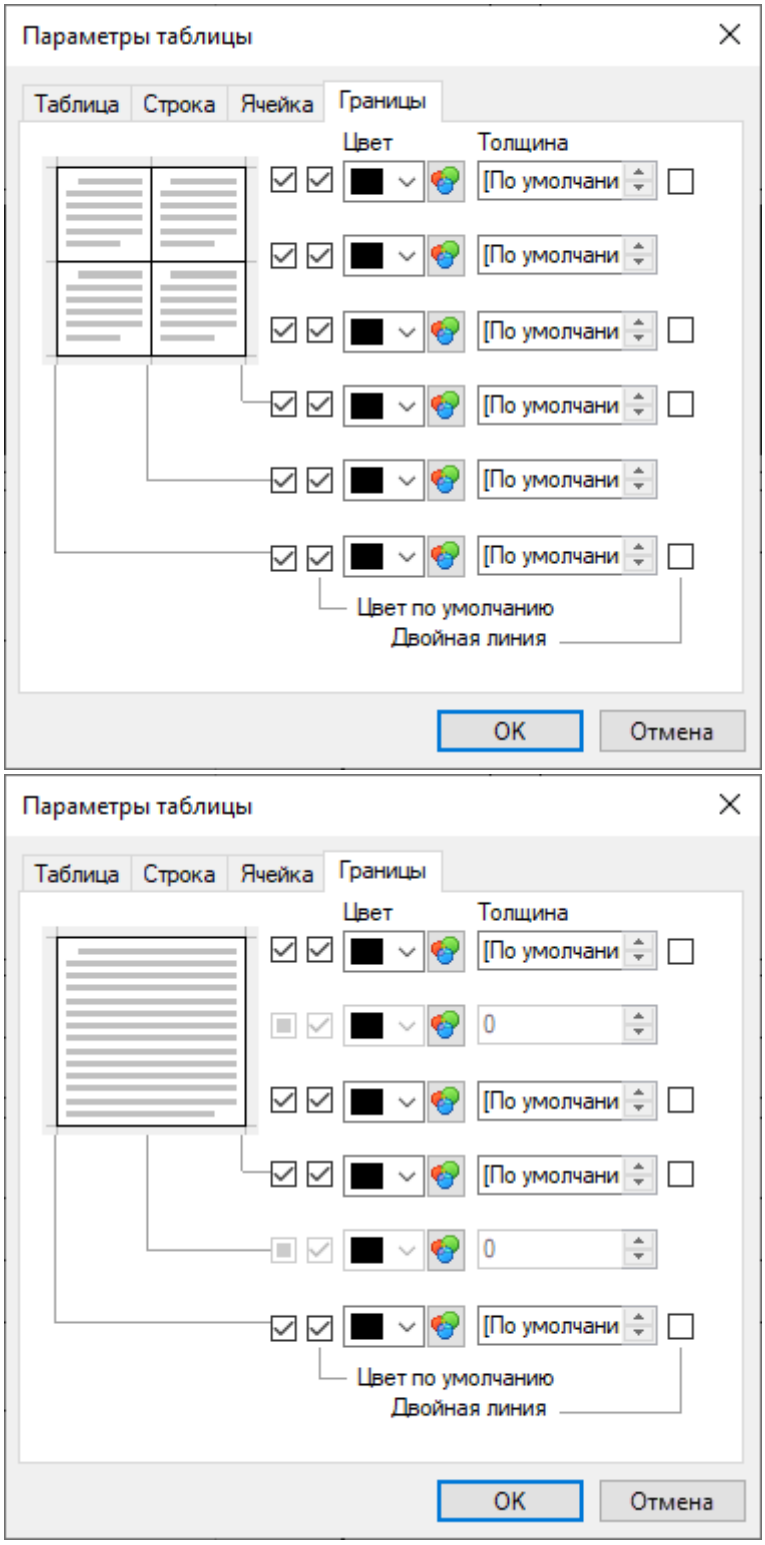
- **Справа и слева**
- **Сверху и снизу**

Заливка

Управляет применением заливки ячейки. Если флаг снят ☐, значит заливка не применяется (ячейка прозрачная). Если флаг находится в промежуточном состоянии ■, значит для выбранных ячеек используются разные цвета заливки. При установке флага ☑ ко всем выбранным ячейкам будут применена заливка выбранным цветом.

- **Цвет**
  Задаёт цвет заливки текущей ячейки. Цвет выбирается из выпадающего списка, или из каталога аналогично описанному в главе Цвет.

Границы

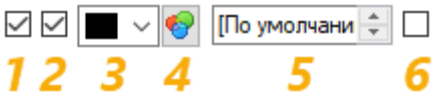


Данная вкладка предназначена для задания цвета и толщины линий границ ячеек
В левой части вкладки расположено условное изображение таблицы. На условном изображении показаны верхняя, нижняя, левая и правая границы выделенного набора ячеек, а также границы между ячейками. Независимо от реального количества границ между ячейками в выделенном наборе, на условном изображении все вертикальные границы между ячейками представлены одной вертикальной линией, а все горизонтальные - одной горизонтальной линией. От границ на условном изображении идут выноски к элементам управления, расположенным в правой части вкладки. Для каждого типа границ доступны одинаковые наборы элементов управления, сгруппированных в одну

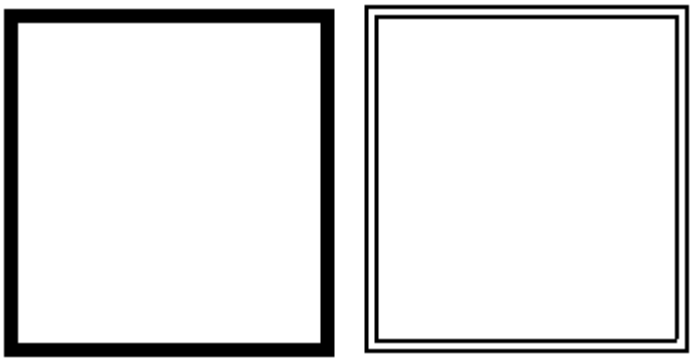
строку. Таким образом между границами выделенного набора ячеек и элементами управления установлены следующие соответствия (сверху вниз):

- первая строка - верхняя граница набора ячеек;
- вторая строка - горизонтальные границы между ячейками в наборе;
- третья строка - нижняя граница набора ячеек;
- четвёртая строка - правая граница набора ячеек;
- пятая строка - вертикальные границы между ячейками в наборе;
- шестая строка - левая граница набора ячеек.

Для каждого типа границ доступны следующие элементы управления:



1 - Включает/выключает данный тип границ.
2 - Сбрасывает цвет к значению по умолчанию.
3 - Выбор цвета из выпадающего меню.
4 - Выбор цвета из каталога.
5 - Толщина линий. Если установлено значение **[По умолчанию]**, толщина берется из **Параметров документа** (**Параметры документа** > **Страница** > **Линии** > **Линии** > **Толщина других**).
6 - Двойная линия. Вместо сплошной линии заданной толщины используется двойная линия такой же суммарной толщины. Толщина каждой из составляющих двойной линии равна 1/3 суммарной толщины.



Строчный текст

Строчный текст создаётся с помощью следующей опции в команде **Текст**:

<D> Создать строчный текст

Строчный текст может иметь любое количество строк и любое количество символов в строке. Для добавления новой строки при вводе содержимого текста нажмите **<Enter>** или **<Shift>+<Enter>**.
Строчный текст всегда располагается в одной прямоугольной области. Границы области не фиксированы. Область расширяется или сужается в соответствии с размером содержимого текста. При вводе содержимого на текущей строке область расширяется по горизонтали, при добавлении новых строк - по вертикали. Направление расширения/сужения зависит от выбранного расположения текста относительно точки привязки.
Ввод содержимого строчного текста осуществляется на вкладке **Содержание** диалога параметров текста или в урезанной версии текстового редактора. При этом возможности вставки различных элементов ограниченны по сравнению с другими типами текста.

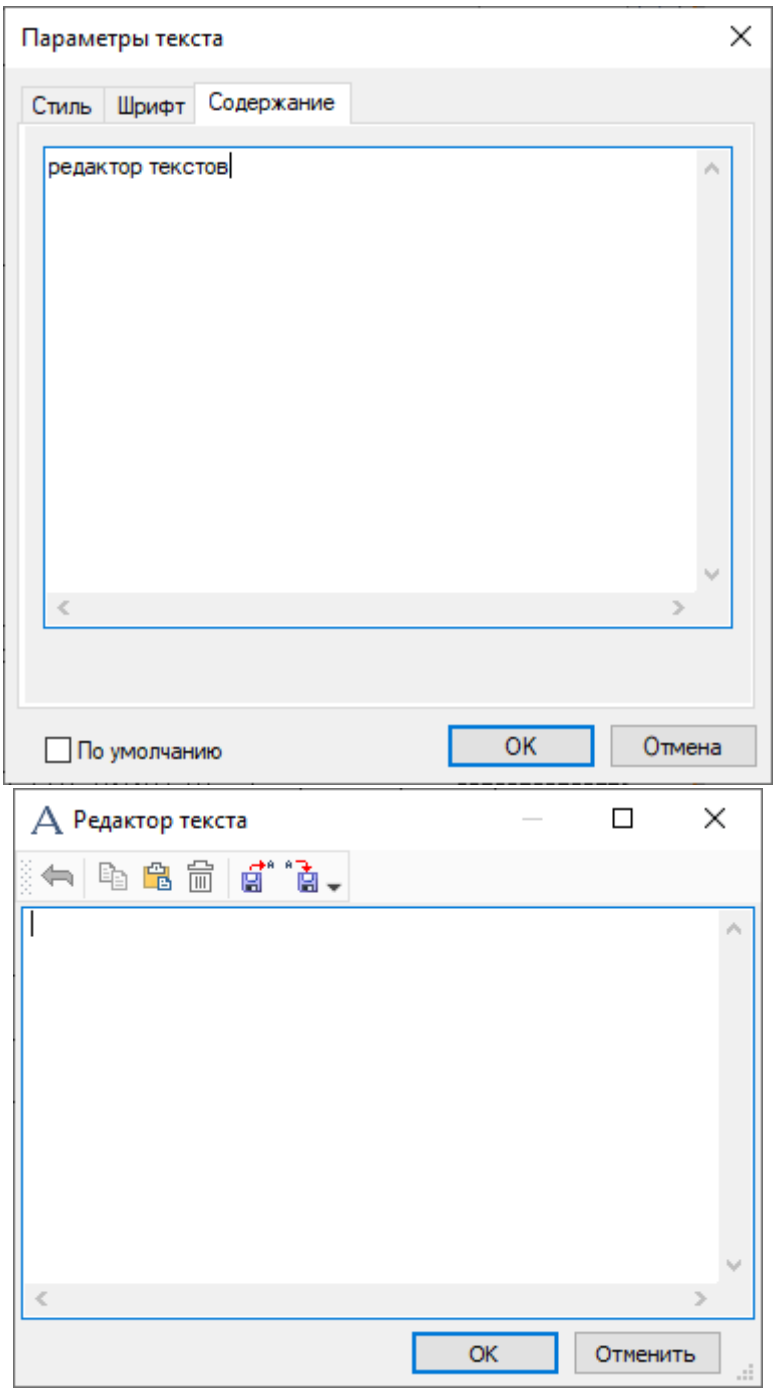
Для строчного текста недоступны отдельные диалоги Параметров шрифта и Параметров абзаца, вследствие чего данные параметры не могут быть заданы индивидуально для разных частей текста. Общие параметры шрифта, а также междустрочный интервал доступны на вкладке **Шрифт** диалога параметров текста.
В отличие от текста других типов, строчный текст можно построчно разделить на несколько отдельных текстов с помощью команды редактирования.

Создание строчного текста

После выбора в автоменю команды **Текст** опции создания строчного текста необходимо задать точку привязки одним из способов, описанных в разделе Положение и ориентация текста. После задания точки привязки, создание текста завершается и система переходит к его редактированию. Однако, обычный режим редактирования содержимого текста в окне вида недоступен для строчного текста.

По умолчанию после задания точки автоматически открывается диалог параметров текста на вкладке **Содержание**. Данная вкладка служит для ввода содержимого текста. В отличие от других типов при вводе строчного текста недоступны опции автоменю и контекстное меню содержимого. Для вставки элементов в текст воспользуйтесь обычным контекстным меню. Поле ввода текста на вкладке **Содержание** по сути является таким же полем ввода значения, как и многие другие поля ввода, встречающиеся в различных окнах T-FLEX CAD. Следовательно, в контекстном меню данного поля доступен стандартный для полей ввода текстовых значений набор команд. Подробнее см. Контекстные меню полей ввода.

Если перед созданием текста снять в диалоге параметров текста флаг **Показывать окно диалога при создании**, то после задания точки привязки вместо вкладки **Содержание** откроется окно редактора текста. При этом большинство характерных для редактора функций будет недоступно, а нажатие в поле ввода текста в редакторе будет вызвать такое же контекстное меню, как и в поле ввода на вкладке **Содержание**. По сравнению со вводом текста на вкладке **Содержание**, единственная дополнительная возможность, предоставляемая такой урезанной версией редактора текста - кнопки **Считать** и **Записать**, позволяющие экспортировать/импортировать содержимое текста в **.txt** файлы.



После нажатия **OK** редактирование текущего текста завершается и система переходит к созданию следующего. Если содержимое не введено, то пустой текст не создаётся.

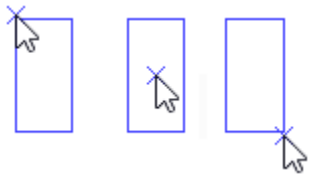
См. также:

- Положение и ориентация текста
- Диалог параметров текста
- Контекстные меню полей ввода

Положение и ориентация текста

После выбора типа создаваемого текста необходимо задать положение его точки привязки. Рядом с курсором при этом отображается символ выбранного типа текста (- многострочный, - параграф, - таблица), а для строчного текста за курсором начинает следовать

предварительное изображение в виде прямоугольника (размер которого определяется размером шрифта) и точки привязки (положение которой зависит от выбранных способов выравнивания в параметрах текста).



Предварительное изображение строчного текста
с разными способами выравнивания

Положение многострочного текста, таблицы и строчного текста на листе чертежа или рабочей плоскости определяется одной точкой привязки.
Положение ограничивающего прямоугольника параграф-текста определяется двумя точками привязки - его противоположным углам. При этом один параграф-текст может располагаться в нескольких ограничивающих прямоугольниках. Таким образом, для параграф-текста можно задать множество точек привязки.
Точки привязки задаются следующими способами:

- указанием мышью произвольного положения;
- вводом координат;
- выбором 2D узла.

Если при создании текста активен чертёжный вид, то текст принадлежит этому виду и точка привязки позиционируется в системе координат вида. Если чертежные виды не активны, то текст принадлежит всей странице чертежа и точка привязки позиционируется в системе координат страницы.
При задании точки привязки строчный текст ориентировать по линии построения (прямой или окружности).
Для всех видов текста можно настроить расположение относительно точки привязки.
По умолчанию текст располагается горизонтально. В диалоге параметров, вызываемом перед созданием текста, можно задать угол поворота. Впоследствии многострочный текст, параграф-текст и таблицу можно переместить или повернуть с помощью манипулятора, а строчный текст - переместить мышью, либо переместить или повернуть с помощью диалога параметров.

Указание мышью произвольного положения точки привязки

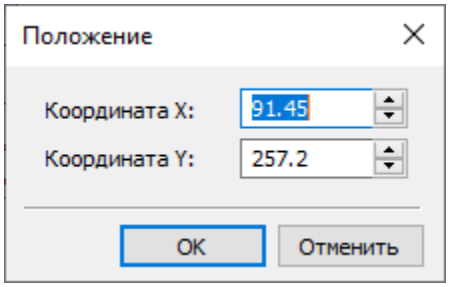
После выбора типа создаваемого текста установите курсор в желаемое положение на чертеже или РП и нажмите или **<Enter>**. Текст будет привязан к положению курсора в момент нажатия. Данный способ привязки - самый простой, но наименее точный.

Задание положения точки привязки вводом координат

После выбора типа создаваемого текста активируйте следующую опцию автоменю:

<A> Установить абсолютные координаты точки привязки

Далее нажмите на чертеже или активной РП. В результате появится диалог **Положение**, в котором отображаются значения **координат X** и **Y** точки, в которой курсор находился на момент вызова диалога. Отредактируйте значения координат, если это необходимо, и нажмите **OK** или **<Enter>**. Текст будет привязан к точке с введенными координатами.



При редактировании строчного текста координаты точки привязки можно изменить в диалоге параметров.

Выбор узла привязки

В качестве узла привязки текста можно выбрать:

- существующий 2D узел;
- точку сочленения линий изображения, принадлежащих 2D проекции;
- точку пересечения линий построения (в выбранной точке будет создан 2D узел);
- точку сочленения или пересечения линий изображения, принадлежащих 2D фрагменту (в выбранной точке будет создан 2D узел).

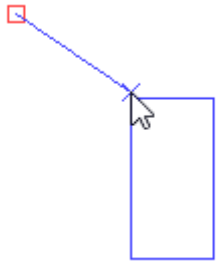
После выбора типа создаваемого текста наведите курсор на желаемый узел и нажмите . Выбранный узел будет являться точкой привязки текста, т.е. в дальнейшем при изменении положения узла текст переместится вслед за ним.
Также для выбора узла можно воспользоваться следующей опцией автоменю:

<N> Задать привязку к узлу

После активации данной опции можно нажать в любом месте чертежа или активной РП, в результате чего система автоматически определит и использует в качестве точки привязки ближайший существующий 2D узел либо точку сочленения или пересечения линий изображения, принадлежащих 2D фрагменту.

Независимо от того, каким образом был выбран узел привязки, после выбора узла происходит следующее:

- Для многострочных текстов, и таблиц система сразу же создаёт текст в выбранной точке и переключается в режим его редактирования.
- Для параграф-текстов система переходит к заданию следующей точки привязки.
- Для строчных текстов система переходит к заданию горизонтального и вертикального отступов относительно выбранного узла. Предварительное изображение продолжает следовать за курсором, но дополнительно отображается линия связи с выбранным узлом. Переместите курсор в нужное место и нажмите . Лишь после этого строчный текст будет создан, и система перейдет ко вводу его содержания.



Заданные отступы от узла привязки можно потом изменить в диалоге параметров текста.

Ориентация текста вдоль линии построения

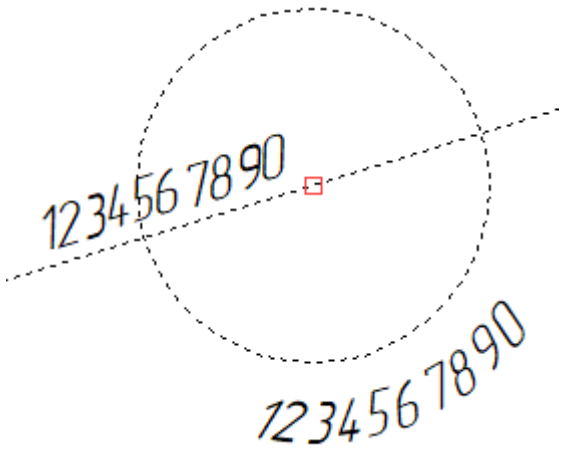
Строчный текст можно ориентировать вдоль линии построения (прямой или окружности) с помощью следующих опций автоменю:

<L> Установить связь с прямой

<C> Расположить текст вокруг окружности

Использование для ориентации текста линий изображения, а также линий построения, отличных от окружности или прямой, невозможно.

После активации одной из данных опций наведите курсор на линию подходящего типа. Она подсветится зелёным. Нажмите для выбора линии. Далее следует задать точку привязки текста одним из способов описанных выше. Выбранная линия используется только для ориентации текста, но не влияет на положение его точки привязки.



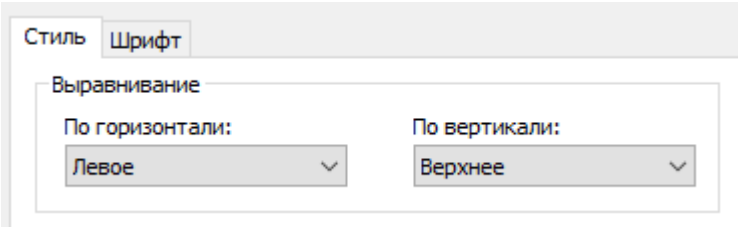
Символы текста располагаются по нормали к выбранной линии. Система произвольно выбирает одно из двух возможных решений. Если выбранное решение вас не устраивает (текст перевёрнут "вверх ногами"), следует вызвать диалог параметров текста и выполнить одно из следующих действий на вкладке **Стиль**:

- Если текст привязан к прямой - изменить **Угол поворота**;
- Если текст привязан к окружности - изменить **Выравнивание** > **По вертикали** на противоположное.

Расположение текста относительно точки привязки

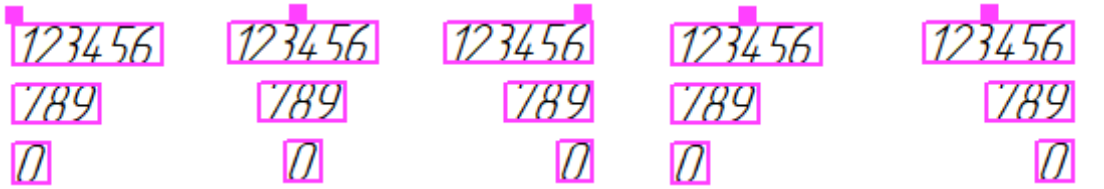
Перед заданием точки привязки при создании текста любого типа можно вызвать диалог его параметров с помощью опции автоменю:

<P> Установить параметры текста



В числе прочих параметров вкладка **Стиль** данного диалога содержит группу параметров **Выравнивание**, в которой доступны выпадающие списки для задания расположения текста **По горизонтали** и **По вертикали** относительно точки привязки. Ниже показаны возможные опции на примере строчного текста. Для многострочного текста и таблицы выбор того или иного сочетания опций в данном диалоге устанавливает соответствующую опцию в автоменю. Для параграф-текста данные опции ни на что не влияют.

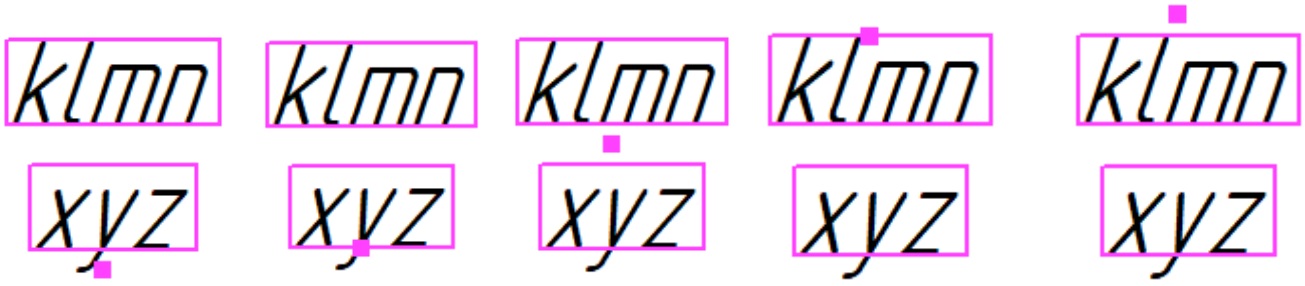
- **По горизонтали**



Левое **Центр** **Правое** **Левое и центр** **Правое и центр**

На рисунке показаны сочетания различных способов выравнивания по горизонтали с верхним выравниванием по вертикали

- **По вертикали**



Нижнее **По основанию** **По середине** **По вершине** **Верхнее**

На рисунке показаны сочетания различных способов выравнивания по вертикали с выравниванием **Центр** по горизонтали

В диалоге параметров уже созданного текста данные опции доступны только для строчного текста.

При редактировании содержимого многострочных текстов и таблиц в автоменю отображается опция, определяющая расположение ограничивающего прямоугольника текста относительно точки привязки. Выбрать другое расположение можно одним из следующих способов:

- Если нажать и удерживать на отображаемой опции, появится выпадающий список всех доступных опций.
- Обычное нажатие на отображаемой опции циклически переключает опции.

Доступны следующие опции:

По левому верхнему углу

По середине и верхней границе

По правому верхнему углу

По левой границе и по середине

По центру

По правой границе и по середине

По левому нижнему углу

По середине и нижней границе

По правому нижнему углу

Поворот текста с помощью диалога параметров

Перед заданием точки привязки при создании текста любого типа можно вызвать диалог его параметров с помощью опции автоменю:

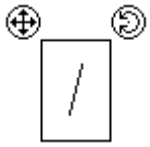
<P> Установить параметры текста

В числе прочих параметров вкладка **Стиль** данного диалога содержит **Угол поворота** текста относительно горизонтальной оси координат в градусах. Положительное значение угла означает поворот против часовой стрелки. Если текст привязан к линии построения, то угол поворота будет вычисляться от этой линии, а не от горизонтали.

В диалоге параметров уже созданного текста данный параметр доступен только для строчного текста.

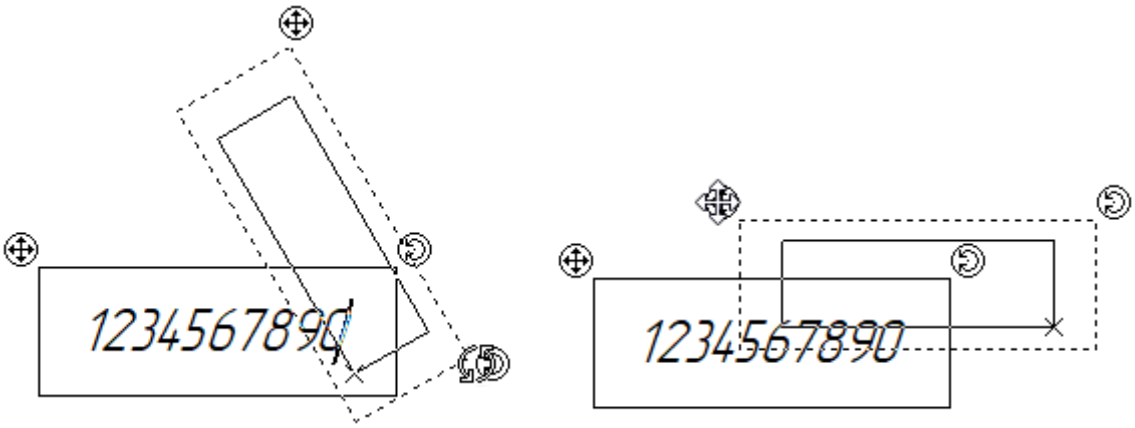
Перемещение и поворот текста с помощью манипуляторов

При редактировании содержимого текстов всех типов, кроме строчного, если текст не привязан к узлу, рядом с верхними углами ограничивающего прямоугольника отображаются манипуляторы:



- манипулятор линейного перемещения;
- манипулятор поворота вокруг точки привязки.

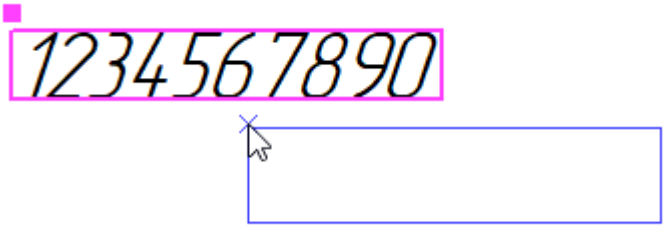
Наведите курсор на соответствующий манипулятор. Вид курсора сменится на или . Зажмите и удерживайте , перемещая курсор. Текст будет перемещаться или поворачиваться вслед за перемещениями курсора. Установите желаемое положение текста и отпустите .



Перемещение строчного текста

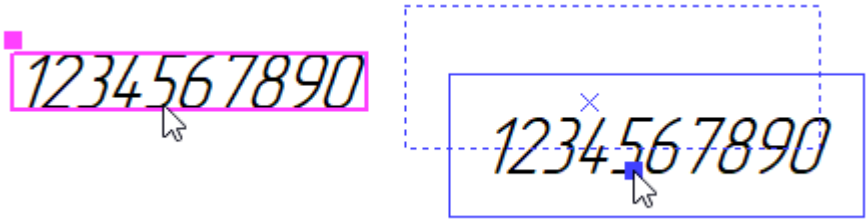
Для перемещения строчного текста наведите на него курсор мыши. Появятся розовые рамка вокруг текста и квадратный маркер точки привязки. Далее возможны два способа перемещения:

1. Нажмите в пределах рамки или на маркере точки. За курсором начнёт следовать синий контур ограничивающего прямоугольника текста. Установите желаемое положение прямоугольника и снова нажмите . Текст переместится в указанное положение.



2. Зажмите в пределах рамки или на маркере точки и перемещайте курсор, удерживая . Текст будет перемещаться вслед за перемещениями курсора. Установите желаемое положение текста и отпустите . При перемещении текста таким образом запускается команда **Перенос с перемещением** с параметрами по умолчанию. Соответственно, можно использовать любые из доступных в команде опций или переключиться в другой режим преобразования. Для изменения параметров команды вызовите с клавиатуры любую из доступных опций автоменю или переместите курсор за пределы активного окна вида и

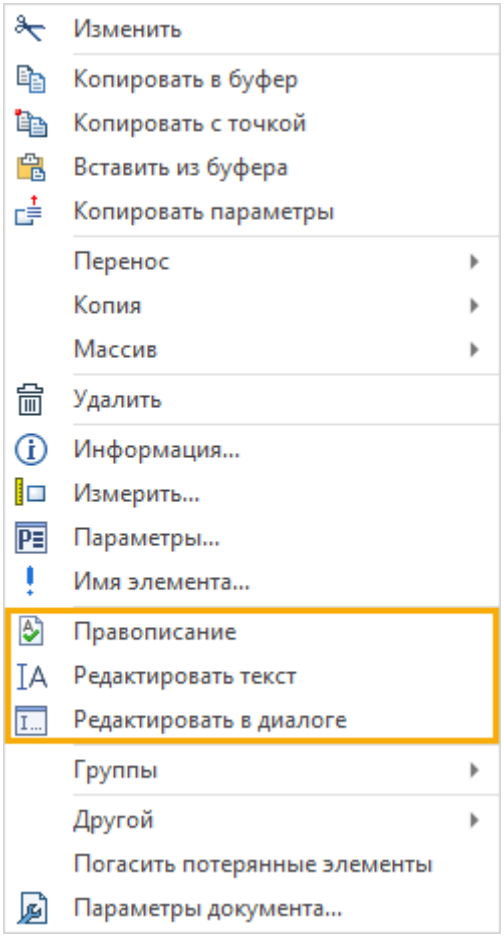
отпустите . После этого уже не надо будет удерживать - текст будет следовать за курсором вплоть до повторного нажатия в окне вида.



Кроме того, можно изменить координаты точки привязки в диалоге параметров строчного текста.

Контекстное меню текста

Нажатие в пределах ограничивающего прямоугольника текста вне режима редактирования его содержимого вызывает контекстное меню следующего вида:



В режиме редактирования содержимого текста аналогичным образом вызывается контекстное меню содержимого с другим набором команд.

Помимо команд, общих для всех 2D элементов, контекстное меню многострочного текста, параграф-текста и таблицы содержит следующие специфические команды:

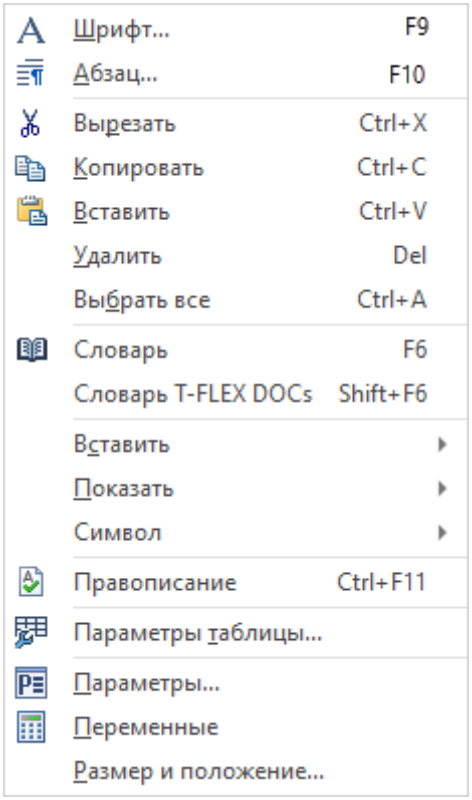
Правописание
Запускает проверку правописания для содержимого выбранного текста.

Редактировать текст
Запускает редактирование содержимого текста в текущем окне.

Редактировать в диалоге
Запускает редактирование содержимого текста в текстовом редакторе.

Контекстное меню содержимого текста

В режиме редактирования содержимого любых типов текста, кроме строчного, нажатие в пределах ограничивающего прямоугольника вызывает контекстное меню следующего вида:



Вне режиме редактирования содержимого текста аналогичным образом вызывается контекстное меню текстового объекта в целом с другим набором команд.

Наличие и возможность использования части команд зависит от того, какой элемент содержимого текста выбран в момент вызова меню, а также просто от наличия элементов определенного типа в текущем тексте. Для вызова команды наведите курсор на неё и нажмите . Для некоторых команд дополнительно доступны следующие способы вызова с клавиатуры:

- **Горячие клавиши или сочетания клавиш**
  Если для команды доступна горячая клавиша или сочетание клавиш, то оно отображается в правой части строки меню. Вызов команд этим способом возможен и вне данного меню.
- **Клавиши быстрого выбора**
  Если какая-либо буква названия команды в меню подчёркнута, значит можно вызвать эту команду нажатием соответствующей клавиши. Данный способ вызова работает только, когда меню отображается на экране. В разных языковых версиях используются разные клавиши быстрого выбора. В некоторых случаях разные команды могут иметь одинаковые клавиши быстрого выбора. Например, в конфигурации меню, показанной выше, клавиша **<П>** используется одновременно для трёх команд: **Показать**, **Параметры** и **Переменные**. В таком случае, нажатие клавиши не вызывает команду, а лишь подсвечивает её строку в меню. Повторные нажатия клавиши последовательно переключат подсветку между этими тремя

командами. После того, как нужная команда подсвечена, необходимо нажать **<Enter>** для её вызова.

В меню могут быть доступны следующие пункты:

Шрифт... **<F9>**

Вызывает диалог параметров шрифта для выбранного содержимого. Если содержимое не выбрано, параметры применяются к текущему положению текстового курсора.

Абзац... **<F10>**

Вызывает диалог параметров абзаца для выбранного содержимого. Если содержимое не выбрано, параметры применяются к текущему положению текстового курсора.

Вырезать **<Ctrl>+<X>**

Вырезает выбранное содержимое в буфер обмена. Если содержимое не выбрано, то команда недоступна.

Копировать **<Ctrl>+<C>**

Копирует выбранное содержимое в буфер обмена. Если содержимое не выбрано, то команда недоступна.

Вставить **<Ctrl>+<V>**

Вставляет в текст содержимое буфера обмена. Если буфер обмена пуст или содержит неприемлемый тип данных, то команда недоступна.

Удалить **<Del>**

Удаляет выбранное содержимое. Если содержимое не выбрано, то команда недоступна.

- **Выбрать все** **<Ctrl>+<A>**

Выбирает всё содержимое текущего текста

Словарь **<F6>**

См. главу Вставка текста из словаря T-FLEX CAD.

- **Словарь T-FLEX DOCs** **<Shift>+<F6>**

См. главу Вставка текста из словаря T-FLEX DOCs. Данная команда доступна только в режиме интеграции с T-FLEX DOCs.

- **Вставить**

Данный пункт содержит выпадающее меню, в котором доступны следующие команды:

Гиперссылку **<Alt>+<F6>**

См. главу Вставка гиперссылок в текст. Позволяет вставлять ссылки на веб-страницы, локальные файлы, макросы, 2D и 3D элементы, а также страницы текущего документа.

Переменную... **<F8>**

См. главу Вставка переменных и выражений в текст. Позволяет вставить в текст значение текстовой или вещественной переменной. С помощью данной команды можно как выбрать одну из существующих в текущем документе переменных, так и создать новую.

Номер позиции из состава изделия... **<Alt>+<F7>**

См. главу Вставка номеров позиций в текст. Позволяет вставить в текст позицию записи из состава изделия при наличии такового в текущем документе.

Номер позиции из T-FLEX DOCs... **<Alt>+<F8>**

См. главу Вставка номеров позиций в текст. Данная команда доступна только в режиме интеграции с T-FLEX DOCs. Позволяет вставить в текст позицию записи структуры изделия DOCs.

Номер позиции спецификации... <Alt>+<F10>

См. главу Вставка номеров позиций в текст. Позволяет вставить в текст позицию записи из спецификации, созданной в формате предыдущих версий T-FLEX CAD при наличии такой спецификации в текущем документе.

Техтребования документа <Alt>+<F11>

См. главу Вставка техтребований документа в текст. Позволяет вставить в текст технические требования документа при их наличии в текущем документе.

Индексы <Alt>+<F12>

См. главу Вставка индексов, дробей и радикалов в текст. Позволяет вставить в текст пару индексов (верхний и нижний) с масштабом шрифта по умолчанию.

Индексы...

См. главу Вставка индексов, дробей и радикалов в текст. Позволяет вставить в текст пару индексов (верхний и нижний), настроив масштаб шрифта в специальном диалоговом окне.

Дробь <Ctrl>+<F12>

См. главу Вставка индексов, дробей и радикалов в текст. Позволяет вставить в текст дробь с масштабом шрифта по умолчанию.

Дробь...

См. главу Вставка индексов, дробей и радикалов в текст. Позволяет вставить в текст дробь, настроив масштаб шрифта в специальном диалоговом окне.

Радикал

См. главу Вставка индексов, дробей и радикалов в текст. Позволяет вставить в текст радикал с масштабом шрифта по умолчанию.

Радикал...

См. главу Вставка индексов, дробей и радикалов в текст. Позволяет вставить в текст радикал, настроив масштаб шрифта в специальном диалоговом окне.

Шероховатость... <Ctrl>+<F8>

См. главу Вставка обозначений, 2D фрагментов и картинок в текст. Позволяет вставить в текст обозначение шероховатости.

Допуск... <Ctrl>+<F9>

См. главу Вставка обозначений, 2D фрагментов и картинок в текст. Позволяет вставить в текст обозначение допуска формы и расположения поверхности.

Фрагмент... <Ctrl>+<F10>

См. главу Вставка обозначений, 2D фрагментов и картинок в текст. Позволяет вставить в текст 2D фрагмент.

Изображение... <Ctrl>+<F7>

См. главу Вставка обозначений, 2D фрагментов и картинок в текст. Позволяет вставить в текст картинку.

- **Показать**

Данный пункт содержит выпадающее меню, в котором доступны следующие команды:

Имена переменных

См. главу Опции отображения содержимого текста при редактировании. Если данная опция активна (иконка подсвечена), то при редактировании содержимого текста вместо значений переменных, вставленных в текст отображаются их имена. Вне режима редактирования содержимого текста всегда отображаются значения, независимо от состояния данной опции.

Непечатаемые символы

См. главу Опции отображения содержимого текста при редактировании. Если данная опция активна (иконка подсвечена), то при редактировании содержимого текста отображаются непечатаемые символы, которые облегчают визуальное восприятие форматирования текста. Вне режима редактирования содержимого текста эти символы не отображаются, независимо от состояния данной опции.

- **Символ**

Данный пункт содержит выпадающее меню, в котором доступны следующие команды:

Диаметр

Вставляет символ ∅.

Градус

Вставляет символ °.

Плюс-минус

Вставляет символ ±.

Специальный...

Позволяет вставить символ из базового набора.

Другой...

Позволяет вставить символ из полного набора.

Правописание **<Ctrl> + <F11>**

См. главу Проверка правописания.

Параметры таблицы...

Вызывает диалог параметров таблицы. Команда доступна, если текстовый курсор находится в одной из ячеек таблицы.

Параметры...

Вызывает диалог параметров элемента, вставленного в текст (шероховатости, допуска, 2D фрагмента, картинки). Для переменной вызывает конструктор выражений.

Переменные

Вызывает редактор внешних переменных фрагмента, вставленного в текст.

Размер и положение...

См. главу Вставка обозначений, 2D фрагментов и картинок в текст. Вызывает диалог, в котором можно настроить размер и положение вставленного элемента относительно шрифта текста.

Изменить гиперссылку

Вызывает команду редактирования гиперссылки, вставленной в текст.

Открыть гиперссылку

Производит переход по гиперссылке, вставленной в текст.

Копировать гиперссылку

Копирует в буфер обмена гиперссылку, вставленную в текст.

Удалить гиперссылку

Удаляет гиперссылку, вставленную в текст.

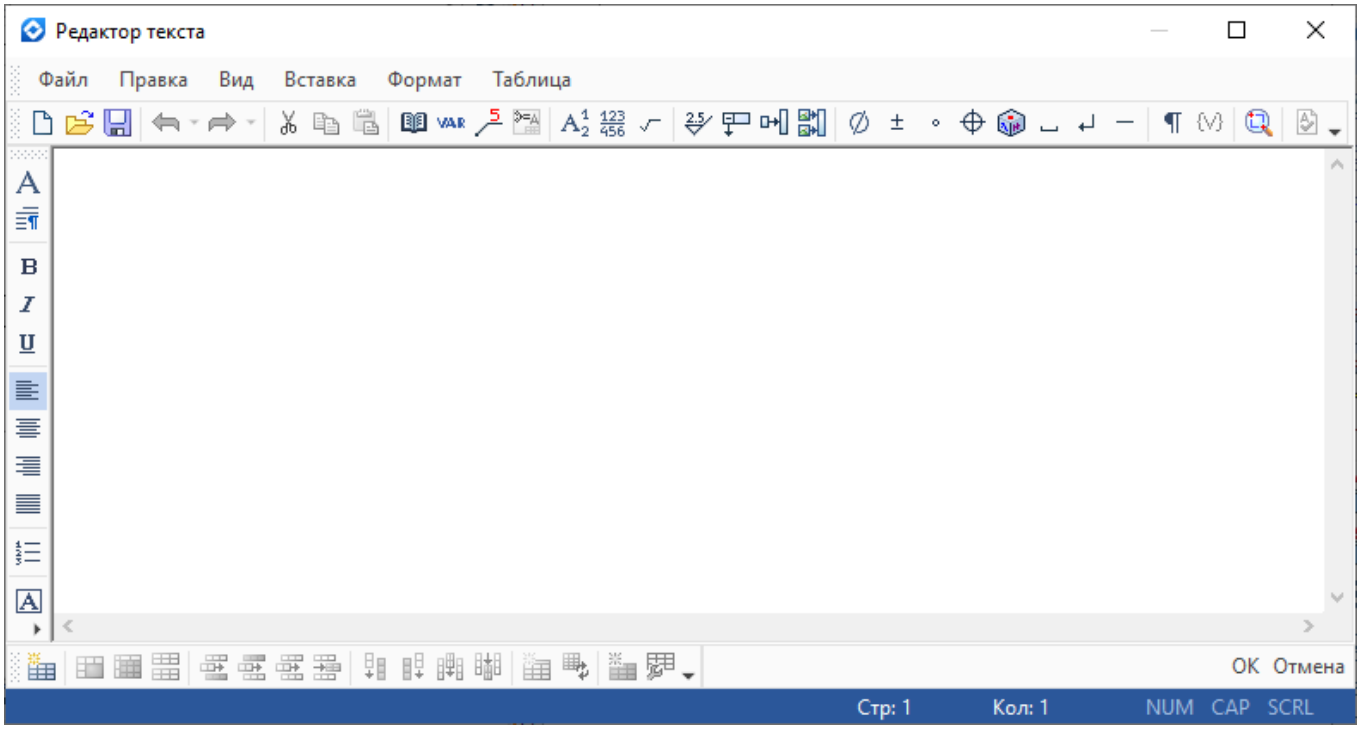
Редактор текста

Редактор текста позволяет редактировать содержимое многострочных текстов, параграф-текстов и таблиц в отдельном окне. В редакторе отображается только содержимое текущего текста без прочих элементов вне контекста страницы, на которой размещён текст. Окно редактора имеет собственные панели инструментов и текстовое меню, содержащие те же команды для работы с содержимым текста, что доступны в ленте, автоменю и контекстном меню содержимого при редактировании содержимого непосредственно в 2D или 3D окне.

Вне режима редактирования содержимого текста редактор можно запустить с помощью команды **Редактировать в диалоге**, доступной в контекстном меню текста.

В режиме редактирования содержимого текста редактор можно запустить с помощью следующей опции автоменю:

	<F11>	Редактировать в отдельном окне



При работе в текстовом редакторе доступны все клавиши перемещения курсора и функции редактирования текстовой строки. При редактировании текста вы имеете возможность оперировать как отдельными строками текста, так и целыми блоками строк.

Клавиши перемещения курсора и функции редактирования строки:

<Home>	Переместить курсор в начало строки.
<End>	Переместить курсор в конец строки.
<Right>	Переместить курсор на позицию вправо.
<Left>	Переместить курсор на позицию влево.
<Ctrl>+<Right>	Переместить курсор на слово вправо.

<Ctrl>+<Left>	Переместить курсор на слово влево.
<BackSpace>	Удалить символ перед курсором.
<Delete>	Удалить символ вместе положения курсора.
<Insert>	Включить / Выключить режим вставки.

Доступные опции при работе со **строчным текстом** в текстовом редакторе:

<Ctrl>+<W>	Экспорт файла.
<Ctrl>+<R>	Импорт файла (формат .txt).
<Alt>+<F4>	Выйти из текстового редактора.

Функции редактирования:

<Ctrl>+<X>	Вырезать отмеченный блок текста.
<Ctrl>+<C>	Копировать отмеченный блок текста.
<Ctrl>+<V>	Вставить отмеченный блок текста.
<Del>	Удалить.
<Ctrl>+<A>	Выбрать весь текст.

Доступные опции при работе с редактором параграф-текста:

Все доступные опции работы с редактором разбиты на отдельные группы (**Файл**, **Правка**, **Вид**, **Вставка**,**Формат**).

Для вызова требуемой опции необходимо нажать на нужной группе и выбрать необходимую опцию. Можно также воспользоваться комбинацией клавиш, указанной в списке опций.

Группа опций **Файл** позволяет:

работать с внешними файлами формата

- T-Flex Paragraph Text - *.TFT
- Rich Text Format - *.RTF
- Text Document - *.TXT

<Ctrl>+<N>	Открыть новый файл
<Ctrl>+<O>	Открыть существующий файл
<Ctrl>+<S>	Сохранить текст в файл

- завершить работу в редакторе
- с сохранением текста;
- без сохранения текста.

Группа опций **Правка** позволяет:

<Ctrl>+<X>	Вырезать отмеченный блок текста.
<Ctrl>+<C>	Копировать отмеченный блок текста.

<Ctrl>+<V> Вставить отмеченный блок текста.

<Del> Удалить.

<Ctrl>+<A> Выбрать весь текст.

Группа опций **Вид** позволяет:

- установить флаг отображения панели (стандартная, форматирование);
- установить флаг отображения статусной строки;
- установить масштаб изображения текста;
- установить флаг отображения непечатаемых символов;
- установить флаг отображения имен переменных или их значений;
- установить флаг двойной буферизации.

Группа опций **Вставка** позволяет использовать возможности, описанные в разделе «Текст» .

Группа опций **Формат** позволяет:

- установить шрифт;
- форматировать абзац;
- установить ширину поля редактирования;
- установить единицы измерения.

Горячие клавиши в текстовом редакторе:

<F5> Закончить ввод (кроме режима ред. перем.).

<F6> Словарь.

<F8> Конструктор выражений. Связать с переменной текущего чертежа (только в режиме ред. перем.).

<F9> Шрифт (кроме режима ред. перем.).

<F10> Абзац.

<F11> Редактировать в отдельном окне (только из окна T-FLEX; кроме режима ред. перем.). Закончить ввод (только в оконном редакторе).

<F12> Вставить таблицу (кроме режима ред. перем.).

<Ctrl>+<F2> Непечатаемые символы.

<Ctrl>+<F3> Имена переменных (кроме режима ред. перем.). Кнопки выбора значений из списка (только в режиме ред. перем.).

<Ctrl>+<F5> Параметры прямоугольника (только из окна T-FLEX и только для параграф-текста; кроме режима ред. перем.).Точка привязки прямоугольника (только из окна T-FLEX и только для многострочного текста; кроме режима ред. перем.).

<Ctrl>+<F8> Вставить шероховатость (кроме режима ред. перем.).

<Ctrl>+<F9> Вставить допуск (кроме режима ред. перем.).

<Ctrl>+<F10> Вставить фрагмент (кроме режима ред. перем.).

<Ctrl>+<F11> Вставить индекс (кроме режима ред. перем.).

<Ctrl>+<F12> Вставить дробь (кроме режима ред. перем.).

<Alt>+<F2> Вставить символ диаметр (кроме режима ред. перем.).

<Alt>+<F3> Вставить символ градус (кроме режима ред. перем.).

<Alt>+<F4> Вставить символ плюс-минус (кроме режима ред. перем.).

<Alt>+<F5> Таблица символов (кроме режима ред. перем.).

<Alt>+<F8> Панель инструментов Таблица (только из окна T-FLEX; кроме режима ред. перем.).

<Alt>+<F9> Вставить специальный символ (кроме режима ред. перем.).

<Ctrl>+<B> Полужирный шрифт (кроме режима ред. перем.).

<Ctrl>+<I> Наклонный шрифт (кроме режима ред. перем.).

<Ctrl>+<U> Подчеркнутый шрифт (кроме режима ред. перем.).

<Ctrl>+<L> Выравнивание по левому краю (кроме режима ред. перем.).
<Ctrl>+<T> Выравнивание по центру (кроме режима ред. перем.).
<Ctrl>+<H> Выравнивание по правому краю (кроме режима ред. перем.).
<Ctrl>+<J> Выравнивание по ширине (кроме режима ред. перем.).
<Ctrl>+<M> Нумерация (кроме режима ред. перем.).
<Ctrl>+<A> Выделить все.
<Ctrl>+<X> Вырезать.
<Ctrl>+<C> Копировать.
<Ctrl>+<V> Вставить.
<Shift>+<Delete> Вырезать.
<Shift>+<Insert> Вставить.
<Ctrl>+<Insert> Копировать.
<Shift>+<Ctrl>+<Space> Неразрывный пробел (кроме режима ред. перем.).
<Shift>+<Ctrl>+<-> Неразрывный дефис (кроме режима ред. перем.).
<Shift>+<Enter> Перевод строки.
<Esc> Отменить ввод (кроме режима ред. перем.). Отменить изменение значений переменных (только в режиме ред. перем.).
<Enter> Подтвердить изменения значений переменных (только в режиме ред. перем.).
<Tab>, <Shift>+<Tab> Перемещение по ячейкам таблицы (кроме режима ред. перем.). Перемещение по переменным (только в режиме ред. перем.).
<Ctrl>+<Tab> Ввод табуляции в таблице (кроме режима ред. перем.).
<Ctrl>+<N> Новый текст(только в оконном редакторе).
<Ctrl>+<O> Открыть (только в оконном редакторе).
<Ctrl>+<S> Сохранить (только в оконном редакторе).
<Ctrl> Поворот прямоугольника без привязки (15 градусов) (только из окна T-FLEX; кроме режима ред. перем.).

Опции отображения содержимого текста при редактировании

При редактировании содержимого текста любого типа (кроме строчного) можно дополнительно отобразить следующие элементы:

- Непечатаемые символы;
- Имена переменных.

Непечатаемые символы

Непечатаемые символы облегчают визуальное восприятие форматирования текста, обозначая пробелы, табуляции, абзацы, переводы строк и т.п. Они не выводятся на печать. Непечатаемые символы отображаются только в режиме редактирования содержимого текста в 2D или 3D окне, либо в редакторе.

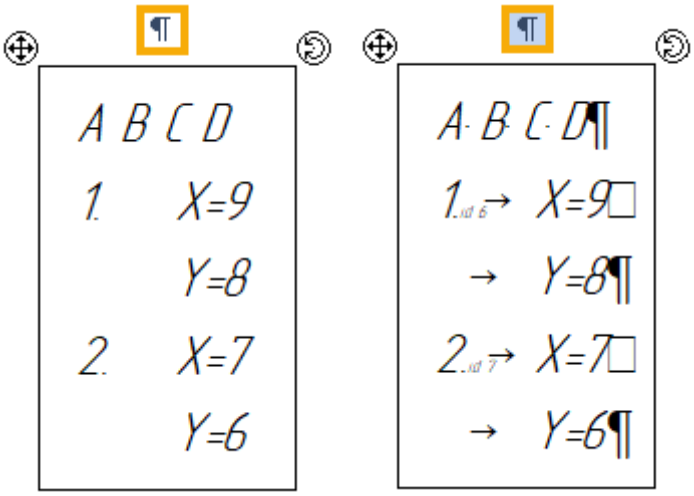
Отображение непечатаемых символов при редактировании содержимого текста в 2D или 3D окне включается при помощи следующей команды:

Пиктограмма	Лента
¶	Текст > Шрифт > Показать непечатаемые символы
Клавиатура	Текстовое меню
<Ctrl>+<F2>	

Также эта команда доступна в контекстном меню содержимого текста (**Показать** ▸ ¶ **Непечатаемые символы**)

При редактировании содержимого текста в редакторе эта команда доступна на панели инструментов **Стандартная**, а также в выпадающем меню (**Вид** > ¶ **Непечатаемые символы**).

При включенном отображении непечатаемых символов иконка команды подсвечивается ¶. Для отключения отображения символов вызовите команду повторно.



Имена переменных

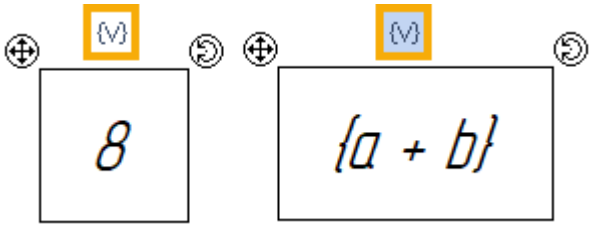
Если в текст вставлено выражение, то вне редактирования содержимого в тексте отображается значение выражения. В режиме редактирования содержимого текста вместо значения выражения можно включить отображение тела выражения с именами переменных и обозначениями используемых математических операций и функций. При редактировании содержимого текста в 2D или 3D окне для этого предназначена следующая команда:

Пиктограмма	Лента
{V}	Текст > Шрифт > Показать имена переменных
Клавиатура	Текстовое меню
<Ctrl>+<F3>	

Также эта команда доступна в контекстном меню содержимого текста (**Показать** ▸ {V} **Имена переменных**)

При редактировании содержимого текста в редакторе эта команда доступна на панели инструментов **Стандартная**, а также в выпадающем меню (**Вид** > {V} **Имена переменных**).

При включенном отображении имен переменных иконка команды подсвечивается {V}, а выражения отображаются в фигурных скобках. Для отключения отображения имен вызовите команду повторно.



a=5; b=3

Вставка элементов в текст

При редактировании содержимого текста в него можно вставлять данные из буфера обмена или различные специальные элементы. Положение вставляемого элемента в тексте определяется положением текстового курсора на момент вызова команды вставки.
При редактировании содержимого строчного текста для вставки используются команды контекстного меню поля ввода и сочетания клавиш, указанные в этом меню. Возможности вставки при этом ограничены по сравнению с другими типами текста.
Для других типов текста способ вставки элементов зависит от используемого способа редактирования содержимого.
При редактировании содержимого текста в окне 2D или 3D вида для вставки используются автоменю, контекстное меню содержимого текста и указанные в них сочетания клавиш.
При редактировании содержимого текста в редакторе для вставки используются выпадающее меню и инструментальные панели редактора. В редакторе не указаны сочетания клавиш, но можно использовать большую часть сочетаний, используемых в окнах 2D и 3D видов. Контекстное меню содержимого текста в редакторе имеет ограниченный функционал и позволяет вставлять только данные из буфера обмена.

Для работы с буфером обмена в окне 2D или 3D вида используются следующие команды автоменю:

	<Ctrl>+<X>	Вырезать выбранный текст
	<Ctrl>+<C>	Копировать выбранный текст в буфер обмена
	<Ctrl>+<V>	Вставить текст из буфера обмена

Также эти команды доступны в контекстном меню содержимого текста.
При редактировании содержимого строчного текста в диалоге параметров эта команды доступны в контекстном меню поля ввода.
При редактировании содержимого текста в редакторе эти команда доступна на панели инструментов **Стандартная**, а также в разделе **Правка** выпадающего меню.
Вставка из буфера невозможна, если содержимое буфера имеет неподходящий тип данных.

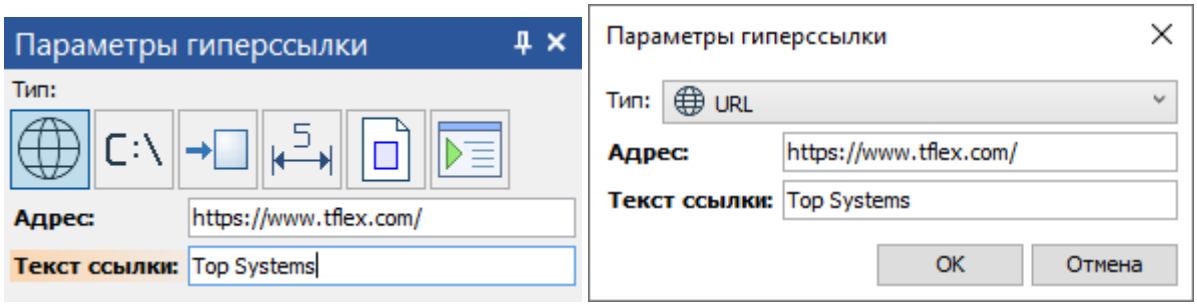
Команды для вставки различных элементов описаны отдельно. Возможна вставка следующих элементов:

- Гиперссылка

- Текст из словаря
- Специальный символ
- Выражение
- Номер позиции
- Технические требования документа
- Индекс
- Дробь
- Радикал
- Обозначение шероховатости
- Обозначение допуска формы и расположения поверхностей
- 2D фрагмент
- Картинка

Вставка гиперссылок в текст

При редактировании содержимого текста в окне 2D или 3D вида гиперссылку можно вставить с помощью команды контекстного меню: **Вставить** ▸ **Гиперссылку** <**Alt**>+<**F6**>. Параметры команды при этом отображаются в служебном окне **Параметры**.
При редактировании содержимого текста в редакторе данная команда доступна на панели инструментов **Стандартная**, а также в выпадающем меню **Вставка** > **Гиперссылка...** Параметры команды при этом отображаются в отдельном диалоговом окне.
Набор доступных параметров команды в обоих случаях одинаков, разница состоит лишь в форме отображения.



После вызова команды необходимо выбрать тип гиперссылки. Доступны следующие типы:

URL

Файл

Объекты

Размер

Страница

Макрос

Далее следует задать необходимые параметры ссылки. Набор доступных параметров ссылки зависит от её типа. После того как параметры заданы, следует подтвердить создание ссылки с помощью

опции автоменю **<Ctrl>+<Enter>** (при работе в окне 2D или 3D вида), либо нажав **OK** (при работе в редакторе).

Текст ссылки

При создании ссылок всех типов кроме **Размера** в параметрах ссылки доступно поле **Текст ссылки.** В него необходимо ввести текст, в виде которого ссылка будет отображаться на чертеже. В зависимости от выбранного ссылочного элемента система автоматически подставляет тот или иной текст, однако можно ввести с клавиатуры любой текст вместо автоматически введенного.
Если выбрать часть текста перед вызовом команды создания ссылки, выбранный текст автоматически становится текстом ссылки.
При отображении чертежа в электронном виде текст ссылки всегда отображается синим цветом и выделяется подчеркиванием (кроме режима редактирования содержимого текста в 2D окне).

При выводе на печать, а также при редактировании содержимого текста в 2D или 3D окне, цвет и наличие подчёркивания подчеркивания определяются параметрами шрифта.
При редактировании ранее созданной ссылки поле **Текст ссылки** отсутствует в её параметрах. Однако, текст ссылки можно редактировать так же, как и обычный текст непосредственно в 2D окне или в редакторе текста.

Работа с созданными ссылками

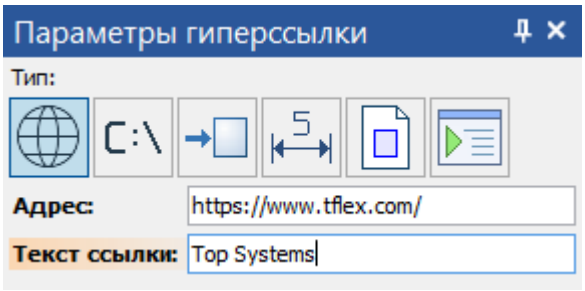
Для перехода по созданной ссылке вне режима редактирования содержимого текста достаточно нажать на тексте ссылки.

Для перехода по созданной ссылке в редакторе текста необходимо нажать **+<Ctrl>** на тексте ссылки.
Для перехода по созданной ссылке в режиме редактирования содержимого текста в 2D или 3D окне следует воспользоваться командой **Открыть гиперссылку** в контекстном меню.
Чтобы отредактировать ранее созданную ссылку в 2D окне, необходимо перейти в режим редактирования содержимого текста, в который она вставлена, и воспользоваться командой **Изменить гиперссылку** в контекстном меню.

Чтобы отредактировать ранее созданную ссылку в редакторе текста, необходимо нажать на тексте ссылки и воспользоваться командой **Параметры**... в контекстном меню.

URL

Ссылка на любой сетевой ресурс. Переход по ссылке открывает ресурс в браузере по умолчанию.

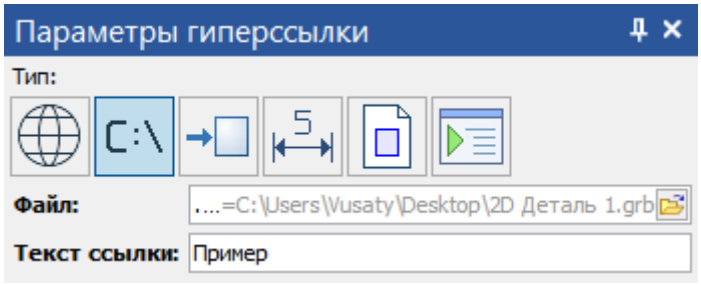


При создании гиперссылки данного типа доступны два поля ввода:

- **Адрес** - сетевой адрес ресурса.
- Текст ссылки.

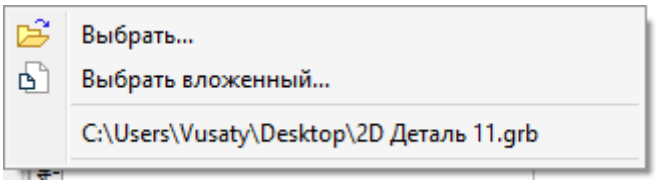
Файл

Ссылка на любой локальный файл. Переход по ссылке открывает файл в программе, использующейся операционной системой по умолчанию для открытия файлов данного типа, либо вызывает системное окно выбора приложения.



При создании гиперссылки данного типа доступны два поля ввода:

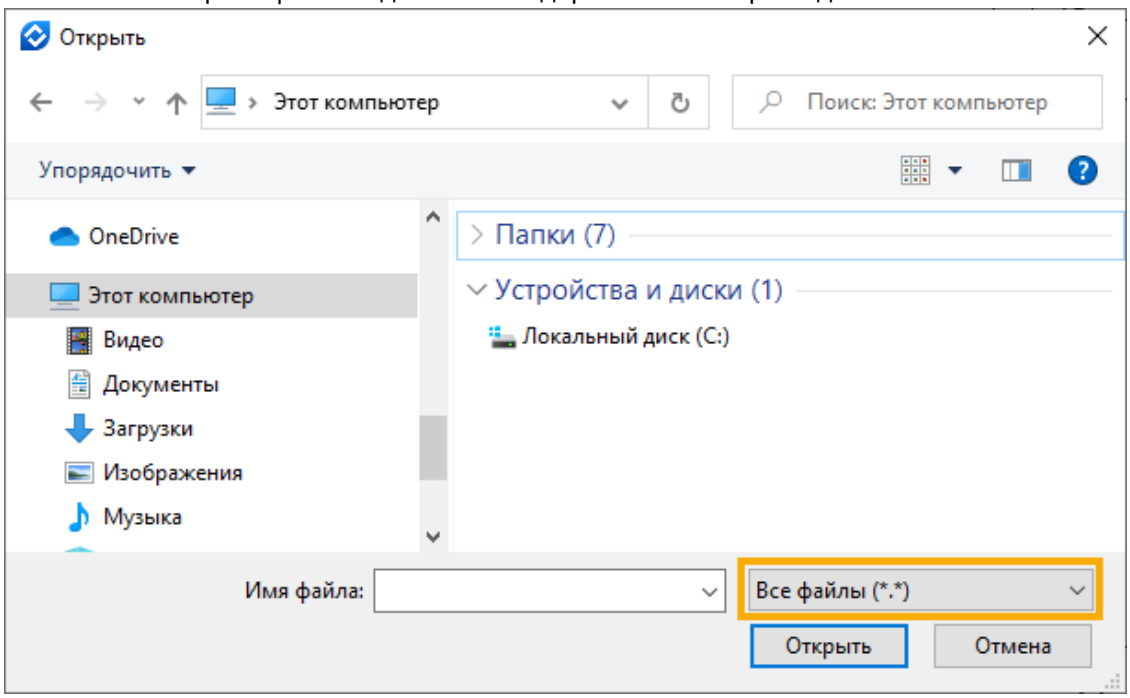
- **Файл** - локальный адрес файла. В правой части поля доступна кнопка **Открыть**, которая содержит выпадающий список:



  В выпадающем списке доступны все файлы, открытые в текущей сессии (кроме тех, которые еще не сохранены на диске), а также две команды:

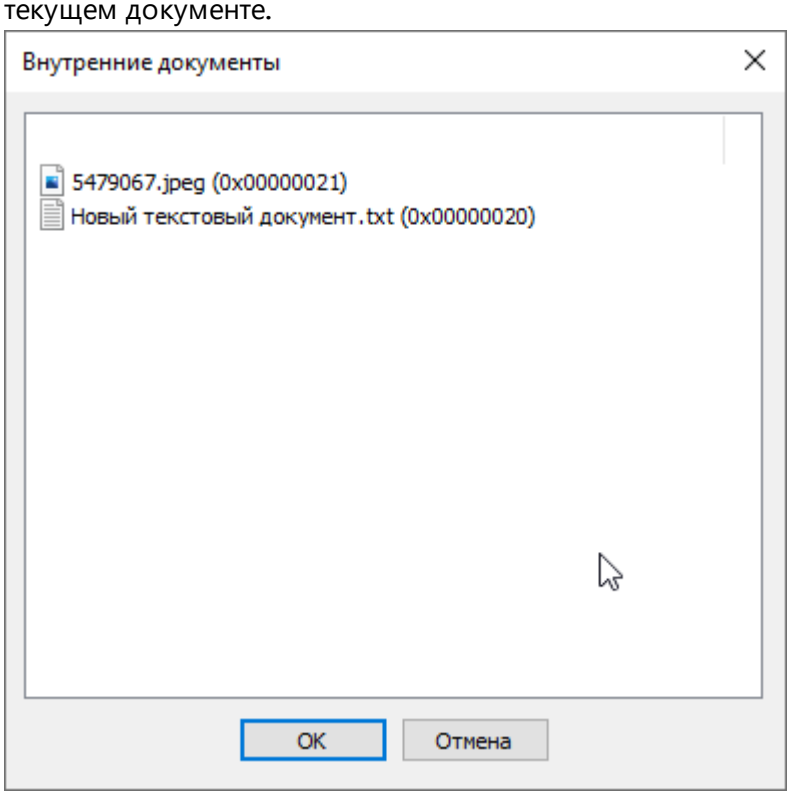
  - **Выбрать**

    Позволяет выбрать файл на диске в стандартном окне проводника Windows.



    По умолчанию при выборе файла отображаются только **Документы T-FLEX CAD (*.grs, *grb)**. Однако, можно создать ссылку на файл любого типа. Для отображения других типов файлов выберите желаемый тип или опцию **Все файлы (*.*)** в выпадающем списке. Работа с окном проводника осуществляется аналогично описанному в разделе Открыть документ.

- **Выбрать вложенный...**
  Позволяет выбрать файл из списка внутренних документов при наличии таковых в текущем документе.



- Текст ссылки

Объекты

Ссылка на любой 2D или 3D элемент или множество элементов.
Текст, содержащий ссылку может располагаться:

- **На чертежном виде, включая 2D проекции**
  Переход по такой ссылке возможен только при активации данного вида.
- **На рабочей плоскости/поверхности**
  Переход по такой ссылке возможен только в режиме черчения на данной РП или со страницы данной РП в 2D окне.
- **На странице чертежа вне чертёжных видов**
  Переход по ссылке возможен только когда ни один из расположенных на той же странице чертежных видов не активен.

Ссылочные элементы могут располагаться:

- **В 3D сцене**
  При выборе первого элемента в 3D сцене выбор последующих элементов возможен только в 3D сцене.
- **На одной рабочей плоскости/поверхности**
  При выборе первого элемента на РП выбор последующих элементов возможен только на этой же РП.
- **На одной странице чертежа вне чертежных видов**
  При выборе первого элемента на странице чертежа вне чертежных видов выбор последующих элементов возможен только на этой же странице вне чертежных видов.
- **На одном чертежном виде, включая 2D проекции**
  При выборе первого элемента на чертёжном виде выбор последующих элементов возможен только на этом же виде.

Если вы создаёте ссылку на странице, на которой находятся несколько чертёжных видов/проекций, и текст со ссылкой **не принадлежит** ни одному из них, то следует иметь в виду, что:

- Выбор первого ссылочного элемента на проекции, находящейся на этой же странице, приведет к невозможности выбора последующих элементов. Для выбора множества элементов в таких случаях следует перед выбором первого элемента переключиться на страницу соответствующей проекции.
- Для выбора отдельных ссылочных элементов на чертёжных видах, не являющихся проекциями, следует перед выбором первого элемента переключиться на страницу соответствующего вида. Если попытаться выбрать элемент на виде, не переключаясь на его страницу, то в качестве ссылочного элемента будет выбран весь вид.

Если вы создаёте ссылку на странице, на которой находятся несколько чертёжных видов/проекций, и текст со ссылкой **принадлежит** одному из них, то следует иметь в виду, что:

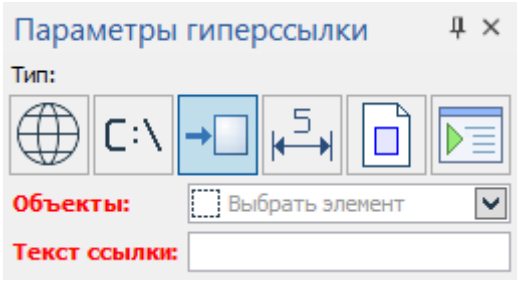
- Создание ссылок на элементы, не принадлежащие ни одной из чертёжных видов/проекций, в этом случае невозможно.
- Для выбора ссылочных элементов на другом чертёжном виде/проекции следует перед выбором первого элемента переключиться на страницу этого вида/проекции. В противном случае элементы других видов/проекций будут недоступны для выбора.

Переход по ссылке центрирует камеру в 2D или 3D окне (в зависимости от того, где расположены ссылочные элементы) таким образом, чтобы все ссылочные объекты находились в пределах видимости.

При этом, если окно вида, соответствующего типу ссылочных элементов не открыто в момент перехода по ссылке, то оно будет автоматически открыто в новом окне текущего документа.

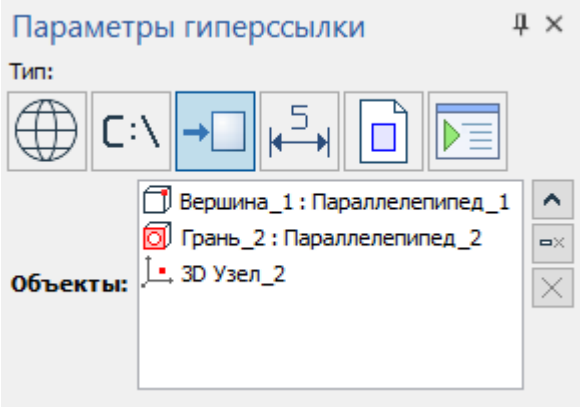
Если ссылочные элементы находятся на другой странице чертежа относительно самой ссылки, то вид будет автоматически переключен на эту страницу.

Если ссылочные элементы находятся на чертёжном виде/проекции, то будет открыта отдельная страница этого вида/проекции, даже если сама ссылка принадлежит тому же виду/проекции.



При создании гиперссылки данного типа доступны два поля ввода:

- **Объекты** - список ссылочных элементов. После активации данного поля можно выбрать желаемые объекты в 2D или 3D окне с помощью . При выборе следует обращать внимание на активные фильтры на панели фильтров. С помощью кнопок, расположенных справа от списка, можно **Развернуть** , **Свернуть** , или **Очистить** список, либо **Удалить** выбранный **элемент из списка** . Элементы в списке можно выбирать с помощью .
- Текст ссылки.

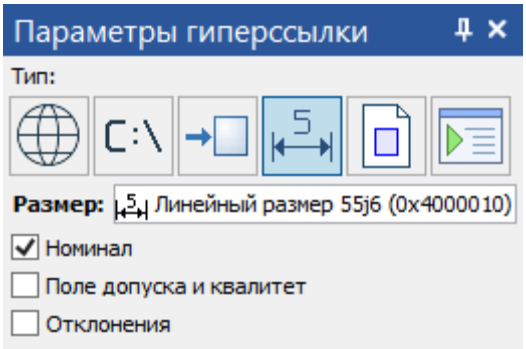


Размер

Ссылка на любой из имеющихся в текущем документе размеров (на чертеже или в 3D сцене). Переход по ссылке центрирует камеру на выбранном размере аналогично ссылке на объект. В отличие от ссылки на объект, в качестве текста ссылки на размер может отображаться его номинал, поле допуска и квалитет, отклонения, либо любая из возможных комбинаций перечисленных параметров.

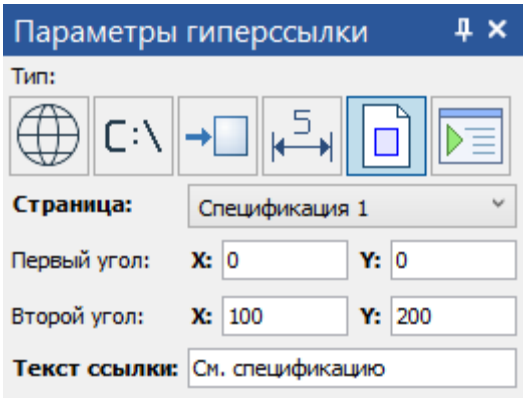
При создании гиперссылки данного типа доступны следующие элементы управления:

- поле ввода **Размер**
  Активация данного поля включает фильтр выбора размеров на панели фильтров, после чего можно выбрать желаемый размер в 2D или 3D окне. Название выбранного размера, его ID и иконка, символизирующая тип размера, отображаются в данном поле. Выбор следующего размера отменяет выбор предыдущего.
- флаги **Номинал, Поле допуска и квалитет, Отклонения**
  Параметры выбранного размера, соответствующие установленным флагам будут отображаться в качестве текста ссылки. В дальнейшем текст ссылки автоматически обновляется при изменении выбранных параметров. Для создания ссылки необходимо установить хотя бы один из флагов.



Страница

Ссылка на страницу текущего документа. Переход по ссылке открывает заданную страницу, располагая камеру таким образом ,чтобы уместить заданную область страницы.

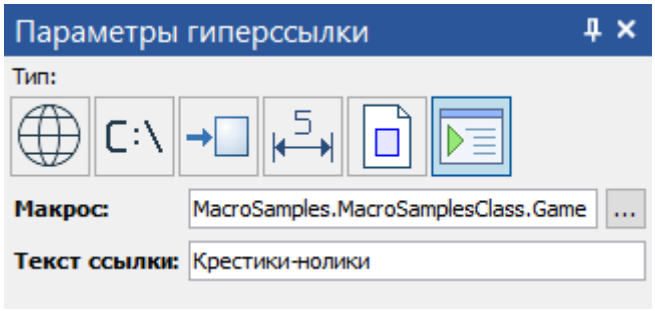


При создании гиперссылки данного типа доступны следующие элементы управления:

- выпадающий список **Страница**
  Служит для выбора ссылочной страницы. В списке доступны все страницы текущего документа, принадлежащие к следующим типам: **Обычная**, **Текст**, **Спецификация.**
- поля ввода координат **X** и **Y Первого** и **Второго углов**
  Первый и второй углы служат для задания области, определяющей положение камеры при переходе по ссылке.
- поле ввода Текст ссылки.

Макрос

Ссылка на любой из макросов, доступных в текущем документе. Переход по ссылке запускает макрос.



При создании гиперссылки данного типа доступны два поля ввода:

- **Макрос**
  Отображает название выбранного макроса. Для выбора макроса необходимо воспользоваться кнопкой **[...]**, расположенной в правой части поля. Данная кнопка вызывает диалог выбора макроса, аналогичный описанному в главе Отладка, компиляция и запуск макросов.
- Текст ссылки

Вставка текста из словаря

Существуют две команды для вставки текста из словаря:

- Вставка из словаря T-FLEX CAD (доступна всегда)
- Вставка из словаря T-FLEX DOCs (доступна только в режиме интеграции)

Вставка текста из словаря T-FLEX CAD

Во время создания чертежей часто требуется добавлять элементы текста, которые повторяются несколько раз или встречаются в нескольких чертежах (например, технические требования). Для такого случая можно составить базу данных, из которой можно вставлять элементы текста. Словарь представляет собой базу данных, записанную в файле формата ***.xml**. В поставку T-FLEX CAD входит файл стандартного словаря с набором технических требований и наименований материалов (**C:**

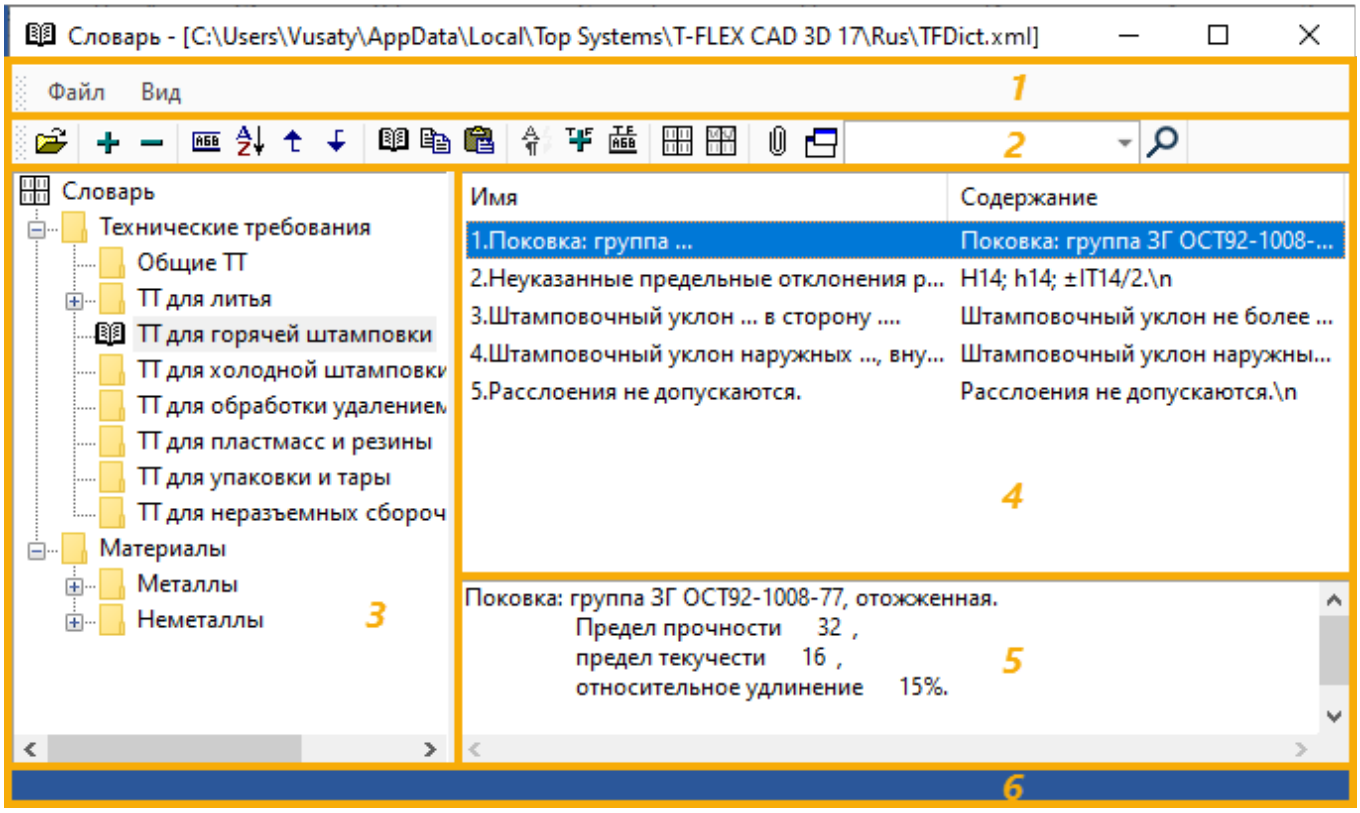
\Users\User\AppData\Local\Top Systems\T-FLEX CAD 3D xx\Rus\TFDict.xml). Пользователь может создавать свои словари или видоизменять стандартный словарь самостоятельно, добавляя или удаляя из него элементы. Чтобы создать новый файл словаря, нужно создать копию файла стандартного словаря, а затем редактировать его по своему усмотрению.

При редактировании содержимого текста в окне 2D или 3D вида вставка текста из словаря T-FLEX CAD осуществляется при помощи следующей команды автоменю:

<F6> Вставка текста из словаря

Также эта команда доступна в контекстном меню содержимого текста: **Словарь <F6>**.
При редактировании содержимого строчного текста в диалоге параметров эта команда доступна в контекстном меню поля ввода.
При редактировании содержимого текста в редакторе эта команда доступна на панели инструментов **Стандартная**, а также в выпадающем меню (**Вставка > Текст из словаря...**).

После вызова команды открывается окно словаря:



1 - Главное меню

2 - Панель инструментов (Главная панель)

3 - Дерево разделов словаря

4 - Список записей выбранного раздела

5 - Панель содержания выбранной записи

6 - Статусная строка

В левой части окна отображается древовидная структура разделов текущего словаря. В верхней правой части окна словаря отображается список записей выбранного раздела в табличной форме. Для каждой записи в списке отображаются **Имя** и **Содержание**. **Содержание** - это тот текст, который непосредственно вставляется на чертёж. **Имя** обычно представляет собой краткую версию содержания и служит для идентификации записей в словаре. В списке записей **Содержание** отображается в строчной форме. Символы перевода строки при этом показаны в виде кода **\n**. В нижней правой части окна словаря отображается **Содержание** выбранной записи в том виде, в каком оно вставляется на чертёж.

Для поиска нужной записи можно воспользоваться строкой поиска, расположенной в правой части панели инструментов. Введите поисковый запрос и нажмите кнопку . Результат зависит от того, какая часть окна активна в момент запуска поиска. Активную часть окна можно определить по цвету подсветки выбранного элемента. Если активно дерево разделов, то поиск осуществляется в дереве по заголовкам. Если активен список записей раздела, то поиск осуществляется по содержанию этих записей. Если активно содержание записи, то поиск не осуществляется. В результате поиска выбирается первый найденный результат в соответствующем окне. Последовательно нажимая кнопку , можно перебирать результаты.

Вставить содержание записи в текст можно следующими способами:

- Нажав на её строке в списке записей.
- Нажав на панели инструментов кнопку **Вставить в T-FLEX**.

В обоих случая при вставленный текст также копируется в буфер обмена. Кроме того, текст записи, выбранной в списке, можно скопировать в буфер, нажав на панели инструментов кнопку **Копировать в буфер** .

Настройка интерфейса окна словаря

По умолчанию после ставки содержания записи в текст окно словаря автоматически закрывается. Если активировать на панели инструментов опцию **Оставлять на экране**, то окно словаря не будет автоматически закрываться. Открытое окно словаря не препятствует работе с другими окнами и командами T-FLEX CAD. Дополнительно можно активировать на панели инструментов опцию, закрепляющую окно словаря **Поверх всех окон.** Команды **Оставлять на экране** и **Поверх всех окон** также доступны в разделе **Вид** главного меню. Там же можно включать/выключать отображение **Статусной строки** и **Панели инструментов**. Кроме того, можно включать выключать отображение **Главного меню** и **Главной панели** (Панели инструментов) в их контекстном меню. Закрыть окно словаря можно с помощью стандартной кнопки в правом верхнем углу окна или с помощью команды **Выход** в разделе **Файл** главного меню.

Редактирование содержания записи

Содержание записи может храниться в виде **форматированного** или **неформатированного** текста**.** Форматированный текст отображается в словаре и вставляется на чертёж с настраиваемыми параметрами шрифта и абзаца. Кроме того, в него можно вставлять различные элементы аналогично тому, как это делается для текста на чертеже. Неформатированный текст вставляется с теми параметрами, которые установлены для текущего положения текстового курсора на чертеже, и отображается в словаре тем же шрифтом, что и элементы интерфейса T-FLEX CAD.

Неформатированный текст можно редактировать непосредственно на панели содержания в окне словаря.

Форматированный текст редактируется в редакторе текста. Чтобы вызвать редактор для выбранной записи, нажмите на панели содержания или используйте кнопку **Редактировать форматированный текст** на панели инструментов.

Неформатированный текст можно преобразовать в форматированный, нажав на панели инструментов кнопку **Создать форматированный текст.**

Форматированный текст можно преобразовать в неформатированный, нажав на панели инструментов кнопку **Удалить форматированный текст.**

Редактирование словаря

Для работы с файлами словарей используйте следующие команды, доступные в разделе **Файл** главного меню:

- **Открыть**
  Открывает другой файл словаря, закрывая текущий. Данная команда также доступна на панели инструментов.
- **Добавить из...**
  Добавляет в текущий словарь содержимое другого словаря.
- **Сохранить как...**
  Сохраняет текущий словарь под другим именем.

- **Закрыть**
  Закрывает текущий словарь, оставляя открытым пустое окно словаря.

Для работы с разделами и записями текущего словаря используйте следующие команды, доступные на панели инструментов:

- **Добавить**
  Добавляет новый раздел на текущий уровень структуры словаря или новую запись в текущий раздел. Результат (добавление раздела или записи) зависит от того, какая часть окна словаря активна на момент вызова команды. Данная команда также доступна в контекстном меню разделов в дереве (**Создать > Папка** - создаёт раздел, **Создать > Текст** - создаёт запись). Кроме того создать запись можно из контекстного меню незаполненной части списка записей (**Создать**).
- **Удалить**
  Удаляет раздел, выделенный в дереве, или запись, выделенную в списке, в зависимости от того, какая часть окна словаря активна на момент вызова команды. Данная команда также доступна в контекстном меню элементов дерева разделов и списка записей.
- **Переименовать**.
- Переименовывает раздел, выделенный в дереве, или запись, выделенную в списке, в зависимости от того, какая часть окна словаря активна на момент вызова команды. Данная команда также доступна в контекстном меню элементов дерева разделов и списка записей.
- **Сортировать**
  Сортирует по имени записи в списке или разделы на текущем уровне дерева. Данная команда также доступна в контекстном меню незаполненной части списка записей. Кроме того, можно отсортировать записи в списке по **Имени** или **Содержанию**, нажав на заголовок столбца в списке.
- **Переместить вверх** и **Переместить вниз**
  Перемещает выбранную запись вверх/вниз по списку или выбранный раздел по текущему уровню дерева. Данные команды также доступны в контекстных меню записей в списке (**Вверх, Вниз**). Кроме того, перемещать записи и разделы можно, перетягивая их мышью при зажатой .
- **Вставить из буфера**.
  Заменяет содержание выбранной записи содержимым буфера обмена, если в буфере находится подходящий тип данных.

Работа с внешними базами данных

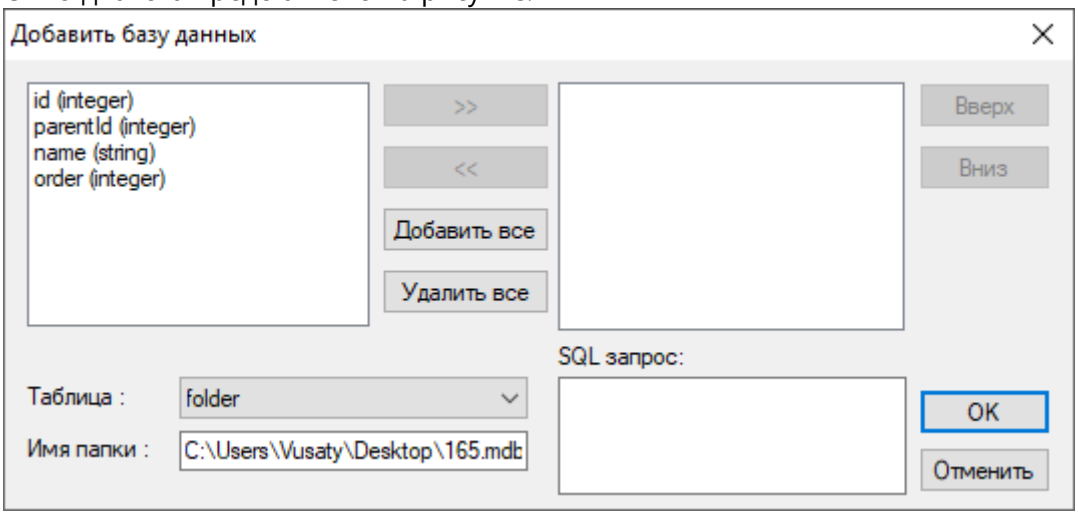
На панели инструментов окна словаря доступны следующие команды:

Добавить базу данных по ссылке

Данная команда также доступна в контекстном меню дерева разделов (**Создать > Базу данных по ссылке**). Позволяет включить в словарь содержимое полей базы данных (***.accdb** или ***.mdb**). После вызова команды на экране появляется окно выбора файлов, при помощи которого вы указываете необходимую базу данных. Следует учесть, что добавление раздела с выбранной базой данных происходит на текущем уровне структуры словаря. После создания раздел базы данных по ссылке можно переименовать (по умолчанию в качестве имени подставляется путь и название файла базы данных) или переместить на другой уровень. В отличие от других папок словаря содержимое базы данных по ссылке нельзя редактировать и преобразовывать в форматированный текст. Следующим шагом будет задание параметров базы данных (при добавлении базы этот диалог появляется автоматически).

Редактировать параметры базы

Окно диалога представлено на рисунке:



Левая часть окна содержит список всех полей выбранной таблицы базы данных (таблица выбирается из выпадающего списка **Таблица**). В правом окне пользователь размещает те поля, которые он хочет использовать в словаре. Чтобы добавить поле укажите его в левом окне и нажмите кнопку >>. Чтобы удалить поле выберите его в правом окне и нажмите кнопку <<. Кнопки **Добавить все, Удалить все** производят эти действия со всеми элементами списка полей. В окне словаря выбранные поля базы данных будут расположены в том порядке, в котором они находятся в правом окне параметров базы. Для изменения положения поля выберите его в правом окне и переместите в списке с помощью кнопок **Вверх, Вниз**. Поле **SQL запрос** позволяет задать условия выбора полей и записей из базы данных.

Вставка специальных символов в текст

При редактировании содержимого текста можно вставить в него символ следующими способами:

- при помощи отдельных команды для вставки некоторых символов;
- из диалога (с поддержкой пользовательских символов);
- из таблицы.

Отдельные команды для вставки некоторых символов

При редактировании содержимого текста в окне 2D или 3D вида в автоменю доступны следующие команды:

∅	**<Alt>+<F2>**	Вставить символ диаметра
°	**<Alt>+<F3>**	Вставить символ градуса
±	**<Alt>+<F4>**	Вставить символ «плюс-минус»
␣		Неразрывный пробел.
—		Неразрывный дефис
↵		Перевод строки
		Разрыв страницы

Кроме того, часть из этих команд доступна в контекстном меню:

Символ ▸ ∅ **Диаметр;**

Символ ▸ ° **Градус;**

Символ ▸ ± **Плюс-минус.**

При редактировании содержимого текста в редакторе, все вышеперечисленные команды доступны на панели инструментов **Стандартная**, а также в разделе **Вставка** выпадающего меню.

Независимо от того, какой шрифт установлен для текущего положения текстового курсора, данные команды вставляют символы с использованием шрифта, установленного для символов в параметрах документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Символы** > **Символы** > **Шрифт**). По умолчанию используется шрифт **T-FLEX Symbol Type A**. При изменении шрифта в параметрах документа шрифт ранее вставленных символов также изменится. На той же вкладке диалога параметров документа можно изменить код символов, вставляемых командами для вставки диаметра, градуса и плюс-минуса. Это может потребоваться при использовании шрифта, у которого код этих символов отличается от кода в шрифте по умолчанию.

Диалог вставки символов

При редактировании содержимого текста в окне 2D или 3D вида в автоменю доступна следующая команда:

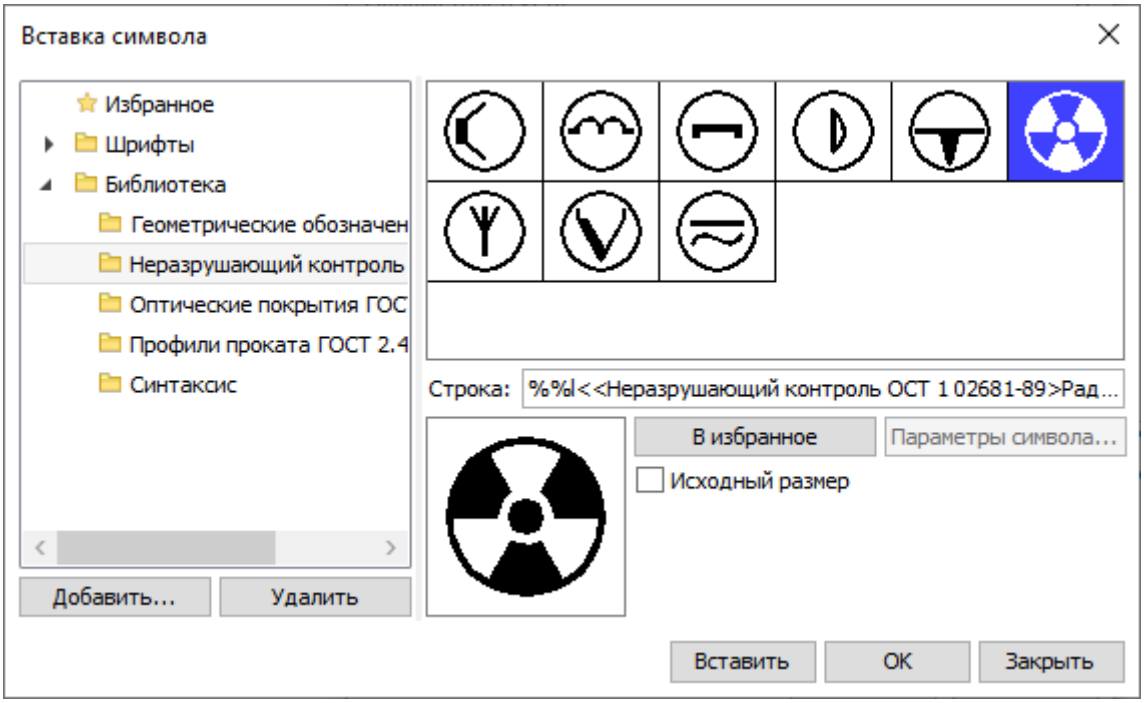
<Alt>+<F9> Вставить специальный символ

Также она доступна в контекстном меню: **Символ** ▸ ⌖ **Специальный...**.

При редактировании текстовых полей в различных командах системы, в том числе при редактировании содержимого строчного текста в диалоге параметров, эта команда доступна в контекстном меню поля ввода (**Вставить символ... <Alt>+<F9>**).

При редактировании содержимого текста в редакторе эта команда доступна на панели инструментов **Стандартная**, а также в выпадающем меню (**Вставка** > **Спецсимвол...**).

После вызова команды открывается диалоговое окно **Вставка символа**:



В левой части диалога отображается структура каталога символов. Верхний уровень каталога содержит следующие разделы:

- **Избранное**
  В этот раздел можно добавлять отдельные символы, как стандартные, так и пользовательские.
- **Шрифты**
  Содержит стандартный набор символов шрифта, установленного для символов в параметрах документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Символы** > **Символы** > **Шрифт**). По умолчанию используется шрифт **T-FLEX Symbol Type A.** При изменении шрифта в параметрах документа шрифт ранее вставленных символов также изменится.
- **Библиотека**
  Содержит библиотеки символов, доступные в текущей конфигурации библиотек, а также папки, добавленные пользователем. Диалог позволяет использовать пользовательские библиотеки символов. Подробная информации о создании и использовании пользовательских символов доступна по ссылке.

Выбор папок в каталоге осуществляется нажатием .
С помощью кнопки, расположенной под каталогом, можно **Добавить...** в него произвольную папку. Для удаления папки выберите её в каталоге и нажмите кнопку **Удалить.**
Справа от каталога отображается список символов, содержащихся в выбранной папке. Символы в списке можно выбирать нажатием .
Под списком отображаются следующие элементы:

- **Строка**
  Код выбранного символа. В текстовых полях интерфейса CAD текст отображается в неформатированном виде, и вместо символа отображается данный код. В 2D и 3D окнах, а также в редакторе текста, текст отображается в форматированном виде, и код символа заменяется на соответствующее ему изображение. Содержимое многострочного текста, параграф-текста и таблицы вводится в форматированном виде непосредственно в 2D или 3D окне, либо в редакторе, тогда как ввод содержимого строчного текста происходит в неформатированном виде в диалоге параметров.
  Для символов, принадлежащих шрифту, используются простые числовые коды вида:
  %%-123
  где **%%** – префикс;
  "-" – знак игнорирования наклона шрифта (см. ниже);
  123 – номер символа.
  Для библиотечных символов код имеет следующий вид:
  %%l<<Путь>Файл|Страница;$A="XXX";B="0">
  где: **%%** – префикс;
  l – размер символа (**%%l** - относительный, **%%L** – исходный (см. ниже));
  <Путь> – имя библиотеки (если символ принадлежит подключенной библиотеке символов) или путь к файлу символа (если символ принадлежит папке, добавленной в каталог напрямую с помощью кнопки **Добавить**);
  Файл – имя файла символа
  Страница – имя страницы символа (указывается только при наличии более одной страницы типа **Обычная** в файле символа);
  $A="XXX";B="0"** – имена внешних переменных (**$A и **B)** и значения этих переменных (**XXX** и **0**); указываются только если были заданы значения, отличные от сохранённых в файле символа.
- **Изображение выбранного символа**

- **В избранное**
  Добавляет выбранный символ в раздел каталога **Избранное**. Удаление символа из избранного осуществляется двойным нажатием .
- **Параметры символа...**
  Открывает диалог внешних переменных выбранного символа.
- **Исходный размер**
  По умолчанию флаг снят, и символы вставляются в относительном размере, определяемом размером шрифта целевого текста. При установленном флаге символы вставляются в том размере, в котором они созданы в библиотечном файле, с учетом значений, указанных в диалоге внешних переменных. Кроме того, после вставки символа можно изменить его масштаб, цвет и вертикальное смещение с помощью команды **Размер и положение**, доступной в контекстном меню символа в форматированном тексте.
- **Игнорировать наклон шрифта**
  Для символов из стандартного набора данный флаг отображается вместо флага **Исходный размер**. По умолчанию флаг установлен, и символ вставляется без курсивного наклона, независимо от параметров шрифта целевого текста.

В нижней части диалога вставки символов отображаются следующие кнопки:

- **Вставить**
  Вставляет в текст символ, выбранный в списке. Диалог остаётся открытым.
- **OK**
  Вставляет в текст символ, выбранный в списке, и закрывает диалог.
- **Закрыть**
  Закрывает диалог, не вставляя символ.

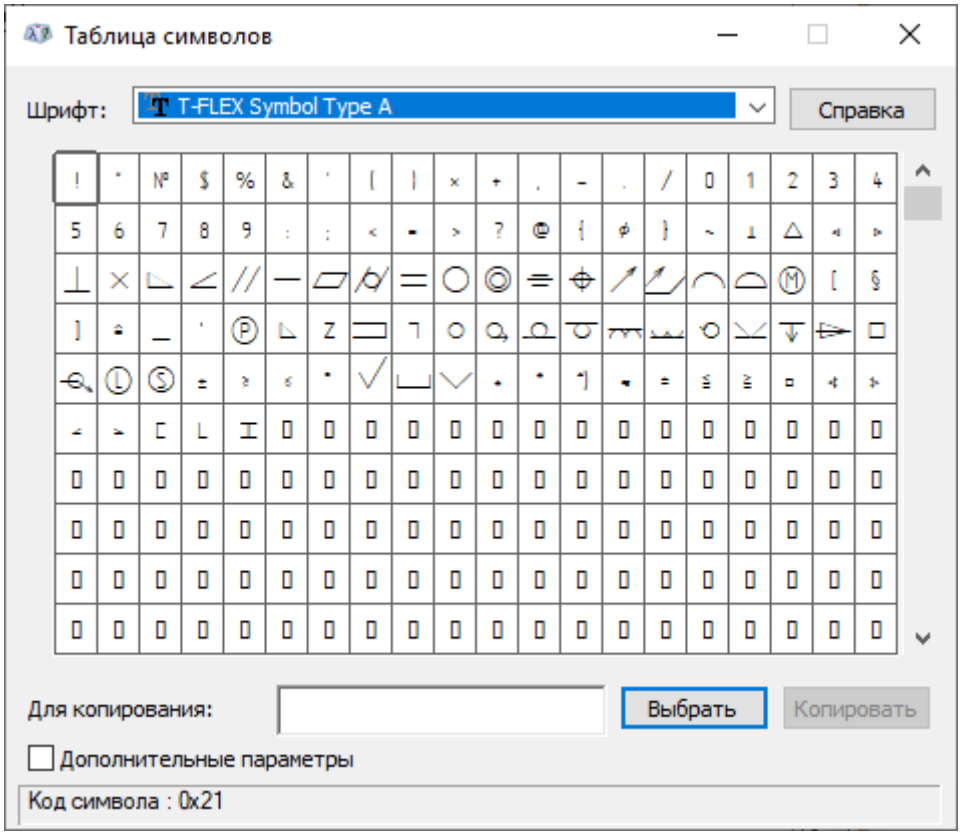
Непараметрические символы (т.е. не имеющие внешних переменных) также можно вставлять двойным нажатием на них в списке. Для параметрических символов двойным нажатием вызывается диалог внешних переменных.

Таблица символов

При редактировании содержимого текста в окне 2D или 3D вида в автоменю доступна следующая команда:

<Alt>+<F5> Таблица символов

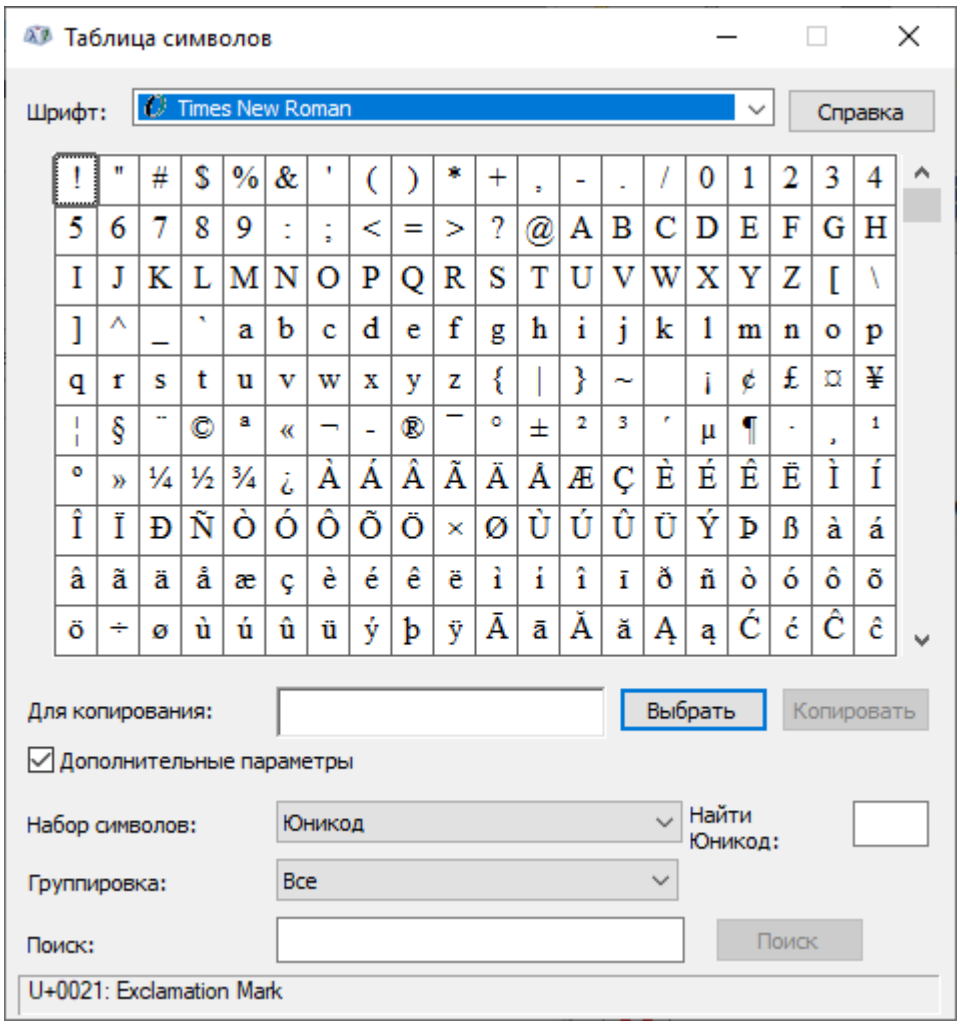
Также она доступна в контекстном меню: **Символ** **Другой...**
При редактировании содержимого текста в редакторе эта команда доступна на панели инструментов **Стандартная**, а также в выпадающем меню (**Вставка** > **Другой...**).
После вызова команды открывается окно **Таблица символов**:



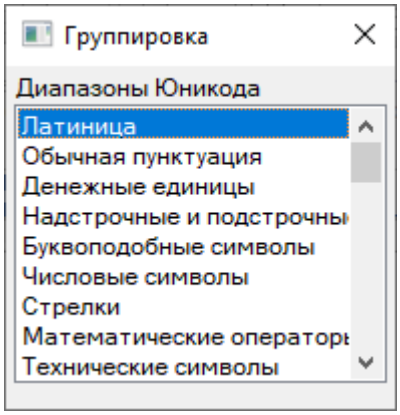
В выпадающем списке **Шрифт** выберите имя шрифта. В таблице будут показаны все символы данного шрифта. Используйте полосу прокрутки для перемещения по таблице.

Укажите на символ в таблице и нажмите кнопку **Выбрать.** Указанный символ появится в поле **Для копирования,** а в самой нижней строке окна отобразится **Код символа** и его название (если в шрифте прописаны названия). Таким образом вы можете выбрать необходимое количество символов, после чего нажмите кнопку **Копировать** (все символы, находящиеся в поле **Для копирования** будут записаны в буфер обмена). После этого окно таблицы можно закрыть или же оставить открытым. Открытое окно таблицы символов не препятствует работе с другими окнами и командами T-FLEX CAD. Далее в 2D окне или редакторе текста укажите курсором позицию в тексте, куда вы хотите поместить содержимое буфера обмена, и при помощи команды **Вставить** (**<Ctrl>+<V>**) вставьте выбранные символы в текст.

При установке флага **Дополнительные параметры** в нижней части окна **Таблицы символов** появляются следующие элементы управления :



- Выпадающий список, в котором можно выбрать **Набор символов**, отображаемых в таблице.
- Поле **Найти Юникод**, позволяющее осуществлять поиск символа по его коду. Установите курсор в данное поле, нажмите , введите код с клавиатуры и нажмите **<Enter>**. Соответствующий символ станет первым в таблице, а все предшествующие ему символы будут недоступны. Для возврата к нормальному виду таблицы введите код 0 и нажмите **<Enter>**.
- Выпадающий список **Группировка**. Выберите принцип группировки. Рядом с окном таблицы появится окно **Группировка** со списком доступных групп. В окне таблицы будут отображаться только символы выбранной группы.



- Поле **Поиск**. Позволяет искать символы по названию (если в выбранном шрифте прописаны названия). Введите поисковый запрос и нажмите кнопку **Поиск**, расположенную справа от данного поля. В таблице будут показаны результаты поиска.

Основные темы в этом разделе:

- Пользовательские символы
- Пример создания непараметрического символа
- Пример создания параметрического символа

Пользовательские символы

Создание пользовательских символов

В качестве пользовательского символа можно использовать любое изображение (в том числе параметрическое), выполненное штатными инструментами черчения T-FLEX CAD. Возможны следующие способы хранения символов:

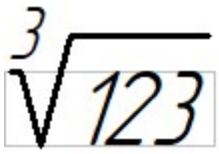
- каждый символ в отдельном .grb-файле;
- каждый символ на отдельной странице общего .grb-файла.

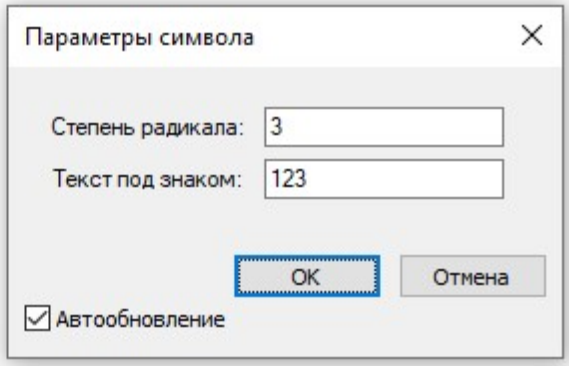
Диалог параметров символа выполняется на отдельной странице типа **Диалог** в произвольной форме с помощью имеющихся в T-FLEX CAD инструментов создания элементов управления. Такой диалог можно будет потом вызвать из диалога вставки символов с помощью кнопки **Параметры символа...** и изменить значения переменных вставляемого экземпляра. При использовании диалогов внешних переменных рекомендуется хранить каждый символ в отдельном файле, для удобства работы с переменными.

Пользовательские символы предназначены для вставки в строчный текст, а также в текстовые поля различных элементов оформления (например, размеров и надписей).

В таких случаях относительная высота символа в тексте, определяется путём масштабирования символа так, чтобы высота страницы в файле символа совпала с высотой шрифта целевого текста. Ширина символа определяется шириной страницы в файле символа с учётом вышеуказанного масштабирования. Поэтому, для корректного изменения размера символа при изменении размера шрифта целевого текста необходимо синхронизировать габариты изображения символа с размерами его страницы. Это можно сделать следующими способами:

- вручную откорректировать размеры страницы с помощью команд **Размеры страницы** или **Параметры документа**;
- задать параметрическую связь с помощью специальных функций **setv(,), getv(,)** и служебных параметров **XL, XH, YL, YH**.





Возможна также вставка символов в многострочный текст, параграф-текст и таблицы, однако, в таких случаях положение символа может не совпадать со шрифтом текста.

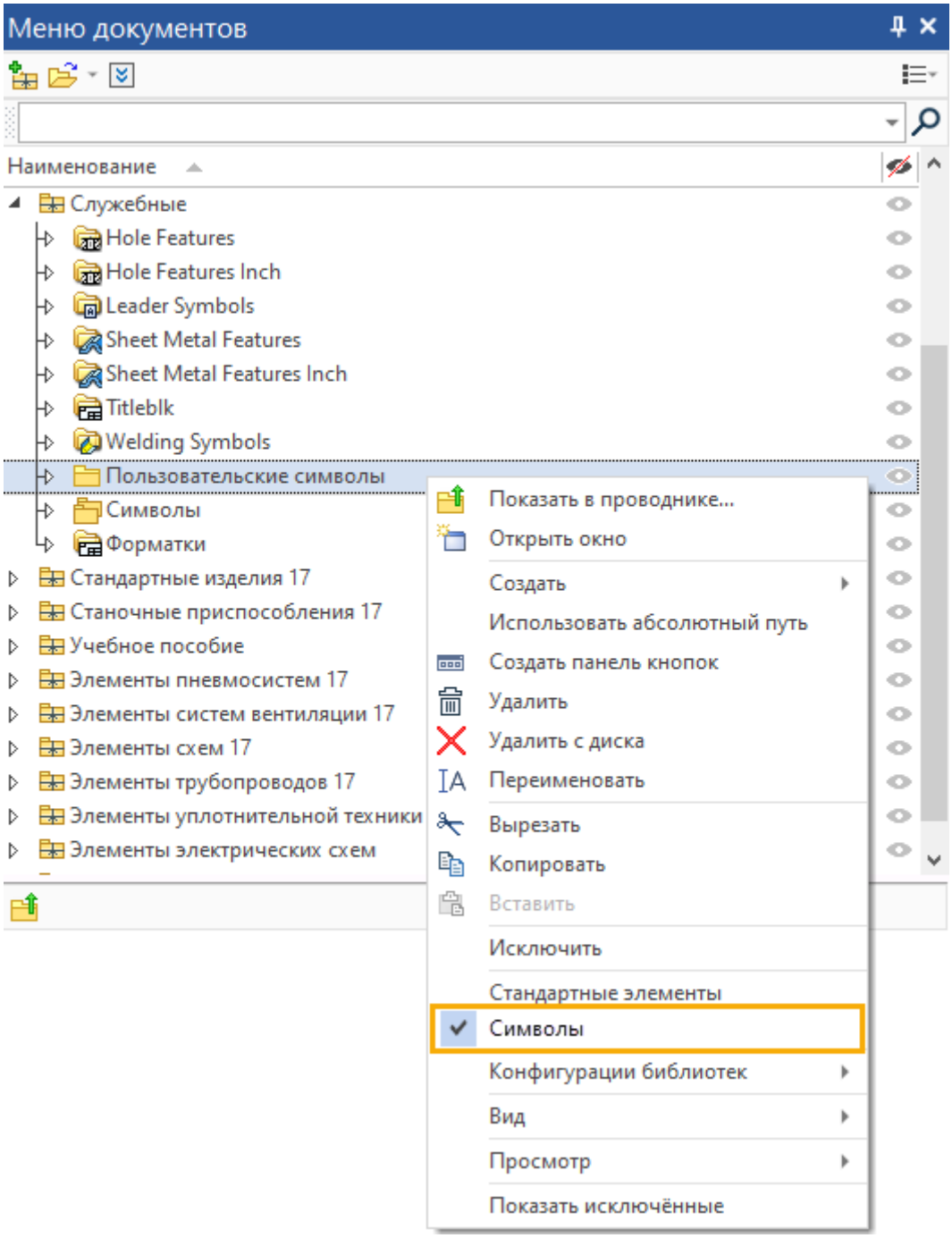
Использование пользовательских символов

Вставка пользовательских символов в текст осуществляется через общий диалог вставки символов. Чтобы созданные символы появились в этом диалоге, необходимо сохранить их файлы в общую папку, а затем подключить эту папку в качестве библиотеки или вручную добавить в каталог символов.

Подключение библиотеки пользовательских символов

Создайте пользовательскую библиотеку стандартными средствами T-FLEX CAD на основе папки с ранее созданными .grb-файлами символов.

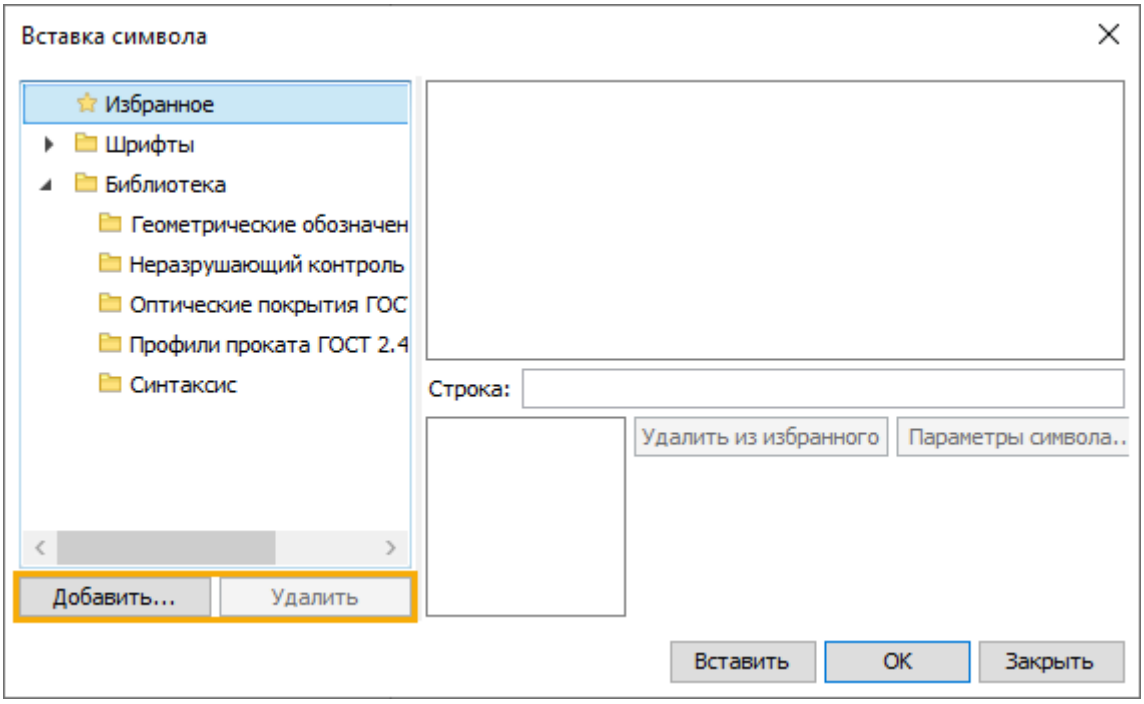
Далее необходимо добавить созданную библиотеку в конфигурацию **Служебные** и в контекстном меню данной библиотеки присвоить ей атрибут **Символы.**



После этого папка библиотеки появится в [каталоге символов](#).

Добавление произвольной папки в каталог символов

Чтобы вручную добавить любую локальную папку в [каталог символов](#), не подключая её в качестве библиотеки, вызовите этот диалог, нажмите кнопку **Добавить...** и укажите путь к желаемой папке в стандартном окне выбора файлов текущей операционной системы.



Для удаления папки выберите её, нажав на ней в каталоге, и нажмите кнопку **Удалить.**

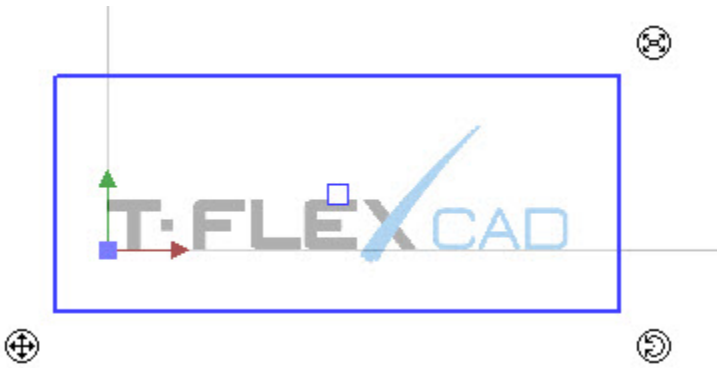
См. также:

- Пример создания непараметрического символа
- Пример создания параметрического символа
- Вставка специальных символов в текст

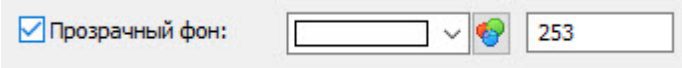
Пример создания непараметрического символа

Откроем новый чертёж и вставим в него картинку с логотипом T-FLEX CAD в формате **.jpg**, расположив её так, чтобы начало координат страницы находилось в левом нижнем углу логотипа.

Под левым нижним углом логотипа подразумеваем пересечение линии, проходящей по нижнему краю основного шрифта, с линией, проходящей по левому краю первой буквы. За основной шрифт принимаем тот, которым выполнена надпись T-FLEX. Т.к. буква X имеет стилизованный вид, её нижняя часть выступает за нижний край основного шрифта и не учитывается при позиционировании картинки.



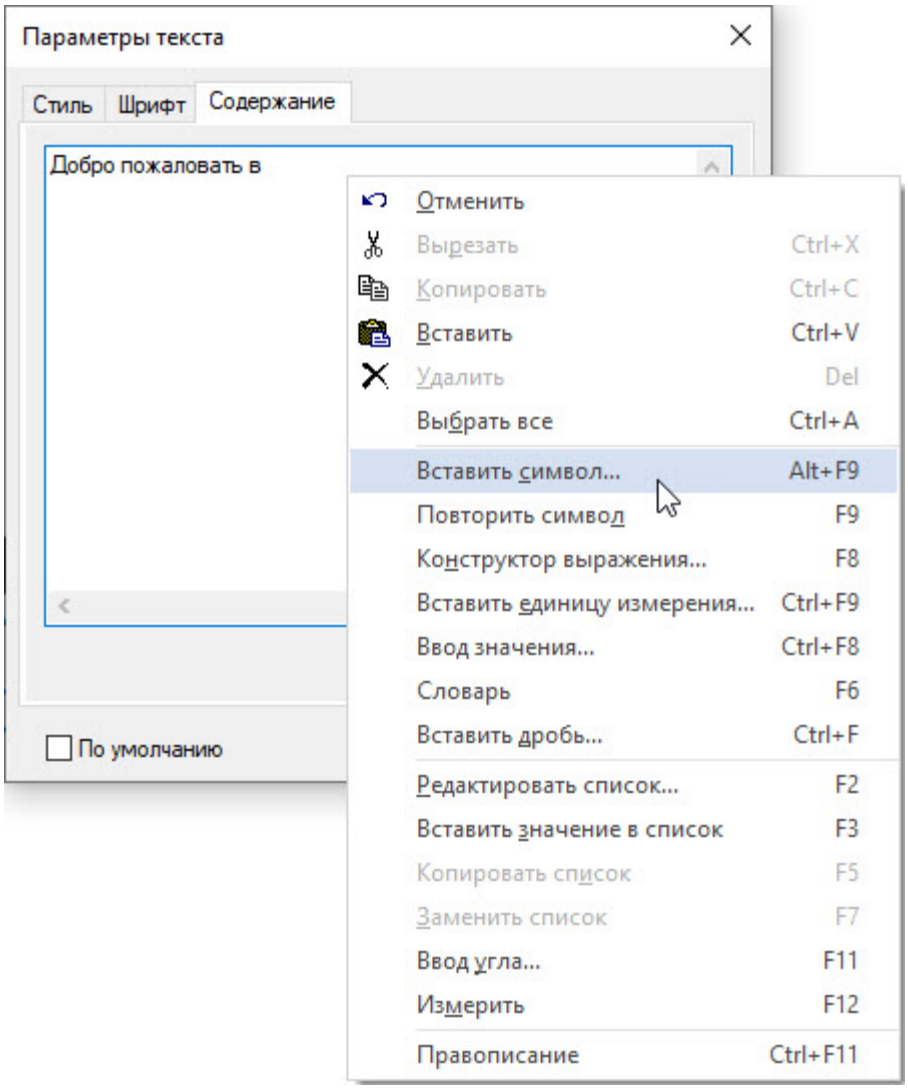
В параметрах картинки установим белый цвет в качестве прозрачного фона.



Далее с помощью команды **Размеры страницы** сделаем так, чтобы правая и верхняя границы страницы проходили через правый верхний угол логотипа.

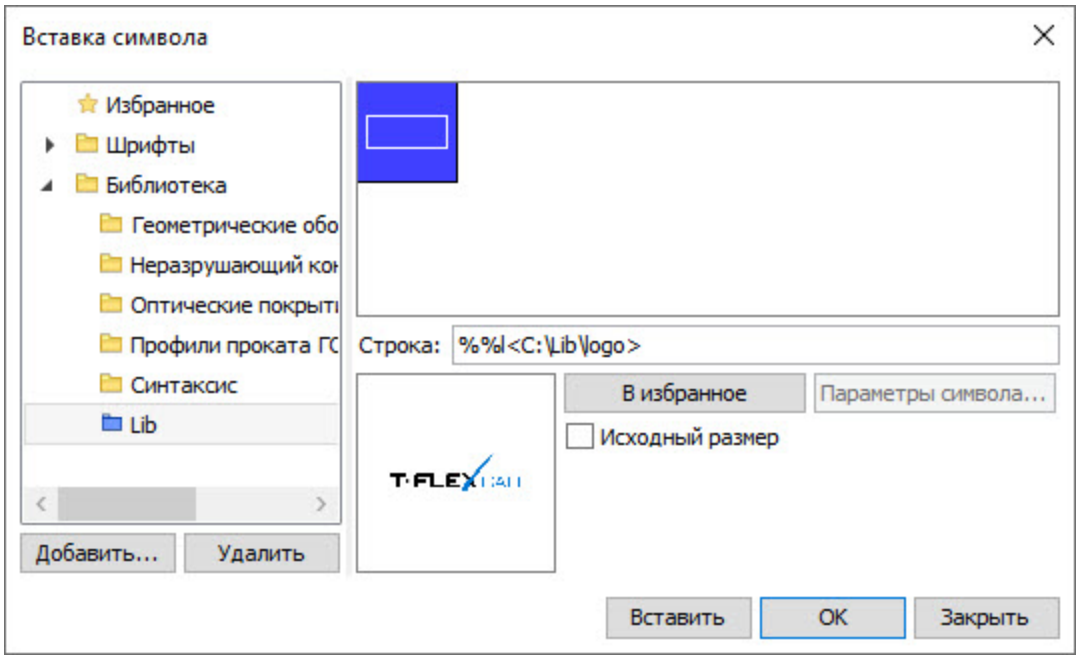
Под правым верхним углом логотипа подразумеваем пересечение линии, проходящей по верхнему краю основного шрифта, с линией, проходящей по правому краю последней буквы. Т.к. буква X имеет стилизованный вид, и её верхняя часть выступает за верхний край основного шрифта, а аббревиатура CAD выполнена меньшим шрифтом, чем основной, эти элементы не учитываются при позиционировании верхней границы.

Сохраним чертёж логотипа под именем **logo.grb** в отдельную папку. Далее откроем новый чертёж и создадим там строчный текст. В качестве содержимого текста введём строку "**Добро пожаловать в** ", после чего вызовем диалог вставки символов.



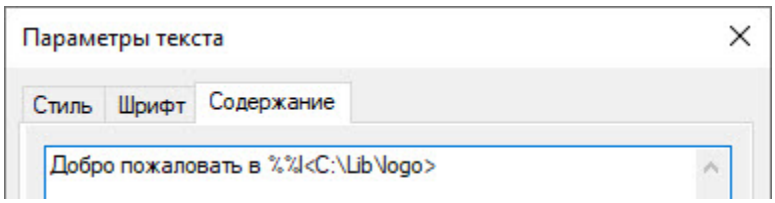
В диалоге жмём кнопку **Добавить...** В появившемся окне выбора файлов текущей операционной системы выбираем папку, в которую был сохранён чертёж логотипа. Папка появится в каталоге в левой части диалога вставки символов.

Выбираем её нажатием , затем в правой части диалога выбираем символ логотипа и жмём **OK.** Логотип будет вставлен в текст, а диалог вставки символов закроется.



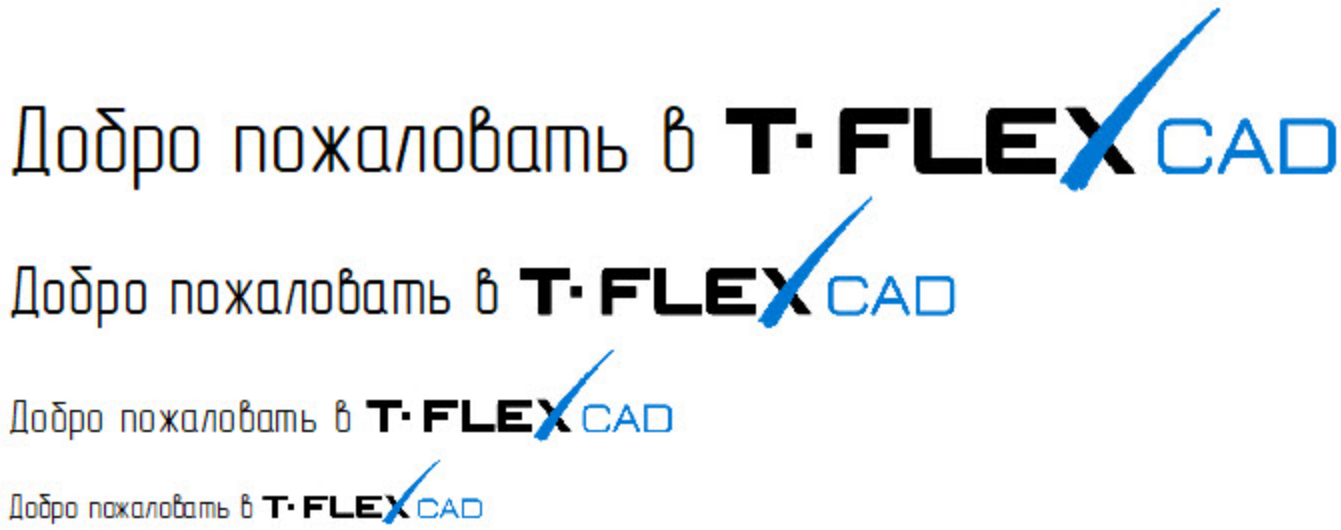
При использовании картинки содержимое символа отображается только в области предварительного просмотра, тогда как в списке символов изображена пустая иконка. При использовании символа на основе линий изображения содержимое будет отображаться и там и там, независимо от того, созданы ли для файла символа иконка и изображение для предварительного просмотра.

В поле содержимого текста отображается код символа, содержащий путь к его файлу. Жмём **OK** для завершения создания текста.



На чертеже видно, что благодаря связи размера страницы символа с его геометрией, при вставке в текст размер основного шрифта логотипа совпадает с размером шрифта текста.

Если изменить размер шрифта текста, размер логотипа изменится соответственно.



См. также:

- Пользовательские символы
- Пример создания параметрического символа
- Вставка специальных символов в текст

Пример создания параметрического символа

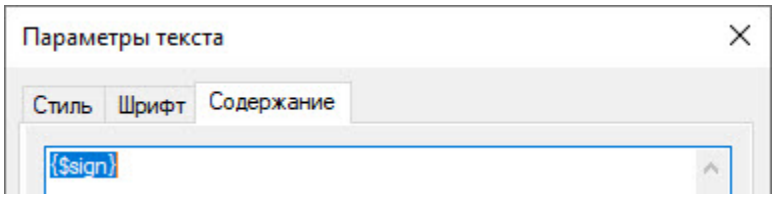
Ряд шрифтов, используемых в T-FLEX CAD содержит символ интеграла. Однако, для задания пределов интегрирования при его использовании придётся создавать отдельные текстовые объекты и позиционировать их относительно символа. В данном примере мы создадим символ интеграла с возможностью задания пределов в диалоге параметров символа. Также добавим возможность выбора количества символов для обозначения кратных интегралов.

Откроем новый чертёж и создадим в нём две переменные. **Внешняя** вещественная переменная **mult** будет определять кратность интеграла, принимая целые значения от 1 до 4. Переключатель значений будет добавлен позже, пока же присвоим ей значение **1**. Текстовая переменная **$sign** будет содержать нужное количество символов интеграла в зависимости от значения переменной **mult**. Для этого в выражении переменной **$sign** используем функцию **switch(„)**. Первым аргументом функции задаём имя переменной **mult**, далее попарно прописываем каждое из возможных значений переменной **mult** (**1, 2, 3, 4**) и соответствующие им значения переменной **$sign** ("∫", "∫∫", "∫∫∫", "∫∫∫∫"). Символ интеграла для вставки в выражение можно скопировать из текста справки.

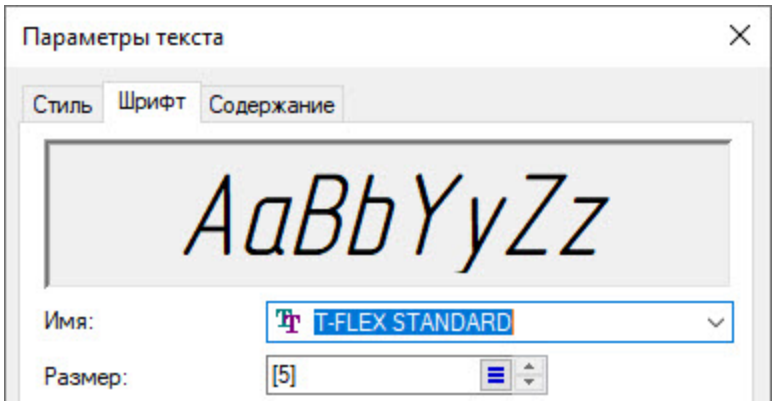
Переменные

?	Имя	Выражение	Значение
	$sign	switch(mult,1,"∫",2,"∫∫",3,"∫∫∫",4,"∫∫∫∫")	∫
	mult	1	1

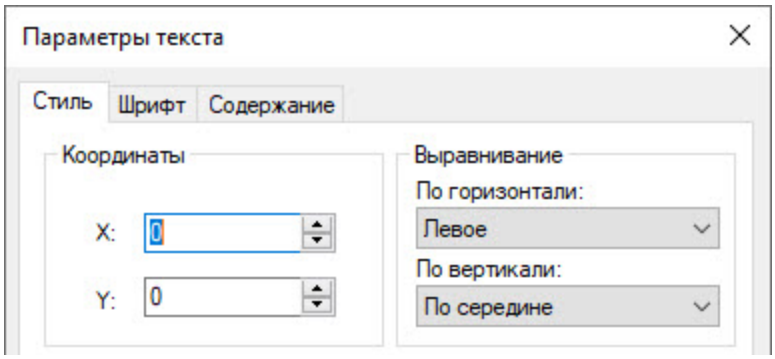
Далее вызываем команду **Текст**, выбираем опцию создания строчного текста, указываем начало координат страницы в качестве точки привязки и жмём . Появится диалог параметров текста. В поле ввода на вкладке **Содержание** введем **{$sign}**, чтобы в тексте отображалось значение переменной **$sign**.



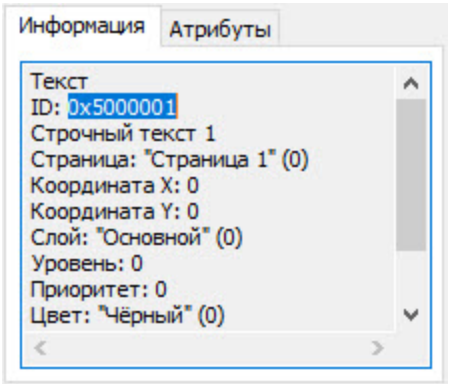
Шрифт, используемый для текстов по умолчанию, не содержит символа интеграла, поэтому на вкладке **Шрифт** того же диалога выберем другой шрифт - **T-FLEX STANDARD**.



Далее перейдём на вкладку **Стиль** и приравняем к **нулю** координаты точки привязки **X** и **Y**, а также выберем опцию **По основанию** для выравнивания по вертикали. Жмём **ОК** для завершения создания текста.



Далее нам понадобится идентификатор созданного текста. Вызываем из контекстного меню текста команду **Информация** и копируем идентификатор в буфер обмена.



Создаём вещественную переменную **x** и приравниваем её значение к ширине текста с помощью функции **get(,).** Для этого в качестве первого аргумента функции используем идентификатор текста, а в качестве второго имя соответствующего размера (**WIDTH** - Ширина).

Переменные

?	Имя	Выражение	Значение
	x	get("0x5000001", "WIDTH")	3.589746

Чтобы размеры символа при вставке его в текст были пропорциональны размеру шрифта целевого текста, свяжем размеры страницы с размерами символа. Левая граница страницы уже совпадает с левым краем текста, а нижняя граница страницы - с линией основания шрифта текста (сам символ немного выступает вниз за линию основания и вверх за линию вершин). Остается совместить правую границу страницу с правым краем текста, а верхнюю границу страницы - с линией вершин шрифта текста. Для этого создаём переменные **top** и **right,** и в выражениях этих переменных задаём координаты границ страницы с помощью функции **setv(,)**. В качестве первого аргумента функции используем имя соответствующего служебного параметра (**XH** - координата **X** правой границы страницы, **YH** - координата **Y** верхней границы страницы) в сочетании с именем страницы, для которой этот параметр задаётся (в нашем случае осталось имя страницы по умолчанию - **Страница 1**). А в качестве второго аргумента функции для правой границы указываем имя переменной **x**, а для верхней границы - число **5** (т.к. символ имеет размер шрифта по умолчанию, равный 5).

Переменные

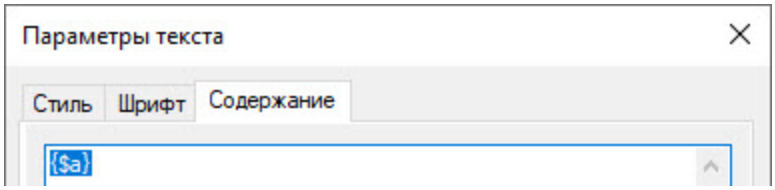
?	Имя	Выражение	Значение
?	right	setv("XH_Страница 1", x)	3.589746
?	top	setv("YH_Страница 1", 5)	5

Перейдём к заданию пределов интегрирования. Создадим две **внешние** текстовые переменные **$a** (нижний предел) и **$b** (верхний предел). Пока установим для них значения **"a"** и **"b"** (поля ввода значений в диалоге внешних переменных будут созданы позже).

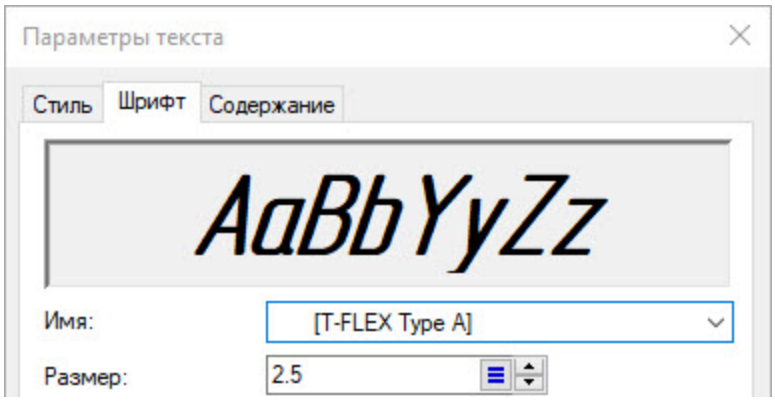
Переменные

?	Имя	Выражение	Значение
	$a	"a"	a
	$b	"b"	b

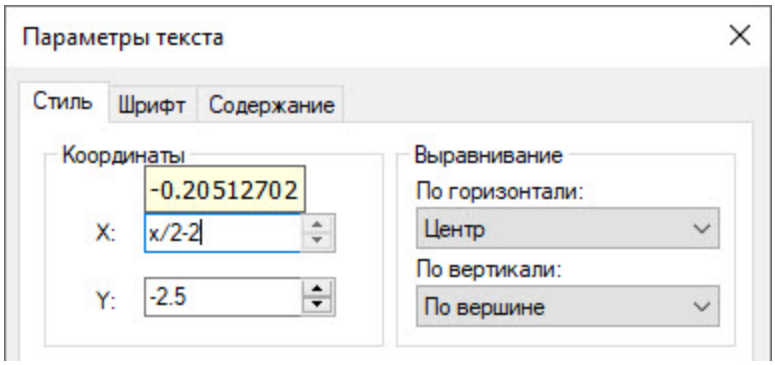
Создадим новый строчный текст, обозначающий нижний предел интегрирования. В его диалоге параметров на вкладке **Содержание** вводим **{$a}** (таким образом, в тексте будет отображаться значение переменной **$a**).



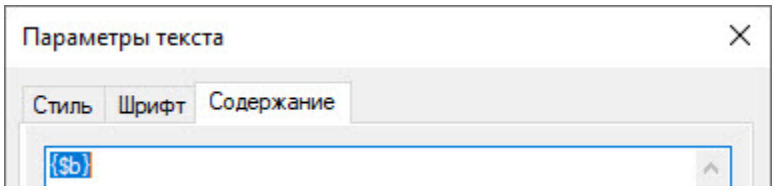
Далее перейдём на вкладку **Шрифт** того же диалога и зададим размер шрифта **2.5**.



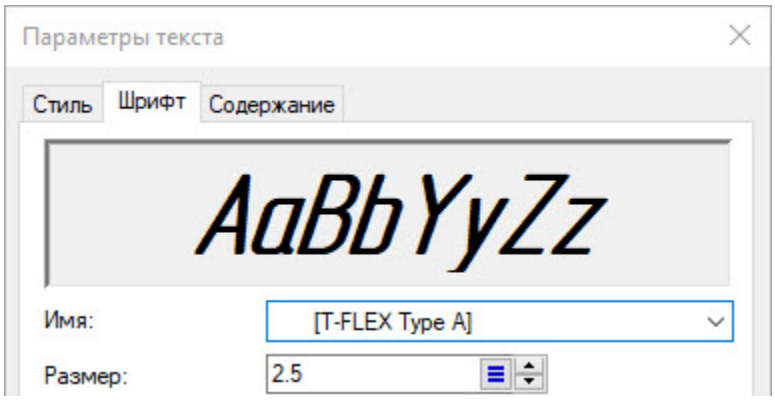
Наконец, на вкладке **Стиль** выберем опцию **Центр** для выравнивания по горизонтали и зададим координату **X** выражением **x/2-2**, чтобы при любом количестве символов нижний предел интегрирования располагался на 2 мм левее их центра. Выравнивание по вертикали и координату **Y** можно задать произвольно, по своему усмотрению расположив текст под символом интеграла, или воспользоваться параметрами, заданными на рисунке ниже.



Жмём **OK** для завершения создания текста, после чего создаём еще один строчный текст, обозначающий верхний предел интегрирования. В его диалоге параметров на вкладке **Содержание** вводим **{$b}**.

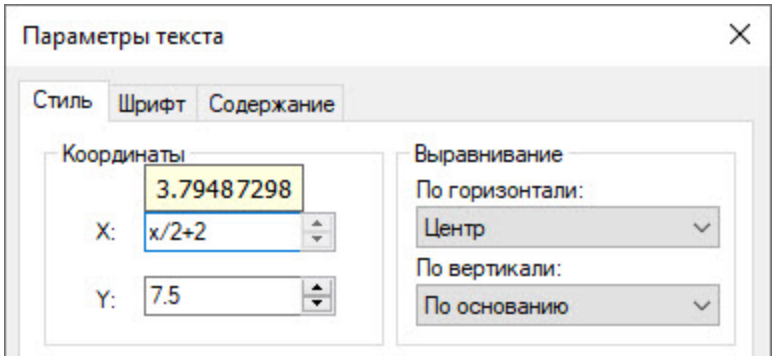


На вкладке **Шрифт** также задаём размер шрифта **2.5**.

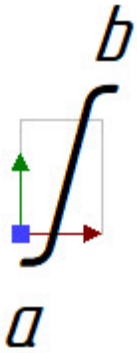


На вкладке **Стиль** выберем опцию **Центр** для выравнивания по горизонтали и зададим координату **X** выражением **x/2+2**, чтобы при любом количестве символов верхний предел интегрирования располагался на 2 мм правее их центра. Выравнивание по вертикали и координату **Y** можно задать

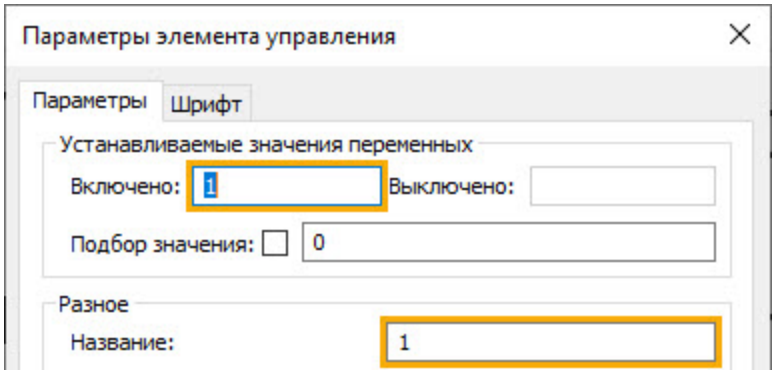
произвольно, по своему усмотрению расположив текст над символом интеграла, или воспользоваться параметрами, заданными на рисунке ниже.



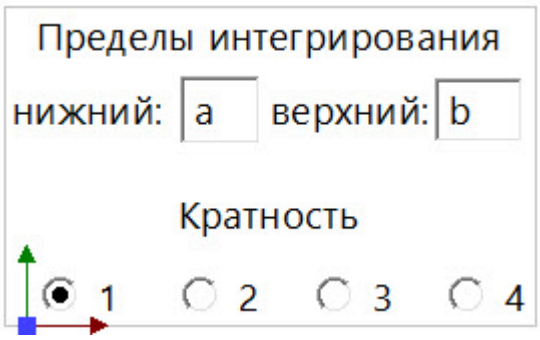
Жмём **OK** для завершения создания текста. В результате чертеж имеет следующий вид:



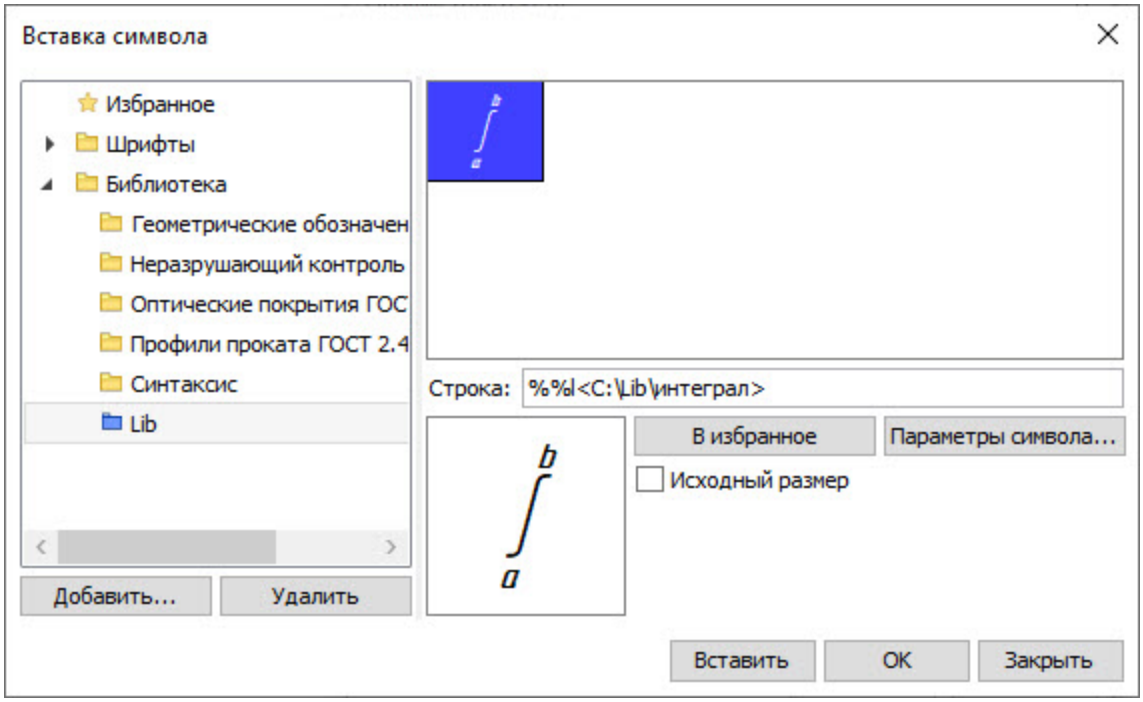
С помощью команды **Страницы** добавляем новую страницу типа **Диалог**. С помощью команды **Элемент управления** добавляем на эту страницу два элемента типа **Редактор** для переменных **$a** и **$b,** и четыре элемента типа **Переключатель** для переменной **mult**. В параметрах переключателей устанавливаем значения переменной **1, 2, 3 и 4** и такие же названия.



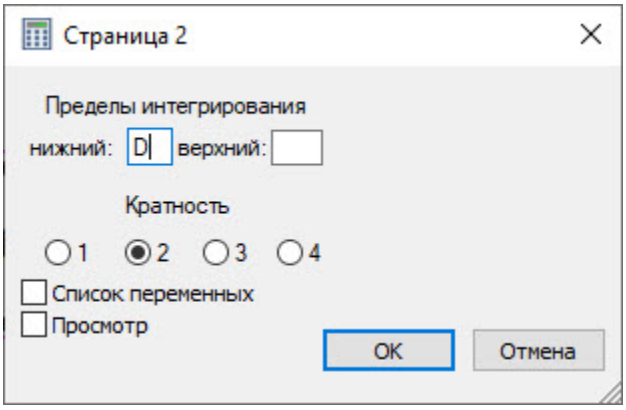
Размеры и расположение элементов управления на странице, а также подписи к ним, задаём произвольно по своему усмотрению. В итоге получаем страницу диалога примерно следующего вида:



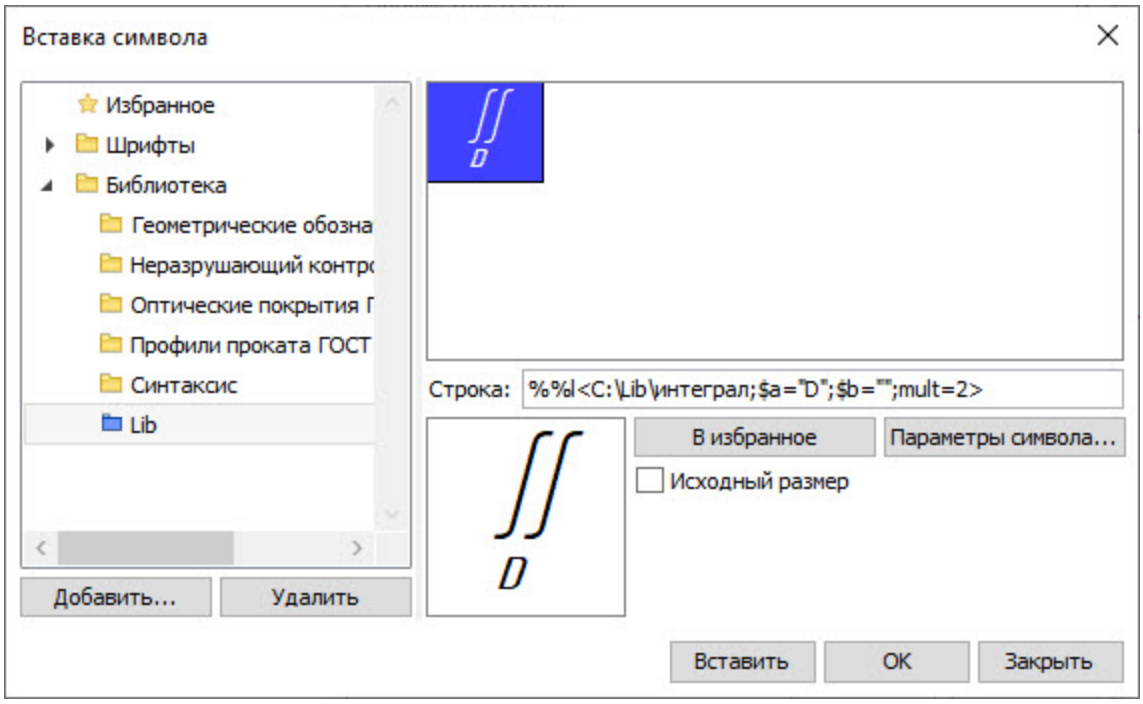
Сохраняем чертёж интеграла под именем **интеграл.grb** в отдельную папку. Далее открываем новый чертёж, создаём в нём **строчный текст** и при вводе содержимого текста вызываем диалог вставки символов (**<Alt>+<F9>**). В диалоге жмём кнопку **Добавить.** В появившемся окне выбора файлов текущей операционной системы выбираем папку, в которую был сохранён чертёж интеграла. Папка появится в каталоге в левой части диалога. Выбираем её нажатием , затем в правой части диалога выбираем символ интеграла



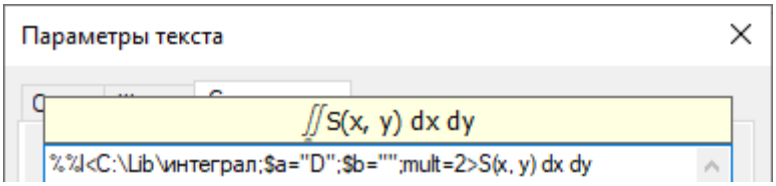
Жмем кнопку **Параметры символа**, чтобы вызвать диалог внешних переменных. В диалоге внешних переменных указываем желаемые пределы интегрирования и количество символов. Жмём **OK**.



В диалоге вставки символов предварительное изображение интеграла и код символа в поле **Строка** меняются в соответствии со введёнными параметрами.



Жмём **OK** для вставки символа в текст. В поле ввода содержимого текста появляется код символа. При установке текстового курсора в это поле выше появляется предварительное изображение итогового текста с учётом форматирования. После символа добавляем произвольную строку и жмём **OK** для завершения создания строчного текста.



Получаем текст следующего вида:

$$\iint_D S(x,\ y)\ dx\ dy$$

Если изменить размер шрифта текста, размер символа изменится соответственно:

$$\iint_D S(x,\ y)\ dx\ dy$$

$$\iint_D S(x,\ y)\ dx\ dy$$

$$\iint_D S(x,\ y)\ dx\ dy$$

См. также:

- Пользовательские символы
- Пример создания непараметрического символа

- Вставка специальных символов в текст

Вставка переменных и выражений в текст

В текст можно вставить выражение. Выражение может состоять из одной переменной, либо использовать несколько переменных и/или констант в различных математических функциях. В результате, вне режима редактирования содержимого текста будет всегда отображаться значение выражения. В режиме редактирования содержимого текста (кроме строчного) можно переключаться между отображением значение выражения, и отображение тела выражения с именами переменных и обозначениями используемых функций. Для переключения отображения используется команда **Имена переменных**.

Существуют следующие способы вставки выражений в текст:

- **С помощью конструктора выражений**
  Данный способ доступен для всех типов текста.
- **Вводом с клавиатуры без вызова дополнительных команд**
  Данный способ доступен только для строчного текста.

Значения переменных, вставленных в текст (кроме строчного), можно редактировать непосредственно в тексте на чертеже.

Вставка с помощью конструктора выражений

При редактировании содержимого текста в окне 2D или 3D вида переменные и выражения вставляются в текст с помощью автоменю:

<F8> Вставка переменной.

Кроме того, эта команда доступна в контекстном меню (**Вставить** ▸ **Переменную... <F8>**).

При редактировании содержимого строчного текста в диалоге параметров эта команда доступна в контекстном меню поля ввода (**Конструктор выражений... <F8>**).

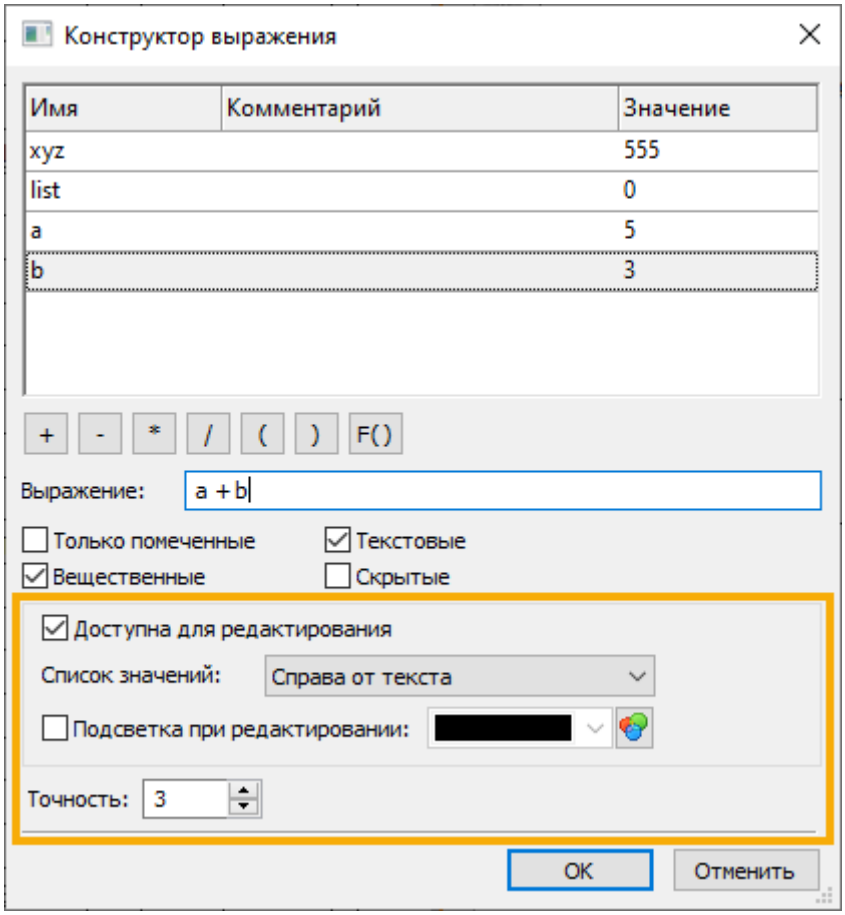
При редактировании содержимого текста в редакторе, данная команда доступна на панели инструментов **Стандартная**, а также в выпадающем меню (**Вставка > Переменная...**).

После вызова команды открывается диалоговое окно **Конструктор выражения**. Введите требуемое выражение и нажмите **OK**. Если в выражении используются только уже существующие переменные, то на этом вставка будет завершена. Если в выражении используются новые переменные, то, после нажатия **OK** в конструкторе, для каждой из новых переменных будут последовательно открываться окна **Значение переменной**. После задания значений всех переменных вставка будет завершена.

Помимо стандартных для конструктора выражений возможностей при вставке переменной в текст (кроме строчного текста) в конструкторе доступны дополнительные элементы управления, позволяющие настроить возможность редактирования переменной в тексте после вставки:

- **Доступна для редактирования**;
- **Список значений**;
- **Подсветка при редактировании**.

Кроме того, в нижней части конструктора доступен параметр **Точность**, определяющий количество отображаемых в тексте знаков после запятой (для вещественных выражений).



Чтобы вызвать конструктор выражений для выражения, уже вставленного в текст, воспользуйтесь командой **Параметры**... в контекстном меню.

Редактирование значений переменных в тексте

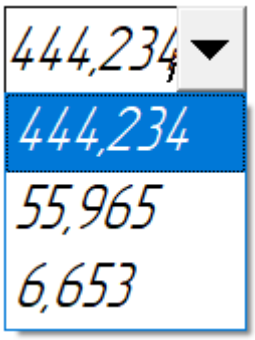
Редактирование переменных в тексте недоступно для строчного текста.

Если при вставке в текст выражения, состоящего из одной переменной, установить флаг **Доступна для редактирования,** то впоследствии можно будет редактировать значение этой переменной прямо в тексте с помощью команды **Редактировать переменные.** Данную команду можно вызвать вне режима редактирования содержимого текста двумя способами:

- нажав на тексте и выбрав в появившемся контекстном меню пункт **Редактировать переменные**;
- просто нажав на значении переменной, если включено прозрачное редактирование 2D элементов.

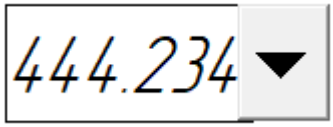
Установка флага **Доступна для редактирования** и последующий вызов команды **Редактировать переменные** возможны и для выражений, состоящих из нескольких переменных, однако значения переменных при этом редактироваться не будут.

Если для переменной создан список значений, то этим списком можно пользоваться и в команде **Редактировать переменные**. Для выбора значения из списка рядом с переменной отображается кнопка . Размер кнопки определяется размером шрифта текста.

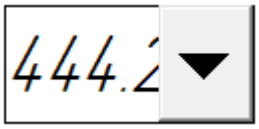


Положение кнопки относительно значения переменной определяется опцией, выбранной при вставке переменной в выпадающем списке **Список значений**:

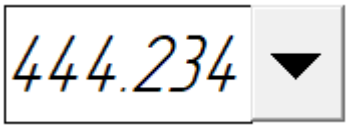
- **Справа от текста**



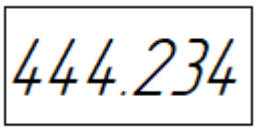
- **Слева от границы текста**



- **Справа от границы текста**



- **Отсутствует**



Если после переменной в тексте есть еще какое-либо содержимое, то вместо опций **Слева от границы текста** и **Справа от границы текста** применяется опция **Справа от текста**.

Если выбранная опция предполагает наличие кнопки , то при запущенной команде **Редактировать переменные** можно включать/выключать отображение кнопки , активируя/деактивируя опцию автоменю:

<Ctrl>+<F3> Показать кнопки выбора из списка значений.

Данная опция также доступна в контекстном меню, вызываемом по нажатию на кнопке .
Если при вставке выражения в текст установить флаг **Подсветка при редактировании,** то выражение будет подсвечиваться при запущенной команде **Редактировать переменные**. Цвет подсветки можно выбрать справа от данного флага. Выбор цвета осуществляется аналогично описанному в главе Цвет.

В команде **Редактировать переменные** доступны опции автоменю для работы с буфером обмена:

	<Ctrl>+<X>	Вырезать выбранный текст
	<Ctrl>+<C>	Копировать выбранный текст в буфер обмена
	<Ctrl>+<V>	Вставить текст из буфера обмена

Данные опции также доступны в контекстном меню, вызываемом по нажатию на значении переменной или на кнопке .

При вставке текста из буфера обмена система отслеживает соответствие типов содержимого буфера и текущей переменной, т.е. невозможно вставить в поле числовой переменной символьную информацию.

Дополнительно доступны опции для вставки текста из словаря, индексов, дробей, символов и проверки правописания:

	<F6>	Вставка текста из словаря
	<Alt>+<F12>	Вставка индексов
	<Ctrl>+<F12>	Вставка дроби
	<Alt>+<F2>	Вставка символ диаметра
	<Alt>+<F3>	Вставка символ градуса
	<Alt>+<F4>	Вставка символ «плюс-минус»
	<Alt>+<F9>	Вставка специального символа
	<Alt>+<F5>	Таблица символов
	<Ctrl>+<F11>	Правописание

Данные опции также доступны в контекстном меню, вызываемом по нажатию на значении переменной или на кнопке . Кроме того, в этом же меню доступна вставка радикала: **Вставить** ▸ **Радикал**.

Данные опции предназначены для работы с текстовыми переменными. Использование этих опций при редактировании вещественных переменных может привести к некорректным результатам.

Использование вышеперечисленных опций осуществляется так же, как и в режиме редактирования содержимого текста.

Отображение непечатаемых символов можно включить/выключить с помощью опции:

¶	<Ctrl>+<F2>	Непечатаемые символы

Данная опция также доступна в контекстном меню, вызываемом по нажатию на кнопке .
Закончить работу с командой можно с помощью опций:

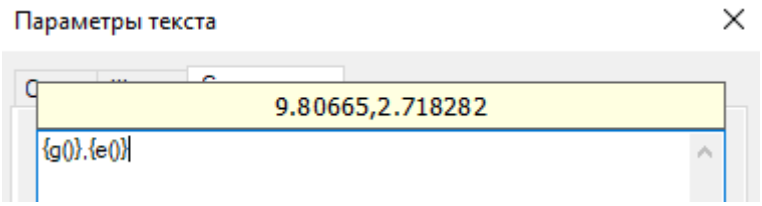
	<Ctrl>+<Enter>	Подтвердить изменение переменных
	<Esc>	Отменить изменение переменных

Данные опции также доступны в контекстном меню, вызываемом по нажатию на кнопке .

Вставка выражений в строчный текст вводом с клавиатуры без вызова дополнительных команд

При вводе содержимого строчного текста можно вводить выражения, заключая их в фигурные скобки. В результате вместо содержимого фигурных скобок на чертеже будет отображаться значение введённого выражения. Если в выражениях используются имена несуществующих переменных, то, после нажатия ОК в диалоге параметров текста, для каждой из новых переменных будут последовательно открываться окна **Значение переменной**. После задания значений всех переменных вставка будет завершена и система вычислит значение выражения.
Например, если создать текст со следующим содержимым:
Диаметр цилиндра {D} миллиметров
и присвоить переменной **D** значение **10**, то на чертеже текст будет выглядеть следующим образом:
Диаметр цилиндра 10 миллиметров

При вводе выражений в содержимом строчного текста используются те же правила, операции и функции, что и в редакторе переменных.
Если в выражениях, введенных в текущую строку текста, не используются несуществующие переменные, то их значения вычисляются сразу после ввода. При этом над полем ввода содержимого текста отображается содержимое текущей строки с учетом значения выражения. Для отображения содержимого другой строки переведите на неё текстовый курсор.



См. также:

- Параметризация
- Конструктор выражения

Вставка номеров позиций в текст

Доступны следующие команды для вставки номера позиции в текст:

- **Номер позиции из состава изделия T-FLEX CAD**
  Используется для работы с современным механизмом создания состава изделия.
- **Номер позиции из T-FLEX DOCs**
  Используется для работы с со структурой изделия T-FLEX DOCs в режиме интеграции.

- **Номер позиции спецификации**
  Используется для работы со старым механизмом создания спецификаций.

При включенном [отображении имён переменных] номер позиции отображается в виде **{поз.1}** где 1 - значение номера.
Вставленный номер сохраняет ассоциативную связь с выбранной записью. Если номера позиции в составе изделия изменился, то для автоматического обновления соответствующего номера в тексте необходимо вызвать команду **Полный пересчёт**. При этом для обновления записи из состава изделия T-FLEX CAD в диалоге команды пересчёта должен быть установлен флаг **Состав изделия**, а для записей из T-FLEX DOCs и старых спецификаций - флаг **Отчёты/Спецификации**.

Номер позиции из состава изделия T-FLEX CAD

При редактировании содержимого текста в окне 2D или 3D вида номер позиции из состава изделия вставляется в текст с помощью автоменю:

<Alt>+<F7> Вставка номера позиции из состава изделия

Кроме того, эта команда доступна в [контекстном меню] (**Вставить** ▸ **Номер позиции из состава изделия <Alt>+<F7>**).
При редактировании содержимого текста в [редакторе], данная команда недоступна.

После вызова команды необходимо выбрать строку нужной записи в служебном окне **Состав изделия**. Если данное окно закрыто в момент вызова команды, то оно откроется автоматически. После выбора нужной строки её номер позиции появится в тексте.

Номер позиции из T-FLEX DOCs

> Данная команда работает только в режиме интеграции с T-FLEX DOCs при условии, что структура изделия текущего документа сохранена в DOCs.

При редактировании содержимого текста в окне 2D или 3D вида номер позиции из T-FLEX DOCs вставляется в текст с помощью автоменю:

<Alt>+<F8> Вставка номера позиции из состава изделия (T-FLEX DOCs)

Кроме того, эта команда доступна в [контекстном меню] (**Вставить** ▸ **Номер позиции из T-FLEX DOCs <Alt>+<F8>**).
При редактировании содержимого текста в [редакторе], данная команда недоступна.

После вызова команды необходимо выбрать строку нужной записи в служебном окне **Структура изделия T-FLEX DOCs**. Если данное окно закрыто в момент вызова команды, то оно откроется автоматически. После выбора нужной строки её номер позиции появится в тексте.

Номер позиции из спецификации

> Данная команда работает, только если в текущем документе есть спецификация, созданная с использованием старого механизма.

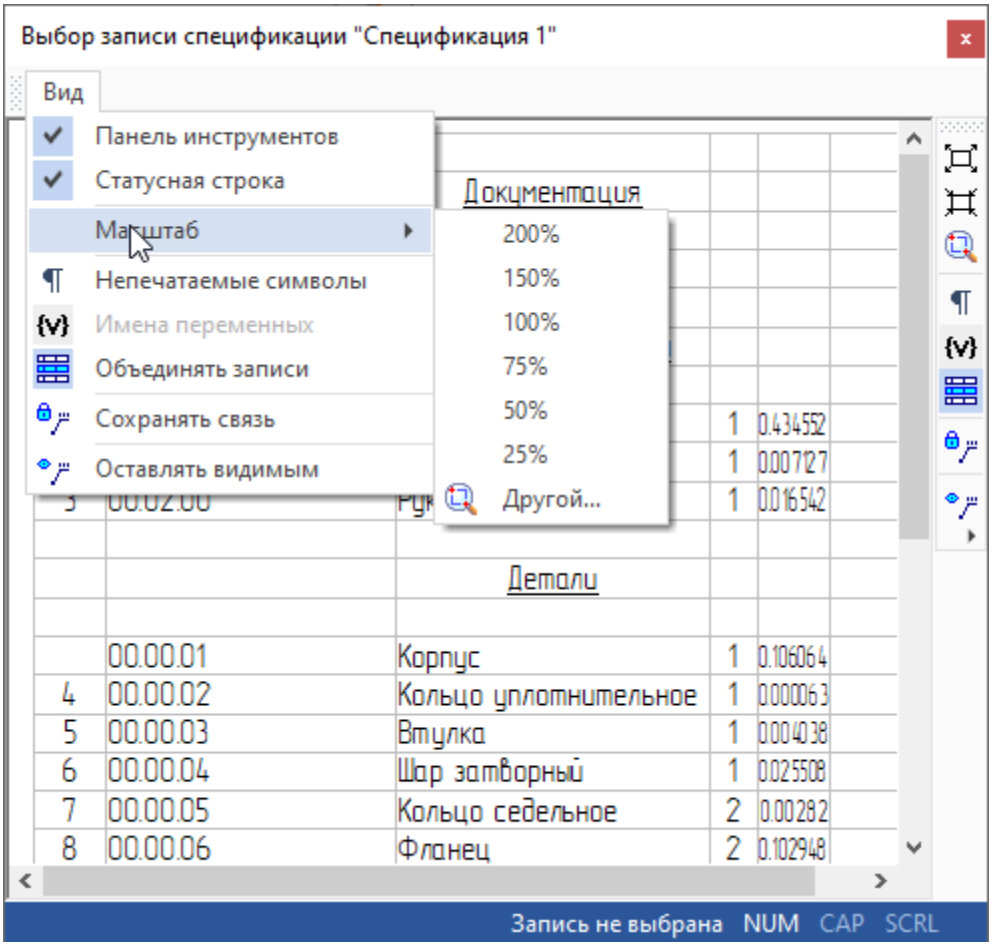
При редактировании содержимого текста в окне 2D или 3D вида номер позиции из спецификации вставляется в текст с помощью автоменю:

<Alt>+<F10> Вставка номера позиции из спецификации

Кроме того, эта команда доступна в контекстном меню (**Вставить** ▸ **Номер позиции спецификации <Alt>+<F10>**).

При редактировании содержимого текста в редакторе, данная команда доступна на панели инструментов **Стандартная**, а также в выпадающем меню (**Вставка** > **Номер позиции спецификации**).

После вызова команды открывается специальное окно **Выбор записи спецификации**:



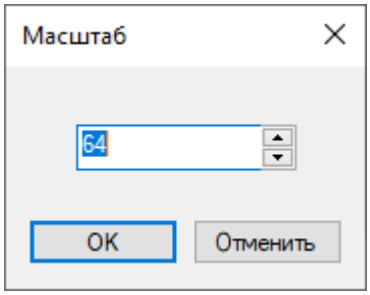
В заголовке окна в кавычках отображается название спецификации. При наличии в документе нескольких спецификаций используется первая в списке.

Выберите с помощью строку нужной записи в окне выбора. Номер позиции выбранной записи будет вставлен в текст. Поведение окна после выбора записи зависит от состояния опции **Оставлять видимым**.

В окне выбора записи доступно выпадающее меню **Вид**, которое позволяет выключить/включить отображение в данном окне **Статусной строки** и **Панели инструментов**. На панели инструментов, а также в меню **Вид** доступны следующие опции окна выбора записи:

- **Увеличить изображение**
  Приближает камеру. Доступно только на панели инструментов.
- **Уменьшить изображение**
  Отдаляет камеру. Доступно только на панели инструментов.
- Выбрать масштаб из списка (**200%, 150%, 100%, 75%, 50%, 25%**). Доступно только в меню.

- **Масштаб**
  Открывает диалог, в котором можно ввести произвольное значение масштаба.



- Показать непечатаемые символы
- Показать имена переменных
- **Объединять записи**
  Аналогично флагу **Объединение записей** в диалоге параметров спецификации.
- **Сохранять связь для позиций**
- **Оставлять видимым**
  Если опция включена (по умолчанию), то после выбора записи окно выбора остаётся на экране. В противном случае, после выбора записи окно выбора автоматически закрывается.

См. также:

- Состав изделия, отчёты, спецификация
- Спецификация предыдущих версий
- Коллективная работа под управлением T-FLEX DOCs

Вставка техтребований документа в текст

Если для текущего документа созданы технические требования документа, то их содержимое можно вставить в текст.
При редактировании содержимого текста в окне 2D или 3D вида технические требования вставляются в текст с помощью автоменю:

<Alt> + <F11> Вставка технических требований документа.

Кроме того, эта команда доступна в контекстном меню (**Вставить** **Техтребования документа <Alt> + <F11>**).
При редактировании содержимого текста в редакторе, данная команда доступна на панели инструментов **Стандартная**, а также в выпадающем меню (**Вставка > Техтребования документа**).

> Вставленный текст не сохраняет ассоциативной связи с тех. требованиями документа, т.е. в дальнейшем при изменении тех. требований документа текст не обновляется.

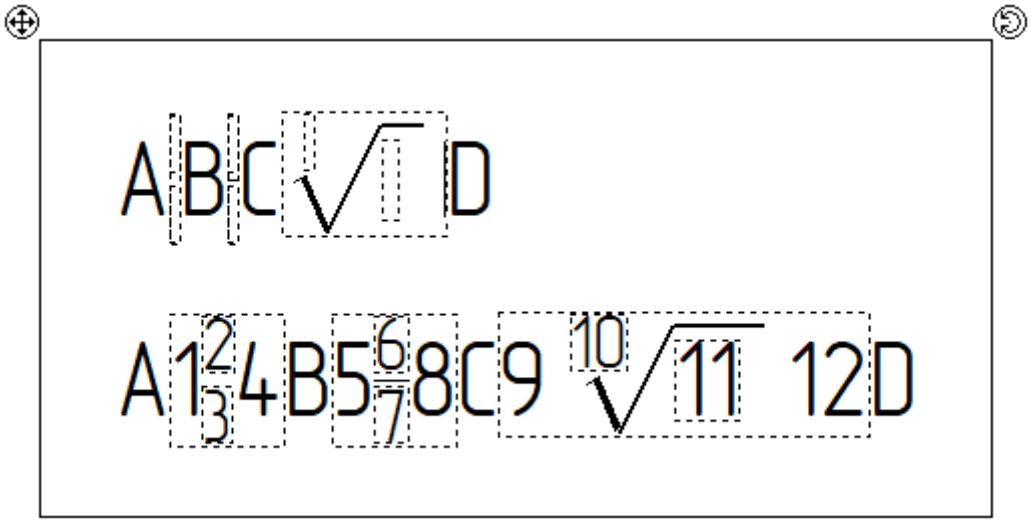
См. также:

- Технические требования

Вставка индексов, дробей и радикалов в текст

Вставка индексов, дробей и радикалов в текст (кроме строчного текста) осуществляется по одному и тому же принципу. Команда вставки добавляет в текст шаблон соответствующего типа. Шаблон состоит из трёх ячеек.

В режиме редактирования содержимого текста контуры ячеек шаблона обозначаются штриховыми линиями. На рисунке ниже показаны индекс, дробь и радикал, вставленные в обычный текст, и подписано содержимое ячеек.



Первая строка - пустые шаблоны;

Вторая строка - заполненные шаблоны

A, B, C, D - обычный текст

1 - текст перед индексом;

2 - верхний индекс;

3 - нижний индекс;

4 - текст после индекса;

5 - текст перед дробью (целая часть);

6 - числитель;

7 - знаменатель;

8 - текст после дроби;

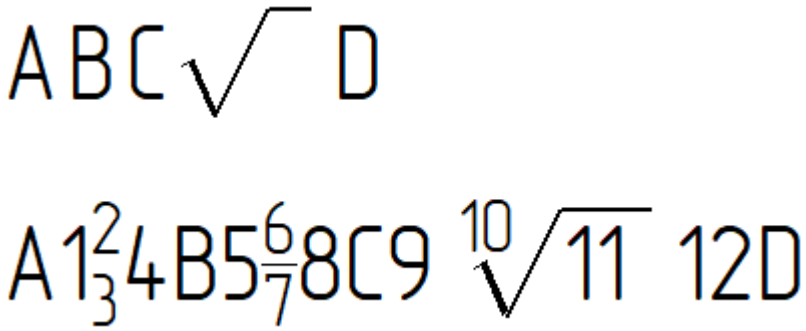
9 - текст перед радикалом;

10 - степень корня;

11 - подкоренное выражение;

12 - текст после радикала.

Вне режима редактирования содержимого текста контуры ячеек не отображаются.



Текстовый курсор можно перемещать между ячейками с помощью стрелок на клавиатуре или устанавливать в нужную ячейку, нажатием на ней . Ввод содержимого ячеек осуществляется с клавиатуры или с помощью контекстного меню. Можно вставлять индексы/дроби/радикалы в ячейки других индексов/дробей/радикалов.
Параметры шрифта можно устанавливать индивидуально для отдельных символов в каждой ячейке аналогично обычному тексту. Размер содержимого в ячейках до и после индекса/дроби/радикала, а также в ячейке подкоренного выражения равен размеру шрифта. Размер содержимого в ячейках верхнего и нижнего индексов, числителя, знаменателя и степени корня равен произведению размера шрифта на масштаб.
Для всех типов текста, кроме строчного, доступны два способа вставки:

- с масштабом по умолчанию;
- с настраиваемым масштабом.

Для строчного текста доступна только вставка дробей с помощью отдельной команды, описанной в разделе Контекстные меню полей ввода.

Вставка с масштабом по умолчанию

При редактировании содержимого текста в окне 2D или 3D вида, вставка с масштабом по умолчанию осуществляется с помощью следующих команд контекстного меню:

- **Вставить** ▸ **Индексы <Alt>+<F12>**;
- **Вставить** ▸ **Дробь <Ctrl>+<F12>**;
- **Вставить** ▸ **Радикал**.

Команды для вставки индексов и дробей также доступны в автоменю:

	<Alt>+<F12>	Вставка индексов
	<Ctrl>+<F12>	Вставка дроби

При редактировании содержимого текста в редакторе, команды для вставки индексов, дробей и радикалов с масштабом по умолчанию доступны на панели инструментов **Стандартная**, а также в разделе **Вставка** выпадающего меню.
После вызова команды шаблон сразу вставляется в текст. Масштаб по умолчанию можно настроить при вставке с настраиваемым масштабом.

Вставка с настраиваемым масштабом

При редактировании содержимого текста в окне 2D или 3D вида, вставка с настраиваемым масштабом осуществляется с помощью следующих команд контекстного меню:

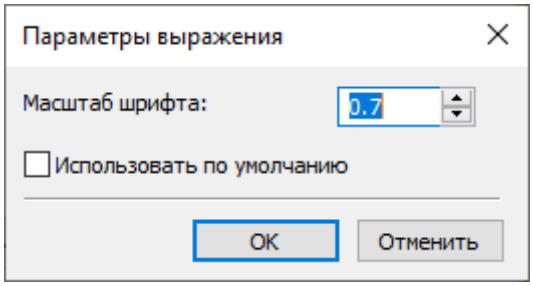
- **Вставить** ▸ **Индексы**;

- **Вставить** ▸ **Дробь**;
- **Вставить** ▸ **Радикал**.

Команды для вставки индексов и дробей также доступны в автоменю:

	Вставка индексов...
	Вставка дроби...

При редактировании содержимого текста в редакторе, команды для вставки индексов, дробей и радикалов с настраиваемым масштабом доступны в разделе **Вставка** выпадающего меню.
После вызова любой из перечисленных команд появляется диалоговое окно **Параметры выражения**, в котором можно задать **Масштаб шрифта**. После нажатия **OK** в текст будет вставлен шаблон с заданным масштабом.
Если установлен флаг **Использовать по умолчанию**, то после нажатия **OK** введённое значение масштаба становится масштабом по умолчанию. Несмотря на одинаковый вид данного диалога для индексов, дробей и радикалов, их масштабы по умолчанию определяются раздельно.



Вставка шероховатостей, допусков, фрагментов и картинок в текст

В числе прочего, в текст можно вставить:

- обозначение шероховатости,
- обозначение допуска формы и расположения поверхностей,
- 2D фрагмент,
- картинку.

Вставка обозначения шероховатости или обозначения допуска формы и расположения поверхностей

При редактировании содержимого текста в окне 2D или 3D вида обозначения вставляются в текст с помощью автоменю:

	<Ctrl>+<F8>	Вставка обозначения шероховатости.
	<Ctrl>+<F9>	Вставка обозначения допуска формы и расположения.

Кроме того, эти команды доступны в контекстном меню (**Вставить** ▸ **Шероховатость... <Ctrl>+<F8>**, **Вставить** ▸ **Допуск... <Ctrl>+<F9>**).
При редактировании содержимого текста в редакторе, данные команды доступны на панели инструментов **Стандартная**, а также в выпадающем меню (**Вставка** > **Шероховатость...**, **Вставка** > **Допуск...**).

После вызова одной из перечисленных команд на экране появляется диалог параметров шероховатости или допуска. В диалоге следует задать необходимые параметры обозначения и нажать **OK**, после чего обозначение будет вставлено в текст.

> Подробная информация об обозначениях шероховатости доступна в разделе Шероховатость.
> Подробная информация об обозначениях допуска доступна в разделе Допуск формы и расположения поверхностей.

Созданное обозначение можно отредактировать, нажав на обозначении в режиме редактирования содержимого текста (как в 2D окне, так и в редакторе) и выбрав один из следующих пунктов в появившемся контекстном меню:

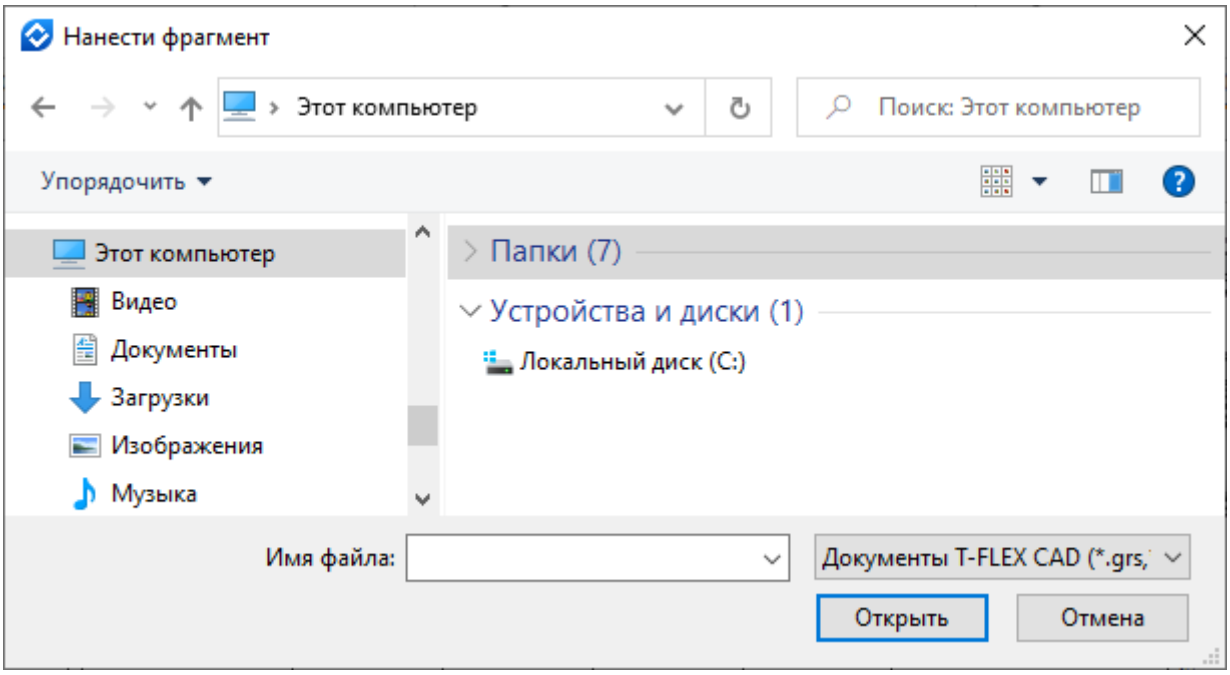
- **Параметры...**
  Вызывает диалог параметров шероховатости или допуска.
- **Размер и положение...**
  Вызывает диалог Параметры объекта.

Вставка фрагмента в текст

При редактировании содержимого текста в окне 2D или 3D вида фрагменты вставляются в текст с помощью автоменю:

	<Ctrl>+<F10>	Вставка фрагмента

Кроме того, эта команда доступна в контекстном меню (**Вставить** ▸ **Фрагмент... <Ctrl>+<F10>**).
При редактировании содержимого текста в редакторе, данная команда доступна на панели инструментов **Стандартная**, а также в выпадающем меню (**Вставка** > **Фрагмент...**).
После вызова команды появляется стандартное окно проводника Windows для выбора файлов. Работа с окном проводника осуществляется аналогично описанному в разделе Открыть документ.



В качестве фрагмента можно выбрать **Документы T-FLEX CAD (*.grs, *.grb)** или **Замечания T-FLEX CAD (*.grn)**. При попытке использовать файл другого формата фрагмент не будет вставлен.
Выберите требуемый файл и нажмите **Открыть**. Если в выбранном файле нет внешних переменных, то на этом вставка фрагмента будет завершена. В противном случае откроется диалог внешних

переменных фрагмента. Задайте необходимые значения переменных и нажмите **OK** для завершения вставки фрагмента.
В результате в тексте появится изображение первой страницы чертежа фрагмента. Если первая страница чертежа фрагмента пуста, то изображение в тексте также будет пустым. При добавлении изображения на первую страницу фрагмента система предложит обновить ссылки в документе, в который вставлен фрагмент. После обновления ссылок изображение в тексте обновится.

Вставленный фрагмент можно отредактировать, нажав на нем в режиме редактирования содержимого текста (как в 2D окне, так и в редакторе) и выбрав один из следующих пунктов в появившемся контекстном меню:

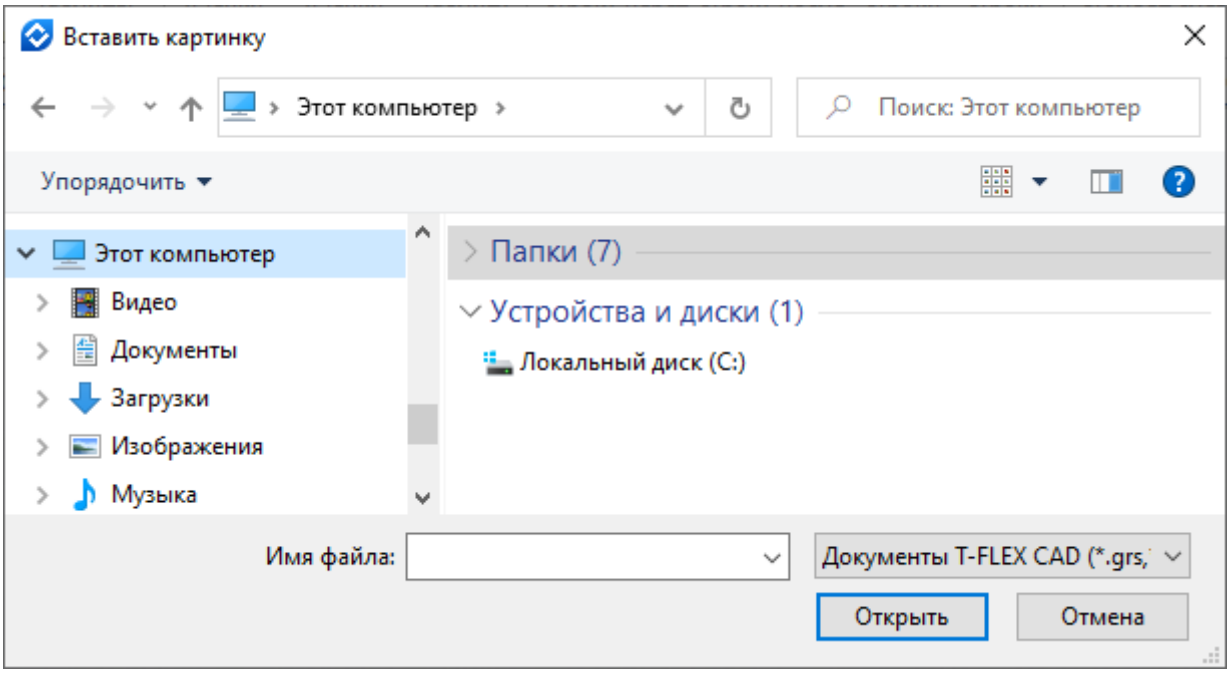
- **Параметры...**
  Вызывает диалог параметров нанесения фрагмента.
- **Переменные...**
  Вызывает диалог внешних переменных фрагмента.
- **Размер и положение...**
  Вызывает диалог Параметры объекта.

Вставка картинки в текст

При редактировании содержимого текста в окне 2D или 3D вида картинки вставляются в текст с помощью автоменю:

<Ctrl>+<F7> Вставка изображения

Кроме того, эта команда доступна в контекстном меню (**Вставить** ▸ **Изображение...** **<Ctrl>+<F7>**).
При редактировании содержимого текста в редакторе, данная команда доступна на панели инструментов **Стандартная**, а также в выпадающем меню (**Вставка** > **Изображение...**).
После вызова команды появляется стандартное окно проводника Windows для выбора файлов. Работа с окном проводника осуществляется аналогично описанному в разделе Открыть документ.



В качестве картинки можно выбрать файлы изображений различных форматов, а также документы T-FLEX CAD.

В отличие от вставки фрагмента, при использовании документа T-FLEX CAD в качестве картинки нельзя задать значения внешних переменных. Зато появляется возможность выбора отображаемой в тексте страницы.

Выберите требуемый файл и нажмите **Открыть**. В результате в тексте появится изображение первой страницы выбранного файла. Чтобы выбрать другую страницу воспользуйтесь диалогом параметров картинки (см. ниже).

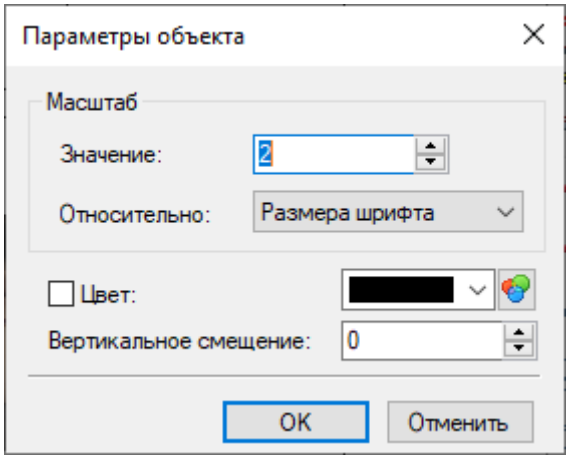
Также можно скопировать в буфер обмена картинку из текста в формате **.rtf** и затем **Вставить** <**Ctrl**>+<**V**> из буфера в текст T-FLEX CAD (кроме строчного) .

Вставленную картинку можно отредактировать, нажав на ней в режиме редактирования содержимого текста (как в 2D окне, так и в редакторе) и выбрав один из следующих пунктов в появившемся контекстном меню:

- **Параметры...**
  Вызывает диалог параметров картинки.
- **Размер и положение...**
  Вызывает диалог Параметры объекта.

Размер и положение

В режиме редактирования содержимого текста (как в редакторе, так и в окнах 2D или 3D видов) контекстное меню обозначений шероховатости, обозначений допуска, фрагментов и картинок, вставленных в текст, содержит пункт **Размер и положение...**, который вызывает диалог следующего вида:



В диалоге можно задать следующие параметры вставленного в текст объекта:

- **Масштаб**
  В данной группе параметров доступны поле ввода **Значения** масштаба и выпадающий список, в котором можно выбрать, **Относительно** чего применяется введённое **Значение**. По умолчанию объекты вставляются в текст с масштабом **"1"** относительно **Размера шрифта**. В результате, высота вставляемого объекта приравнивается к высоте, определяемой параметрами шрифта текста. При необходимости можно задать масштаб относительно **Размера объекта**. Для картинок и фрагментов размером объекта является размер вставляемого изображения в исходном файле. Для обозначений размером объекта является размер шрифта, установленный в диалоге параметров шероховатости или допуска.
- **Цвет**
  По умолчанию картинки и фрагменты вставляются в текст с теми цветами, что и в исходном файле, а обозначения вставляются с цветом, установленным на вкладке **Общие** в диалоге параметров шероховатости или допуска. При необходимости можно выбрать другой цвет, в

диалоге **Размер и положение...** Выбор цвета осуществляется аналогично описанному в разделе Цвет. Для применения выбранного цвета установите флаг **Цвет**. Для фрагмента выбранный цвет применяется ко всем линиям, даже если изначально у них разные цвета. Для картинки применение данного параметра не рекомендуется, т.к. оно приводит к замене изображения на рамку выбранного цвета..

- **Вертикальное смещение**
  Расстояние от текущей строки текста до нижней границы вставленного объекта.

См. также:

- Шероховатость
- Допуск формы и расположения поверхностей
- Нанесение фрагментов на чертёж
- Картинка

Параметры шрифта текста

При создании текста изначально используются параметры шрифта по умолчанию, устанавливаемые в параметрах документа (**Параметры документа > Страница > Шрифт**). Далее пользователь может изменить параметры шрифта для созданного текста целиком с помощью диалога параметров текста, либо отдельно для выбранной части текста в режиме редактирования содержимого.
Параметры шрифта выбранной части текста изменяются с помощью диалога параметров шрифта или специальных команд. Если ничего не выбрано, параметры задаются для текущего положения текстового курсора.

Команды для изменения параметров шрифта

На вкладке ленты **Текст** в режиме редактирования содержимого текста, а также на панели инструментов **Форматирование** в редакторе текстов, доступны следующие команды:

Полужирный шрифт:

Пиктограмма	Лента
	Текст > Шрифт > Полужирный шрифт
Клавиатура	Текстовое меню
<Ctrl>+<B>	

Эффект применения данной команды показан на рисунке ниже.

Наклонный шрифт:

Пиктограмма	Лента
	Текст > Шрифт > Наклонный шрифт
Клавиатура	Текстовое меню
<Ctrl>+<I>	

Эффект применения данной команды показан на рисунке ниже.

Подчёркнутый шрифт:

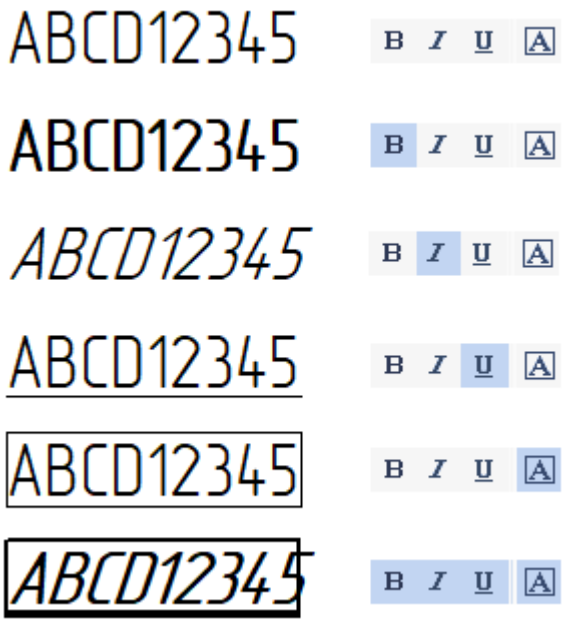
Пиктограмма	Лента
	Текст > Шрифт > Подчёркнутый шрифт
Клавиатура	Текстовое меню
<Ctrl> + <U>	

Эффект применения данной команды показан на рисунке ниже.

Рамка:

Пиктограмма	Лента
	Текст > Шрифт > Рамка
Клавиатура	Текстовое меню

Эффект применения данной команды показан на рисунке ниже.



Цвет по умолчанию:

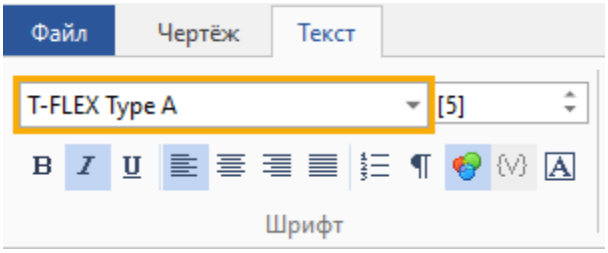
Пиктограмма	Лента
	Текст > Шрифт > Цвет по умолчанию
Клавиатура	Текстовое меню

По умолчанию команда активна и для выбранной части текста используется цвет шрифта, установленный в диалоге параметров текста. Если в диалоге параметров шрифта установить для

выбранной части текста другой цвет, команда деактивируется. Повторный вызов команды позволяет вернуть привязку цвета выбранной части текста к параметрам всего текста.

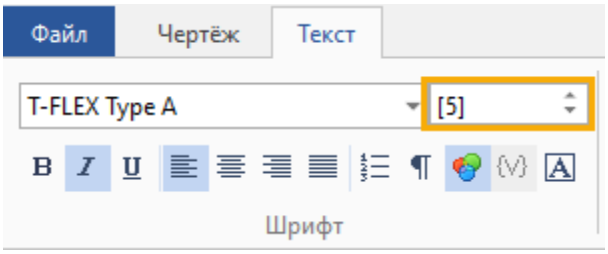
Кроме того, на вкладке ленты **Текст** доступны следующие элементы управления:

Поле для задания типа шрифта



Отображает название шрифта, примененного к выбранной части текста. Для изменения шрифта нажмите кнопку , расположенную в правой части поля, и выберите шрифт в появившемся выпадающем меню. Также можно установить курсор в поле нажатием и ввести полное название шрифта с клавиатуры. При наличии в системе шрифта с таким названием он будет применён. Если название шрифта отображается в квадратных скобках, значит тип шрифта выбранной части текста определяется параметрами всего текста.

Поле для задания размера шрифта



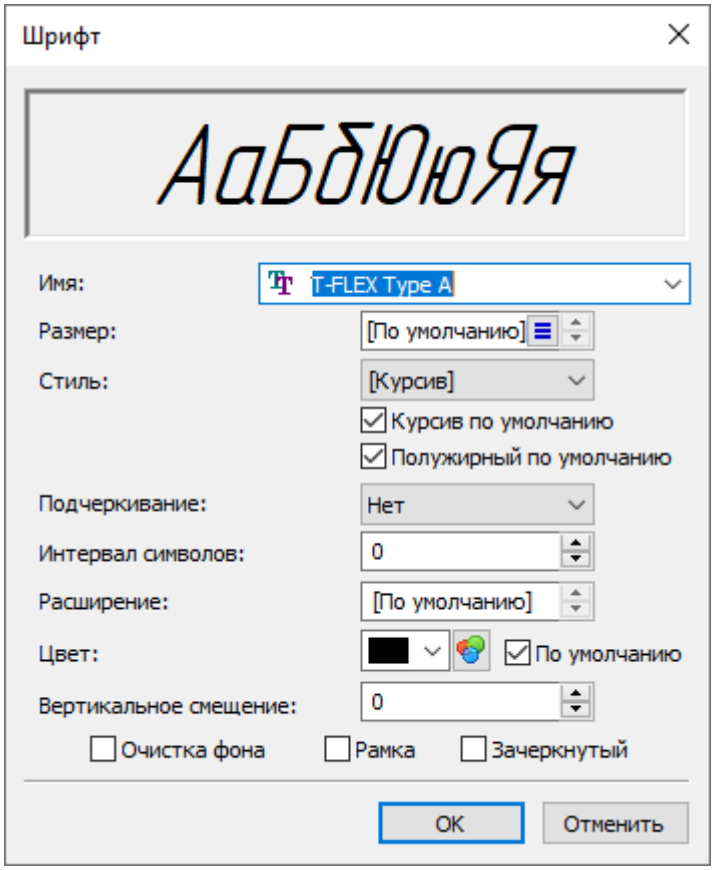
Отображает размер шрифта выбранной части текста. Для изменения размера установите курсор в поле нажатием и введите новое значение размера с клавиатуры, либо воспользуйтесь кнопками , расположенными в правой части поля. Если размер шрифта отображается в квадратных скобках, значит он определяется параметрами всего текста.

Диалог параметров шрифта текста

В режиме редактирования содержимого текста диалог параметров шрифта вызывается с помощью следующей команды автоменю:

	<F9>	Установить шрифт

Кроме того, эта команда доступна в контекстном меню (**Шрифт... <F9>**).
В редакторе текста, данная команда доступна на панели инструментов **Форматирование**, в контекстном меню, а также в выпадающем меню (**Формат >** **Шрифт...**).



В данном диалоге доступны следующие элементы управления:

Имя

В данном поле отображается название шрифта, примененного к выбранной части текста. Для изменения шрифта нажмите кнопку , расположенную в правой части поля, и выберите шрифт в появившемся выпадающем меню. Также можно установить курсор в поле нажатием и ввести полное название шрифта с клавиатуры. При наличии в системе шрифта с таким названием он будет применён. Если название шрифта отображается в квадратных скобках, значит тип шрифта выбранной части текста определяется параметрами всего текста.

Размер

Вертикальный размер шрифта по прописным буквам в абсолютных единицах длины (по умолчанию в миллиметрах). Для изменения размера установите курсор в поле нажатием и введите новое значение размера с клавиатуры, либо воспользуйтесь кнопками , расположенными в правой части поля. Также доступен выбор из списка стандартных значений. Если вместо значения размера отображается надпись **[По умолчанию]**, значит размер шрифта определяется параметрами всего текста.

Стиль

В выпадающем списке можно выбрать один из следующих стилей:

- Обычный
- **Полужирный**

  Аналогично применению команды Полужирный шрифт.
- *Курсив*

  Аналогично применению команды Курсив.
- ***Полужирный курсив***

  Аналогично одновременному применению команд Полужирный шрифт и Курсив.

- **[Стиль в квадратных скобках]**
  В дополнение к вышеперечисленным стилям в списке всегда доступен один из таких же стилей, заключенный в квадратные скобки (по умолчанию **[Курсив]**). При выборе варианта со скобками стиль выбранной части текста определяется параметрами всего текста.

Курсив по умолчанию и **Полужирный по умолчанию**

Если флаг **Курсив по умолчанию** установлен, то выбранная часть текста отображается курсивом при условии, что в параметрах всего текста задан стиль, содержащий курсив. Если флаг снят, то выбранной части текста придаётся стиль, установленный в выпадающем списке выше. Аналогично работает и флаг **Полужирный по умолчанию**. Например, если в диалоге параметров всего текста задан стиль **Полужирный Курсив**, а в параметрах шрифта выбранной части текста одновременно задан стиль **Обычный** в выпадающем списке и установлен флаг **Полужирный по умолчанию**, то в итоге выбранная часть будет отображаться стилем **Полужирный**. Если же впоследствии заменить **Полужирный Курсив** на **Курсив** в параметрах всего текста, не меняя параметров выбранной части, то в итоге выбранная часть будет отображаться стилем **Обычный**.

Подчёркивание

В выпадающем списке можно выбрать способ подчёркивания шрифта: **Нет** – без подчёркивания, **Одинарное** – с подчёркиванием (аналогично применению команды **Подчёркнутый шрифт**).

Интервал символов

Позволяет задать дополнительный интервал между соседними символами в строке. Измеряется в долях размера (высоты) шрифта.

Расширение

Коэффициент масштабирования ширины символа шрифта. Если вместо значения отображается надпись **[По умолчанию]**, значит расширение определяется параметрами всего текста. Значение данного параметра должно быть больше нуля.

Цвет

Позволяет выбрать цвет шрифта из выпадающего списка или из каталога. Выбор осуществляется аналогично описанному в разделе **Цвет**. При установке флага **По умолчанию** цвет выбранной части текста определяется параметрами всего текста (аналогично применению команды **Цвет по умолчанию**).

Вертикальное смещение

Смещение текста относительно нижнего края строки по вертикали в абсолютных единицах длины (по умолчанию в миллиметрах). При положительном значении смещение происходит вверх, а при отрицательном – вниз.

Очистка фона

Установка данного флага скрывает изображение чертежа под выбранной частью текста.

Рамка

Установка данного флага аналогична применению команды **Рамка**.

Зачёркнутый

Установка данного флага делает выбранную часть текста зачёркнутой.

Параметры абзаца текста

При создании текста изначально используются параметры абзаца по умолчанию. Далее пользователь может изменить параметры абзаца для всего текста с помощью диалога параметров текста, либо отдельно для выбранной части текста в режиме редактирования содержимого.

Параметры абзаца выбранной части текста изменяются с помощью диалога параметров абзаца или специальных команд. Если ничего не выбрано, параметры задаются для текущего положения текстового курсора.

При вводе содержимого текста новые абзацы добавляются нажатием на клавишу **<Enter>**. Чтобы перенести текстовую строку на новую без образования нового абзаца, нажмите **<Shift>+<Enter>**.

Команды для изменения параметров абзаца

На вкладке ленты **Текст** в режиме редактирования содержимого текста, а также на панели инструментов **Форматирование** в редакторе текстов, доступны следующие команды:

Выравнивание по левому краю:

Пиктограмма	Лента
	Текст > Шрифт > Выравнивание по левому краю
Клавиатура	Текстовое меню
<Ctrl>+<L>	

Выравнивает текст по левой границе ограничивающего прямоугольника или ячейки таблицы.

Выравнивание по центру:

Пиктограмма	Лента
	Текст > Шрифт > Выравнивание по центру
Клавиатура	Текстовое меню
<Ctrl>+<T>	

Выравнивает текст по центру ограничивающего прямоугольника или ячейки таблицы.

Выравнивание по правому краю:

Пиктограмма	Лента
	Текст > Шрифт > Выравнивание по правому краю
Клавиатура	Текстовое меню
<Ctrl>+<H>	

Выравнивает текст по правой границе ограничивающего прямоугольника или ячейки таблицы.

Выравнивание по ширине:

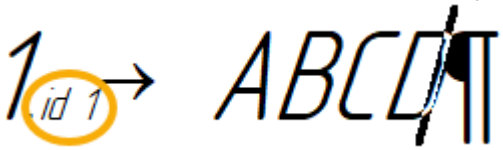
Пиктограмма	Лента
	Текст > Шрифт > Выравнивание по ширине
Клавиатура	Текстовое меню
<Ctrl>+<J>	

Выравнивает текст по ширине ограничивающего прямоугольника или ячейки таблицы.

Нумерация текста:

Пиктограмма	Лента
	Текст > Шрифт > Нумерация текста
Клавиатура	Текстовое меню
<Ctrl>+<M>	

Включает нумерацию абзацев текста. Параметры нумерации доступны в диалоге параметров абзаца. При включенном отображении непечатаемых символов отображаются идентификаторы нумерованных абзацев. Номер идентификатора может отличаться от номера абзаца.

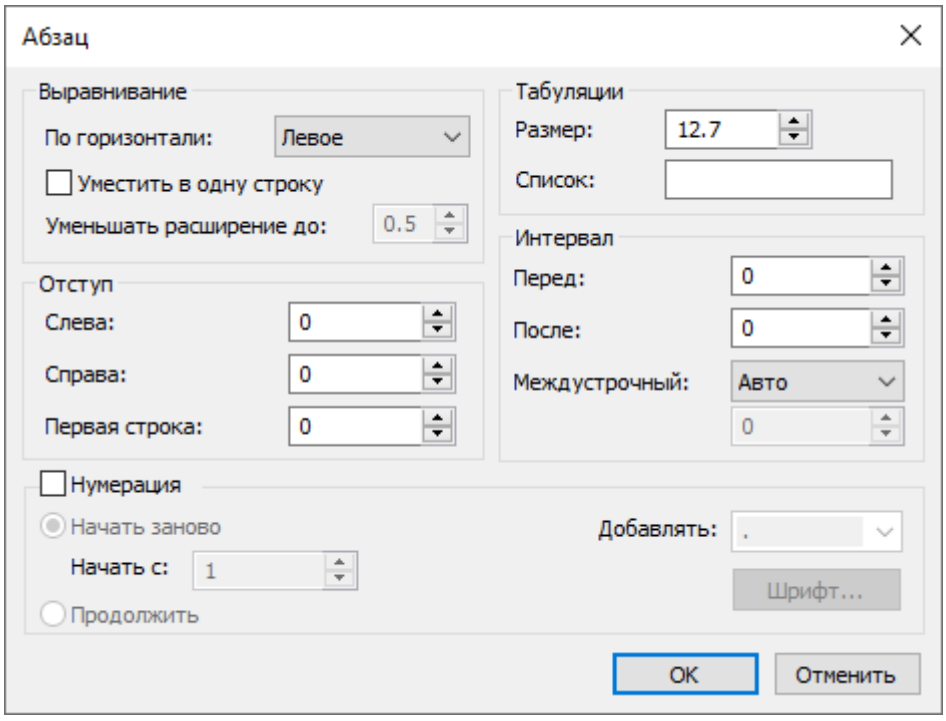


Диалог параметров абзаца текста

В режиме редактирования содержимого текста диалог параметров абзаца вызывается с помощью следующей команды автоменю:

<F10> Установить параметры абзаца.

Кроме того, эта команда доступна в контекстном меню (**Абзац... <F10>**).
В редакторе текста, данная команда доступна на панели инструментов **Форматирование**, в контекстном меню, а также в выпадающем меню (**Формат >** **Абзац...**).



В данном диалоге доступны следующие группы параметров:

Выравнивание

Содержит следующие элементы управления для настройки параметров выравнивания текста по горизонтали:

- **По горизонтали**

  В выпадающем списке можно выбрать способ выравнивания: **Левое**, **По центру**, **Правое**, **По ширине**. Применение данных опций аналогично применению команд ленты, описанных выше.
- **Уместить в одну строку**

  Установите данный флаг, если нужно разместить весь абзац на одной строке. При этом буквы шрифта сначала масштабируются по ширине до минимального масштабного коэффициента, заданного в поле **Уменьшать расширение до**. Если этого не достаточно, то уменьшается высота шрифта.
- **Уменьшать расширение до**

  Минимальный масштабный коэффициент, применяемый при установке флага **Уместить в одну строку**.

> Т.к. ограничивающий прямоугольник многострочного текста автоматически расширяется при увеличении размеров содержимого, то применение опции **Уместить в одну строку** для данного типа текста не имеет эффекта.

Табуляции

Содержит следующие поля для настройки эффекта от нажатия клавиши **<Tab>**:

- **Размер**

  Расстояние, на которое переместится курсор после нажатия клавиши **<Tab>**, в абсолютных единицах длины (по умолчанию в миллиметрах).
- **Список**

  В поле можно ввести через запятую ряд чисел, который установит размеры табуляции. Автоматически происходит сортировка чисел ряда по возрастанию. Числа – это расстояние от левой границы текста до положения текста. Например, если ввести ряд чисел 20,40,50, то после первого нажатия клавиши **<Tab>** курсор переместится на 20 единиц длины от левой границы текста, после второго – на 40, после третьего – на 50. Последующие табуляции производятся на расстояние, установленное в поле **Размер**.

Отступ

Расстояние от контура ограничивающего прямоугольника до содержимого текста.

1 - **Слева**, 2 - **Справа**, 3 - **Первая строка.**

Имейте в виду, что в режиме редактирования содержимого текста вид ограничивающего прямоугольника не соответствует его фактическим границам из-за дополнительных отступов, отображаемых для удобства редактирования.

Интервал

Содержит следующие элементы управления для настройки расстояния между строками:

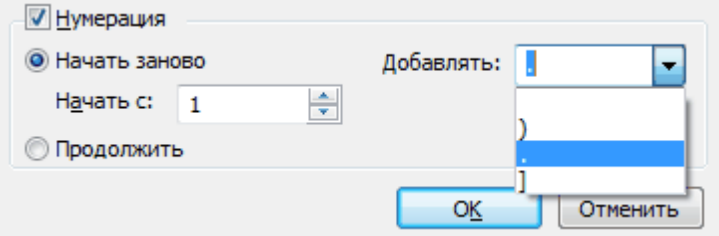
- **Перед**
  Расстояние от нижнего края последней строки предыдущего абзаца до верхнего края первой строки текущего.
- **После**
  Расстояние от нижнего края последней строки текущего абзаца до верхнего края первой строки последующего.
- **Междустрочный**
  Расстояние между нижними краями строк текущего абзаца. В выпадающем списке доступны следующие опции:
  - **Авто**
    Интервал устанавливается автоматически в зависимости от максимальной высоты содержимого строки.
  - **Минимум**
    В поле ввода под списком устанавливается минимальное численное значение интервала. Если содержимое строки не помещается в данный интервал, он автоматически увеличивается.
  - **Точно**
    В поле ввода под списком устанавливается численное значение междустрочного интервала. Введенное значение применяется всегда, независимо от того, помещается ли в него содержимое строки. Если дробь, индексы или радикал не помещаются по высоте, то они будут автоматически вписаны в строку за счет уменьшения размера их символов. Для других видов содержимого текста не поместившаяся часть содержимого не отображается.
  - **Множитель**
    Величина интервала получается умножением высоты шрифта на коэффициент, установленный в поле ввода под списком.

Нумерация

Установка данного флага включает автоматическую нумерацию абзацев аналогично применению команды Нумерация текста. Ниже расположен переключатель с двумя возможными положениями:

- **Начать заново**
  Нумерация выбранных абзацев начинается с номера, введённого в поле **Начать с**.
- **Продолжить**
  Нумерация выбранных абзацев продолжает нумерацию предыдущего абзаца при наличии таковой, либо начинается с 1.

В поле **Добавлять** можно ввести с клавиатуры или выбрать из списка символ, который будет следовать за номером абзаца.



Шрифт нумерации задаётся отдельно от шрифта текста. Кнопка **Шрифт...** вызывает диалог параметров шрифта нумерации. Данный диалог содержит такой же набор параметров, что и диалог параметров шрифта текста.

Проверка правописания

T-FLEX CAD позволяет проверять правописание любых текстов на чертеже, на активной рабочей плоскости и в полях ввода. Проверка осуществляется средствами Microsoft Office.
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Дополнительно > Проверка правописания Листовой металл (2D) > Дополнительно > Проверка правописания Инструменты > Инструменты > Проверка правописания
Клавиатура	Текстовое меню
<Ctrl>+<F11>	Сервис > Проверка правописания

После вызова команды необходимо указать один или несколько проверяемых текстов на текущей странице чертежа или активной рабочей плоскости с помощью . Все доступные тексты можно быстро выбрать с помощью опции:

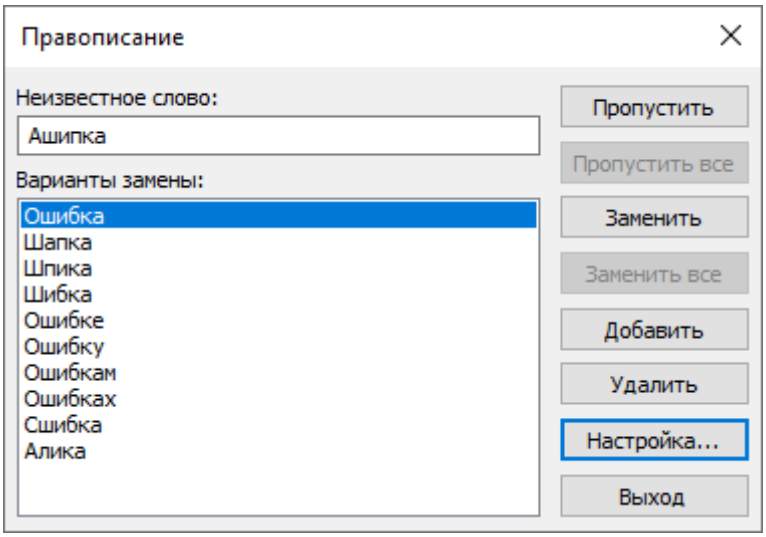
<*> Выбрать все элементы

Также команду можно вызывать:

- из контекстных меню полей ввода в служебных и диалоговых окнах системы
  (будет проверено только содержимое данного поля);
- из контекстного меню текста
  (будет проверен весь выбранный текст);
- из контекстного меню содержимого текста или из автоменю в режиме редактирования содержимого текста
  (будет проверена часть текста, выбранная на момент вызова команды, либо весь текст);
- из раздела **Правка** выпадающего меню или панели инструментов **Стандартная** в редакторе текста
  (будет проверена часть текста, выбранная на момент вызова команды, либо весь текст).

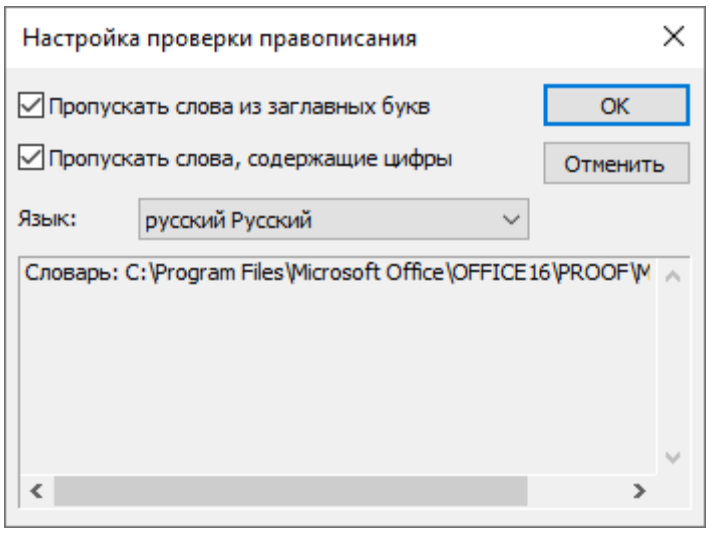
В зависимости от способа вызова команды её интерфейс отображается либо в служебном окне **Параметры**, либо в отдельном диалоговом окне. Набор доступных элементов управления при этом одинаков.
Слова, отсутствующие в словаре, подчеркиваются в проверяемом тексте красной линией и поочередно отображаются в поле **Неизвестное слово**. Переход к следующему неизвестному слову осуществляется автоматически после выбора действия, применяемого к текущему слову.

Если интерфейс команды отображается в служебном окне **Параметры**, то можно переходить от одного неизвестного слова к другому, выбирая их на чертеже или РП с помощью .
В поле **Варианты замены** отображается список найденных в словаре слов, похожих на текущее **Неизвестное слово**. Варианты можно выбирать в списке с помощью . Если желаемый вариант замены отсутствует в списке, отредактируйте содержимое поля **Неизвестное слово**. Результат редактирования появится в списке.



Можно воспользоваться следующими кнопками:

- **Пропустить**
  Пропускает текущий экземпляр текущего неизвестного слова. Не влияет на остальные экземпляры того же слова. При последующем вызове проверки правописания данный экземпляр снова будет отмечен как неизвестное слово.
- **Пропустить все**
  Пропускает все экземпляры текущего неизвестного слова во всех текстах в текущем сеансе работы с T-FLEX CAD. При последующем вызове проверки правописания в текущем сеансе данное слово не будет считаться неизвестным. При последующем вызове проверки правописания в последующих сеансах все экземпляры данного слова снова будут считаться неизвестными.
- **Заменить**
  Заменяет текущий экземпляр текущего неизвестного слова на **Вариант замены**, выбранный в списке.
- **Заменить все**
  Заменяет все экземпляры текущего неизвестного слова в проверяемом тексте на **Вариант замены**, выбранный в списке.
- **Добавить**
  Добавляет текущее неизвестное слово в словарь.
- **Удалить**
  Удаляет из текста текущий экземпляр текущего неизвестного слова.
- **Настройка...**
  Открывает окно **Настройка проверки правописания**.



Если интерфейс команды отображается в служебном окне **Параметры**, то возможен выход из команды с сохранением ( ), либо без сохранения (или) внесённых изменений.
Если интерфейс команды отображается в отдельном диалоговом окне, то выход из команды всегда происходит с сохранением изменений и осуществляется автоматически после выбора действия, применяемого к последнему неизвестному слову, либо вручную с помощью кнопки **Выход**.

Диалог параметров текста

Диалог параметров текста может иметь разный вид в зависимости от типа текста, а также от того, вызван ли он для уже созданного текста или для создаваемого в данный момент.

Диалог параметров создаваемого текста

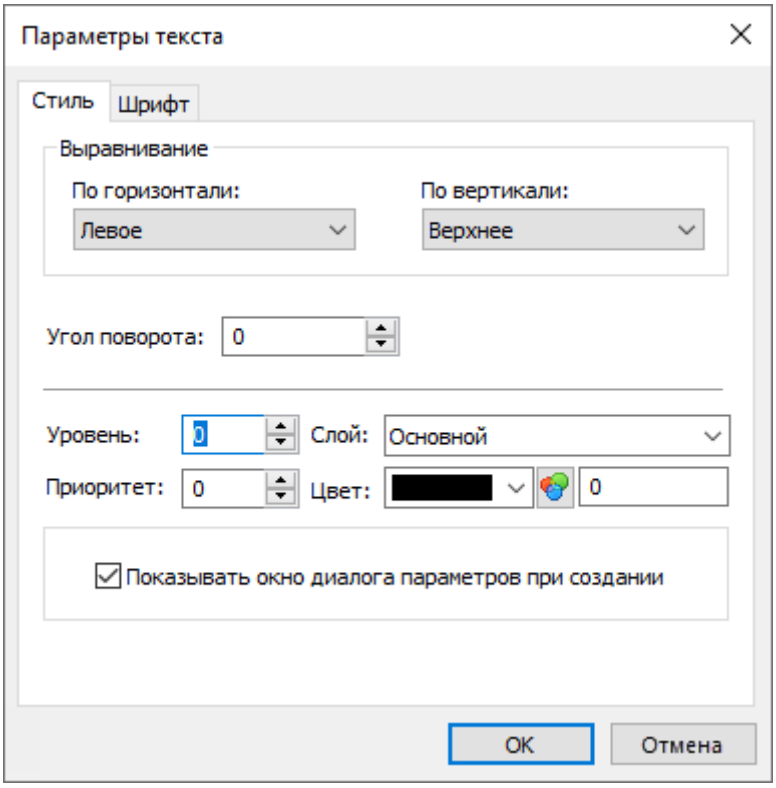
Диалог параметров создаваемого текста можно вызвать из автоменю команд **Текст** и **Таблица** с помощью опции:

	<P>	Установить параметры текста

Диалог имеет одинаковый вид для всех типов текста и содержит следующие вкладки:

- **Стиль**;
- **Шрифт**.

Вкладка Стиль в параметрах создаваемого текста



Содержит следующие параметры:

- Группа параметров **Выравнивание**
  См. раздел Положение и ориентация текста.
- **Угол поворота**
  Угол поворота текста относительно горизонтальной оси координат в градусах. Положительное значение угла означает поворот против часовой стрелки. Если текст привязан к линии построения, то угол поворота будет вычисляться не от горизонтали, а от угла наклона этой линии.
- **Уровень, Приоритет, Слой, Цвет**
  Стандартные параметры, задаваемые для большинства элементов T-FLEX CAD.
- **Показывать окно диалога при создании**.
  Данный флаг влияет только на строчный текст. При установленном флаге после задания точки привязки открывается вкладка Содержание диалога параметров текста, при снятом флаге - окно урезанной версии редактора текста.

Диалог параметров существующего текста

Диалог параметров существующего текста можно вызвать вне режима редактирования содержимого одним из следующих способов:

- по двойному нажатию на контуре ограничивающего прямоугольника текста в окне 2D или 3D вида;
- по двойному нажатию на любом месте **строчного** текста в окне 2D или 3D вида;
- по двойному нажатию на тексте в окне **Элементы модели**;
- из контекстного меню, вызываемого по нажатию на тексте в окне 2D или 3D вида, либо в окне **Элементы модели**;
- из динамической панели, отображаемой при выборе текста в окне 2D или 3D вида;

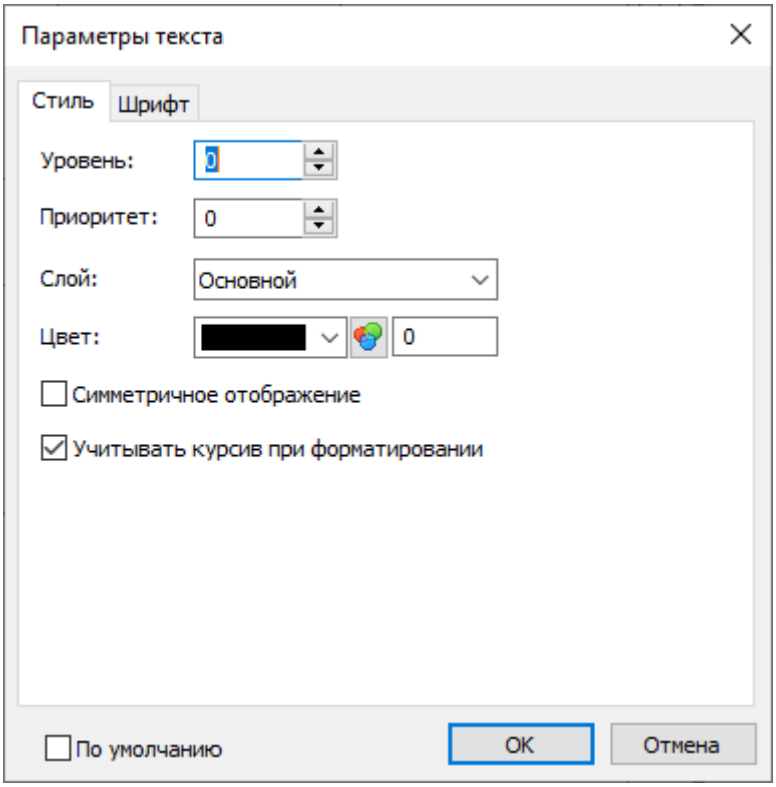
- из автоменю команды **Редактировать текст**.

Диалог имеет одинаковый вид для многострочного текста, параграф-текста и таблицы и содержит две вкладки:

- **Стиль**;
- **Шрифт**.

Диалог параметров строчного текста отличается набором параметров на вкладке **Стиль**, а также наличием вкладки **Содержание**.

Вкладка Стиль в параметрах многострочного текста, параграф-текста и таблицы

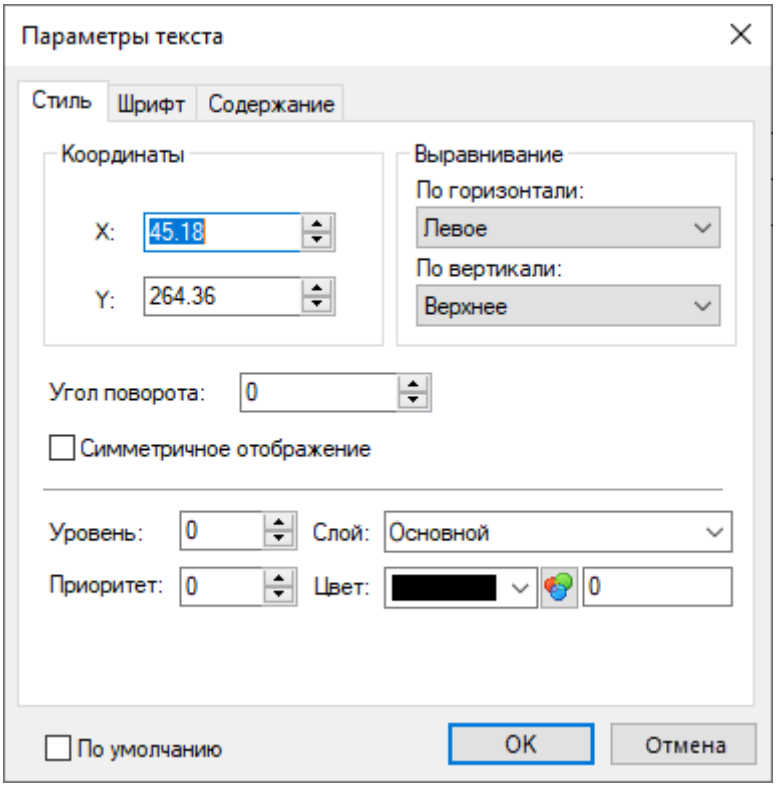


Содержит следующие параметры:

- **Уровень, Приоритет, Слой, Цвет**
  Стандартные параметры для всех элементов T-FLEX CAD.
- **Симметричное отображение**
  Установка данного флага отражает текст по горизонтали.
- **Учитывать курсив при форматировании**
  Установка данного флага позволяет учесть курсивный стиль при размещении элементов дробей, индексов и при форматировании абзаца в режиме Уместить в одну строку.

  По умолчанию флаг **Учитывать курсив при форматировании** отключен для текстов, созданных в T-FLEX CAD версии 11 и ниже, и включён для вновь создаваемых текстов.

Вкладка Стиль в параметрах строчного текста



Содержит следующие параметры:

- Группа параметров **Координаты**
  Поля ввода координат **X** и **Y** точки привязки текста. Если текст привязан к 2D узлу, то вместо абсолютных координат отображаются смещения относительно выбранного узла.
- Группа параметров **Выравнивание**
  См. раздел Положение и ориентация текста
- **Угол поворота**
  Угол поворота текста относительно горизонтальной оси координат в градусах. Положительное значение угла означает поворот против часовой стрелки. Если текст привязан к линии построения, то угол поворота будет вычисляться не от горизонтали, а от угла наклона этой линии.
- **Симметричное отображение**
  Установка данного флага отражает текст по горизонтали.
- **Уровень, Приоритет, Слой, Цвет**
  Стандартные параметры для всех элементов T-FLEX CAD.

См. также:

- Параметры по умолчанию
- Задание параметров элемента
- Копирование параметров 2D элементов

Редактировать текст

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<ET>	Правка > Чертёж > Текст

Команда **Изменить текст** позволяет редактировать содержание и изменять параметры текстов, а также удалять тексты.
Пользователю становятся доступны следующие опции с соответствующим набором пиктограмм в автоменю.

	<*>	Выбрать все элементы.
	<R>	Выбрать элемент из списка (только для элементов, которым были присвоены имена).
	<Esc>	Закончить выполнение команды.

Напомним, что выбор нескольких текстов, как и множественный выбор других элементов системы, можно сделать окном, опцией <*> (выбор всех текстов),либо добавляя по одному, используя с нажатой клавишей **<Shift>**. Нажатие на в сочетании с нажатой клавишей **<Ctrl>** исключит текст из списка выбранных для редактирования.
После выбора одного или нескольких текстов становятся доступны следующие опции:

	<Enter>	Задать новое местоположение узлов (для «свободных» узлов)
	<E>	Редактировать выбранный текст (вызывается текстовый редактор - для строчных текстов, вызывается команда «Изменить текст» в режиме создания параграф-текста - для параграф-текста).
	<P>	Задать параметры текста.
	<Alt+P>	Скопировать параметры с существующего элемента
	<Y>	Создать имя для выбранного элемента.
	<N>	Выбрать узел.
	<L>	Выбрать линию построения (для строчных текстов).
	<C>	Выбрать окружность (для строчных текстов).
	<K>	Разрушить привязку текста.

	<I>	Выбрать другой ближайший элемент
	<X>	Разделить текст (при выборе одного строчного текста).
	<D>	Дублировать текст (при выборе одного строчного текста).
	<J>	Объединить тексты (при выборе нескольких строчных текстов).
	<D>	Добавить прямоугольник (при выборе параграф-текста).
	<Del>	Удалить выбранные элементы
	<Esc>	Отменить выбор

Редактирование положения и привязки, изменение параметров аналогичны редактированию других элементов системы. Если выбранный текст привязан к какому-либо элементу построения, то этот элемент выделится. Для отмены привязки используйте опцию <K>.

Опция координатах чертежа положение текста или его относительное смещение от узла привязки, если текст привязан к узлу.

Для **строчного** текста в автоменю команды редактирования доступны опции:

- позволяет разбить текст, содержащий несколько строк, на несколько элементов. При этом каждой строке исходного текста будет соответствовать отдельный элемент «Строчный текст».

- позволяет создать копию выбранного текста.

- позволяет объединить несколько строчных текстов в один.

Режим редактирования содержимого текста

Чтобы приступить к редактированию, нужно кликнуть внутри прямоугольной области или выбрать опцию .

Выбрать текст для редактирования можно еще одним способом. Когда система находится в ожидании команды, укажите курсором на текст, который необходимо отредактировать и нажмете . В появившемся контекстном меню выберите пункт **Редактировать текст**. Также, если в настройках чертежа (команда «Задать параметры документа», закладка **Вид**) установить параметр **Прозрачное редактирование текстов**, то войти в режим редактирования текста можно с помощью , указав курсором на текст (при этом курсор принимает форму текстового курсора).

Также вызов команд редактирования возможен следующим способом:

- укажите курсором мыши в область текста и нажмите ;
- в появившемся меню выберите один из пунктов

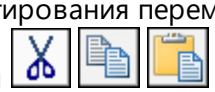
Изменить - вызов команды **Изменить текст**,

Удалить - удаление выбранного текста,

Параметры - вызов диалога параметров выбранного текста,

Редактировать текст (недоступно для строчного текста) - запускается режим редактирования содержимого текста непосредственно на странице чертежа.

Редактировать в диалоге (недоступно для строчного текста) - запускается режим редактирования содержимого текста в текстовом редакторе в отдельном окне.
Редактировать переменные (при наличии в выбранном тексте переменных) - запускается режим редактирования переменных.

Опции  позволяют работать с выделенным из фрагмента значением текущей переменной. При вставке текста из буфера обмена система отслеживает соответствие типов содержимого буфера и текущей переменной, т.е. невозможно вставить в поле числовой переменной символьную информацию.

Опции и позволяют вставлять в выражение редактируемой переменной текст из словаря, индексы, дроби и специальные символы. Обе опции содержат списки вложенных пиктограмм. В автоменю может отображаться любая из них. Обычно это пиктограмма той опции, которая вызывалась последней.

> При использовании опций вставки в выражение редактируемой переменной автоматически добавляются специальные символы форматирования по правилам, принятым для строчного текста (см. «**Надстрочный и подстрочный текст. Использование переменных в текстах**»).

Если же вы выбрали несколько текстов для редактирования, то необходимо задать параметры множественного редактирования, а затем редактировать непосредственно параметры текста.

При редактировании параграф-текста, используя опцию (**<D>**), вы можете добавить прямоугольную область в конец списка существующих прямоугольников. Чтобы изменить границы произвольно созданной прямоугольной области необходимо её выделить. Для этого нажмите с внешней стороны от прямоугольника. Теперь с помощью мышки можно изменить его границы. Если при добавлении прямоугольника выделить существующую область, то новый прямоугольник будет вставлен в список перед выделенной областью.

Добавление прямоугольника

Добавление прямоугольной области в конец списка существующих прямоугольников осуществляется с помощью опции:

<D> Добавить прямоугольник

Если до вызова опции выделить существующую область редактируемого параграф-текста, то новый прямоугольник будет вставлен в список перед выделенной областью.
Новый прямоугольник может быть автоматически создан при редактировании содержимого параграф-текста.

Редактирование прямоугольника

Чтобы изменить границы произвольно созданной прямоугольной области параграф-текста, необходимо её выделить. Для этого нажмите с **внешней стороны** от прямоугольника. Теперь с помощью мышки можно изменить его границы.

Автоматическое удаление прямоугольника

При редактировании параграф-текста, содержащего несколько прямоугольных областей, возможна ситуация, когда содержимое текста уменьшается настолько, что последняя прямоугольная область становится пустой. В этом случае система может сохранить опустевший прямоугольник, удалить его

со страницы или даже удалить его вместе со страницей, на которой он расположен, при условии, что данный прямоугольник текста – единственное содержимое данной страницы. Конкретные действия системы зависят от установок, заданных в диалоге опции **Параметры изменения размеров прямоугольника** (пиктограмма) в режиме редактирования содержимого текста (см. параграф **Ввод содержимого текста**).

См. также:

- Прозрачное редактирование
- Множественное редактирование 2D элементов
- Задание параметров элемента

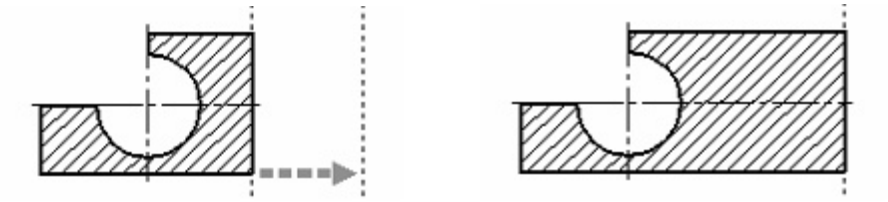
Штриховка

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Чертёж > Штриховка Листовой металл (2D) > Чертёж > Штриховка Замечания > Замечания > Штриховка Рабочая плоскость > Чертёж > Штриховка
Клавиатура	Текстовое меню
<H>	Чертёж > Штриховка

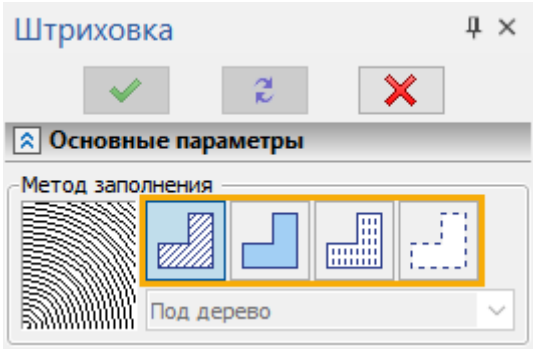
Команда предназначена для создания штриховок. Штриховка в T-FLEX CAD представляет собой один или несколько замкнутых контуров, которые могут быть заштрихованы, заполнены изображением по выбранному образцу или залиты выбранными цветами в зависимости от заданного метода заполнения. Помимо обозначения тех или иных элементов на чертеже, штриховки могут использоваться и в некоторых других целях: для скрытия линий, перекрываемых контуром штриховки, в качестве контуров для 3D профилей, для расчёта геометрических характеристик профиля. На левом рисунке изображена штриховка, состоящая из одного контура, на правом - из трёх контуров.

Контуры задаются в ручном или в автоматическом режиме. Контуры создаются на основе 2D узлов, линий построения и линий изображения, сохраняя с ними ассоциативную связь. Таким образом, после создания штриховки можно редактировать её контур, редактируя элементы, на основе которых он построен.



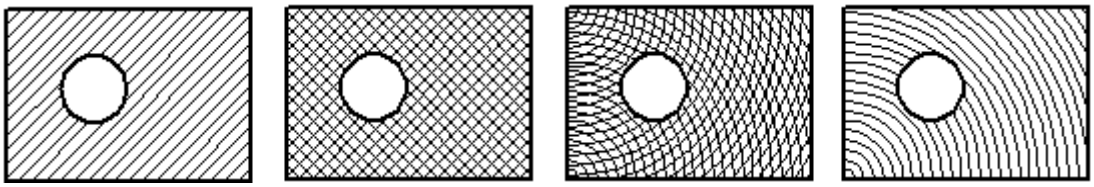
Методы заполнения

С помощью кнопок, расположенных в верхней части окна параметров команды можно выбрать один из следующих методов заполнения контуров штриховки:



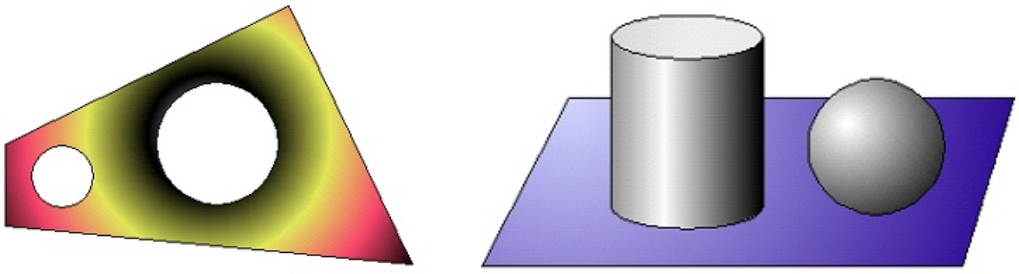
Штриховка

Заполнение контура параллельными друг другу прямыми линиями или дугами концентрических окружностей в одном или двух направлениях.



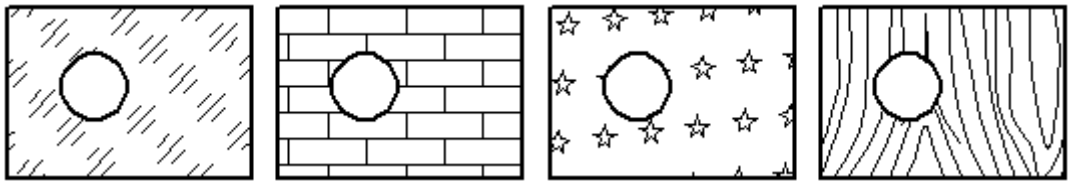
Заливка

Заполнение контура выбранным цветом или несколькими цветами, плавно переходящими друг в друга.



По образцу

Заполнение контура изображением специального или художественного типа, хранящимся в отдельном файле-образце. В комплект поставки T-FLEX CAD входит широкий набор различных образцов штриховки. При необходимости можно также создавать и использовать пользовательские образцы штриховки.



Невидимая

Контур не заполняется.

Для каждого из способов заполнения доступен свой набор параметров.

Создание штриховки

Для создания штриховки необходимо после вызова команды выполнить следующие действия:

1. Выбрать метод заполнения (необязательное действие).
2. Задать параметры штриховки (необязательное действие).
3. Задать один или несколько контуров штриховки в ручном или автоматическом режиме.
4. Закончить ввод **<Ctrl>+<Enter>**.

Опции автоменю

В автоменю команды **Штриховка** доступны опции, описанные в разделах Ручной ввод контура штриховки и Автоматический поиск контура штриховки, опция предварительного просмотра, а также следующие опции, общие для большинства команд создания 2D элементов:

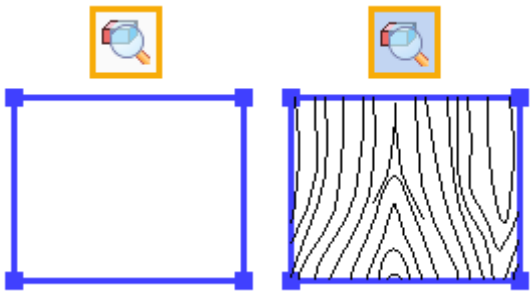
	<P>	Установить параметры выбранных элементов
	<Alt>+<P>	Скопировать параметры с существующего элемента
	<F4>	Изменить штриховку
	<Esc>	Выйти из команды

Предварительный просмотр результата штриховки

По умолчанию в процессе создания штриховки подсвечиваются только её контуры, тогда как заполнение контуров появляется на чертеже только после завершения ввода. Для просмотра результата штриховки до завершения ввода в команде **Штриховка** существует следующая опция:

	<R>	Режим предварительного просмотра

При её включении, заполнение штриховки отображается на чертеже сразу после замыкания контура.



Основные темы в этом разделе:

- Ручной ввод контуров штриховки

- Автоматический поиск контуров штриховки
- Пользовательские образцы штриховки
- Параметры штриховки
- Профиль штриховки
- Редактировать штриховку

Ручной ввод контуров штриховки

Для задания контуров штриховки в ручном режиме необходимо после вызова команды **Штриховка** активировать следующую опцию автоменю:

<A> Режим ручного ввода контура

Если режим ручного ввода использовался в предыдущем сеансе работы с командой, то эта опция будет активна сразу после вызова команды. Повторное нажатие на иконку или горячую клавишу опции переключает команду в режим автоматического поиска контура.
В ручном режиме контур строится путём последовательного задания участков, ограниченных 2D узлами. Кроме того, можно выбрать в качестве контура замкнутую кривую. В процессе создания и редактирования штриховки её контуры выделяются синим цветом. Так же, как и при создании линий изображения, при ручном вводе контура штриховки можно переключаться между режимами свободного и связанного рисования с помощью следующей опции автоменю:

<Ctrl>+<F> Режим свободного/связанного рисования

После того, как задан замкнутый контур, можно либо задать для текущей штриховки ещё один контур аналогичным образом, либо подтвердить создание штриховки с помощью следующей опции автоменю:

<Ctrl>+<Enter>, <End> Закончить ввод

Последовательное задание участков контура

Ручной ввод контура начинается с выбора начального узла. Наведите курсор мыши на желаемый узел при активных объектных привязках. Узел подсветится, а возле курсора появится символ узла, после чего следует нажать или <Enter> для выбора. Таким способом можно выбирать уже существующие 2D узлы, а также создавать связанные узлы в точках пересечения линий построения и в крайних точках линий изображения.

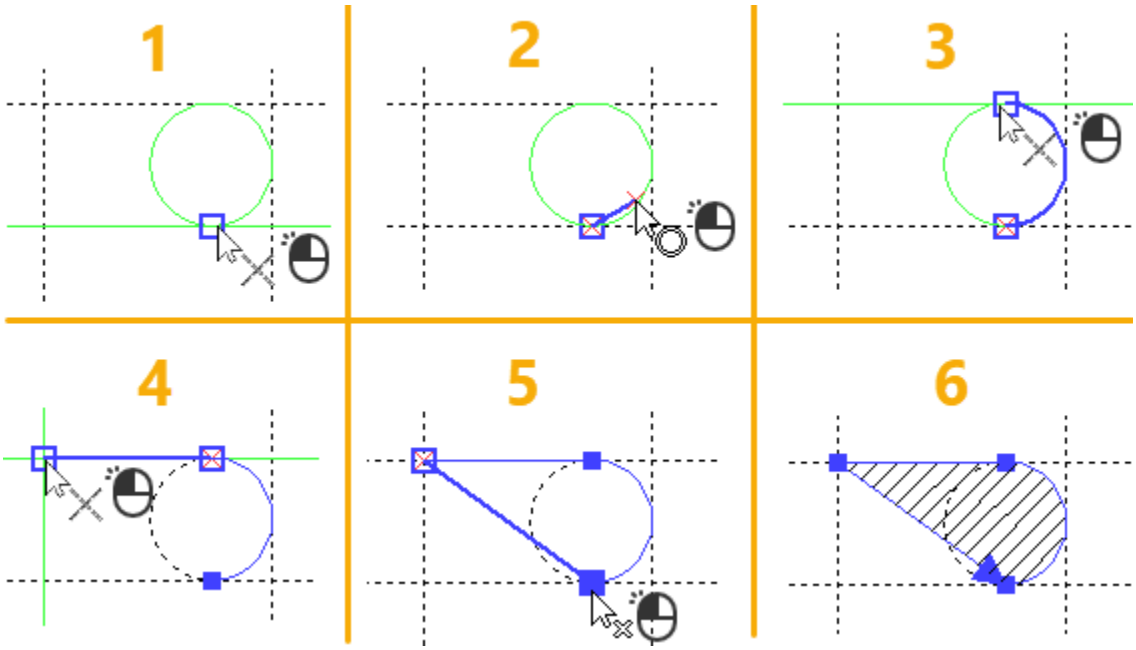
В режиме связанного рисования нажатие на свободном месте чертежа выбирает ближайший к месту нажатия существующий узел или пересечение линий построения.

В режиме свободного рисования нажатие на свободном месте чертежа создаёт в этом месте свободный 2D узел.
Для выбора существующих 2D узлов можно также воспользоваться следующей опцией:

<N> Выбрать узел

После её активации нажатие в любой точке месте чертежа выбирает узел, ближайший к месту нажатия, независимо от того, какой режим рисования активен.

После выбора начального узла следует либо аналогичными способами выбрать конечный узел текущего участка контура (в таком случае участок будет соединять узлы по прямой), либо выбрать линию, форму которой будет повторять текущий участок. Для выбора доступны линии изображения, один из концов которых совпадает с начальным узлом текущего участка контура, а также линии построения, на которых лежит начальный узел текущего участка контура. Наведите курсор мыши на желаемую линию. Если линия доступна для выбора, она подсветится, а возле курсора появится символ, соответствующий типу линии, после чего следует нажать или **<Enter>** для выбора.



Если линия изображения совпадает с линией построения, то при нажатии на них или **<Enter>** без использования опций автоменю для выбора линий определённого типа выбирается линия построения. Если вы хотите, чтобы в таких случаях выбиралась линия изображения, установите флаг **Выбирать линии изображения при создании штриховок** в установках системы (**Установки** > **Привязки** > **Привязки**).

Линии построения также можно выбирать с помощью следующих опций автоменю:

<L> Выбрать прямую

<C> Выбрать окружность

<E> Выбрать эллипс

<S> Выбрать сплайн

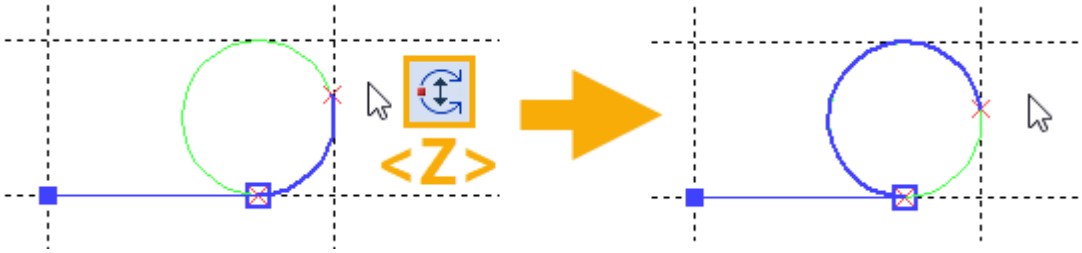
После активации любой из вышеперечисленных опций нажатие на чертеже выбирает объект соответствующего типа, ближайший к месту нажатия. Опция выбора сплайнов позволяет также выбирать 2D пути, кривые смещения и функции.
Линии изображения также можно выбирать с помощью следующей опции автоменю:

<Пробел> Выбрать линию изображения

Активация данной опции мгновенно выбирает линию изображения, из концов которых совпадает с начальным узлом текущего участка контура. Если начальный узел совпадает с концами нескольких линий изображения, то будет выбрана та из них, которая находится ближе всего к курсору в момент активации опции.

Если начальный узел текущего участка лежит на замкнутой кривой построения, то направление участка вдоль этой кривой выбирается системой по кратчайшему пути от начального узла до положения курсора в момент выбора кривой. При необходимости можно сменить направление на противоположное с помощью следующей опции автоменю:

<Z> Изменить направление дуги



После выбора линии изображения задание текущего участка контура завершается, а его конечным узлом становится противоположный конец выбранной линии.

После выбора линии построения необходимо с помощью или **<Enter>** дополнительно указать конечный 2D узел, лежащий на этой линии, или пересечение этой линии с другой линией построения (при выборе пересечения в нём автоматически создаётся связанный узел). После указания конечного узла задание текущего участка завершается.
Конечный узел текущего участка становится также начальным узлом следующего участка. Таким образом можно последовательно задать любое количество участков.
Ошибочный выбор узла можно отменить с помощь опции **Отменить выбор последнего элемента**, которая доступна в меню, вызываемом нажатием в любом месте окна чертежа.
Ошибочное задание участка контура можно отменить с помощью следующей опции автоменю:

<BackSpace> Удалить последнюю линию контура

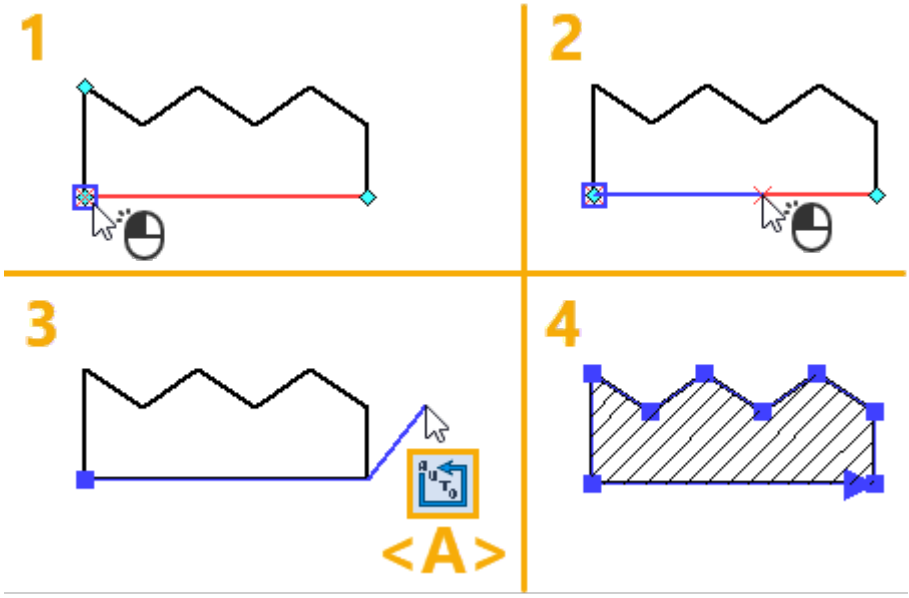
Также можно отменить ввод всех участков текущего контура с помощью клавиши **<Esc>**. Если начальная точка текущего контура ещё не задана, то эта клавиша отменяет ввод всех контуров текущей штриховки, а если не задан ни один контур - завершает работу команды.
Если при задании конечного узла последнего участка указать начальный узел первого, то контур автоматически замыкается. Если конечный узел последнего участка не совпадает с начальным узлом первого, то можно быстро замкнуть контур, соединив эти узлы по прямой с помощью следующей опции автоменю:

<Home> Замкнуть контур

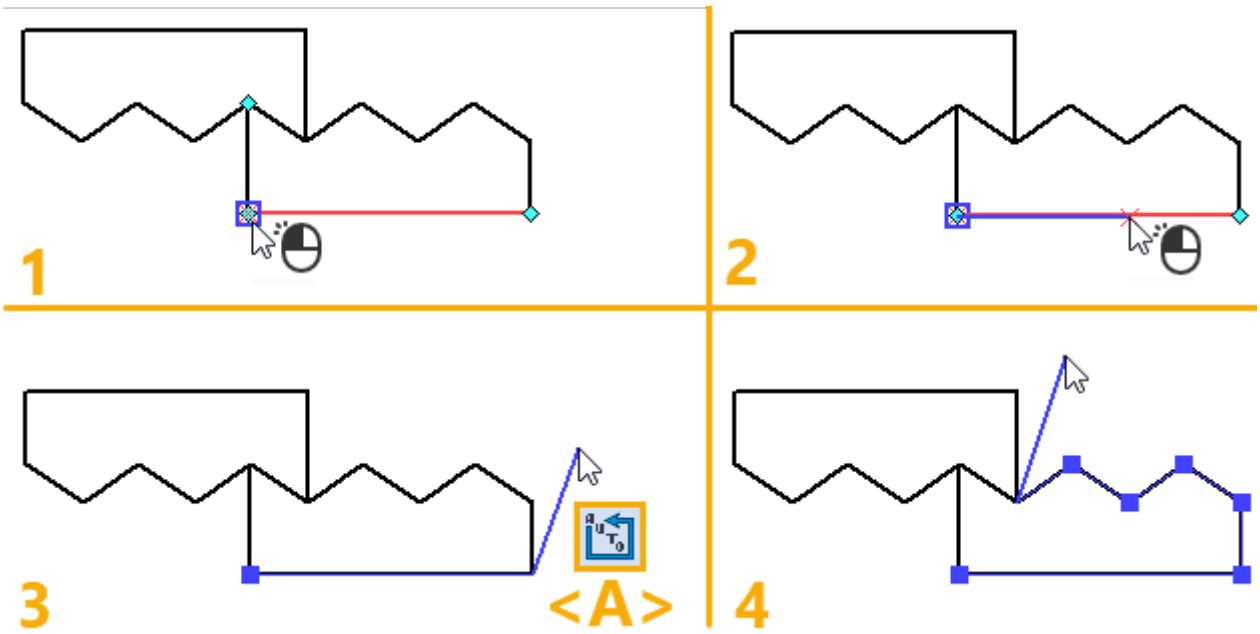
Если последний заданный участок контура штриховки задан линией изображения, входящей в последовательность линий изображения, то можно быстро добавить участки контура по остальным линиям последовательности с помощью следующей опции автоменю:

<A> Найти контур автоматически

Если последовательность замкнутая, то контур штриховки будет автоматически замкнут.



Если последовательность имеет разветвления, то в контур штриховки будут добавлены только те линии последовательности, которые находятся между концом последнего заданного участка и ближайшим разветвлением.



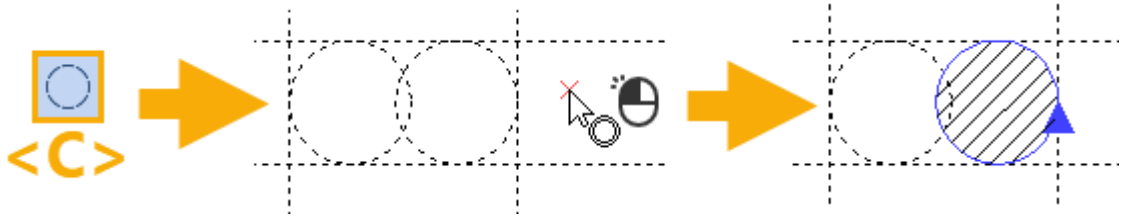
Если начальный узел текущего участка находится в точке разветвления линий изображения, то данная опция не имеет эффекта.

Выбор замкнутой кривой в качестве контура

Вместо выбора начальной точки первого участка контура можно сразу выбрать замкнутую кривую, наведя на неё курсор и нажав или **<Enter>**. В таком случае будет сразу выбран контур, образованный этой кривой. Для выбора доступны как линии построения, так и линии изображения. Линии построения также можно выбирать с помощью следующих опций автоменю:

	<C>	Выбрать окружность
	<E>	Выбрать эллипс
	<S>	Выбрать сплайн

После активации любой из вышеперечисленных опций нажатие на чертеже выбирает объект соответствующего типа, ближайший к месту нажатия. Опция выбора сплайнов позволяет также выбирать 2D пути, кривые смещения и функции.



При использовании опции автоменю для выбора сплайна возможен выбор как замкнутых линий, так и незамкнутых. При выборе незамкнутой линии система замкнёт контур автоматически, соединив по прямой начальную и конечную точки.

Автоматический поиск контуров штриховки

Для задания контуров штриховки в автоматическом режиме необходимо после вызова команды Штриховка активировать следующую опцию автоменю:

<A> Режим автоматического поиска контура

Если режим автоматического поиска использовался в предыдущем сеансе работы с командой, то эта опция будет активна сразу после вызова команды. Повторное нажатие на иконку или горячую клавишу опции переключает команду в режим ручного ввода контура.

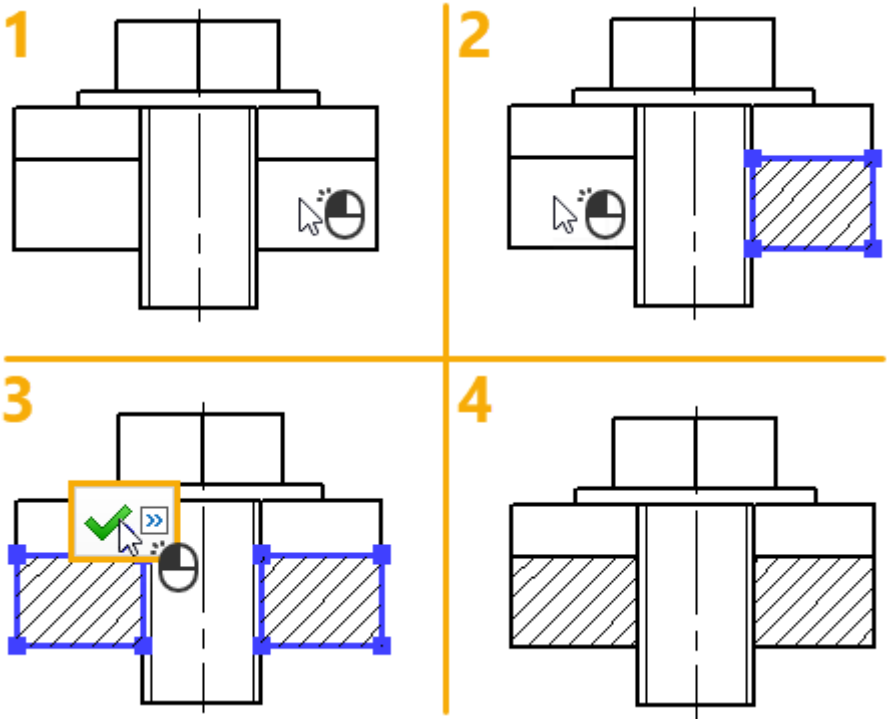
Пока опция автоматического поиска активна, при нажатии на чертеже система автоматически определяет замкнутый контур, охватывающий место нажатия, и выбирает его в качестве контура создаваемой штриховки. В этом режиме учитываются только контуры образованные линиями изображения. Принцип определения контуров зависит от параметров, задаваемых в окне параметров на вкладке **Автоматический поиск контуров**. Если в результате поиска контур был найден, он будет подсвечен синим цветом. При выборе контуров, прилегающих друг к другу, они объединяются.

Сбросить выбор можно с помощью клавиши **<Esc>**, или нажав в любом месте чертежа.

В любом порядке выберите все желаемые контуры, последовательно нажимая внутри них, задайте желаемые параметры штриховки и завершите ввод с помощью следующей опции автоменю:

<Ctrl>+<Enter>, <End> Закончить ввод

В отличие от контуров, заданных в ручном режиме, при последующем редактировании штриховки невозможно изменение отдельных участков контуров, заданных автоматически.



Пользовательские образцы штриховки

T-FLEX CAD позволяет создавать собственные образцы штриховок. Образцы штриховок в T-FLEX CAD могут задаваться двумя способами:

1. Структура штриховки может быть описана в файле формата ***.pat** Это формат описания типов штриховки системы AutoCAD. Поэтому, если вам не хватает каких-либо типов, то можно либо создать их самостоятельно, либо прямо взять из системы AutoCAD, если она установлена на вашем компьютере. Имя файла ***.pat** и путь к нему задаются в установках системы (**Установки** > **Файлы** > **Образцов штриховки**). По умолчанию используется файл **tcad.pat**, расположенный в папке ...**Program** (если система T-FLEX CAD установлена в папку, предлагаемую установщиком по умолчанию, то полный путь к файлу выглядит как **C:/Program Files/T-FLEX CAD 17/Program/tcad.pat**). В этом файле содержится набор различных штриховок, в том числе и соответствующих требованиям ГОСТ. Информация о создании пользовательских образцов штриховки данным способом доступна в документации AutoCAD.
2. Штриховки по образцу могут быть созданы на основе изображения, которое находится в файле формата ***.grb**. Файлы, использующиеся в качестве образцов штриховки, должны находиться в папке ...**Program/HatchPatterns** (если система T-FLEX CAD установлена в папку, предлагаемую установщиком по умолчанию, то полный путь к папке выглядит как **C:/Program Files/T-FLEX CAD 17/Program/HatchPatterns**). После перезапуска T-FLEX CAD новый тип появится в списке образцов в команде **Штриховка**. Для удаления пользовательского типа штриховки достаточно удалить из ....**Program/HatchPatterns** файл его шаблона и перезапустить T-FLEX CAD. Информация о создании пользовательских образцов штриховки данным способом доступна ниже.

Создание образца штриховки

Файл образца штриховки представляет собой чертёж T-FLEX CAD, выполненный с соблюдением определённых правил. Он должен содержать изображение образца штриховки, выполненное с помощью узлов, линий изображения, текста и штриховок, а также элементов построения. Начальная точка штриховки задаётся специальным именованным узлом **Center**. Наличие данного узла в шаблоне штриховки обязательно.

Для того, чтобы данный образец затем повторялся многократно при заполнении контура штриховки, в шаблоне необходимо задать дополнительные именованные узлы, определяющие направление и шаг повторения образца. Узел, задающий первое направление штриховки, должен иметь имя **StepX**; узел, задающий второе направление – **StepY**. Узлы, задающие направления, являются необязательными. В случае, когда какой-то из них не задан, образец в данном направлении рисуется только один раз.

Работа с пользовательскими штриховками

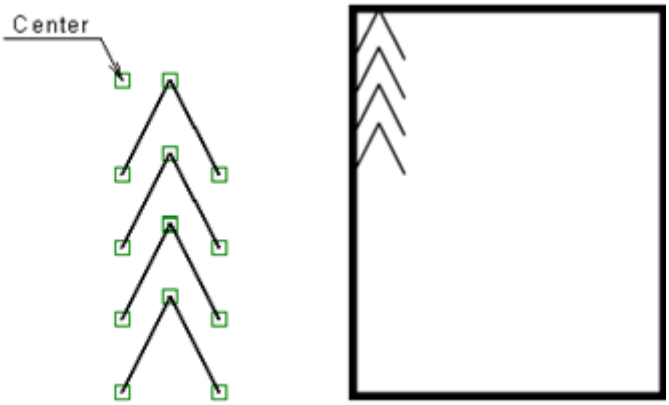
При использовании пользовательского образца штриховки на чертеже изображение образца сохраняется в документе чертежа, а связь с исходным файлом образца теряется. Таким образом, при переносе файла документа на компьютер, на котором нет данного образца штриховки, изображение не теряется.

При переносе документа, содержащего пользовательские штриховки, на компьютер, на котором есть образец штриховки с таким же именем, изображение штриховки остаётся неизменным, соответствующим сохранённому в документе образцу. Для обновления изображения штриховки необходимо заново выбрать образец. При изменении одной штриховки для этого достаточно вызвать диалог её параметров и подтвердить установленное значение. Новые штриховки того же типа, создаваемые в этом документе, будут использовать уже текущий образец.

Пример создания простого образца штриховки

Создание пользовательского образца штриховки начнём с открытия нового документа (команда **Создать 2D деталь**).

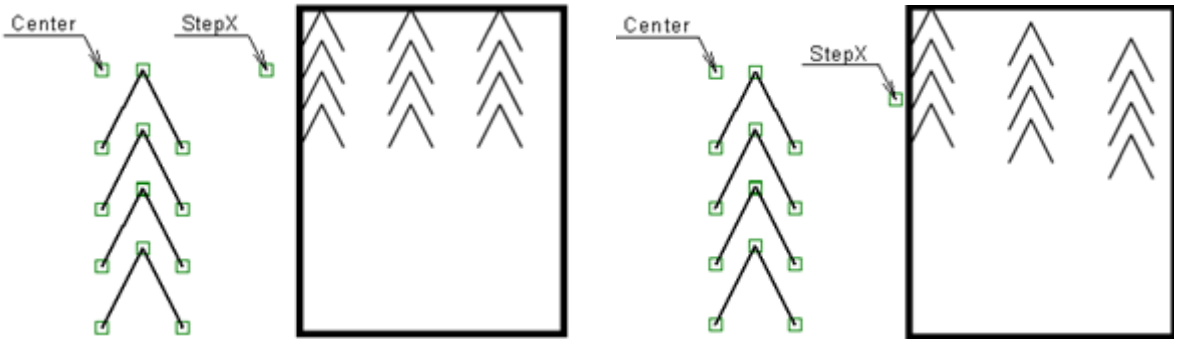
Создайте в открытом документе изображение образца штриховки, как показано на рисунке ниже. Не забудьте нанести на чертёж дополнительный именованный узел **Center**, наличие которого обязательно для образца штриховки.



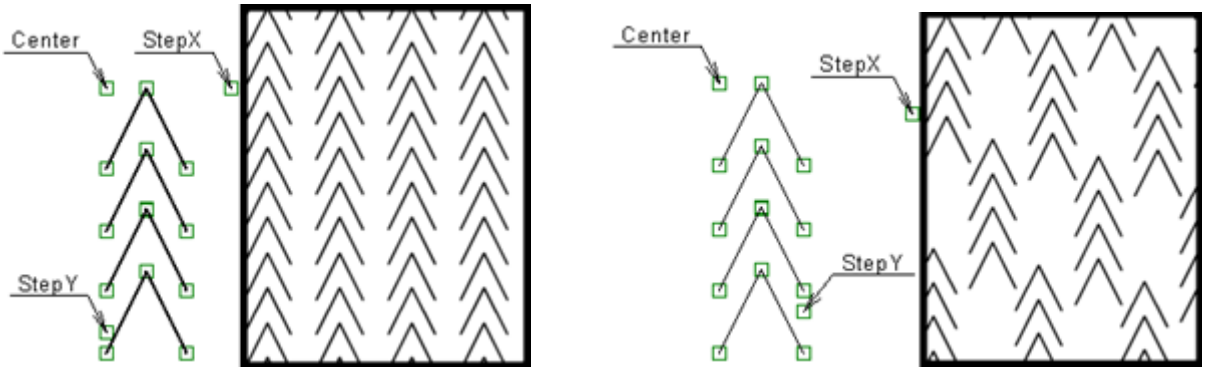
Созданный таким образом чертёж уже может быть идентифицирован системой как образец пользовательской штриховки. Для этого необходимо только сохранить его в папку **.../Program/HatchPatterns** (например, под именем **Пример пользовательской штриховки.grb**) и перезапустить T-FLEX CAD.

Однако поскольку в образце не заданы направляющие узлы, на штриховке, созданной на основе данного образца, изображение будет отрисовано только один раз.

Чтобы заданное в образце штриховки изображение повторялось в одном направлении, необходимо создать в шаблоне соответствующий именованный узел, например, **StepX**. Положение и шаг узла будут определять шаг и направление повторения изображения штриховки.



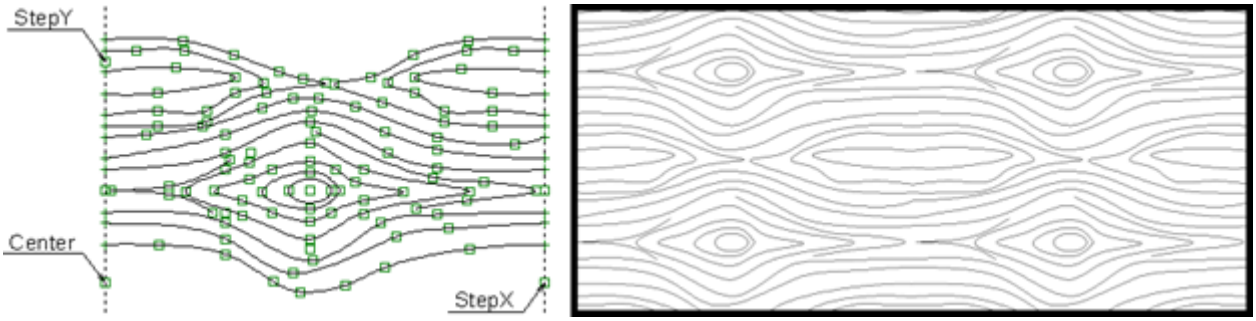
Два именованных узла – **StepX** и **StepY** - позволяют задать повторение изображения штриховки сразу в двух направлениях. Меняя положения направляющих узлов относительно узла **Center**, можно получить различные виды штриховки на основе одного изображения.



Пример создания штриховки «под дерево»

С помощью механизма создания пользовательских штриховок можно создавать и более сложные штриховки, например, штриховку «под дерево». Для такой штриховки был создан образец,

показанный на рисунке. Правильно подобранное положение направляющих узлов позволяет получить штриховку, имитирующую рисунок древесины.



Параметры штриховки

При создании и редактировании штриховки её параметры можно задать в в окне параметров. Окно параметров команды Штриховка разбито на следующие вкладки

- Основные параметры
- Обводка
- Автоматический поиск контуров

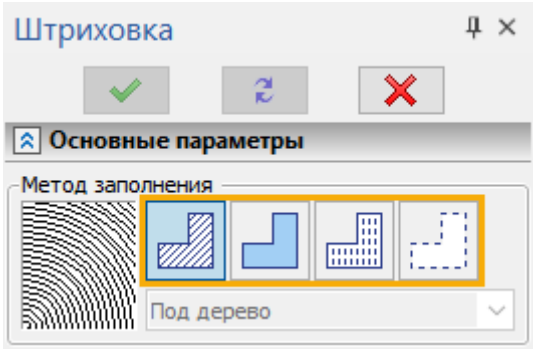
Кроме того, основные параметры и параметры обводки, а также **Уровень, Приоритет, Слой** и **Цвет** можно задать в диалоге параметров штриховки. Параметры автоматического поиска контуров не являются параметрами конкретной штриховки, а лишь определяют принцип работы команды **Штриховка** в режиме автоматического поиска контуров, поэтому они недоступны в диалоге параметров штриховки.

Основные темы в этом разделе:

- Основные параметры штриховки
- Обводка контуров штриховки
- Параметры автоматического поиска контуров штриховки
- Диалог параметров штриховки

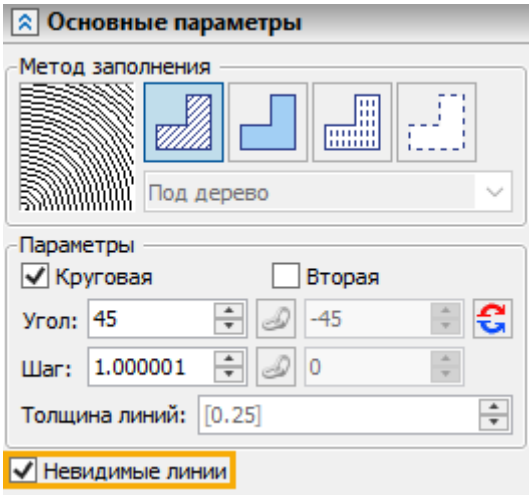
Основные параметры штриховки

На вкладке **Основные параметры** окна параметров команды Штриховка задаются параметры заполнения контуров. С помощью кнопок, расположенных в верхней части вкладки можно выбрать один из следующих **Методов заполнения**:



- Штриховка
- Заливка
- По образцу
- Невидимая

Ниже находятся параметры выбранного метода заполнения. Разные методы заполнения имеют разные наборы параметров. Описание этих параметров доступно по ссылкам, приведённым выше. Слева от кнопок выбора метода отображается образец заполнения, соответствующий заданным параметрам.

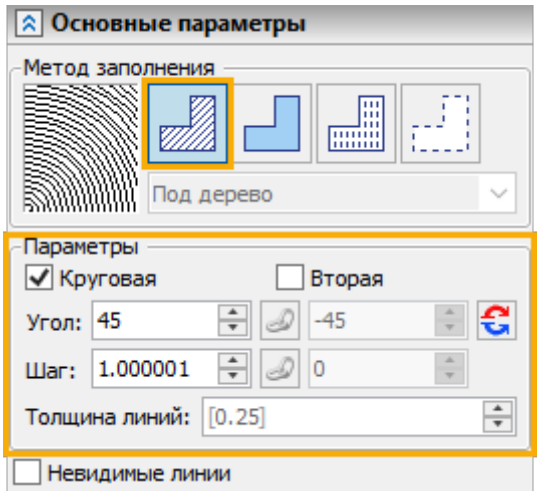


В самом низу вкладки независимо от выбранного метода заполнения всегда доступен флаг **Невидимые линии**. По умолчанию он снят. Если его установить, то при последующей вставке чертежа со штриховкой в 2D сборку в качестве фрагмента изображение сборочного чертежа, перекрываемое контуром штриховки фрагмента, будет скрыто.

Основные темы в этом разделе:

- Метод заполнения «Штриховка»
- Метод заполнения «Заливка»
- Метод заполнения «По образцу»
- Метод заполнения «Невидимая»

Метод заполнения «Штриховка»



При выборе метода заполнения **Штриховка** контуры штриховки заполняются прямыми линиями или дугами окружности.

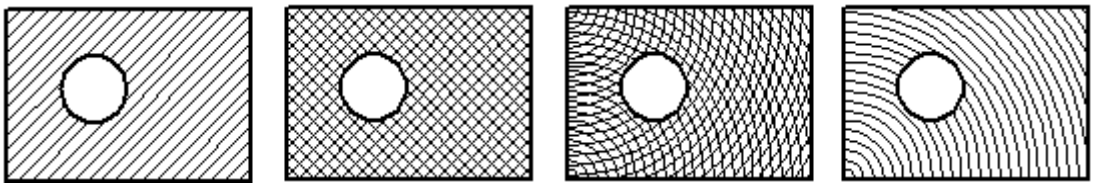
В верхней части группы параметров этого метода доступны следующие флаги:

- **Круговая**

  По умолчанию этот флаг снят и контур заполняется прямыми линиями. Если установить этот флаг, то контур будет заполняться концентрическими дугами окружностей. При этом

положение центра дуг определяется параметром **Угол**, а разность радиусов соседних дуг - параметром **Шаг** (см. ниже).

- **Вторая**
  По умолчанию этот флаг снят, в результате чего при штриховке прямыми линиями все линии параллельны друг другу, а при штриховке дугами все дуги имеют общий центр. При установленном флаге добавляется второе направление штриховки, т.е. добавляются прямые линии под другим углом или дуги с другим центром относительно первого направления.



Ниже находятся поля ввода параметров **Угол** и **Шаг**. Для каждого из этих параметров доступно по два поля ввода. Левые поля относятся к первому направлению штриховки, правые - ко второму. Если флаг **Вторая** (см. выше) снят, то правые поля неактивны. Для каждого из параметров между парой полей ввода доступна кнопка , позволяющая связать значения второго направления со значением первого. При включенной связи кнопка подсвечивается , а поле ввода значения для второго направления становится недоступным для редактирования. Если **Связать углы**, то значение угла для второго направления будет отличаться от значения для первого направления на +90°. Если **Связать шаги**, то значение шага для второго направления будет равно значению для первого направления.

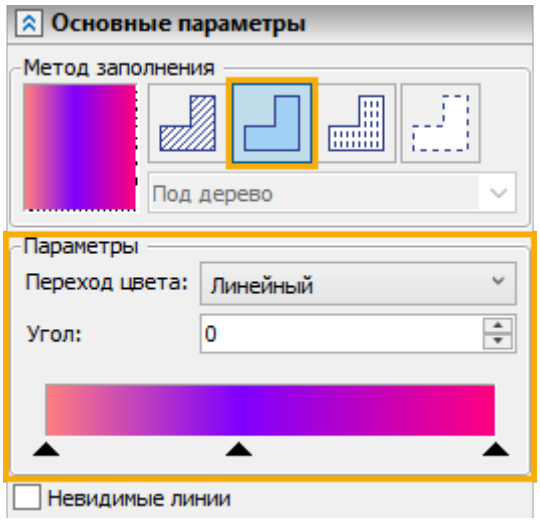
- **Угол**
  Для прямой штриховки этот параметр определяет угол наклона линий. Нулевое значение угла соответствует горизонтальным линиям. Угол откладывается против часовой стрелки.
  Для круговой штриховки угол определяет положение центра дуг. Центр дуг располагается в точке контура, наиболее удалённой от центра контура в направлении определяемом углом. Нулевое значение угла соответствует направлению горизонтально влево. При наличии нескольких точек, расположенных на одинаковом максимальном расстоянии от центра контура, выбирается крайняя точка в направлении увеличения значений угла. Например, для прямоугольного контура, образованного горизонтальными и вертикальными линиями, нулевому значению соответствуют все точки левого ребра, но, т.к. угол откладывается против часовой стрелки, то будет выбрана нижняя вершина.
  В команде редактирования штриховки можно выбрать начальный узел штриховки. Если выбран начальный узел, то центры дуг первого направления будут совпадать с этим узлом независимо от заданного значения угла. При заполнении прямыми линиями одна из этих линий проходит через начальный узел.
  С помощью кнопки **Изменить направление**, расположенной справа от полей ввода угла, можно поменять местами значения угла первого и второго направлений.
- **Шаг**
  Расстояние между соседними линиями штриховки. Для круговой штриховки это расстояние также является разностью радиусов соседних дуг.

Толщина линии

Толщина линий, заполняющих контур штриховки. Значение толщины, используемое по умолчанию отображается в квадратных скобках. Это значит, что толщина создаваемой штриховки будет определяться параметрами документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Линии** > **Линии** > **Толщина других**).

Цвет линий, заполняющих контур штриховки, недоступен в окне параметров, но его можно изменить в ленте или в диалоге параметров штриховки на вкладке **Заполнение**. По умолчанию используется чёрный цвет.

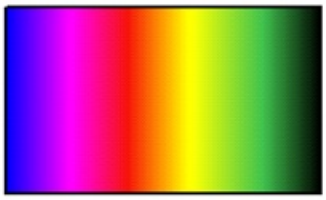
Метод заполнения «Заливка»



При выборе метода заполнения **Заливка** контуры штриховки заполняются выбранным цветом или несколькими цветами, плавно переходящими друг в друга.

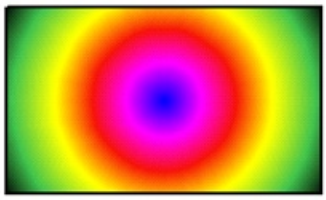
В верхней части группы параметров этого метода располагается выпадающий список **Переход цвета**, в котором можно выбрать одну из следующих опций:

- **Нет**
  Заливка выполняется одним цветом без переходов. По умолчанию используется чёрный цвет. Изменить цвет можно в ленте или в диалоге параметров штриховки на вкладке **Заполнение**.
- **Линейный**
  Заливка выполняется с переходом цвета по прямым. Угол наклона этих прямых и используемые цвета задаются ниже.
- **Круговой**
  Заливка выполняется с переходом цвета по окружностям. Используемые цвета задаются ниже. Центр окружностей является общим для всех контуров. По умолчанию он располагается в суммарном центре контуров. В команде редактирования штриховки можно выбрать начальный узел штриховки. Если выбран начальный узел, то центр окружностей перехода цвета будут совпадать с этим узлом.



Линейный переход цвета под нулевым углом

Линейный переход цвета под углом 45°

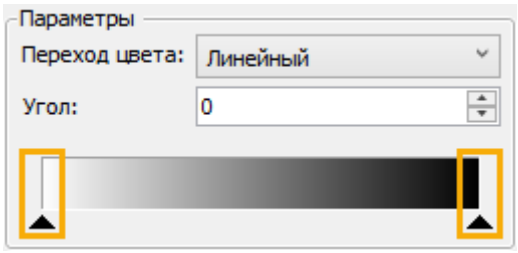


Круговой переход цвета

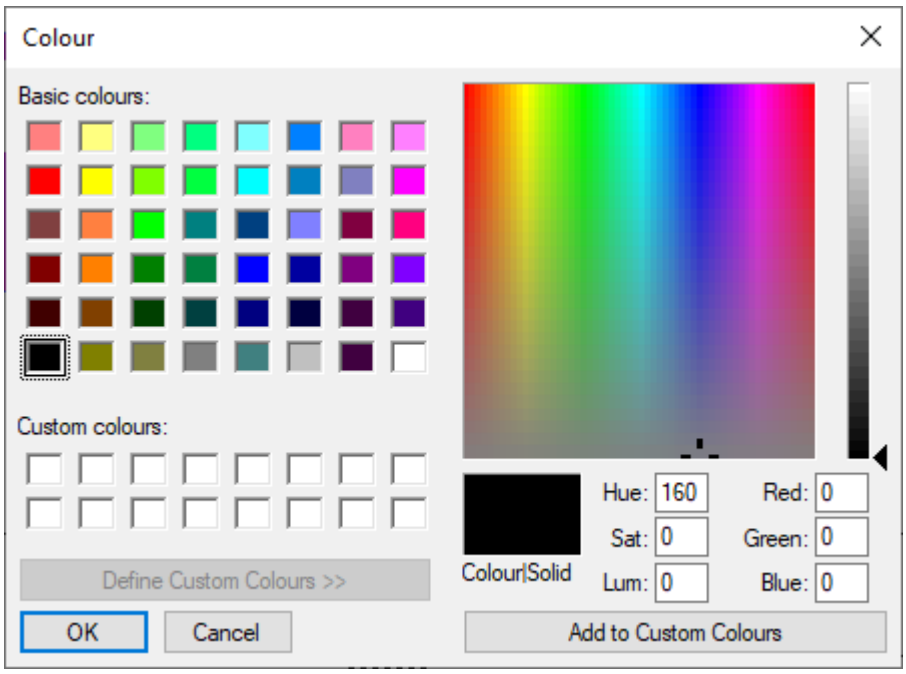
Ниже располагается поле **Угол**, в котором можно задать угол линейного перехода цвета. Для других типов перехода этот параметр недоступен.

В нижней части группы параметров метода заполнения располагается **шкала**, на которой можно задать цвета, используемые при **линейном** и **круговом** переходе.
Расположение цвета на шкале отмечается треугольным маркером ▲ и определяет положение этого цвета на заполняемых контурах. Для линейного перехода левый конец шкалы соответствует крайней левой точке крайнего левого контура, а правый конец шкалы - крайней правой точке крайнего правого контура. Для кругового перехода левый конец шкалы соответствует центру совокупности выбранных контуров, а правый конец шкалы - наиболее удалённой от этого центра точке.

По умолчанию используется два цвета - белый на левом конце шкалы и чёрный на правом конце. Таким образом цвет заливки плавно переходит от белого к чёрному через оттенки серого.

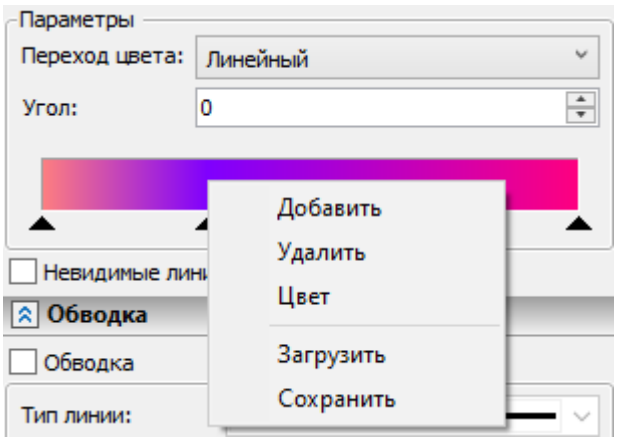


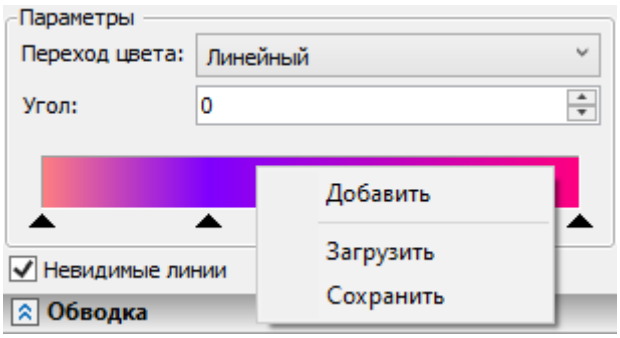
Цветность шкалы можно изменять, задавая произвольные цвета в любом количестве. Для добавления нового цвета нажмите в желаемом месте шкалы. Появится стандартное окно Windows для задания цвета.



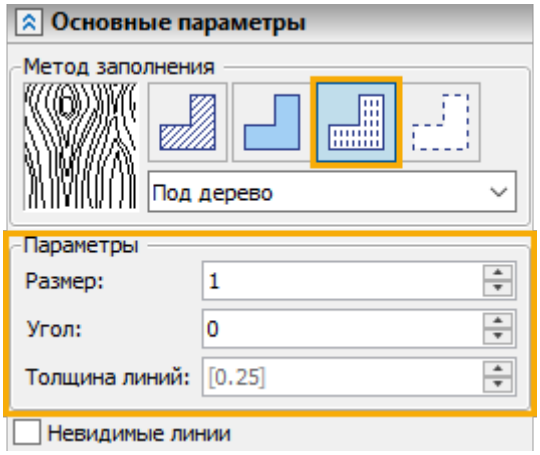
После выбора цвета и закрытия этого окна в указанном месте шкалы появляется заданный цвет. Используя маркер ▲, можно изменить положение цвета на шкале. Для этого наведите курсор на нужный маркер. Курсор сменит вид на ⟺. Далее зажмите и удерживайте , перемещая курсор. Маркер будет следовать за курсором. Установите маркер в требуемое положение и отпустите . Для удаления цвета из шкалы переходов нужно переместить его маркер за пределы шкалы.

Для изменения одного из имеющихся цветов шкалы нужно нажать на маркере этого цвета. Для настройки шкалы переходов цвета можно также использовать контекстное меню, вызываемое нажатием на изображении шкалы. Содержимое меню зависит от того, для какой точки шкалы оно вызвано. По сравнению с точками перехода цветов, в точках, соответствующих маркерам цветов дополнительно доступны команды удаления и изменения цвета. С помощью команд **Сохранить** и **Загрузить** шкалу можно сохранить во внешний файл формата ***.col** или загрузить из такого файла.

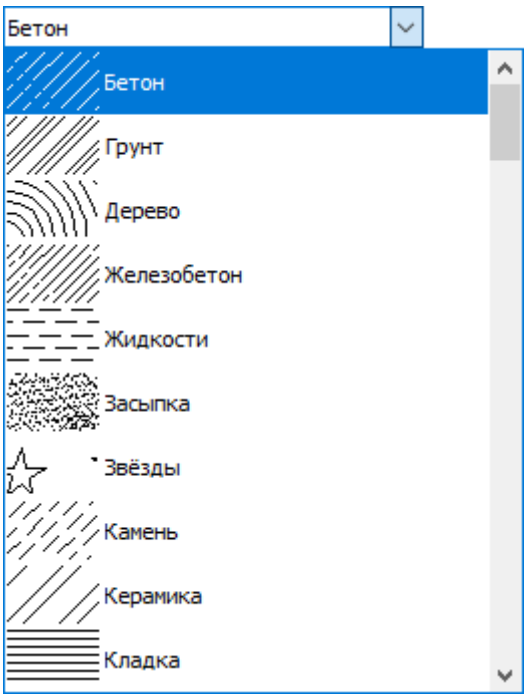




Метод заполнения «По образцу»

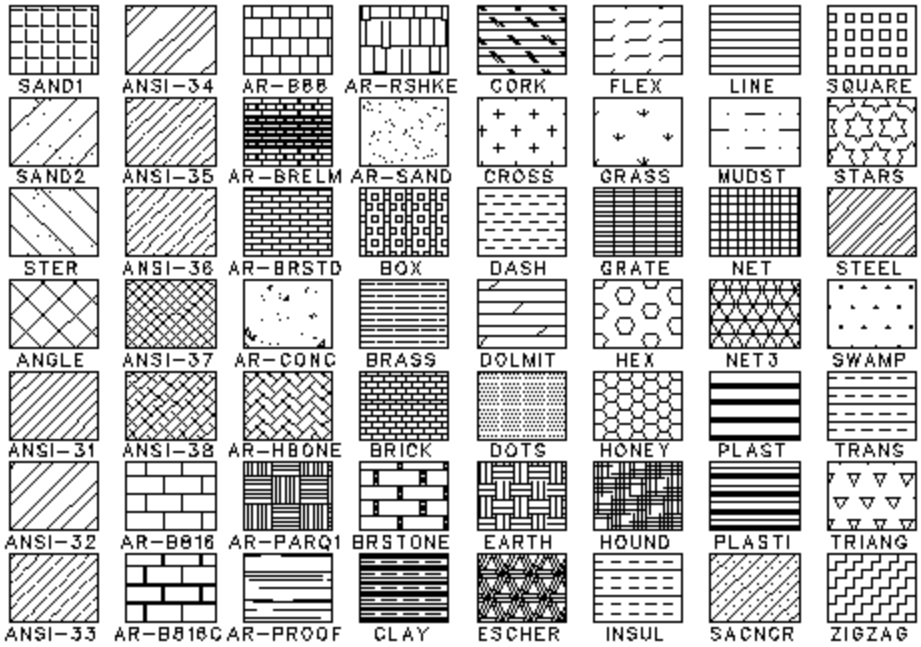


При выборе метода заполнения **По образцу** контуры штриховки заполняются изображением-образцом, взятым из отдельного файла. В комплект поставки T-FLEX CAD входит широкий набор различных образцов штриховки. При необходимости можно также создавать и использовать пользовательские образцы штриховки. Образец выбирается в выпадающем меню, расположенном под кнопками выбора метода заполнения.



Образцы штриховок в T-FLEX CAD могут задаваться двумя способами:

1. Структура штриховки может быть описана в файле формата ***.pat** Это формат описания типов штриховки системы AutoCAD. Поэтому, если вам не хватает каких-либо типов, то можно либо создать их самостоятельно, либо прямо взять из системы AutoCAD, если она установлена на вашем компьютере. Имя файла ***.pat** и путь к нему задаются в установках системы (**Установки** > **Файлы** > **Образцов штриховки**). По умолчанию используется файл **tcad.pat**, расположенный в папке ...**Program** (если система T-FLEX CAD установлена в папку, предлагаемую установщиком по умолчанию, то полный путь к файлу выглядит как **C:/Program Files/T-FLEX CAD 17/Program/tcad.pat**). В этом файле содержится набор различных штриховок, в том числе и соответствующих требованиям ГОСТ. Информация о создании пользовательских образцов штриховки данным способом доступна в документации AutoCAD.



2. Штриховки по образцу могут быть созданы на основе изображения, которое находится в файле формата ***.grb**. Файлы, использующиеся в качестве образцов штриховки, должны находиться в папке ...**Program/HatchPatterns** (если система T-FLEX CAD установлена в папку, предлагаемую установщиком по умолчанию, то полный путь к папке выглядит как **C:/Program Files/T-FLEX CAD 17/Program/HatchPatterns**). Информация о создании пользовательских образцов штриховки данным способом доступна в главе Пользовательские образцы штриховки.

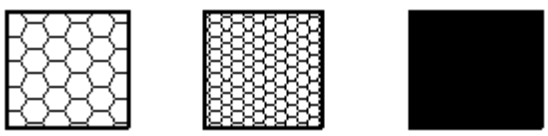
В ***.grb**-файле образца всегда задаётся начальный узел с именем **Center.** По умолчанию начальный узел образца совмещается с произвольной точкой контура штриховки. В команде редактирования штриховки можно выбрать начальный узел штриховки. Если выбран начальный узел штриховки, то начальный узел образца будет совмещён с этим узлом.

В выпадающем списке выбора образца штриховки доступны образцы, заданные обоими способами.

Помимо выбора образца для данного метода заполнения доступны следующие параметры:

- **Размер**

  Масштабный коэффициент штриховки по образцу. Ниже показан пример одной и той же штриховки с разными значениями параметра **Размер**. При задании слишком маленького масштабного коэффициента штриховка может выглядеть как сплошная заливка.

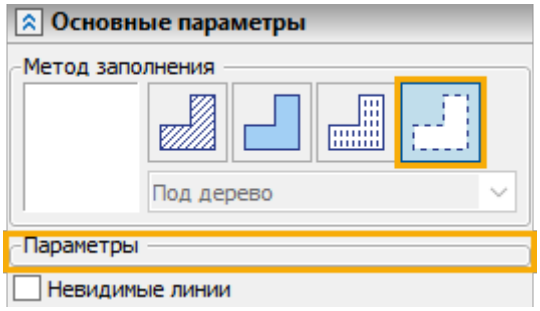


- **Угол**

  Угол поворота образца против часовой стрелки.

- **Толщина линий**
  Толщина линий образца. Данный параметр влияет только на образцы, хранящиеся в в файле ***.pat.** При выборе образцов, хранящихся в ***.grb**-файлах, используется толщина, установленная в файле образца.

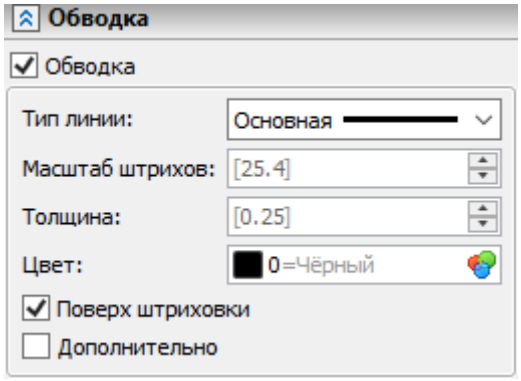
Метод заполнения «Невидимая»



При выборе метода заполнения **Невидимая** контуры штриховки не заполняются. Данный метод не имеет параметров. Он может быть полезен, если штриховка используется только для скрытия линий, перекрываемых контурами, или для создании профиля.

Обводка контуров штриховки

По умолчанию линии контура штриховки не отображаются на чертеже, дабы избежать дублирования при использовании контура, построенного по линиям изображения. Для отображения линий контура необходимо установить флаг **Обводка**, расположенный в окне параметров команды Штриховка на вкладке **Обводка**. Это удобно, когда контур штриховки построен по линиям построения и узлам. Под флагом можно задать следующие параметры линий контура:



Тип линии
Для обводки контура штриховки доступны те же типы линий, что и для линий изображения. В выпадающем списке данного параметра доступны типы линий, описанные в файле **tcad.lin**, а также типы линий, основанные на пользовательских шаблонах.
Масштаб штрихов
Масштаб штрихов для прерывистых типов линий относительно размера штрихов, описанных в файле описания типа линии. На отображение сплошных линий не оказывает никакого влияния. Если значение масштаба отображается в квадратных скобках, то оно берётся из параметров документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Линии** > **Стиль линий** > **Масштаб штрихов**).
Толщина
Толщина линии при использовании типа линии, описанного в файле ***.lin**. Если значение толщины отображается в квадратных скобках, то оно берётся из параметров документа и зависит от типа

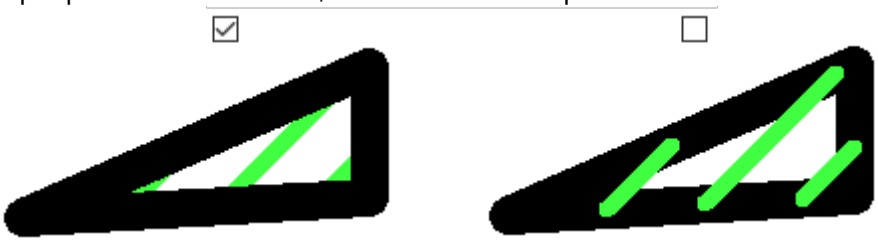
линии: для основной линии значение определяется параметром **Толщина основных**, а для всех остальных - параметром **Толщина других** (**Параметры документа** > **Страница** > **Линии** > **Линии**). Для типа линии **Тонкая** всегда используется значение из параметров документа, даже если пользователь ввёл другое значение в параметрах штриховки. Для типа линии, описанного в файле ***.grb**, толщина всегда берётся из этого файла.

Цвет

Цвет линии можно выбрать из выпадающего списка, задать числовым значением или выбрать из каталога.

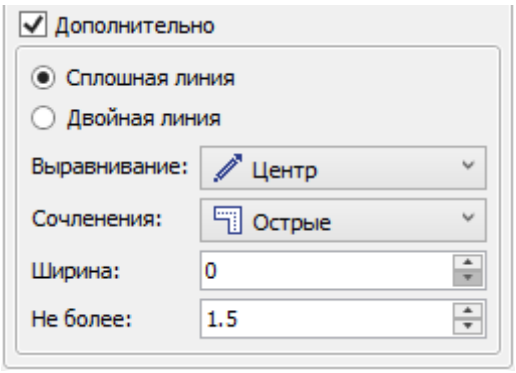
Поверх штриховки

По умолчанию толщина линии обводки откладывается симметрично, т.е. половина толщины обводки накладывается на заполнение контура. Если данный флаг установлен, то линия контура перекрывает заполнение, если снят - наоборот.

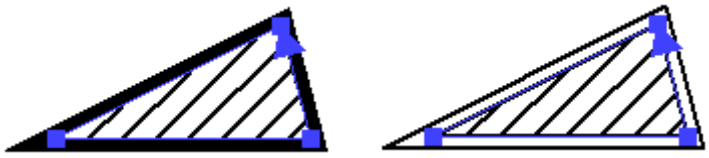


Дополнительно

При установке данного флага ниже появляются следующие дополнительные параметры линии обводки:

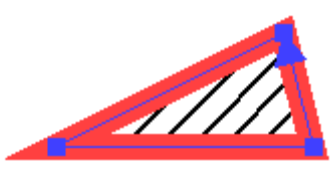


- **Сплошная линия/Двойная линия**
  Позволяет переключаться между одиночной и сдвоенной линиями обводки.



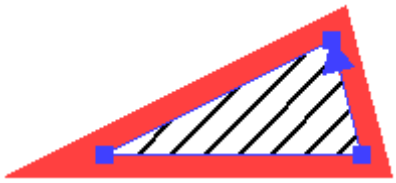
- **Выравнивание**
  Направление применения параметра **Ширина**. В выпадающем списке можно выбрать одну из следующих опций:

  Центр
  Ширина откладывается симметрично.



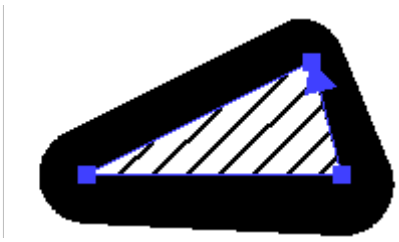
Левое
Ширина откладывается влево относительно направления контура.

Правое
Ширина откладывается вправо относительно направления контура.

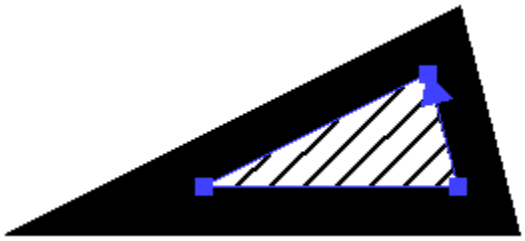


- **Сочленения**
  Тип сочленений линии обводки в углах контура. В выпадающем списке можно выбрать одну из следующих опций:

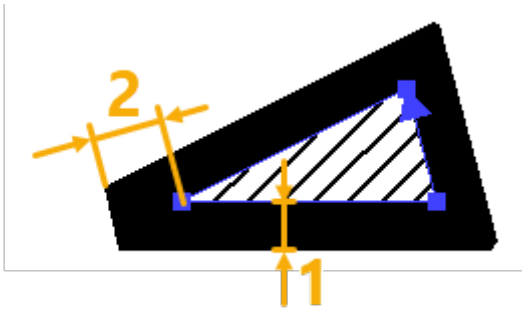
  Круглые
  Углы скругляются радиусом, определяемым толщиной и шириной.



  Острые
  Углы не обрабатываются.



  Ограниченные
  Углы обрезаются по нормали к биссектрисе на расстоянии, определяемом параметром **Не более** (см. ниже).



1 - Ширина; 2 - Не более

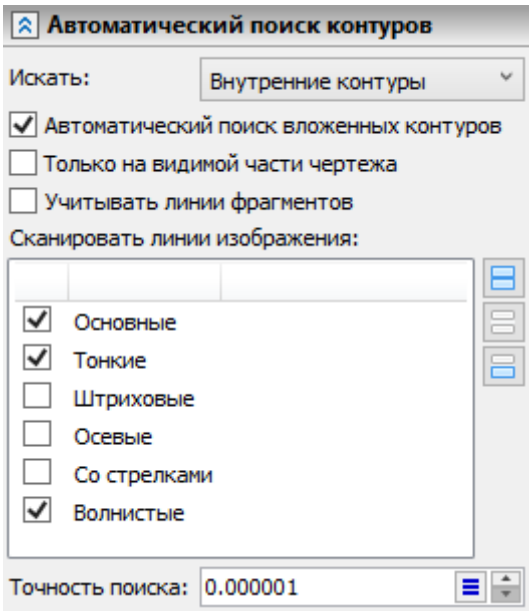
- **Ширина**
  При использовании сплошной линии (см. выше) этот параметр определяет толщину линии. Параметр **Толщина** при этом ни на что не влияет.
  При использовании двойной линии этот параметр определяет расстояние между параллельными линиями, образующими двойную.
- **Не более**
  Расстояние от угла контура до скоса линии обводки при использовании ограниченных сочленений (см. выше). Для других типов сочленений этот параметр не имеет эффекта.

Параметры автоматического поиска контуров штриховки

От параметров, задаваемых на вкладке **Автоматический поиск контуров** окна параметров команды Штриховка зависит то, какая область чертежа будет выбрана в качестве контура штриховки по нажатию , если активна следующая опция автоменю:

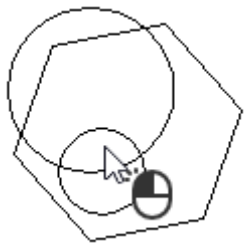
<A> Режим автоматического поиска контура

Вкладка содержит следующие параметры:

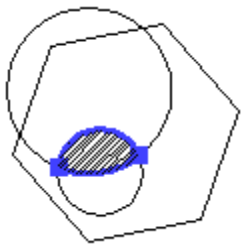


Искать
В выпадающем списке можно выбрать одну из следующих опций:

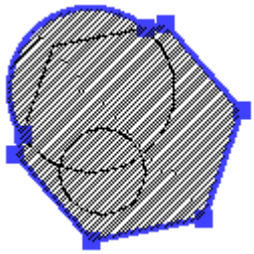
- **Внутренние контуры**
  Система ищет наименьший контур, внутри которого находился курсор мыши в момент нажатия .
- **Наружный контур**
  Система ищет наибольший контур, внутри которого находился курсор мыши в момент нажатия . Внутренние контуры при этом не учитываются независимо от состояния флага **Автоматический поиск вложенных контуров**.



Место выбора контура

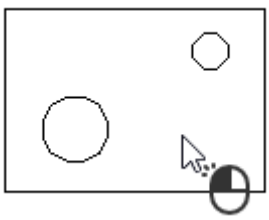


Результат выбора при активной опции **Внутренние контуры**

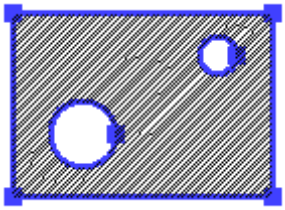


Результат выбора при активной опции **Наружный контур**

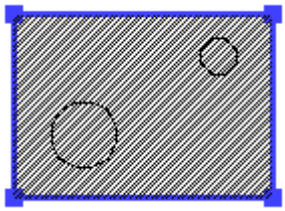
Автоматический поиск вложенных контуров
Вложенные контуры - это замкнутые контуры полностью лежащие внутри выбранного контура. При установке данного флага выявленные вложенные контуры не заполняются штриховкой. Данный флаг работает только если в выпадающем списке **Искать** выбрана опция **Внутренние контуры** (см. выше).



Место выбора контура

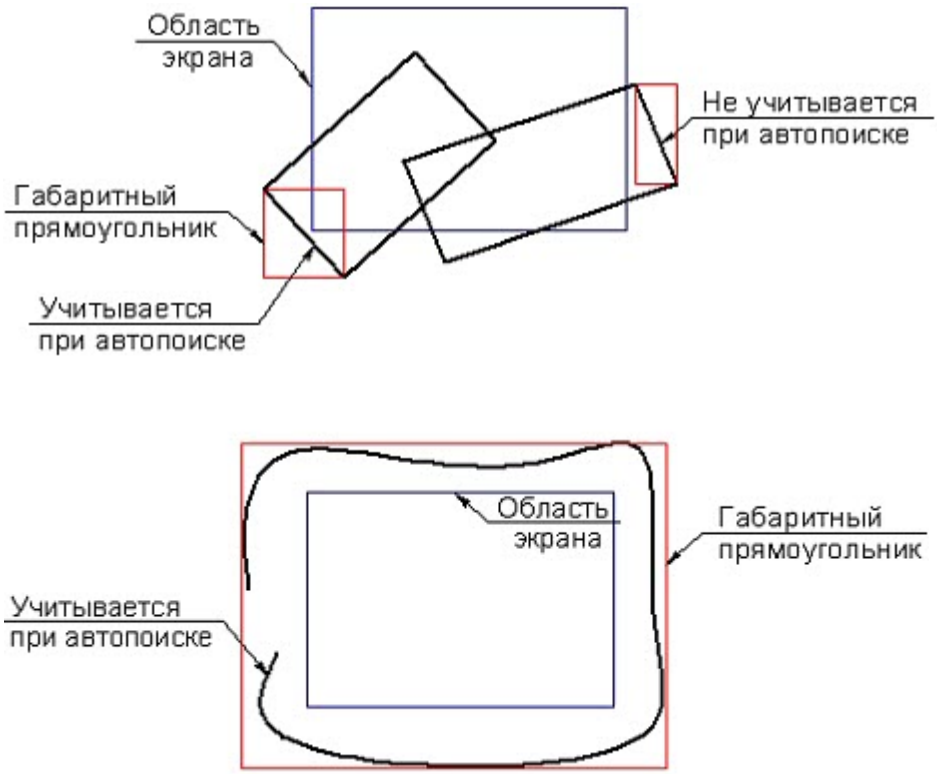


Результат выбора при установленном флаге



Результат выбора при снятом флаге

Только на видимой части чертежа
Если флаг установлен, то при поиске контура штриховки система анализирует только те линии изображения, габаритный прямоугольник которых пересекается с границами рабочего окна чертежа. Этот режим позволяет сократить время поиска при достаточно насыщенном чертеже. Под габаритным прямоугольником линии понимается прямоугольная область, целиком охватывающая её. Стороны этой области параллельны сторонам экрана. Примеры определения габаритных прямоугольников линий приведены на рисунках ниже.



Учитывать линии фрагментов

По умолчанию этот флаг снят и линии 2D фрагментов не рассматриваются системой при поиске контуров. При установленном флаге они будут учитываться.

Сканировать линии изображения

В данном поле находится список типов линий изображения. При поиске контуров система учитывает только те типы, флаги которых установлены в списке. С помощью кнопок, расположенных справа от списка, можно **Выбрать всё**, **Снять выбор** или **Инвертировать выбор**.

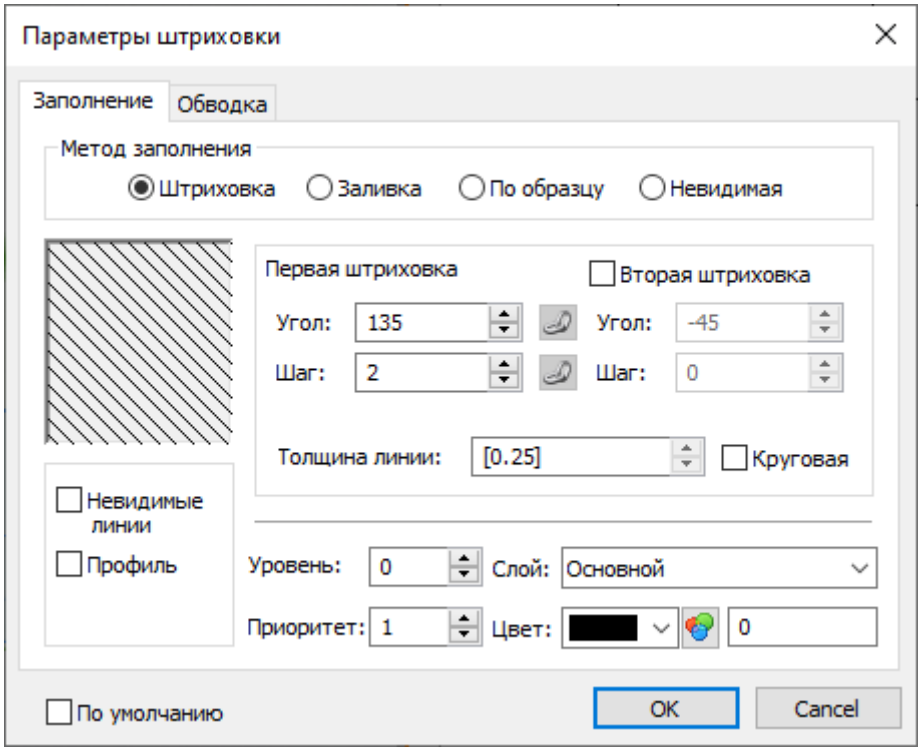
Точность поиска

Допустимое значение расстояния между линиями изображения. Если линии изображения расположены на расстоянии меньшем или равным, заданному в данном параметре, то система будет считать, что они имеют точку пересечения и может включить их в контур штриховки.

Диалог параметров штриховки

Диалог параметров штриховки можно вызвать одним из следующих способов:

- по двойному нажатию на штриховке в окне чертежа, либо в окне **Элементы модели**;
- из контекстного меню, вызываемого по нажатию на штриховке в окне чертежа, либо в окне **Элементы модели**;
- из динамической панели, отображаемой при выборе штриховки в окне чертежа;
- из автоменю команд Штриховка и Редактировать штриховку.



В диалоге параметров штриховки доступны следующие вкладки:

- **Заполнение**
  Содержит тот же набор параметров, что и вкладка Основные параметры окна параметров команды **Штриховка**. Дополнительно позволяет задать **Уровень, Приоритет, Слой** и **Цвет** заполнения. Кроме того, в левой части вкладки доступен флаг **Профиль**. Если установить этот флаг, то выбранную штриховку можно будет использовать в команде Профиль.
- **Обводка**
  Содержит тот же набор параметров, что и вкладка Обводка окна параметров команды **Штриховка**.

См. также:

- Параметры по умолчанию
- Задание параметров элемента
- Копирование параметров 2D элементов

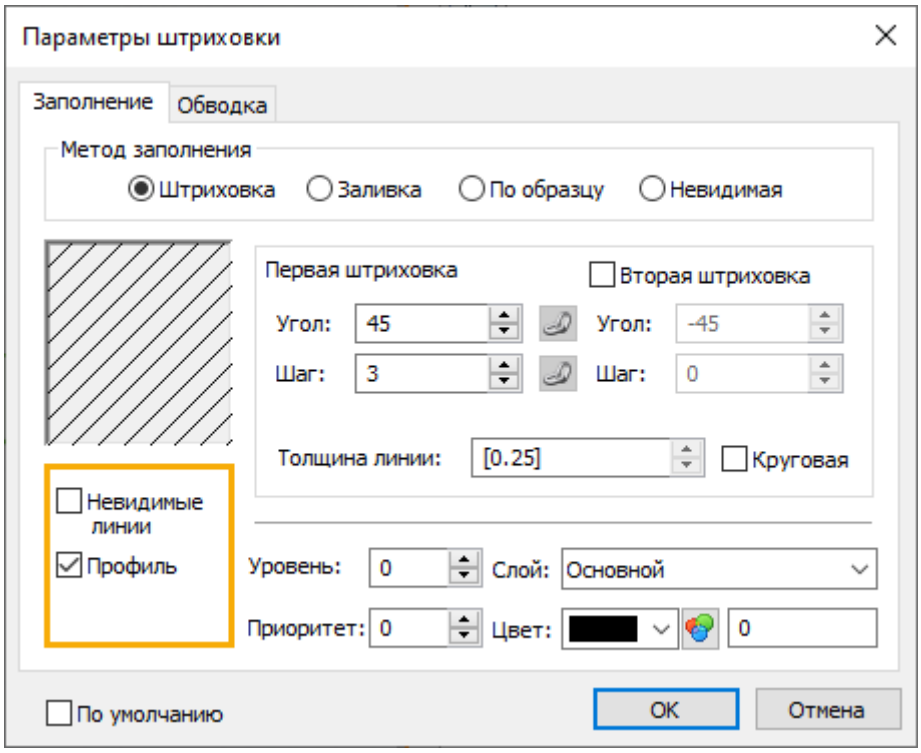
Профиль штриховки

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Инструменты > Спец. данные > Профиль
Клавиатура	Текстовое меню
<PR>	Сервис > Специальные данные > Профиль

Для систем подготовки программ для станков с ЧПУ, а также для других целей, вы можете вывести информацию о профиле проектируемой детали в файл. Заметим, что профиль является параметрическим и зависит от значений параметров чертежа.

Профиль задается в командах **Штриховка** и **Редактировать штриховку** Профиль наносится аналогично штриховке и может совпадать с ней. Для определения штриховки как профиля вам необходимо выставить параметр **Профиль** в меню задания параметров штриховки.



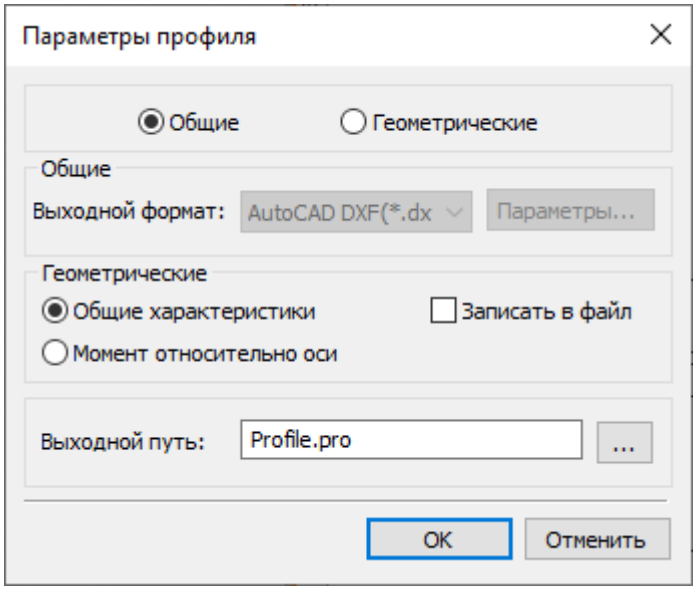
Для задания профиля без нанесения штриховки необходимо выбрать значение "Невидимая" в способе заполнения штриховки.

После вызова команды, если на чертеже определен один профиль, то он выбирается автоматически. Если на чертеже имеется несколько профилей, то вы можете выбрать требуемый профиль с помощью нажатия , аналогично выбору штриховки.

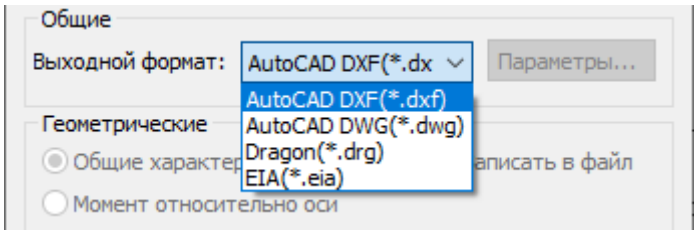
После выбора профиля вы можете задать следующие параметры:

- Общие
- Геометрические

Общие параметры профиля



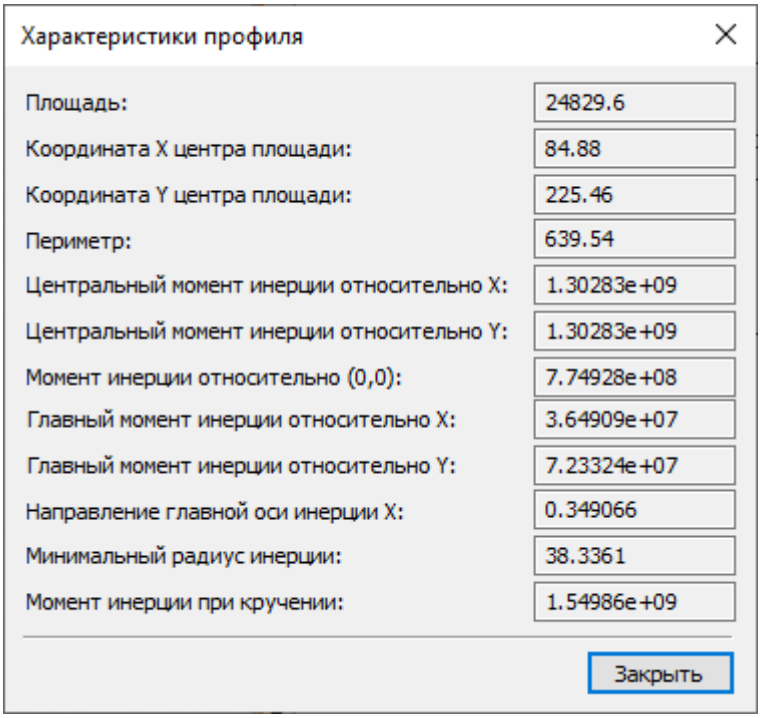
Выходной формат. Выбирается из меню, задает формат записи в файл и может принимать следующие значения:



AutoCAD DXF. Информация о профиле будет записана в формате DXF системы AutoCAD.
DRAGON. Информация о профиле будет записана в формате системы DRAGON.
EIA. Для этого формата вы можете задать опции формата в параметре **Опции формата**.
Параметры. Задают различные характеристики формата вывода.
Выходной путь. Задает имя файла и путь файла, в который будет записана информация о профиле. Расширение файла задается автоматически, исходя из выбранного вами формата вывода.

Геометрические параметры профиля

Общие характеристики. Включают в себя следующие характеристики профиля:



Для момента относительно оси необходимо выбрать линию построения - прямую, относительно которой будет считаться момент. Прямая выбирается с помощью **<Enter>** или .

- **Сохранить в файл**. При выборе этой опции все расчёты будут сохранены в файл.
- **Путь файла**. Задает имя файла и путь файла, в который будет записана информация о профиле. Расширение файла подставляется автоматически (*.pro).

Редактировать штриховку

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<EH>	Правка > Чертёж > Штриховка

Команда позволяет редактировать штриховки.
После запуска команды в автоменю доступны следующие опции:

<*> Выбрать все элементы.

<R> Выбрать элемент из списка

<Esc> Выйти из команды

Можно выбрать одну из существующих штриховок, указав на неё курсором и нажав , или воспользоваться множественным выбором. **<Shift>** + добавляет элемент к списку выбранных, **<Ctrl>** + удаляет из списка выбранных.

При множественном выборе в автоменю доступны следующие опции:

	<P>	Установить параметры выбранных элементов
	<Alt>+<P>	Скопировать параметры с существующего элемента
	<Q>	Показать/спрятать номера точек контуров
	<Del>	Удалить выбранные элементы
	<Esc>	Отменить выбор всех элементов

Подробнее см. Множественное редактирование 2D элементов.

При выборе одной штриховки в автоменю доступны следующие опции:

	<Ctrl>+<Enter>, <End>	Закончить ввод
	<P>	Установить параметры выбранных элементов
	<Alt>+<P>	Скопировать параметры с существующего элемента
	<Y>	Создать имя для выбранного элемента
	<Del>	Удалить выбранные элементы
	<I>	Выбрать другой ближайший элемент
	<K>	Перезадать штриховку заново

Данная опция запускает режим, в котором можно заново задать контуры текущей штриховки. Контуры задаются таким же образом, как и при создании новой штриховки, а в автоменю при этом доступны те же опции, что и в команде Штриховка. Если просто удалить старую штриховку и создать новую с помощью команды **Штриховка**, то придётся также перезадавать элементы, созданной на основе старой штриховки, тогда как при перезадании штриховки с помощью команды редактирования штриховка сохраняет тот же идентификатор и те же связи с дочерними элементами.

	<M>	Режим редактирования контура

Если данная опция активна, то можно нажатием выбрать один из контуров текущей штриховки, после чего запускается редактирование этого контура. При редактировании контура набор доступных опций автоменю меняется. Подробная информация об этом режиме приведена в главе Редактирование контур штриховки.

<M> Режим добавления контура

Если данная опция активна, то можно задать дополнительные контуры для текущей штриховки. Контуры задаются таким же образом, как и при создании новой штриховки, а в автоменю при этом доступны те же опции, что и в команде **Штриховка**.

<X> Параметры автоматического поиска контуров

Данная опция вызывает диалог, в котором можно задать те же параметры, что доступны на вкладке **Автоматический поиск контуров** в окне параметров команды.

<O> Выбрать начальный узел штриховки

<T> Отменить выбор начального узла штриховки

<Q> Показать/спрятать номера точек контуров

<Esc> Отменить выбор всех элементов

Основные темы в этом разделе:

- Номера точек и направление контура штриховки
- Начальный узел штриховки
- Редактирование контура штриховки

См. также:

- Прозрачное редактирование
- Множественное редактирование 2D элементов
- Задание параметров элемента
- Копирование параметров 2D элементов

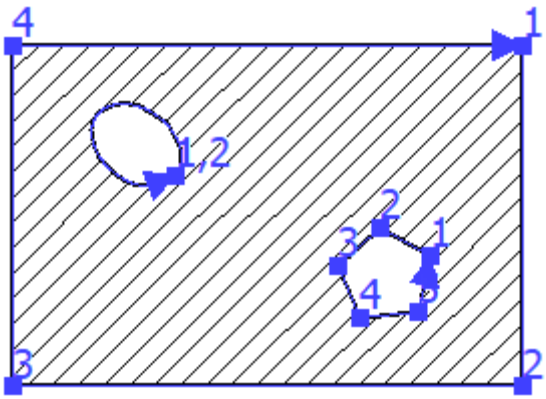
Номера точек и направление контура штриховки

Контуры выбранной штриховки выделяются синим цветом. Для каждого контура отображаются квадратные маркеры точек, образующих контур и треугольный маркер направления обхода контура. Также с помощью следующей опции автоменю, доступной в команде редактирования штриховки, можно отобразить порядковые номера точек каждого контура:

<Q> Показать/спрятать номера точек контуров

Несмотря на то, что эта опция доступна только в команде редактирования штриховки, она также управляет отображением номеров точек в команде создания штриховки, а также в режиме ожидания команды при выборе штриховки.

Точки каждого контура штриховки нумеруются в соответствии с их порядком по направлением обхода контура. Точки, принадлежащие разным контурам, нумеруются независимо. Если несколько последовательных точек контура совпадают, их номера выводятся через запятую. Контуры, образованные замкнутыми кривыми, имеют только две точки - начальную и конечную, положение которых совпадает.



Направление контура и положение первой точки передаются 3D профилям, создаваемым на базе штриховок. Это может быть важным при создании операций 3D моделирования на основе таких профилей (например, операции **По сечениям**). В режиме редактирования контура можно сменить направление контура на противоположное или изменить порядок точек.

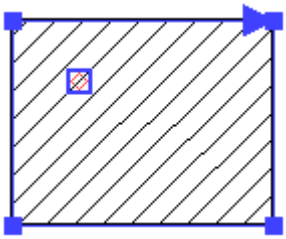
Начальный узел штриховки

Начальный узел штриховки можно выбрать с помощью следующей опции автоменю в команде редактирования штриховки:

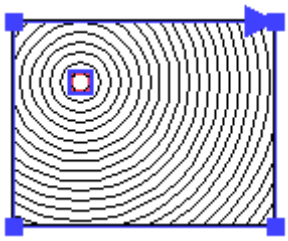
<O> Выбрать начальный узел штриховки

После активации данной опции необходимо выбрать желаемый 2D узел, нажав на нём .
От начального узла зависит вид заполнения штриховки для некоторых способов заполнения:

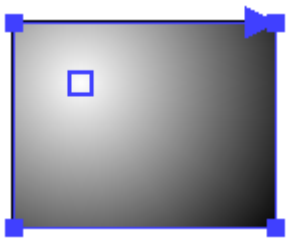
- для прямой штриховки через начальный узел проходит одна из линий, заполняющих контур;



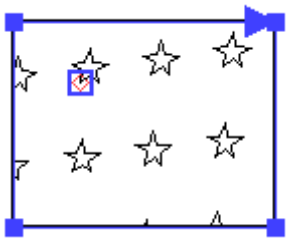
- для круговой штриховки начальный узел является центром дуг, заполняющих контур;



- для заливки с круговым переходом цвета начальный узел является центром окружностей перехода цвета;



- для штриховки по образцу начальный узел образца совмещается с начальным узлом штриховки при заполнении контура.



После выбора начального узла редактирование штриховки завершается и команда возвращается в начальное состояние.

> Не следует путать начальный узел штриховки с начальным узлом контура штриховки. Начальный узел штриховки влияет только на заполнение контура, тогда как начальный узел контура влияет на геометрию контура.

Отменить выбор начального узла можно с помощью следующей опции автоменю:

<T> Отменить выбор начального узла штриховки

Редактирование контура штриховки

Для редактирования контура необходимо выбрать штриховку в команде редактирования и активировать следующую опцию автоменю:

<M> Режим редактирования контура

Если данная опция активна, то можно нажатием выбрать один из контуров текущей штриховки, после чего запускается редактирование этого контура. При нажатии вне контуров выбирается контур, ближайший к месту нажатия. Если выбранный контур задан с помощью автоматического поиска, а также если текущая штриховка создана автоматически в команде **Проекция**, либо создана копированием другой штриховки, в автоменю будут доступны следующие опции:

<Q> Показать/спрятать номера точек контуров

<Del> Удалить выбранный контур

<Esc> Отменить выбор всех элементов

Если выбранный контур задан вручную, то при его выборе также автоматически выбирается для редактирования ближайший к курсору участок контура. Выбранный участок выделяется более толстой линией. В автоменю при этом дополнительно могут быть доступны следующие опции:

<I> Режим добавления точки

<R> Сменить направление контура на противоположное

<F> Переместить начальную точку контура вперёд

<B> Переместить начальную точку контура назад

<L> Выпрямить линию контура

<C> Выбрать окружность

<E> Выбрать эллипс

<S> Выбрать сплайн

<Z> Сменить направление дуги на противоположное

<A> Привязать дугу или окружность к узлу

<B> Отменить привязку к узлу

Далее можно выполнить следующие действия:

- изменить положение одной из точек выбранного участка;
- добавить новую точку, разделив таким образом выбранный участок надвое;
- изменить направление и порядок точек контура;
- изменить траекторию выбранного участка.

Участки контура, привязанные к линиям изображения, недоступны для редактирования.

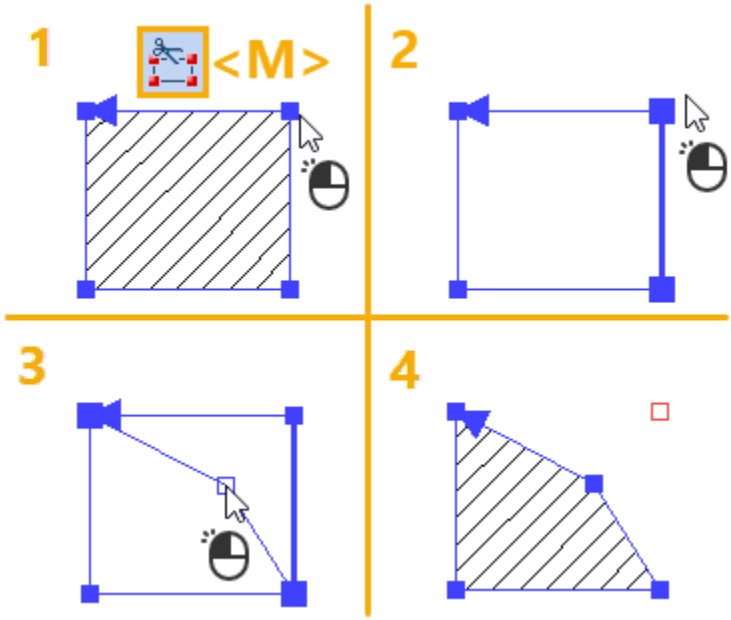
Основные темы в этом разделе:

- Редактирование точки контура штриховки;
- Добавление новой точки контура штриховки;
- Изменение направления и порядка точек контура штриховки;
- Изменение траектории участка контура штриховки.

Редактирование точки контура штриховки

После того, как в режиме редактирования контура штриховки выбран участок контура, нажатие в окне чертежа запускает редактирование ближайшей точки этого участка (начальной или конечной).

Выбранная точка начинает следовать за курсором. Установите желаемое положение точки, перемещая курсор, и подтвердите ввод нажатием или **<Enter>**. Так же, как и при изначальном задании контура, точку можно привязывать к существующим 2D узлам, к пересечениям линий построения и к конечным точкам линий изображения. При выборе пересечения линий построения или конечной точки линии изображения автоматически создаётся связанный 2D узел.



1 - Выбор участка контура для редактирования

2 - Выбор точки для редактирования

3 - Задание положения точки

4 - Результат редактирования

Пока точка следует за курсором в автоменю доступны следующие опции:

<Ctrl>+<F> Режим свободного/связанного рисования

В режиме связанного рисования нажатие на свободном месте чертежа выбирает ближайший к месту нажатия существующий узел или пересечение линий построения.

В режиме свободного рисования нажатие на свободном месте чертежа создаёт в этом месте свободный 2D узел.

<Q> Показать/спрятать номера точек контуров

<N> Выбрать узел

После активации данной опции нажатие в окне чертежа привязывает текущую точку контура к ближайшему 2D узлу.

<Del> Удалить точку контура

Данная опция удаляет текущую точку, а следовательно и текущий участок контура.

<Esc> Отменить выбор всех элементов

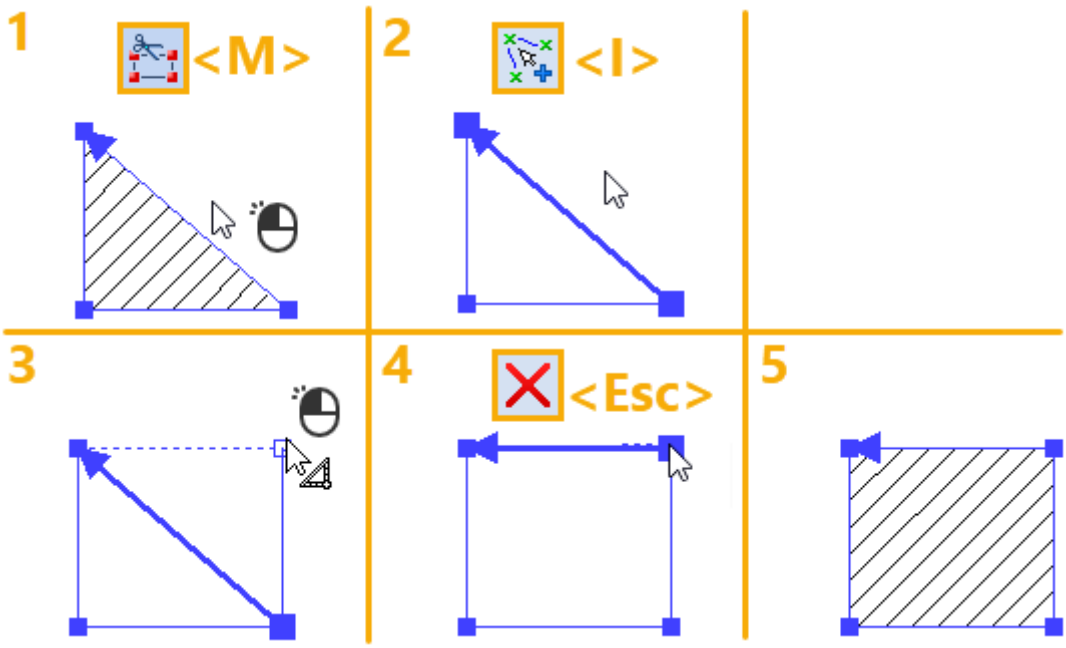
Данная опция отменяет выбор точки для редактирования.

Добавление новой точки контура штриховки

После того, как в режиме редактирования контура штриховки выбран участок контура, можно задать новую точку, которая будет добавлена между начальной и конечной точками текущего участка, разделяя его надвое.
Для этого активируйте следующую опцию автоменю:

<I> Режим добавления точки

Если опция активирована с клавиатуры, то предварительное изображение новой точки сразу начнёт следовать за курсором. Если опция активирована мышью, то для появления предварительного изображения необходимо дополнительно нажать в окне чертежа. Установите желаемое положение точки, перемещая курсор, и подтвердите ввод нажатием или **<Enter>**. Таким образом можно последовательно добавить любое количество точек. После добавления точки, для редактирования выбирается участок между добавленной точкой и конечной точкой разделённого участка. Так же, как и при изначальном задании контура, точку можно привязывать к существующим 2D узлам, к пересечениям линий построения и к конечным точкам линий изображения. При выборе пересечения линий построения или конечной точки линии изображения автоматически создаётся связанный 2D узел.



1 - Выбор участка контура для редактирования

2 - Выход в режим добавления точек

3 - Задание положения точки

4 - Выход из режима добавления точек

5 - Результат редактирования

Пока изображение точки следует за курсором, в автоменю доступны следующие опции:

<Ctrl>+<F> Режим свободного/связанного рисования

В режиме связанного рисования нажатие на свободном месте чертежа выбирает ближайший к месту нажатия существующий узел или пересечение линий построения.

В режиме свободного рисования нажатие на свободном месте чертежа создаёт в этом месте свободный 2D узел.

<Q> Показать/спрятать номера точек контуров

<End> Замкнуть контур

<N> Выбрать узел

После активации данной опции нажатие в любом месте чертежа привязывает новую точку контура к ближайшему 2D узлу.

<L> Выбрать прямую

<C> Выбрать окружность

<E> Выбрать эллипс

<S> Выбрать сплайн

Если через начальную точку редактируемого участка контура проходит линия построения, то с помощью данных опций можно добавить новую точку на такой линии. В результате добавляемый участок контура будет проходить вдоль выбранной линии. Опция выбора сплайнов позволяет также выбирать 2D пути, кривые смещения и функции.

<Esc> Отменить выбор всех элементов

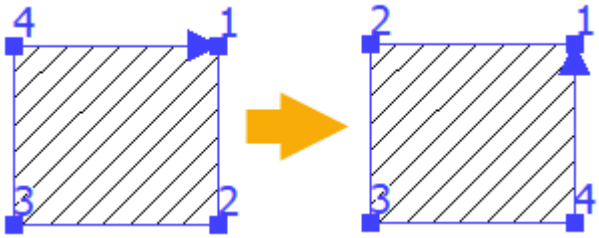
Данная опция служит для выхода из режима добавления точек.

Изменение направления и порядка точек контура штриховки

Направление контура и положение первой точки передаются 3D профилям, создаваемым на базе штриховок. Это может быть важным при создании операций 3D моделирования на основе таких профилей. Например, в операции **По сечениям** соответствие профилей может назначаться по начальным точкам контуров, при этом еще важно соответствие направлений контуров.
После того, как в режиме редактирования контура штриховки выбран контур, можно менять направление и порядок точек с помощью следующих опций автоменю:

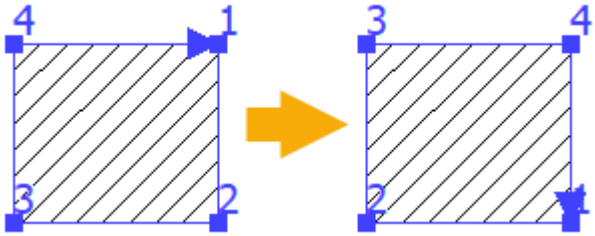
<R> Сменить направление контура на противоположное

Активация данной опции мгновенно меняет направление контура на противоположное, что можно заметить по треугольному маркеру направления. Вследствие изменения направления порядок нумерации точек также меняется на противоположный.



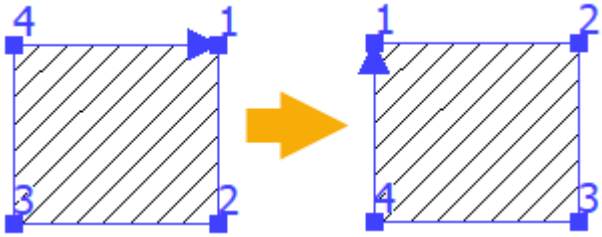
<F> Переместить начальную точку контура вперёд

Активация данной опции меняет порядок нумерации таким образом, что точка, бывшая второй, становится первой. Направление контура при этом сохраняется. Таким образом номера всех промежуточных точек уменьшаются на единицу.



<B> Переместить начальную точку контура назад

Активация данной опции меняет порядок нумерации таким образом, что точка, бывшая последней, становится первой. Направление контура при этом сохраняется. Таким образом номера всех промежуточных точек увеличиваются на единицу.



Изменение траектории участка контура штриховки

После того, как в режиме редактирования контура штриховки выбран участок контура, можно изменить его траекторию одним из следующих способов:

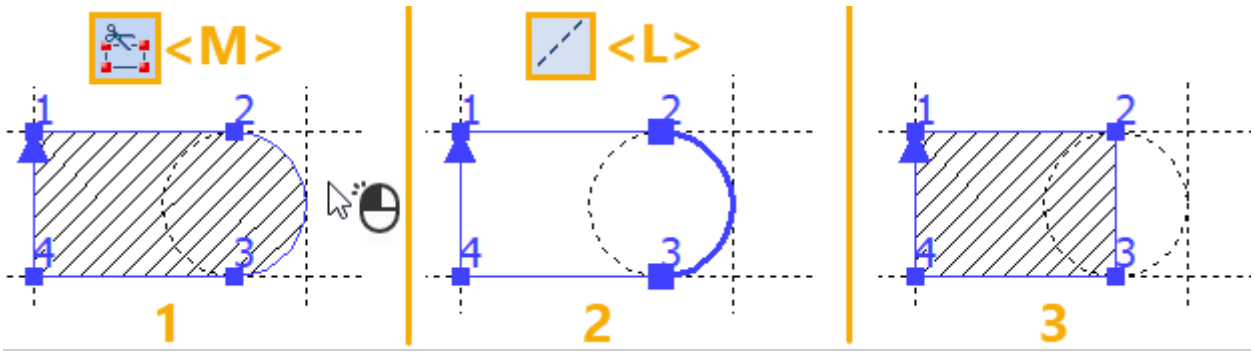
- заменить криволинейный участок на прямолинейный;
- выбрать другую кривую построения для задания траектории;
- сменить траекторию вдоль текущей кривой на противоположную;
- привязать траекторию вдоль текущей кривой к 2D узлу.

Замена криволинейного участка на прямолинейный

Если текущий участок контура штриховки проходит по кривой, то можно заменить его на прямолинейный, проходящий через те же начальную и конечную точки. Для этого необходимо активировать следующую опцию автоменю:

<L> Выпрямить линию контура

Если текущий участок является прямым, то данная опция недоступна.



1 - Выбор участка контура для редактирования

2 - Активация опции спрямления

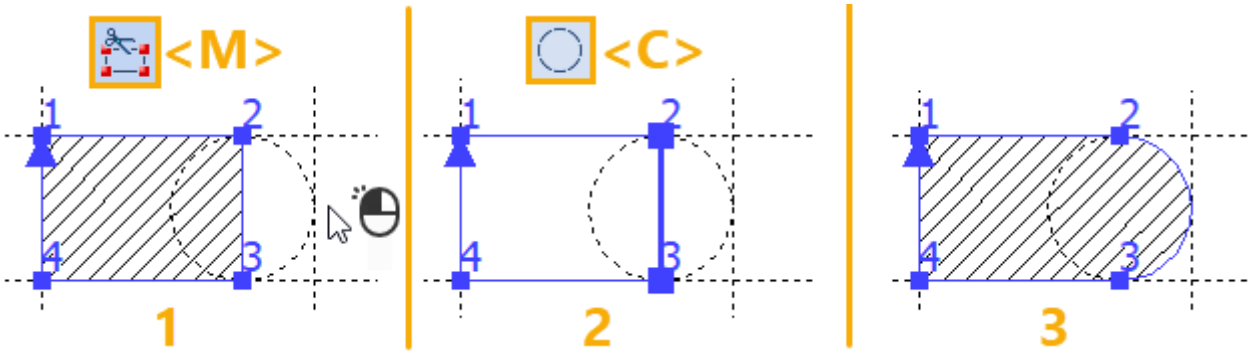
3 - Результат редактирования

Замена кривой, задающей траекторию участка

Если через начальную и конечную точки выбранного участка проходит какая-либо кривая линия построения, то можно направить этот участок вдоль такой линии с помощью одной из следующих опций автоменю:

	<C>	Выбрать окружность
	<E>	Выбрать эллипс
	<S>	Выбрать сплайн

После активации опции с клавиатуры текущий участок мгновенно привязывается к ближайшей к курсору линии соответствующего типа, проходящей через его начальную и конечную точки. После активации опции с помощью мыши необходимо дополнительно нажать в окне чертежа для выбора подходящей линии. Если подходящих линий нет, то применение опции не имеет эффекта. Привязка траектории к линиям изображения недоступна при редактировании контура.



1 - Выбор участка контура для редактирования

2 - Активация опции выбора эллипса

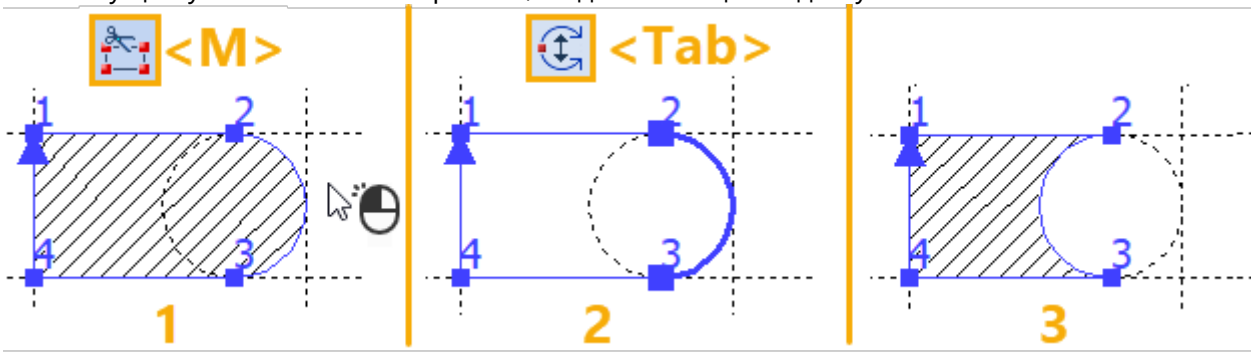
3 - Результат редактирования

Смена траектории участка вдоль текущей кривой на противоположную

Если редактируемый участок контура проходит по замкнутой кривой построения, то траекторию участка вдоль этой кривой можно сменить на противоположную с помощью следующей опции автоменю:

<Z> Сменить направление дуги на противоположное

Если текущий участок является прямым, то данная опция недоступна.



1 - Выбор участка контура для редактирования

2 - Активация опции смены направления дуги

3 - Результат редактирования

Привязка траектории участка вдоль текущей кривой к 2D узлу

Если редактируемый участок контура проходит по окружности построения, то направление участка вдоль этой окружности можно привязать к 2D узлу с помощью следующей опции автоменю:

<A> Привязать дугу или окружность к узлу

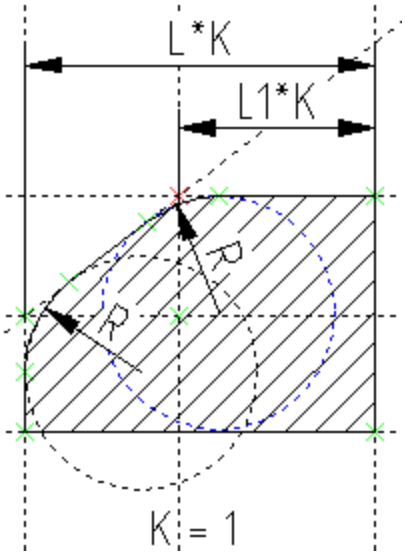
После активации данной опции нажатие в окне чертежа выбирает ближайший 2D узел. Редактируемый участок контура штриховки будет всегда проходить через ту часть окружности, которая располагается ближе к выбранному узлу.

Если направление участка вдоль окружности уже привязано к узлу, то такой узел подсвечивается при выборе участка.

Отменить привязку к узлу можно с помощью следующей опции автоменю:

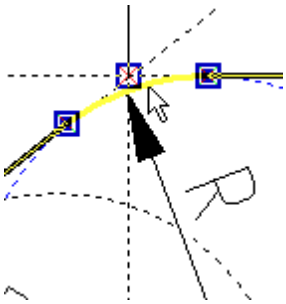
<B> Отменить привязку к узлу

Рассмотрим пример, в котором положение линий построения изменяется относительно исходной прямой при изменении значения переменной **K**.

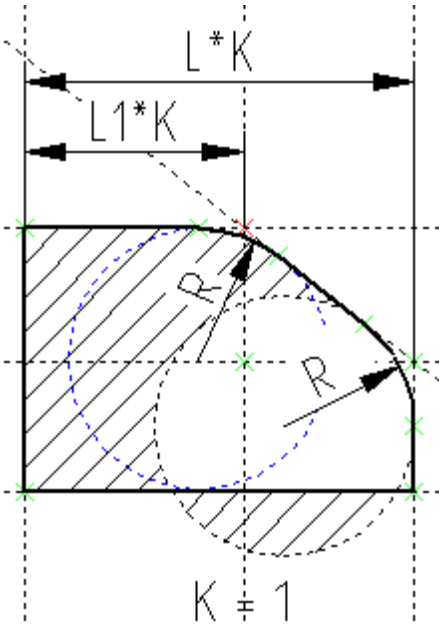


На приведённом ниже рисунке задаётся узел привязки для участка контура, проходящего по окружности синего цвета. Для этого после вызова команды **Изменить штриховку** выполняются следующие действия:

- выбирается опция редактирования контура штриховки;
- выбирается дуга окружности;
- выбирается опция (**<A>**);
- указывается узел привязки.



На следующем рисунке показано, как изменится чертёж при значении переменной K=-1. Участок контура, привязанный к окружности синего цвета,был привязан к узлу красного цвета и перестроился верно. Участок контура, проходящий по дуге второй окружности не привязан к узлу, поэтому его положение в данном случае неправильно.



Шероховатость

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D модель > Дополнительно > Шероховатость Чертёж > Оформление > Шероховатость Сборка > Дополнительно > Шероховатость Листовой металл (2D) > Оформление > Шероховатость Листовой металл (3D) > Дополнительно > Шероховатость Поверхности > Дополнительно > Шероховатость Сварка > Дополнительно > Шероховатость Коммуникации > Дополнительно > Шероховатость Примитив > Дополнительно > Шероховатость Замечания > Замечания > Шероховатость Рабочая плоскость > Оформление > Шероховатость
Клавиатура	Текстовое меню
<RO>	Чертёж > Шероховатость

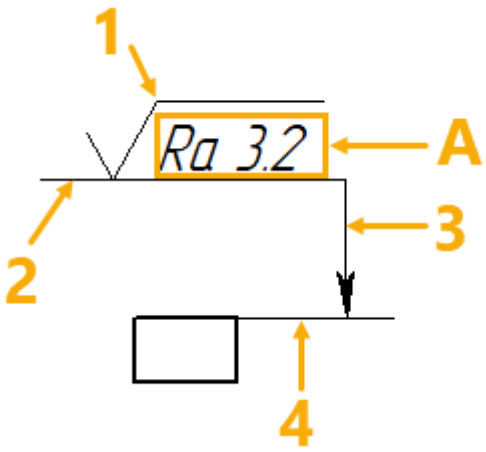
Команда позволяет создавать обозначения шероховатости поверхностей.
Для создания обозначения шероховатости необходимо после вызова команды задать положение обозначения на чертеже или в 3D сцене. Создание обозначения на чертеже автоматически завершается после указания его положения. Создание обозначения в 3D сцене необходимо завершить, нажав в любом месте 3D окна или воспользовавшись следующей опцией автоменю:

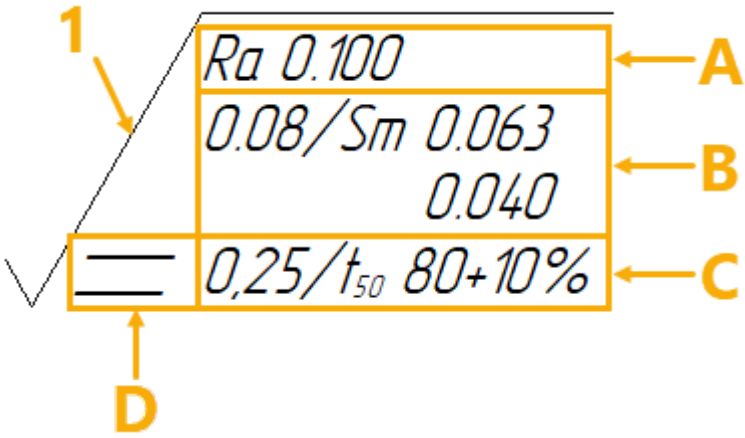
<Ctrl>+<Enter> Закончить ввод

В процессе создания обозначения шероховатости его параметры можно в любой момент задать в окне параметров.
В автоменю команды, помимо вышеупомянутой опции завершения ввода, доступны опции, задающие положение обозначения на чертеже или в 3D сцене, а также следующие опции, общие для всех команд создания 2D элементов:

	<P>	Установить параметры шероховатости
	<Alt>+<P>	Скопировать параметры с существующего элемента
	<F4>	Изменить обозначение шероховатости
	<Esc>	Выйти из команды

Основные части обозначения шероховатости





1 - знак

2 - выносная полка

3 - стрелка

4 - выносная линия

A - высотный параметр

B - шаговый параметр

C - относительная опорная длина

D - направление неровностей

Манипуляторы

При выборе обозначения шероховатости в 3D сцене, а также при наведении курсора на обозначение шероховатости на чертеже, отображаются манипуляторы. Нажав на манипуляторе можно быстро изменить положение обозначения. Подробнее см. Манипуляторы шероховатости.

Неуказанная шероховатость

С помощью команды **Шероховатость** можно создавать как обозначения шероховатости отдельных поверхностей, так и общее для всей страницы чертежа обозначение неуказанной шероховатости. Однако, для создания обозначения неуказанной шероховатости с автоматическим

позиционированием в соответствии с выбранной основной надписью доступна специальная команда.

Основные темы в этом разделе:

- Манипуляторы шероховатости
- Шероховатость на чертеже
- Шероховатость в 3D сцене
- Неуказанная шероховатость
- Параметры шероховатости
- Редактировать шероховатость

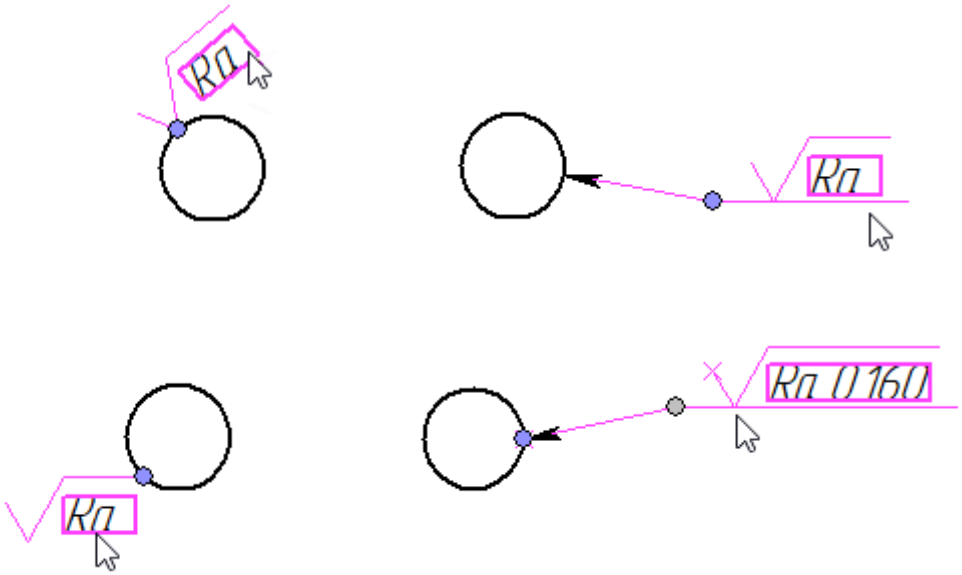
См. также:

- Параметры шрифта элементов оформления чертежа
- Изменить размер шрифта и стрелок всех элементов на текущей странице

Манипуляторы шероховатости

При наведении курсора на обозначение шероховатости на чертеже или при выборе обозначения в 3D сцене отображаются манипуляторы. Манипуляторы имеют вид маленьких окружностей и меняют цвет на оранжевый при наведении на них курсора мыши. Для обозначения с выносной полкой ( ) отображаются два манипулятора: манипулятор точки привязки, определяющий начало стрелки выноски, и манипулятор положения полки. Для обозначения без выносной полки (или), включая случаи, где полка добавлена автоматически, отображается только манипулятор точки привязки.

Для изменения положения обозначения нажмите на желаемом манипуляторе. Манипулятор и соответствующая часть обозначения начнут следовать за курсором. При этом запускается команда редактирования выбранного обозначения, даже при отключенном прозрачном редактировании 2D элементов. Манипулятор положения полки следует за курсором во всех направлениях. Степени свободы манипулятора точки привязки зависят от выбранного объекта привязки. Точка привязки в 3D сцене не может быть изменена с помощью манипулятора.
Установите манипулятор в желаемое положение, перемещая курсор, и подтвердите ввод нажатием или **<Enter>**. Редактирование обозначения завершится.



Шероховатость на чертеже

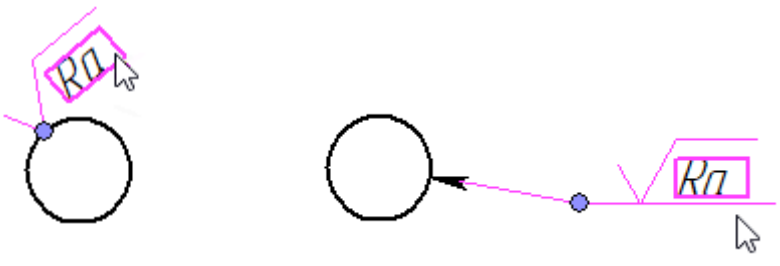
После вызова команды **Шероховатость** необходимо выбрать положение обозначения относительно точки привязки и указать положение точки привязки на чертеже. Создание обозначения без выносной полки завершается после задания точки привязки. При создании обозначения с выносной полкой после задания точки привязки необходимо дополнительно указать положение полки.

Положение обозначения относительно точки привязки

Положение обозначения относительно точки привязки зависит от того, какая из следующих опций выбрана:

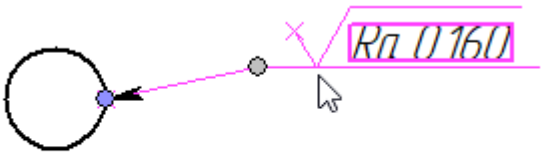
<Alt>+<N> Шероховатость без выносной полки.

При выборе данной опции нижняя точка символа шероховатости является его точкой привязки. При этом символ ориентируется по линии привязки так, чтобы его верхняя часть располагалась по ту же сторону от этой линии, что и курсор. Если ориентация по линии привязки, приводит к повороту обозначения на большой угол против часовой стрелки, то символ располагается горизонтально на автоматически добавляемой выносной полке, а начало полки определяется положением курсора. Начало полки соединяется с линией привязки стрелкой, направленной по нормали к линии. Направление такой полки (вправо или влево) произвольно выбирается системой и его нельзя изменить.



<Alt>+<L> Шероховатость с выносной полкой.

При выборе данной опции обозначение всегда располагается горизонтально на выносной полке. В таком случае точка привязки определяет лишь начало стрелки выноски, а для определения положения полки необходимо дополнительно указать произвольную точку, нажав . Стрелка выноски может располагаться под любым углом к линии привязки.

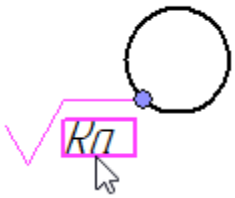


Первоначальное направление такой полки (вправо или влево) произвольно выбирается системой, но необходимости его можно изменить с помощью следующей опции автоменю:

<Z> Изменить направление полки

<Alt>+<T> Привязка к точке знака

При выборе данной опции правый верхний угол символа шероховатости является его точкой привязки. При этом символ всегда располагается горизонтально без выносной полки.



Положение точки привязки на чертеже

Чтобы задать положение точки привязки на чертеже, наведите курсор на объект, к которому вы хотите привязать обозначение шероховатости и нажмите или **<Enter>** при включенных объектных привязках. Положение точки привязки отображается в окне параметров на вкладке **Координаты**. При этом способ задания положения зависит от того, к объекту какого типа привязано обозначение. Для привязки обозначения шероховатости на чертеже можно выбирать объекты следующих типов:

- произвольные точки;
- 2D узлы;
- точки сочленения линий изображения;
- точки пересечения линий построения, на каждой из которых есть хотя бы один 2D узел;
- выносные линии линейных размеров;
- размерные линии радиальных размеров;

- основные стрелки надписей;
- прямые линии построения, на которых есть хотя бы один 2D узел;
- отрезки линий изображения;
- эллипсы, дуги эллипса, сплайны, 2D пути, кривые смещения, функции (как линии изображения, так и линии построения);
- окружности и дуги окружностей (как линии изображения, так и линии построения).

При привязке к произвольной точке или 2D узлу создание обозначения без полки автоматически завершается после указания точки/узла. При привязке к различным линиям после выбора линии появляется предварительное изображение обозначения, следующее за курсором вдоль выбранной линии. Установите желаемое положение обозначения на линии, перемещая курсор, и нажмите или **<Enter>** для подтверждения ввода. Пока положение обозначения на линии привязки не подтверждено, ошибочно сделанный выбор линии можно отменить, нажав в любом месте 2D окна.

Для выбора объектов привязки можно также воспользоваться следующими опциями автоменю:

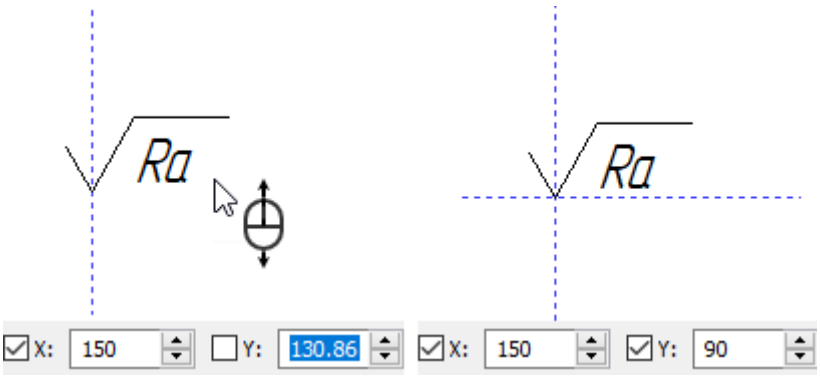
	<N>	Задать привязку к узлу
	<L>	Установить связь с прямой
	<C>	Установить связь с окружностью
	<E>	Установить связь с эллипсом
	<S>	Установить связь со сплайном
	<D>	Установить связь с размером
	<R>	Установить связь с надписью

После активации любой из вышеперечисленных опций нажатие на чертеже выбирает объект соответствующего типа, ближайший к месту нажатия.

Привязка к произвольной точке

При привязке к произвольной точке положение обозначения задаётся в абсолютных координатах в системе координат активного чертежного вида. Координаты точки привязки отображаются в окне параметров команды Шероховатость на вкладке **Координаты** и динамически изменяются в соответствии с перемещениями курсора.

Если установить флаг рядом с названием координаты **X** или **Y**, то её значение будет зафиксировано, и перестанет зависеть от положения мыши. Ввод значений координат с клавиатуры устанавливает соответствующие флаги. Для установки или снятия этих флагов также можно использовать горячие клавиши **<X>** и **<Y>**. Фиксация координаты X символизируется вертикальной пунктирной линией синего цвета, Y - горизонтальной.



Координаты точки привязки могут быть заданы:

- Перемещением курсора мыши

  Просто переместите курсор в желаемое положение и нажмите или **<Enter>**.
- Вводом с клавиатуры

  Введите значение координаты **X** с клавиатуры, затем либо нажмите **<Tab>**, либо нажмите на поле ввода координаты **Y**, после чего введите значение координаты **Y** и нажмите в любом месте окна чертежа.
- Комбинацией вышеупомянутых способов
  Сначала введите одну из координат с клавиатуры, а затем задайте другую перемещением курсора.

После задания координат создание обозначения будет завершено.

Привязка к 2D узлу

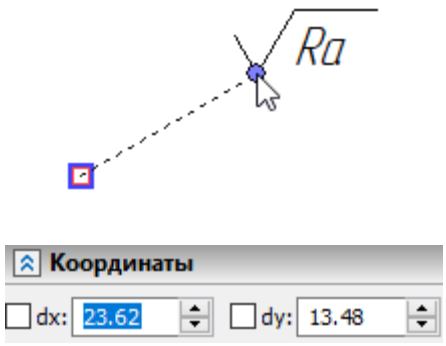
После вызова команды **Шероховатость** выберите 2D узел, нажав на нём при активных объектных привязках. В результате будет создано обозначение с точкой привязки в выбранном узле.

Если выбрать вместо существующего 2D узла точку сочленения линий изображения или точку пересечения линий построения (на каждой из линий построения должен быть хотя бы один 2D узел), то в выбранной точке будет автоматически создан связанный 2D узел и обозначение шероховатости будет привязано к этому узлу.

В дальнейшем, при редактировании обозначения шероховатости, привязанного к 2D узлу, доступна следующая опция автоменю:

	<F>	Фиксация к узлу

Пока эта опция активна, точка привязки совпадает с выбранным узлом. Если отключить эту опцию, точка привязки начинает следовать за курсором во всех направлениях, а в окне параметров на вкладке **Координаты** при этом отображаются смещения точки привязки относительно узла: **dx** - по оси X и **dy** - по оси Y системы координат активного вида. Так же, как и при задании абсолютных координат, смещения точки привязки можно зафиксировать, установив флаги рядом с их значениями с помощью мыши или горячих клавиш **<X>** и **<Y>**. При использовании манипулятора точки привязки фиксация к узлу автоматически отключается. Задайте желаемые значения смещений одним из способов, описанных выше. Редактирование обозначения будет завершено.

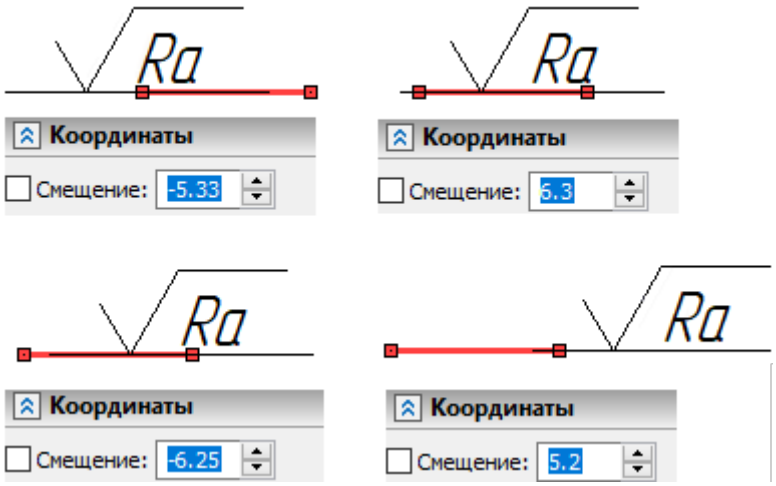


Привязка к прямым линиям с абсолютным смещением

После вызова команды **Шероховатость** выберите желаемую линию, нажав на ней при активных объектных привязках. Предварительное изображение обозначения начнёт следовать за курсором вдоль выбранной линии, а в окне параметров на вкладке **Координаты** при этом будет отображаться **Смещение** точки привязки, относительно некоторой точки на выбранной линии:

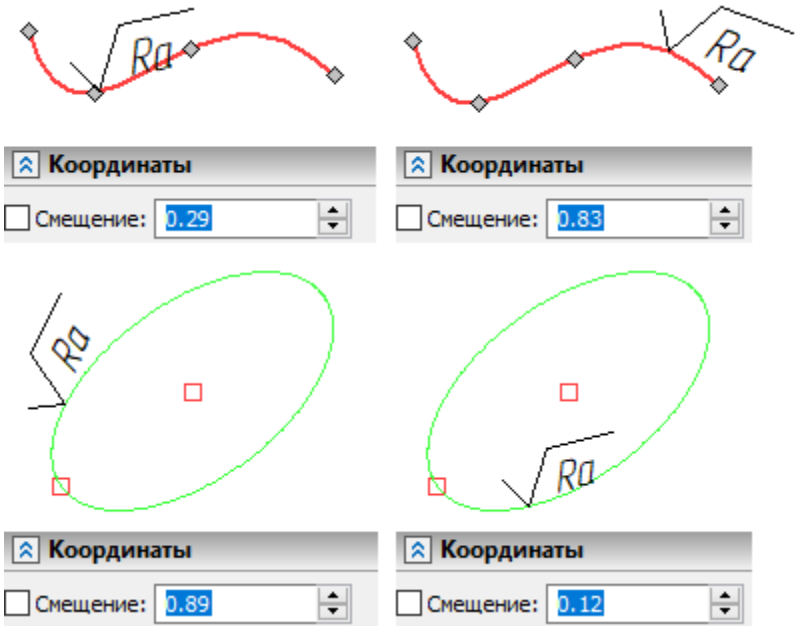
- при выборе выносной линии линейного размера смещение указывается относительно сопряжения размерной линии с выбранной выносной линией;
- при выборе размерной линии радиального размера смещение указывается относительно сопряжения выбранной линии с её исходной окружностью или дугой со стороны значения размера;
- при выборе основной стрелки надписи смещение указывается относительно окончания выбранной стрелки;
- при выборе прямой линии построения смещение указывается относительно ближайшего 2D узла, лежащего на выбранной линии; узел определяется автоматически в момент выбора линии и не меняется при последующих перемещениях курсора;
- при выборе отрезка линии изображения смещение указывается относительно ближайшего конца отрезка; ближайший конец определяется автоматически и может меняться в зависимости от положения курсора в процессе задания смещений.

Величина смещения задаётся в абсолютных единицах измерения длины. Так же, как и при задании координат, смещение можно зафиксировать, установив флаг рядом с его значением при помощи мыши или горячей клавиши **<Q>**. Задайте желаемое значение смещения одним из способов, описанных выше. Создание обозначения будет завершено.



Привязка к кривым с относительным смещением

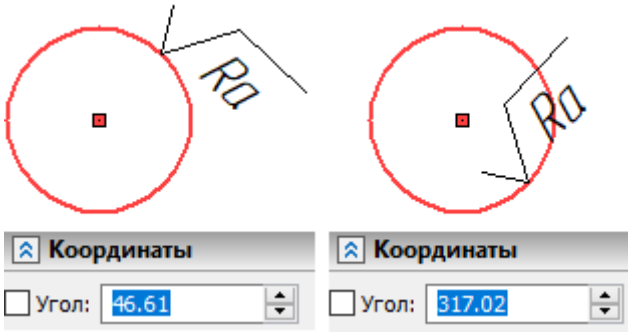
После вызова команды [Шероховатость] выберите желаемую кривую, нажав на ней при активных объектных привязках. Предварительное изображение обозначения начнёт следовать за курсором вдоль выбранной линии, а в окне параметров на вкладке **Координаты** при этом будет отображаться **Смещение** точки привязки, относительно начальной точки выбранной кривой. Для замкнутых кривых начальная точка является условной и совпадает с конечной. Величина смещения задаётся в долях длины кривой в диапазоне от 0 (начальная точка) до 1 (конечная точка). В отличие от абсолютного смещения, при задании относительного смещения точка привязки шероховатости не может выходить за пределы выбранной кривой. Так же, как и при задании координат, смещение можно зафиксировать, установив флаг рядом с его значением при помощи мыши или горячей клавиши <**Q**>. Задайте желаемое значение смещения одним из способов, описанных выше. Создание обозначения будет завершено.



Привязка к окружностям и дугам окружностей

После вызова команды [Шероховатость] выберите желаемую окружность или дугу окружности, нажав на ней при активных объектных привязках. Предварительное изображение обозначения начнёт следовать за курсором вдоль выбранной окружности или окружности, формирующей

выбранную дугу, а в окне параметров на вкладке **Координаты** при этом будет отображаться значение **Угла**, определяющего положение точки привязки обозначения. Нулевой угол соответствует точке пересечения окружности с радиусом, отложенным горизонтально вправо. Значение угла отсчитывается против часовой стрелки. Так же, как и при задании координат, угол можно зафиксировать, установив флаг рядом с его значением при помощи мыши или горячей клавиши <**A**>. Задайте желаемое значение угла одним из способов, описанных выше. Создание обозначения будет завершено.



Шероховатость в 3D сцене

Обозначения шероховатости можно создавать не только на чертеже и активной рабочей плоскости, но и непосредственно в пространстве 3D сцены. 3D обозначения могут быть использованы для последующего создания по ним 2D обозначений вручную или автоматически, либо просто в качестве источника информации о детали при проектировании изделий без использования чертежей.

Создание обозначения шероховатости в 3D сцене

После вызова команды Шероховатость необходимо указать объект привязки создаваемого обозначения, нажав на желаемом объекте. T-FLEX CAD позволяет привязывать обозначения шероховатости в 3D сцене к граням, рёбрам, вершинам и 3D путям. После выбора объекта привязки появится предварительное изображение создаваемого обозначения.

Ошибочно сделанный выбор можно отменить, нажав в любом месте 3D окна или воспользовавшись следующей опцией автоменю:

<**K**> Разрушить привязку

Положение обозначения относительно объекта привязки зависит от того, какая из следующих опций выбрана:

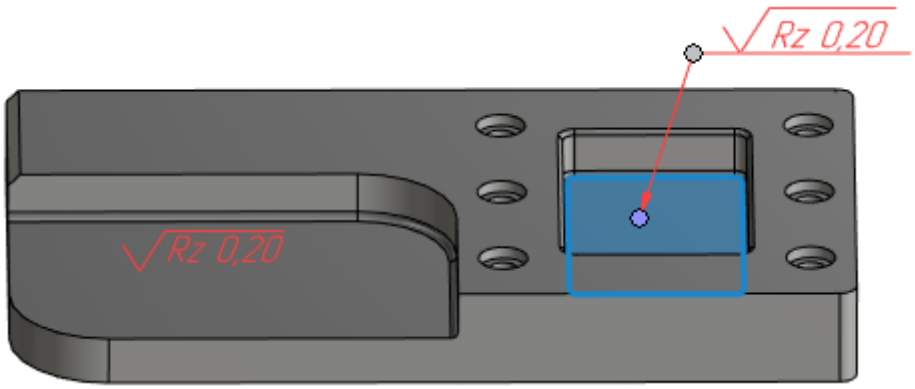
<**Alt**>+<**N**> Шероховатость без выносной полки

При выборе данной опции обозначение непосредственно прилегает к выбранному объекту, касаясь его нижней точкой символа шероховатости.

<**Alt**>+<**L**> Шероховатость с выносной полкой

При выборе данной опции обозначение располагается на выноске, стрелка которой касается выбранного объекта. В таком случае выбор объекта привязки определяет лишь

положение стрелки выноски, а для определения положения полки выноски необходимо дополнительно указать произвольную точку 3D пространства, нажав .



Точка привязки на выбранном объекте определяется положением курсора в момент выбора объекта.

Для обозначения с выносной полкой полка всегда располагается горизонтально и подстраивается под текущую ориентацию активной камеры. Направление полки (вправо или влево) изначально определяется системой произвольно. При необходимости его можно изменить с помощью следующей опции автоменю:

<Z> Изменить направление полки

В процессе создания обозначения шероховатости его параметры можно в любой момент задать в окне параметров. Для 3D шероховатости доступен такой же набор параметров, что и для 2D, за исключением координат. В автоменю команды, помимо опций, описанных в текущей главе, также доступны опции, общие для всех команд создания 2D элементов.

После того, как выбран объект привязки и заданы необходимые параметры, следует завершить создание обозначения, нажав в любом месте 3D окна или воспользовавшись следующей опцией автоменю:

<Ctrl>+<Enter> Закончить ввод

Плоскость обозначения шероховатости

Изначально плоскость, в которой лежит обозначение шероховатости, произвольно выбирается системой. При последующем редактировании обозначения можно указать плоскость обозначения с помощью следующей опции автоменю:

<T> Выбрать плоскость для ориентации

После активации данной опции необходимо выбрать плоскую грань модели или рабочую плоскость, нажав на ней . Если выбранная плоскость не проходит через точку привязки обозначения, то обозначение будет лежать в плоскости, проходящей через точку привязки параллельно выбранной.

Связь шероховатости в 3D сцене с шероховатостью на чертеже

При наличии шероховатости в 3D сцене её параметры (высотный параметр, шаговый параметр, относительная опорная длина, знак, направление неровностей, текстовые строки перед, после и над знаком) автоматически передаются 2D шероховатости, создаваемой на линиях изображения проекции, соответствующих объекту привязки 3D шероховатости.

Для передачи данных из 3D шероховатости в 2D необходимо обновить проекцию после создания 3D шероховатости. Данные подхватываются только для новых шероховатостей; передача данных недоступна для 2D шероховатостей, созданных до создания соответствующих им 3D шероховатостей.

Параметры 2D шероховатости, наследуемые из 3D, являются недоступными для редактирования. Чтобы их изменить, измените параметры 3D шероховатости и обновите проекцию.

Проецирование 3D шероховатостей

По имеющимся 3D шероховатостям и другим элементам оформления можно автоматически создать соответствующие 2D элементы оформления с помощью команды **Создать элементы оформления на проекции**, доступной в контекстном меню 2D проекции. Подробнее см. Проецирование 3D элементов оформления.

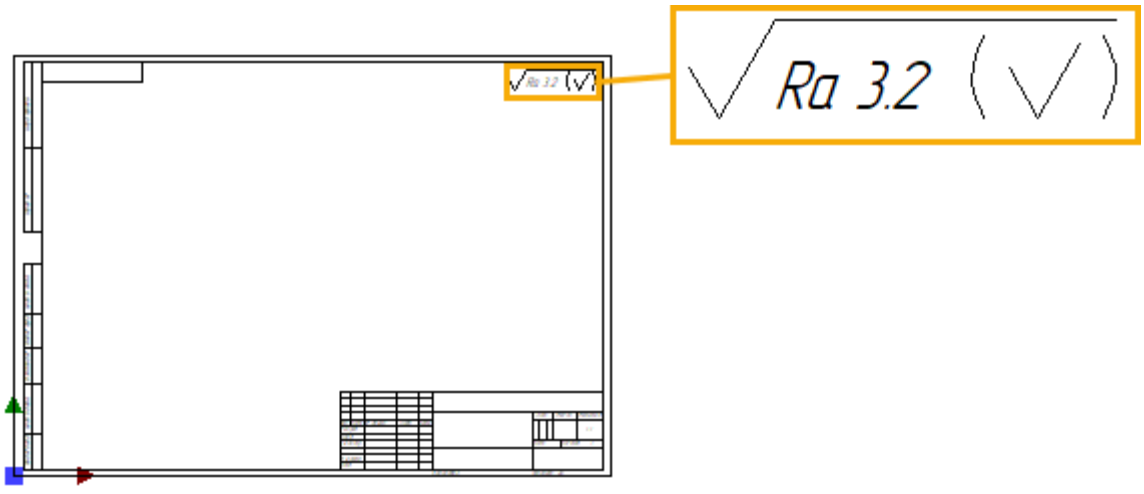
Неуказанная шероховатость

Для создания обозначения неуказанной шероховатости воспользуйтесь следующей командой:

Пиктограмма	Лента
	Оформление > Неуказ. шероховатость > Создать
Клавиатура	Текстовое меню
	Оформление > Неуказанная шероховатость > Создать

После вызова команды на экране появляется диалог параметров шероховатости. После указания необходимых параметров нажмите **OK**, в результате чего обозначение появится на чертеже.

Создание обозначения неуказанной шероховатости доступно только после добавления основной надписи, т.к. его положение определяется специальным скрытым элементом **Шероховатость** в шаблоне основной надписи.



Для изменения обозначения неуказанной шероховатости воспользуйтесь следующей командой:

Пиктограмма	Лента
	Оформление > Неуказ. шероховатость > Редактировать
Клавиатура	Текстовое меню
	Оформление > Неуказанная шероховатость > Редактировать

После вызова команды на экране появляется диалог параметров шероховатости. После изменения необходимых параметров нажмите **ОК**, в результате чего имеющееся на чертеже обозначение будет обновлено в соответствии с указанными параметрами. Кроме того, обозначение неуказанной шероховатости можно редактировать и перемещать теми же способами, что и обычные обозначения шероховатости. Обозначение неуказанной шероховатости имеет большие размеры по сравнению с обычными обозначениями шероховатости. Переключение размера обозначения осуществляется снятием/установкой флага **Неуказанная шероховатость** в окне параметров команды **Шероховатость** на вкладке **Стиль**.

Параметры шероховатости

Параметры обозначения шероховатости можно задать в окне параметров на любом этапе её создания. Оно параметров команды **Шероховатость** разделено на следующие вкладки:

- **Координаты**
- **Высотный параметр**
- **Шаговый параметр**
- **Относительная опорная длина**
- **Стиль**
- **Стрелка**
- **Опции**

Описание параметров, содержащихся на каждой вкладке, доступно по ссылкам, приведённым выше. Кроме того, те же параметры, кроме опций и координат, а также **Уровень, Приоритет, Слой, Цвет** и параметры шрифта можно задать в диалоге параметров шероховатости. Опции определяют не параметры самого обозначения, а принцип работы команды **Шероховатость**, поэтому они недоступны в диалоге параметров шероховатости. Размер обозначения определяется размером шрифта.

Основные темы в этом разделе:

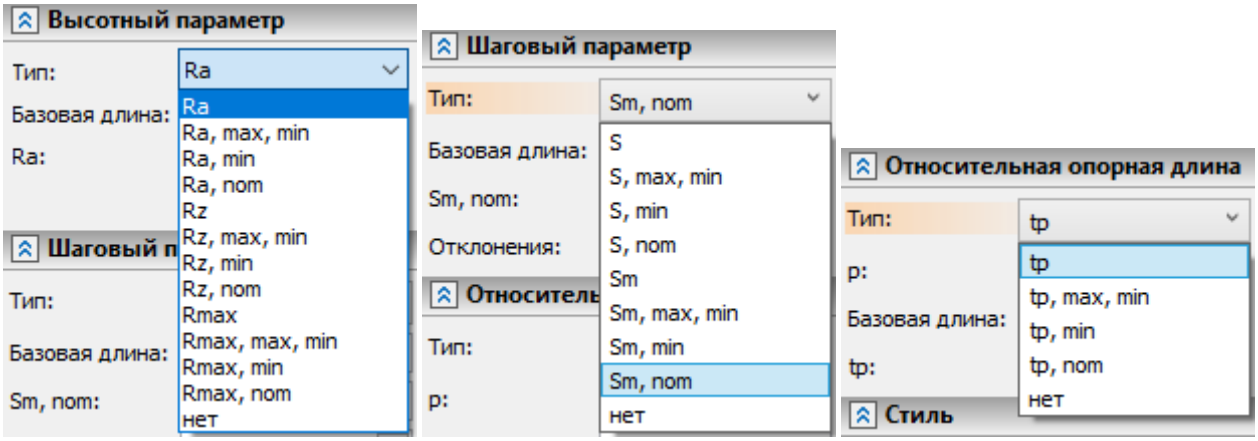
- Высотный и шаговый параметры, относительная опорная длина
- Стиль шероховатости
- Стрелка шероховатости
- Опции создания шероховатости
- Диалог параметров шероховатости

См. также:

- Параметры документа
- Параметры по умолчанию
- Задание параметров элемента
- Копирование параметров 2D элементов

Высотный и шаговый параметры, относительная опорная длина

Параметры шероховатости поверхности, отображаемые на чертеже, задаются на вкладках **Высотный параметр**, **Шаговый параметр** и **Относительная опорная длина** окна параметров команды Шероховатость. В верхней части каждой вкладки доступен выпадающий список **Тип,** в котором необходимо выбрать, каким параметром будет определяться соответствующая характеристика поверхности и каким набором значений будет задаваться выбранный параметр:



- **Высотный параметр**
  Высота неровностей поверхности может характеризоваться одним из следующих параметров:
  - Среднеарифметическое отклонение профиля - **Ra**
  - Высота неровностей профиля по десяти точкам - **Rz**
  - Наибольшая высота профиля - **Rmax**
- **Шаговый параметр**
  Шаг неровностей поверхности может характеризоваться одним из следующих параметров:
  - Средний шаг местных выступов профиля - **S**
  - Средний шаг неровностей профиля - **Sm**
- **Относительная опорная длина - tp**.

Каждый из вышеперечисленных параметров может задаваться одним из следующих наборов значений:

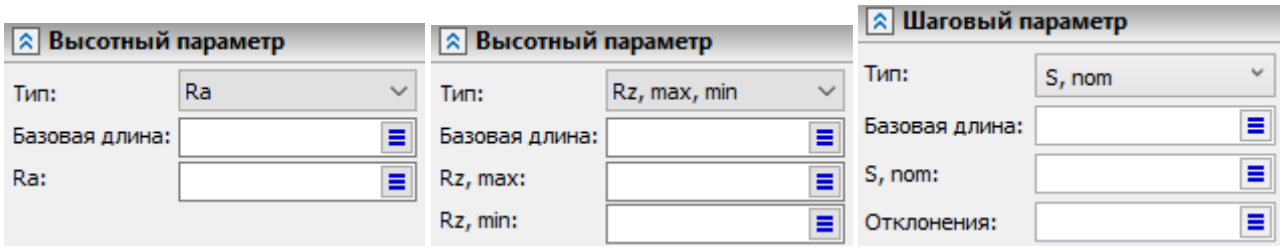
- Номинальное значение:
  - **Ra**
  - **Rz**
  - **Rmax**
  - **S**
  - **Sm**
  - **tp**
- Максимальное и минимальное значения:
  - **Ra, max, min**
  - **Rz, max, min**
  - **Rmax, max, min**
  - **S, max, min**
  - **Sm, max, min**
  - **tp, max, min**

Формат отображения максимального и минимального значений определяется опцией, выбранной в выпадающем списке Вид строк на вкладке **Стиль**.

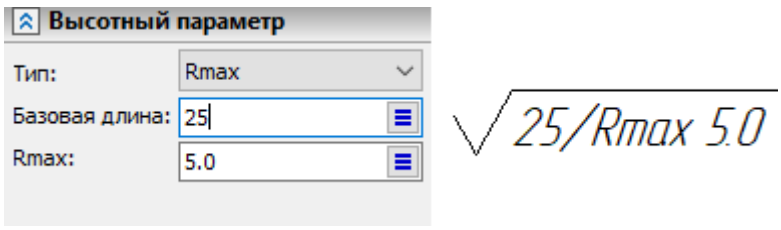
- Минимальное значение:
  - **Ra, min**
  - **Rz, min**
  - **Rmax, min**
  - **S, min**
  - **Sm, min**
  - **tp, min**
- Номинальное значение с указанием отклонений:
  - **Ra, nom**
  - **Rz, nom**
  - **Rmax, nom**
  - **S, nom**
  - **Sm, nom**
  - **tp, nom**

Формат отображения отклонений определяется опцией, выбранной в выпадающем списке **Вид отклонений** на вкладке **Стиль**.

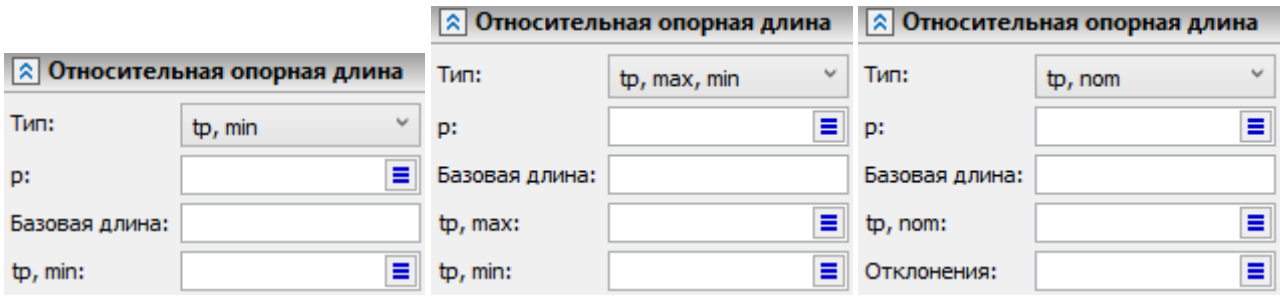
В зависимости от опции, выбранной в выпадающем списке **Тип**, вкладка будет содержать тот или иной набор полей ввода значений выбранного параметра.



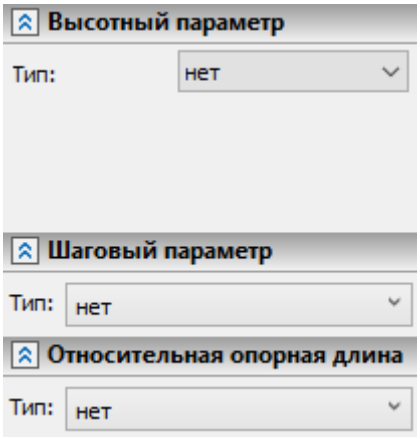
Дополнительно для каждого параметра доступно поле ввода **Базовой длины**, на которой задан параметр. На чертеже значение базовой длины отображается перед соответствующим параметром, и отделяется косой чертой.



Для относительной опорной длины также доступно поле ввода значения уровня сечения профиля **p.**

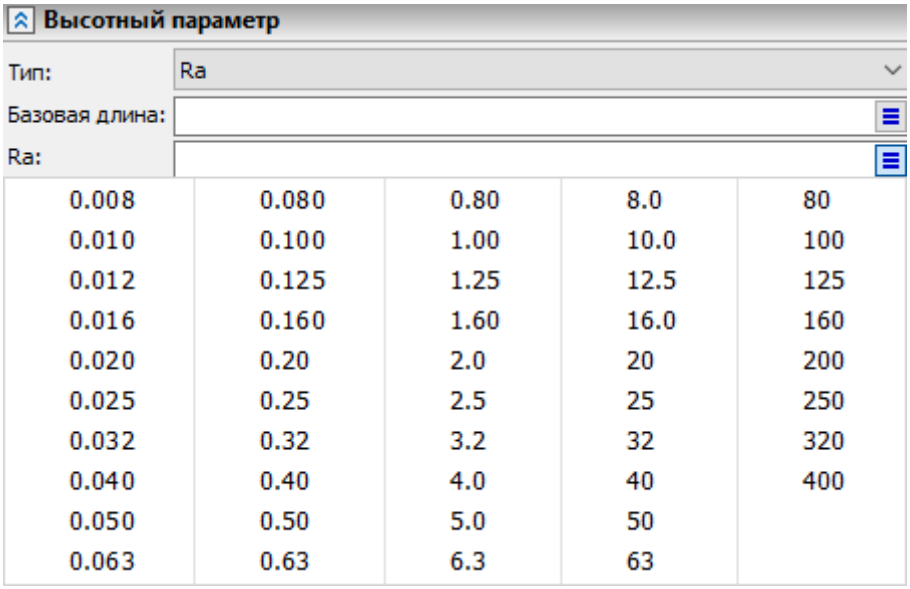


Кроме того, в выпадающих списках **Тип** доступна опция **нет**, при выборе которой соответствующая характеристика поверхности не задаётся и поля ввода значений недоступны.



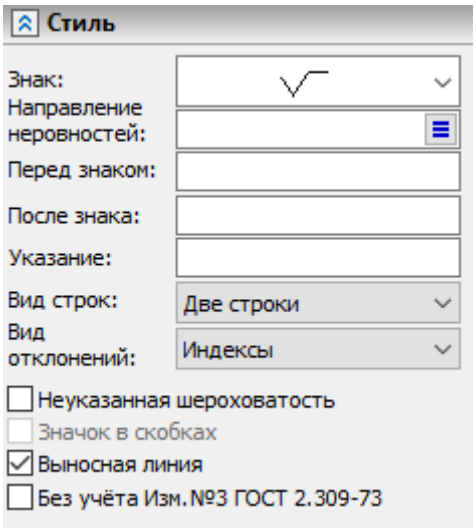
Значения всех параметров представляют собой текстовые строки. В них можно использовать переменные, вводя имя переменной в фигурных скобках, и пользоваться командами контекстного меню.

Для большинства полей ввода доступны списки, позволяющие вставить значение из стандартного ряда. Списки можно редактировать.



Стиль шероховатости

Вкладка **Стиль** окна параметров команды Шероховатость содержит следующие параметры:

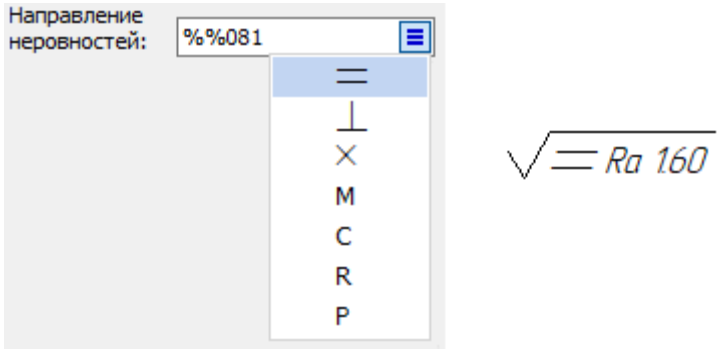


Знак

Тип знака шероховатости можно выбрать из выпадающего списка:

Направление неровностей

Задается символом, который можно выбрать из списка, ввести с клавиатуры или вставить с помощью команды **Вставить символ <Alt>+<F9>**, доступной в контекстном меню поля ввода.



Перед знаком

Текстовая строка, которая выводится слева от знака шероховатости.

После знака

Текстовая строка, которая выводится справа от знака шероховатости.

Указание

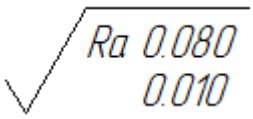
Текстовая строка, которая выводится над знаком шероховатости.

> При вводе текстовых строк можно использовать текстовые переменные, вводя их имена в фигурных скобках, и пользоваться командами контекстного меню полей ввода.

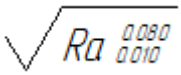
Вид строк

Формат отображения параметров, задаваемых максимальным и минимальным значениями. В выпадающем списке можно выбрать одну из следующих опций:

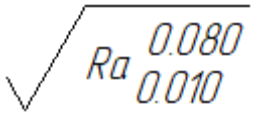
- **Две строки**



- **Индексы**



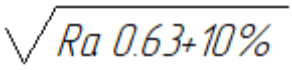
- **Дробь**



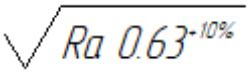
Вид отклонений

Формат отображения предельно допустимых отклонений номинальных значений параметров. В выпадающем списке можно выбрать одну из следующих опций:

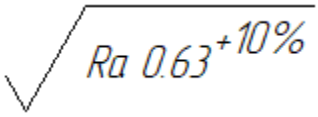
- **Строка**



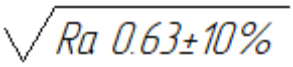
- **Индексы**



- **Дробь**



Симметричные отклонения всегда имеют вид строки, независимо от выбранной опции.

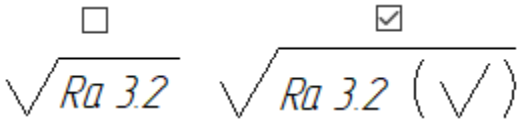


Неуказанная шероховатость

Размер знака шероховатости определяется размером шрифта, установленным на вкладке **Шрифт** диалога параметров шероховатости. По умолчанию для обозначений шероховатости отдельных поверхностей используется шрифт размером **5 мм**. Установка данного флага увеличивает значение размера шрифта до **7 мм**, что соответствует обозначению неуказанной шероховатости. По умолчанию этот флаг снят при использовании команды Шероховатость и установлен при использовании команды Создать неуказанную шероховатость.

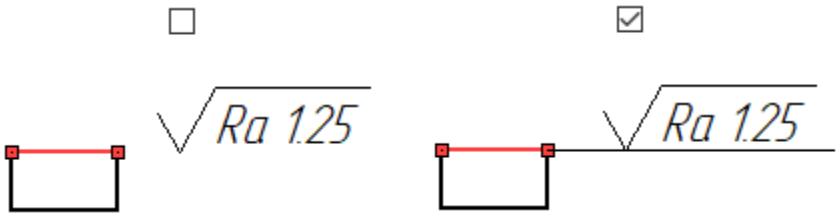
Значок в скобках

Данный флаг доступен только при установленном флаге **Неуказанная шероховатость.** Он управляет отображением знака в скобках, характерного для обозначения неуказанной шероховатости.



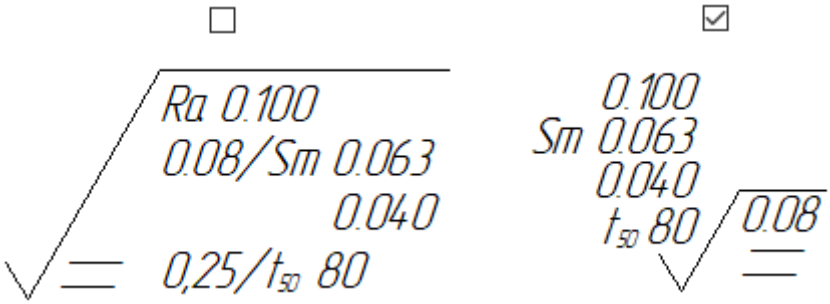
Выносная линия

Данный флаг управляет отображением выносной линии. Выносная линия может отображаться при привязке обозначения шероховатости к отрезку линии изображения или к прямой линии построения В первом случае она соединяет обозначение с ближайшим концом отрезка, во втором - с ближайшим 2D узлом, лежащим на выбранной прямой.



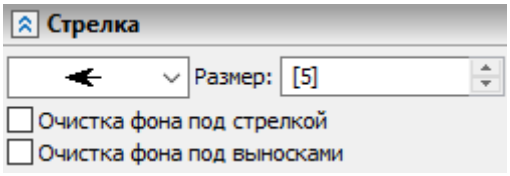
Без учёта Изм. №3 ГОСТ 2.309-73.

При установленном флаге используется старый формат отображения шероховатости.



Стрелка шероховатости

Вкладка **Стрелка** окна параметров команды Шероховатость содержит следующие параметры стрелки выноски шероховатости. Для обозначения шероховатости без выносной полки эти параметры, кроме флага **Очистка фона под выносками,** не имеют эффекта.



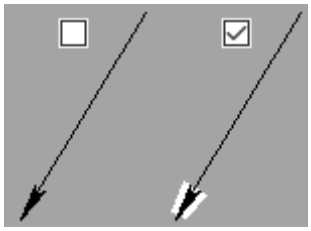
Тип

Выбирается из выпадающего списка.

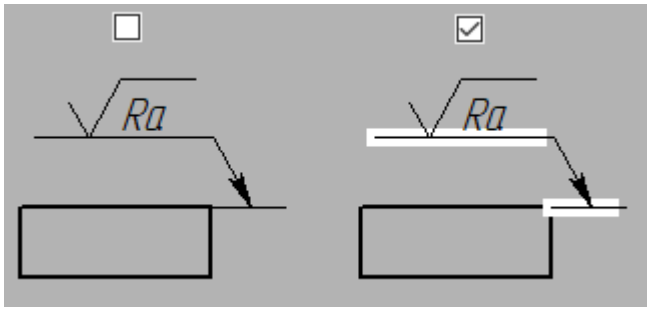
Размер

Вводится с клавиатуры. Если значение отображается в квадратных скобках, то оно взято из параметров документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Линии** > **Стиль линий** > **Размер стрелок (окончаний)**).

Очистка фона под стрелкой

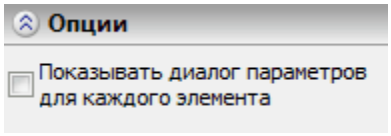


Очистка фона под выносками
Очищает фон под выносной полкой и выносной линией.



Опции создания шероховатости

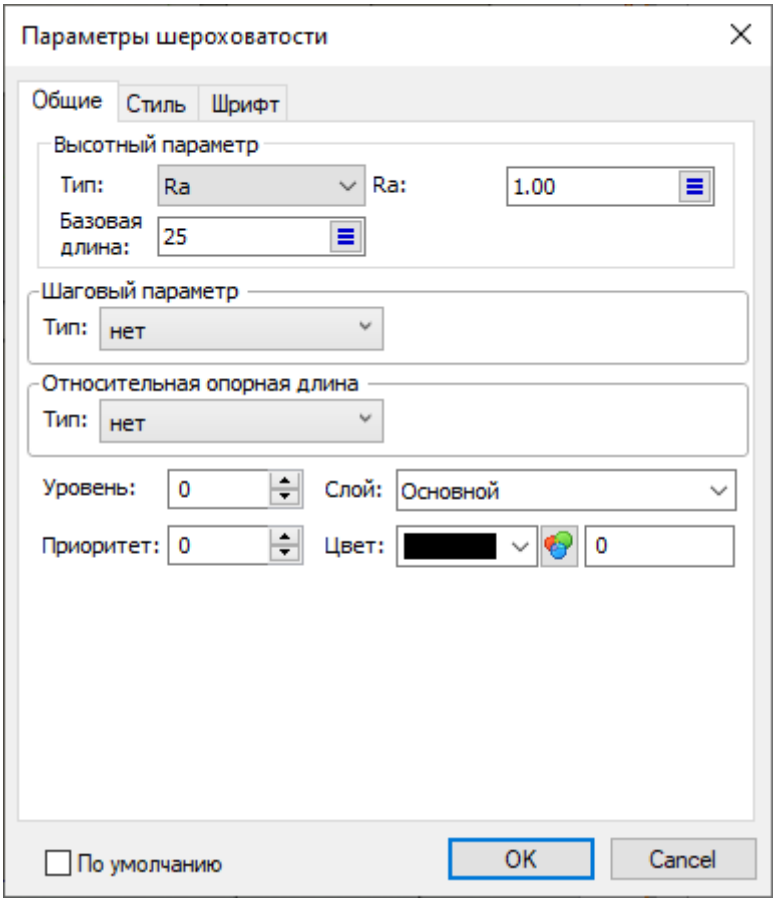
Вкладка **Опции** окна параметров команды Шероховатость содержит флаг **Показывать диалог параметров при создании каждого элемента**. По умолчанию он снят. Если его установить, то после задания положения обозначения шероховатости на экране будет автоматически появляться диалог параметров созданного обозначения. Такой режим позволяет работать так же, как в предыдущих версиях T-FLEX CAD – сначала указать положение элемента на чертеже, а затем задавать его параметры.



Диалог параметров шероховатости

Диалог параметров обозначения шероховатости можно вызвать одним из следующих способов:

- по двойному нажатию на обозначении в окне 2D или 3D вида, либо в окне **Элементы модели**;
- из контекстного меню, вызываемого по нажатию на обозначении в окне 2D или 3D вида, либо в окне **Элементы модели**;
- из динамической панели, отображаемой при выборе обозначения в окне 2D или 3D вида;
- из автоменю команд Шероховатость и Редактировать шероховатость.



В диалоге параметров шероховатости доступны следующие вкладки:

- **Общие**
  Содержит тот же набор параметров, что и вкладки Высотный параметр, Шаговый параметр, Относительная опорная длина окна параметров команды **Шероховатость**. Дополнительно позволяет задать **Уровень, Приоритет, Слой** и **Цвет**.
- **Стиль**
  Содержит тот же набор параметров, что и вкладки Стиль и Стрелка окна параметров команды **Шероховатость**.
- **Шрифт**
  См. главу Параметры шрифта элементов оформления чертежа.

См. также:

- Параметры по умолчанию
- Задание параметров элемента
- Копирование параметров 2D элементов

Редактировать шероховатость

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<ERO>	Правка > Чертёж > Шероховатость

Команда позволяет редактировать обозначения шероховатости.
После вызова команды в автоменю доступны следующие опции:

<*> Выбрать все элементы.

<Esc> Отменить выбор

Можно выбрать одно из существующих обозначений шероховатости, указав на него курсором и нажав , или воспользоваться множественным выбором. **<Shift>** + добавляет элемент к списку выбранных, **<Ctrl>** + удаляет из списка выбранных.
При множественном выборе в автоменю доступны следующие опции:

<*> Выбрать все элементы.

<P> Установить параметры шероховатости

<Alt>+<P> Скопировать параметры с существующего элемента

<Del> Удалить выбранные элементы

<Esc> Отменить выбор всех элементов

Подробнее см. Множественное редактирование 2D элементов.

При выборе одного обозначения в автоменю становятся доступны опции, описанные в разделах Шероховатость на чертеже или Шероховатость в 3D сцене (в зависимости от того, где создана выбранная шероховатость), а также следующие опции:

<*> Выбрать все элементы.

<P> Установить параметры шероховатости

<Alt>+<P> Скопировать параметры с существующего элемента

<I> Выбрать другой ближайший элемент

<Del> Удалить выбранный элемент

<Esc> Выйти из команды

Если обозначение привязано к произвольной точке или к 2D узлу со смещениями, то после выбора такого обозначения в команде редактирования оно начинает следовать за курсором во всех направлениях, а если оно было привязано к линии - то вдоль этой линии. Далее необходимо заново указать положение обозначения так же, как это делается при его создании Если обозначение привязано к 2D узлу без смещений, то после выбора такого обозначения в команде редактирования оно сохраняет свой положение. Отменить привязку обозначения к объекту любого типа можно, нажав в любом месте окна, в котором выбрано обозначение, или воспользовавшись следующей опцией автоменю:

<K> Разрушить привязку

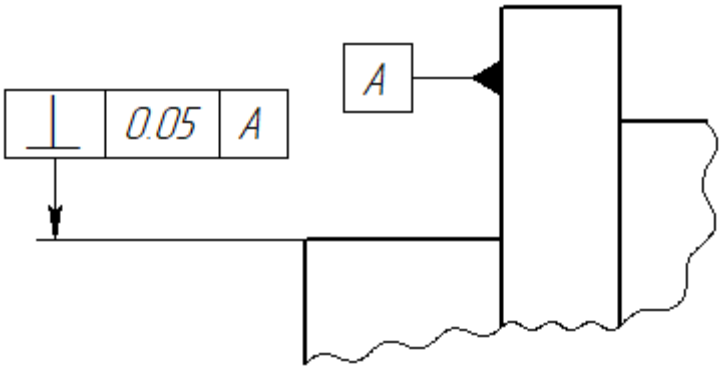
После разрушения привязки необходимо заново задать положение точки привязки так же, как это делается при создании обозначения.

См. также:

- Прозрачное редактирование
- Множественное редактирование 2D элементов
- Задание параметров элемента
- Копирование параметров 2D элементов

Геометрические отклонения

Допустимые геометрические отклонения детали обозначаются на чертеже с помощью баз и допусков формы и расположения поверхностей.



Обозначения допусков формы и расположения поверхностей создаются с помощью команды Допуск. Обозначения баз, относительно которых задаются допуски формы и расположения поверхностей, создаются с помощью команды База. Данные команды взаимосвязаны. После вызова одной из них в любой момент можно переключиться на другую с помощью следующих опций автоменю:

<O> Создать выноску или допуск с выноской

<O> Создать выноску или базу с выноской

Обе эти команды основаны на команде **Надпись** и имеют с ней общий механизм создания стрелок и их параметры. Отличия состоят в том, что вместо обычных полок надписи используются специальные рамки, содержащие информацию о базах и допусках формы и расположения поверхностей в соответствии с ЕСКД. В данном разделе приведена общая информация по созданию и редактированию баз и допусков. Информация о специфических параметрах конкретного типа обозначения доступна в разделах Допуск и База. Информация о стрелках приведена в разделах Форма и расположение стрелки надписи, Дополнительные стрелки надписи, Параметры стрелок надписи. Информация о параметрах шрифта приведена в разделе Параметры шрифта элементов оформления чертежа.

При создании обозначения базы или допуска после вызова соответствующей команды выполняются следующие шаги:

1. Задать желаемый набор опций, определяющих принцип работы команды;
2. Задать форму и расположение основной стрелки обозначения;
3. Задать параметры базы или допуска;
4. Добавить дополнительные стрелки;
5. Задать параметры каждой из стрелок;
6. Задать параметры шрифта (размер рамки зависит от размера шрифта);
7. Закончить ввод .

По умолчанию обозначение создаётся со стрелкой. В данном режиме обязательными шагами являются задание начального и конечного узлов стрелки. Положение рамки определяется положением конечного узла основной стрелки.
В отличие от надписей, допуски и базы можно создавать без стрелок. Для этого необходимо удалить стрелку с помощью опции автоменю:

<Shift>+<D> Удалить стрелку

После удаления стрелки, достаточно указать всего один узел, определяющий положение рамки.
Если отключена опция **Создавать автоматически**, обязательным также является подтверждение ввода. Остальные шаги опциональны.

При задании положения узлов стрелки в автоменю команды доступен специфический набор опций, описанный в главах Форма и расположение стрелки надписи и Связь баз и допусков с размерами, а также следующие опции, общие для большинства команд создания 2D элементов:

<Ctrl>+<Enter> Закончить ввод

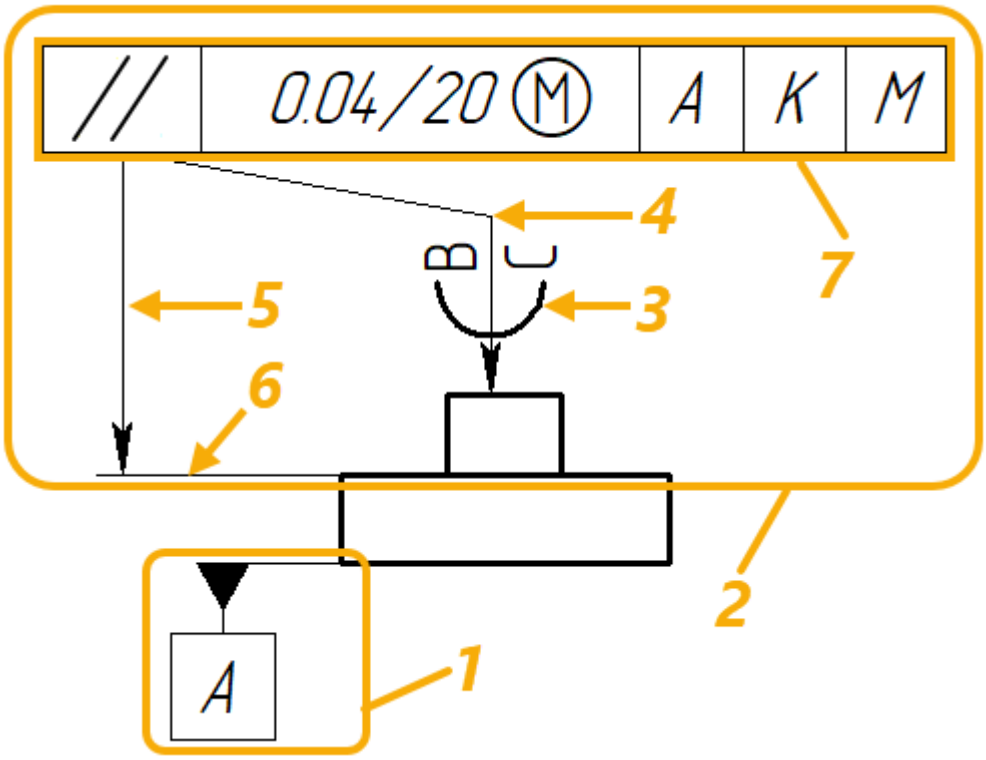
<P> Установить параметры допуска

<Alt>+<P> Скопировать параметры с существующего элемента

	<F4>	Изменить обозначение допуска
	<Esc>	Выйти из команды

После задания положения конечного узла основной стрелки команда по сути переходит в режим редактирования обозначения с таким же набором опций, как при выборе одного обозначения в команде редактирования.
Создание надписи в 3D окне вне режима черчения на РП имеет ряд особенностей, но в целом осуществляется аналогично описанному выше.

Основные части обозначений допусков и баз



1 - обозначение базы

2 - обозначение допуска, в т.ч.:

3 - символ на дополнительной стрелке

B - текст над дополнительной стрелкой

C - текст под дополнительной стрелкой

4 - излом дополнительной стрелки

5 - основная стрелка

6 - выноска к основной стрелке

7 - рамка, в т.ч.:

// - вид допуска (параллельность)

0.04 - значение допуска

20 - значение размера

Ⓜ - текст после значения

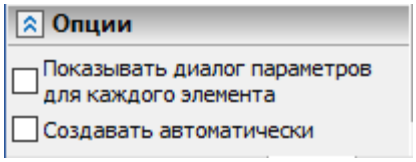
A, K, M - базы, относительно которых задан допуск

Автоматическое завершение создания обозначения

По умолчанию, после задания положения начального и конечного узлов стрелки команда остаётся в режиме редактирования созданного обозначения. Это позволяет добавить необходимое количество дополнительных стрелок, создать изломы на стрелках, задавать и редактировать параметры обозначения. После окончательного формирования обозначения его создание необходимо явно завершить при помощи кнопки в окне параметров команды или клавиши <**Enter**>.

Возможен и другой алгоритм работы. В окне параметров команды, на вкладке **Опции**, находится флаг **Создавать автоматически**. При установке данного флага создание обозначения будет автоматически завершаться сразу после задания второй точки привязки (точки привязки рамки).

Обратите внимание, что в этом случае необходимо либо задавать параметры создаваемого обозначения до позиционирования конечного узла, либо дополнительно установить флаг **Показывать диалог параметров для каждого элемента**. Тогда после задания положения конечного узла на экране будет появляться диалог параметров обозначения. Такой режим позволяет работать так же, как в предыдущих версиях T-FLEX CAD – сначала указать положение элемента на чертеже, а затем задавать его параметры.



Основные темы в этом разделе:

- Допуск формы и расположения поверхностей
- База
- Манипуляторы баз и допусков
- База и допуск в 3D сцене
- Связь баз и допусков с размерами
- Диалог параметров базы и допуска
- Редактировать базу или допуск

См. также:

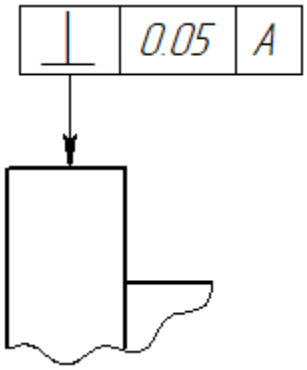
- Форма и расположение стрелки надписи
- Дополнительные стрелки надписи
- Параметры стрелок надписи
- Параметры шрифта элементов оформления чертежа
- Изменить размер шрифта и стрелок всех элементов на текущей странице

Допуск формы и расположения поверхностей

Вызов команды **Допуск**:

Пиктограмма	Лента
	3D модель > Дополнительно > Допуск Чертёж > Оформление > Допуск Сборка > Дополнительно > Допуск Листовой металл (2D) > Оформление > Допуск Листовой металл (3D) > Дополнительно > Допуск Поверхности > Дополнительно > Допуск Сварка > Дополнительно > Допуск Коммуникации > Дополнительно > Допуск Примитив > Дополнительно > Допуск Замечания > Замечания > Допуск Рабочая плоскость > Оформление > Допуск
Клавиатура	Текстовое меню
<FO>	Чертёж > Допуск

Команда предназначена для нанесения допуска формы и расположения поверхностей.



Команда **Допуск** взаимосвязана с командой **База**. Чтобы переключиться с создания допуска на создание базы можно воспользоваться следующей опцией автоменю:

<O> Создать выноску или базу с выноской

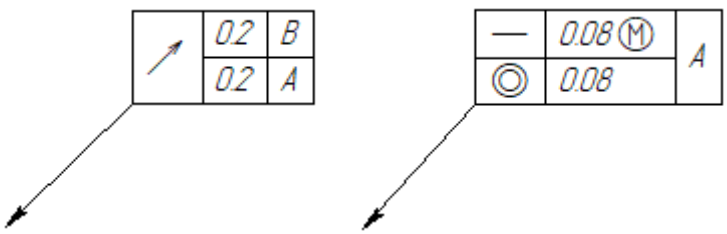
Переключаться между **Допуском** и **Базой** можно на любом этапе работы команды. Обе эти команды основаны на команде **Надпись** и имеют с ней общий механизм создания стрелок и их параметры. В данном разделе приведена информация о специфических параметрах команды **Допуск**, отличных от вышеупомянутых команд. Общая информация по созданию и редактированию баз и допусков доступна в разделах База и допуск формы и расположения поверхностей и Связь баз и допусков с размерами. Информация о стрелках приведена в разделах Форма и расположение стрелки надписи, Дополнительные стрелки надписи, Параметры стрелок надписи. Информация о параметрах шрифта приведена в разделе Параметры шрифта элементов оформления чертежа.

Составные допуски

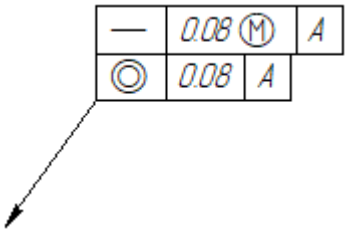
Обозначение допуска без стрелок можно привязать к другому, уже существующему на чертеже, допуску, с помощью следующей опции автоменю:

<T> Выбрать обозначение допуска

После вызова опции выбрать существующий допуск нажав на нём . Новый допуск будет расположен снизу от выбранного. Если тип допуска или база совпадает с предыдущим, то поля обозначения типа или базы двух допусков объединяются. Таким образом можно создавать составные допуски из любого количества допусков.



Кроме того, можно привязать новый допуск к характерной точке другого допуска с помощью объектной привязки без использования вышеупомянутой опции. В таком случае объединения полей не происходит.

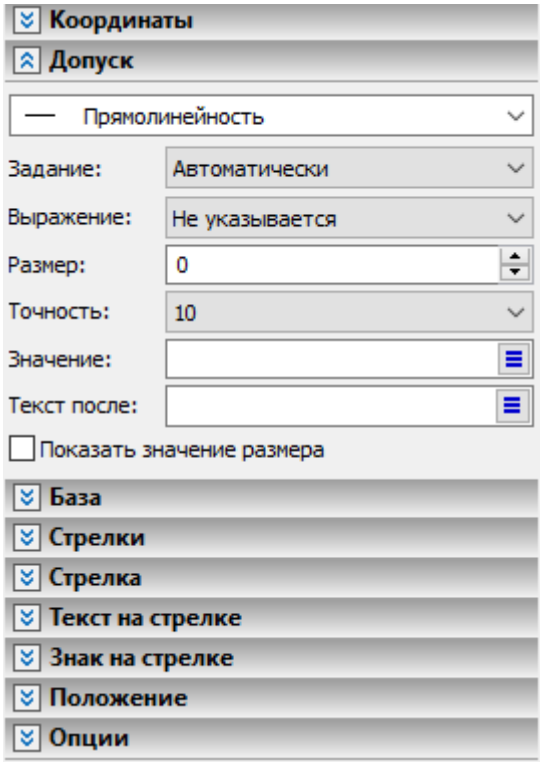


Параметры допуска

В любой момент создания допуска можно задать его параметры в окне параметров команды. Для удобства работы окно разделёно на вкладки. Часть вкладок – **Координаты**, **Стрелки**, **Стрелка**, **Текст на стрелке** и **Знак на стрелке** совпадают с командой **Надпись**. Вкладка **Опции** является общей для **Базы** и **Допуска**. Вкладки **Допуск**, **База** и **Положение**, описаны ниже.

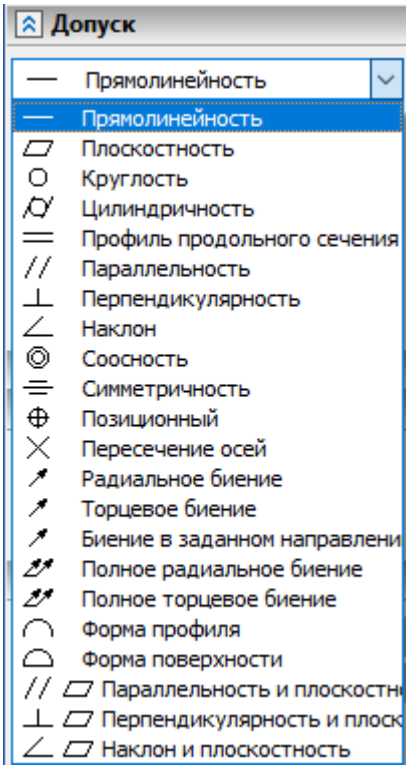
Допуск

Вкладка содержит следующие параметры:



Вид допуска

В верхней части вкладки находится выпадающий список, в котором можно выбрать вид допуска. Символ выбранного вида отображается на чертеже в первой ячейке рамки допуска.



Задание

Данный параметр определяет, как будет получено значение допуска. Либо оно вводится вручную, либо рассчитывается автоматически в зависимости от значения размера и точности.

Выражение

В данном выпадающем списке можно выбрать символ, который будет указан во второй ячейке рамки перед значением допуска. Доступны следующие символы

Название в списке	Символ на чертеже	Применение по ГОСТ
Не указывается		
R	R	Используется, если круговое или цилиндрическое поле допуска указывается радиусом.
D	Ø	Используется, если круговое или цилиндрическое поле допуска указывается диаметром.
Сфера R	Сфера R	Используется, если сферическое поле допуска указывается радиусом.
Сфера D	Сфера Ø	Используется, если сферическое поле допуска указывается диаметром.
T	T	Используется, если допуски симметричности, пересечения осей, формы заданного профиля и заданной поверхности, а также позиционные допуски (для случая, когда поле позиционного допуска ограничено двумя параллельными прямыми или плоскостями) указываются в диаметральном выражении.

T/2	T/2	Используется, для тех же видов допусков, что и предыдущий символ, если они указываются в радиусном выражении.

Размер

Значение номинала размера, от которого зависит величина допуска. Если допуск связан с размером, то данное поле не подлежит редактированию пользователем и содержит номинальное значение связанного размера. Значение размера влияет на величину допуска при автоматическом расчёте. По умолчанию значение размера не отображается в рамке допуска на чертеже. При необходимости его можно отобразить в рамке после значения допуска через "/", установив флаг **Показать значение размера**, расположенный в нижней части вкладки.

Точность

Степень точности допуска по ГОСТ 24643-81. Может принимать значения целого числа от 3 до 16 включительно. Задание этого параметра применяется только при автоматическом расчёте значения допуска.

Значение

Величина допуска. Может быть введена вручную, либо рассчитана автоматически, исходя из значения размера и точности. При ручном вводе можно выбрать значение из списка .

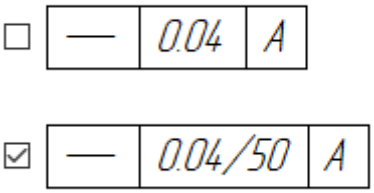
Текст после

Текст, отображаемый в конце второй ячейки рамки после значений допуска и размера. Можно ввести произвольный текст с клавиатуры, воспользоваться командами контекстного меню или вставить один из следующих стандартных символов из списка :

Ⓜ Ⓟ Ⓛ Ⓢ

Показать значение размера

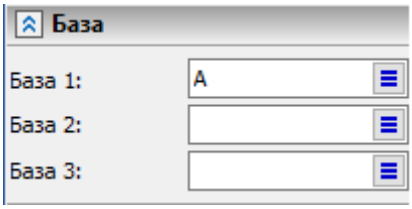
По умолчанию данный флаг снят, и значение размера, прописанное в параметрах допуска, не отображается в рамке допуска на чертеже. При установленном флаге значение размера отображается во второй ячейке рамки после значения допуска через "/".



База

Вкладка содержит имена баз, относительно которых задан допуск. Имена баз - это заглавные буквы, отображаемые в третьей, четвёртой и пятой ячейках рамки допуска. Имя можно ввести с клавиатуры, воспользоваться командами контекстного меню или вставить списка . В отличие от команды **База,** для допуска недоступна автоматическая нумерация имён баз.

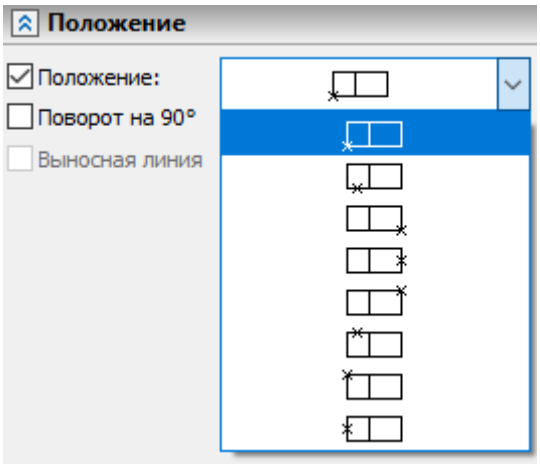
> Имейте в виду, что имена баз в обозначениях допусков не обновляются автоматически при изменении имён в обозначениях баз.



Одноимённая вкладка окна параметров команды **База** содержит другой набор параметров, описанный в главе База.

Положение

Вкладка содержит следующие параметры:



Положение

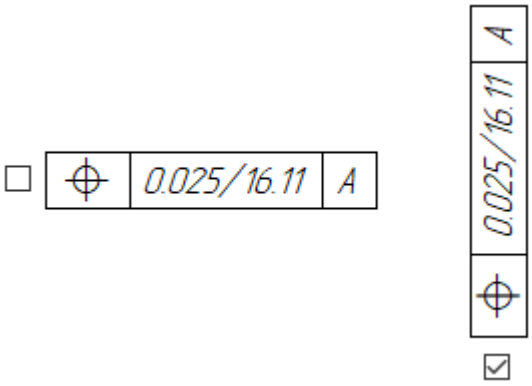
Положение рамки относительно узла привязки. В выпадающем списке доступно восемь различных вариантов положения.

При создании допуска со стрелкой узлом привязки рамки является конечный узел основной стрелки. По умолчанию данный флаг снят. В таком случае, положение конечного узла стрелки относительно рамки меняется автоматически в зависимости от того, с какой стороны подходит стрелка. Если установить данный флаг, то для допуска со стрелкой будет всегда применяться положение, выбранное в списке, независимо от того, с какой стороны подходит стрелка, что может привести к пересечению рамки линией стрелки.

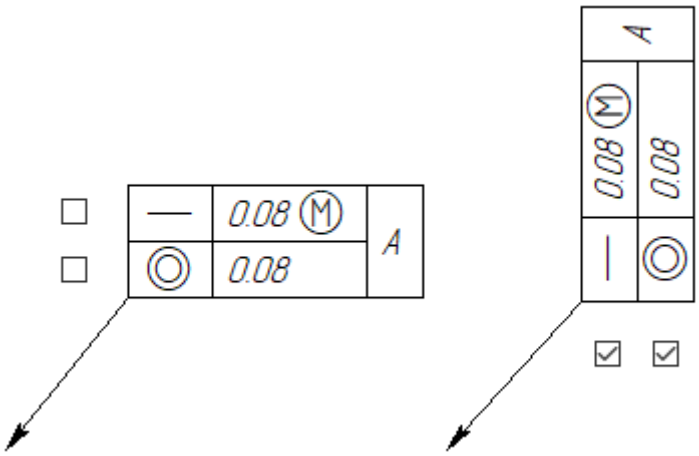
При создании допуска без стрелки, установка/снятие данного флага влияет лишь на возможность изменения положения в выпадающем списке, но выбранное положение применяется независимо от того, установлен ли флаг.

Поворот на 90°

По умолчанию данный флаг снят и рамка допуска располагается на чертеже горизонтально и порядок ячеек определяется слева направо. При установленном флаге рамка будет повернута вертикально и порядок ячеек будет определяться снизу вверх.

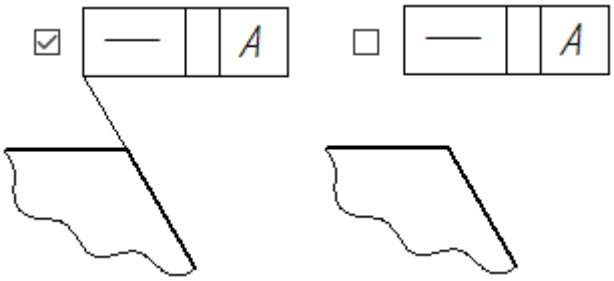


Для каждого допуска, входящего в состав составного, флаг необходимо устанавливать отдельно.



Выносная линия

Данный флаг применим и доступен для редактирования только при создании допуска без стрелки. Он управляет прорисовкой выносной линии от линии привязки до рамки допуска.



См. также:

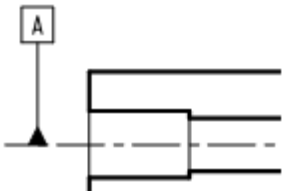
- База и допуск формы и расположения поверхностей
- Допуск формы и расположения поверхностей
- Связь баз и допусков с размерами
- Диалог параметров базы и допуска
- Форма и расположение стрелки надписи
- Дополнительные стрелки надписи
- Параметры стрелок надписи
- Параметры шрифта элементов оформления чертежа
- Изменить размер шрифта и стрелок всех элементов на текущей странице

База

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D модель > Дополнительно > База Чертёж > Оформление > База Сборка > Дополнительно > База Листовой металл (2D) > Оформление > База Коммуникации > Дополнительно > База Замечания > Замечания > База Рабочая плоскость > Оформление > База
Клавиатура	Текстовое меню

Команда предназначена для создания обозначений баз, т.е. элементов детали, по отношению к которым задаются допуски формы и расположения поверхностей



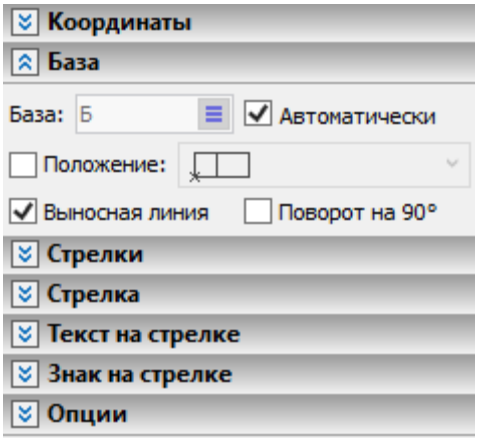
Команда **База** взаимосвязана с командой **Допуск**. Чтобы переключиться с создания базы на создание допуска можно воспользоваться следующей опцией автоменю:

<O> Создать выноску или допуск с выноской

Переключаться между **Допуском** и **Базой** можно на любом этапе работы команды. Обе эти команды основаны на команде **Надпись** и имеют с ней общий механизм создания стрелок и их параметры. В данном разделе приведена информация о специфических параметрах команды **База**, отличных от вышеупомянутых команд. Общая информация по созданию и редактированию баз и допусков доступна в разделах База и допуск формы и расположения поверхностей и Связь баз и допусков с размерами. Информация о стрелках приведена в разделах Форма и расположение стрелки надписи, Дополнительные стрелки надписи, Параметры стрелок надписи. Информация о параметрах шрифта приведена в разделе Параметры шрифта элементов оформления чертежа.

Параметры базы

В любой момент создания базы можно задать её параметры в окне параметров команды. Для удобства работы окно разделёно на вкладки. Часть вкладок – **Координаты**, **Стрелки**, **Стрелка**, **Текст на стрелке** и **Знак на стрелке** совпадают с командой **Надпись**. Вкладка **Опции** является общей для **Базы** и **Допуска**. Вкладка **База** описана ниже.

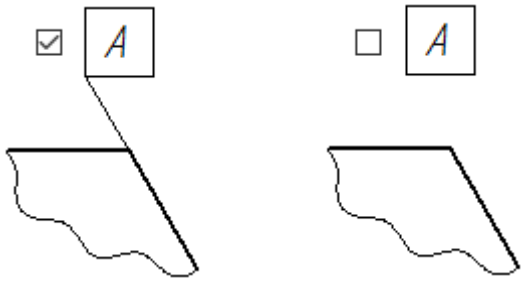


Вкладка **База** при создании базы содержит другой набор параметров, по сравнению с одноимённой вкладкой в параметрах допуска:

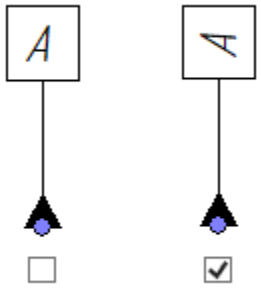
- **База**
  Имя базы (заглавная буква). В качестве имени базы можно использовать текстовую переменную.
- **Автоматически**
  Данный флаг установлен по умолчанию после запуска команды. При этом в качестве имени базы автоматически выбирается первая по алфавиту незанятая буква. В дальнейшем при удалении базы, имена всех следующих по алфавиту баз будут автоматически переназначены во избежание пробела в нумерации. Если снять данный флаг при создании или редактировании базы, то её имя будет оставаться неизменным независимо от имён других баз.

Имейте в виду, что имена баз в обозначениях допусков не обновляются при изменении нумерации в обозначениях баз.

- **Положение**
  Положение рамки относительно узла привязки. В выпадающем списке доступно восемь различных вариантов положения.
  При создании базы со стрелкой узлом привязки рамки является конечный узел основной стрелки.
  По умолчанию данный флаг снят. В таком случае, положение конечного узла стрелки относительно рамки меняется автоматически в зависимости от того, с какой стороны подходит стрелка.
  Если установить данный флаг, то для базы со стрелкой будет всегда применяться положение, выбранное в списке, независимо от того, с какой стороны подходит стрелка, что может привести к пересечению рамки линией стрелки.
  При создании базы без стрелки, установка/снятие данного флага влияет лишь на возможность изменения положения в выпадающем списке, но выбранное положение применяется независимо от того, установлен ли флаг.
- **Выносная линия**
  Данный параметр применим и доступен для редактирования только при создании базы без стрелки. Он управляет прорисовкой выносной линии от линии привязки до рамки базы.



- **Поворот на 90°**
  По умолчанию данный флаг снят и имя базы располагается на чертеже горизонтально. При установленном флаге имя будет повернуто на 90° против часовой стрелки.

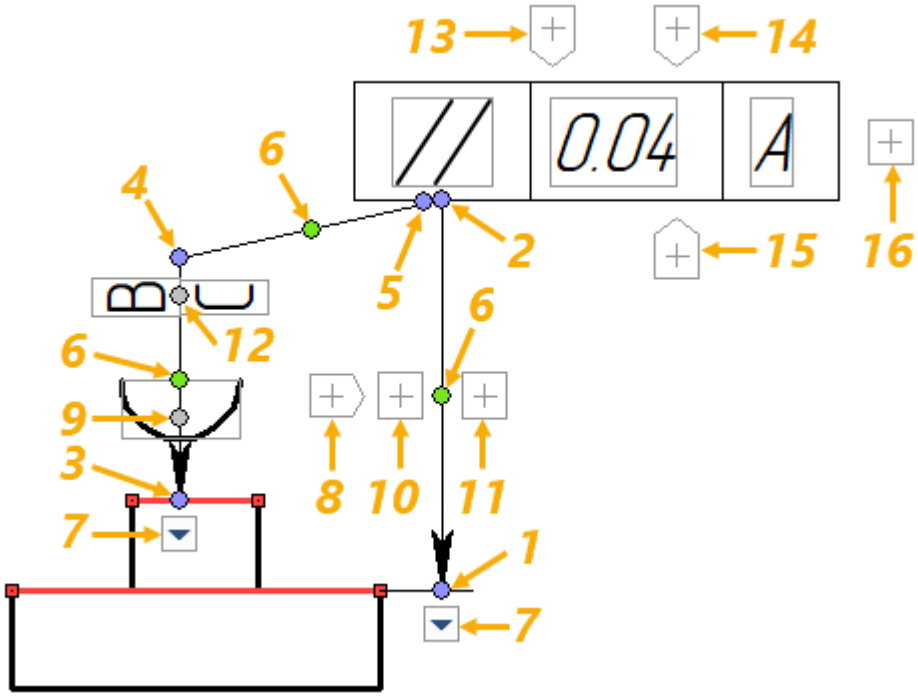


См. также:

- База и допуск формы и расположения поверхностей
- Допуск формы и расположения поверхностей
- Связь баз и допусков с размерами
- Диалог параметров базы и допуска
- Форма и расположение стрелки надписи
- Дополнительные стрелки надписи
- Параметры стрелок надписи
- Параметры шрифта элементов оформления чертежа
- Изменить размер шрифта и стрелок всех элементов на текущей странице

Манипуляторы баз и допусков

При выборе обозначения базы или допуска в любом окне вида, а также при наведении курсора на обозначение в 2D окне или в режиме черчения на РП, отображаются манипуляторы быстрого редактирования. Нажав на соответствующем манипуляторе можно быстро выполнить то или иное действие с обозначением. При этом запускается команда редактирования обозначения, даже при отключенном прозрачном редактировании 2D элементов.



1 - Изменить положение начального узла основной стрелки

2 - Изменить положение конечного узла основной стрелки (им же определяется положение рамки)

3 - Изменить положение начального узла дополнительной стрелки

4 - Изменить положение промежуточного узла дополнительной стрелки

5 - Изменить положение конечного узла дополнительной стрелки, преобразовав этот узел в промежуточный (излом)

6 - Добавить промежуточный узел стрелки (излом)

7 - Изменить вид и размер начальной точки стрелки

8 - Добавить знак на стрелке

9 - Изменить положение знака на стрелке

10 - Добавить текст над стрелкой

11 - Добавить текст под стрелкой

12 - Изменить положение текста над и под стрелкой

13 - Добавить выражение

14 - Добавить значение размера

15 - Добавить текст после значения

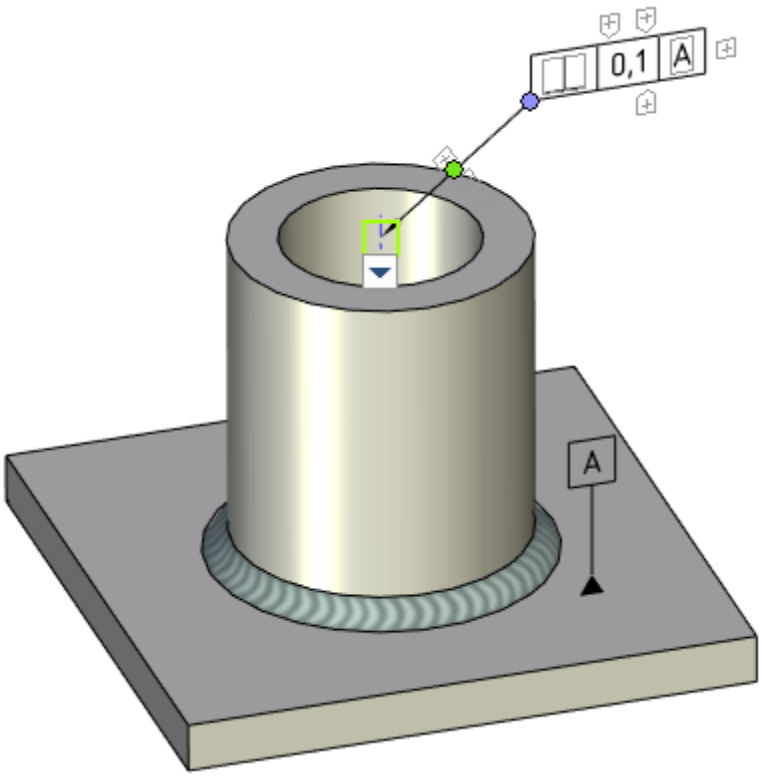
16 - Добавить базу

Пока значение допуска не задано, манипуляторы выражения и текста после значения недоступны. При задании значения размера, значение допуска задаётся автоматически с учётом установленной точности. При необходимости можно изменить точность или ввести значение допуска вручную. Значение размера по умолчанию не отображается в рамке. Для его отображения необходимо установить в окне параметров флаг **Показать значение размера**.
Манипуляторы меняют цвет на оранжевый при наведении на них курсора мыши.
При отображении манипуляторов, также серой рамкой обводятся заполненные активные ячейки обозначения (символ на стрелке, текст на и под стрелкой, вид допуска, выражение, значения допуска и размера, текст после значения, базы). Содержимое таких ячеек может быть изменено в окне параметров или непосредственно на чертеже. Для изменения содержимого ячейки на чертеже необходимо нажать на ней.
В результате появляется либо поле ввода текста (если ячейка текстовая), либо выпадающий список выбора символа (если поле символьное). Ввод текста можно подтвердить или отменить с помощью кнопок, расположенных справа от поля ввода.

> Также ввод текста можно подтвердить с помощью клавиши <**Enter**>, но это приводит к выходу из команды с подтверждением изменений. Кроме того, отменить ввод текста можно с помощью клавиши <**Esc**>. Нажатие <**Esc**> приводит к выходу из команды, если фокус ввода находится вне вышеупомянутого поля ввода текста.

База и допуск в 3D сцене

Создание обозначений допусков/баз в 3D сцене вне активной РП в основном совпадает с их созданием на чертеже, за исключением ряда особенностей, описанных ниже.
3D обозначение имеет только одну стрелку, возможность добавления дополнительных стрелок недоступна.
Начальный узел стрелки обязательно должен быть привязан к какому-либо элементу модели, для чего необходимо выбрать в 3D сцене узел, грань, ребро или вершину. Точка привязки на грани или ребре определяется положением курсора в момент выбора.
Конечный узел стрелки не может быть привязан к конкретному элементу модели. Пользователь задаёт лишь расстояние между узлами, а плоскость, в которой лежит обозначение, произвольно выбирается системой.
При создании и редактировании допусков/баз в 3D окне отображаются такие же манипуляторы, как и в 2D.



По умолчанию части допусков, баз и других элементов оформления в 3D, перекрываемые непрозрачными элементами модели, не отображаются. При необходимости их отображения можно включить опцию **Отображать объекты оформления поверх 3D модели** (**Установки > 3D > 3D**).

Связь баз и допусков с размерами

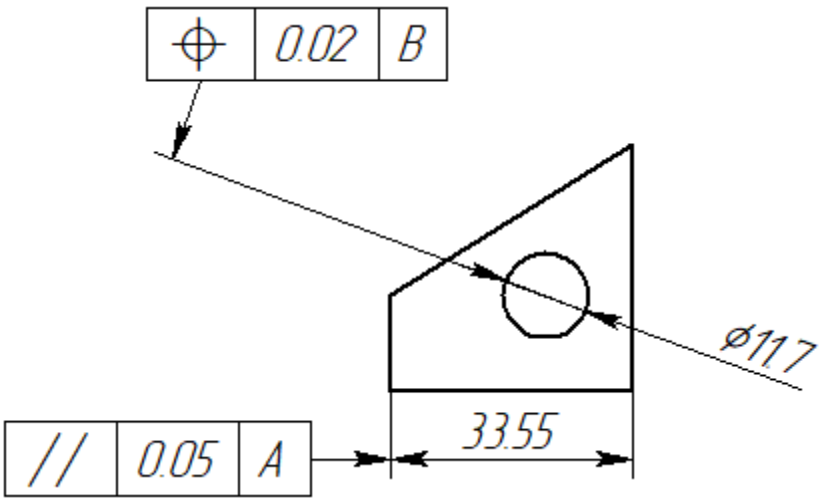
Доступны привязка стрелки базы к размеру и связь параметров допуска с номиналом размера.

Привязка стрелки базы или допуска к размерной линии

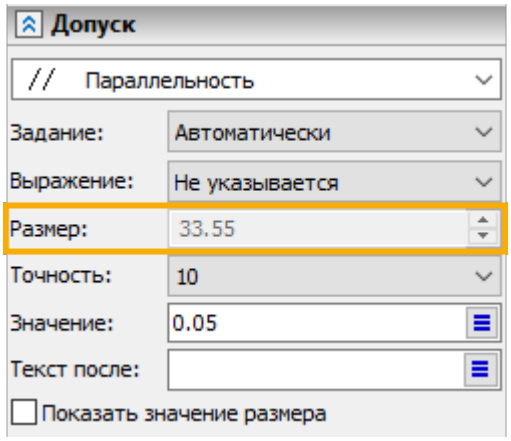
Для привязки стрелки допуска или базы к размерной линии необходимо выбрать желаемый размер с помощью объектной привязки при задании положения начального узла стрелки.
Также размер можно выбрать с помощью следующей опции автоменю:

<D> Установить связь с размером

После активации данной опции нажатие в окне чертежа привязывает допуск или базу к линейному или радиальному размеру, ближайшему к месту нажатия.
В случае линейного размера стрелка допуска или базы будет являться продолжением размерной линии, т.е. начальный узел стрелки будет совпадать с одним из концов размерной линии, а угол стрелки будет совпадать с углом размерной линии. В случае радиального размера продолжением размерной линии будет выноска к стрелке допуска или базы, а сама стрелка будет перпендикулярной выноске. В обоих случаях для завершения создания стрелки далее необходимо задать конечный узел.



Для базы установка связи с размером влияет только на положение стрелки на чертеже, для допуска это также влияет и на другие параметры. После установки связи с размером значение допуска рассчитывается автоматически на основе номинального значения выбранного размера с учетом заданной точности. Значение размера в параметрах допуска при этом становится недоступным для редактирования и сохраняет ассоциативную связь с исходным размером. Т.е. при изменении исходного размера параметры связанного допуска автоматически изменятся соответствующим образом.



Для разрыва связи параметров допуска со значением размера необходимо воспользоваться следующей опцией автоменю:

<M> Разорвать связь с размером

Данная опция разрывает лишь связь значения размера, не отменяя привязку стрелки к размеру.
Для отмены привязки стрелки к размеру необходимо войти в режим редактирования положения начальной точки стрелки, нажав на манипуляторе этой точки, и воспользоваться следующей опцией автоменю:

<K> Разрушить привязку

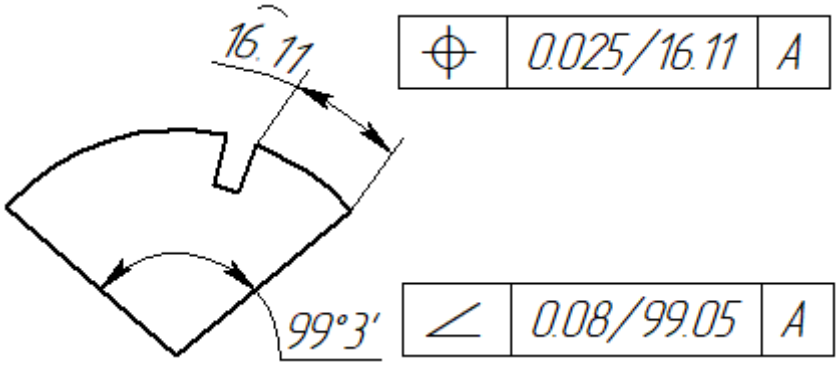
Данная опция разрывает лишь привязку стрелки, не влияя на связь размера с другими параметрами допуска.

Связь параметров допуска с номиналом размера

Существует также возможность связать параметры допуска с номинальным значением размера, не привязывая стрелку к размерной линии. Для этого необходимо воспользоваться следующей опцией автоменю:

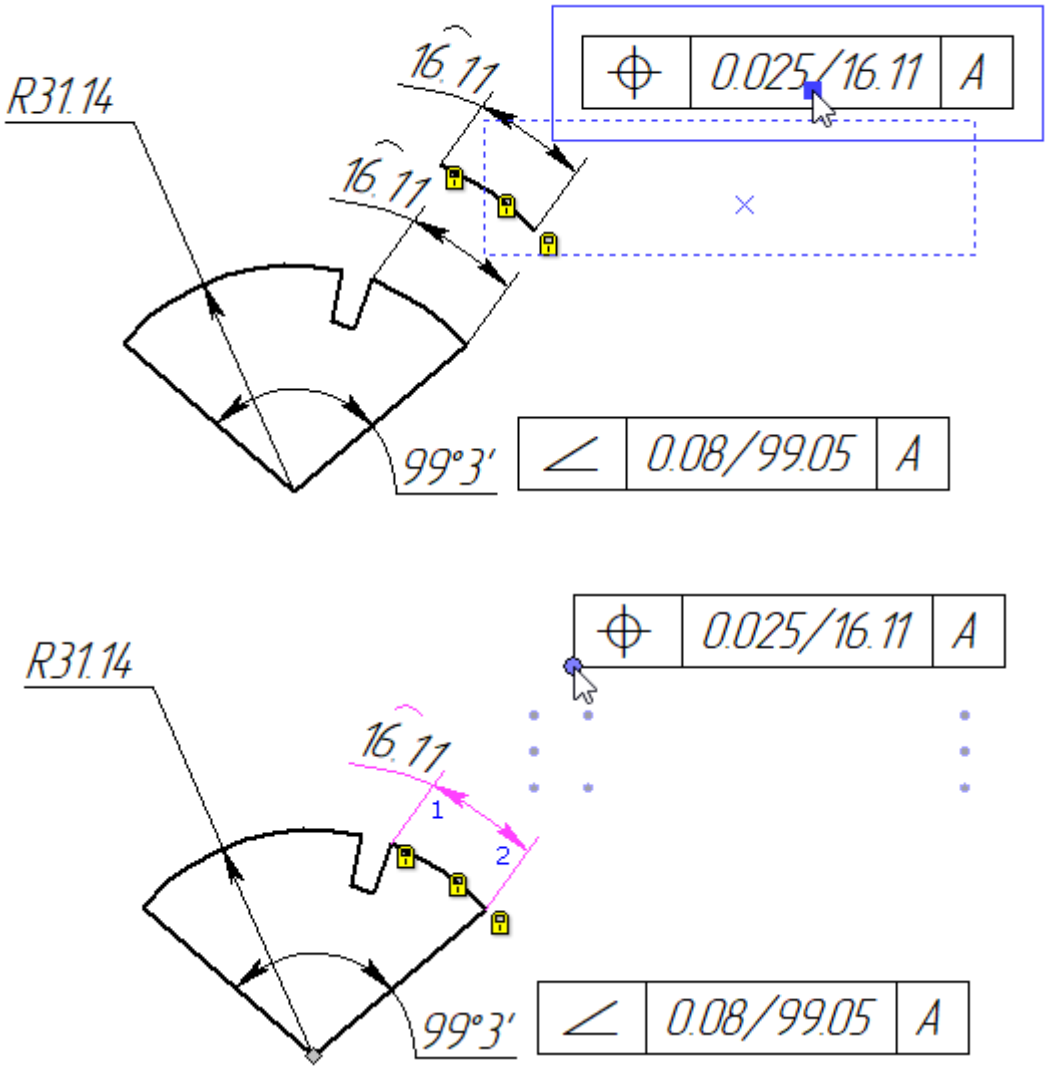
<M> Выбрать связанный размер

После активации данной опции необходимо нажатием выбрать желаемый размер. В результате параметры допуска будут связаны с номиналом размера, аналогично описанному выше. В отличие от привязки стрелки, данная опция позволяет связывать параметры допуска не только с линейными и радиальными размерами, но также и с угловыми и размерами по дуге.



У показанных допусков для наглядности дополнительно включена опция **Показать значение размера.**

Несмотря на отсутствие визуальной связи между положениями допуска и связанного размера на чертеже, они зависят друг от друга. Простое перетягивание допуска мышью приведет к тому, что вместе с допуском перетянется и связанный размер, а также линии, определяющие этот размер, независимо от того, зафиксированы они или нет. Для перемещения допуска без перемещения связанных элементов воспользуйтесь манипулятором точки привязки допуска.



Для разрыва связи параметров допуска с номиналом размера необходимо воспользоваться следующей опцией автоменю:

	<M>	Разорвать связь с размером

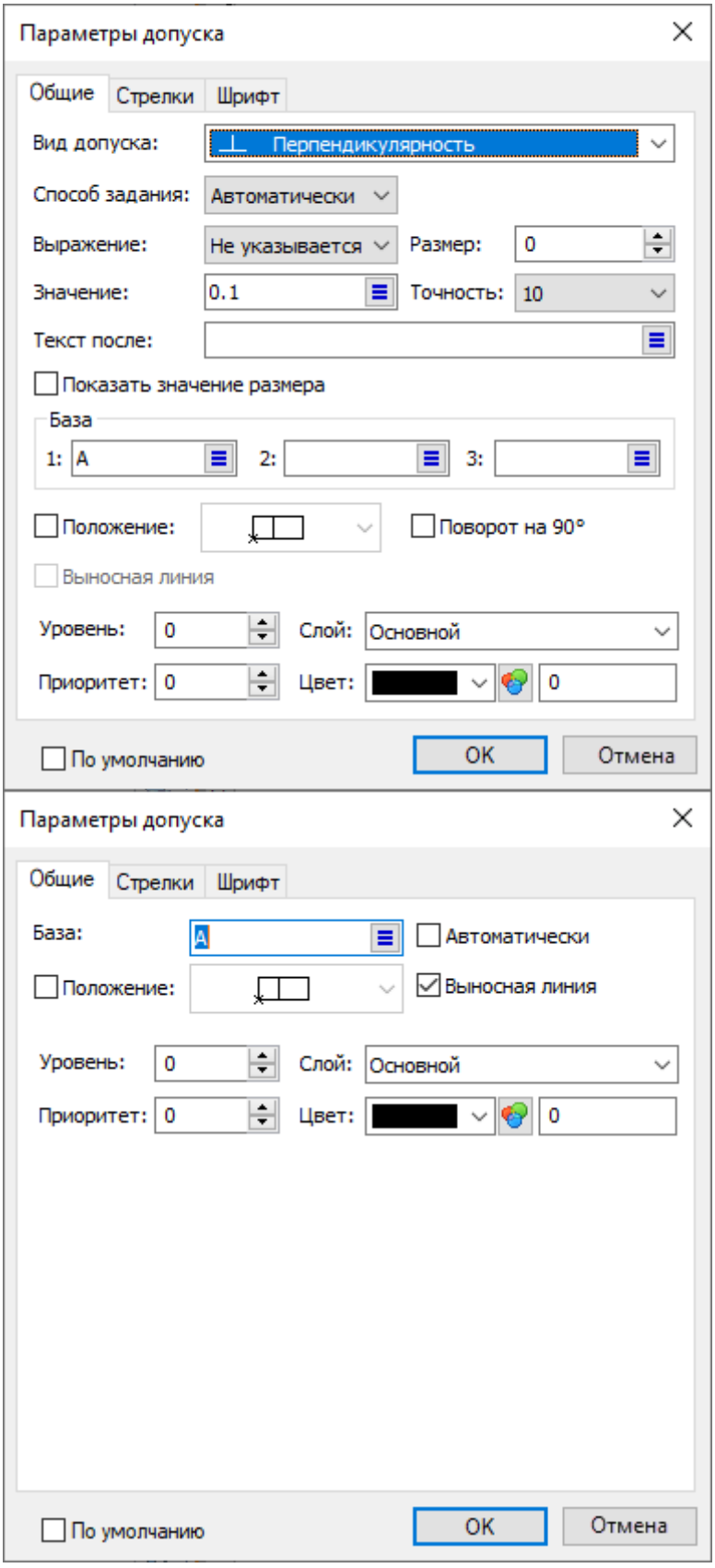
См. также:

- Допуск формы и расположения поверхностей
- База

Диалог параметров базы и допуска

Диалог параметров обозначения базы или допуска формы и расположения поверхностей можно вызвать одним из следующих способов:

- по двойному нажатию на обозначении в окне 2D или 3D вида, либо в окне **Элементы модели**;
- из контекстного меню, вызываемого по нажатию на обозначении в окне 2D или 3D вида, либо в окне **Элементы модели**;
- из динамической панели, отображаемой при выборе обозначения в окне 2D или 3D вида;
- из автоменю команд Допуск, База и Редактировать допуск.



Независимо от типа обозначения, диалог называется **Параметры допуска** и имеет следующие вкладки:

- **Общие**

  Для допуска содержимое данной вкладки идентично содержимому вкладок Допуск, База и Положение, отображаемых в окне параметров при создании и редактировании обозначения допуска.

Для базы содержимое данной вкладки идентично содержимому вкладки [База](), отображаемой в окне параметров при создании и редактировании обозначения базы.
Кроме того, в обоих случаях данная вкладка также позволяет задать **Уровень, Приоритет, Слой** и **Цвет**.

- **Стрелки**
  Содержит тот же набор параметров, что и вкладки [Стрелки](), [Стрелка](), [Текст на стрелке]() и [Знак на стрелке]() окна параметров команд **Допуск, База** и **Надпись**.
- **Шрифт**
  См. главу [Параметры шрифта элементов оформления чертежа]().

См. также:

- [Допуск формы и расположения поверхностей]()
- [База]()
- Параметры по умолчанию
- Задание параметров элемента
- Копирование параметров 2D элементов

Редактировать базу или допуск

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<EFO>	Правка > Чертёж > Допуск

Команда позволяет редактировать как [Допуски](), так и [Базы]().
После вызова команды в автоменю доступны следующие опции:

<*> Выбрать все элементы.

<Esc> Выйти из команды

Можно выбрать одно из существующих обозначений допуска/базы, указав на него курсором и нажав , или воспользоваться множественным выбором. **<Shift>** + добавляет элемент к списку выбранных, **<Ctrl>** + удаляет из списка выбранных.
При множественном выборе в автоменю доступны следующие опции:

	<P>	Установить параметры допуска
	<Alt>+<P>	Скопировать параметры с существующего элемента
	<Del>	Удалить
	<Esc>	Отменить выбор всех элементов

Подробнее см. Множественное редактирование 2D элементов.

При выборе одного обозначения в автоменю становятся доступны опции:

	<P>	Установить параметры допуска
	<Alt>+<P>	Скопировать параметры с существующего элемента
	<M>	Выбрать связанный размер (если связь с размером не установлена)
	<M>	Разорвать связь с размером (если связь с размером установлена)
	<Пробел>	Добавить стрелку
	<I>	Выбрать другой ближайший элемент
	<Del>	Удалить.
	<Esc>	Выйти из команды

Редактирование одного обозначения с помощью команды редактирования осуществляется аналогично его созданию в командах **Допуск** и **База**. Положение и привязка каждого узла стрелки редактируются отдельно с помощью манипуляторов и специфических опций автоменю, доступных только в процессе редактирования узлов, аналогично тому, как это делается при создании надписи. В отличие от надписи, при редактировании допусков и баз можно удалить основную стрелку с помощью следующей опции автоменю, создав таким образом допуск или базу без стрелок:

	<Shift>+<D>	Удалить стрелку

См. также:

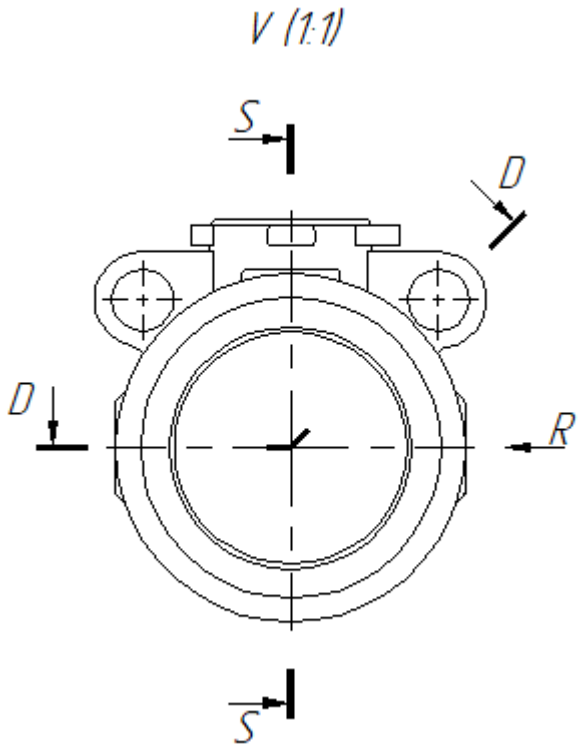
- Прозрачное редактирование
- Множественное редактирование 2D элементов
- Задание параметров элемента
- Копирование параметров 2D элементов

Обозначение и заголовок вида

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Оформление > Обозначение вида Листовой металл (2D) > Оформление > Обозначение вида Рабочая плоскость > Оформление > Обозначение вида
Клавиатура	Текстовое меню
<SE>	Чертёж > Обозначение вида

Команда предназначена для создания обозначений разрезов и сечений, обозначений видов по стрелке, а также заголовков видов. Если обозначения сечений и видов по стрелке размещены на проекциях 3D модели, то по таким обозначениям можно создать проекции соответствующего типа (см. главы Разрез и сечение, Вид по стрелке).



После вызова команды необходимо выбрать тип создаваемого обозначения, активировав одну из следующих опций автоменю:

	<S>	Создать простое сечение
	<D>	Создать сложное сечение
	<R>	Создать вид по стрелке
	<V>	Создать вид

Опция создания простого сечения активна по умолчанию.

Обозначение выносного вида по круглому контуру, а также заголовок такого вида, создаются автоматически в процессе создания самого вида с помощью команды Выносной вид с обозначением.
Обозначения выносных видов по произвольному контуру можно создать вручную, используя линии изображения.
После выбора типа обозначения его предварительное изображение начинает следовать за курсором. Далее необходимо задать точки привязки одним из способов, описанных в главе Привязка обозначения вида. Количество точек привязки зависит от типа и желаемой конфигурации обозначения. После задания всех необходимых точек система автоматически переходит к созданию следующего обозначения.
На любом этапе работы с командой можно настроить параметры обозначения в служебном окне параметров, отображаемом на экране автоматически, либо в диалоге параметров, вызываемом с помощью следующей опции автоменю:

	<P>	Установить параметры обозначения вида

Помимо опций, перечисленных выше, в автоменю команды **Обозначение вида** доступны опции, специфические для конкретного типа обозначения (они описаны в главах с описаниями типов), опция привязки узлу (описана в главе Привязка), а также следующие опции, общие для большинства команд создания 2D элементов:

	<Ctrl>+<Enter>	Закончить ввод
	<Alt>+<P>	Скопировать параметры с существующего элемента
	<F4>	Выполнить команду редактирования
	<Esc>	Выйти из команды

Основные темы в этом разделе:

- Привязка обозначения вида
- Обозначение разреза или сечения
- Обозначение вида по стрелке
- Заголовок вида
- Переключение камеры между видом и его обозначением
- Редактировать обозначение вида

См. также:

- Параметры шрифта элементов оформления чертежа
- Изменить размер шрифта и стрелок всех элементов на текущей странице

Привязка обозначения вида

После выбора типа обозначения его предварительное изображение начинает следовать за курсором. Далее необходимо задать точки привязки. Количество точек привязки зависит от типа и желаемой конфигурации обозначения, но принцип задания точек одинаков в любом случае. Точки можно задавать следующими способами:

- Указать **мышью** произвольное место чертежа и нажать или **<Enter>**.
  Точка будет привязана к положению, в котором находился курсор мыши в момент нажатия, а система перейдет к заданию следующей точки или созданию следующего обозначения. При

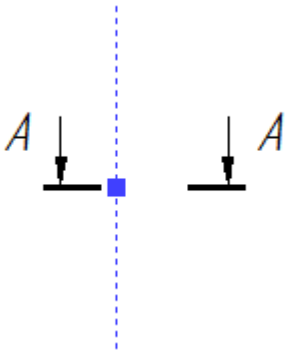
указании точки можно привязываться с помощью объектных привязок к следующим элементам:

- 2D узлам;
- начальным, конечным и средним точкам линий изображения;
- пересечениям линий построения (при выборе пересечения в нём автоматически создаётся 2D узел).

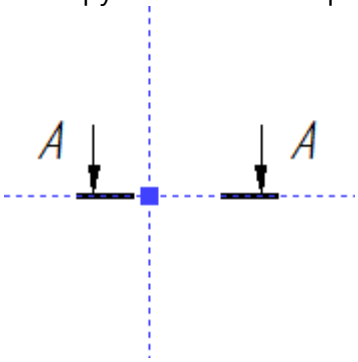
При привязке точек к таким элементам создаётся ассоциативная связь между обозначением вида и выбранным элементом, т.е. в последующем при изменении положения такого элемента соответственно изменится положение обозначения.

- Ввести **Координаты X** и **Y** в окне параметров.

Изначально вкладка **Координаты** в окне параметров отображает координаты курсора мыши. Когда активен чертёжный вид/проекция, координаты отображаются в его системе координат; в противном случае - в системе координат текущей страницы. Если навести курсор на одно из полей ввода координат и нажать , можно ввести значение с клавиатуры. После ввода значения с клавиатуры автоматически устанавливается флаг, расположенный слева от соответствующего поля, а перемещение предварительного изображения обозначения блокируется в направлении, соответствующем оси данной координаты. Таким образом в результате перемещение предварительного изображения становится возможным только вдоль горизонтальной или вертикальной прямой. Эта прямая отображается синей пунктирной линией.



Далее можно задать вторую координату аналогичным способом, либо, установить предварительное изображение в желаемое место перемещением курсора мыши и нажать или **<Enter>**. В случае указания второй координаты мышью, система автоматически переходит к заданию следующей точки или созданию следующего обозначения. В случае ввода второй координаты с клавиатуры, перемещение предварительного изображения блокируется во всех направлениях, а на экране появляется вторая синяя пунктирная линия.



Далее необходимо нажать или **<Enter>** для подтверждения координат и перехода к заданию следующей точки или созданию следующего обозначения.

- Воспользоваться следующей опцией **автоменю**:

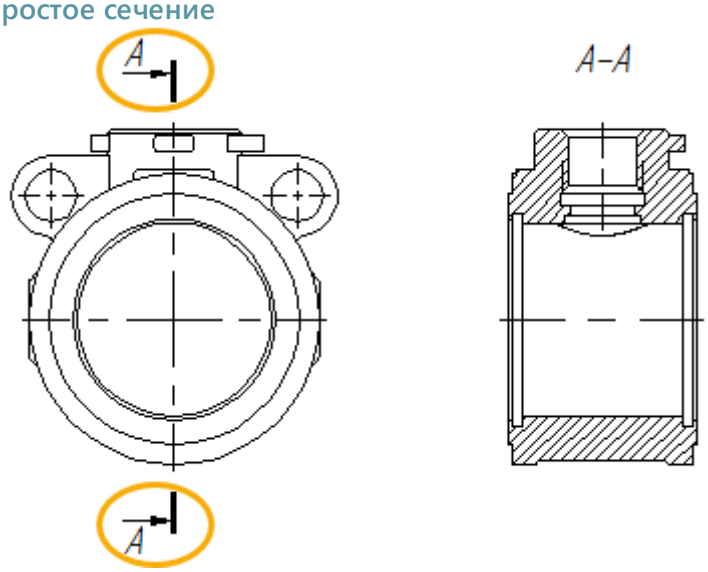
<N> Выбрать узел привязки

После активации данной опции нажатие в окне чертежа привязывает точку обозначения, задаваемую на текущем этапе, к ближайшему 2D узлу. При этом создаётся ассоциативная связь между выбранным узлом и создаваемым обозначением так же, как и при выборе узла с помощью объектных привязок.

После задания всех необходимых точек система автоматически переходит к созданию следующего обозначения.

Обозначение разреза или сечения

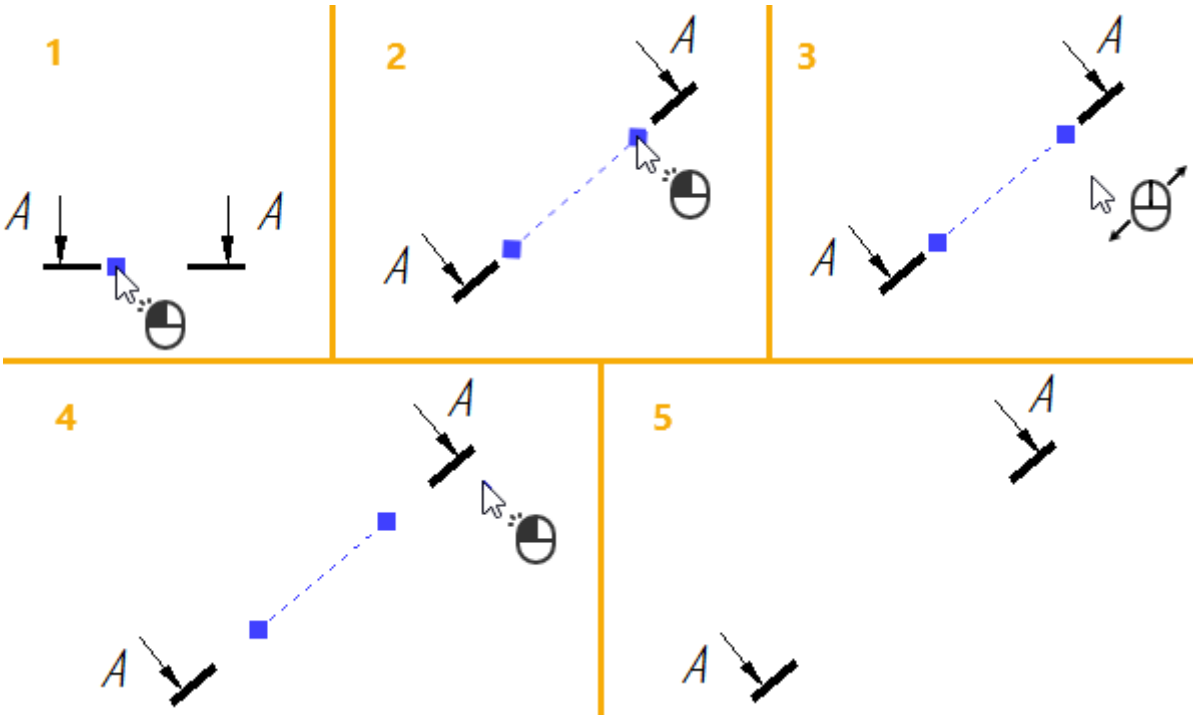
Простое сечение



Обозначение **простого разреза/сечения** создаётся с помощью следующей опции автоменю в команде **Обозначение вида**:

<S> Создать простое сечение

Данная опция активна по умолчанию после вызова команды.
После активации опции создания простого сечения необходимо указать три точки одним из способов, описанных в главе Привязка обозначения вида. Первые две точки определяют положение линии сечения, а третья - величину отступа от первых двух точек до стрелок обозначения. Одна стрелка будет располагаться на пересечении продолжения линии сечения с нормалью к этой же линии, проведённой из указанной точки; другая стрелка расположится симметрично первому. Фактические начало и конец линии сечения соответствуют положению стрелок обозначения. Для первых двух точек отображаются маркеры (синие квадраты) соединённые штриховой линией.

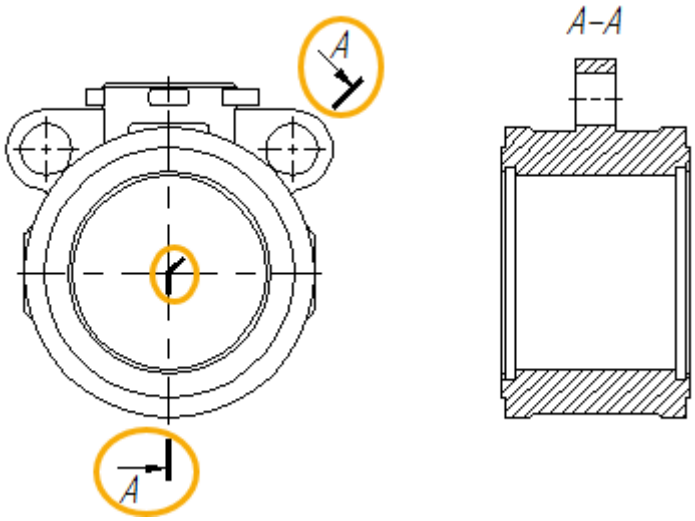


После указания третьей точки создание текущего обозначения завершается и система переходит к созданию следующего.

Направление взгляда относительно линии сечения можно изменить с помощью следующей опции автоменю:

<Z> Изменить направление стрелки

Сложное сечение



Обозначение **сложного разреза/сечения** создаётся с помощью следующей опции автоменю в команде **Обозначение вида**:

<D> Создать сложное сечение

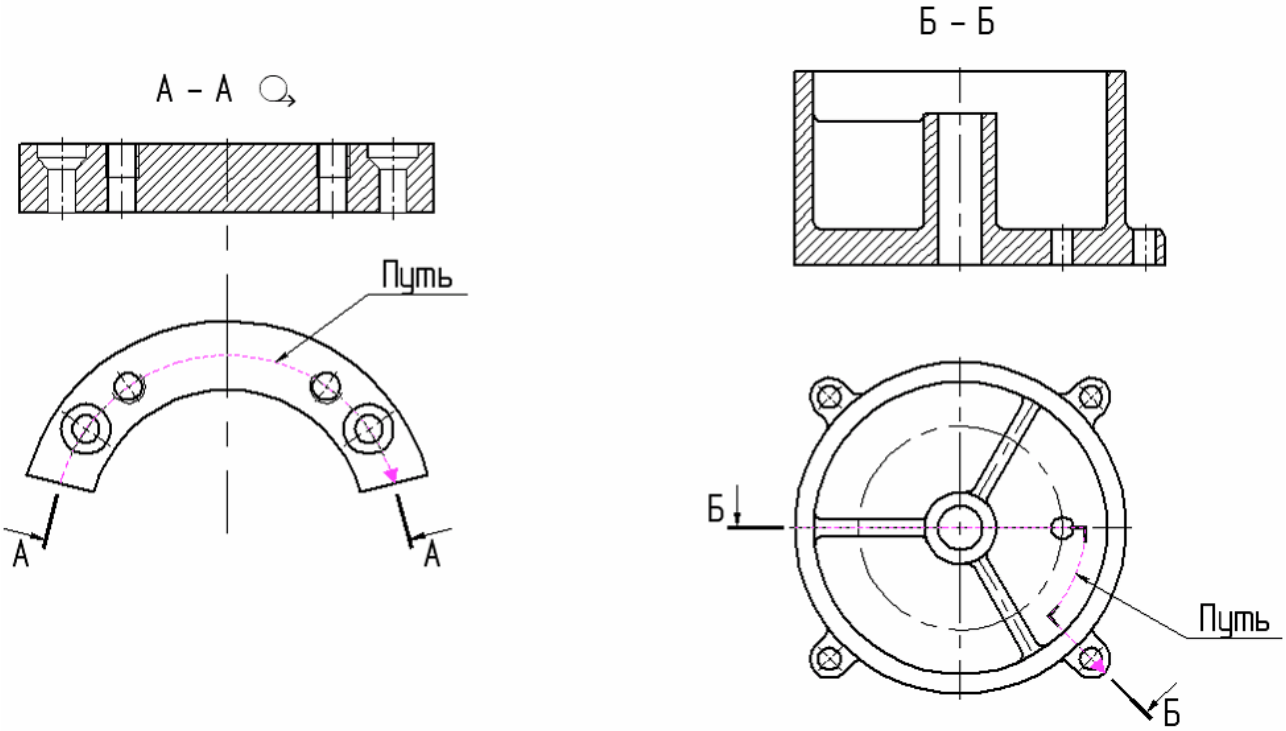
Данная опция отличается от предыдущей неограниченным количеством задаваемых точек линии сечения. Точки можно указывать любым из способов, описанных в главе Привязка обозначения вида. После указания очередной точки система переходит к указанию следующей и т.д. После указания желаемого количества точек подтвердите их ввод с помощью следующей опции:

<Ctrl>+<Enter>, <End> Закончить ввод

Линия сечения будет ломанной, соединяющей указанные точки в порядке их создания.
Вместо задания отдельных точек линии сечения можно выбрать существующий 2D путь с помощью опции:

<T> Выбрать 2D путь

Линия сечения будет повторять форму выбранного пути.



Далее необходимо указать точку, определяющую отступы от крайних точек линии сечения до стрелок обозначения аналогично описанному для простого сечения.
После указания последней точки создание текущего обозначения завершается и система переходит к созданию следующего.
Направление взгляда относительно линии сечения можно изменить так же, как и для простого сечения, с помощью следующей опции автоменю:

<Z> Изменить направление стрелки

Использование обозначения для создания проекции

Если в момент создания обозначения активна проекция или чертёжный вид, то созданное обозначение будет принадлежать этой проекции/виду. Если ни один вид/проекция на чертеже не активны в момент создания обозначения, но первая точка привязки лежит в пределах границ проекции, то такое обозначение также будет принадлежать этой проекции. По обозначениям, принадлежащим проекциям можно создавать проекции с помощью команды **Сечение**.

Основные темы в этом разделе:

- Параметры обозначения разреза или сечения

Параметры обозначения разреза или сечения

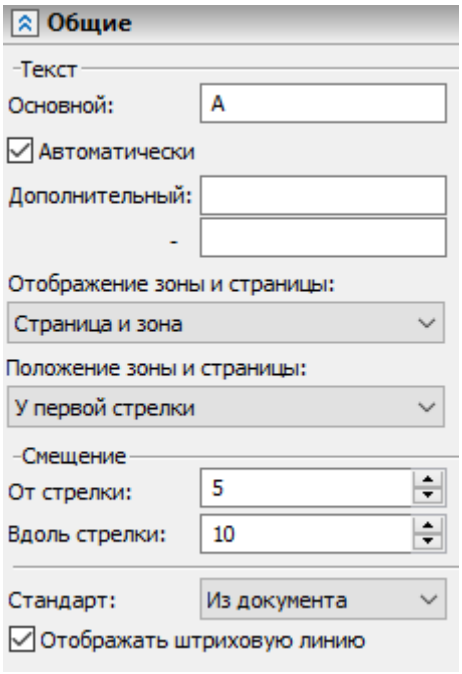
Параметры обозначения можно задать в служебном окне Параметры или в Диалоге параметров

Окно параметров

В процессе создания обозначения разреза/сечения в окне параметров отображаются следующие вкладки:

- Координаты;
- Общие;
- Размеры.

Общие

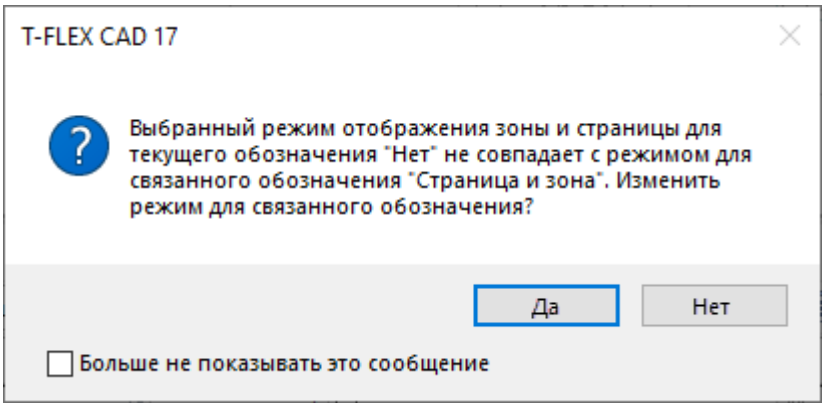


Вкладка содержит следующие параметры:
Группа параметров **Текст:**

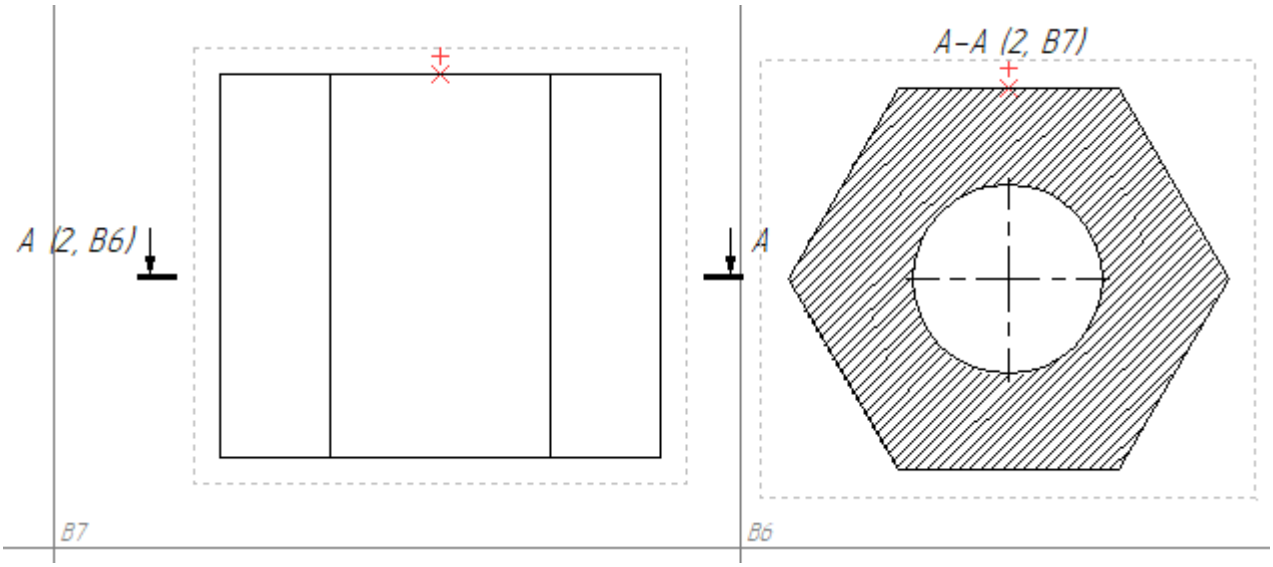
- **Основной**
  Текст (название вида), который будет располагаться по внешнюю сторону каждой из стрелок обозначения.
- **Автоматически**
  Данный флаг установлен по умолчанию после запуска команды. При этом в качестве основного текста автоматически выбирается первая по алфавиту буква, не занятая другими обозначениями видов. Если число обозначений больше, чем букв в алфавите, к букве добавляется нижний цифровой индекс ($А_1$, $Б_1$, ... $Я_1$, $А_2$, $Б_2$ и т.д.). В дальнейшем при удалении обозначения вида, имена всех следующих по алфавиту обозначений, для которых установлен этот флаг, будут автоматически переназначены во избежание пробела в нумерации. Если снять данный флаг при создании или редактировании обозначения, то его основной текст будет оставаться неизменным независимо от текста других обозначений.
- **Дополнительный**
  Поля данного параметра позволяют задать различный текст для каждой стрелки. Заданные текстовые строки будут выводиться рядом с основным текстом, в той же строке.
- **Отображение зоны и страницы**
  Позволяет выводить номер зоны и/или страницы, в пределах которых расположено

связанное обозначение. В выпадающем списке можно выбрать, номер чего будет отображаться (**Нет, Зона, Страница, Страница и зона, Страница или зона**). При выборе варианта **Страница или зона** результат зависит от параметров документа для страницы связанного обозначения (**Параметры документа** > **Страница** > **Лист** > **Зоны** > **Зоны**). Если для параметра **Определение зон для спецификации** установлено значение **Нет**, то будет отображаться номер страницы, при любом другом значении - номер зоны.

Эффект применения параметра **Отображение зоны и страницы** становится виден только после создания связанного обозначения. При создании проекции по обозначению разреза/сечения для заголовка вида проекции автоматически устанавливается такое же значение данного параметра, как и у обозначения разреза/сечения. Если вручную установить для одного из связанных обозначений другое значение, то система предложит установить такое же значение и для второго обозначения.



Подробная информация о зонах и их настройке доступна в разделе Зоны. Параметры документа.



- **Положение зоны и страницы**

  Номер зоны и/или страницы может отображаться **У первой стрелки** или **У второй стрелки.**

Группа параметров **Смещение:**

- **От стрелки**

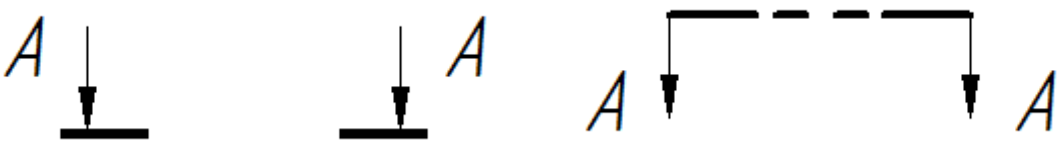
  Расстояние между стрелкой и ближайшим символом текста текста в направлении перпендикулярно стрелке.

- **Вдоль стрелки**

  Расстояние между линией сечения и центром текста в направлении параллельно стрелке.

Стандарт

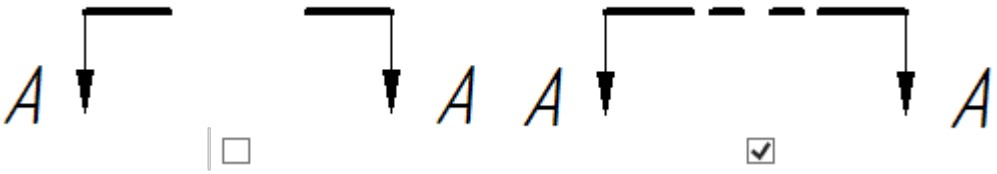
Обозначение может быть создано в соответствии с ЕСКД или ANSI. Различия показаны на рисунке ниже. Если установлено значение **Из документа**, то применяется стандарт, установленный в параметрах документа для текущей страницы (**Параметры документа** > **Страница** > **Размеры** > **Размеры** > **Стандарт**).



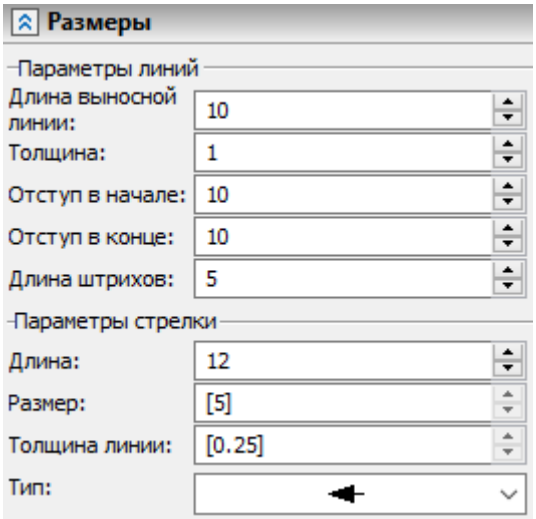
ЕСКД ANSI

Отображать штриховую линию

Данный флаг влияет только на обозначения по стандарту ANSI. Эффект показан на рисунке ниже:

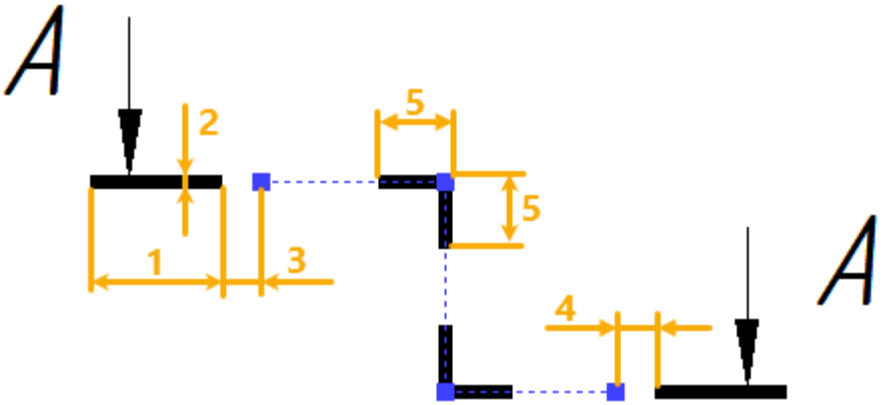


Размеры



Вкладка содержит следующие параметры:

Группа параметров **Параметры линии**:



1 - **Длина выносной линии**.

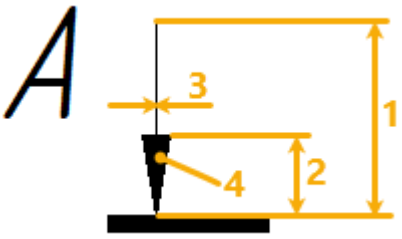
2 - **Толщина**. Если значение параметра отображается в квадратных скобках, то оно определяется параметрами документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Линии** > **Линии** > **Толщина основных**).

3 - **Отступ в начале.**

4 - **Отступ в конце.**

5 - **Длина штрихов.** Для обозначения по ЕСКД определяет длину штрихов на изломах. Для обозначения по стандарту ANSI определяет длину всех штрихов, кроме крайних.

Группа параметров **Параметры стрелки:**



1 - **Длина**.

2 - **Размер**. Если значение параметра отображается в квадратных скобках, то оно определяется параметрами документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Линии** > **Стиль линий** > **Размер стрелок (окончаний)**).

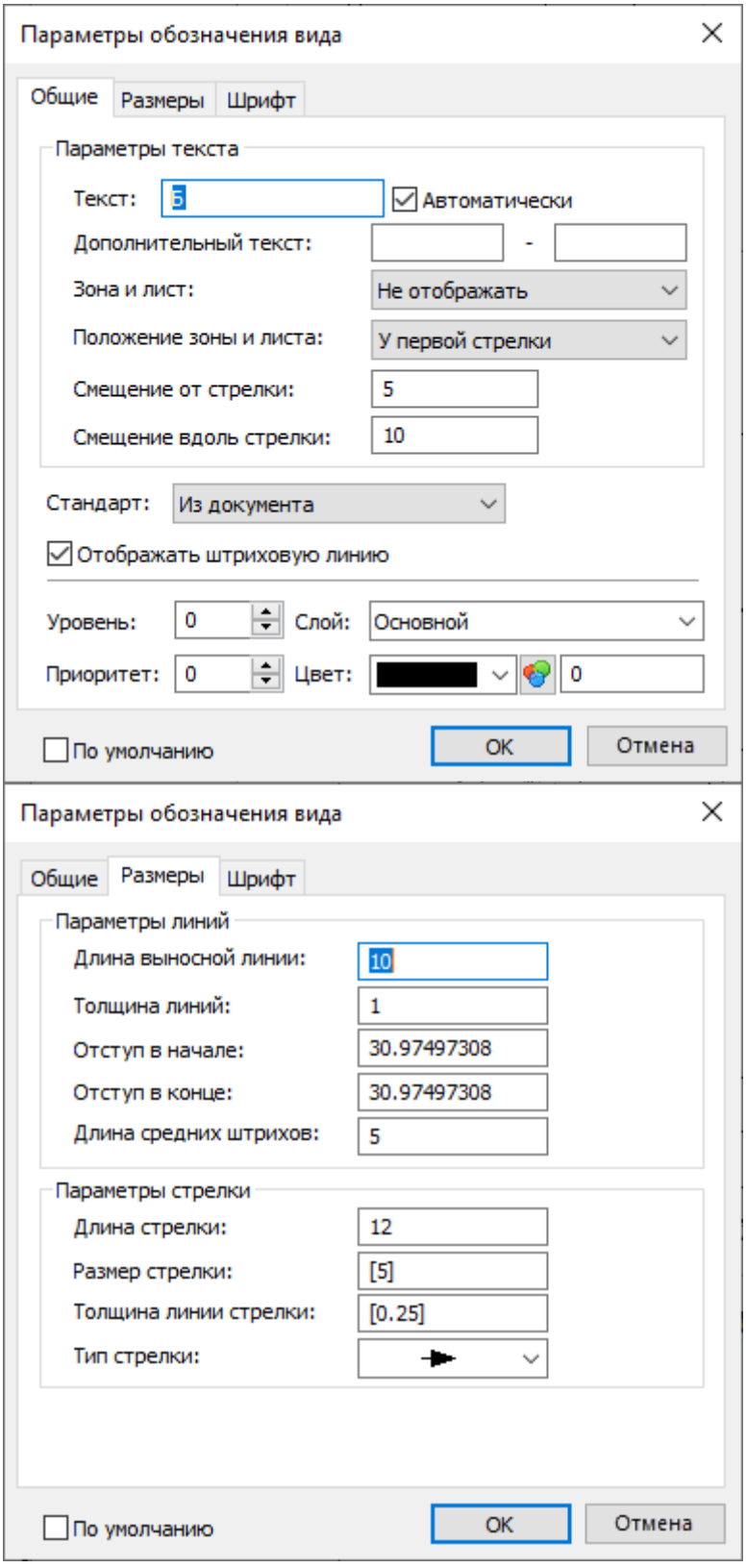
3 - **Толщина линии**. Если значение параметра отображается в квадратных скобках, то оно определяется параметрами документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Линии** > **Линии** > **Толщина других**).

4 - **Тип.** Тип наконечника стрелки можно выбрать из выпадающего списка.

Диалог параметров

Диалог параметров обозначения вида можно вызвать одним из следующих способов:

- по двойному нажатию на обозначении в окне 2D или 3D вида, либо в окне **Элементы модели**;
- из контекстного меню, вызываемого по нажатию на обозначении в окне 2D или 3D вида, либо в окне **Элементы модели**;
- из динамической панели, отображаемой при выборе обозначения в окне 2D или 3D вида
- из автоменю команд Обозначение вида и Редактировать обозначение вида.



Диалог параметров обозначений разрезов/сечений содержит следующие вкладки:

- **Общие**

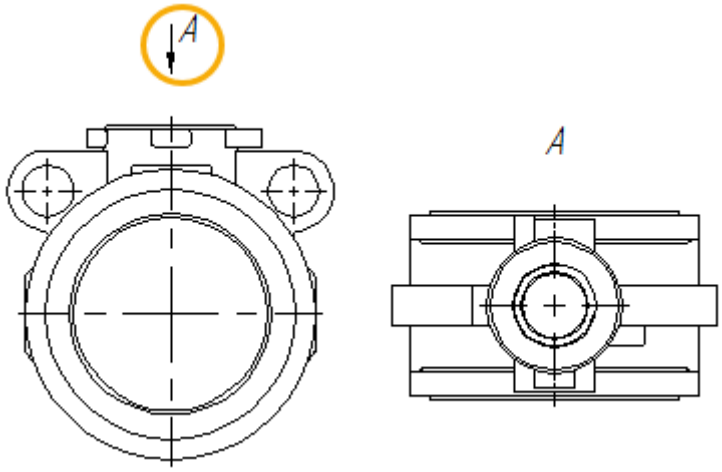
  Данная вкладка диалога содержит те же параметры, что и одноимённая вкладка окна параметров, описанная выше. Дополнительно в нижней части вкладки можно задать общесистемные параметры: **Уровень, Приоритет, Слой** и **Цвет**.

- **Размеры**
  Данная вкладка диалога содержит те же параметры, что и одноимённая вкладка окна параметров, описанная выше.
- **Шрифт**
  Данная вкладка диалога содержит такой же набор параметров шрифта, как и у многих других элементов оформления чертежа.

См. также:

- Параметры по умолчанию
- Задание параметров элемента
- Копирование параметров 2D элементов
- Контекстные меню полей ввода

Обозначение вида по стрелке



Обозначение **вида по стрелке** создаётся с помощью следующей опции автоменю в команде **Обозначение вида**:

<R> Создать вид по стрелке

Горизонтальные и вертикальные стрелки

После активации данной опции достаточно указать одну точку привязки любым из способов, описанных в главе Привязка обозначения вида.
Таким образом создаются горизонтальные и вертикальные стрелки. Быстро повернуть стрелку на 90 градусов можно с помощью следующей опции автоменю:

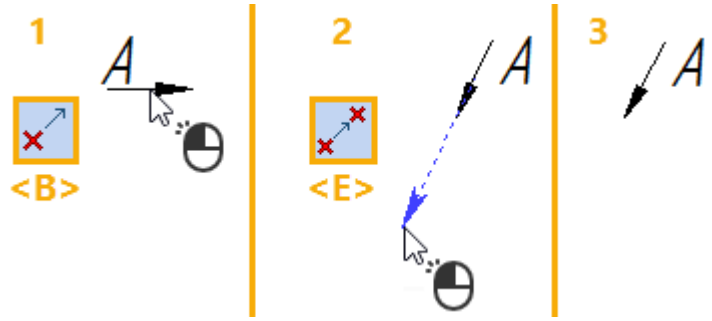
<Z> Изменить направление стрелки

После указания точки привязки создание текущего обозначения завершается и система переходит к созданию следующего.

Стрелки под произвольным углом со вводом значения угла

Стрелку под произвольным углом можно создать таким же образом, как горизонтальную или вертикальную, если перед указанием точки привязки ввести значение в поле **Угол** в окне параметров или диалоге параметров. Угол измеряется относительно горизонтальной оси в направлении против часовой стрелки. Нулевому значению соответствует направление вправо.

Стрелки под произвольным углом с указанием угла точками



Для создания стрелки под произвольным углом с указанием угла точками сначала необходимо активировать следующую опцию:

<B> Задать первый узел привязки

Далее необходимо указать одну точку любым из способов, описанных в главе Привязка обозначения вида. Указанная точка будет определять положение стрелки. После указания первой точки автоматически активируется следующая опция:

<E> Задать второй узел привязки

После активации этой опции предварительное изображение обозначения сохраняет своё положение, но поворачивается вокруг первой точки привязки вслед за перемещениями курсора. Между курсором и первой точкой при этом отображается маркер в виде синей штрихпунктирной стрелки.

Установите желаемое направление стрелки и нажмите . Создание текущего обозначения завершится и система перейдёт к созданию следующего.

Положение текста относительно стрелки

Положение текста относительно линии стрелки можно изменить с помощью следующей опции:

<H> Изменить положение текста

Использование обозначения для создания проекции

Если в момент создания обозначения активна проекция или чертёжный вид, то созданное обозначение будет принадлежать этой проекции/виду. Если ни один вид/проекция на чертеже не активны в момент создания обозначения, но первая точка привязки лежит в пределах границ проекции, то такое обозначение также будет принадлежать этой проекции. По обозначениям, принадлежащим проекциям можно создавать проекции с помощью команды **Вид по стрелке**.

Основные темы в этом разделе:

- Параметры обозначения вида по стрелке

Параметры обозначения вида по стрелке

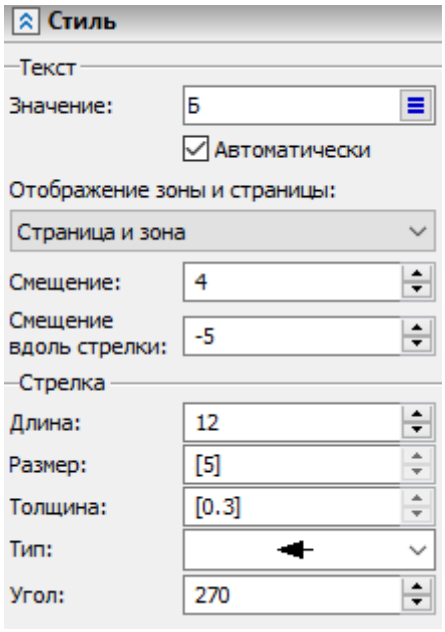
Параметры обозначения можно задать в служебном окне **Параметры** или в **Диалоге параметров**

Окно параметров

В процессе создания обозначения вида по стрелке в окне параметров отображаются следующие вкладки:

- Координаты;
- Стиль.

Стиль



Вкладка содержит следующие параметры:

Группа параметров **Текст:**

- **Значение**

  Текст (название вида), который будет располагаться рядом со стрелкой обозначения. С помощью кнопки можно быстро вставить из выпадающего списка знаки **Повёрнуто** и **Развёрнуто**.

- **Автоматически**

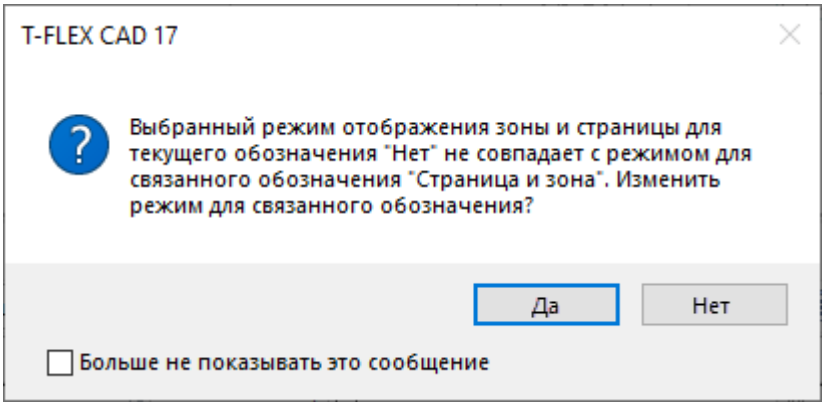
  Данный флаг установлен по умолчанию после запуска команды. При этом в качестве значения текста автоматически выбирается первая по алфавиту буква, не занятая другими обозначениями видов. Если число обозначений больше, чем букв в алфавите, к букве добавляется нижний цифровой индекс ($А_1$, $Б_1$, ... $Я_1$, $А_2$, $Б_2$ и т.д.). В дальнейшем при удалении обозначения вида, имена всех следующих по алфавиту обозначений, для которых установлен этот флаг, будут автоматически переназначены во избежание пробела в нумерации. Если снять данный флаг при создании или редактировании обозначения, то его текст будет оставаться неизменным независимо от текста других обозначений.

- **Отображение зоны и страницы**

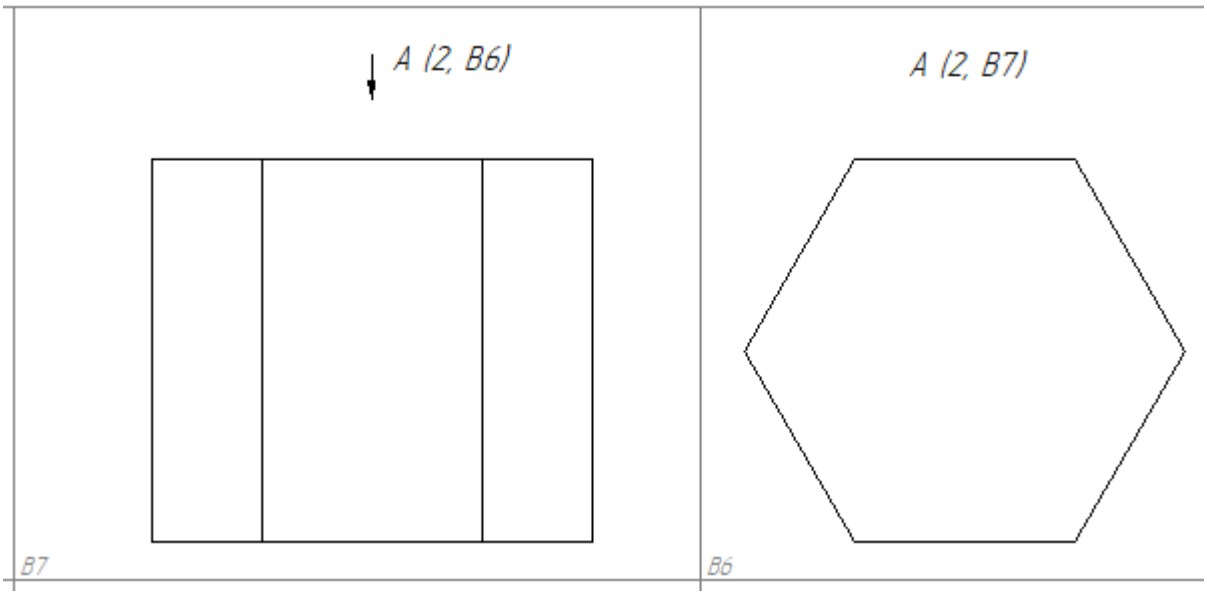
  Позволяет выводить номер зоны и/или страницы, в пределах которых расположено связанное обозначение. В выпадающем списке можно выбрать, номер чего будет отображаться (**Нет, Зона, Страница, Страница и зона, Страница или зона**). При выборе варианта **Страница или зона** результат зависит от параметров документа для страницы связанного обозначения (**Параметры документа** > **Страница** > **Лист** > **Зоны** > **Зоны**). Если для параметра **Определение зон для спецификации** установлено значение **Нет**, то будет отображаться номер страницы, при любом другом значении - номер зоны.

- Эффект применения параметра **Отображение зоны и страницы** становится виден только после создания связанного обозначения. При создании проекции по обозначению вида по

стрелке для заголовка вида проекции автоматически устанавливается такое же значение данного параметра, как и у обозначения. Если вручную установить для одного из связанных обозначений другое значение, то система предложит установить такое же значение и для второго обозначения.

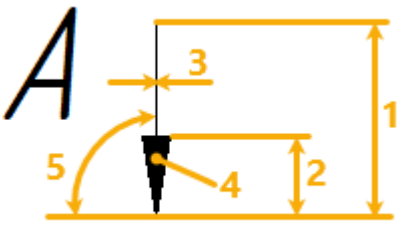


Подробная информация о зонах и их настройке доступна в разделе Зоны. Параметры документа.



- **Смещение**
  Расстояние между первой точкой привязки и центром текста в направлении перпендикулярно стрелке..
- **Смещение вдоль стрелки**
  Расстояние между первой точкой привязки и центром текста в направлении параллельно стрелке..

Группа параметров **Стрелка:**



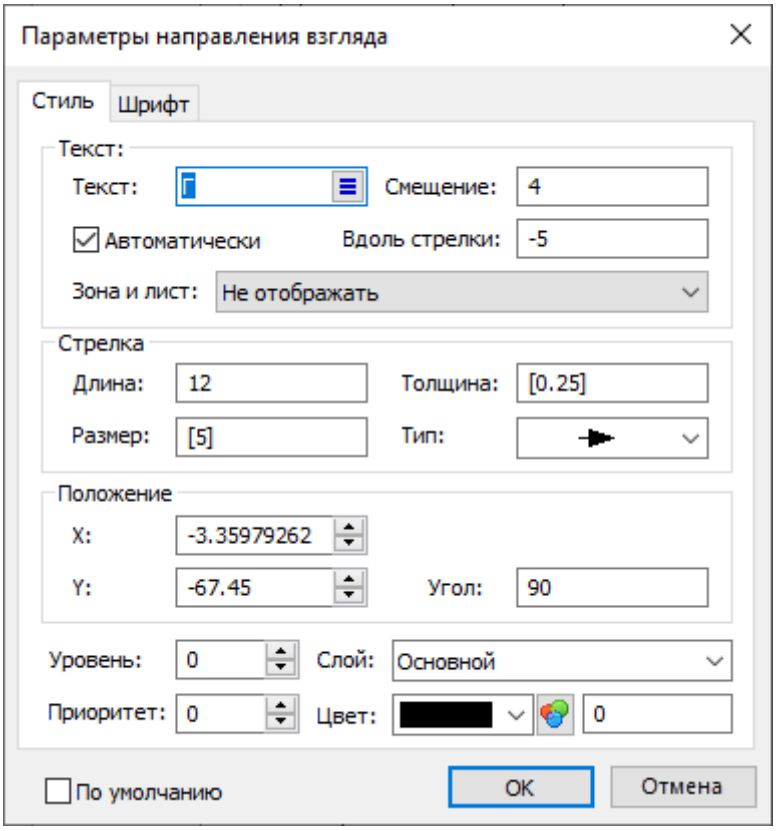
1 - **Длина**.

2 - **Размер**. Если значение параметра отображается в квадратных скобках, то оно определяется параметрами документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Линии** > **Стиль линий** > **Размер стрелок (окончаний)**).
3 - **Толщина**. Если значение параметра отображается в квадратных скобках, то оно определяется параметрами документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Линии** > **Линии** > **Толщина других**).
4 - **Тип.** Тип наконечника стрелки можно выбрать из выпадающего списка.
5 - **Угол**. Угол стрелки относительно горизонтальной оси в направлении против часовой стрелки. Нулевому значению соответствует направление вправо.

Диалог параметров

Диалог параметров обозначения вида можно вызвать одним из следующих способов:

- по двойному нажатию на обозначении в окне 2D или 3D вида, либо в окне **Элементы модели**;
- из контекстного меню, вызываемого по нажатию на обозначении в окне 2D или 3D вида, либо в окне **Элементы модели**;
- из динамической панели, отображаемой при выборе обозначения в окне 2D или 3D вида
- из автоменю команд Обозначение вида и Редактировать обозначение вида.



Диалог параметров обозначения вида по стрелке имеет содержит следующие вкладки:

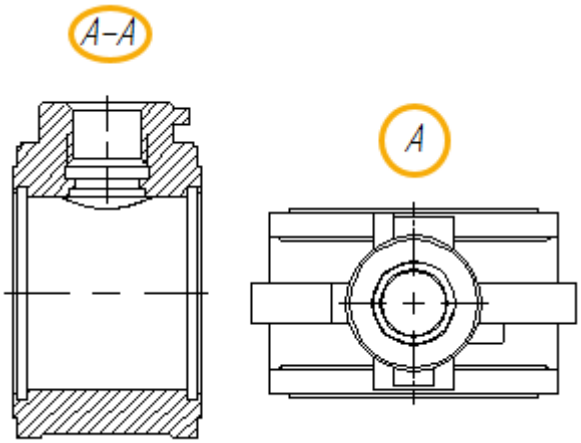
- Стиль
  Данная вкладка диалога содержит те же параметры, что и одноимённая вкладка окна параметров, описанная выше. Дополнительно присутствуют координаты **X** и **Y** первой точки привязки. Кроме того, в нижней части вкладки можно задать общесистемные параметры: **Уровень, Приоритет, Слой** и **Цвет**.

- **Шрифт**
  Данная вкладка диалога содержит такой же набор параметров шрифта, как и у многих других элементов оформления чертежа.

См. также:

- Параметры по умолчанию
- Задание параметров элемента
- Копирование параметров 2D элементов
- Контекстные меню полей ввода

Заголовок вида



Для выносных видов по круглому контуру, а также для проекций, создаваемых по имеющимся обозначениям, заголовки вида создаются автоматически при создании самого вида. Для остальных видов можно создать заголовок вручную с помощью следующей опции автоменю в команде **Обозначение вида**:

<V> Создать вид

После активации данной опции достаточно указать одну точку привязки любым из способов, описанных в главе Привязка обозначения вида.
После указания точки привязки создание текущего обозначения завершается и система переходит к созданию следующего.
Текст заголовка можно задать следующими способами:

- Ввести с клавиатуры в окне параметров или диалоге параметров.
- Выбрать существующее обозначение вида с помощью следующей опции автоменю

<C> Выбрать тип сечения

После активации данной опции выберите существующее обозначение разреза/сечения или вида по стрелке. Основной текст заголовка (**Текст над полкой**) будет совпадать с текстом выбранного обозначения. При этом создаётся двухсторонняя ассоциативная связь, т.е. при последующем изменении текста выбранного обозначения изменится текст созданного заголовка и наоборот.

Основные темы в этом разделе:

- Параметры заголовка вида

Параметры заголовка вида

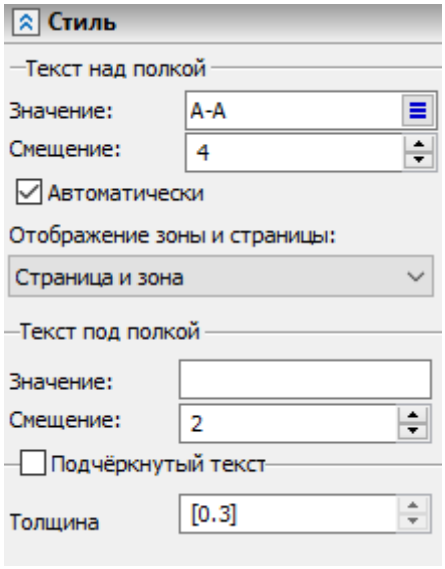
Параметры обозначения можно задать в служебном окне Параметры или в Диалоге параметров

Окно параметров

В процессе создания заголовка вида в окне параметров отображаются следующие вкладки:

- Координаты;
- Стиль.

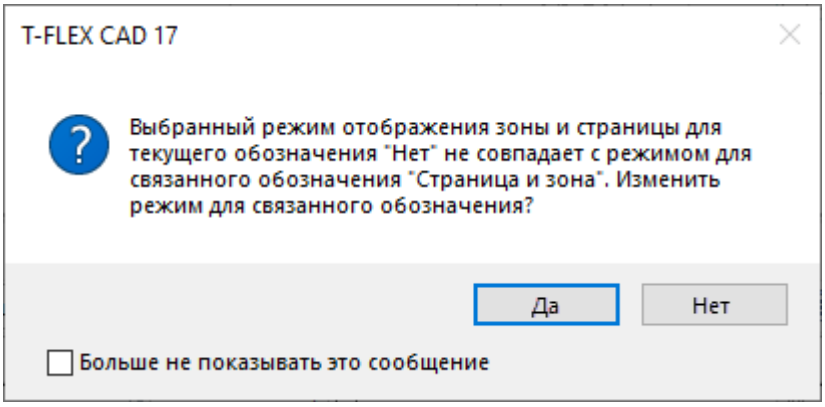
Стиль



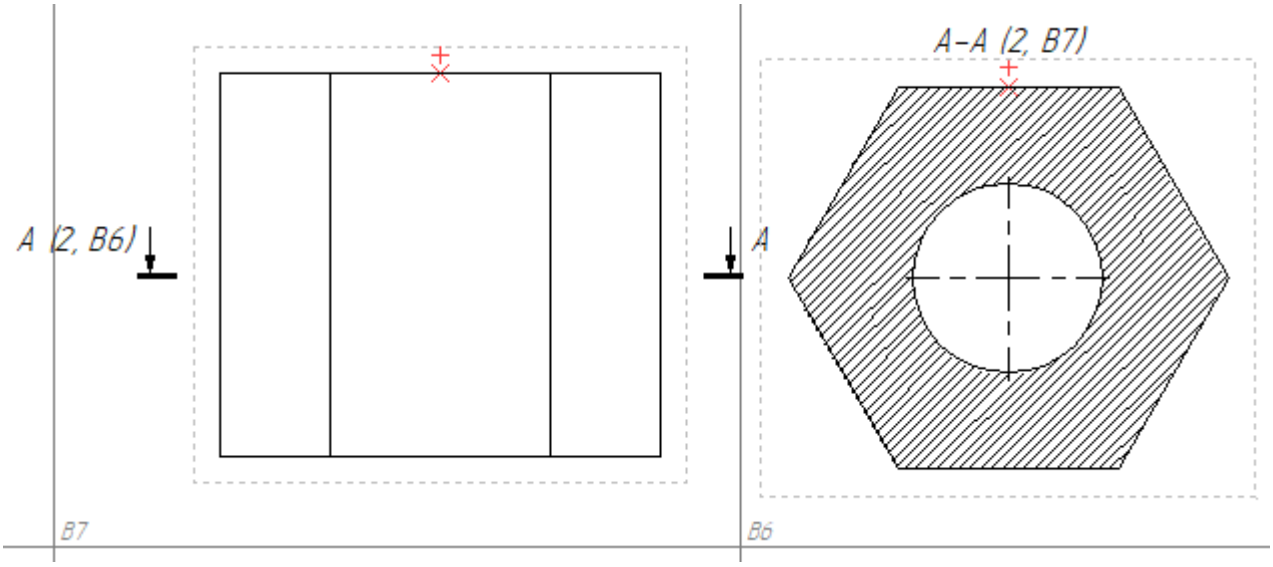
Вкладка содержит следующие параметры:
Группа параметров **Текст над полкой**:

- **Значение**
  Основной текст названия вида. С помощью кнопки можно быстро вставить из выпадающего списка знаки **Повёрнуто** и **Развёрнуто**.
- **Смещение**
  Расстояние по вертикали вверх от точки привязки до основного текста.
- **Автоматически**
  Данный флаг установлен по умолчанию после запуска команды. При этом в качестве значения основного текста автоматически выбирается первая по алфавиту буква, не занятая другими обозначениями видов. Если число обозначений больше, чем букв в алфавите, к букве добавляется нижний цифровой индекс ($А_1$, $Б_1$, ... $Я_1$, $А_2$, $Б_2$ и т.д.). В дальнейшем при удалении обозначения вида, имена всех следующих по алфавиту обозначений, для которых установлен этот флаг, будут автоматически переназначены во избежание пробела в нумерации. Если снять данный флаг при создании или редактировании обозначения, то его текст будет оставаться неизменным независимо от текста других обозначений.
- **Отображение зоны и страницы**
  Позволяет выводить номер зоны и/или страницы, в пределах которых расположено связанное обозначение. В выпадающем списке можно выбрать, номер чего будет отображаться (**Нет, Зона, Страница, Страница и зона, Страница или зона**). При выборе варианта **Страница или зона** результат зависит от параметров документа для страницы связанного обозначения (**Параметры документа** > **Страница** > **Лист** > **Зоны** > **Зоны**). Если для параметра **Определение зон для спецификации** установлено значение **Нет**, то будет отображаться номер страницы, при любом другом значении - номер зоны.

Если текст создаваемого названия вида был определен выбором существующего обозначения, то для названия вида автоматически устанавливается такое же значение данного параметра, как и у выбранного обозначения. Если вручную установить другое значение, то система предложит установить такое же значение и для выбранного обозначения.



Подробная информация о зонах и их настройке доступна в разделе Зоны. Параметры документа.



Группа параметров **Текст под полкой.**

- **Значение**
  Содержание дополнительного текста, размещаемого под основным.
- **Смещение**
  Расстояние по вертикали вниз от точки привязки до основного текста.

Подчеркнутый текст

При установке данного флага текст между основным и дополнительным текстом через точку привязки рисуется горизонтальная разделительная линия (полка). Длина линии равна ширине основного текста.

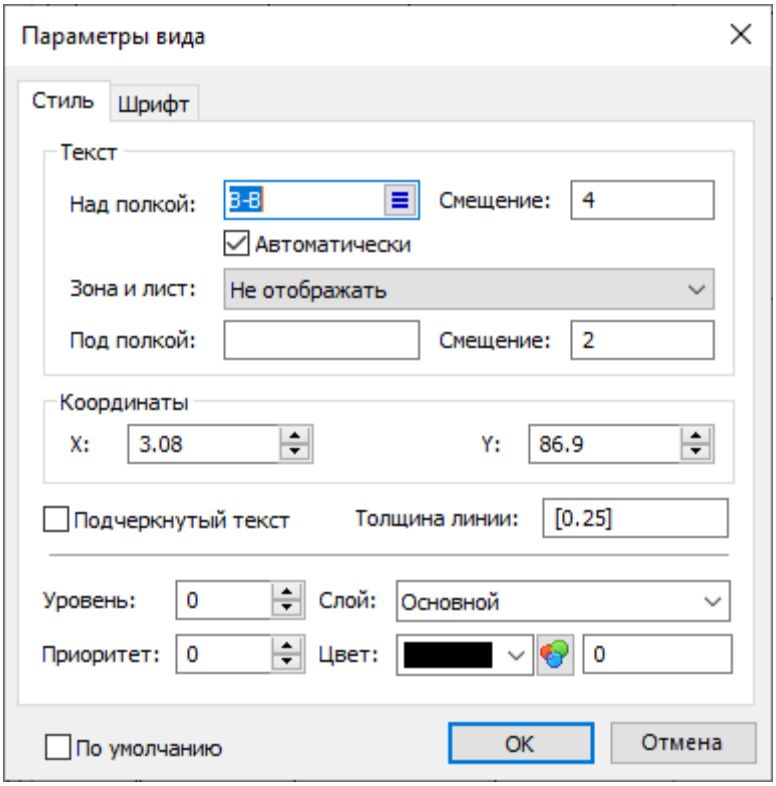
VIEW A
ROTATED

Толщина линии
Толщина разделительной линии-полки. Если значение параметра отображается в квадратных скобках, то оно определяется параметрами документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Линии** > **Линии** > **Толщина других**).

Диалог параметров

Диалог параметров обозначения вида можно вызвать одним из следующих способов:

- по двойному нажатию на обозначении в окне 2D или 3D вида, либо в окне **Элементы модели**;
- из контекстного меню, вызываемого по нажатию на обозначении в окне 2D или 3D вида, либо в окне **Элементы модели**;
- из динамической панели, отображаемой при выборе обозначения в окне 2D или 3D вида
- из автоменю команд Обозначение вида и Редактировать обозначение вида.



Диалог параметров заголовка вида имеет содержит следующие вкладки:

- Стиль
  Данная вкладка диалога содержит те же параметры, что и одноимённая вкладка окна параметров, описанная выше. Дополнительно присутствуют **Координаты X** и **Y** точки привязки. Кроме того, в нижней части вкладки можно задать общесистемные параметры: **Уровень, Приоритет, Слой** и **Цвет**.
- Шрифт
  Данная вкладка диалога содержит такой же набор параметров шрифта, как и у многих других элементов оформления чертежа.

См. также:

- Параметры по умолчанию
- Задание параметров элемента
- Копирование параметров 2D элементов
- Контекстные меню полей ввода

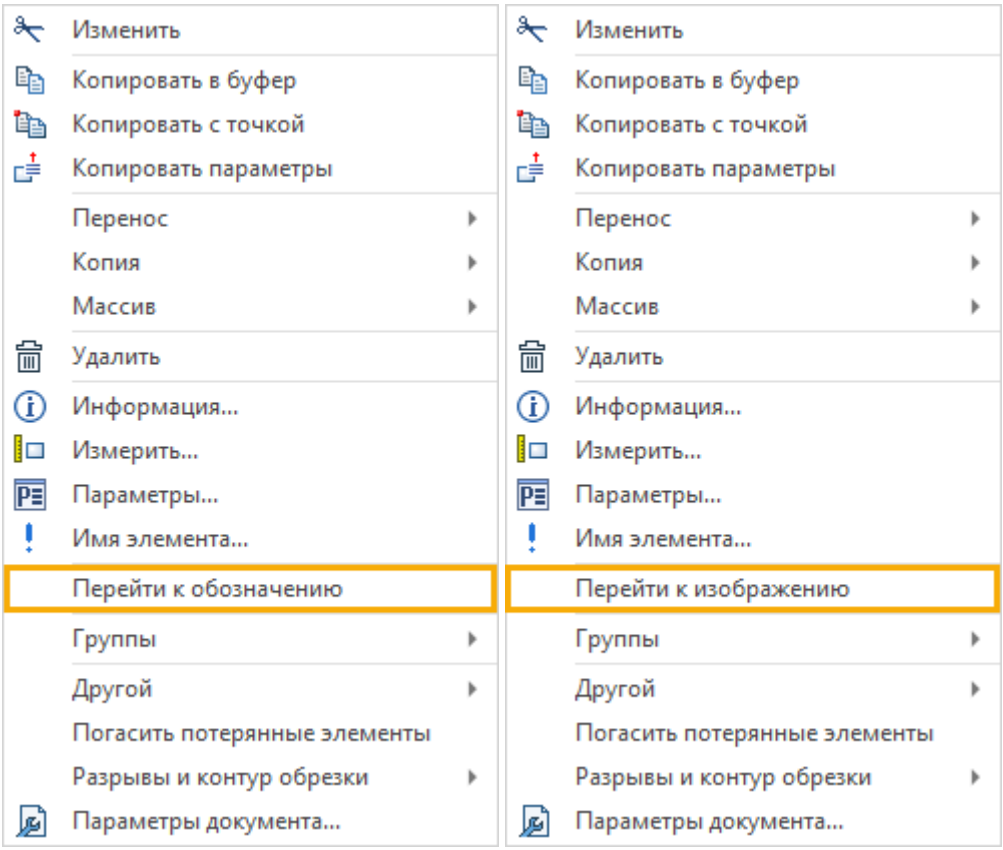
Переключение камеры между видом и его обозначением

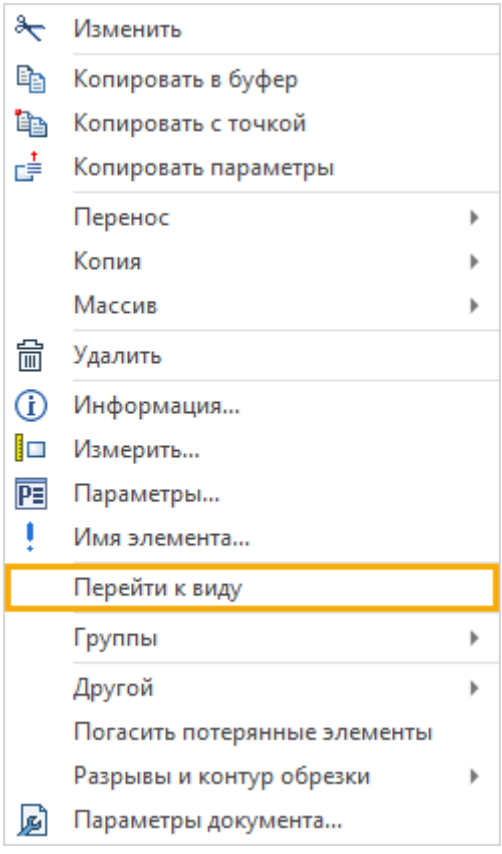
Для быстрого переключения камеры между видом и его обозначением можно воспользоваться командами контекстного меню обозначений и заголовков вида.

Команда **Перейти к обозначению**, доступная в контекстном меню **заголовка вида**, наводит камеру на обозначение этого вида.

Команда **Перейти к изображению**, доступная в контекстном меню **обозначений разрезов, сечений и видов по стрелке**, наводит камеру на заголовок соответствующего вида.

Команда **Перейти к виду**, доступная в контекстном меню **обозначения выносного вида**, наводит камеру на соответствующий вид целиком.


Изменить
Копировать в буфер
Копировать с точкой
Копировать параметры
Перенос
Копия
Массив
Удалить
Информация...
Измерить...
Параметры...
Имя элемента...
Перейти к обозначению
Группы
Другой
Погасить потерянные элементы
Разрывы и контур обрезки
Параметры документа...
Изменить
Копировать в буфер
Копировать с точкой
Копировать параметры
Перенос
Копия
Массив
Удалить
Информация...
Измерить...
Параметры...
Имя элемента...
Перейти к изображению
Группы
Другой
Погасить потерянные элементы
Разрывы и контур обрезки
Параметры документа...


Изменить
Копировать в буфер
Копировать с точкой
Копировать параметры
Перенос
Копия
Массив
Удалить
Информация...
Измерить...
Параметры...
Имя элемента...
Перейти к виду
Группы
Другой
Погасить потерянные элементы
Разрывы и контур обрезки
Параметры документа...

Редактировать обозначение вида

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<ESE>	Правка > Чертёж > Обозначение вида

Команда предназначена для редактирования обозначений сечений и видов по стрелке, а также заголовков видов, в т.ч. созданные автоматически.
После вызова команды в автоменю доступны следующие опции:

<*> Выбрать все элементы

<Esc> Выйти из команды

Далее можно выбрать обозначение для редактирования, нажав на нём . Для множественного выбора можно воспользоваться рамкой или опцией автоменю, выбирающей все элементы. При множественном выборе в автоменю появляется следующая опция:

<Del> Удалить выбранные элементы

При выборе одного обозначения независимо от его типа в автоменю появляются следующие опции:

<Ctrl>+<Enter> Завершить редактирование

<P> Параметры

<Alt>+<P> Скопировать параметры с существующего элемента

<N> Выбрать узел привязки

<I> Выбрать другой ближайший элемент

<Del> Удалить элемент

<Esc> Отменить выбор

Кроме того, ряд опций становятся доступны при выборе обозначения определенного типа:
1. Для обозначения разреза/сечения.

<C> Выбрать точку линии сечения и изменить её положение

Данная опция автоматически активируется после выбора обозначения для редактирования. Пока она активна, можно выбирать отмеченные синими квадратными маркерами точки линии сечения, нажав на желаемой точке. Выбранная точка начнёт следовать за курсором. Перемещая курсор, установите желаемое положение точки и снова нажмите для подтверждения положения. Пока точка следует за курсором, опцию **Удалить элемент** можно использовать для удаления этой точки. Далее можно выбрать другую точку и изменить её положение аналогичным образом. Альтернативой данной опции является следующая:

<L> Добавить точку линии сечения

Пока эта опция активна, выбор существующих точек линии сечения невозможен, но нажатие в окне чертежа приводит к появлению в месте нажатия новой точки линии сечения. Система автоматически определяет две ближайшие к месту нажатия точки редактируемой линии сечения, и новая точка становится промежуточной между этими двумя. Маркер новой точки следует за курсором мыши. Перемещая курсор, установите желаемое положение точки и снова нажмите для подтверждения положения.

<Z> Изменить направление стрелки

Данная опция меняет направление взгляда относительно линии сечения так же, как и при создании обозначения.

2. Для обозначения вида по стрелке.

<Z> Изменить направление стрелки

<H> Изменить положение текста

Данные опции работают так же как и при создании обозначения.

При выборе заголовка вида заголовок начинает следовать за курсором мыши. Нажатие устанавливает новое положения заголовка и завершает его редактирование.

Аналогичным образом осуществляется редактирование обозначения вида по стрелке, созданного с указанием единственной точки привязки.

Если обозначение вида по стрелке создано с указанием двух произвольных точек привязки (без привязки к существующим 2D узлам), то перемещение курсора меняет только положение первой точки. Стрелка при этом всегда продолжает указывать на вторую точку.

Если обозначение вида по стрелке создано с указанием двух существующих 2D узлов, то изначально после вызова команды редактирования перемещение курсора не влияет на положение обозначения.

В автоменю при этом доступны дополнительные опции:

<B> Задать первый узел привязки

После активации данной опции необходимо указать существующий 2D узел или произвольную точку, которые будут использованы в качестве первой точки привязки обозначения. При выборе произвольной точки в указанном месте автоматически создаётся 2D узел.

<E> Задать второй узел привязки

После активации данной опции стрелка обозначения поворачивается вокруг первой точки привязки вслед за перемещениями курсора. Между курсором и первой точкой при этом отображается маркер в виде синей штрихпунктирной стрелки. Установите желаемое направление стрелки, указав существующий 2D узел или произвольную точку, которые будут использованы в качестве второй точки привязки обозначения. При выборе произвольной точки в указанном месте автоматически создаётся 2D узел.

См. также:

- Прозрачное редактирование
- Множественное редактирование 2D элементов
- Задание параметров элемента
- Копирование параметров 2D элементов

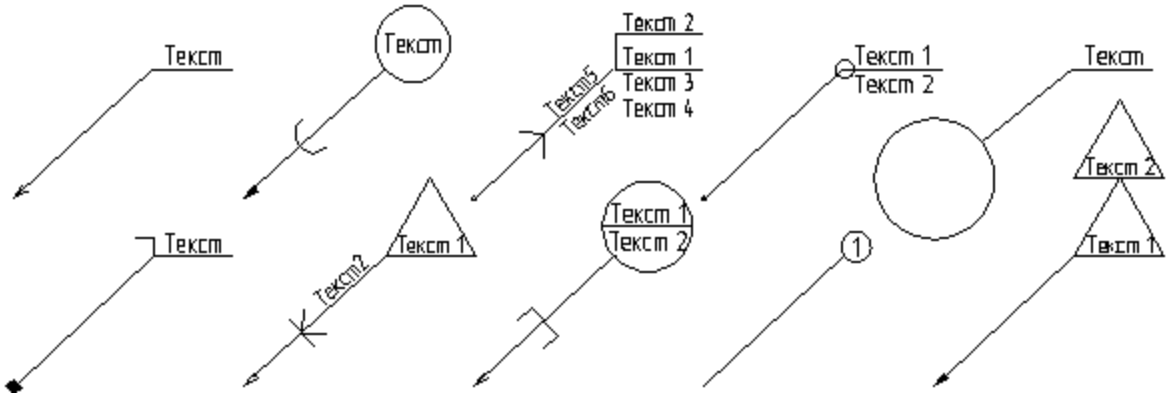
Надпись

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Дополнительно > Надпись Чертёж > Оформление > Надпись Сборка > Дополнительно > Надпись Листовой металл (2D) > Оформление > Надпись Листовой металл (3D) > Дополнительно > Надпись Поверхности > Дополнительно > Надпись Сварка > Дополнительно > Надпись Коммуникации > Дополнительно > Надпись Примитив > Дополнительно > Надпись Замечания > Замечания > Надпись Рабочая плоскость > Оформление > Надпись
Клавиатура	Текстовое меню
<IN>	Чертёж > Надпись

Команда предназначена для нанесения надписей. Надпись служит для оформления множества различных элементов чертежа - задание позиций спецификации, указание мест клеймения,

маркировки и т.д. Также надпись можно создавать в 3D окне, как в режиме черчения на активной рабочей плоскости, так и вне данного режима. Обычно надпись состоит из двух частей: линии выноски (стрелки) и полки. При необходимости можно создавать надписи, содержащие сразу несколько стрелок, в том числе ломанных.



При создании надписи в 2D окне или в режиме черчения на рабочей плоскости после вызова данной команды выполняются следующие действия:

1. Задать желаемый набор опций, определяющих принцип работы команды;
2. Задать форму и расположение основной стрелки надписи;
3. Задать направление, текст и прочие параметры основной полки;
4. Добавить дополнительные полки и задать их параметры;
5. Добавить дополнительные стрелки;
6. Задать параметры каждой из стрелок;
7. Задать параметры шрифта;
8. Закончить ввод .

Обязательными являются лишь задание начального и конечного узлов основной стрелки. Если отключена опция **Создавать автоматически**, обязательным также является подтверждение ввода. Остальные шаги опциональны.

При задании положения узлов стрелки в автоменю команды доступен специфический набор опций, описанный в главе Форма и расположение стрелки надписи, а также следующие опции, общие для большинства команд создания 2D элементов:

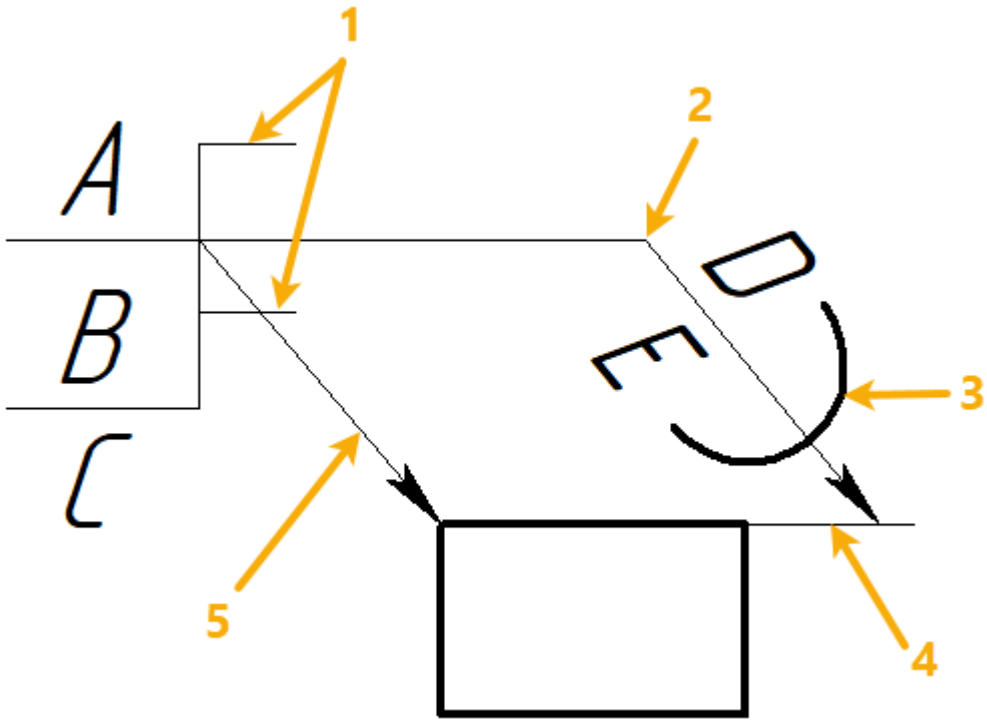
	<Ctrl>+<Enter>	Закончить ввод
	<P>	Установить параметры надписи
	<Alt>+<P>	Скопировать параметры с существующего элемента
	<F4>	Изменить надпись
	<Esc>	Выйти из команды

Копирование параметров надписи не копирует её текст.

После задания положения конечного узла основной стрелки команда по сути переходит в режим редактирования надписи с таким же набором опций, как при выборе одной надписи в команде редактирования. В процессе редактирования положения узлов стрелок и добавления

дополнительных узлов с помощью манипуляторов одновременно доступны оба набора опций автоменю.
Создание надписи в 3D окне вне режима черчения на РП имеет ряд особенностей, но в целом осуществляется аналогично описанному выше.
Для обозначения позиций на сборочном чертеже, линий сгибов листового металла и сварных швов также доступны отдельные команды.

Основные части надписи



A - текст основной полки

B - текст дополнительной полки

C - текст под полками

D - текст над основной стрелкой

E - текст под основной стрелкой

1 - уголки полок

2 - излом основной стрелки

3 - символ на основной стрелке

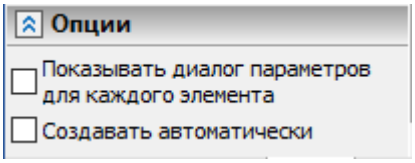
4 - выноска к основной стрелке

5 - дополнительная стрелка

Автоматическое завершение создания надписи

По умолчанию, после задания положения начального и конечного узлов надписи команда остаётся в режиме редактирования созданной надписи. Это позволяет добавить к надписи необходимое количество дополнительных стрелок, создать изломы на стрелках, задавать и редактировать

параметры надписи. После окончательного формирования надписи её создание необходимо явно завершить при помощи кнопки в окне параметров команды или клавиши <**Enter**>.
Возможен и другой алгоритм работы. В окне параметров команды, на вкладке **Опции**, находится флаг **Создавать автоматически**. При установке данного флага создание надписи будет автоматически завершаться сразу после задания второй точки привязки надписи (точки привязки полки).
Обратите внимание, что в этом случае необходимо либо задавать параметры создаваемой надписи до позиционирования конечного узла, либо дополнительно установить флаг **Показывать диалог параметров для каждого элемента**. Тогда после задания положения конечного узла на экране будет появляться диалог параметров надписи. Такой режим позволяет работать так же, как в предыдущих версиях T-FLEX CAD – сначала указать положение элемента на чертеже, а затем задавать его параметры.



Команды для создания специальных надписей

При необходимости можно использовать команду **Надпись** для обозначения позиций на сборочном чертеже (см. Связь надписи с составом изделия), линий сгибов листового металла, сварных швов и надписей по тех. требованиям. Однако, удобнее воспользоваться специализированными командами, предоставляющими расширенные возможности:

- **Проставить позиции**
- **Обозначение линии сгиба**
- **Обозначение сварного шва**
- **Надписи по тех. требованиям**

Вышеперечисленные команды используют обычную команду **Надпись** для непосредственного создания обозначений, сохраняя общие принципы и интерфейс создания надписей, но дополнительно обеспечивают одновременное создание множества надписей, автоматическое распознавание линий сгиба и типа сварного шва, создание ассоциативных связей между номером пункта тех. требований и надписью, а также соответствие обозначения принятым стандартам.

> Параметры **По умолчанию** для обычных надписей, позиций на сборочном чертеже, линий сгибов листового металла и сварных швов хранятся в системе раздельно.

Основные темы в этом разделе:

- Манипуляторы надписи
- Форма и расположение стрелки надписи
- Основная полка надписи
- Связь надписи с составом изделия
- Дополнительные полки надписи
- Дополнительные стрелки надписи
- Параметры стрелок надписи
- Опции создания надписи
- Надпись в 3D сцене
- Диалог параметров надписи
- Редактировать надпись

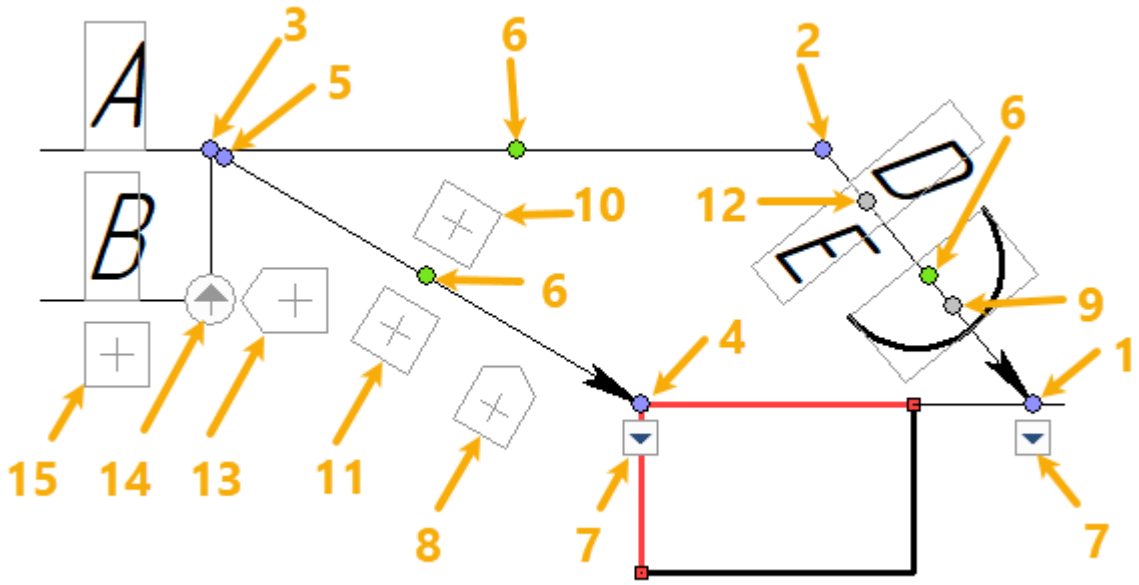
См. также:

- Привязка размеров и надписей к чертёжным видам

- Параметры шрифта элементов оформления чертежа
- Изменить размер шрифта и стрелок всех элементов на текущей странице

Манипуляторы надписи

При выборе надписи в любом окне вида, а также наведении на неё курсора в 2D окне или в режиме черчения на РП, отображаются манипуляторы быстрого редактирования. Нажав на соответствующем манипуляторе можно быстро выполнить то или иное действие с надписью. При этом запускается команда редактирования надписи, даже при отключенном прозрачном редактировании 2D элементов.



1 - Изменить положение начального узла основной стрелки

2 - Изменить положение промежуточного узла основной стрелки

3 - Изменить положение конечного узла основной стрелки (им же определяется положение начала полки)

4 - Изменить положение начального узла дополнительной стрелки

5 - Изменить положение конечного узла дополнительной стрелки, преобразовав этот узел в промежуточный (излом).

6 - Добавить промежуточный узел стрелки (излом)

7 - Изменить вид и размер начальной точки стрелки

8 - Добавить знак на стрелке

9 - Изменить положение знака на стрелке

10 - Добавить текст над стрелкой

11 - Добавить текст под стрелкой

12 - Изменить положение текста над и под стрелкой

13 - Добавить дополнительную полку

14 - Переключить положение дополнительных полок относительно основной (добавлять полки вверх или вниз)

15 - Добавить текст под полками

Если текст какой-либо из полок не задан, то вместо него отображается манипулятор для добавления текста. Манипуляторы добавления дополнительных полок, их текста и положения недоступны, пока не задан текст основной полки.
Манипуляторы меняют цвет на оранжевый при наведении на них курсора мыши.
После нажатия на манипулятор для добавления текста на его месте отображается поле для ввода текста. Ввод текста можно подтвердить или отменить с помощью кнопок, расположенных справа от поля ввода. Отменить ввод текста в данном поле можно также с помощью клавиши **<Esc>**.

> Имейте в виду, что нажатие **<Esc>** приводит к выходу из команды, если фокус ввода находится вне вышеупомянутого поля ввода текста.

Ввод текста основной полки можно подтвердить с помощью клавиши **<Enter>**. При вводе текста под полками **<Enter>** добавляет новую строку. При вводе текста дополнительных полок, а также также текста над и под стрелкой **<Enter>** не используется

> Имейте в виду, что подтверждение ввод текста основной полки с помощью или **<Enter>** приводит к выходу из команды.

Форма и расположение стрелки надписи

> Помимо команды **Надпись**, информация, приведённая в данном разделе также применима к командам **Допуск** и **База**.

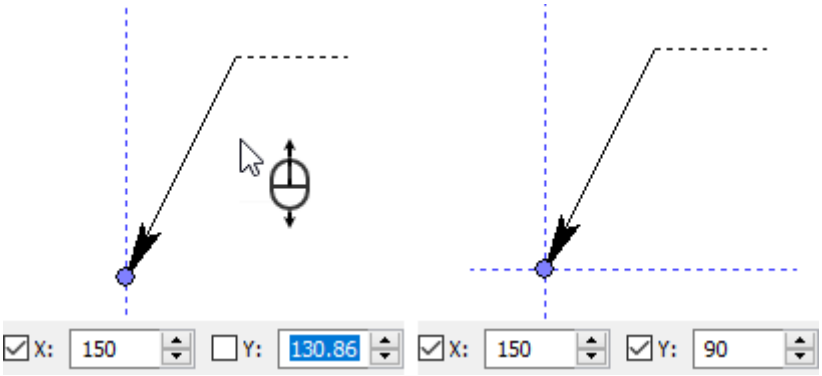
После вызова команды **Надпись** необходимо последовательно задать положение двух узлов стрелки - начального и конечного. Положением конечного узла стрелки также определяется начало основной полки надписи. Для допусков и баз конечный узел стрелки является точкой привязки рамки.
Помимо начального и конечного узлов, стрелки могут иметь промежуточные узлы в точках излома.
При создании надписи на листе чертежа и в режиме черчения на РП положение узлов может быть произвольным или привязанным к существующим элементам. Созданную привязку можно удалить при необходимости.

При создании надписи в 3D сцене вне режима черчения на РП начальный узел стрелки обязательно должен быть привязан к какому-либо элементу модели. Привязку начального узла 3D сцене нельзя удалить или отредактировать. Подробнее см. Надпись в 3D сцене.

Задание произвольного положения узлов стрелки надписи

Вначале рядом с курсором отображается манипулятор начального узла и предварительное изображение стрелки надписи. Абсолютные координаты узла отображаются на вкладке **Координаты** окна параметров команды и динамически изменяются в соответствии с перемещениями курсора.

Если установить флаг рядом с названием координаты **X** или **Y**, то её значение будет зафиксировано, и перестанет зависеть от положения мыши. Ввод значений координат с клавиатуры устанавливает соответствующие флаги. Фиксация координаты X символизируется вертикальной пунктирной линией синего цвета, Y - горизонтальной.



Координаты узла могут быть заданы:

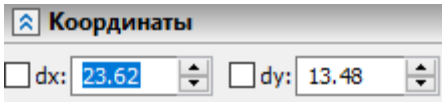
- Перемещением курсора мыши

  Просто переместите курсор в желаемое положение и нажмите .
- Вводом с клавиатуры

  Введите значение координаты **X** с клавиатуры, затем либо нажмите **<Tab>**, либо нажмите на поле ввода координаты **Y**, после чего введите значение координаты **Y** и нажмите в любом месте 2D или 3D окна (в зависимости от того, в каком окне создается надпись).
- Комбинацией вышеупомянутых способов

  Сначала введите одну из координат с клавиатуры, а затем задайте другую перемещением курсора.

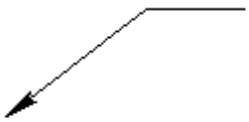
После задания положения начального узла к курсору привязывается манипулятор конечного узла, а манипулятор начального узла исчезает. По умолчанию положение конечного узла задаётся относительно положения начального. Соответственно, в окне параметров при этом отображаются не абсолютные координаты **X** и **Y**, а относительные - **dx** и **dy**.



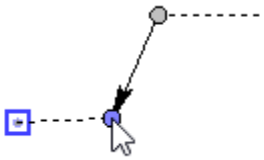
Для задания положения конечного узла в абсолютных координатах необходимо отключить следующую опцию автоменю:

<F> Привязка к стрелке

Если положение конечного узла было задано в относительных координатах, то в дальнейшем при перемещении начального узла, конечный узел будет перемещаться вместе с ним. Если же положение конечного узла было задано в абсолютных координатах, то при перемещении начального узла, конечный останется в исходном положении.



Исходный вид надписи



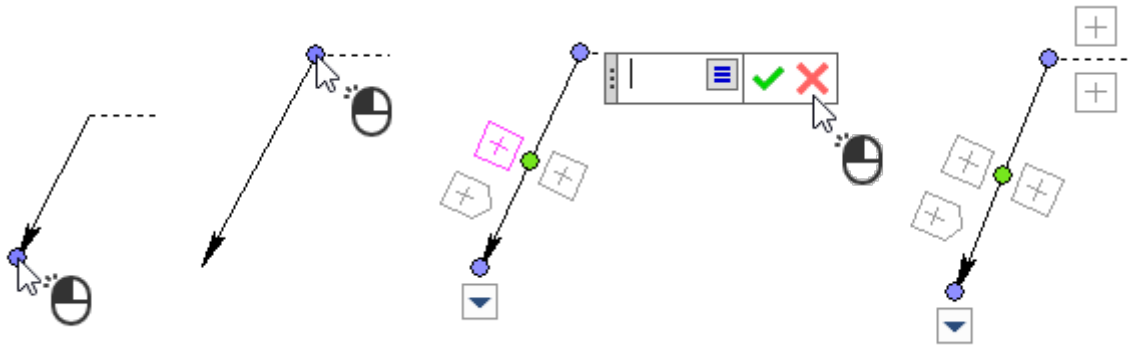
Результат перемещения начального узла

Привязка к стрелке выключена

Привязка к стрелке включена

Независимо от того, в каких координатах задается положение конечного узла, это осуществляется аналогично заданию положения начального узла одним из вышеописанных способов.
После задания положения конечного узла стрелка надписи перестаёт следовать за курсором мыши, и отображаются все манипуляторы, относящиеся к стрелке, а также поле ввода текста основной полки (см. Основная полка надписи). Если отменить ввод текста основной полки, также станут видны манипуляторы добавления текста на и под полкой.

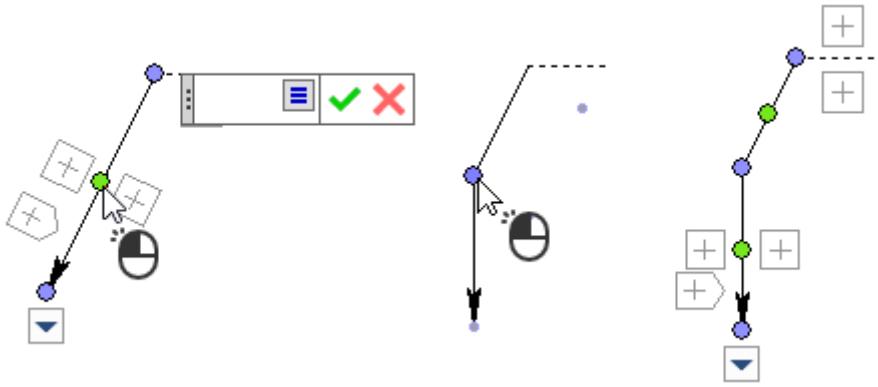
Имейте в виду, что после задания конечного узла стрелки надписи фокус ввода автоматически переходит в поле ввода текста основной полки. Если подтвердить ввод текста, нажав **<Enter>** или то создание надписи будет завершено.



Использование манипуляторов типа и размера стрелки , знака на стрелке , текста над и под стрелкой описано в разделе Параметры стрелок надписи.

Изломы стрелки

Манипулятор в виде зелёного круга позволяет добавить промежуточный узел. Позиционирование промежуточных узлов осуществляется аналогично позиционированию конечного узла в абсолютных или относительных координатах. После добавления промежуточного узла на новых участках стрелки появляются новые манипуляторы для добавления дополнительных промежуточных узлов. Таким образом можно создавать стрелки с большим количеством изломов.



Положение любого из узлов может быть отредактировано. Для этого нажмите на манипуляторе желаемого узла. Узел начнет следовать за курсором, после чего можно перезадать его положение аналогично тому, как оно задаётся изначально.

Для удаления промежуточного узла нажмите на его манипуляторе, после чего воспользуйтесь опцией автоменю:

<Del> Удалить точку

Привязка узлов стрелки надписи к элементам чертежа

Любой из узлов стрелки надписи можно привязать:

- к 2D узлу либо точке сочленения/пересечения линий изображения или построения (при выборе точки пересечения автоматически создаётся 2D узел, при выборе точки сочленения в качестве узла привязки используется конечная точка одной из сопрягаемых линий);
- к линии построения или изображения;
- к элементам 3D модели.

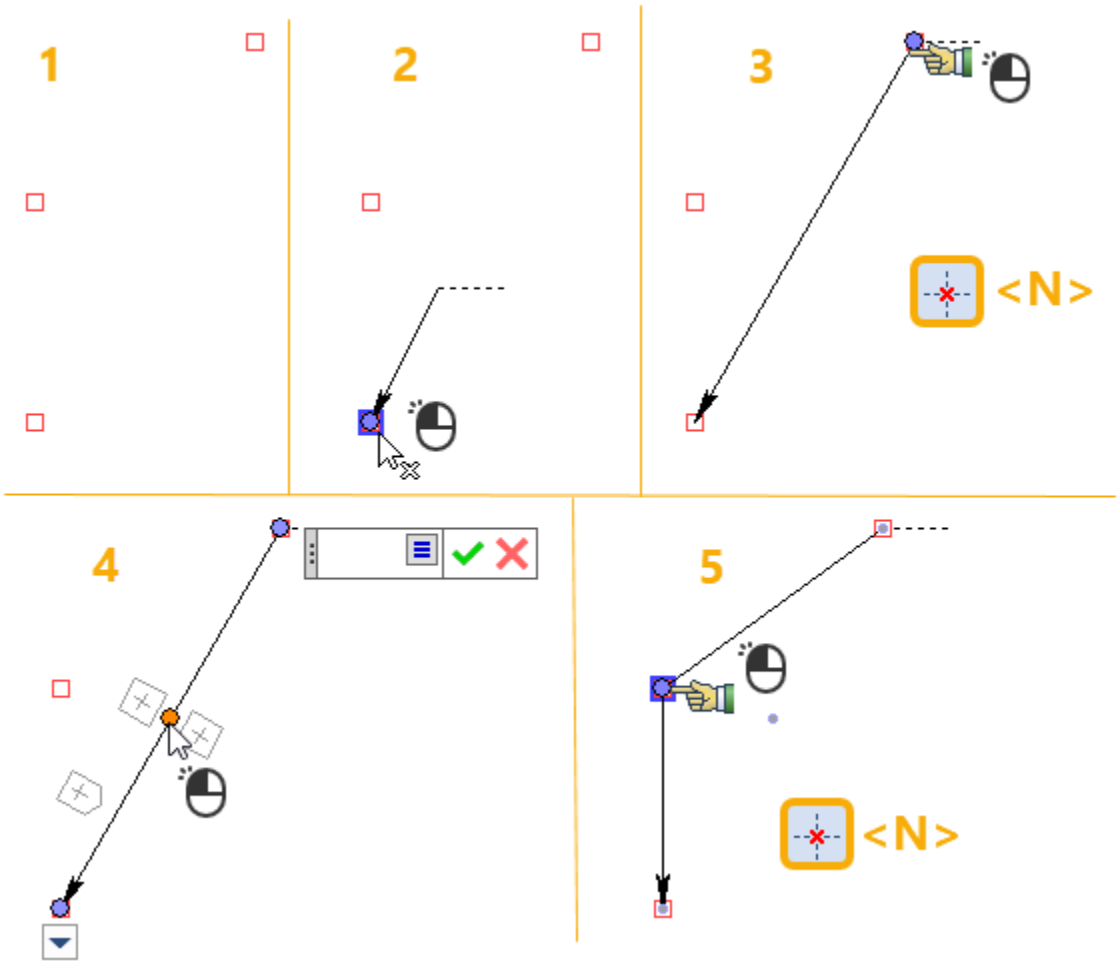
Привязка узлов стрелки надписи к 2D узлам

Для привязки узла стрелки надписи к 2D узлу необходимо при задании положения узла стрелки активировать следующую опцию автоменю, после чего навести курсор мыши на 2D узел и нажать :

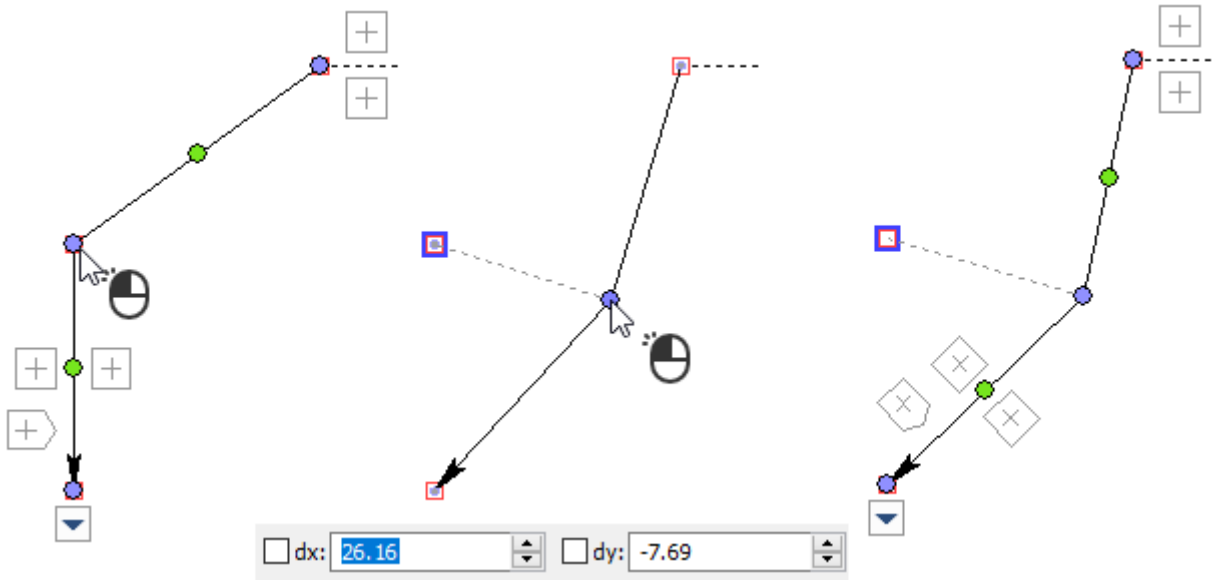
<N> Выбрать узел

Первый узел стрелки можно привязать к 2D узлу и без активации данной опции, просто наведя курсор мыши на 2D узел и нажав , - привязка всё равно будет создана. Однако, для остальных узлов стрелки активация опции необходима для создания привязки.

Если опция активна, то при нажатии на любом свободном месте листа чертежа система автоматически определит ближайший из имеющихся 2D узлов. Таким образом, не обязательно нажимать непосредственно на 2D узле.



В результате вышеописанных действий координаты узла стрелки надписи будут всегда совпадать с координатами выбранного 2D узла при дальнейшем изменении координат этого 2D узла.
Дополнительно можно задать смещения относительно выбранного 2D узла. Для этого после задания положения всех узлов стрелки необходимо вернуться к редактированию нужного узла стрелки, нажав на его манипуляторе. Узел стрелки начнёт перемещаться за курсором. Связь между узлом стрелки и 2D узлом привязки при этом символизируется пунктирной линией, а на вкладке **Координаты** окна параметров команды отображаются смещения **dx** и **dy** узла стрелки относительно 2D узла привязки. Задайте требуемые значения смещений одним из способов, описанных выше.



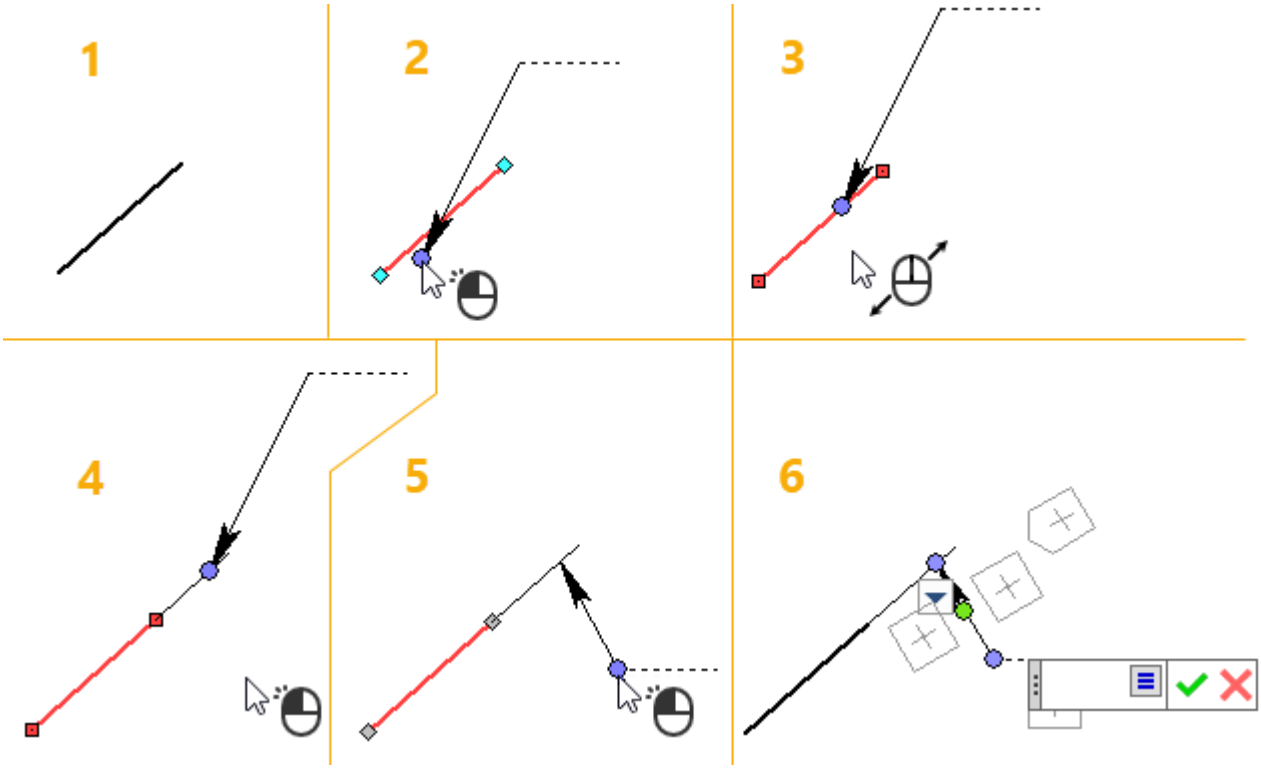
Удалить смещения, снова привязав узел стрелки непосредственно к 2D узлу, можно с помощью опции автоменю:

<F> Фиксация к узлу

Привязка узлов стрелки надписи к линиям построения или изображения

При привязке к прямой линии построения необходимо, чтобы на ней был хотя бы один узел.

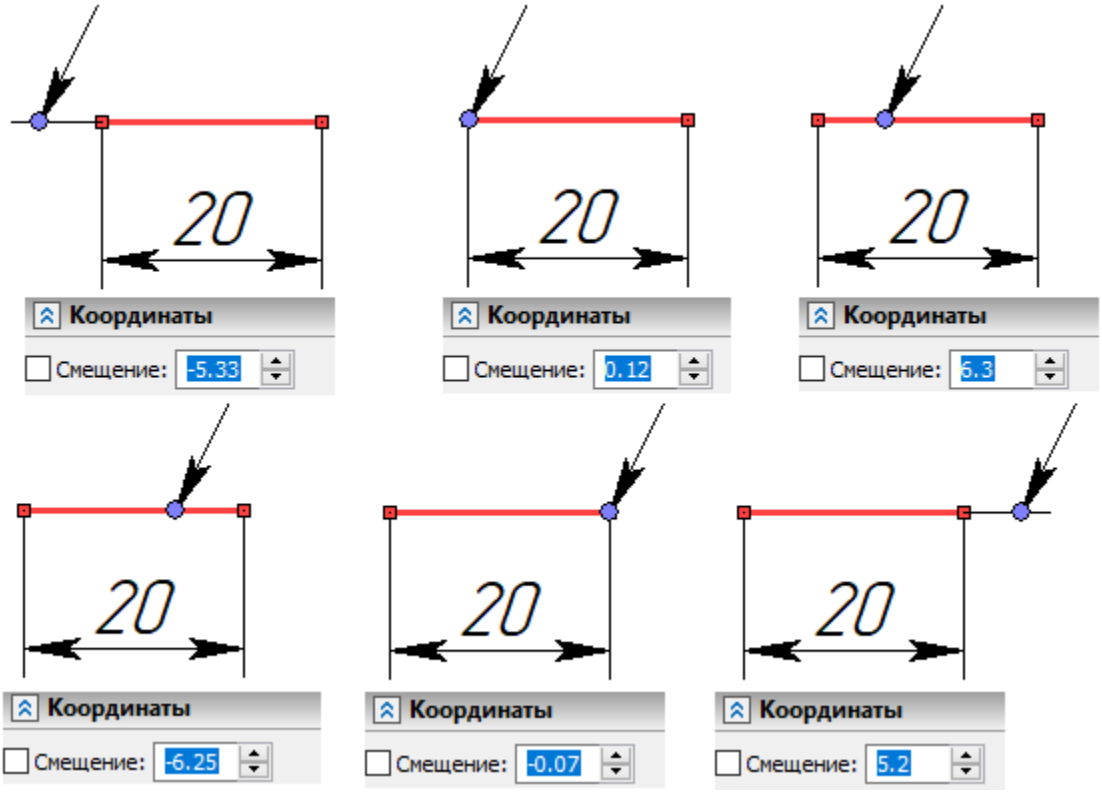
Для привязки узла стрелки надписи к линии построения или изображения необходимо при задании положения узла навести курсор мыши на нужную линию и, после того как она подсветится красным (линия изображения) или зелёным (линия построения) цветом, нажать . В результате узел начнёт перемещаться вдоль выбранной линии при перемещении курсора. Установите узел в требуемое положение и снова нажмите .



При перемещении узла вдоль линии привязки на вкладке **Координаты** окна параметров команды отображается **Смещение** узла на выбранной линии.

Для кривых линий привязки (окружность, дуга, сплайн, эллипс) смещение измеряется в относительных единицах в интервале от 0 до 1, где 0 - начало линии, а 1 - конец. У замкнутой кривой начало и конец - это одна и та же точка.
Для прямых линий привязки смещение измеряется в абсолютных единицах относительно начальной или конечной точки выбранной линии (в зависимости от того, какая из этих точек ближе к привязываемому узлу).

Если начальный узел стрелки привязан к прямой, но лежит за её пределами, то между прямой и узлом по умолчанию рисуется выноска. Выноску можно отключить, сняв флаг **Рисовать выноску** в параметрах стрелки.



Для точного позиционирования можно ввести значение **Смещения** с клавиатуры, в результате чего будет установлен флаг слева от поля ввода значения, узел перестанет следовать за курсором и появятся синие пунктирные линии, символизирующие фиксацию положения узла. Нажмите в любом месте чертежа ,чтобы подтвердить позиционирование.

Также для привязки узла стрелки надписи к линиям построения можно воспользоваться следующей опцией автоменю:

<L> Установить связь с прямой

Если данная опция активна, то при нажатии на любом свободном месте листа чертежа система автоматически определит ближайшую из имеющихся линий построения.

При привязке к прямой линии построения необходимо, чтобы на ней был хотя бы один узел.

В отличие от аналогичной опции для привязки к 2D узлам, не обязательно применять данную опцию для создания привязки.

Доступны следующие режимы обработки угла между стрелкой надписи и линией привязки первого узла:

<U> Привязка к точке

<U> Привязка с сохранением угла

<U> Привязка перпендикулярно

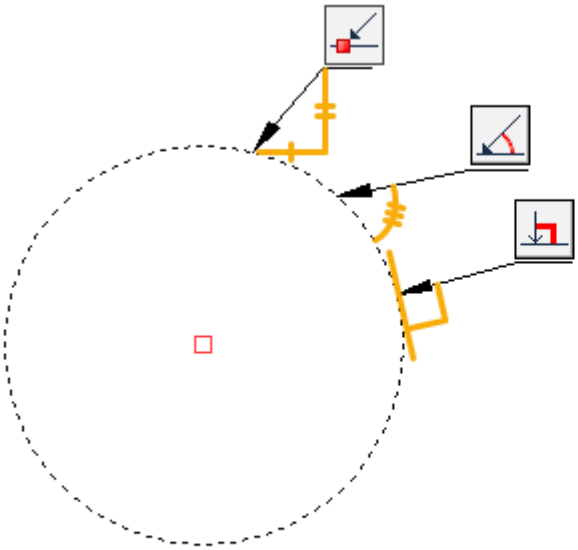
Горячая клавиша **<U>** или нажатие на соответствующей опции автоменю циклически переключает режимы.

Если надпись создана с привязкой к точке , то при перемещении первого узла стрелки вдоль линии привязки положение второго узла относительно первого остаётся неизменным. Привязка с сохранением угла позволяет сохранять угол стрелки относительно линии привязки при перемещении первого узла стрелки вдоль линии.

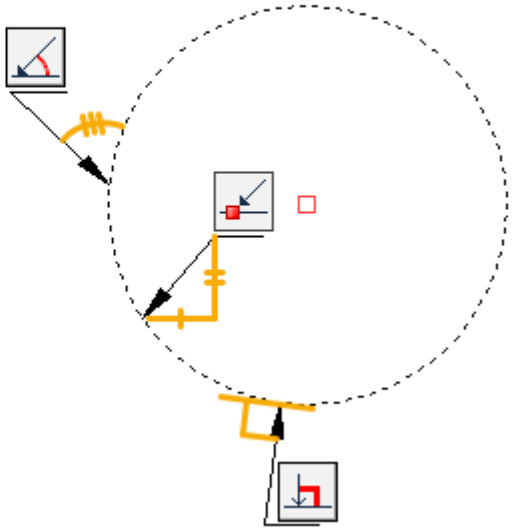
Привязка перпендикулярно позволяет сохранять перпендикулярность стрелки к выбранной линии привязки при перемещении как первого, так и второго узлов.

Независимо от того, какой узел редактируется в данный момент, эти режимы применяются к углу начального сегмента стрелки, т.е. участка между первым и вторым узлом. Второй узел при этом может быть как конечным, так и промежуточным.

Переключение этих режимов при позиционировании первого узла без привязки, при привязке первого или второго узла к 2D узлам, а также в случаях, когда второй узел надписи привязан к линии, эффекта не даёт.



Исходное положение надписей



Результат перемещения начальных точек

Удаление привязки

Привязку узла стрелки надписи к 2D узлу, линии построения или линии изображения можно удалить при помощи следующей опции автоменю:

<K> Разрушить привязку

См. также:

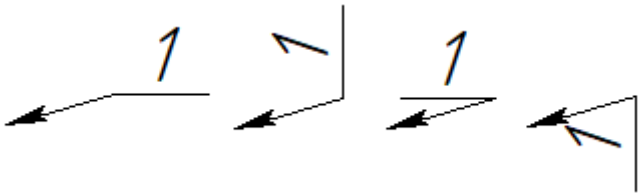
- Параметры стрелок надписи
- Дополнительные стрелки надписи

Основная полка надписи

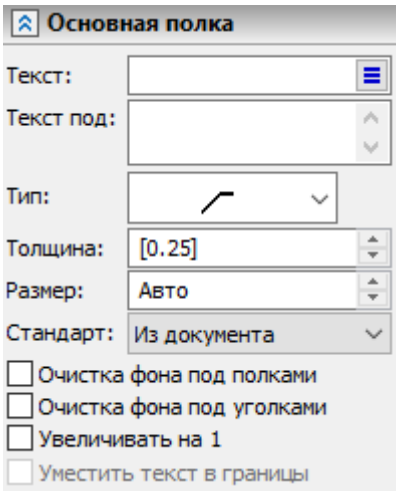
Положение основной полки надписи определяется положением конечной точки основной стрелки (см. Форма и расположение стрелки надписи). По умолчанию полка создается горизонтально вправо от конечной точки стрелки. С помощью следующей опции автоменю можно последовательно поворачивать полку вокруг конечной точки стрелки на 90 градусов:

<Z> Изменить направление полки

Таким образом, возможны четыре варианта направления полки:



Вкладка **Основная полка** окна параметров команды **Надпись** позволяет задать следующие параметры полки надписи:



Текст

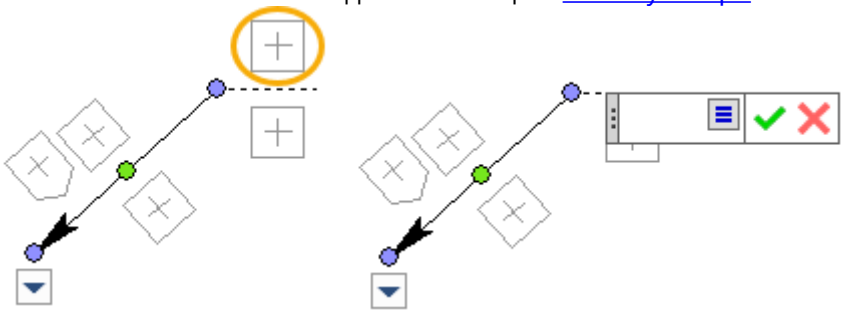
Текст на полке надписи.

> При задании этого и остальных текстовых параметров надписи можно использовать переменные, заключая их в фигурные скобки.

С помощью кнопки можно вставить из списка один из предлагаемых системой по умолчанию стандартных текстов.

> Подробнее использование списков значений описано в разделе Конекстные меню полей ввода.

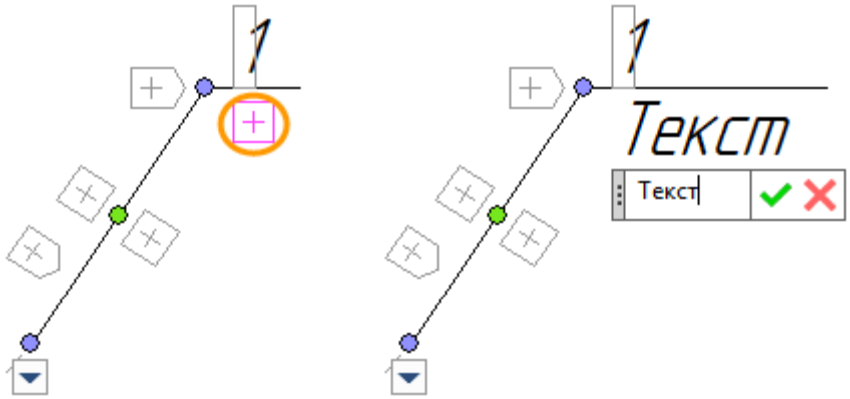
Также текст может быть задан с помощью манипулятора:



> Имейте в виду, что если подтвердить ввод текста основной полки с помощью или **<Enter>** или то создание или редактирование надписи будет завершено.

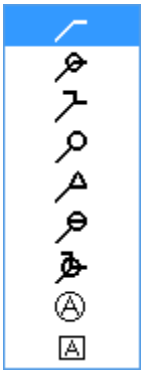
Текст под

Текст под полками надписи. Также может быть задан с помощью манипулятора:



Тип

Определяет тип выносной полки. Доступны как стандартные, так и пользовательские типы полок.



Толщина

Задаёт толщину линий полки. Если значение параметра показано в квадратных скобках, оно берется из **Параметров документа** (**Параметры документа** > **Страница** > **Линии** > **Линии** > **Толщина других**).

Размер

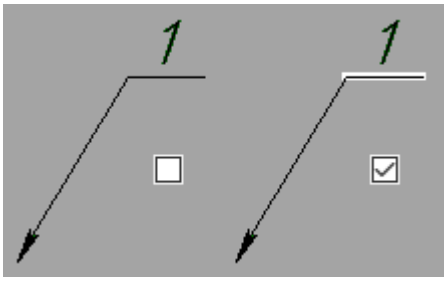
Устанавливает длину полки надписи. Если значение **Авто**, то оно автоматически устанавливается по длине строки текста.

Стандарт

Позволяет задать стандарт изображения надписи. Для надписей существует два стандарта - ANSI и ЕСКД. Если этот параметр выставить в значение **Из документа,** то надписи будут соответствовать стандарту, указанному в **Параметрах документа** (**Параметры документа** > **Страница** > **Элементы оформления** > **Надписи** > **Стандарт**).

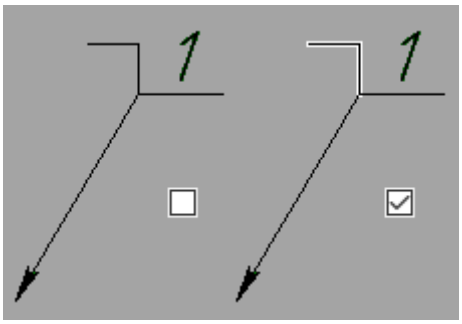
Очистка фона под полками

При установке данного флага удаляется изображение чертежа под полкой (полками) надписи.



Очистка фона под уголками

При установке данного флага удаляется изображение чертежа под уголком надписи (если у выбранного типа полок есть уголки).



Увеличивать на 1

Данный флаг доступен только в момент создания надписи. Он нужен для быстрого задания позиций спецификации. На полке вместо текста должно располагаться число – номер позиции спецификации. При создании следующей надписи предыдущее число автоматически увеличивается на единицу. Обратите внимание, что при использовании данного способа число на полке не будет связано с номером позиции спецификации.

О том, как связать текст надписи с составом изделия см. главу Связь надписи с составом изделия.

Также для нанесения позиций на сборочном чертеже доступная специальная команда Проставить позиции.

Уместить текст в границы

Данный флаг доступен для надписи в круглой рамке . По умолчанию флаг снят, и размер рамки автоматически увеличивается, если текст на полке не умещается в стандартную рамку. При установленном флаге размер рамки остаётся стандартным, а шрифт текста автоматически сужается, чтобы уместиться в рамке.

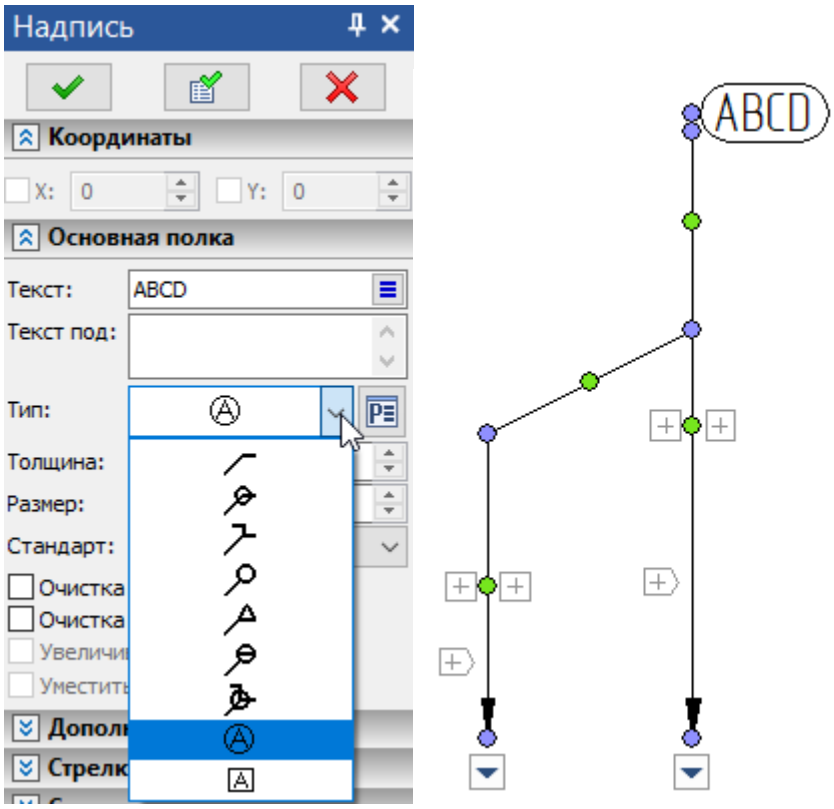
Пользовательские типы полок надписи

T-FLEX CAD позволяет пользователю создавать собственные типы полок надписи. Пользовательские полки создаются как обычные параметрические фрагменты в папке **...\T-FLEX CAD 17\Библиотеки\Служебные\Leader Symbols** (библиотека **Leader Symbols**).

В окне параметров команды надпись и диалогах параметров надписей файлы, находящиеся в данной папке, добавляются в виде иконок к списку доступных типов полки надписи. Положение изображения фрагмента-полки при нанесении надписи определяется вектором привязки, который должен существовать в модели фрагмента.

Для управления параметрами пользовательской надписи будет использоваться диалог переменных фрагмента или пользовательский диалог (если он был создан во фрагменте). Вызов диалога переменных фрагмента (или пользовательского диалога) осуществляется специальной кнопкой ,

появляющейся в окне параметров надписи или по команде **Параметры обозначения...** в контекстном меню надписи, использующей пользовательский тип полки.



См. также:

- Связь надписи с составом изделия
- Дополнительные полки надписи
- Контекстные меню полей ввода

Связь надписи с составом изделия

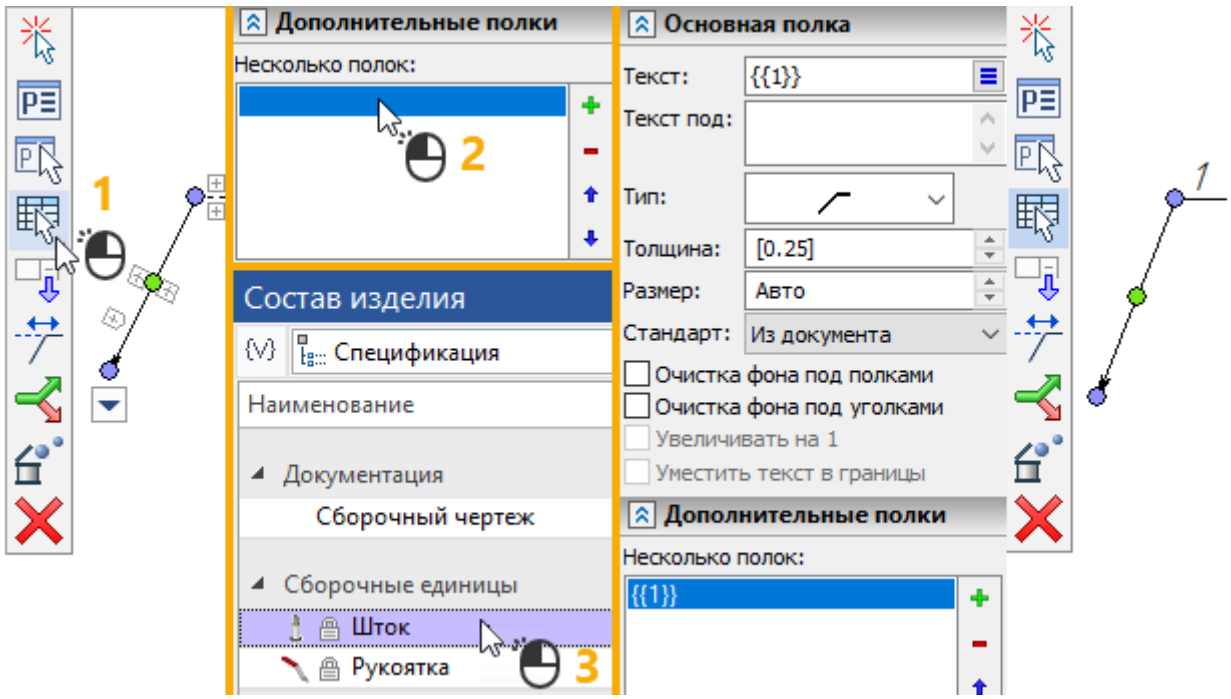
> В данной главе описано, как установить связь с составом изделия при использовании обычной команды **Надпись**. Для простановки позиций спецификации на сборочном чертеже и позиций таблицы сгибов на чертеже листовой детали доступны специальные команды.

Чтобы установить связь надписи с элементом состава изделия, необходимо воспользоваться следующей опцией автоменю:

<W> Связать с составом изделия

При вызове опции появляется окно **Состав изделия,** если оно не отображалось до этого.

Далее необходимо выбрать полку, в текст которой вы хотите добавить позицию из состава изделия. Выбор полки осуществляется в списке **Несколько полок** на вкладке **Дополнительные полки** окна параметров. Верхняя строка списка соответствует основной полке надписи, последующие - дополнительным. Если текст полки не задан, соответствующая строка списка будет пустой, но несмотря на это её можно выбрать с помощью . После выбора полки необходимо выбрать желаемый элемент в окне **Состав изделия.** В результате позиция выбранного элемента состава изделия станет текстом выбранной полки надписи. В параметрах надписи текст, связанный с составом изделия, отображается в двойных фигурных скобках.

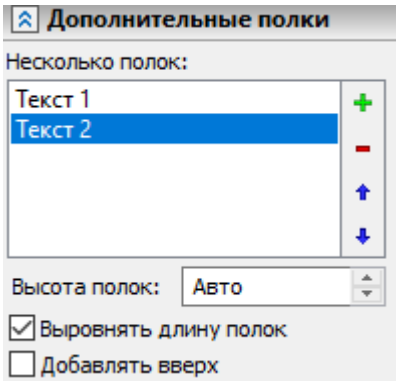


Позиции структуры изделия DOCs

При работе в режиме интеграции с T-FLEX DOCs контекстное меню элементов в служебном окне **Структура изделия DOCs** содержит команду **Вставка номера позиции**. Команда используется для создания надписи, у которой в качестве текста основной полки задан номер позиции выбранного элемента. В остальном параметры создаваемой надписи задаются так же, как и при обычном использовании команды **Надпись**.

Дополнительные полки надписи

В поле **Несколько полок** на вкладке **Дополнительные полки** окна параметров команды **Надпись** отображается список полок текущей надписи:

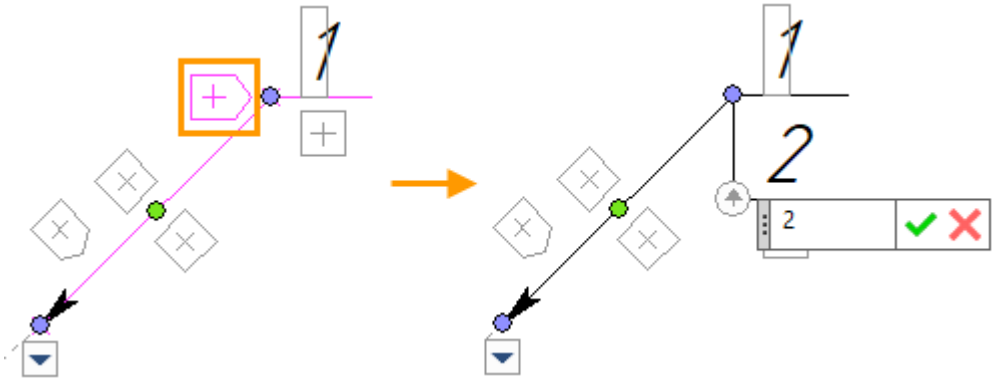


Верхняя строка списка соответствует основной полке надписи, последующие - дополнительным. В списке отображается текст соответствующей полки. Если текст полки не задан, соответствующая ей строка списка будет пустой. Независимо от наличия текста любую полку в списке можно выбрать с помощью . Нажав на строке полки в списке можно отредактировать её текст.

В правой части списка расположены кнопки:

- **Добавить <Ins>**
  Создаёт новую дополнительную полку в конце списка. Также создать новую полку можно,

нажав в пустом месте списка.
Кроме того, полки можно добавлять с помощью манипулятора:



- **Удалить <Del>**
  Удаляет полку, соответствующую выбранной строке списка. Удалить основную полку (верхнюю строку списка) нельзя.
- **Передвинуть вверх <Alt>+<Up>** и **Передвинуть вниз <Alt>+<Down>**
  Позволяют изменить порядок полок, переместив выбранную строку вверх или вниз по списку.
  Полки надписи отображаются на чертеже или в 3D сцене в соответствии с их порядком в данном списке.

Под списком доступны следующие параметры:

Высота полок

Задаёт расстояние между полками в многострочной надписи. При установке значения **Авто** расстояние между полками устанавливается в соответствии с высотой шрифта.

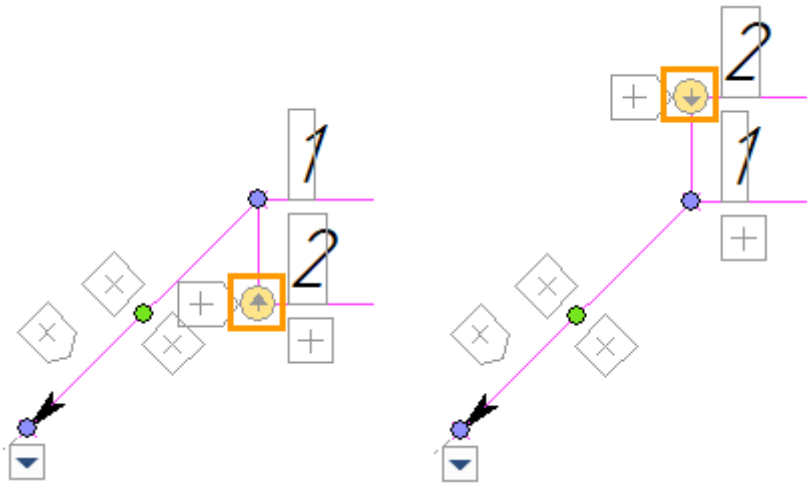
Выровнять длину полок

Когда данный флаг установлен (по умолчанию) полки в многострочной надписи рисуются одинаковой длины, иначе – по длине строк заданного для них текста.

Добавлять вверх

По умолчанию данный флаг снят и полки отображаются в 2D или 3D окне сверху вниз, т.е. основная полка является верхней и порядок отображения полок соответствует их порядку в списке. При установке данного флага полки отображаются снизу вверх, т.е. основная полка является нижней и порядок отображения полок противоположен их порядку в списке..

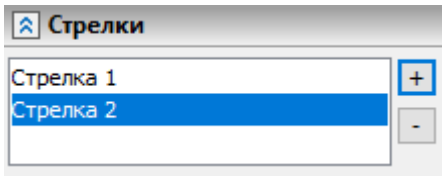
Кроме того, порядок отображения полок можно переключать с помощью манипулятора:



Дополнительные стрелки надписи

Помимо команды Надпись, информация, приведённая в данном разделе также применима к командам Допуск и База.

У одной надписи может быть несколько стрелок. Список стрелок текущей надписи отображается на вкладке **Стрелки** окна параметров команды:

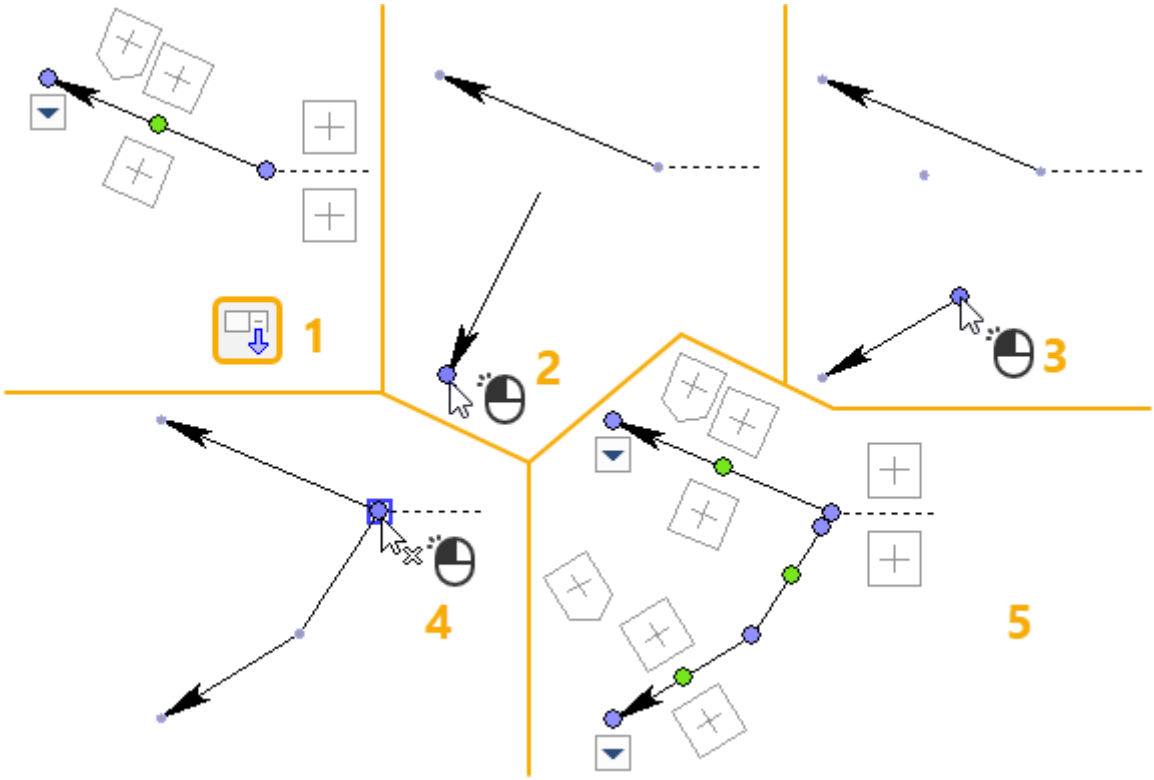


Стрелки можно выбирать в списке с помощью . Параметры стрелки, выбранной в списке, отображаются на вкладках Стрелка, Текст на стрелке и Знак на стрелке окна параметров команды.
Стрелка, созданная первой, считается основной, остальные - дополнительными. Конечный узел основной стрелки определяет положение полки надписи.
Добавить дополнительную стрелку можно с помощью кнопки **[+]**, расположенной справа от списка стрелок, или с помощью следующей опции автоменю, появляющейся после задания положения конечного узла основной стрелки:

<Пробел> Добавить стрелку

В результате рядом с курсором появляется изображение новой стрелки. Далее её форма и расположение задаются так же, как и для основной стрелки, с одним дополнительным условием:

Положение конечного узла новой дополнительной стрелки должно совпадать с одним из узлов имеющихся стрелок. Если поместить конечный узел второй стрелки в произвольное место, этот узел становится промежуточным. Ввод промежуточных узлов продолжается до тех пор, пока последний узел не будет установлен в положение, совпадающее с узлом имеющейся стрелки.



Для дополнительных стрелок отображаются такие же манипуляторы, как и для основной.

В процессе создания или редактирования узлов дополнительной стрелки её можно удалить, использовав опцию:

<Shift>+<D> Удалить стрелку

По завершении создания или редактирования узлов дополнительной стрелки её можно удалить, выбрав в списке стрелок и использовав кнопку **[-]**, расположенную справа от списка.
Основная стрелка не может быть удалена.

См. также:

- Форма и расположение стрелки надписи
- Параметры стрелок надписи

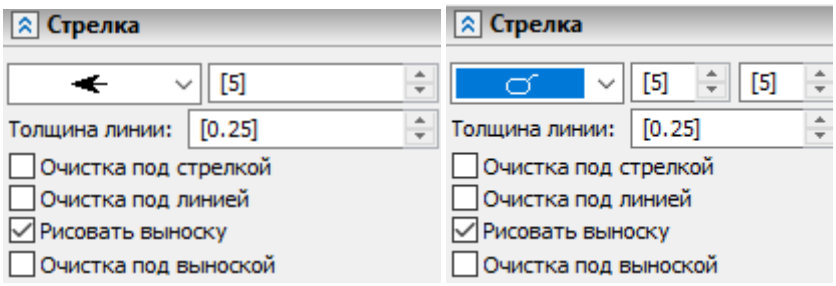
Параметры стрелок надписи

Помимо команды **Надпись**, информация, приведённая в данном разделе также применима к командам **Допуск** и **База**.

Вкладки **Стрелка**, **Текст на стрелке** и **Знак на стрелке** окна параметров команды **Надпись** позволяют задавать параметры стрелки, которая в данный момент выбрана в списке стрелок.

Стрелка

Вкладка содержит следующие параметры:



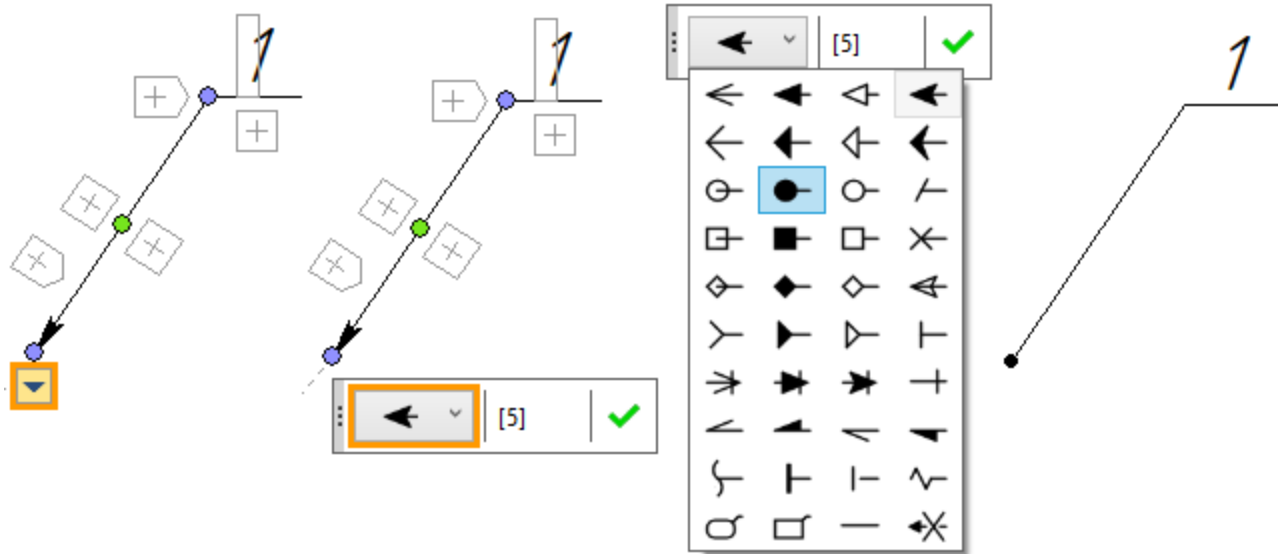
Выпадающий список для выбора вида начальной точки стрелки

Расположен в левой верхней части вкладки. Список в основном совпадает со списком стрелок, используемых в командах создания размеров и линий изображения. Однако для надписей он дополнен двумя специальными видами стрелок: и . Для этих видов стрелок вместо одного поля для задания размера отображаются два поля ввода для задания длины и высоты. Меняя значения этих параметров, можно получить надписи с начальной точкой в виде прямоугольника или овала любых размеров и пропорций.

Поле для задания размера начальной точки стрелки

Расположено справа от выпадающего списка для выбора вида начальной точки стрелки. Если значение параметра показано в квадратных скобках, оно берется из **Параметров документа (Параметры документа > Страница > Линии > Стиль линий > Размер стрелок (окончаний))**.

Вид и размер начальной точки стрелки можно также задавать с помощью манипуляторов:

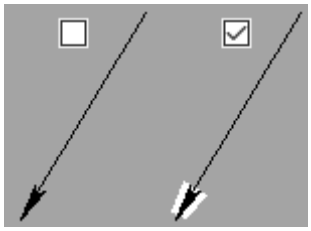


Толщина линии

Задаёт толщину линий стрелки. Если значение параметра показано в квадратных скобках, оно берется из **Параметров документа** (**Параметры документа > Страница > Линии > Линии > Толщина других**).

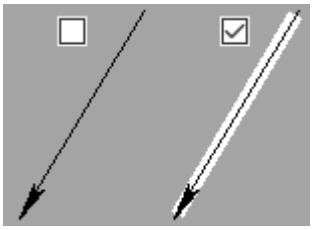
Очистка под стрелкой

При включении данного параметра удаляется изображение чертежа под начальной точкой стрелки надписи.



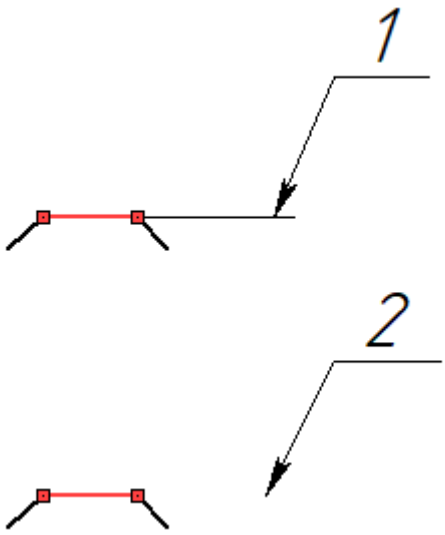
Очистка под линией

При включении данного параметра удаляется изображение чертежа под линией стрелки надписи.



Рисовать выноску

Данный параметр управляет прорисовкой выносной линии для надписи, от объекта привязки до стрелки надписи.



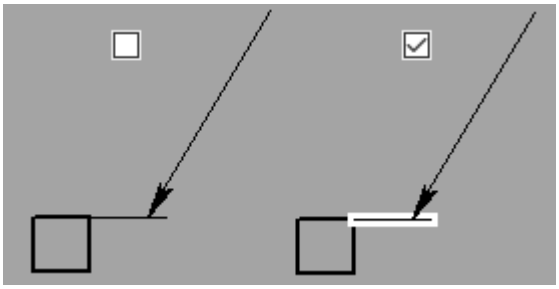
1 - опция **Рисовать выноску** включена

2 - опция **Рисовать выноску** отключена

Красным выделена линия привязки

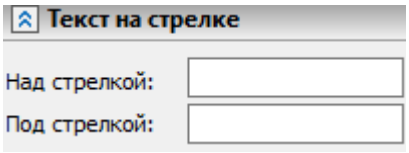
Очистка под выноской

При включении данного параметра удаляется изображение чертежа под выносной линией надписи.

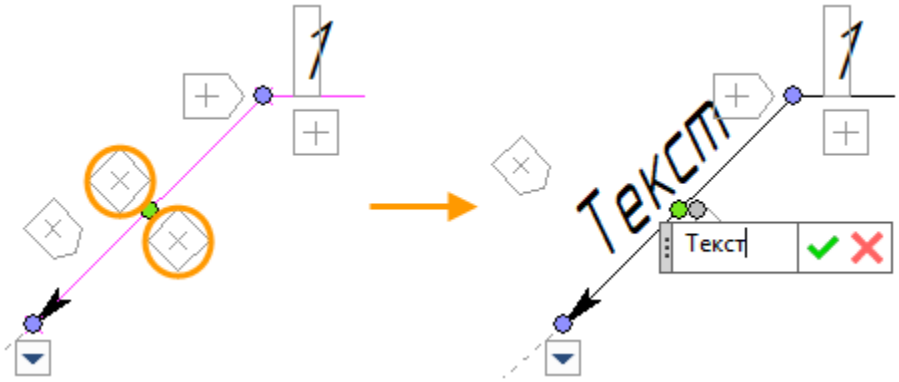


Текст на стрелке

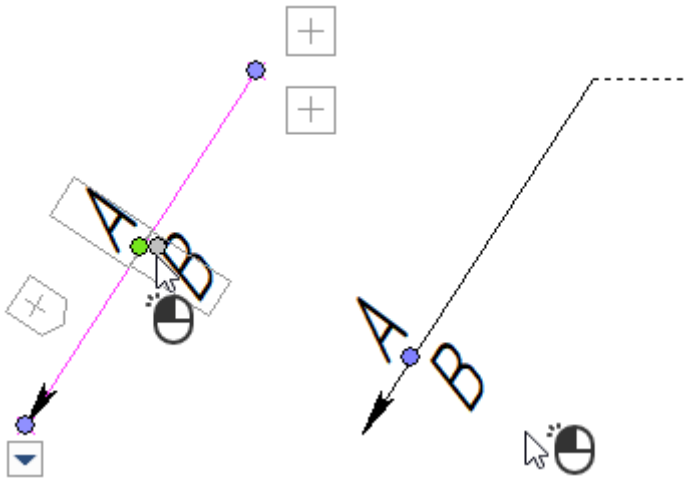
Вкладка содержит поля ввода текста, отображаемого **Над стрелкой** и **Под стрелкой** надписи:



Эти параметры можно также задать с помощью манипуляторов:

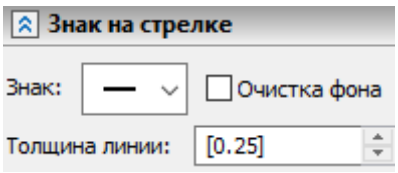


Кроме того, после ввода текста можно изменить его положение с помощью манипулятора . После нажатия на манипулятор текст начинает следовать за курсором вдоль стрелки. Переместите текст в желаемое место и нажмите для подтверждения положения.

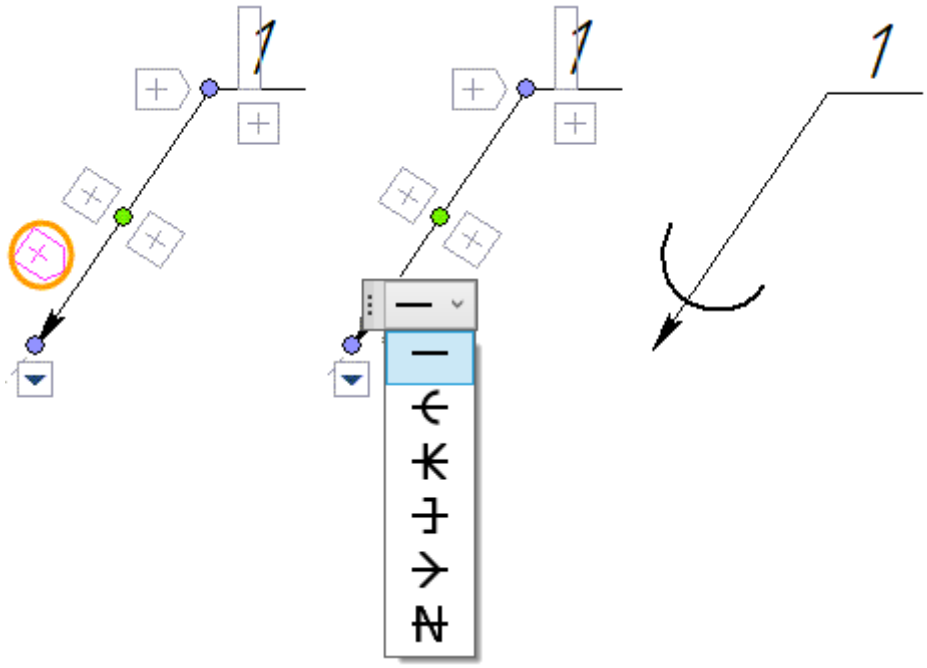


Знак на стрелке

Вкладка содержит параметры знака на выбранной стрелке:



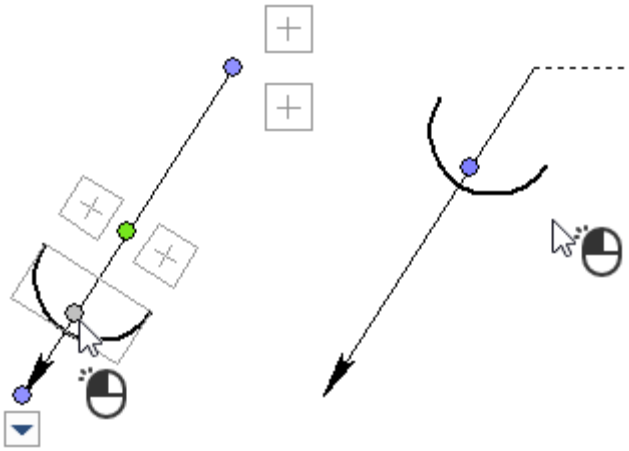
Знак
Определяет тип знака, который расположится поперёк линии стрелки. Как правило, он используется для обозначения различных технических требований.
Знак можно также задавать в окне чертежа:



Очистка фона
При включении данного параметра удаляется изображение чертежа под знаком на стрелке надписи.

Толщина линии. Задаёт толщину линий знака на стрелке. Если значение параметра показано в квадратных скобках, оно берется из **Параметров документа** (**Параметры документа** > **Страница** > **Линии** > **Линии** > **Толщина других**).

Кроме того, с помощью манипулятора можно изменить положение знака. После нажатия на манипулятор знак начинает следовать за курсором вдоль стрелки. Переместите знак в желаемое место и нажмите для подтверждения положения.

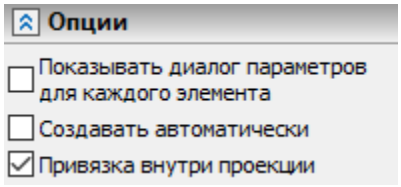


См. также:

- Форма и расположение стрелки надписи
- Дополнительные стрелки надписи
- Контекстные меню полей ввода

Опции создания надписи

Вкладка **Опции,** расположенная в нижней части окна параметров команды **Надпись** содержит следующие флаги:



Показывать диалог параметров для каждого элемента.
Если установить данный флаг, то после задания положения конечной точки основной стрелки надписи на чертеже на экране будет автоматически появляться окно диалога параметров.

> Подробнее см. Автоматическое завершение создания надписи.

Создавать автоматически.
Если установить данный флаг, то создание надписи будет завершаться автоматически сразу после задания положения конечной точки основной стрелки.

> Подробнее см. Автоматическое завершение создания надписи.

Привязка внутри проекции
Позволяет определять, будет ли надпись принадлежать конкретному чертежному виду или же всей странице чертежа.

> Подробная информация о данной опции доступна в разделе Привязка размеров и надписей к чертёжным видам.

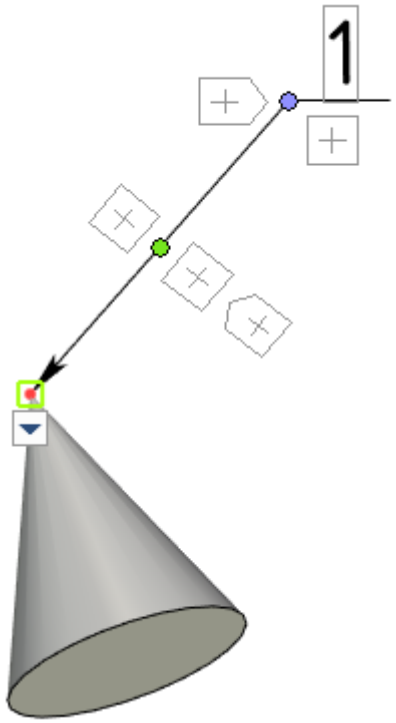
Надпись в 3D сцене

Создание 3D надписей в основном совпадает с созданием 2D надписей, за исключением ряда особенностей, описанных ниже.
3D надпись имеет только одну стрелку, возможность добавления дополнительных стрелок недоступна.

Начальный узел стрелки обязательно должен быть привязан к какому-либо элементу модели, для чего необходимо выбрать в 3D сцене узел, грань, ребро или вершину. Точка привязки на грани или ребре определяется положением курсора в момент выбора.
Конечный узел стрелки не может быть привязан к конкретному элементу модели, но обязательно задаётся на плоскости, проходящей через точку привязки начального узла и параллельной одной из плоскостей модели (по умолчанию - плоскости **Вид спереди**). Соответственно, и текст надписи будет лежать в данной плоскости. При необходимости можно выбрать другую плоскость с помощью опции автоменю:

<T> Выбрать плоскость

Угол между полкой и стрелкой в выбранной плоскости автоматически меняется системой в зависимости от положения камеры, так чтобы обеспечить читаемость текста.
При создании и редактировании надписи в 3D окне отображаются такие же манипуляторы, как и в 2D.

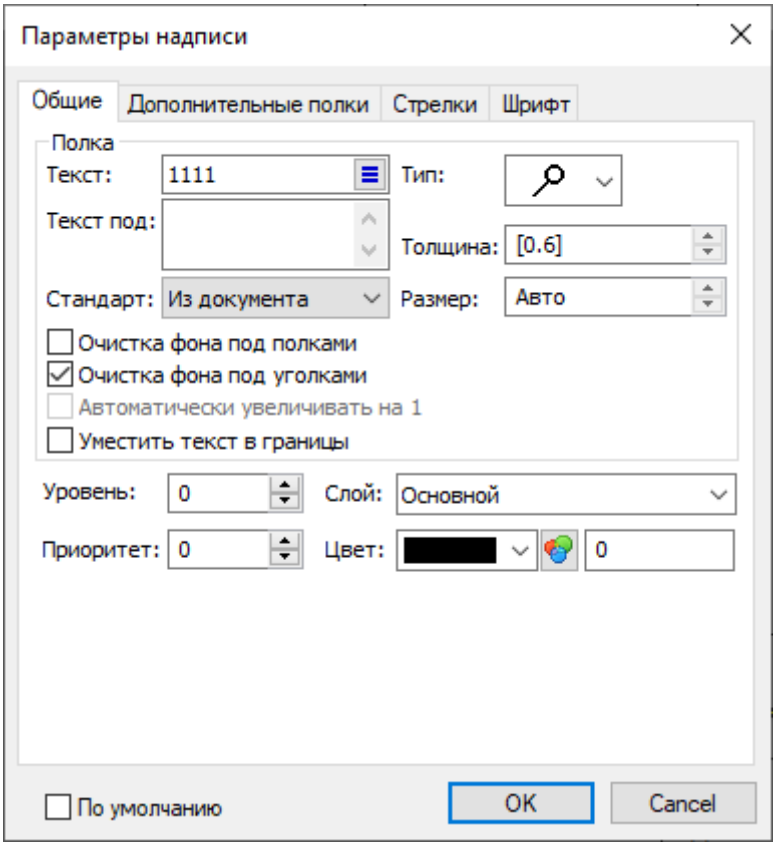


По умолчанию части надписей и других элементов оформления в 3D, перекрываемые непрозрачными элементами модели, не отображаются. При необходимости их отображения можно включить опцию **Отображать объекты оформления поверх 3D модели** (**Установки** > **3D** > **3D**).

Диалог параметров надписи

Диалог параметров надписи можно вызвать одним из следующих способов:

- по двойному нажатию на надписи в окне 2D или 3D вида, либо в окне **Элементы модели**;
- из контекстного меню, вызываемого по нажатию на надписи в окне 2D или 3D вида, либо в окне **Элементы модели**;
- из динамической панели, отображаемой при выборе надписи в окне 2D или 3D вида;
- из автоменю команд Надпись и Редактировать надпись.



В диалоге параметров надписи доступны следующие вкладки:

- **Общие**
  Содержит тот же набор параметров, что и вкладка Основная полка окна параметров команды **Надпись**. Дополнительно позволяет задать **Уровень, Приоритет, Слой** и **Цвет**.
- **Дополнительные полки**
  Содержит тот же набор параметров, что и вкладка Дополнительные полки окна параметров команды **Надпись**.
- **Стрелки**
  Содержит тот же набор параметров, что и вкладки Стрелки, Стрелка, Текст на стрелке и Знак на стрелке окна параметров команды **Надпись**.
- **Шрифт**
  См. главу Параметры шрифта элементов оформления чертежа.

См. также:

- Параметры по умолчанию
- Задание параметров элемента
- Копирование параметров 2D элементов

Редактировать надпись

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<EI>	Правка > Чертёж > Надпись

Команда позволяет редактировать Надписи.
После вызова команды в автоменю доступны следующие опции:

<*> Выбрать все элементы.

<Esc> Выйти из команды

Можно выбрать одну из существующих надписей, указав на неё курсором и нажав , или воспользоваться множественным выбором. **<Shift>** + добавляет элемент к списку выбранных, **<Ctrl>** + удаляет из списка выбранных.
При множественном выборе в автоменю доступны следующие опции:

<P> Установить параметры надписи

<Alt>+<P> Скопировать параметры с существующего элемента

<Del> Удалить

<Esc> Отменить выбор всех элементов

Подробнее см. Множественное редактирование 2D элементов.

При выборе одной надписи в автоменю становятся доступны опции:

<P> Установить параметры надписи

<Alt>+<P> Скопировать параметры с существующего элемента

<W> Связать с составом изделия

<Пробел> Добавить стрелку

<Z> Изменить направление полки

<I> Выбрать другой ближайший элемент

<Del> Удалить

<Esc> Выйти из команды

Редактирование одной надписи с помощью команды редактирования осуществляется аналогично заданию параметров надписи в команде **Надпись**. Положение и привязка каждого узла стрелки надписи редактируется отдельно с помощью манипуляторов и специфических опций автоменю, доступных только в процессе редактирования узлов, аналогично тому, как это делается при создании надписи.

См. также:

- Прозрачное редактирование
- Множественное редактирование 2D элементов
- Задание параметров элемента
- Копирование параметров 2D элементов

Оси

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Чертёж > Оси Листовой металл (2D) > Чертёж > Оси Рабочая плоскость > Чертёж > Оси
Клавиатура	Текстовое меню
<AX>	Чертёж > Оси

Команда предназначена для создания осевых линий по линиям изображения.
После вызова команды необходимо выбрать способ создания осей, активировав одну из следующих опций автоменю:

<1> Ось двух линий

<2> Две оси окружности или эллипса

<3> Горизонтальная ось

<4> Вертикальная ось

<5> Оси под углом по узлу

<6> Радиальная ось по узлу

<7> Касательная ось по узлу

<8> Ось по окружности и радиальная ось

	<9>	Ось по дуге и радиальная ось
	<A>	Оси между двумя окружностями
	<B>	Ось между центрами двух окружностей

Дальше необходимо нажатием выбрать на чертеже исходные элементы для построения осей. Количество, тип и последовательность выбора исходных элементов зависят от выбранного способа создания осей. Выбранные элементы подсвечиваются. Часть элементов обязательна для выбора, другая часть (элементы, определяющие длину осей) - опциональна. В процессе выбора при наведении курсора на последний обязательный элемент показывается предварительное изображение создаваемой оси, если включены объектные привязки. Если текущий способ создания осей предполагает выбор опциональных элементов, то вместо их выбора можно завершить создание оси с помощью опции автоменю (**<Ctrl>+<Enter>**) или нажатием в любом месте чертежа. После того, как выбрано максимально возможное количество элементов, создание текущей оси автоматически завершается и команда переходит к созданию следующей.
По умолчанию созданные оси немного выступают за ограничивающие их исходные элемнеты. Величина этих выступов задаётся в параметрах страницы (**Параметры документа** > **Страница** > **Линии** > **Стиль линий** > **Размер стрелок (окончаний)**).
Помимо опций, перечисленных выше, в автоменю команды также доступны следующие опции, общие для большинства команд создания 2D элементов:

	<Ctrl>+<Enter>	Закончить ввод
	<P>	Задать параметры линий изображения
	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<Esc>	Закончить выполнение команды

Осевые линии, создаваемые данной командой, являются линиями изображениями, для которых по умолчанию автоматически установлен штрихпунктирный тип линии изображения. Они имеют такой же набор параметров и редактируются таким же образом, как и обычные линии изображения. При необходимости, тип линий и прочие параметры можно изменить в служебном окне параметров либо в диалоге параметров.

Команда **Оси** предоставляет наиболее широкий выбор инструментов для создания осей. Оси, созданные с её помощью, сохраняют ассоциативную связь с исходными элементами. Например, при перемещении окружности её оси переместятся вместе с ней.
Оси также могут созданы с помощью других команд. Команда эскиза **Осевые** позволяет создать две оси окружности, эллипса или дуги, аналогично опции . Кроме того, можно создать обычную **линию изображения** и назначить ей штрихпунктирный тип линии. Однако, в отличие от осей, созданных командой **Оси**, такие оси не будут автоматически перестраиваться при изменении

линий, оси которых они обозначают. Например, при перемещении окружности её оси останутся на прежнем месте и перестанут с ней совпадать.

Основные темы в этом разделе:

- Ось двух линий
- Две оси окружности или эллипса
- Горизонтальная ось, Вертикальная ось
- Оси под углом по узлу
- Радиальная ось по узлу
- Касательная ось по узлу
- Ось по окружности и радиальная ось
- Ось по дуге и радиальная ось
- Оси между двумя окружностями
- Ось между центрами двух окружностей

См. также:

- Осевые линии. Эскиз
- Линии изображения
- Параметры линии изображения
- 3D ось

Ось двух линий

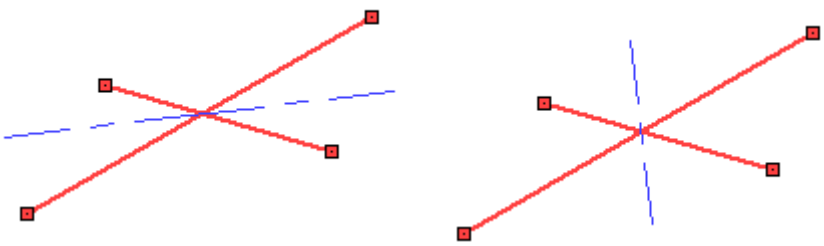
С помощью следующей опции автоменю в команде **Оси** можно создать осевую линию между двумя линиями изображения:

<1> Ось двух линий

В качестве линий изображения могут быть выбраны два отрезка, две концентрические окружности или дуги окружностей разных диаметров, две неконцентрические дуги окружностей одинаковых диаметров.

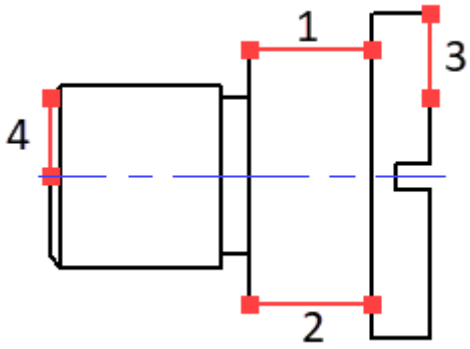
Ось двух отрезков

Последовательно выберите два отрезка. Появится предварительное изображение осевой линии, находящейся посередине между выбранными отрезками. В качестве пределов осевой линии на данном этапе используются перпендикуляры, опущенные из конечных точек выбранных линий изображения на осевую линию. Если выбранные линии не параллельны друг другу, то возможны два варианта создания оси между ними. Выбор используемого варианта зависит от того, с какой стороны от точки пересечения линий располагается курсор при выборе второй линии.



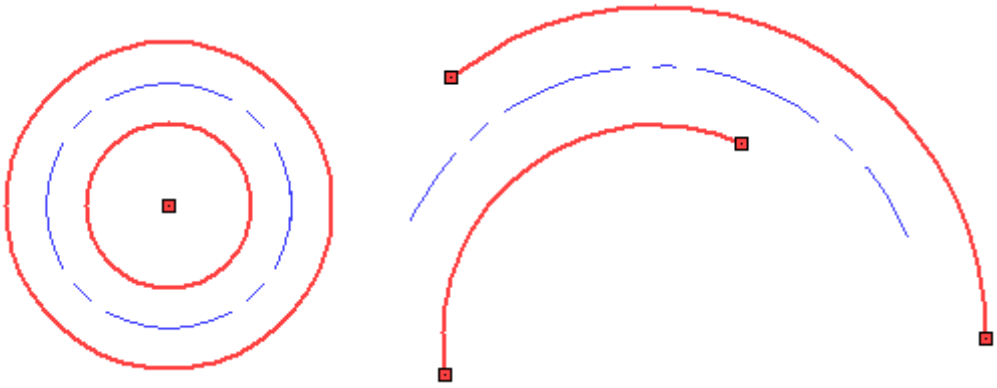
Далее можно либо завершить создание оси в её текущем виде, либо продлить её с одной или двух сторон. Чтобы продлить ось, нужно дополнительно выбрать ещё одну или две линии изображения, ограничивающие длину оси. В результате ось будет продлена до пересечения с перпендикуляром,

опущенным из конечной точки выбранной ограничивающей линии. После выбора второй ограничивающей линии изображения создание оси завершается автоматически.



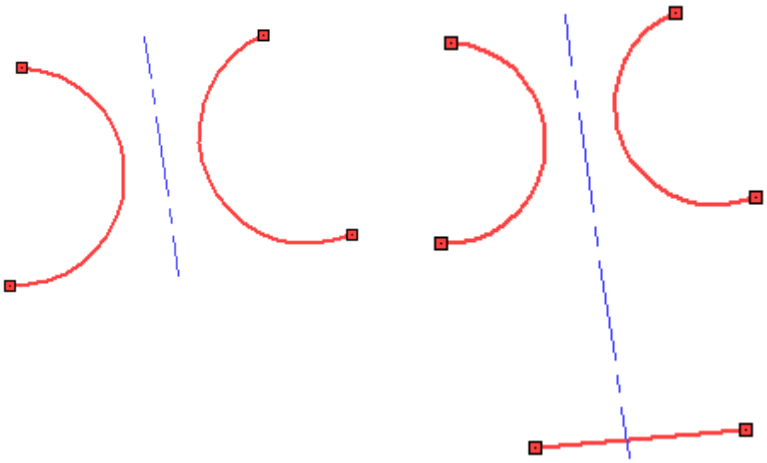
Ось двух концентрических окружностей или дуг

Последовательно выберите две концентрические окружности или дуги окружностей. В результате появится осевая окружность или дуга, находящаяся посередине между выбранными элементами. Осевая дуга ограничивается точками, лежащими на середине дугового расстояния между перпендикулярами к осевой дуге, проведёнными из крайних точек исходных дуг. После выбора дуг необходимо вручную завершить создание оси, после выбора окружностей создание завершается автоматически. Создание оси между окружностью и дугой невозможно.

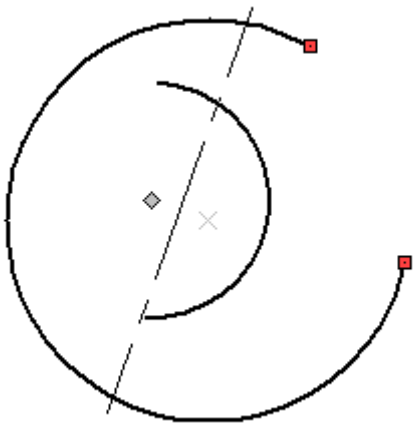


Ось двух неконцентрических дуг одинакового диаметра

Последовательно выберите две неконцентрические дуги окружностей одинакового диаметра. В результате появится предварительное изображение оси симметрии между выбранными дугами. На данном этапе длина осевой линии определяется перпендикулярами к ней, касательными к обеим окружностям. Далее можно либо завершить создание оси в её текущем виде, либо продлить её с одной или двух сторон аналогично созданию осей между двумя отрезками.



Если после создания оси в результате редактирования окружностей их диаметры станут разными, то ось больше не будет соответствовать оси симметрии, но сохранит положение посередине между центрами окружностей.



См. также:

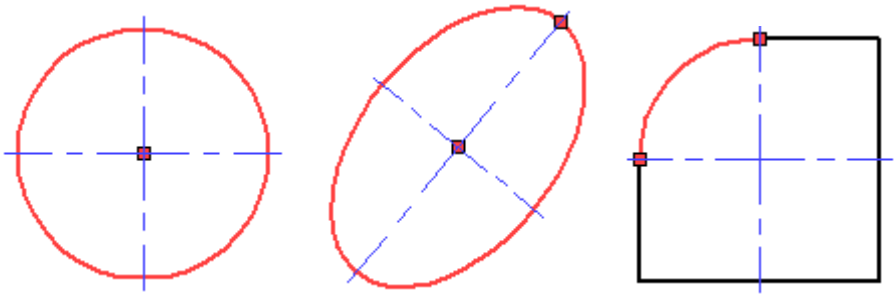
- Оси

Две оси окружности или эллипса

С помощью следующей опции автоменю в команде Оси можно создать одновременно горизонтальную и вертикальную оси окружности или дуги окружности, либо малую и большую оси эллипса или дуги эллипса:

<2> Две оси окружности или эллипса

Для этого достаточно лишь выбрать линию изображения окружности, эллипса или дуги. После выбора исходной линии изображения оси создаются автоматически, не требуя подтверждения.
В качестве пределов для осевых линий используются радиусы выбранных элементов.



См. также:

- Оси

Горизонтальная ось, Вертикальная ось

С помощью следующих опций автоменю в команде **Оси** можно создать по отдельности горизонтальную или вертикальную оси окружности или дуги окружности, либо малую или большую оси эллипса или дуги эллипса:

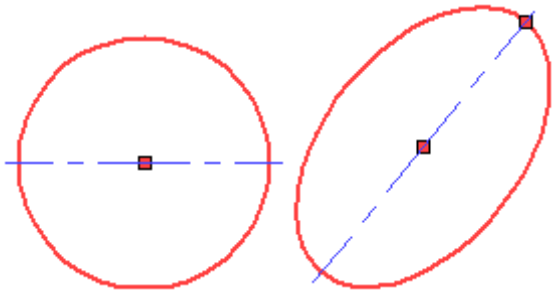
<3> Горизонтальная ось

<4> Вертикальная ось

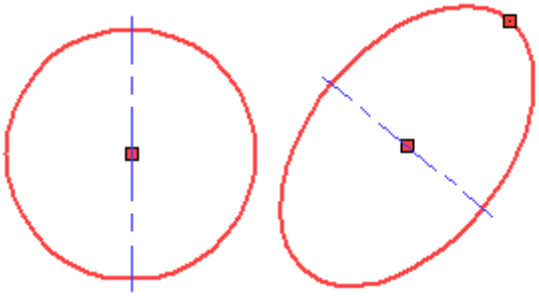
Для этого достаточно лишь выбрать линию изображения окружности, эллипса или дуги. После выбора исходной линии изображения осевая линия создаётся автоматически, не требуя подтверждения.

Для эллипсов и дуг эллипсов опция создания горизонтальной оси создаёт ось, заданную первой при создании эллипса/дуги, а опция создания вертикальной оси – ось, заданную второй при создании эллипса/дуги.

В качестве пределов для осевых линий используются радиусы выбранных элементов.



Горизонтальные оси



Вертикальные оси

См. также:

- Оси

Оси под углом по узлу

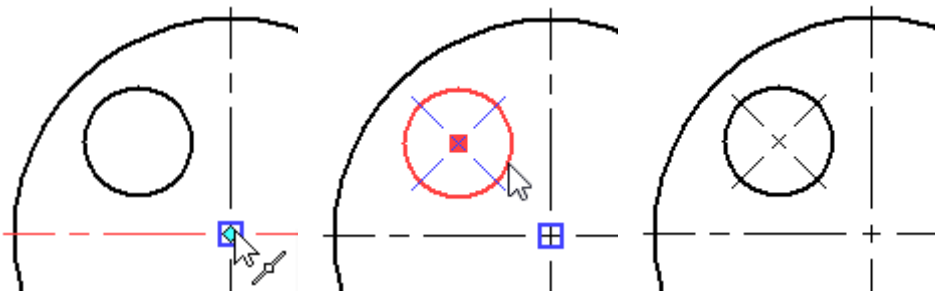
С помощью следующей опции автоменю в команде Оси можно создать две взаимно перпендикулярные прямые оси окружности, эллипса или дуги с углом наклона, подбираемым так, чтобы на одной из осей лежал выбранный узел:

<5> Оси под углом по узлу

Сначала необходимо выбрать узел, а затем – линию изображения окружности, эллипса или дуги. После выбора линии изображения осевые линии создаются автоматически, не требуя подтверждения.

В качестве пределов для осевых линий используются радиусы выбранных элементов.

После создания осей команда остаётся в режиме создания осей под углом относительно того же узла. Для создания ещё одной пары осей достаточно выбрать следующую линию изображения окружности, эллипса или дуги. Чтобы вернуться на стадию выбора узла, достаточно нажать или воспользоваться опцией в автоменю команды.



См. также:

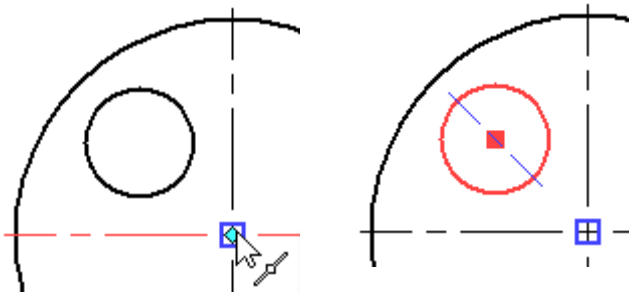
- Оси

Радиальная ось по узлу

С помощью следующей опции автоменю в команде Оси можно создать одну наклонную радиальную ось окружности, эллипса или дуги с углом наклона, подбираемым так, чтобы на оси лежал выбранный узел:

<6> Радиальная ось по узлу

Сначала необходимо выбрать узел, а затем – линию изображения окружности, эллипса или дуги. После выбора осевая линия создаётся автоматически, не требуя подтверждения.
В качестве пределов для осевой линии используются радиусы выбранных элементов.
После создания оси команда остаётся в режиме создания оси под углом относительно того же узла. Для создания ещё одной оси достаточно выбрать следующую линию изображения окружности, эллипса или дуги. Чтобы вернуться на стадию выбора узла, достаточно нажать или воспользоваться опцией в автоменю команды.



См. также:

- Оси

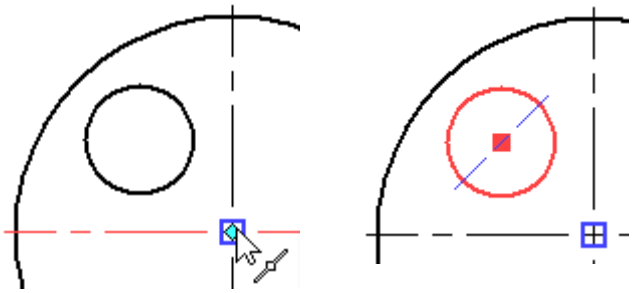
Касательная ось по узлу

С помощью следующей опции автоменю в команде Оси можно создать наклонную радиальную ось окружности, эллипса или дуги, перпендикулярную радиусу, проходящему через выбранный узел:

<7> Касательная ось по узлу

Сначала необходимо выбрать узел, а затем – линию изображения окружности, эллипса или дуги. После выбора осевая линия создаётся автоматически, не требуя подтверждения.
В качестве пределов для осевых линий используются радиусы выбранных элементов.

После создания оси команда остаётся в режиме создания касательной оси относительно того же узла. Для создания ещё одной оси достаточно выбрать следующую линию изображения окружности, эллипса или дуги. Чтобы вернуться на стадию выбора узла, достаточно нажать или воспользоваться опцией в автоменю команды.



См. также:

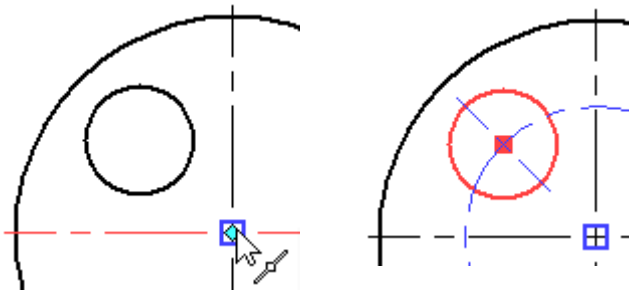
- Оси

Ось по окружности и радиальная ось

С помощью следующей опции автоменю в команде Оси можно создать одновременно наклонную радиальную ось окружности, эллипса или дуги, а также полную осевую окружность. Угол наклона радиальной оси подбирается так, чтобы на ней лежал выбранный узел. Полная осевая окружность имеет центр в выбранном узле и проходит через центр выбранной окружности/эллипса/дуги.

<8> Ось по окружности и радиальная ось

Сначала необходимо выбрать узел, а затем – линию изображения окружности, эллипса или дуги. После выбора осевые линии создаются автоматически, не требуя подтверждения.
В качестве предела для радиальной используется радиус выбранного элемента.
После создания осей команда остаётся в режиме создания осей относительно того же узла. Для создания ещё одной пары осей достаточно выбрать следующую линию изображения окружности, эллипса или дуги. Чтобы вернуться на стадию выбора узла, достаточно нажать или воспользоваться опцией в автоменю команды.



См. также:

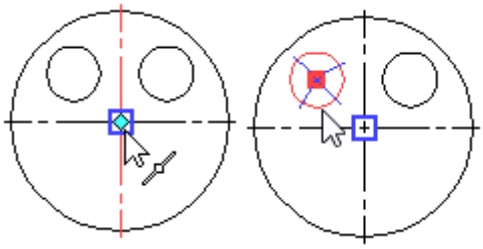
- Оси

Ось по дуге и радиальная ось

С помощью следующей опции автоменю в команде Оси можно создать одновременно наклонные радиальные оси одной или двух окружностей, эллипсов или дуг, а также осевую дугу. Угол наклона радиальной оси подбирается так, чтобы на ней лежал выбранный узел. Осевая дуга имеет центр в выбранном узле и проходит через центр выбранной окружности/эллипса/дуги.

<9> Ось по дуге и радиальная ось

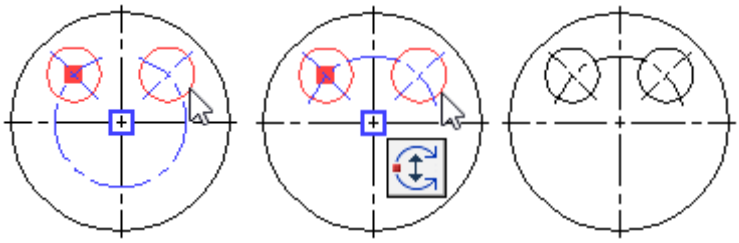
Сначала необходимо выбрать центральный узел, затем - линию изображения окружности, эллипса или дуги. В процессе выбора при наведении курсора на линию изображения появится предварительное изображение осевых линий. В качестве пределов обеих осевых линий на данном этапе используются радиусы выбранной линии изображения.



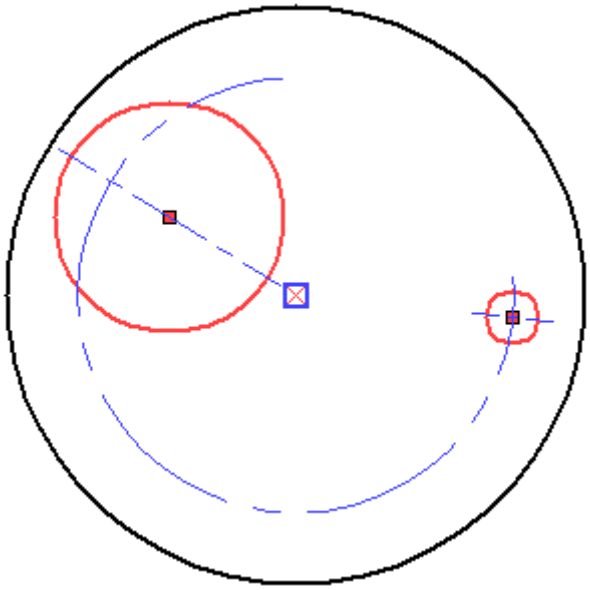
Далее можно либо завершить создание осей в их текущем виде, либо продлить осевую дугу с одной из сторон. Чтобы продлить осевую дугу, нужно дополнительно выбрать ещё одну линию изображения окружности, эллипса или дуги. В результате осевая дуга будет проходить через обе выбранные линии изображения, а на второй линии также появится радиальная ось, угол которой определяется аналогично углу радиальной оси на первой линии. В процессе выбора при наведении курсора мыши на вторую линию изображения на экране динамически отображается вид будущей осевой дуги. В этот момент можно изменить направление дуги с помощью следующей опции автоменю :

<Tab> Изменить направление дуги

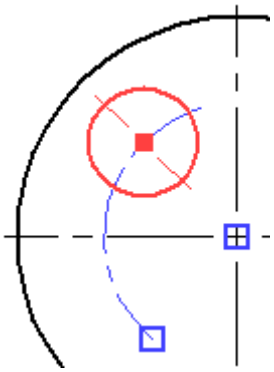
После выбора второй линии изображения создание осей завершается автоматически.



Если центры выбранных окружностей/эллипсов/дуг находятся на разном расстоянии от выбранного центрального узла, то осевая дуга будет проходить через центр первой выбранной окружности/эллипса/дуги.



Вместо второй линии изображения можно выбрать 2D узел. В этом случае дуга будет ограничиваться с одной из сторон выбранным узлом.



См. также:

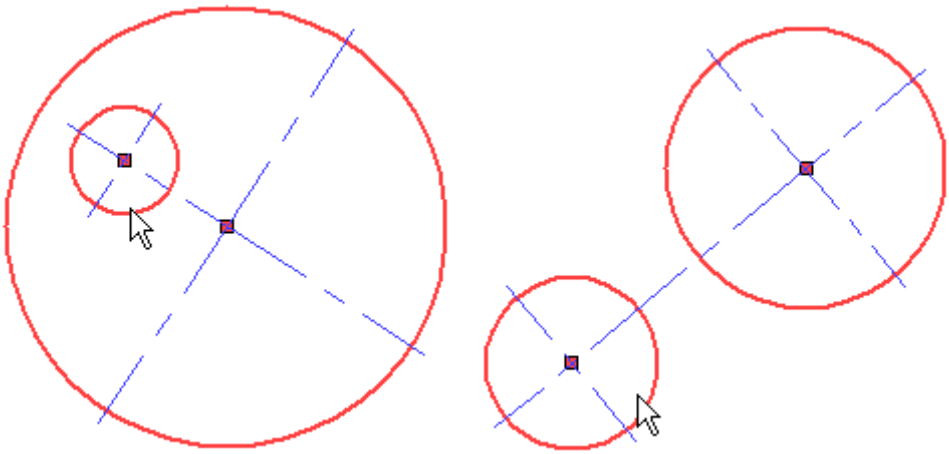
- Оси

Оси между двумя окружностями

С помощью следующей опции автоменю в команде Оси можно создать одновременно три оси двух окружностей, так что одна из осей будет соединять центры этих окружностей, а две другие оси будут перпендикулярны ей:

<A> Оси между двумя окружностями

После активации опции необходимо последовательно выбрать две окружности с помощью . После выбора первой окружности при наведении курсора на вторую показывается предварительное изображение создаваемых осей. После выбора второй окружности создание осей завершается автоматически.



См. также:

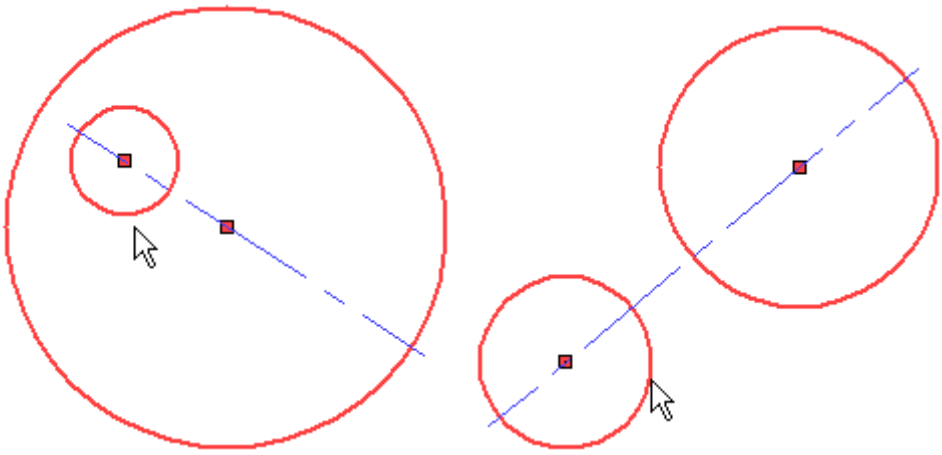
- Оси

Ось между центрами двух окружностей

С помощью следующей опции автоменю в команде **Оси** можно создать ось соединяющую центры двух окружностей:

<B> Ось между центрами двух окружностей

После активации опции необходимо последовательно выбрать две окружности с помощью . После выбора первой окружности при наведении курсора на вторую показывается предварительное изображение создаваемых осей. После выбора второй окружности создание осей завершается автоматически.



См. также:

- Оси

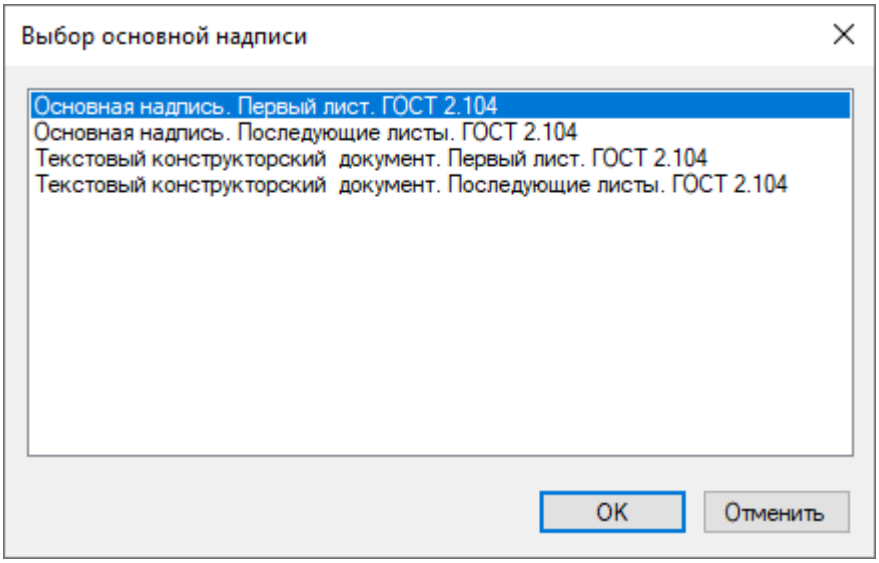
Основная надпись

Модуль оформления чертежей является приложением, которое запускается автоматически при запуске T-FLEX CAD. Запустить приложение вручную можно в команде **Приложения**.

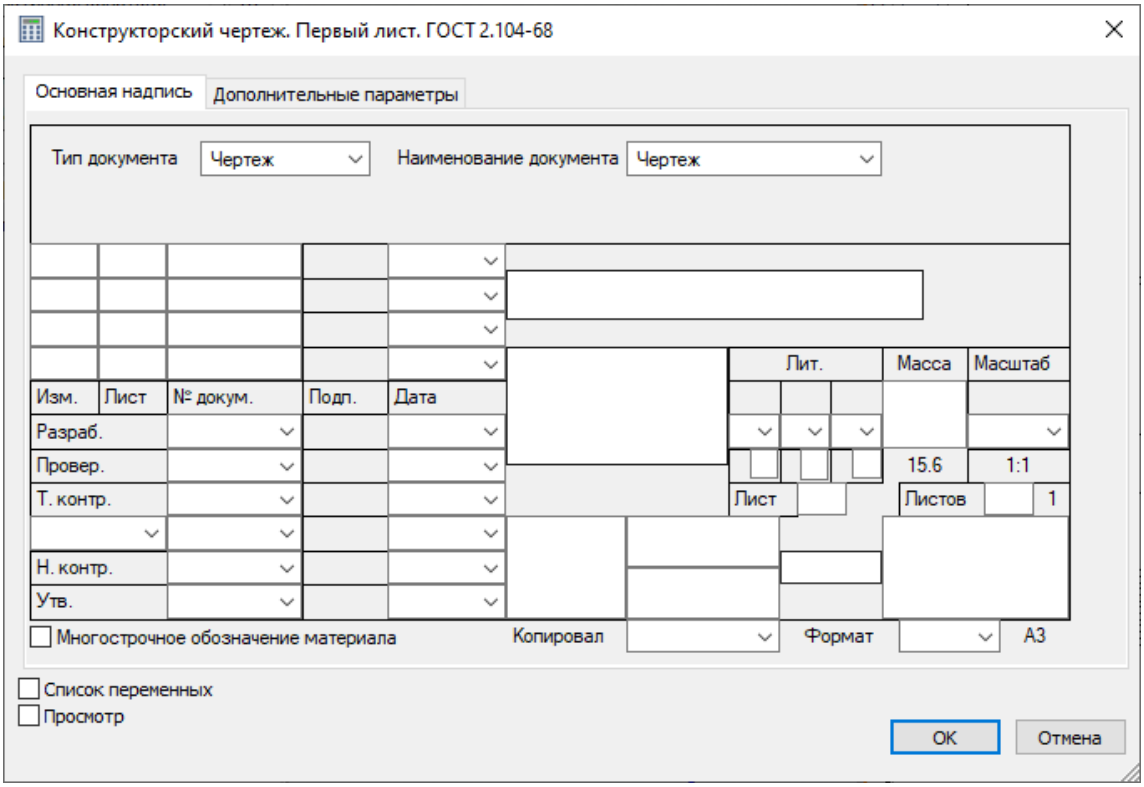
Добавление основной надписи на страницу чертежа

Пиктограмма	Лента
	Оформление > Основная надпись > Создать
Клавиатура	Текстовое меню
	Оформление > Основная надпись > Создать

Команда предназначена для нанесения основной надписи.
После вызова команды необходимо выбрать из списка тип основной надписи.



Вы можете пополнить этот список самостоятельно, создав необходимые для оформления чертежа форматки, и добавив их в список с помощью команды Настройка. После выбора типа на экране появится окно для заполнения основной надписи. Данное окно является диалогом редактирования значений **внешних переменных фрагмента** и по умолчанию отображает диалог, созданный в документе основной надписи с помощью элементов управления.



Флаг **Список переменных** отображает это окно в виде **редактора внешних переменных**.

Следует отметить, что поля форматки **Наименование**, **Обозначение**, **Материал** отображают значения **скрытых переменных**, которые также связаны с данными для спецификации текущего документа. Поэтому при вводе данных в эти поля форматки автоматически заполняются соответствующие данные для спецификации.

Закладка **Дополнительные параметры** позволяет пользователю заполнять поля дополнительных параметров основной надписи чертежа, а также задать **имя шрифта** (параметр **Имя**) и стиль **Курсив** (флаг **Наклон букв**).

При заполнении графы **Материал** можно использовать содержимое словаря. Укажите курсором мыши в графу материала, нажмите правую кнопку мыши и выберите команду **Словарь** (**<F6>**). Затем перейдите на нужную запись словаря и нажмите пиктограмму **Вставить в T-FLEX**. Если было выбрано трёхстрочное обозначение материала, то оно автоматически распределится по трём полям и будет отображаться в виде дроби.

Изменение содержимого полей основной надписи

Пиктограмма	Лента
	Оформление > Основная надпись > Редактировать
Клавиатура	Текстовое меню
-	Оформление > Основная надпись > Редактировать

Команда позволяет изменять содержимое полей основной надписи.

Изменить тип основной надписи

Пиктограмма	Лента
	Оформление > Основная надпись > Изменить тип
Клавиатура	Текстовое меню
-	Оформление > Основная надпись > Изменить тип

Команда позволяет заново выбрать тип основной надписи из списка.

Переместить основную надпись

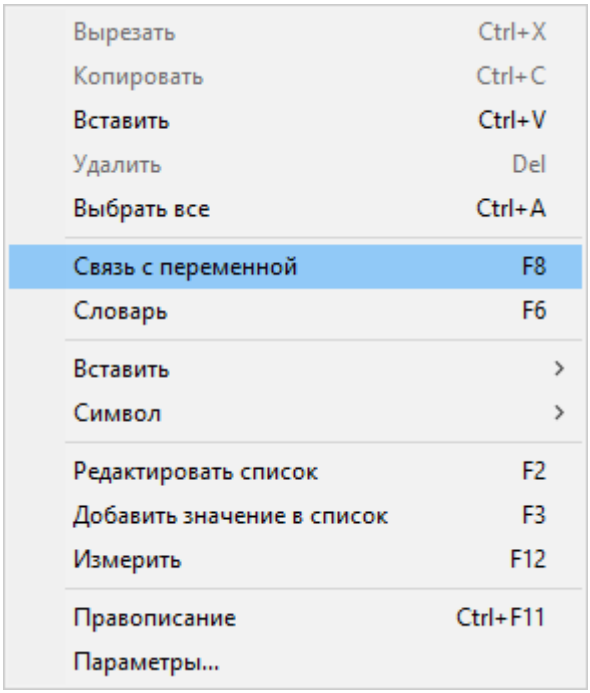
Пиктограмма	Лента
	Оформление > Основная надпись > Переместить > Переместить форматку
Клавиатура	Текстовое меню
-	Оформление > Основная надпись > Переместить

Команда позволяет изменить положение форматки (после вызова на экране появляется динамически перемещаемое изображение форматки). Укажите курсором в нужную точку 2D окна и нажмите - форматка будет перенесена в новое положение.

Другим способом заполнения полей штампа форматки является ввод текста непосредственно на чертеже. Для этого установите текстовой курсор в том поле штампа форматки, которое необходимо заполнить, и нажмите . В указанном поле появится мигающий курсор, это говорит о том, что можно вводить текст, справа от выбранного поля появится кнопка со стрелкой, позволяющая выбрать значение из списка, первоначально список пуст (кроме полей колонки **Дата**). Если есть необходимость заполнить список и в дальнейшем выбирать значения из списка, то в выбранном поле введите необходимый текст и в контекстном меню, вызванном по правой кнопке выберите пункт **Добавить значение в список**.

Т.к. форматка является фрагментом чертежа, то существует другой путь её нанесения - использование команды **Фрагмент**. Если вы хотите использовать одну из стандартных форматок, то при выборе файла фрагмента укажите необходимый документ в библиотеке **Служебные\Форматки**. После этого появится описанный выше диалог редактирования внешних переменных фрагмента.

Следует учесть, что при вставке в текущий документ нескольких основных надписей (например, для чертежей на разных страницах) данные всех надписей будут связаны с одними и теми же переменными текущего документа. В результате содержание полей **Наименование, Обозначение, Материал** всех форматок будет совпадать. При редактировании полей одной основной надписи будет меняться текст во всех форматках. Для отказа от такого режима необходимо отменить установленную связь со скрытыми переменными чертежа и затем задать новое значение поля. Для этого необходимо при любом способе редактирования переменных вызвать для соответствующего поля контекстное меню. В меню необходимо снять пометку у пункта **Связь с переменной**. После этого можно изменять значение текста в текущем поле. Для связи данного поля с новой переменной необходимо ещё раз вызвать ту же команду и задать имя новой переменной в появившемся окне **Вставка переменной**.



При редактировании основной надписи с помощью диалога редактирования внешних переменных фрагмента можно поступить по-другому. Если в этом диалоге установить флажок **Список переменных**, то вместо диалога с элементами управления появится стандартный список внешних переменных фрагмента-форматки. Найдя в нём переменные **naimen1**, **oboznach** (поля **Наименование** и **Обозначение**), а также переменные **Material2**, **Material3**, **Material4** (трёхстрочное обозначение материала), замените их значения на константы.

В некоторых случаях может возникнуть необходимость отказа от автоматической связи переменных форматки с переменными текущего чертежа. Это может потребоваться, например, при частом создании документов, содержащих несколько различных чертежей. В этом случае удобнее отредактировать сам документ форматки так, чтобы при вставке его в текущий документ связь между переменными автоматически не устанавливалась. Для этого необходимо открыть документ форматки, войти в редактор переменных и удалить у вышеперечисленных переменных содержимое параметра **Имя переменной сборки**.

Подбор размера основной надписи.

Вы можете назначить размер листа чертежа и расположенной на нём основной надписи с помощью одной из следующих команд:

Пиктограмма	Лента
	Оформление > Основная надпись > Переместить > Стандартная
Клавиатура	Текстовое меню
	Оформление > Подбор основной надписи > Стандартная

Устанавливает стандартный размер основной надписи.

Пиктограмма	Лента
	Оформление > Основная надпись > Переместить > По габаритам
Клавиатура	Текстовое меню
	Оформление > Подбор основной надписи > По габаритам

Размер и положение основной надписи и листа чертежа подбираются так, чтобы вместить все имеющиеся на странице линии изображения и элементы оформления. Автоматически рассчитанная высота и ширина формата, будет занесена в **Параметры документа** (Параметры документа > Страница > Лист > Размер листа > Формат > Пользователя).

Пиктограмма	Лента
	Оформление > Основная надпись > Переместить > По текущему окну
Клавиатура	Текстовое меню
	Оформление > Подбор основной надписи > По текущему окну

Размер и положение основной надписи и листа чертежа определяются размером 2D окна. Автоматически рассчитанная высота и ширина формата, будет занесена в Параметры документа (Параметры документа > Страница > Лист > Размер листа > Формат > Пользователя).

Обновление основной надписи

См. главу Обновить элементы оформления.

Настройка основной надписи

Пиктограмма	Лента
	Оформление > Настройки > Настройка
Клавиатура	Текстовое меню
	Оформление > Настройка

Позволяет задать следующие группы параметров:

Основные надписи

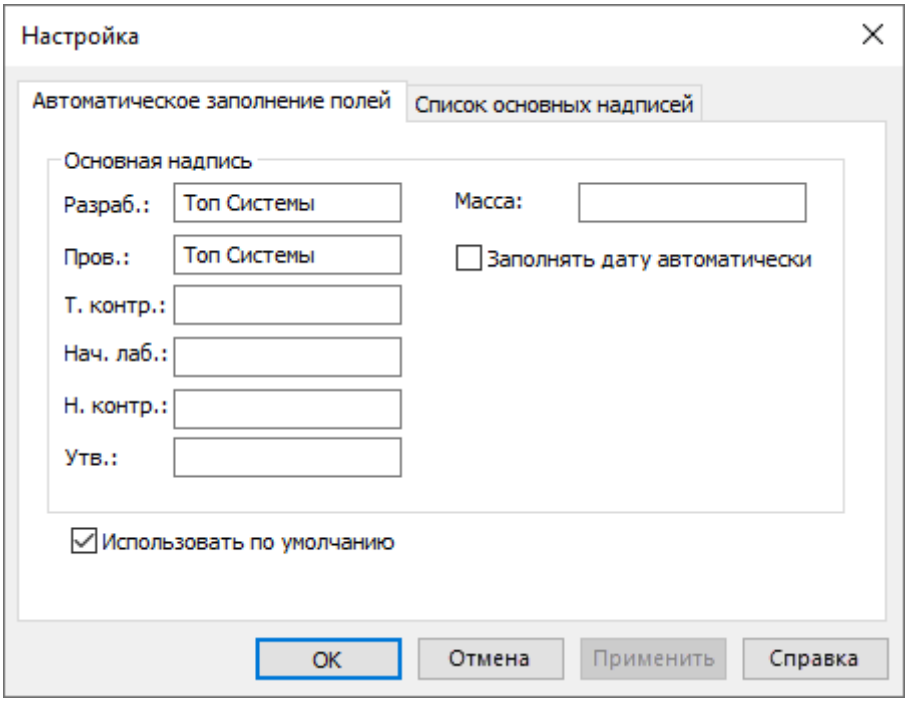
Данная закладка содержит список типов основных надписей, применяемых при оформлении. Изменить данный список вы можете с помощью кнопок **Изменить**, **Добавить**, **Удалить**. Первые две кнопки вызывают одинаковое окно диалога, только в первом случае для существующего типа, а во втором для нового.

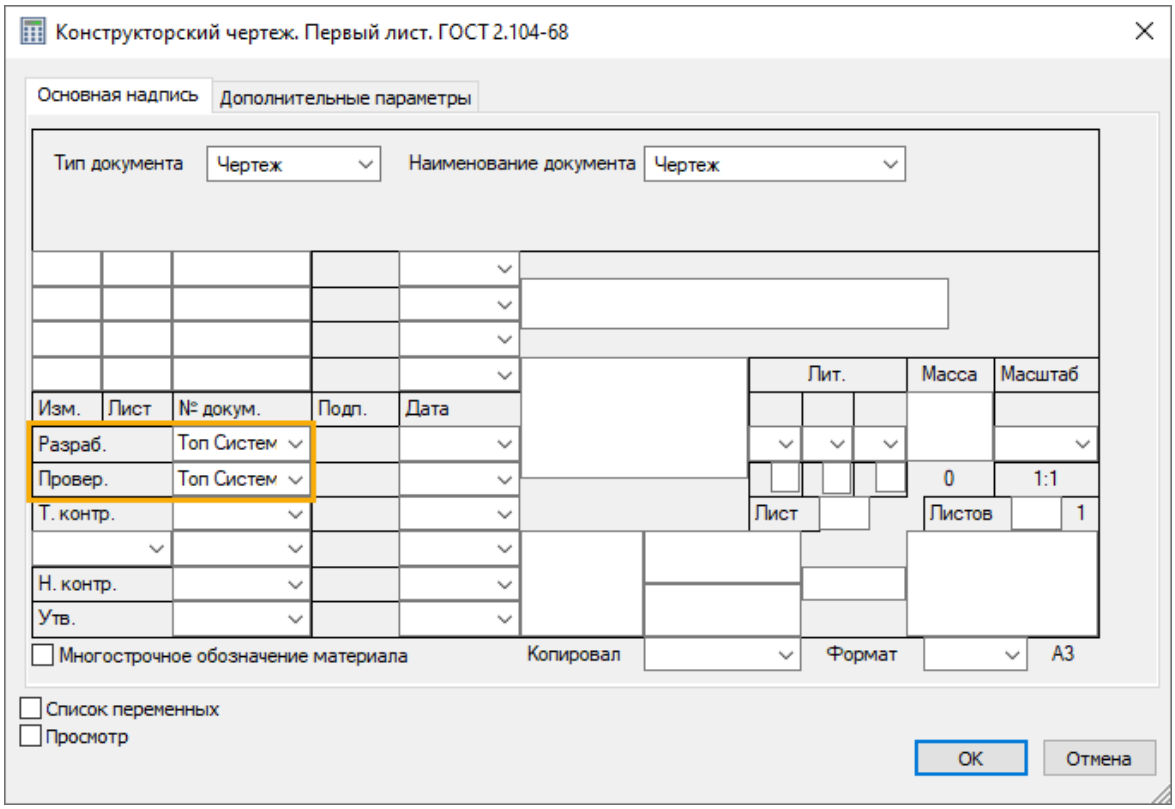
При добавлении или изменении основной надписи требуется указать:

- Название основной надписи.
- Имя файла, в котором хранится чертёж форматки.

Параметры основной надписи

Задаёт значения полей основной надписи. При установленном флаге **Использовать по умолчанию** эти значения будут подставлены по умолчанию в соответствующие поля основной надписи чертежа.





Если вы изменили тип основной надписи чертежа, то система предложит перенести текст технических требований в соответствии с изменившимся размером или положением форматки.

Технические требования

Следует различать технические требования документа и технические требования на странице чертежа.

Технические требования документа создаются и редактируются с помощью команды Тех. требования документа. Такие тех. требования не привязаны к какой-либо странице чертежа и относятся ко всему документу в целом. Например, их можно сначала создать в документе,

содержащем только 3D модель, а потом уже использовать на чертеже. Создание и редактирование тех. требований документа производится в редакторе текста.
Технические требования документа можно вставлять в обычный текст.

Технические требования на странице чертежа создаются с помощью команды **Создать**, а редактируются с помощью команды **Редактировать**. Такие тех. требования привязаны к конкретной странице чертежа. Если их содержимое не умещается на одной странице, оно может быть перенесено на последующие страницы.
Если прямоугольник технических требований был модифицирован вручную (перенесен, изменен размер), то он не будет перемещаться при использовании **Полного пересчета** или **Обновления элементов оформления**. Для перемещения модифицированного прямоугольника тех. требований в стандартное положение, необходимо использовать команду **Восстановить стандартное положение**, которая появляется только для модифицированных тех. требований.
В начале создания технических требований на странице чертежа в них автоматически подставляется текст технических требований документа при наличии таковых. Далее можно отредактировать или удалить подставленный текст. Редактирование текста на странице чертежа не влияет на содержимое тех. требований документа. Тех. требования, созданные на странице чертежа, можно удалить так же, как обычный текст.

Как тех. требования документа, так и тех. требования на странице, можно использовать для создания надписей по тех. требованиям.

Создание технических требований на странице чертежа

Пиктограмма	Лента
	Оформление > Тех. требования > Создать
Клавиатура	Текстовое меню
	Оформление > Технические требования > Создать

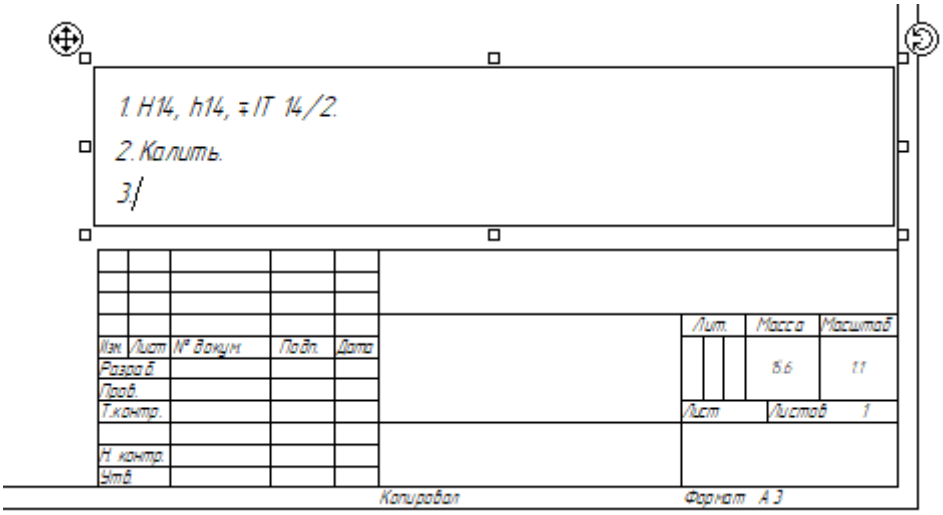
При вызове данной команды на странице чертежа отображается область, в которой вы можете ввести текст технических требований. Если в текущем документе имеются **Тех. требования документа**, то их текст автоматически вставляется в данную область.

> Вставленный текст не сохраняет ассоциативной связи с тех. требованиями документа, т.е. в дальнейшем при изменении тех. требований документа текст тех. требований на странице чертежа не обновляется и наоборот.

Текст технических требований на странице чертежа является параграф-текстом, поэтому его редактирование осуществляется так же, как редактирование обычного параграф-текста. Возможности работы с текстом подробно описаны в разделе Текст.

> Положение и размер области текста технических требований на странице чертежа определяются шаблоном основной надписи. Текст создан таким образом, чтобы его положение и размер изменялись при изменении размера и положения основной надписи.

Создание тех. требований на странице чертежа возможно только после создания основной надписи. До этого момента команда создания тех. требований недоступна.



Редактирование технических требований на странице чертежа

Пиктограмма	Лента
	Оформление > Тех. требования > Редактировать
Клавиатура	Текстовое меню
	Оформление > Технические требования > Редактировать

Вызов этой команды запускает режим редактирования содержимого текста тех. требований, созданных ранее на странице чертежа. Редактирование осуществляется так же, как редактирование обычного параграф-текста. Если тех. требования не созданы на текущей странице чертежа, то данная команда недоступна.

Если установлен флаг **Прозрачное редактирование текстов** (**Параметры документа** > **Страница** > **Вид** > **Текст**), то данная команда запускается автоматически после нажатия в области текста тех. требований.

Также отредактировать текст тех. требований можно с помощью команд для редактирования обычного текста.

Создание/редактирование технических требований документа

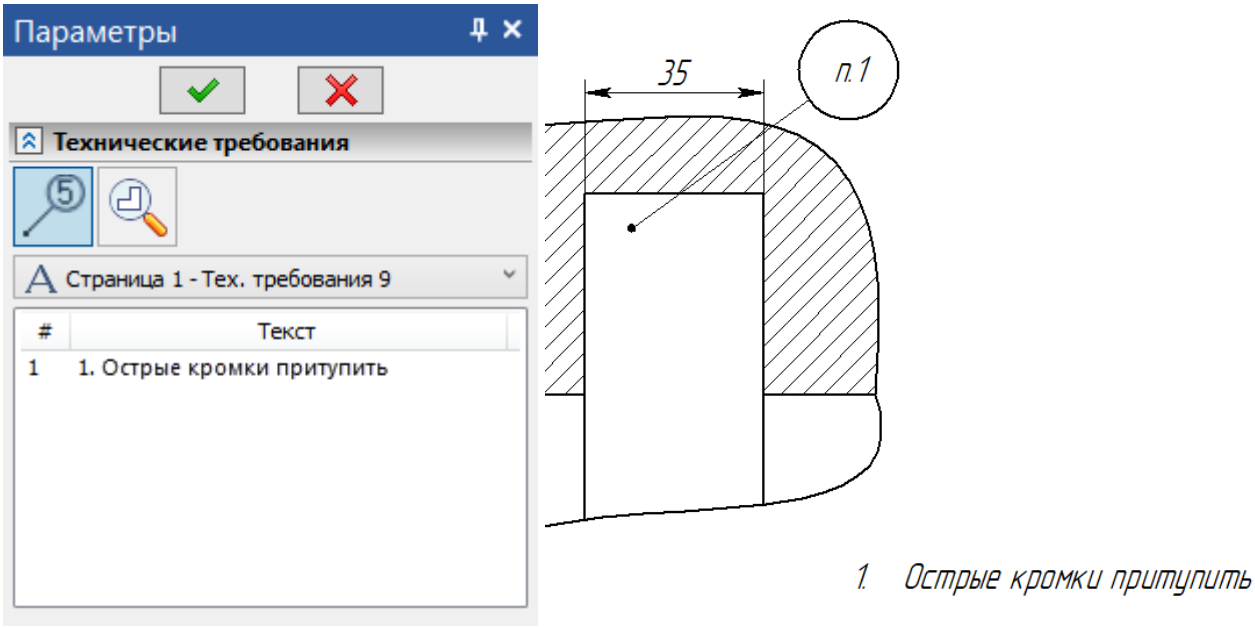
Пиктограмма	Лента
	Оформление > Тех. требования > Тех. требования документа
Клавиатура	Текстовое меню
	Оформление > Технические требования > Техтребования документа...

При вызове данной команды открывается окно редактора текста, где можно ввести текст технических требований документа. Работа с текстом тех. требований осуществляется так же как при работе с обычным текстом.

Надписи по техническим требованиям

Пиктограмма	Лента
	Оформление > Тех. требования > Надписи по Тех. требованиям
Клавиатура	Текстовое меню
	Оформление > Технические требования > Надписи по Тех. требованиям

Команда позволяет создавать и просматривать Надписи, связанные с конкретными пунктами тех. требований.



В верхней части окна параметров команды можно выбрать один из следующих режимов:

Создание;

Подсветка.

Ниже находится выпадающий список, в котором можно выбрать один из доступных в текущем документе наборов тех. требований - тех. требования всего документа или конкретной страницы.

Ещё ниже находится таблица пунктов выбранного набора тех. требований. В первой колонке таблицы # отображается порядковый номер пункта, во второй - **Текст** пункта. Пункты в таблице можно выбирать нажатием .

В режиме **Создание** после выбора пункта в таблице запускается команда создания надписи, в текст основной полки которой автоматически добавлен номер выбранного пункта тех. требований. В параметрах надписи текст, связанный с номером пункта тех. требований, отображается в двойных фигурных скобках. Далее надпись создаётся как описано для команды Надпись. Надписи по тех. требованиям, так же как и обычные надписи, можно создавать не только на чертеже, но и в 3D сцене. После завершения создания отдельной надписи система возвращается к команде **Надписи по тех. требованиям**. Таким образом можно продолжить создавать надписи для разных пунктов тех. требований. Пункты, для которых создана хотя бы одна надпись, подсвечиваются в таблице пунктов. После того как все необходимые надписи созданы можно выйти из команды, нажав одну из кнопок

в заголовке окна параметров или . Между пунктом тех. требований и созданной по нему надписью поддерживается ассоциативная связь. Таким образом, если номер пункта изменился в результате добавления/удаления других пунктов, то текст связанных надписей автоматически обновится после применения команды **Обновить**.

В режиме **Подсветка** после выбора пункта в таблице связанные с ним надписи подсвечиваются в окнах 2D и 3D видов.

См. также

- Текст
- Основная надпись
- Страницы документа
- Надпись
- Параметры шрифта элементов оформления чертежа
- Изменить размер шрифта и стрелок всех элементов на текущей странице

Таблица исполнений

Таблица исполнений содержит информацию о значениях переменных, использованных для получения различных конфигураций модели.
Данный раздел содержит только информацию о таблице. Работа с исполнениями описана в разделе Конфигурации и исполнения.

Основные темы в этом разделе:

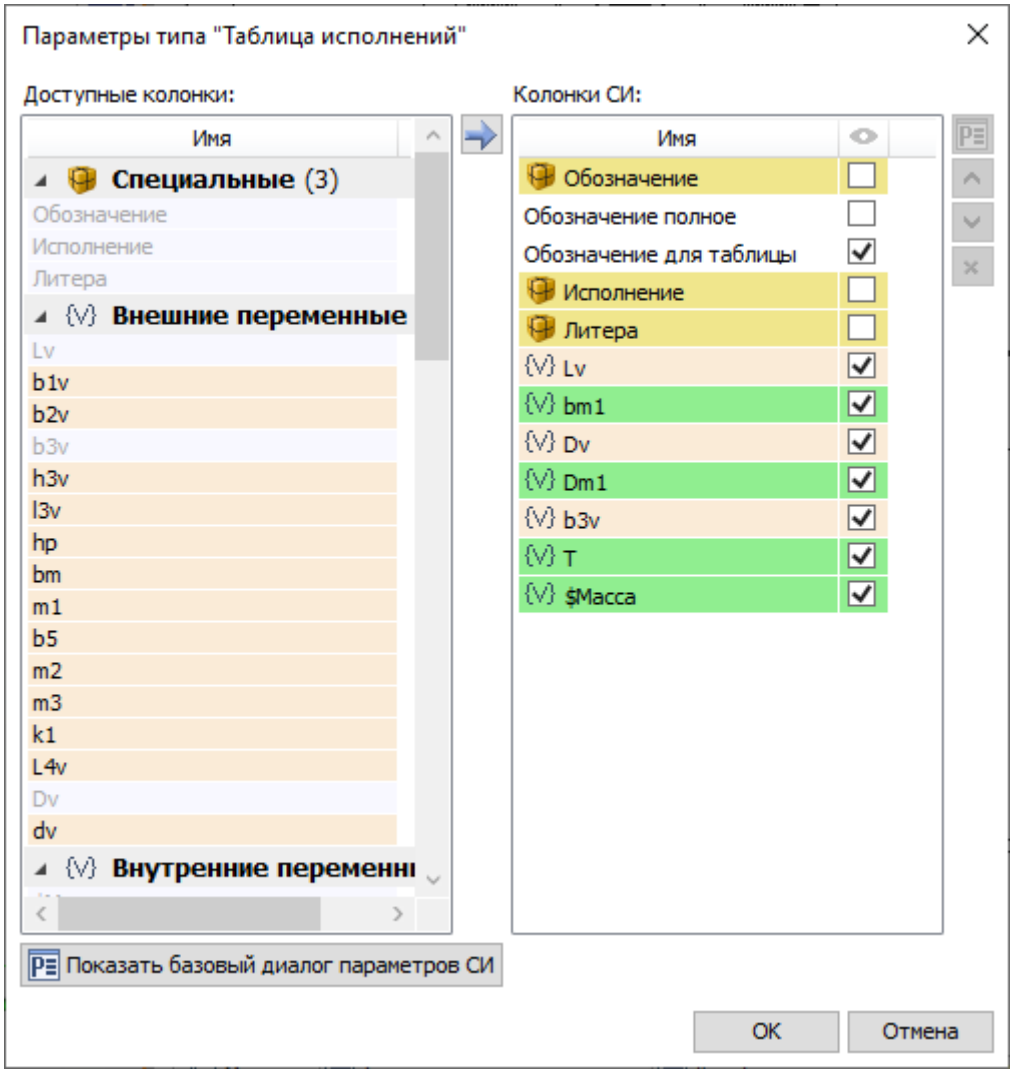
- Создать таблицу исполнений
- Редактировать содержимое таблицы исполнений
- Изменить параметры таблицы исполнений

Создать таблицу исполнений

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Оформление > Таблица исполнений > Создать
Клавиатура	Текстовое меню
	Оформление > Таблица исполнений > Создать

Перед созданием таблицы исполнений необходимо создать сами исполнения. Исполнения создаются в окне **Конфигурации модели**.
После вызова команды создания таблицы исполнений появится диалог **Параметры типа "Таблица исполнений"**. Это упрощённая версия стандартного диалога параметров состава изделия, оптимизированная для быстрого задания набора колонок. Стандартный диалог можно вызвать с помощью кнопки **Показать базовый диалог параметров СИ**, расположенной в нижней части диалога **Параметры типа "Таблица исполнений".**



Список в левой части диалога **Параметры типа "Таблица исполнений"** содержит все колонки, которые могут быть включены в таблицу исполнений. Они сгруппированы по типу: **Специальные**, **Внешние переменные**, **Внутренние переменные**.

Список в правой части диалога содержит колонки, включенные в таблицу исполнений в данный момент. Чтобы включить колонку, выберите её в левом списке и нажмите кнопку между списками.

Для удобства, колонки разного типа выделены разными цветами. Колонки, включенные в таблицу, выделены в левом списке серым цветом.

После выбора колонки в правом списке над ней можно совершить следующие действия с помощью кнопок, расположенных справа:

Параметры
Открыть диалог свойств колонки

Передвинуть вверх

Передвинуть вниз

Удалить элемент из списка

Также для каждой колонки в правом списке можно включить или выключить **Видимость** с помощью флагов.

Диалог **Параметры типа "Таблица исполнений"** не определяет вид таблицы исполнений на чертеже напрямую. Он определяет номенклатуру, порядок и видимость колонок в составе изделия **Таблица исполнений.** Таблица исполнений на чертеже является отчётом по этому составу изделия. Однако, в **Параметрах отчета** для **Таблицы исполнений** по умолчанию включена опция **Инициализировать видимыми колонками**. В результате, номенклатура и порядок колонок таблицы исполнений на чертеже совпадают с номенклатурой и порядком видимых колонок состава изделия, кроме следующих исключений:

- Состав изделия дополнительно содержит служебные колонки, которые не могут быть включены в таблицу на чертеже.

- Первая колонка таблицы на чертеже всегда одна и та же, независимо от колонок состава изделия. Она называется **Обозначение** и содержит данные из колонки состава изделия **Обозначение для таблицы исполнений**. Если удалить колонку **Обозначение для таблицы исполнений** из состава изделия, то первая колонка таблицы на чертеже будет пустой.

Задайте желаемую номенклатуру и порядок колонок, включаемых в таблицу исполнений, и нажмите кнопку **ОК**. Если в текущем документе нет состава изделия типа **Таблица исполнений**, он будет создан в этот момент автоматически. Если такие составы изделия есть, первый из них будет обновлён в соответствии с параметрами, заданными в диалоге.
Далее возле курсора в окне чертежа появится синий прямоугольник, обозначающий предварительные границы таблицы.

Установите желаемое положение таблицы, перемещая курсор, и нажмите . Таблица будет создана.

Высота предварительных границ может отличаться от фактической высоты итоговой таблицы, т.к. количество строк определяется после её позиционирования.

Обозначение	Lv	T	Масса
АБВГ.00.00	178	53.8	9.97
-01	300	43.8	24.24
-02	240	63.8	22.74
-03	350	48.8	37.76
-04	360	83.8	42.26
-05	200	33.8	18.82
-06	300	48.8	18.89
-07	150	41.8	8.92

Документ может содержать несколько таблиц исполнений.

См. также:

- Конфигурации и исполнения

- Состав изделия, отчеты, спецификация
- Параметры состава изделия
- Параметры отчёта
- Редактировать содержимое таблицы исполнений
- Изменить параметры таблицы исполнений

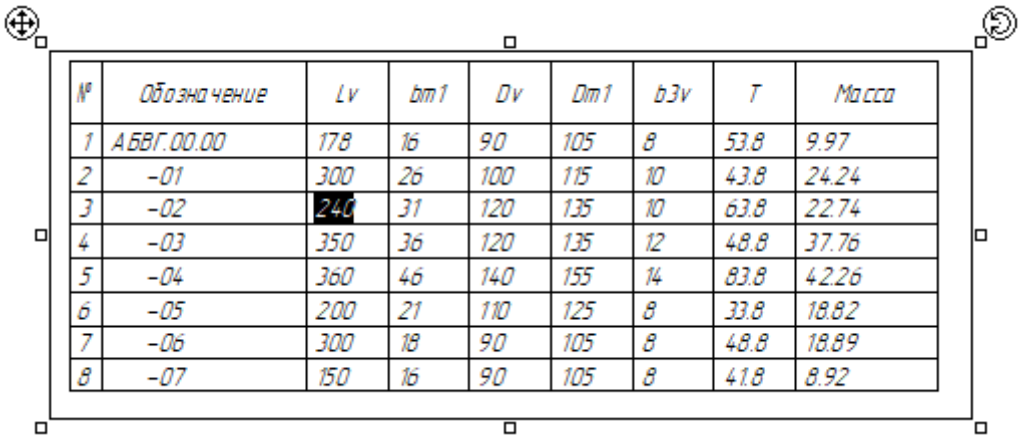
Редактировать содержимое таблицы исполнений

Таблица исполнений и прочие отчёты по составу изделия создаются на основе обычных таблиц, поэтому для них доступны те же инструменты редактирования.

Чтобы вручную отредактировать содержимое таблицы, можно либо нажать в области таблицы, либо воспользоваться следующей командой:

Пиктограмма	Лента
	Оформление > Таблица исполнений > Редактировать содержимое
Клавиатура	Текстовое меню
	Оформление > Таблица исполнений > Редактировать содержимое

Команда вызывает редактирование содержимого последней созданной таблицы исполнений.



№	Обозначение	Lv	bm1	Dv	Dm1	b3v	T	Масса
1	АБВГ.00.00	178	16	90	105	8	53.8	9.97
2	-01	300	26	100	115	10	43.8	24.24
3	-02	240	31	120	135	10	63.8	22.74
4	-03	350	36	120	135	12	48.8	37.76
5	-04	360	46	140	155	14	83.8	42.26
6	-05	200	21	110	125	8	33.8	18.82
7	-06	300	18	90	105	8	48.8	18.89
8	-07	150	16	90	105	8	41.8	8.92

Редактирование содержимого таблицы исполнений и других таблиц отчётов имеет ряд особенностей, по сравнению с редактированием обычных таблиц (см. главу Редактирование отчёта/спецификации).

См. также:

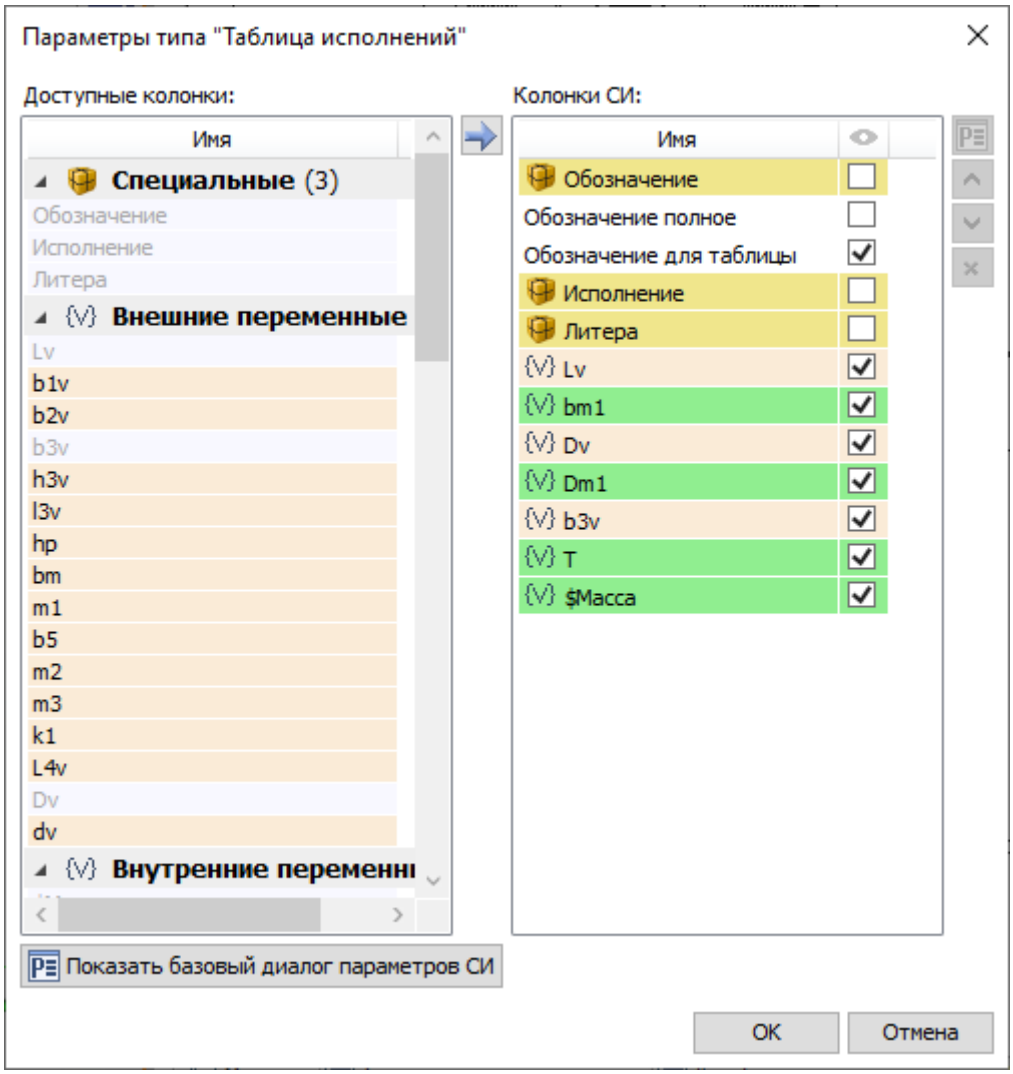
- Конфигурации и исполнения
- Параметры отчёта
- Редактирование отчёта/спецификации)
- Изменить параметры таблицы исполнений
- Таблица
- Параметры шрифта элементов оформления чертежа
- Изменить размер шрифта и стрелок всех элементов на текущей странице

Изменить параметры таблицы исполнений

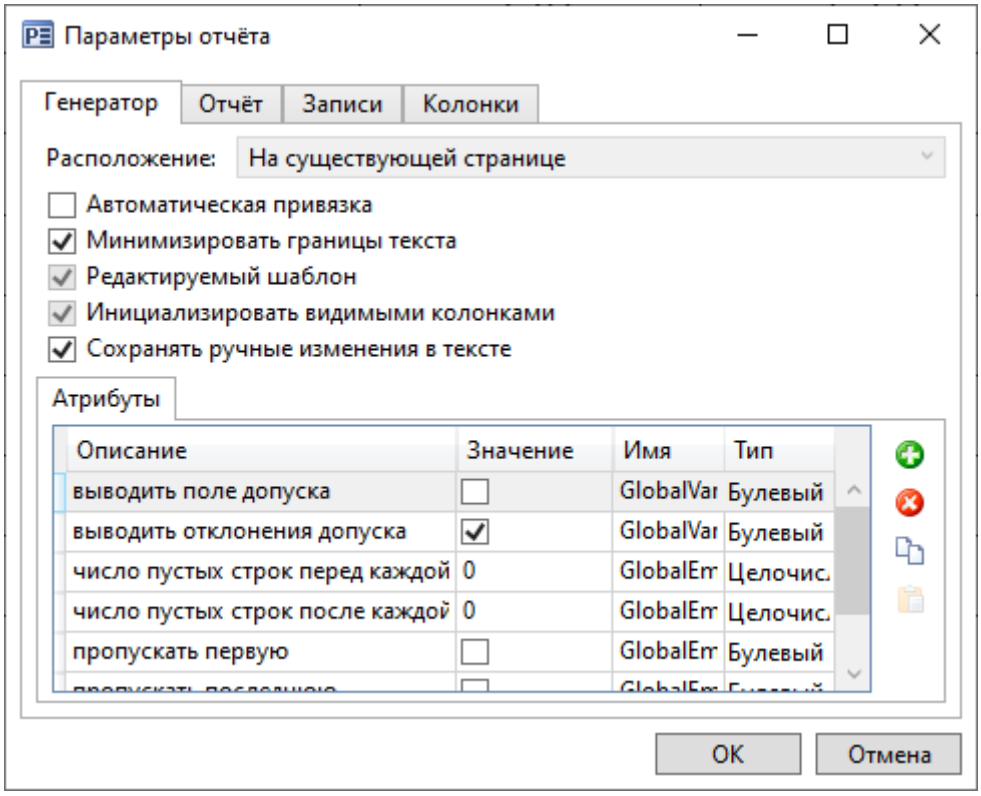
Чтобы добавить новый столбец или внести другие изменения в параметры отчёта для последней созданной таблицы исполнений, можно воспользоваться следующей командой:

Пиктограмма	Лента
	Оформление > Таблица исполнений > Изменить параметры
Клавиатура	Текстовое меню
	Оформление > Таблица исполнений > Изменить параметры

После вызова команды откроется окно **Параметры типа "Таблица исполнений"**, аналогичное вызываемому при создании таблицы. Задайте желаемую номенклатуру и порядок колонок, включаемых в таблицу, и нажмите кнопку **OK.** Состав изделия **Таблица исполнений** будет обновлён в соответствии с заданными параметрами.



Далее, в отличие от создания новой таблицы, дополнительно появится диалог **Параметры отчета**. Для таблицы исполнений в параметрах отчета доступны дополнительные атрибуты. Измените параметры отчета, если это необходимо, и снова нажмите **OK**. Таблица на чертеже будет обновлена в соответствии с заданными параметрами.



См. также:

- Конфигурации и исполнения
- Параметры состава изделия
- Параметры отчёта
- Редактировать содержимое таблицы исполнений

Таблица отверстий

Пиктограмма	Лента
	Оформление > Таблица отверстий > Создать
Клавиатура	Текстовое меню
<THR>	Оформление > Таблица отверстий > Создать

Команда позволяет создать на чертеже таблицу, содержащую список отверстий и их параметры. Таблицу удобно использовать, когда чертёж насыщен отверстиями разных типов, и нет возможности образмерить все отверстия. В таблицу автоматически попадают данные о **цилиндрических** отверстиях, созданных различными способами (командой **Отверстие**, командой **Выталкивание** с **Булевым вычитанием**, отверстия в импортированной геометрии и др.), а также об отверстиях с конической резьбой, созданных командой **Отверстие.** При этом учитываются только отверстия, **видимые** на выбранной проекции.

Вызов команды возможен только после создания хотя бы одной проекции на чертеже.

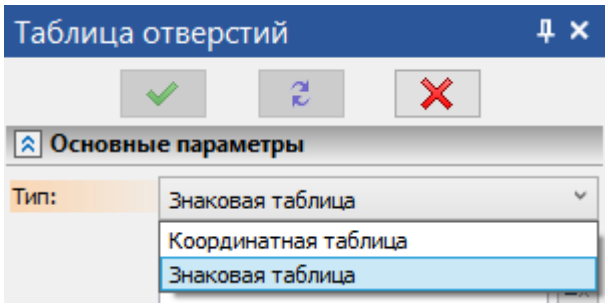
После вызова команды необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать тип таблицы (координатная или знаковая).
2. Выбрать одну (для координатной таблицы) или несколько (для знаковой таблицы) проекций.
3. Выбрать набор колонок (необязательное действие).

4. Выбрать набор используемых условных графических обозначений (необязательное действие, доступное только для знаковой таблицы).
5. Подтвердить заданные параметры (или <**Ctrl**> + <**Enter**>).
6. Задать локальную систему координат (только для координатной таблицы).
7. Разместить таблицу на чертеже.

Таблицы отверстий создаются на основе специального типа состава изделия.

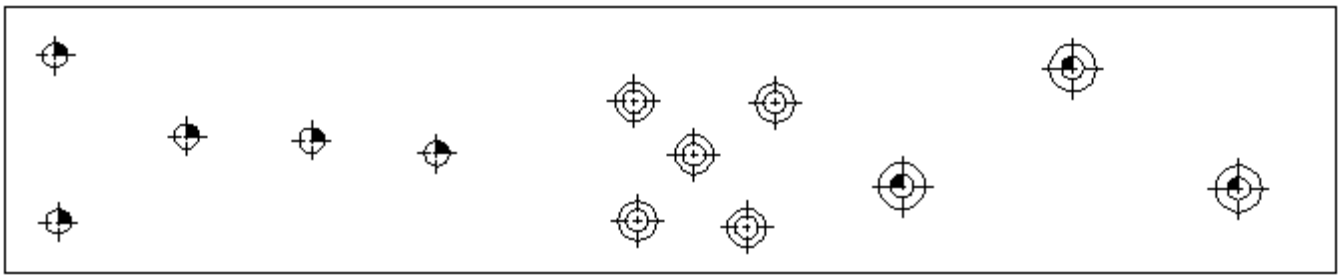
Типы таблицы отверстий



В выпадающем списке **Тип** в верхней части окна параметров команды можно выбрать один из следующих типов таблицы:

- **Знаковая таблица**

  При создании такой таблицы поверх изображения каждого отверстия на проекции накладывается стандартное условное графическое обозначение (УГО). Каждое УГО соответствует определённому набору геометрических характеристик отверстия. Таблица показывает, какое УГО соответствует каким геометрическим параметрам.

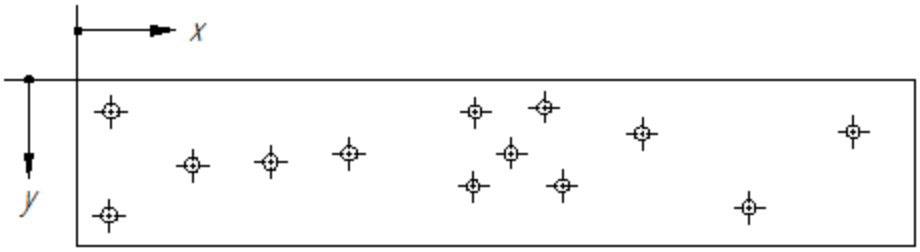


Проекция 6

Обозначение	Размер	Диаметр цековки	Высота цековки	Угол конуса зенковки	Диаметр конуса зенковки	Количество
	ø2.9	5	3	45	-	5
	ø2.9	-	-	90	6	3
	ø3.2	-	-	-	-	5

Знаковая таблица и проекция с соответствующими УГО

- **Координатная таблица**
  При создании такой таблицы необходимо задать локальную систему координат. Далее для каждого отверстия выбранной проекции будут рассчитаны координаты центра в заданной системе и эти координаты приводятся в таблице.

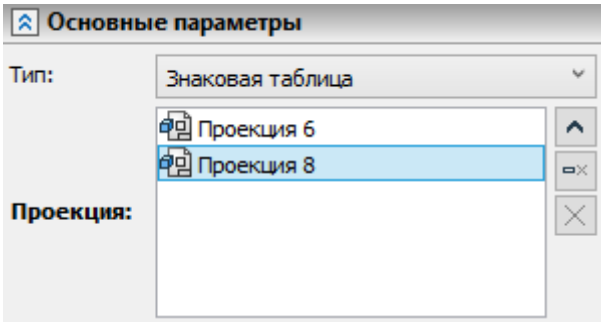


Проекция 8

Размер	X	Y
⌀ 2.9	88.56	15.13
⌀ 2.9	98.94	21.76
⌀ 2.9	95.28	5.72
⌀ 3.2	6.93	6.46
⌀ 2.9	81.28	6.66
⌀ 2.9	158.47	10.71
⌀ 2.9	137.18	26.18
⌀ 2.9	115.25	11.08
⌀ 2.9	80.87	21.87
⌀ 3.2	6.46	27.79
⌀ 3.2	23.38	17.43
⌀ 3.2	39.46	16.89
⌀ 3.2	55.52	15.19

Координатная таблица и проекция с соответствующей системой координат.

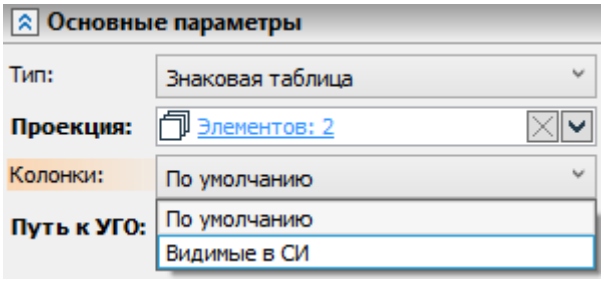
Выбор проекций



После выбора типа таблицы необходимо выбрать проекции, отверстия которых будут учтены в таблице. Для выбора наведите курсор на желаемую проекцию и нажмите . Название и иконка выбранной проекции будут добавлены в список **Проекция** в окне параметров. Проекции в списке можно также выбирать нажатием . С помощью кнопок, расположенных справа от списка его можно **Свернуть**, **Развернуть**, **Очистить** или **Удалить элемент** из списка.

Для **координатной** таблицы можно выбрать только одну проекцию; для **знаковой** таблицы - любое количество проекций.

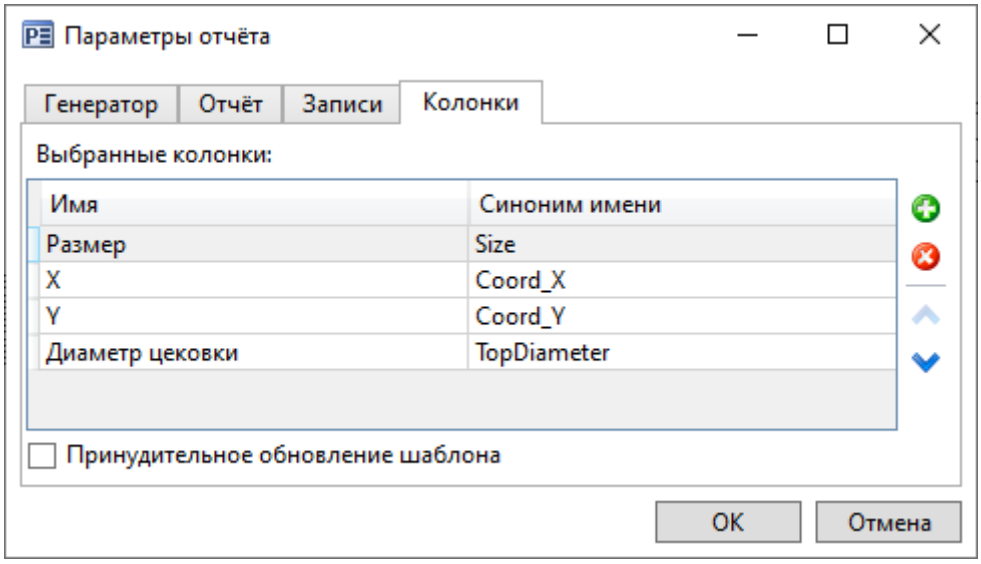
Выбор набора колонок



В поле **Колонки** в окне параметров можно выбрать одну из следующих опций:

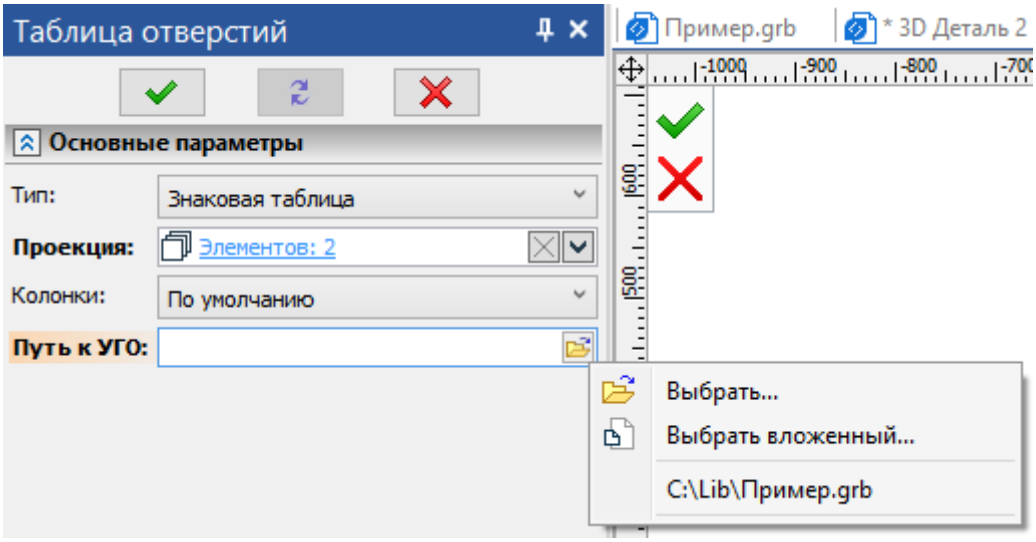
- **По умолчанию**
  Для **знаковой** таблицы будут отображены колонки **Обозначение, Размер, Диаметр цековки** и **Количество**.
  Для **координатной** таблицы будут отображены колонки **Размер, X, Y** и **Диаметр цековки**.
  Набор колонок, отображаемых по умолчанию можно настроить, изменив шаблон отчёта в параметрах состава изделия. Шаблоны, используемые по умолчанию, находятся в папке **T-FLEX CAD 17\Program\ProductStructs\ReportTemplates.**
- **Видимые в СИ**
  Набор колонок в таблице будут соответствовать набору колонок, видимому для таблицы отверстий в окне **Состав изделия,** кроме ряда служебных колонок. Для знаковой таблицы будет дополнительно добавлена колонка **Обозначение.** По умолчанию в окне **Состав изделия** отображается ограниченный набор колонок, тогда как данные для таблицы отверстий содержат намного больший набор параметров отверстий. Выберите необходимые колонки с помощью кнопки , расположенной в правом верхнем углу окна **Состав изделия** или с помощью контекстного меню заголовков колонок, либо настройте видимость колонок в диалоге параметров состава изделия.

Если при создании таблицы использована опция **Видимые в СИ**, то набор её колонок можно отредактировать позже с помощью диалога параметров отчёта.



Диалог можно вызвать, нажав на таблице и выбрав пункт **Параметры отчёта** в появившемся контекстном меню..

Выбор набора используемых УГО



По умолчанию при создании знаковой таблицы УГО отверстий создаются на основе параметрического 2D фрагмента, хранящегося в файле **T-FLEX CAD 17\Библиотеки\Служебные\Hole Symbols\Hole Symbol.grb.**

Путь к используемому файлу обозначений отображается в окне параметров в поле **Путь к УГО**. С помощью кнопки **Открыть**, расположенной в правой части поля, можно выбрать другой файл обозначений. Если в данный момент не открыто ни одного сохранённого документа, то по нажатию этой кнопки сразу открывается окно выбора файла используемой операционной системы. В противном случае, появляется выпадающее меню со списком открытых файлов и следующими кнопками:

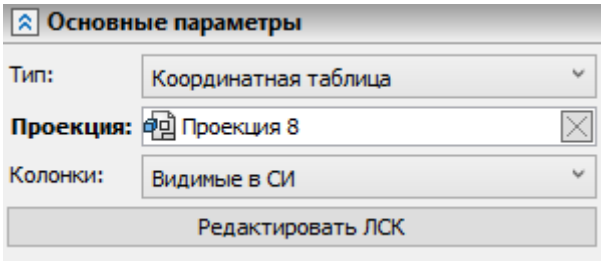
- **Выбрать**
  Позволяет выбрать файл на диске в стандартном окне выбора файлов текущей операционной системы.
- **Выбрать вложенный...**
  Позволяет выбрать файл из списка внутренних документов при наличии таковых в текущем документе.

Используемый файл должен содержать параметрический 2D фрагмент, имеющий следующие внешние переменные:

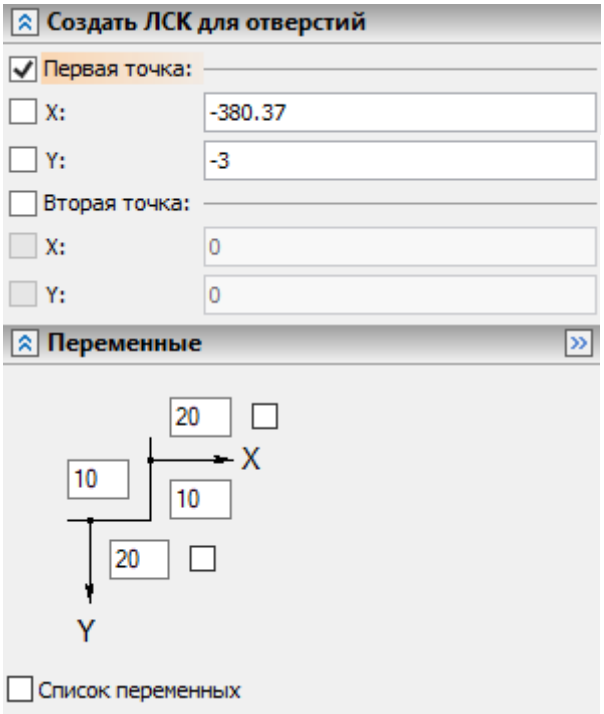
- **x1** - координата X центра отверстия;
- **y1** - координата Y центра отверстия;
- **d** - диаметр отверстия;
- **index** - индекс, при присвоении которого меняется форма и/или цвет обозначения.

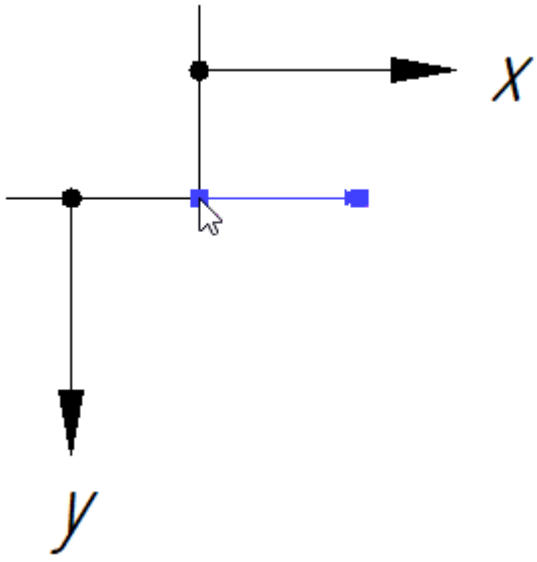
ЛСК для таблицы отверстий

При создании координатной таблицы отверстий после выбора проекции необходимо задать локальную систему координат в которой будут указаны координаты отверстий. ЛСК для таблицы отверстий создаётся на основе параметрического 2D фрагмента, хранящегося в файле **T-FLEX CAD 17\Библиотеки\Служебные\Hole Symbols\Holes LCS.grb.** Если выбранная проекция уже содержит такую ЛСК (такое возможно, например, после удаления ранее созданной координатной таблицы), то можно её отредактировать, нажав кнопку **Редактировать ЛСК**, расположенную в нижней части окна параметров. Редактирование имеющейся ЛСК производится аналогично созданию новой.



Если выбранная проекция не содержит ЛСК для таблицы отверстий, то необходимо подтвердить ввод нажатием или **<Ctrl>+<Enter>**, после чего начнётся процесс вставки фрагмента. На экране появится предварительное изображение ЛСК, следующее за курсором. Для вставки необходимо указать две точки, определяющие вектор привязки фрагмента. Для указания точек установите курсор в желаемое место чертежа и нажмите , либо введите координаты в окне параметров на вкладке **Создать ЛСК** для отверстий. Также в окне параметров доступна вкладка **Переменные** (диалог внешних переменных фрагмента), на которой можно изменить внешний вид изображения ЛСК. Числовые поля задают длину соответствующих элементов изображения, а флаги позволяют сменить направление осей на обратное. После задания необходимых параметров ЛСК снова подтвердите ввод нажатием или **<Ctrl>+<Enter>**. Далее необходимо будет задать положение таблицы на чертеже.





Положение таблицы на чертеже

После того как заданы все необходимые параметры таблицы отверстий, необходимо подтвердить ввод.

В результате, если на текущей странице уже есть таблица отверстий такого же типа, то новая таблица мгновенно появится на чертеже, заменив собой имеющуюся, и работа с командой завершится.

Если на текущей странице нет таблицы такого же типа, то появится предварительное изображение её контура в виде синего прямоугольника, верхний левый угол которого следует за курсором.

Высота предварительного изображения не соответствует итоговой высоте таблицы, т.к. количество строк будет определено позже.

Установите курсор в желаемую точку и нажмите . Таблица будет создана.

Состав изделия и шаблон отчёта для таблицы отверстий

Таблица отверстий является особой формой отчета по специальному составу изделия. Если на момент вызова команды создания таблицы отверстий в документе нет состава изделия типа **Таблица отверстий**, то он создаётся автоматически. В состав изделия попадают отверстия, видимые на всех проекциях, имеющихся на всех страницах в текущем документе. Учитываются только **цилиндрические** отверстия, созданные различными способами, а также отверстия с конической резьбой, созданные командой **Отверстие.** Если одно и то же отверстие видно на нескольких проекциях, то для него создаётся несколько записей состава по количеству проекций. Информация о зенковках и цековках доступна, только если они созданы командой **Отверстие.**

После выбора проекции в таблицу на чертеже попадают только те записи состава, которые соответствуют выбранной проекции. При этом учитываются только отверстия, **видимые** на выбранной проекции. Отверстия, не видимые при текущем направлении проецирования, не попадают в таблицу, даже если они показаны на проекции штриховыми линиями.

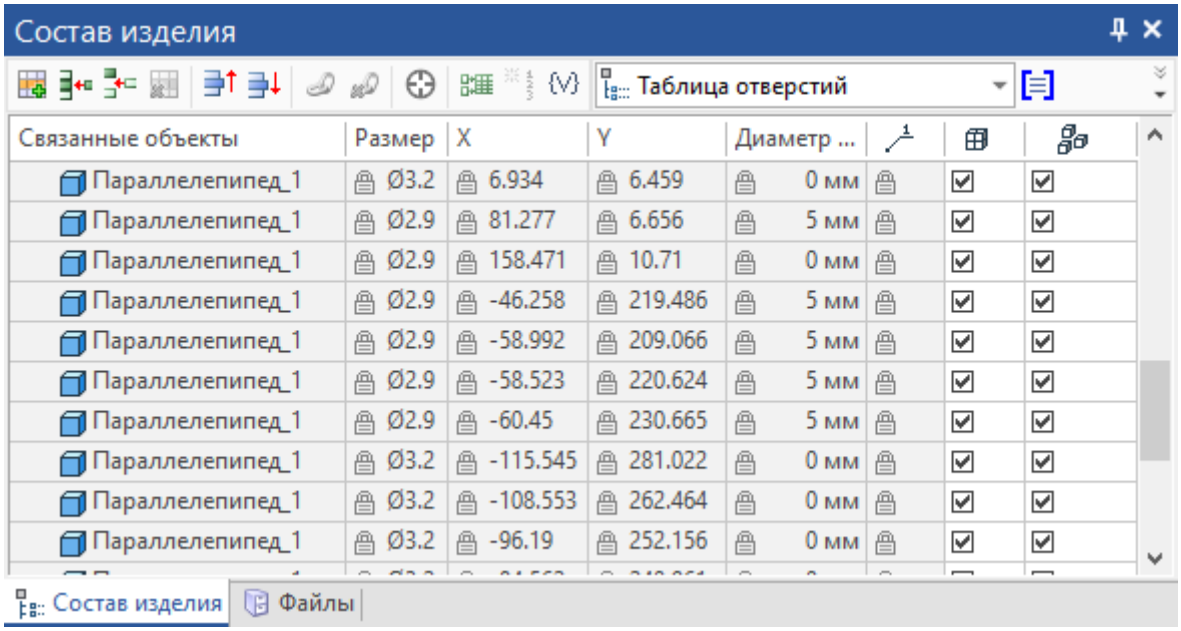
По умолчанию для таблицы отверстий используются шаблоны отчёта, хранящиеся в папке **T-FLEX CAD 17\Program\ProductStructs\ReportTemplates\HoleReports**. При необходимости можно создать пользовательский шаблон отчёта и заменить шаблон имеющейся таблицы в диалоге параметров отчёта. Кроме того, уже созданную таблицу можно редактировать вручную с помощью стандартных средств редактирования таблиц T-FLEX CAD, но изменения, внесённые таким способом, будут утрачены после пересчёта таблицы .

Состав изделия для таблицы отверстий также может быть создан без размещения таблицы на чертеже. Для этого необходимо воспользоваться следующей командой:

Пиктограмма	Лента
	Оформление > Таблица отверстий > Данные для таблицы отверстий
Клавиатура	Текстовое меню
<THS>	Оформление > Таблица отверстий > Данные для таблицы отверстий

Работа с данными для таблицы отверстий осуществляется с помощью стандартных механизмов управления составом изделия T-FLEX CAD.

Если часть отверстий, попавших в состав изделия, необходимо исключить из таблицы, следует в окне **Состав изделия** снять для них флаг **Включать в отчёты/спецификации текущего документа**. Отверстия, соответствующие записи, выбранной в данный момент в окне **Состав изделия**, подсвечиваются на проекциях и в 3D сцене. Данные о координатах отверстий заполняются в составе изделия только после создания координатной таблицы на чертеже, т.к. до этого момента не задана система координат для их расчёта.

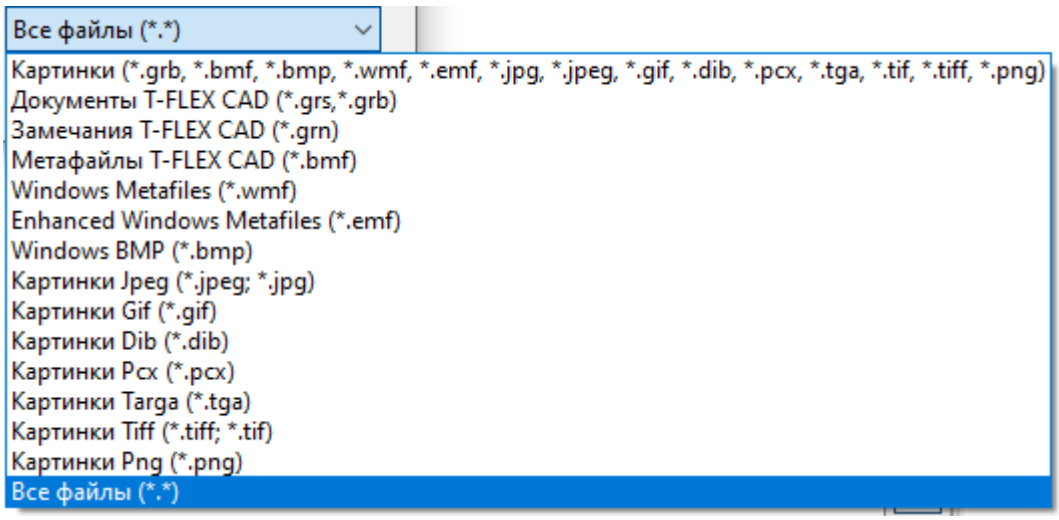


Картинка

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Оформление > Картинка Сборка (2D) > Сборка > Картинка Листовой металл (2D) > Оформление > Картинка Рабочая плоскость > Оформление > Картинка
Клавиатура	Текстовое меню
<IP>	Чертёж > Картинка

В чертёж T-FLEX CAD можно добавить векторные или растровые изображения, хранящиеся в файлах различных графических форматов:



Метафайлы T-FLEX CAD являются графическим образом чертежа T-FLEX CAD, не требуют параметрического пересчета и быстро выводятся на экран. На диске они хранятся с расширением *.bmf. Метафайлы можно получить в команде Экспорт или в результате анимации (команда Анимировать модель).

Эти изображения могут быть вставлены с различным масштабом, под различными углами и привязаны к узлам, что позволяет параметрически задавать их положение на чертеже. В отличие от фрагментов картинки сами по себе не являются параметрическими, не имеют переменных или специальных элементов привязки.
Для растровых картинок можно задавать прозрачный цвет фона.

Связь с исходным файлом. Механизм ссылок

Картинки, так же как фрагменты и базы данных, используют механизм ссылок, позволяющий управлять связями объектов с исходными файлами. Каждая картинка связана с объектом «ссылка», который указывает источник внешних данных.
Напомним, что объект ссылки может быть внешним (внешний файл) и внутренним (скопированная из внутреннего файла и сохранённая внутри основного документа картинка, документ фрагмента и т.п.). Управление ссылками осуществляется в окне Структура сборки.

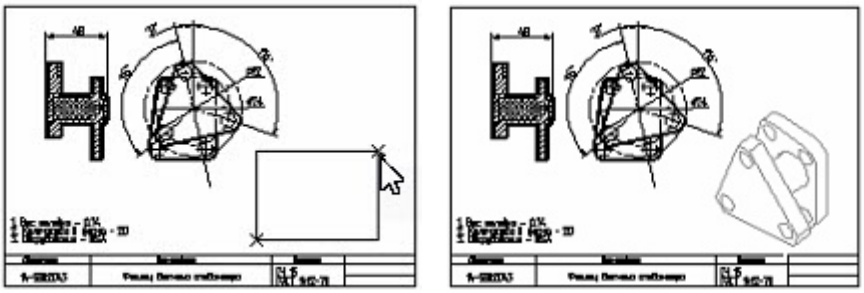
Ссылки на файлы используются для 2D и 3D фрагментов, картинок. Команда Обновить ссылки обновляет все ссылки на файлы.

По умолчанию картинка использует внешнюю ссылку на исходный файл. Изменив ссылку на внутреннюю в окне Структура сборки, можно сохранить картинку непосредственно в файле чертежа (без связи с исходным файлом).
Внутренний документ-картинка может также создаваться автоматически сразу при вставке картинки. В этом случае созданная картинка будет связана сразу с двумя ссылками: на внешний документ (исходный файл) и на внутренний документ. Такая картинка будет работать как внутренняя, сохраняя изображение исходного документа в том виде, в каком оно было на момент вставки, но для неё сохраняется возможность при необходимости обновлять внутреннее изображение из внешнего файла.
Картинки на основе файла *.grb всегда создаются как внутренние с сохранением связи с исходным файлом.

Способы привязки на чертеже

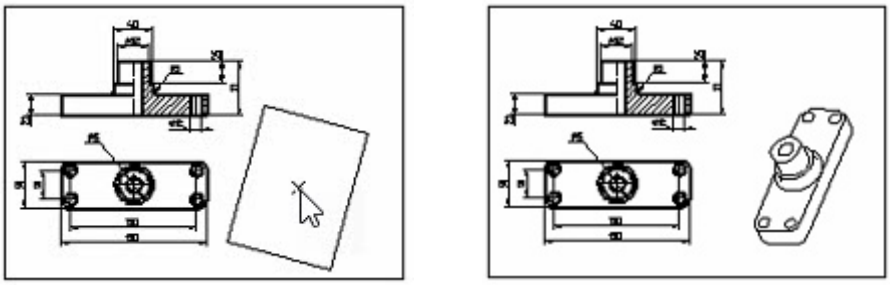
Положение картинки на чертеже может задаваться следующим способами:

С помощью двух угловых точек привязки. Графическое изображение картинки ограничено прямоугольником. Задавая два противоположных угла этого прямоугольника на чертеже, можно менять положение и размер изображения картинки на чертеже. При этом исходные пропорции картинки не сохраняются. Она вписывается в заданный прямоугольник.



Угловые точки картинки можно привязать к узлам чертежа. Это позволит параметрически управлять положением и размером изображения картинки. Дополнительно можно задать угол поворота изображения картинки относительно её центра.

С помощью одной точки привязки, угла поворота и масштаба. В этом случае в качестве точки привязки используется одна опорная точка. Как и в предыдущем способе, точка привязки может быть связана с узлом чертежа.



Создание картинки

После вызова команды в автоменю появляются опции для создания картинки, а в окне параметров - параметры команды.

Выбор исходного файла и способа привязки

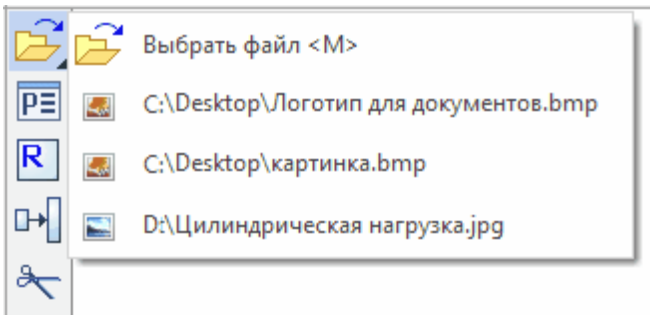
Прежде всего, необходимо выбрать исходный файл создаваемой картинки. Это можно сделать с помощью кнопки в окне параметров команды либо с помощью опции автоменю:

<M> Выбрать файл

Файлы можно выбирать как из библиотеки T-FLEX CAD, так и просто из какой-либо папки на диске.

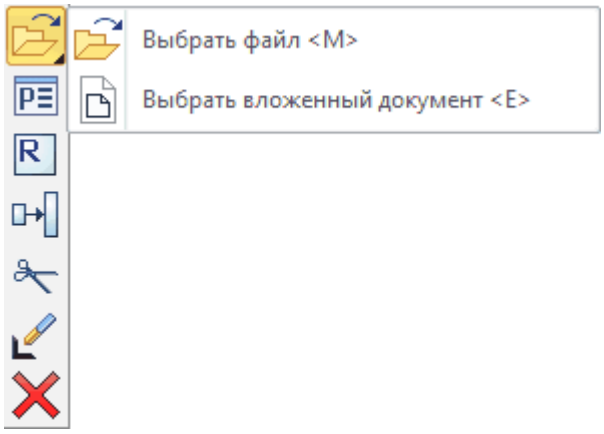
> Имя картинки может быть переменным. Для этого в качестве имени картинки необходимо использовать текстовую переменную.

Выпадающий список опции <M> содержит перечень предыдущих файлов. Если предыдущих файлов не было, то выпадающий список не будет активен.



Если текущий документ (в котором создаётся картинка) содержит внутренние картинки, то у иконки опции **<M>** появится символ наличия выпадающего списка. В выпадающем списке можно выбрать другой вариант выбора источника картинки:

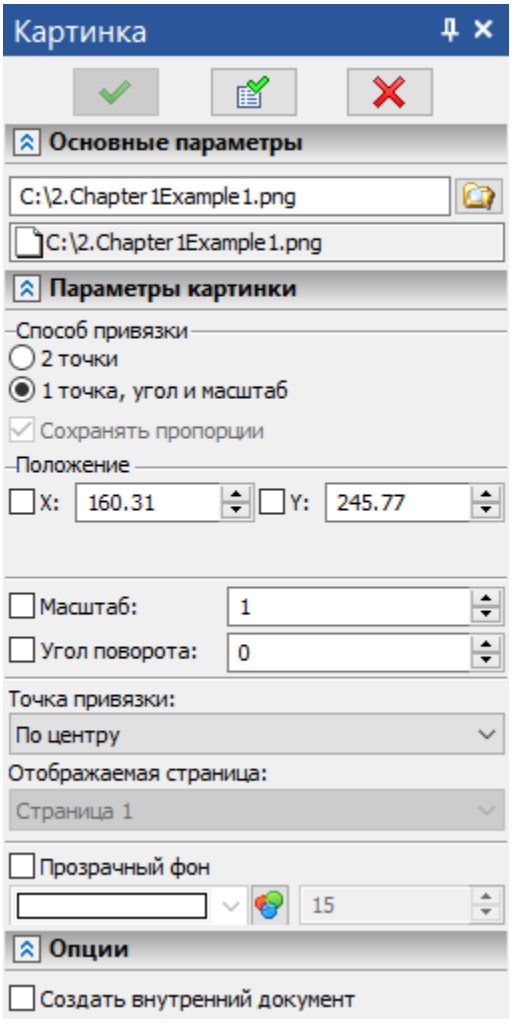
<E> Выбрать вложенный документ



В этом случае создаваемая картинка не будет иметь исходного внешнего файла.
Имя выбранного файла/внутреннего документа отображается в окне параметров команды (слева от кнопки).

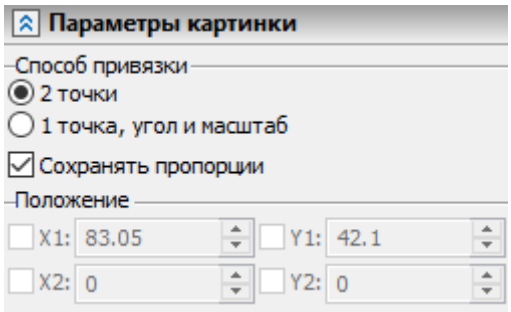
> Если исходный файл был выбран из библиотеки, то имя библиотеки заключается в угловые скобки, например, «*<Схемы>Узел графа*». Когда имя библиотеки в скобках отсутствует, то файл берётся из той же библиотеки, в которой находится чертёж.

Серое (недоступное для редактирования) поле, расположенное чуть ниже, является информационным и показывает абсолютный путь на файл, из которого берётся картинка.
При вставке в качестве картинки файла с растровым изображением в окне параметров команды можно выбрать вставляемую страницу исходного документа (параметр **Отображаемая страница**).
Способ привязки вставляемой картинки (по двум точкам или по одной точке, углу и масштабу) выбирается в окне параметров (параметр **Способ привязки**).



Привязка картинки по двум точкам

После задания способа привязки (параметр **Способ привязки** > **2 точки** в диалоге команды) необходимо последовательно указать положение двух точек привязки создаваемой картинки. Сделать это можно с помощью в окне чертежа или указав точные значения координат в окне параметров команды.



При задании точек привязки можно использовать привязку к узлам чертежа с помощью опции:

<N> Задать привязку к узлу

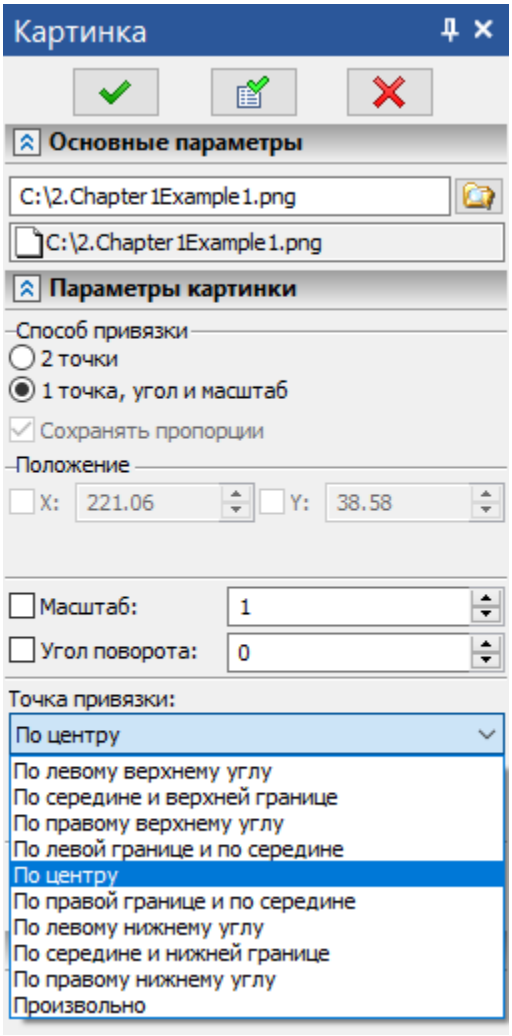
После задания второй точки привязки создание картинки автоматически завершается.
Допускается принудительное завершение создания картинки после задания положения первой точки привязки нажатием (в автоменю или окне параметров). В этом случае положение второй точки

привязки будет найдено системой автоматически (на основе исходного размера вставляемой картинки).

Привязка картинки по точке, углу и масштабу

При вставке картинки по одной точке, углу и масштабу сначала задаётся точка привязки.

Положение точки привязки указывается прямо в поле чертежа с помощью или точным значением координат в диалоге команды. Для привязки картинки к 2D узлу используется опция . Дополнительно в окне параметров команды можно выбрать способ расположения картинки относительно точки привязки.

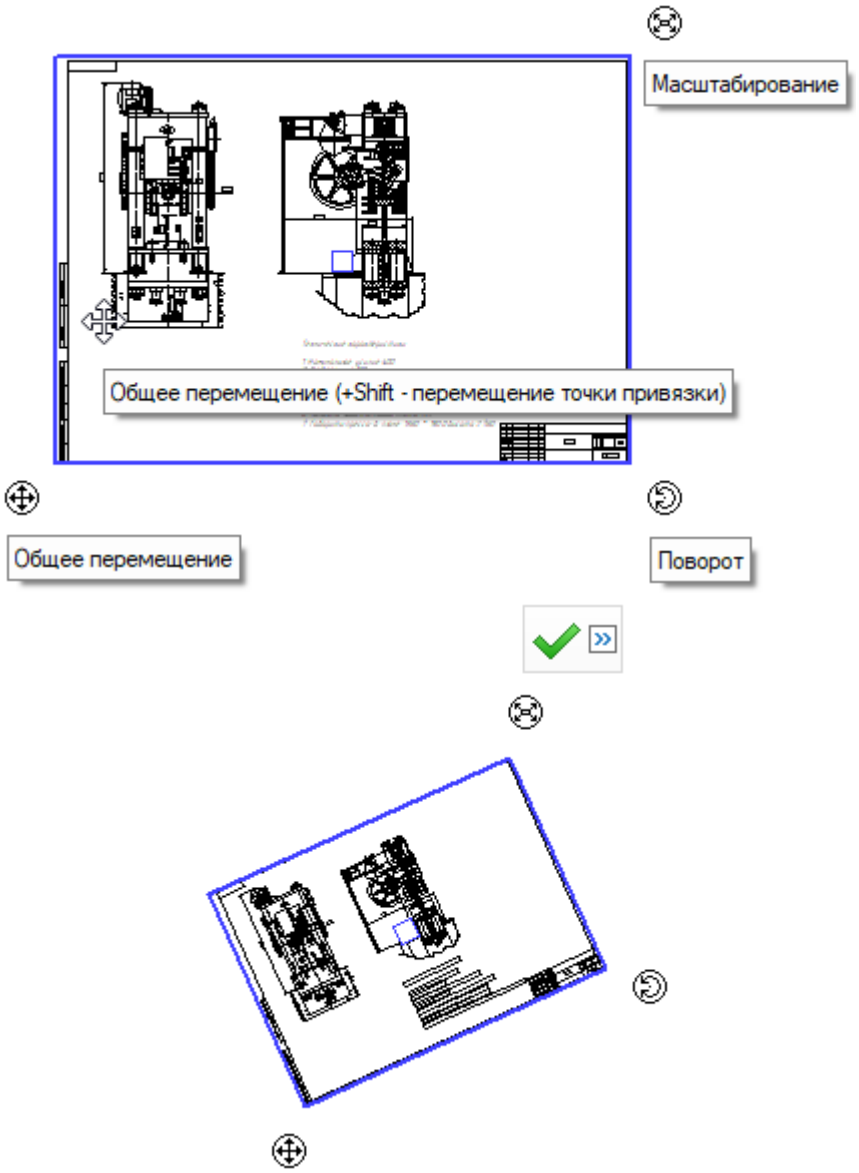


Параметр **Точка привязки** показывает, какая из характерных точек прямоугольника картинки будет совмещена с заданной точкой привязки. Выбрав из выпадающего списка данного параметра другую характерную точку, можно изменить итоговое расположение картинки на чертеже. Тоже самое можно сделать с помощью опции автоменю:

Точка привязки картинки

После указания точки привязки контур картинки примет положение в соответствии с параметрами (углом поворота и масштабом), заданными в диалоге параметров команды (по умолчанию задано – угол поворота 0, масштаб 1).

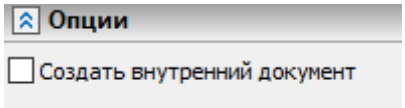
На этом можно завершить создание картинки, нажав , а можно предварительно поменять масштаб, угол и даже положение картинки с помощью специальных маркеров, расположенных по углам прямоугольника картинки. Обратите внимание, что при привязке по точке, углу и масштабу нанесение картинки завершается только при нажатии .



Масштаб и угол поворота картинки также можно задать в окне параметров (параметры **Масштаб** и **Угол поворота**).

Создание внутренней картинки с сохранением связи с исходным файлом

Для создания внутренней картинки сразу при нанесении необходимо включить флажок **Создать внутренний документ** в разделе **Опции** окна параметров команды.

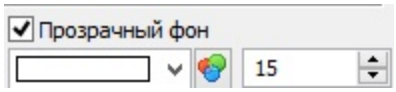


Задание прозрачного цвета

Задание прозрачного цвета фона доступно только для растровых картинок. Прозрачный цвет может быть задан двумя способами: при помощи специального списка цветов в окне параметров команды

(список становится доступен при установке флажка **Прозрачный фон**) или прямо в окне чертежа с помощью следующей опции автоменю:

<T> Выбрать прозрачный цвет



Данная опция позволяет выбрать цвет непосредственно с экрана, указав нужную область чертежа.

Повторное нанесение картинки

Для повторного нанесения картинки удобно использовать следующие опции автоменю:

<R> Повторить последнюю картинку

<F> Выбрать картинку для создания копии

Опция позволяет многократно повторить нанесение последней из созданных в данном документе картинок. Параметры новой картинки по умолчанию устанавливаются в те же значения, что и у последней нанесённой.

Опция позволяет многократно повторить нанесение любую из нанесённых ранее картинок. После вызова опции необходимо указать исходную картинку с помощью .
Изменение нанесенных картинок производится с помощью опции автоменю:

<F4> Изменить картинку

Основные темы в этом разделе:

- Параметры картинки
- Редактировать картинку

Параметры картинки

Имя. Задаёт имя файла для наносимой картинки.
Уровень. Приоритет. Слой. Задают системные параметры для наносимой картинки.
Остальные параметры аналогичны параметрам, описанным в разделе Картинка.

Редактировать картинку

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<EP>	Правка > Чертёж > Картинка

Команда **Изменить картинку** позволяет редактировать картинки.

После вызова команды в автоменю будут доступны следующие опции:

	<*>	Выбрать все элементы.
	<R>	Выбрать элемент из списка.
	<Esc>	Отменить выбор

Для выбора картинки надо подвести курсор к её изображению и нажать . Выбрать несколько картинок можно окном или с помощью сочетания клавиш левый <Shift>+ (добавление элементов в список выбранных) и левый <Ctrl>+ (удаление элемента из списка). После выбора одной или более картинок станут доступны следующие пиктограммы:

	<P>	Изменить параметры картинки.
	<I>	Выбрать другой ближайший элемент
	-	Точка привязки картинки
	<Del>	Удалить картинки.
	<Esc>	Отменить выбор

Редактирование одной картинки

При выборе одной картинки появится её контур. На нём подсветятся характерные точки и маркеры редактирования, соответствующие способу её привязки.

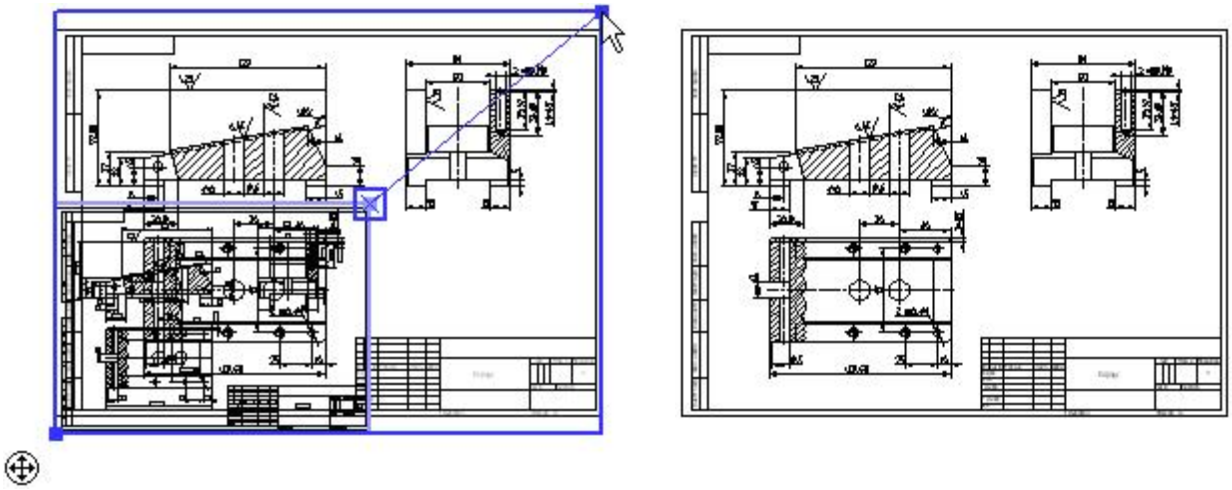
Редактирование картинки, нанесённой по двум точкам привязки

В том случае, если картинка была нанесена на чертёж с помощью двух точек, то подсветятся точки привязки, с помощью которых было задано положение картинки на чертеже. Меняя положение точек привязки, можно изменить положение картинки и её размер. Кроме того, у левого нижнего угла картинки расположен маркер перемещения картинки, с помощью которого можно осуществить общее перемещение картинки.

Для изменения размера картинки необходимо подвести курсор к нужной точке привязки и нажать . Появится новый динамический контур картинки. Один из углов данного контура будет «привязан» к курсору, а второй останется неподвижным. Далее надо переместить курсор в требуемую точку и нажать . После этого картинка перерисуется в соответствии с её новыми размерами. Если выбранная точка привязки была привязана к узлу, то при её перемещении связь с узлом разорвётся.

При перемещении точки привязки в автоменю будет доступна опция:

<N> Выбрать узел в качестве точки привязки



Для перемещения картинки с помощью маркера перемещения необходимо подвести курсор к маркеру, нажать , переместить курсор в нужное положение и снова нажать . Если точки привязки изначально были привязаны к узлам, то при переносе картинки они разорвут связи с этими узлами.

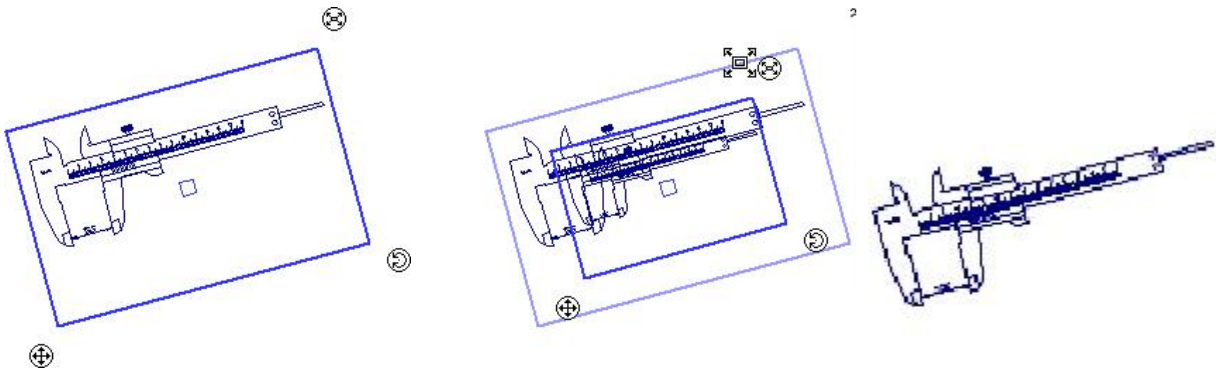
Угол поворота картинки при привязке по двум точкам можно задать в окне параметров.

Редактирование картинки, нанесённой по одной точке привязки, углу и масштабу

В случае, когда выбранная картинка была нанесена на чертёж с помощью **одной точки привязки, угла и масштаба**, подсветятся точка привязки, а также маркеры для задания перемещения, масштаба и угла поворота картинки. Маркеры позволяют изменить положение, угол поворота и размер изображения прямо на чертеже.

Точка привязки будет расположена в месте, определяемом значением параметра **Точка привязки** в окне параметров команды (или опцией автоменю). Если его изменить, то на картинке будет подсвечена другая точка привязки (соответствующая выбранному значению параметра).

Подробное описание работы с маркерами было приведено в разделе Чертёжные виды.



Точные численные значения угла поворота и масштаба картинки можно задать в диалоге параметров картинки (опция). В том же диалоге можно изменить и способ привязки картинки.

Редактирование нескольких картинок

При выборе нескольких картинок можно изменять их параметры (уровень, слой, приоритет). Так же можно удалить выделенные картинки с чертежа.

Обновление внутренних картинок

Если при создании картинки в диалоге команды был включен флажок **Создать внутренний документ**, то такая картинка будет связана с двумя ссылками: одна будет указывать на исходный внешний файл картинки, вторая – на созданную при нанесении внутреннюю (т.е. хранящуюся внутри текущего документа) копию этого файла. При пересчётах для обновления картинки будет использоваться внутренняя копия исходного файла. Т.е. картинка будет сохранять тот вид, который был у исходного документа на момент создания картинки.

Для обновления картинки из внешнего файла необходимо в режиме ожидания команды выбрать нужную картинку и вызвать с помощью контекстное меню. В контекстном меню для внутренней картинки, сохранившей связь с исходным внешним файлом, будет доступна команда **Обновить данные по внешней ссылке**.

Чертёжный вид

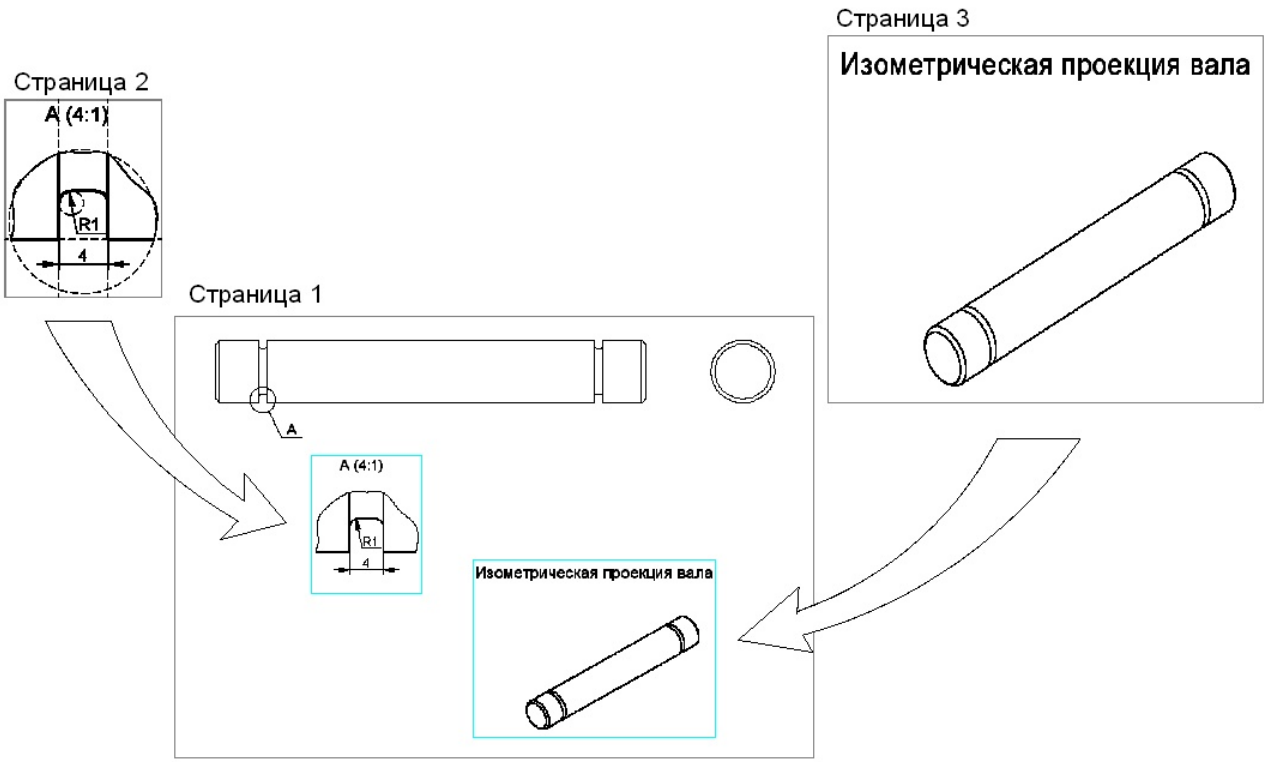
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Чертёж > Чертёжный вид Листовой металл (2D) > Чертёж > Чертёжный вид
Клавиатура	Текстовое меню
<SD>	Чертёж > Чертёжный вид

Данный раздел посвящен одному из вспомогательных элементов системы T-FLEX CAD – чертёжному виду, а также его параметрам и способам редактирования. Дополнительные и местные виды, выносные элементы и сечения – любой случай, требующий добавления к основному изображению дополнительного, особенно построенного в другом масштабе, входит в сферу применения чертёжного вида. С его помощью можно собрать воедино на общей странице элементы с разных страниц, отобразить на одной странице содержимое другой страницы (или его части) в разных масштабах и даже создать простую сборку из размещенных в том же документе деталей.

Общие сведения о чертёжных видах

Чертёжный вид – элемент T-FLEX CAD, позволяющий содержимое одной страницы (или его часть) отображать на другой странице в необходимом масштабе. Он представляет собой прямоугольную область заданных размеров, в которой будет отображаться содержимое другой страницы.

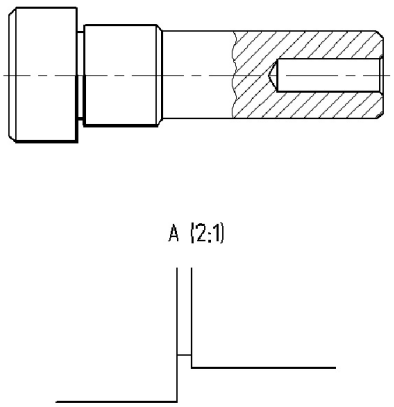


Отображаемая чертёжным видом страница может быть как выбрана из списка уже существующих в документе, так и создана дополнительно при создании вида. Вновь созданной странице присваивается тип **Вспомогательная**. Чертёжный вид может быть вложенным, т.е. может располагаться внутри другого чертёжного вида.

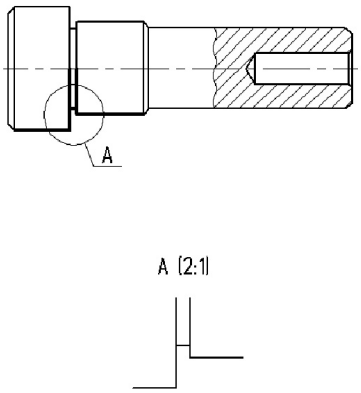
Положение прямоугольника чертёжного вида на основной странице может быть задано как явным указанием точки привязки и угла поворота прямоугольника, так и с помощью вектора привязки, расположенного на странице вида.

Основное назначение чертёжного вида – объединение на одной странице чертежа элементов, выполненных в разном масштабе. Например, создав на одной странице изображение некого объекта, на другой странице мы можем разместить чертёжные виды, отображающие части данного изображения в разных масштабах.

Кроме того, чертёжные виды могут быть использованы и для простого объединения содержимого разных страниц, например, для добавления к основному чертежу различных дополнительных, местных видов и сечений, выполненных на других страницах документа и имеющих другой масштаб. Данная возможность является наиболее распространенным способом использования чертёжных видов в T-FLEX CAD. Причём изображение таких выносных элементов может быть автоматически скопировано при создании чертёжного вида с других страниц текущего документа и дополнено обозначением вида.



Выносной вид



Выносной вид с обозначением

Создавать и редактировать изображение, отображаемое на чертёжном виде, можно, работая на отдельной странице, соответствующей чертёжному виду, или непосредственно в указанной области основной страницы, активировав вид.

Типы чертёжных видов

Создание чертёжных видов осуществляется с помощью команды **Чертёжный вид**.
После вызова команды в автоменю появляются следующие опции:

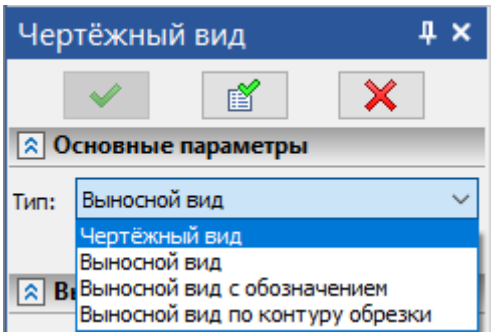
<O> Создать чертёжный вид

<V> Создать выносной вид

<C> Создать выносной вид с обозначением

<S> Создать выносной вид по контуру обрезки

Данные опции определяют тип создаваемого вида.



Тип вида можно также выбрать из выпадающего списка в окне параметров. Окно параметров команды и автоменю работают синхронно.

Разрывы чертёжных видов

При создании и редактировании чертёжных видов в автоменю доступна опция:

<B> Добавить или редактировать разрывы

Работа с разрывами чертёжных видов осуществляется аналогично работе с разрывами проекций. Подробная информация доступна в главе Разрывы проекций и чертёжных видов.

Основные темы в этом разделе:

- Размеры и положение чертёжного вида
- Границы чертёжного вида
- Создание чертёжного вида
- Создание выносного вида по элементам
- Создание выносного вида с обозначением
- Создание выносного вида по контуру обрезки
- Масштаб чертёжного вида
- Особенности выносных видов
- Диалог параметров чертёжного вида
- Контекстное меню чертёжного вида
- Активация чертёжных видов и проекций
- Редактировать чертёжный вид
- Исключения для элементов чертёжного вида

См. также:

- Создание чертежа по 3D модели
- Разрывы проекций и чертёжных видов

Размеры и положение чертёжного вида

Если чертёжный вид создаётся с созданием новой страницы, то его размеры и положение задаются с помощью манипуляторов. Если чертёжный вид создаётся с использованием существующей страницы, то в дополнение к стандартным манипуляторам для задания ориентации вида можно использовать векторы привязки, имеющиеся на используемой странице (при наличии таковых).

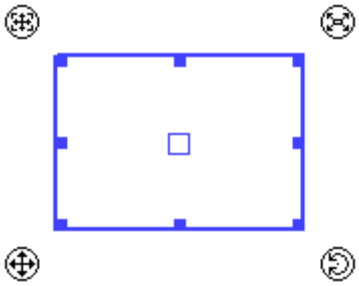
Манипуляторы чертёжного вида

Для задания положения, угла поворота и размеров чертёжного вида используются специальные манипуляторы. Работа со всеми манипуляторами осуществляется по общему принципу. При наведении курсора мыши на манипулятор вид курсора меняется, отражая тип преобразования, соответствующий данному манипулятору. Далее можно применить преобразования одним из следующих способов:

- **Указание нажатием** **(point&click).**

  Нажмите и отпустите или **<Enter>**. Манипулятор (и, в ряде случаев, изображение содержимого вида) начнёт следовать за курсором. Установите желаемое положение манипулятора и снова нажмите или **<Enter>** для подтверждения изменений.
- **Перетягивание (drag&drop).**

  Зажмите и удерживайте . Манипулятор (и, в ряде случаев, изображение содержимого вида) начнёт следовать за курсором, пока удерживается в нажатом состоянии. Установите желаемое положение манипулятора и отпустите для подтверждения изменений.



Рамка вида (общее перемещение и изменение размеров)

Манипулятор точки привязки

Манипулятор перемещения области просмотра

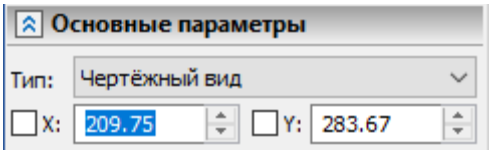
Манипулятор масштабирования

Манипулятор общего перемещения

Манипулятор поворота

Точка привязки вида

Положение точки привязки вида отмечено манипулятором . По умолчанию точка привязки располагается в центре вида. После вызова команды создания вида, его рамка динамически перемещается так, что точка привязки совпадает с положением курсора. Координаты точки привязки отображаются в полях **X** и **Y** на вкладке **Основные параметры** в окне параметров.



Задайте желаемое положение вида на чертеже, указав курсором желаемую точку в 2D окне или введя значения координат с клавиатуры в окне параметров, и нажмите или **<Enter>**. Положение вида будет зафиксировано.

При указании положения вида в 2D окне можно привязываться к 2D узлам и характерным точкам линий изображения. В этом случае между указанным объектом и положением вида образуется ассоциативная связь, т.е. при последующих перемещениях выбранного объекта вид будет автоматически перемещаться вместе с ним.

Если требуется снова переместить вид с совмещением точки привязки и положения курсора, используйте манипулятор одним из способов, описанных выше.

Если требуется переместить вид без совмещения точки привязки и положения курсора, используйте общее перемещение, как указано ниже.

Если требуется изменить положение точки привязки относительно рамки вида, нажмите +**<Shift>** на манипуляторе . Положение манипулятора начнёт динамически изменяться в зависимости от перемещений курсора. По умолчанию манипулятор автоматически привязывается к ближайшей характерной точке рамки вида (углу или середине сторон), или центру вида. Если требуется привязать манипулятор к произвольной точке, зажмите **<Ctrl>** - при зажатой клавише положение

манипулятора совпадает с положением курсора. Установите желаемое положение манипулятора и нажмите для выхода из режима перемещения точки привязки.
Если вид создаётся на основе новой страницы, положение точки привязки относительно рамки вида можно выбрать с помощью следующих опций автоменю:

- По левому верхнему углу
- По середине и верхней границе
- По правому верхнему углу
- По левой границе и по середине
- По центру
- По правой границе и по середине
- По левому нижнему углу
- По середине и нижней границе
- По правому нижнему углу
- Произвольно

  При выборе последней опции команда переходит в режим задания координат точки привязки. Координаты можно задать вводом значений с клавиатуры в поля **X** и **Y** в окне параметров или нажатием в желаемой точке в окне чертежа. Координаты указываются в системе координат текущей страницы, а не в системе координат создаваемого вида. После задания координат подтвердите ввод с помощью опции (**<Ctrl>+<Enter>**) для возврата к обычному режиму работы команды.

Общее перемещение вида

Манипулятор границ вида представляет собой синюю прямоугольную рамку с квадратными маркерами в ключевых точках (углах и серединах сторон). Когда курсор находится внутри рамки (не на маркерах), его вид меняется на , что символизирует готовность системы к перемещению вида. Далее можно переместить вид одним из способов, описанных выше. Кроме того, рядом с левым нижним углом рамки отображается манипулятор перемещения вида. Вид курсора мыши при наведении на этот манипулятор так же меняется на , после чего можно переместить вид одним из способов, описанных выше.

Изменение размеров вида

По умолчанию активна опция **Автоматическое обновление рамки**, вследствие чего размеры рамки и, соответственно, границ обычного чертёжного вида определяются размерами его страницы, а выносного вида - размерами содержимого. С помощью маркеров ключевых точек рамки-манипулятора можно задать **размеры границ вида** вручную. При наведении курсора мыши на маркер вид курсора сменяется на , , или , что символизирует готовность системы к изменению размера рамки в показанном направлении. Далее можно изменить размеры вида одним

из способов, описанных выше. Использование маркеров для изменения размеров вида отключает опцию **Автоматическое обновление рамки**.

Перемещение области просмотра

При отключенной опции **Автоматическое обновление рамки** можно сместить рамку вида относительно его содержимого с помощью манипулятора перемещения области просмотра. Вид курсора мыши при наведении на этот манипулятор меняется на , после чего можно переместить рамку одним из способов, описанных выше.

> Изначально рамка совпадает с границами страницы вида. Смещение вида относительно его страницы целесообразно использовать при необходимости отражения на виде лишь части страницы. В этом случае в параметрах вида следует установить флаг **Обрезать изображение**; в результате содержимое страницы вида, находящееся за пределами рамки будет скрыто на виде.

Масштабирование вида

Масштаб вида определяется двумя взаимосвязанными параметрами - масштабом страницы и масштабом изображения.

> Подробная информация о данных параметрах доступна в разделе Масштаб чертёжного вида.

Масштаб изображения можно изменить с помощью манипулятора масштабирования вида. Вид курсора мыши при наведении на этот манипулятор меняется на , после чего можно изменить масштаб одним из способов, описанных выше. Кроме того, значение масштаба изображения можно ввести в поле **Масштаб изображения** в окне параметров. Нажатие **<W>** устанавливает фокус ввода с клавиатуры в данное поле. Если был установлен флаг **Масштаб по вектору привязки**, то нажатие **<W>** его снимет.

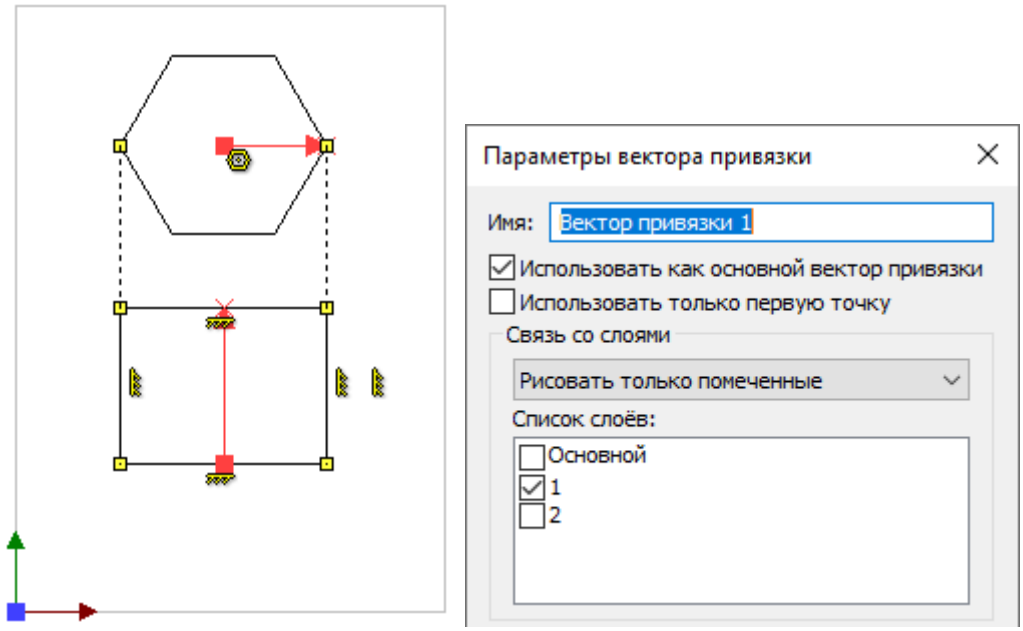
Поворот вида

По умолчанию ориентация осей системы координат страницы вида совпадает с ориентацией осей страницы, на которой этот вид размещён. При необходимости можно повернуть вид с помощью манипулятора поворота. Вид курсора мыши при наведении на этот манипулятор меняется на , после чего можно повернуть вид одним из способов, описанных выше. Кроме того, значение масштаба изображения можно ввести в поле **Угол поворота** в окне параметров. Нажатие **<Q>** устанавливает фокус ввода с клавиатуры в данное поле.

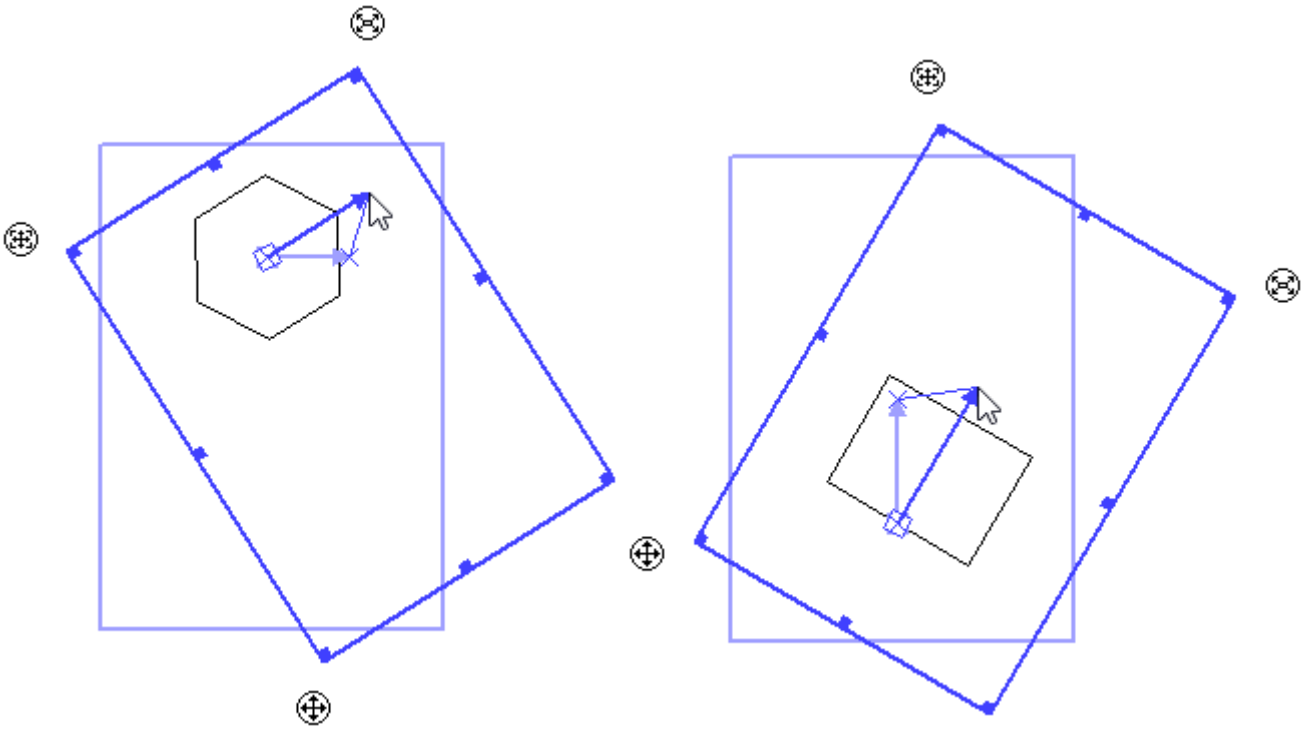
Вектор привязки чертёжного вида

При создании чертёжного вида на основе существующей страницы, на которой есть вектор привязки, можно позиционировать вид по этому вектору.

Установите флаг **Вектор привязки** в окне параметров команды и выберите желаемый вектор в выпадающем списке ниже. Вместо манипулятора точки привязки вида появится манипулятор вектора привязки, после чего надо будет указать одну (если вектор создан по одной точке) или две (в общем случае) точки, определяющие начало и конец вектора, так же как это делается при вставке 2D фрагментов.



Страница вида.
Верхний вектор привязки связан со слоем, которому принадлежит шестиугольник, нижний - со слоем, которому принадлежит прямоугольник.



Слева - позиционирование вида по первому вектору, справа - по второму.

Границы чертёжного вида

Для чертёжных и выносных видов на чертеже отображаются границы в виде штриховых прямоугольных рамок. Эти границы не выводятся на печать. Они используются для выбора и активации вида в 2D окне.

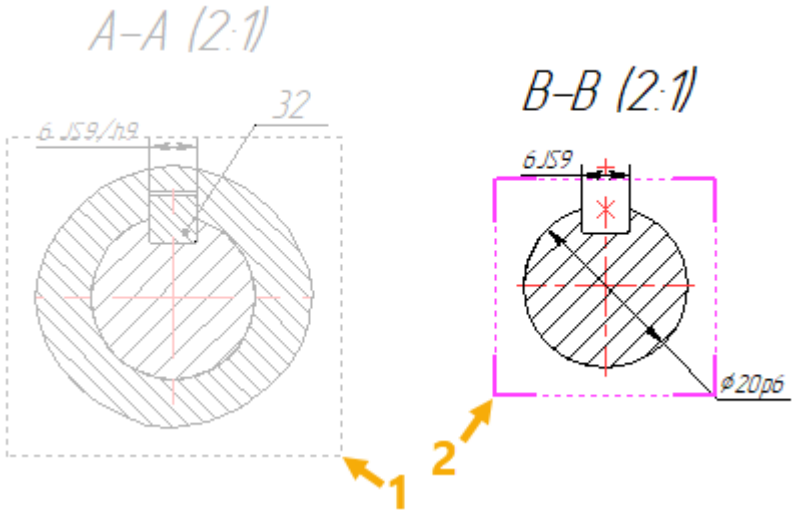
По умолчанию размеры границ обычного вида определяются размерами страницы вида (при этом если какая-либо часть содержимого вида располагается за пределами его страницы, она будет вне границ вида), а размеры границ выносного вида определяются автоматически в соответствии с размерами содержимого. При необходимости в контекстном меню вида можно отключить опцию

Автоматическое обновление рамки. Тогда границы вида любого типа будут определяться рамкой-манипулятором.

По умолчанию содержимое вида отображается независимо от того, умещается ли оно в границах вида. Если установить флаг **Обрезать изображение** в параметрах вида, содержимое, находящееся за пределами границ будет скрыто на виде.

По умолчанию границы неактивных и не выбранных чертёжных видов отображаются в сером цвете, а выбранных или активных - в розовом. Цвета границ можно изменить на вкладке **Цвета** диалога **Установок системы**. Цвет границ неактивного и невыбранного вида определяется параметром **Чертёжные виды > Граница неактивного чертёжного вида**, цвет границ активного вида - **Общие > Активная проекция**, цвет границ выбранного вида - **Пометка 2D элементов > Пометка других элементов** (данный параметр также определяет цвет выбранных элементов некоторых других типов, например, элементов оформления чертежа).

Команда **Погасить/показать элементы построения** в числе прочего включает/выключает отображение границ неактивных чертёжных видов и проекций. Кроме того, независимо от состояния данной команды можно отключить отображение границ конкретного вида, сняв установленный по умолчанию флаг **Показывать рамку** в параметрах вида.



1 - Граница неактивного вида

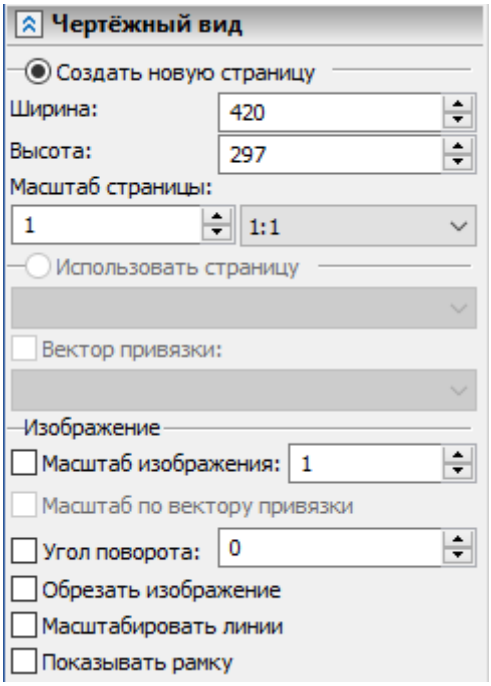
2 - Граница активного вида

Создание чертёжного вида

Обычный чертёжный вид создаётся с помощью следующей опции в команде **Чертёжный вид**:

<O> Создать чертёжный вид

Данная опция активна по умолчанию после вызова команды.



После активации опции необходимо указать, на основе какой страницы будет создан текущий вид. В разделе **Чертёжный вид** окна параметров команды доступны следующие варианты:

- **Создать новую страницу**
  При создании чертёжного вида будет создана новая страница (тип **Вспомогательная**).

Созданная страница не содержит никаких элементов. В дальнейшем пользователь должен самостоятельно создать на ней необходимое изображение. Способы редактирования чертёжных видов и изображений на них описаны в разделе Редактировать чертёжный вид.

  При создании новой страницы доступны следующие параметры:
  - **Ширина** и **Высота**
    Определяют размеры страницы и задают первоначальный размер прямоугольника чертёжного вида.
  - **Масштаб**
    Определяет масштаб страницы вида.

  Указанные значения заносятся в параметры документа для создаваемой страницы чертежа (**Параметры документа** > **Страница** > **Лист**).
- **Использовать существующую страницу**
  Позволяет выбрать из списка любую существующую в документе страницу (кроме текущей). При наличии только одной страницы параметр недоступен. Размер прямоугольника чертёжного вида автоматически устанавливается в соответствии с размерами выбранной страницы.
  Если выбранная страница содержит вектор привязки, будет доступна следующая опция:
  - **Вектор привязки**
    При установленном флаге можно выбрать в выпадающем списке ниже и использовать для привязки создаваемого чертёжного любой из векторов привязки, существующих на выбранной странице.

Вектор привязки можно использовать для привязки чертёжного вида, так же как для привязки 2D фрагмента. Это позволяет управлять видимостью слоёв выбранной страницы при её отображении на виде. Работа с векторами привязки подробно описана в главе Создание сборочных чертежей.

После указания страницы, задайте размеры и положение создаваемого вида, как описано в одноимённой главе.
Дополнительно можно воспользоваться следующими опциями, доступными в группа параметров **Изображение** в окне параметров команды:

- **Масштаб изображения**
  Масштаб отображения содержимого вида на той странице, на которой вид размещён.

Подробная информация о масштабах доступна в главе Масштаб чертёжного вида.

- **Масштаб по вектору привязки**
  При установленном флаге значение параметра **Масштаб изображения** рассчитывается автоматически, исходя из отношения указанной длины вектора привязки к его исходной длине.
- **Угол поворота**
  Угол поворота вида относительно его точки привязки. Положительным считается направление поворота против часовой стрелки. При использовании вектора привязки значение угла определяется указанным вектором и недоступно для редактирования.
- **Обрезать изображение**
  При установленном флаге содержимое страницы вида, находящееся за пределами рамки вида, не отображается на странице, на которой вид размещён
- **Масштабировать линии**
  При установленном флаге толщина линий изображения вида масштабируется в соответствии со значением параметра **Масштаб изображения**.
- **Показывать рамку**
  При установленном флаге границы вида отображаются на чертеже независимо от того, активен вид или нет. При снятом флаге границы отображаются только для активного вида.

Если включен режим скрытия построений, границы неактивных видов не отображаются независимо от состояния данного флага.

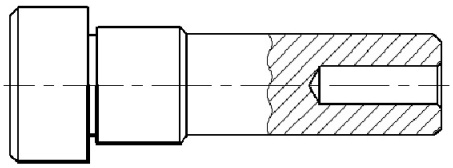
Для завершения создания вида необходимо подтвердить ввод (или **<Ctrl>+<Enter>**). В результате на текущей странице создаётся прямоугольная область чертёжного вида, в которой отображается содержимое заданной (только что созданной или уже существовавшей в документе) страницы или какой-то её области.

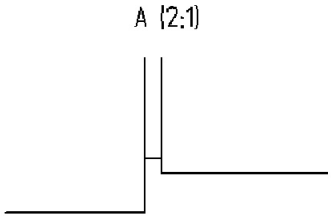
Создание выносного вида по элементам

Выносной вид по элементам создаётся с помощью следующей опции в команде **Чертёжный вид**:

<V> Создать выносной вид

В результате её использования создаётся чертёжный вид, содержащий автоматически созданную копию выбранных элементов чертежа. Кроме того, изображение на странице чертёжного вида автоматически дополняется обозначением вида.





При использовании этой опции происходит следующее:

1. Создание нового чертёжного вида (на основе новой страницы типа Вспомогательная. Значения параметров чертёжного вида устанавливаются по умолчанию;
2. Создание копирования с перемещением (как в команде **Чертёж > Копия >с перемещением**) для ассоциативного копирования выбранных элементов на страницу чертёжного вида с заданными масштабом и углом поворота;
3. Создание обозначения выносного элемента.

В результате на основной странице создаётся прямоугольная область чертёжного вида, в которой отображаются копии выбранных элементов. Размер чертёжного вида, а также размер соответствующей ему страницы, определяется системой автоматически на основе размеров копируемых линий. При необходимости размер чертёжного вида и его страницы можно изменить вручную.

Для создания выносного элемента необходимо выполнить следующие действия:

1. Указать копируемые элементы исходного чертежа;
2. Указать узел привязки копируемых элементов
3. Задать положение выносного вида (т.е. положение чертёжного вида с выносным элементом).

После вызова опции в автоменю появляются опции выбора копируемых элементов:

<M> Режим добавления элементов

<M> Режим удаления элементов

<I> Выбрать другой ближайший элемент

При включенной опции все элементы, указанные на чертеже, добавляются в список копируемых. Для быстрого выбора нескольких элементов можно использовать выбор окном. При выключенной опции указываемые на чертеже элементы будут удаляться из списка копируемых. Для быстроты выбора можно также использовать выбор окном.

Завершить выбор элементов, которые будут скопированы на выносной вид, нужно нажатием .

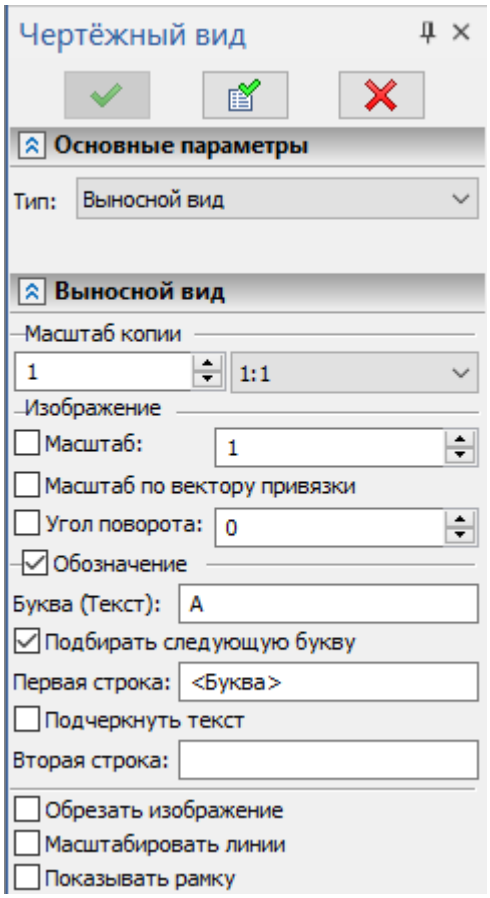
После выбора копируемых элементов система предложит задать точку привязки этих элементов (она будет служить исходной точкой создаваемого копирования). В автоменю появится опция для выбора 2D узла:

<N> Задать привязку к узлу.

После выбора узла привязки на экране появится динамическое изображение создаваемого выносного вида, привязанное к курсору. Далее необходимо задать положение вида на чертеже, как описано в главе Размеры и положение чертёжного вида.

Для того, чтобы обозначение выносного вида изменяло своё положение в соответствии с изменениями чертежа, рекомендуется привязать чертёжный вид к 2D узлу.

До завершения создания выносного вида в окне параметров команды будет доступен диалог для задания параметров создаваемого вида. В нём можно задавать точные значения точки привязки вида, а также следующие параметры:



Масштаб копии. Данный масштаб задаёт масштаб, с которым будут скопированы выбранные элементы чертежа.

Группа параметров **Изображение** определяет параметры создаваемого чертёжного вида (эти параметры можно также задать прямо в окне чертежа с помощью маркеров на изображении вида):

Масштаб изображения. Масштаб отрисовки чертёжного вида, т.е. масштаб отображения страницы чертёжного вида в области вида;

Угол поворота. Угол поворота чертёжного вида.

Группа параметров **Обозначение** позволяет задать параметры обозначения вида:

Буква (Текст): В данном поле отображается буквенное обозначение создаваемого вида (подобранное системой автоматически). При необходимости можно указать другой вариант.

Подбирать следующую букву. При установке данного флажка для каждого нового выносного вида автоматически подбирается свободная буква обозначения. Она отображается в поле параметра

Буква (Текст). При отключенном флажке автоматический подбор буквенного обозначения не осуществляется.
Первая строка. Текст первой строки обозначения вида. Данный параметр поддерживает специальное форматирование. Для вставки в строку буквенного обозначения вида (значение параметра «Буква (Текст)») используется набор символов <Буква>. Для вставки обозначения масштаба копирования (1:1, 1:2 ...) – набор символов <Масштаб>. По умолчанию в данном параметре стоит строка <Буква> (<Масштаб>).
Подчеркнуть текст. При установке данного флажка текст первой строки обозначения вида будет подчёркнут.
Вторая строка. Данный параметр определяет текст второй строки обозначения вида.
Обрезать изображение. При установке данного параметра изображение вида будет ограничено границами чертёжного вида.
Масштабировать линии. Если данный параметр установлен, то толщина линий изображения выносного вида масштабируется в соответствии с заданным масштабом отрисовки вида.

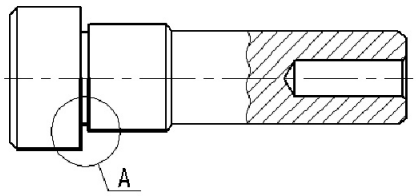
Завершить создание вида можно с помощью опции . Для созданного вида автоматически создаётся обозначение. Полученное изображение может быть при необходимости отредактировано и дополнено.

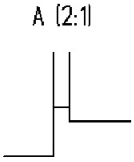
Создание выносного вида с обозначением

Режим команды **Чертёжный вид**, предназначенный для создания выносных видов с обозначением, можно вызвать следующими способами:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Чертёж > Выносной вид Листовой металл (2D) > Чертёж > Выносной вид
Клавиатура	Текстовое меню
<SD>><C>	-
Автоменю команды **<SD>** Чертёжный вид	
<C>	Создать выносной вид с обозначением

Создание выносного вида с обозначением является расширением случая создания просто выносного вида (опция). Команда **Выносной вид** создаёт выносные элементы с обрезкой по заданному контуру и автоматической простановкой обозначения выносного элемента на исходном чертеже.
В результате её использования на чертеже создаётся обозначение выносного элемента. Само изображение выносного элемента автоматически обрезается по выбранному контуру (окружность, овал или прямоугольник) и дополняется обозначением вида. Полученное изображение в дальнейшем может быть отредактировано с использованием обычных средств T-FLEX CAD.





При создании выносного вида с обозначением происходит следующее:

1. Создание нового чертёжного вида (на основе новой страницы типа «Вспомогательная»). Значения параметров чертёжного вида устанавливаются «по умолчанию»;
2. Создание копирования с перемещением для ассоциативного копирования выбранных элементов на страницу чертёжного вида с заданными масштабом и углом поворота. Обрезка скопированного изображения по автоматически созданной штриховке заданной формы;
3. Создание элементов оформления выносного вида (обозначение вида, обозначение выносного элемента).

После вызова команды **Выносной вид** необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать узел привязки для элементов, которые будут копироваться;
2. Указать центр области обозначения выносного элемента;
3. Задать форму и размер области обозначения выносного элемента;
4. Указать положение полки обозначения выносного вида;
5. Задать положение выносного вида (т.е. положение чертёжного вида с выносным элементом).

Обратите внимание, что в описанной последовательности действий нет стадии выбора исходных элементов копирования. При создании выносного вида с обозначением набор копируемых элементов определяется областью обозначения вида – копироваться будут все 2D элементы, хотя бы частично попавшие в заданную область.

Для выбора узла привязки в автоменю команды будет доступна опция:

<N> Задать привязку к узлу

Узел привязки будет определять первоначальное положение точки привязки создаваемого вида. Если при задании узла привязки указать произвольную точку на чертеже (с помощью), то в данной точке будет автоматически создан свободный узел, который и будет выбран в качестве узла привязки.

После указания узла привязки система попросит указать центр области обозначения. Это можно сделать, указав произвольную точку в окне чертежа (с помощью) или задав точные координаты в окне параметров команды.

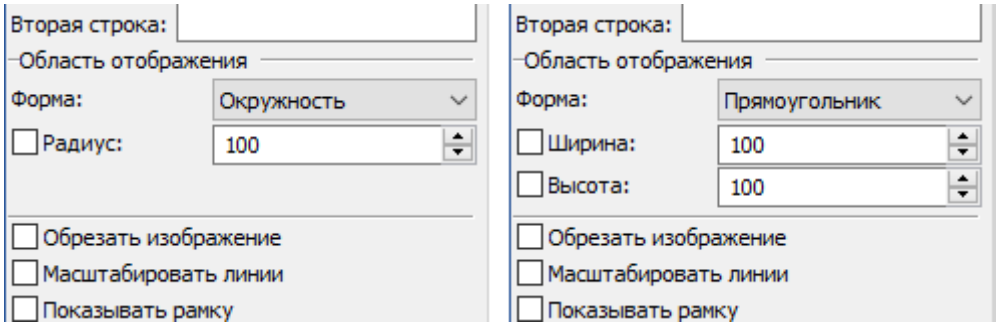
Центр области обозначения можно задать, указав 2D узел или смещения точки центра от узла привязки (выбранного на предыдущем шаге). Для выбора 2D узла используется опция:

<N> Задать привязку к узлу

Для задания смещений положения центра области обозначения от узла привязки используется опция:

<A> Задать смещение относительно узла

После выбора центра области обозначения необходимо указать форму и размеры области.



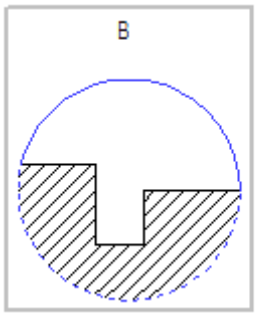
Форма области задаётся в окне параметров команды: **окружность, прямоугольник, овал.**
Размеры области можно задавать либо в окне параметров, либо прямо в окне чертежа (за курсором будет следовать динамическое изображение рамки области, нажатие зафиксирует положение рамки).
После задания области обозначения вида нужно определить положение полки обозначения вида. Динамическое изображение полки будет следовать за курсором. Нажатие в области чертежа зафиксирует положение полки. Положение полки можно также задать в окне параметров команды (указав координаты точки начала полки в разделе **Основные параметры** окна параметров).
Для изменения направления полки обозначения вида можно использовать опцию автоменю:

<Z> Изменить направление полки

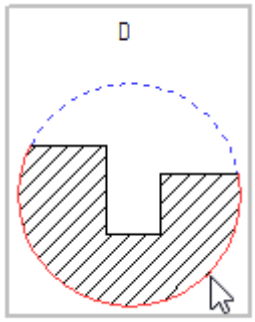
После задания положения полки на экране появится динамическое изображение создаваемого выносного вида, привязанное к курсору. Далее необходимо задать положение вида на чертеже, как описано в главе Размеры и положение чертёжного вида.

> Для того, чтобы обозначение выносного вида изменяло своё положение в соответствии с изменениями чертежа, рекомендуется привязать элемент к 2D узлу.

Завершить редактирование размеров и положения вида можно с помощью опции .
Последним шагом при создании выносного вида является настройка контура очертания вида. Система автоматически предлагает настроить контур очертания вида после нажатия .



Вокруг выбранной для выносного вида области появляется пунктирная линия, разбитая на сегменты. Клик по сегменту включает/отключает отображение выбранного сегмента.



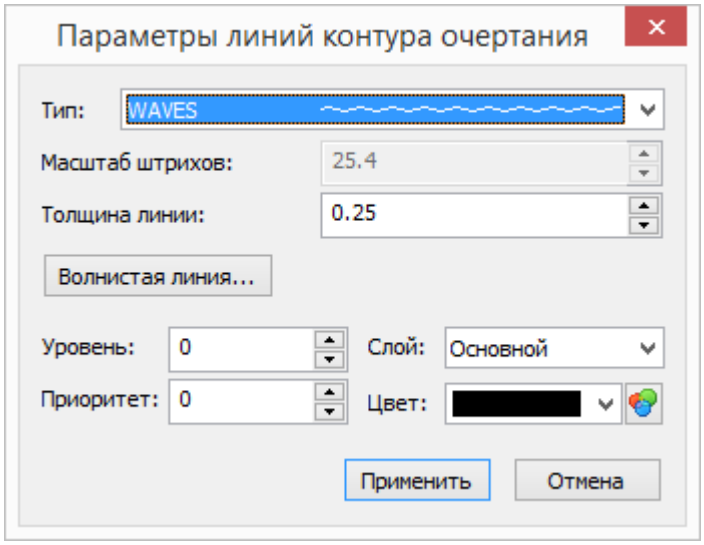
Также доступны следующие опции, которые позволяют выбрать нужные сегменты для контура очертания.

<S> Показать все сегменты контура очертания вида

<H> Скрыть все сегменты контура очертания вида

<I> Инвертировать видимость сегментов контура очертания вида

Для контура можно задать параметры с помощью опции .



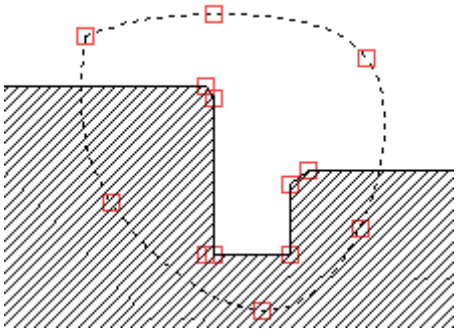
Для созданного вида автоматически создаётся обозначение. Полученное изображение может быть при необходимости отредактировано и дополнено.

См. также:

- Переключение камеры между видом и его обозначением

Создание выносного вида по контуру обрезки

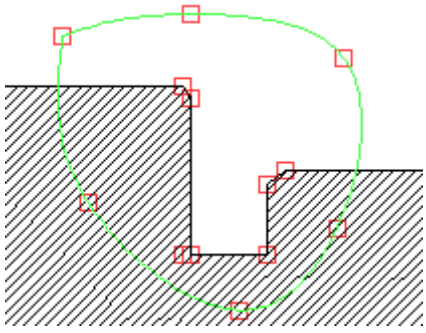
Для создания выносного вида по контуру обрезки нужно предварительно создать контур. В качестве контура могут выступать как линии построения, так и линии изображения.



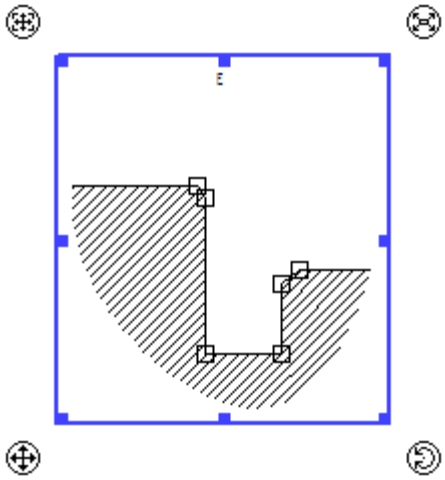
Выносной вид по контуру обрезки создаётся с помощью следующей опции в команде **Чертёжный вид**:

<S> Создать выносной вид по контуру обрезки

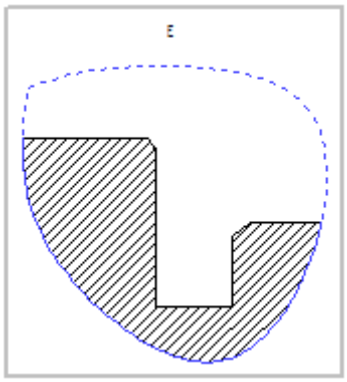
После активации опции, нужно выбрать предварительно созданный контур и подтвердить выбор



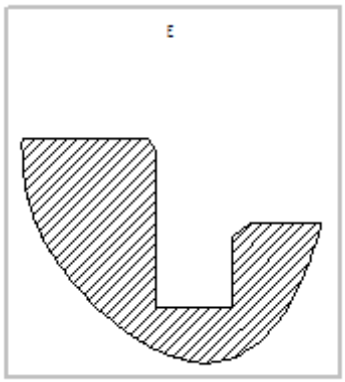
Затем нужно выбрать точку привязки, задать положение вида на чертеже, как описано в главе Размеры и положение чертёжного вида, и снова подтвердить выбор .



После этого нужно отредактировать контур аналогично описанному для выносного вида с обозначением.



Чтобы завершить создание выносного вида нужно выбрать опцию .



Масштаб чертёжного вида

При создании чертёжного вида на основе новой страницы задаётся два разных масштаба:

- **Масштаб страницы**
  Масштаб элементов вида на его отдельной вспомогательной странице. Данный параметр отображается не только в параметрах самого вида, но и в диалоге параметров документа для страницы вида (**Параметры документа** > **Страница** > **Лист** > **Лист** > **Масштаб**).

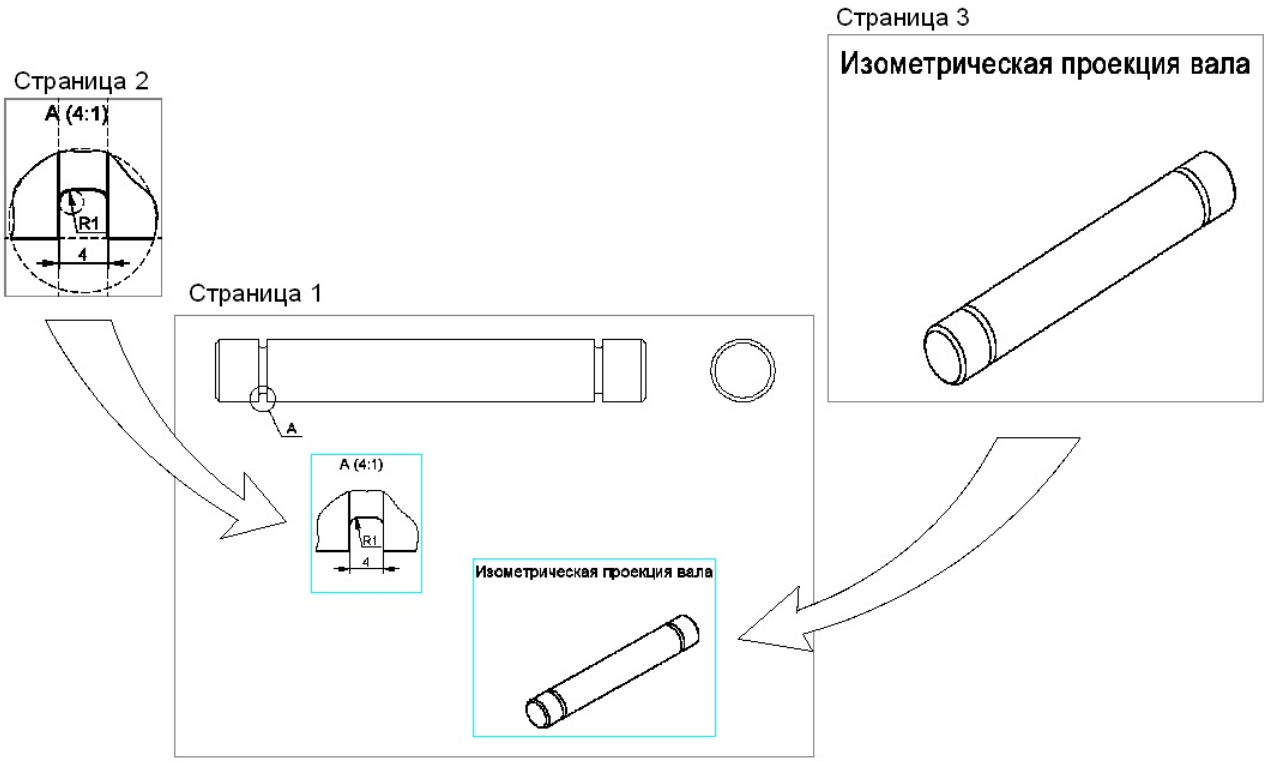
- **Масштаб изображения**
  Масштаб отображения содержимого вида на текущей странице (той, на которой была вызвана команда создания вида).

В итоге, на текущей странице вид отображается в масштабе равном **произведению масштаба страницы на масштаб изображения**.

При создании чертёжного вида на основе имеющейся страницы масштаб страницы не задаётся, т.к. он был задан отдельно при создании этой страницы. Таким образом, на текущей странице вид отображается в масштабе равном **произведению масштаба выбранной страницы на масштаб изображения**.

Выносной вид любого типа создаётся автоматическим применением к выносимым элементам команды копия с перемещением. При этом вместо масштаба страницы задаётся **масштаб копии,** используемый командой копирования. В итоге, для выносного вида также создаётся отдельная вспомогательная страница, и масштаб этой страницы определяется заданным масштабом копии. А на текущей странице вид отображается в масштабе, равном **произведению масштаба копии на масштаб изображения**.

Масштаб копии при создании выносного вида по умолчанию подбирается следующим образом: масштаб исходного вида умножается на 2 и округляется в сторону увеличения до ближайшего стандартного масштаба.



Например, на рисунке, приведённом выше, чертёжный вид, содержащий изометрическую проекцию вала, выполнен с **масштабом страницы 1:1** (страница 3) и **масштабом изображения 1:2 (0.5)**. В результате, изображение проецируется на основную страницу чертежа (страница 1) с **итоговым масштабом 1:2 (1x0.5=0.5)**. Изменив **масштаб страницы** чертёжного вида на **2:1 (2)**, мы получим на основной странице изометрическую проекцию вала в **масштабе 1:1 (2x0.5=1)**. Если же заменить значение **масштаба страницы** вида на **4:1 (4) итоговый масштаб** будет равным **2:1 (4x0.5=2)**.

Изображение выносного вида с обозначением (Вид А) в этом же примере имеет **масштаб копирования и, соответственно, страницы** чертёжного вида **4:1 (4)** (страница 2). **Масштаб**

изображения равен **1:1 (1)**. В результате, **итоговый масштаб**, с которым выносной вид отображается на основной странице, равен **4:1 (4x1=4)**.

Особенности выносных видов

Выносной вид любого типа создаётся автоматическим применением к выносимым элементам команды копия с перемещением в режиме создания ассоциативных копий. Операция копирования не отображается в элементах модели, но диалог её параметров можно вызвать из контекстного меню скопированных элементов. Диалога имеет такой же вид, как и у обычной операции копирования 2D элементов. Если выносной вид и/или его исходный вид имеют масштаб, отличный от 1:1, можно воспользоваться флагами коррекции масштаба, доступными в данном диалоге.

> Подробная информация о данных флагах доступна в главе Диалог параметров операции копирования 2D элементов.

В контекстном меню скопированных элементов выносного вида присутствует пункт с названием операции копирования, содержащий тот же набор команд, что и при обычном ассоциативном копировании.

> Подробная информация о командах доступна в главе Контекстное меню ассоциативной копии 2D элемента.

Вышеуказанные команды и параметры диалога операции копирования не влияют на элементы вида, не являющиеся копиями (заголовок; контур обрезки; линии разрывов; элементы, построенные пользователем вручную).

См. также:

- Создание выносного вида по элементам
- Создание выносного вида с обозначением
- Создание выносного вида по контуру обрезки

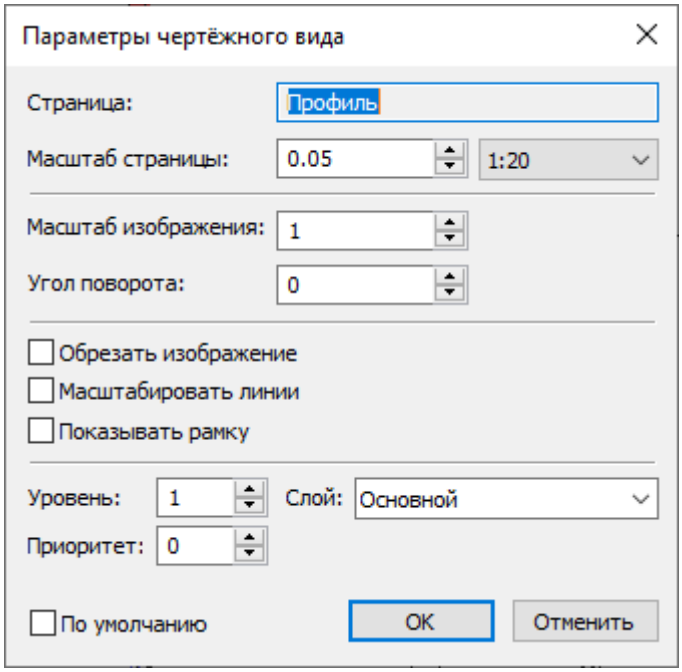
- Масштаб чертёжного вида
- Контекстное меню чертёжного вида
- Параметры чертёжного вида
- Перенос, копирование, массивы 2D элементов

Диалог параметров чертёжного вида

Диалог параметров чертёжного вида можно вызвать одним из следующих способов:

- из контекстного меню, вызываемого по нажатию на неактивном виде в 2D или 3D окне, либо в окне **Элементы модели**;
- по двойному нажатию на виде в окне **Элементы модели**;
- из автоменю команды **Редактировать чертёжный вид**.

Набор доступных параметров не зависит от типа и способа создания вида. Диалог содержит следующие параметры:



Страница
Имя страницы вида. Для смены страницы используйте команду редактирования вида.
Масштаб страницы
Масштаб элементов вида на его отдельной вспомогательной странице.
Масштаб изображения
Масштаб отображения содержимого вида на той странице, на которой вид размещён.

> Подробная информация о масштабах доступна в главе Масштаб чертёжного вида

Угол поворота
Угол поворота вида относительно его точки привязки. Положительным считается направление поворота против часовой стрелки. При использовании вектора привязки для позиционирования вида значение угла определяется указанным вектором и недоступно для редактирования.
Обрезать изображение
При установленном флаге содержимое страницы вида, находящееся за пределами рамки вида, не отображается на странице, на которой вид размещён
Масштабировать линии

При установленном флаге толщина линий изображения вида масштабируется в соответствии со значением параметра **Масштаб изображения**.

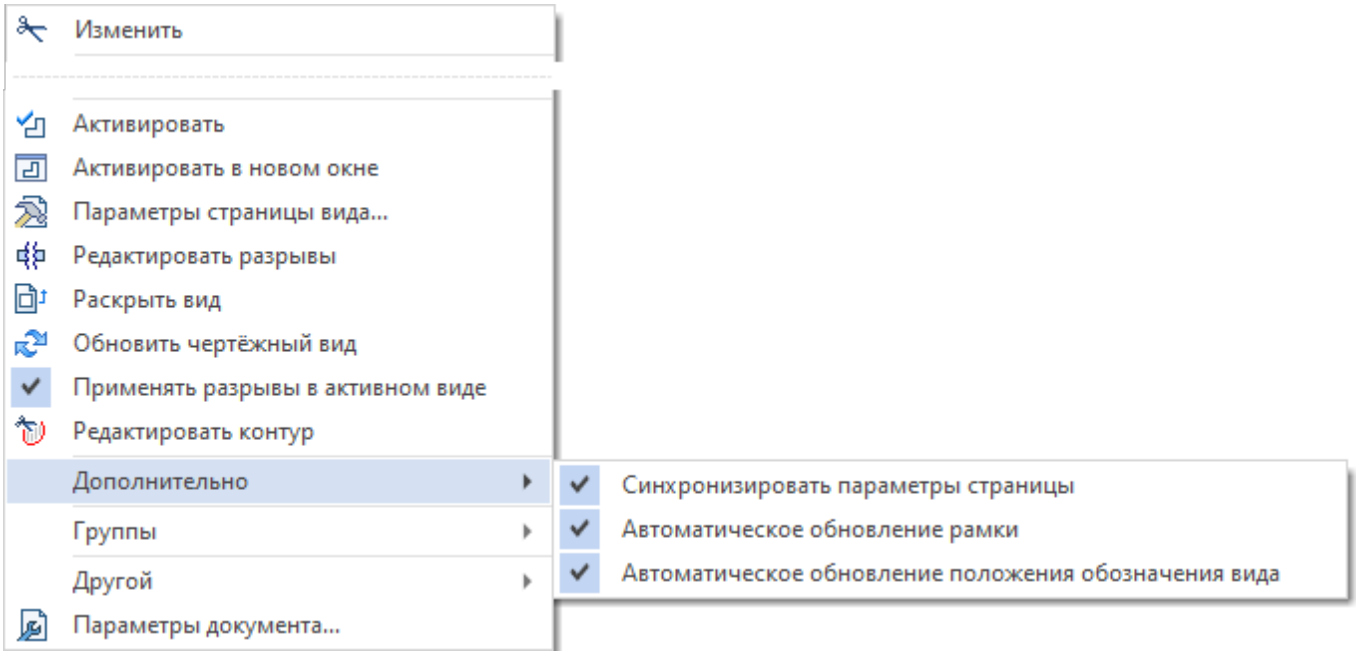
Показывать рамку
При установленном флаге границы вида отображаются на чертеже независимо от того, активен вид или нет. При снятом флаге границы отображаются только для активного вида.

> Если включен режим скрытия построений, границы неактивных видов не отображаются независимо от состояния данного флага.

Уровень
Уровень видимости вида (см. главу Уровень).
Приоритет
Приоритет отображения вида (см. главу Приоритет).
Слой
Слой, которому принадлежит вид (см. главу Слой).
По умолчанию
Если установить данный флаг и нажать **OK**, то установленные в этот момент значения параметров будут применяться как параметры по умолчанию для создаваемых в дальнейшем чертёжных видов всех типов.

Контекстное меню чертёжного вида

Помимо команд, общих для всех элементов в T-FLEX CAD, контекстное меню чертёжного вида содержит следующие специфические команды:



Активировать
При вызове этой команды все элементы чертежа на текущей странице, кроме элементов, принадлежащих чертёжному виду, отображаются менее ярким цветом, и подсвечивается граница чертёжного вида. Любые 2D построения, созданные на чертеже в данном режиме будут относиться к активному виду.

Активировать в новом окне
Этот режим отличается от предыдущего тем, что система открывает новое окно с изображением всех элементов, принадлежащих странице чертёжного вида.

Подробная информация об активации доступна в главе Активация проекций и чертёжных видов.

Параметры страницы вида

Вызывает на экран окно **Параметры документа** для страницы чертёжного вида.

Для выносных видов по умолчанию установлен флаг **Синхронизировать параметры страницы**. В этом случае параметры страницы вида нельзя изменить, т.к. они берутся из параметров страницы документа, которой принадлежит вид. Для задания параметров страницы вида, отличных от параметров страницы документа, снимите флаг.

Редактировать разрывы

Подробная информация о данной команде доступна в главе Разрывы проекции.

Раскрыть вид

В результате раскрытия чертёжный вид удаляется, а входившие в его состав элементы (узлы, линии изображения и т.п.), переносятся непосредственно на страницу чертежа. Если изображение чертёжного вида содержало размеры, то после раскрытия вида масштаб размеров автоматически меняется так, чтобы номинал размера остался без изменений. При выборе данной команды система задаст вопрос: "**Объединить объекты, полученные при раскрытии чертёжного вида, в группу?**". В зависимости от ответа объекты объединяются в группу или переносятся поодиночке. В качестве имени новой группе по умолчанию присваивается имя разрушенного вида. Также последует второй вопрос о том, следует ли удалить из документа страницу раскрываемого вида. При раскрытии чертёжного вида, содержимое которого обрезано по штриховке (например, когда чертёжный вид был создан как **Выносной вид с обозначением**) действуют следующие правила:

- обрезанные по штриховке линии (например, линии ассоциативной копии) заменяются обычными линиями изображения, укороченными в соответствии с обрезкой на виде;
- фрагменты, обрезанные по штриховке, копируются в результирующий набор элементов вместе с обрезающей штриховкой;
- обрезанные на исходном виде штриховки после раскрытия вида исчезают.

Обновить чертёжный вид

Обновляет только выбранный вид аналогично команде **Обновить** для других элементов.

Редактировать контур (доступно только для выносного вида)

Редактирование контура осуществляется так же, как при создании вида.

Дополнительно >

- **Синхронизировать параметры страницы** (доступно только для выносного вида)
  Если флаг установлен (по умолчанию), параметры страницы вида синхронизированы с параметрами страницы документа, на которой данный вид расположен. Т.е. изменение параметров страницы документа приводит к изменению параметров страницы вида. При этом ручные изменения параметров страницы вида не применяются. Для задания параметров страницы вида, отличных от параметров страницы документа, необходимо снять данный флаг. При первоначальной синхронизации параметры страницы документа применяются к странице вида.
- **Автоматическое обновление рамки**
  Данный флаг автоматически установлен для всех видов, при создании или изменении которых не использовались манипуляторы размера вида (синяя рамка).
  - Для выносных видов:
    Когда флаг установлен, границы вида (пунктирная рамка, невидимая при печати) автоматически изменяются при обновлении в соответствии с изменением размеров

содержимого. Изменение размеров содержимого может быть вызвано изменением контура или масштаба вида. Если флаг снят, то границы всегда остаются неизменными независимо от размера содержимого.

- Для обычных чертёжных видов:
  Когда флаг установлен, границы вида соответствуют размерам листа, установленным в параметрах страницы вида.

Для ручного изменения границ измените вид и воспользуйтесь манипуляторами размера. Данное действие снимает флаг автоматического обновления рамки. Когда флаг снят, границы сохраняют конфигурацию, заданную с помощью манипуляторов.

Имейте в виду, что использование манипуляторов размера в процессе создания вида меняет размеры его страницы, а в процессе изменения вида меняет лишь границы, не влияя на размеры страницы.

- **Автоматическое обновления положения обозначения вида** (доступно только для выносного вида)
  Если флаг установлен, то при обновлении вида его обозначение автоматически устанавливается по центру над содержимым вида. Если флаг снят, то обозначение сохраняет своё положение в системе координат вида. Флаг установлен по умолчанию, но автоматически снимается при ручном изменении положения обозначения.
- **Применять разрывы в активном виде**
  Подробная информация о данной опции доступна в разделе Разрывы проекций и чертёжных видов.

Параметры документа...

Когда вид не активен, эта команда, доступная в контекстном меню вида, вызывает окно **Параметры документа** для страницы документа, которой принадлежит вид.

Когда вид активен, эта же команда, доступная в контекстных меню элементов вида и пустого пространства 2D окна, вызывает окно **Параметры документа** для страницы чертёжного вида.

Для выносных видов по умолчанию установлен флаг **Синхронизировать параметры страницы**. В этом случае параметры страницы вида нельзя изменить, т.к. они берутся из параметров страницы документа, которой принадлежит вид. Для задания параметров страницы вида, отличных от параметров страницы документа, снимите флаг.

Т.к. выносные виды создаются автоматическим применением команды копия с перемещением к элементам исходного вида, контекстное меню элементов выносного вида дополнительно содержит те же команды, что и контекстное меню других ассоциативных копий.

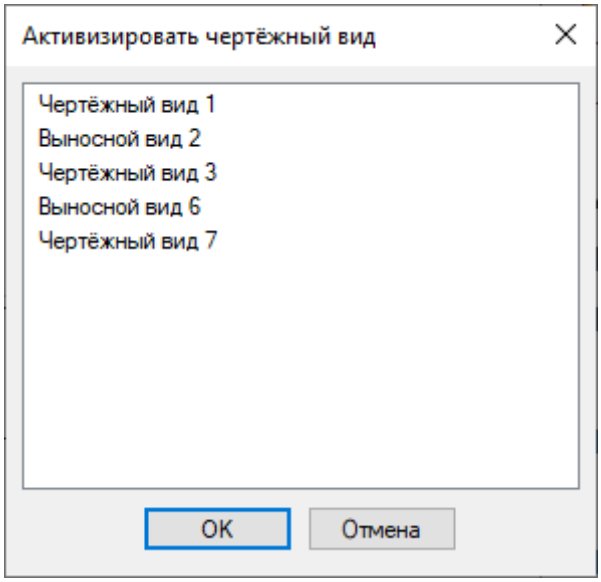
Активация чертёжных видов и проекций

Активировать вид

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Чертёж > Активировать... Листовой металл (2D) > Чертёж > Активировать...
Клавиатура	Текстовое меню
	Вид > Чертёжный вид > Активировать...

После вызова команды на экране появляется диалоговое окно со списком всех чертежных видов (включая выносные виды с обозначением и проекции), имеющихся на текущей странице чертежа. Выберите желаемый вид в списке и нажмите **OK**. Выбранный вид будет активирован.

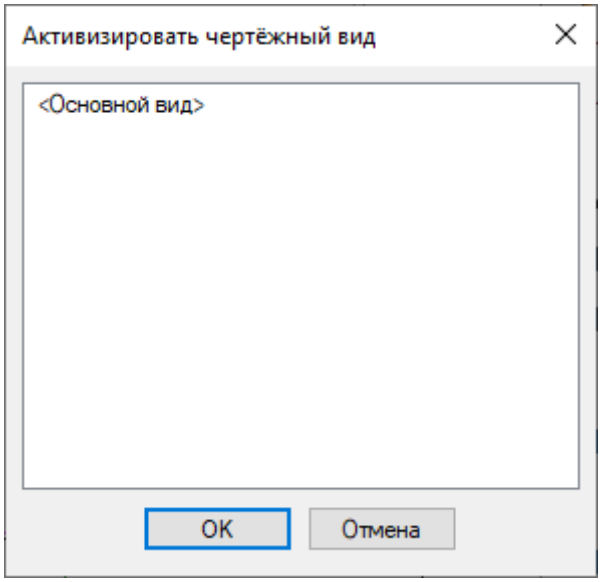


Также доступны другие способы активации видов. Наведите курсор на вид так, чтобы всё содержимое и рамка вида стали подсвечены розовым. При этом для выносных видов и проекций курсор следует избегать наведения мыши на какие-либо элементы содержимого вида (включая скрытую часть контура обрезки выносного вида). Далее либо дважды нажмите , либо один раз нажмите и выберите в появившемся контекстном меню пункт **Активировать** (работа с видом продолжится в текущем окне документа) или **Активировать в новом окне** (работа с видом продолжится в новом окне документа).

Деактивировать вид

Деактивировать активный вид можно одним из следующих способов:

- Дважды нажать вне границ вида.
- Повторно вызвать команду **Активировать...**.
  При повторном вызове команды появится диалоговое окно, аналогичное списку видов, в котором будет доступен для выбора только один пункт - **<Основной вид>**. Выберите этот пункт и нажмите **OK**. Вид будет деактивирован.



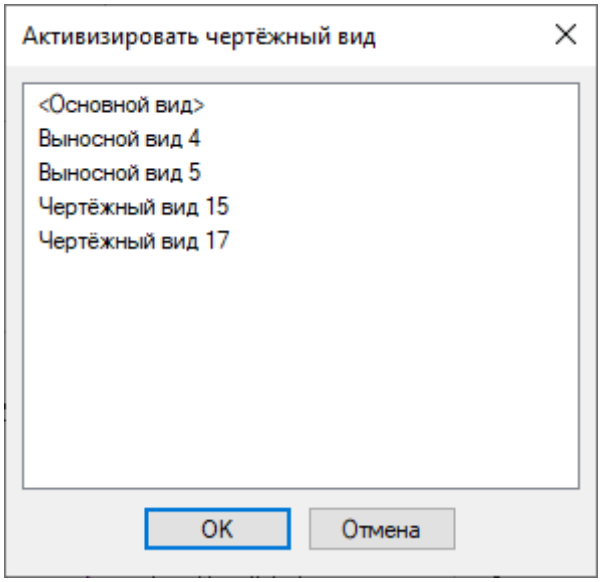
- Использовать следующую команду:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
	Вид > Чертёжный вид > Закрыть

Команда также доступна в контекстном меню, вызываемом нажатием в любом месте 2D окна.

Вложенные виды

Выносные виды по элементам и по контуру обрезки создаются в составе родительского вида. Кроме того, если создать новый обычный чертёжный вид, когда активен другой вид, то созданный вид также будет вложенным в активный. Пока родительский вид неактивен, рамка вложенных в него видов не отображается, и попытка выбора отдельных элементов, принадлежащих дочерним видам, приводит к выбору родительского вида. Для выбора вложенного вида необходимо сначала активировать родительский вид. После активации родительского вида вложенный вид может быть активирован теми же способами, что и виды не имеющие вложенности. Если родительский вид неактивен, то при вызове команды **Активировать...** в списке видов не будет вложенных видов. Если активный вид содержит вложенные виды, то при вызове команды **Активировать...** список видов будет содержать только виды, дочерние к текущему и пункт **<Основной вид>**. При деактивации дочернего вида любым из описанных выше способов становится активным его родительский вид.



Для деактивации видов всех уровней вложенности сразу используйте следующую команду:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
	Вид > Чертёжный вид > Закрыть все

Команда **Закрыть все чертёжные виды** также доступна в контекстном меню, вызываемом нажатием в любом месте 2D окна.

Работа с активным видом

Когда вид активен его граница подсвечивается розовым, а все не принадлежащие ему элементы чертежа в текущем 2D окне отображаются менее яркими цветами. Любые 2D построения, созданные на чертеже в данном режиме, будут относиться к активному виду.

Редактировать чертёжный вид

Редактирование чертёжного вида производится с помощью команды **Редактировать чертёжный вид**.
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<ESD>	Правка > Чертёж > Чертёжный вид

Команда предназначена для редактирования чертёжного вида. После вызова в автоменю появляются опции:

	<R>	Выбрать элемент из списка.
	<*>	Выбрать все элементы.
	<Esc>	Выйти из команды

После выбора всех чертёжных видов они подсвечиваются на чертеже, а в автоменю появляется опции:

	<Del>	Удалить выбранные элементы
	<Esc>	Отменить выбор элементов

Если выбран один элемент, то нажатие вызывает режим изменения положения чертёжного вида (на экране появляется перемещаемое изображение выбранного элемента). Повторное нажатие приведёт к привязке чертёжного вида в точке указания курсора мыши. В автоменю доступны следующие опции:

	<P>	Задать параметры элемента.
		Точка привязки вида
	<Del>	Удалить выбранный элемент.
	<I>	Выбрать другой ближайший элемент
	<B>	Добавить или редактировать разрывы
	<Esc>	Выйти из команды

Опция (**<Del>**) позволяет удалить выбранный чертёжный вид.

Опция позволяет изменить точку привязки редактируемого чертёжного вида.

Опция выводит на экран диалог параметров чертежного вида.

Выбранный вид выделяется в виде прямоугольника, обрамлённого маркерами. Маркеры можно использовать для изменения положения, угла поворота, масштаба и размера вида, положение вектора привязки или точки привязки. Работа с маркерами происходит так же, как и при создании чертёжного вида (или выносного элемента).

Завершить редактирование чертёжного вида можно с помощью опции:

	<End>	Завершить редактирование вида

Опция включает режим создания/редактирования разрывов на виде.

Команду редактирования разрывов чертёжного вида можно также вызвать вне команды редактирования вида из контекстного меню страницы, отображаемой данным видом. В этом меню можно задать, нужно ли показывать на странице схему разрывов (**Показать**), а также выбрать чертёжный вид, разрывы которого нужно показывать и редактировать (если видов, отображающих данную страницу, несколько).

Редактирование изображения на чертёжном виде

Изображение, расположенное на чертёжном виде, можно редактировать в двух режимах:

1. На странице чертёжного вида. Для этого необходимо либо перейти на страницу при помощи закладок страниц, либо вызвать команду контекстного меню **Активизировать в отдельном окне** (система открывает новое окно с изображением всех элементов, принадлежащих странице чертёжного вида).
2. В 'прозрачном' режиме на исходной странице чертежа. Для этого необходимо вызвать команду контекстного меню **Активизировать чертёжный вид**. При вызове этой команды все элементы чертежа на текущей странице, кроме элементов, принадлежащих чертёжному виду, гасятся (т.е. отображаются менее ярким цветом), а граница чертёжного вида подсвечивается. После этого вы можете использовать любые команды построения, создания, редактирования элементов чертежа.

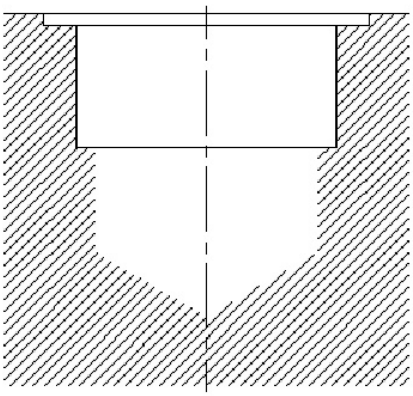
Выбрать команду активизации чертёжного вида можно и через текстовое меню **Вид\Чертёжный вид**. При наличии в чертеже нескольких чертёжных видов после вызова команды **Активизировать** появится окно со списком существующих элементов, в котором можно выбрать один из них.

Дополнение и изменение изображения на чертёжном виде

Созданное с помощью опций и изображение иногда требуется изменить или дополнить (достроить фаски, скругления, ограничивающую линию, проставить размеры). Здесь следует учесть, что данные опции создают изображение на основе команды Копировать с перемещением и для него действуют те же правила и ограничения, что и при прямом использовании этой команды: копируются только линии изображения, штриховки, 2D фрагменты и проекции; у полученных в результате копий линий изображения невозможно изменить узлы привязки. Скопированные элементы можно только удалить, скрыть с помощью команды **Погасить/Показать элементы** либо изменить их параметры (например, понизить уровень). Также можно привязать к ним линии построения (см. главу «Прямые») для создания новых элементов. Поэтому, если корректировка вида требует изменения существующих линий изображения, возможны два варианта действий:

1. Используя команду **Разрушить перемещение** контекстного меню, разорвать связь элементов-копий на чертёжном виде с исходными элементами. При разрушении связи создаются свободные узлы, т.е. изображение на виде становится эскизом и может быть изменено. Следует учесть, что дальнейшее изменение исходных элементов чертежа не будет влиять на изображение на чертёжном виде, что нарушит его параметрические свойства.
2. Создать новые линии изображения на основе линий, полученных перемещением: к линиям перемещения привязать элементы построения. Затем при необходимости скрыть линии, полученные перемещением. Вместо скрытых линий построить новые, привязываясь к созданным линиям построения.

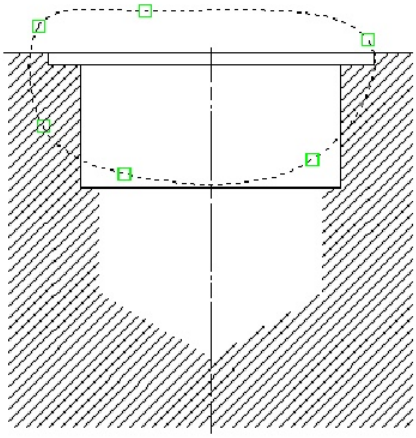
Ограничение изображения по произвольной штриховке



Исходное изображение выносного вида

Изображение, полученное с помощью опции , можно в дальнейшем обрезать по произвольной штриховке, используя команду **Изменить перемещение** из контекстного меню.

В следующем примере с помощью опции построен выносной вид. Обрежем его по штриховке и дополним ограничивающей линией.

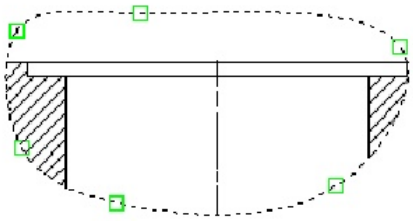


Сплайн для создания обрезающей штриховки и ограничивающей линии

Для редактирования чертёжного вида перейдём на его страницу. И штриховку для обрезки вида, и ограничивающую линию удобнее создавать на основе одного сплайна.

С помощью команды [Создать штриховку] создадим невидимую штриховку на основе сплайна.

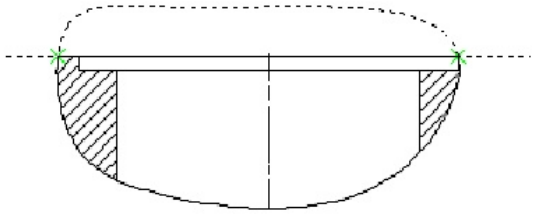
Затем, указав на линии, полученные перемещением, и нажав , в контекстном меню выберем команду **Изменить перемещение** для вызова команды **Редактировать копии**.



Исходное изображение обрезано по созданной на предыдущем шаге штриховке

В автоменю будет доступна опция – **Выбрать штриховку для обрезки**. После выбора опции необходимо указать на штриховку. Изображение вида будет обрезано по штриховке, как показано на рисунке.

Следует отметить, что при создании штриховки нельзя использовать элементы выносного вида, так как их использование приведёт к возникновению рекурсии.



Обрезанное изображение ограничено тонкой линией. Края линии заданы точками пересечения сплайна и дополнительно созданной линии построения

Последним шагом будет создание необходимых линий построения и построение по сплайну ограничивающей линии.

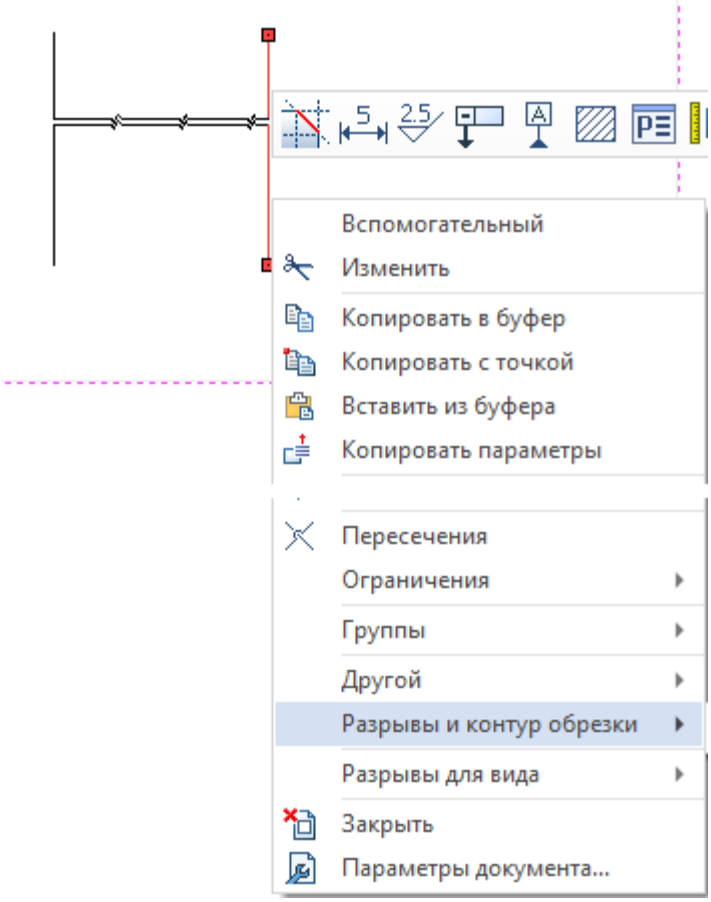
Исключения для элементов чертёжного вида

Контекстное меню элементов активного чертёжного вида содержит пункт **Разрывы и контур обрезки**, со следующими опциями:

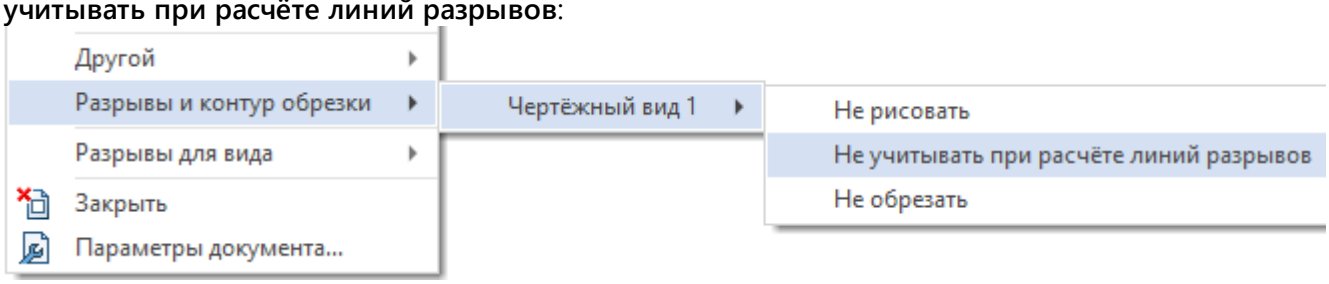
- **Не рисовать**
  Данная опция для элементов чертежного вида работает так же, как описано для элементов проекции.
- **Не обрезать**
  Данная опция для элементов чертежного вида работает так же, как описано для элементов проекции.
- **Не учитывать при расчёте линий разрывов**
  Применение данной опции описано ниже.

Не учитывать при расчёте линий разрывов

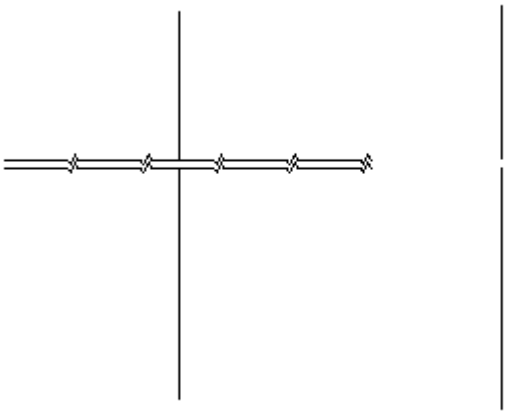
Нажмите на элементе активного чертёжного вида:



В появившемся контекстном меню выберите **Разрывы и контур обрезки** > **Проекция_№** > **Не учитывать при расчёте линий разрывов**:



Линия разрыва теперь не доходит до выбранного элемента:



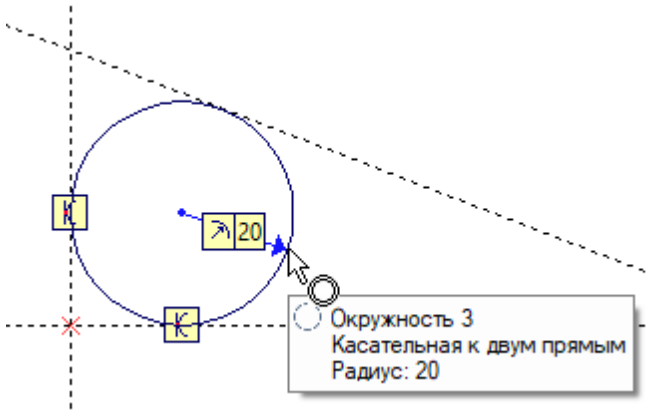
Инструменты управления 2D элементами

Основные темы в этом разделе:

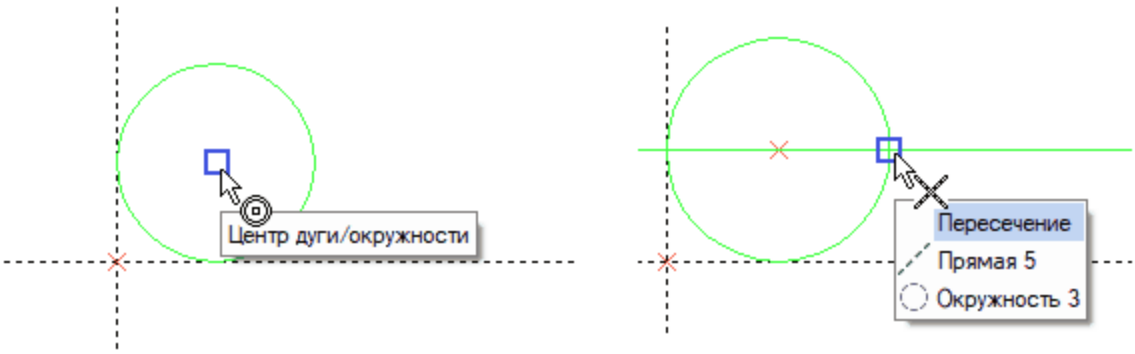
- Выбор 2D элементов
- Толщина линий
- Сетка
- Окно "Общий вид"
- Перерисовать

Выбор 2D элементов

Любой 2D элемент может быть выбран в 2D окне (с учётом фильтров) или в окне Элементы модели. Элементы некоторых типов также доступны для выбора в других служебных окнах.
Выбор 2D элементов осуществляется согласно общим принципам, описанным в разделе Выбор элементов. При выборе элементов можно пользоваться объектной привязкой и всплывающими подсказками. В отличие от 3D окон, подсказки в окне чертежа можно отключить, сняв в установках системы на вкладке **Привязки** флаг **Показывать всплывающие подсказки.** В некоторых случаях, в подсказке также отображается ключевой параметр элемента (например, радиус окружности).



Помимо или вместо обычных объектных привязок при создании и редактировании 2D элементов доступны специальные 2D привязки, позволяющие привязываться к конкретной точке элемента (например, к **Центру дуги/окружности**) или выравнивать создаваемый элемент по вертикали или горизонтали относительно точки элемента (например, привязка **Горизонтальная/вертикальная касательная** позволяет привязаться к прямой, касательной к указанной окружности, не строя саму эту прямую). Система автоматически находит разрешённые 2D привязки и предлагает их пользователю. Кроме того, система отслеживает совпадение двух 2D привязок, например вертикаль – горизонталь, перпендикуляр – горизонталь и т.д. Тип предложенной привязки символизируется иконкой рядом с курсором и отображается во всплывающей подсказке. Если привязка базируется на элементе, находящемся вдали от курсора, то между курсором и элементом привязки отображается связь в виде тонкой синей штриховой линии.



Основные темы в этом разделе:

- 2D привязки
- Фильтры типа 2D элементов
- Выбрать все 2D элементы
- Выбрать другой ближайший элемент

2D привязки

При создании и редактировании элементов чертежа, на панели фильтров в верхней части 2D окна отображаются кнопки специальных 2D привязок, которые позволяют привязываться к конкретной точке элемента, выравнивать создаваемый элемент по вертикали или горизонтали относительно точки существующего элемента, строить нормали и касательные без применения ограничений. В одних командах 2D привязки заменяют собой фильтры типа элементов, в других - дополняют их.

Набор доступных привязок зависит от текущей команды.

Наиболее полный набор привязок доступен в команде **Эскиз**:

	<Alt>+<I>	Точка на линии изображения
	<Alt>+<D>	Точка на линии построения
	<Alt>+<P>	Пересечение линий построения.
	<Alt>+<R>	Начало координат
	<Alt>+<M>	Середина линии изображения
	<Alt>+<B>	Конечные точки линии изображения
	<Alt>+<C>	Центр дуги/окружности
	<Alt>+<A>	Угол дуги 90, 180, 270 градусов
	<Alt>+<V>	Горизонтальная/вертикальная касательная
	<Alt>+<H>	Горизонталь/вертикаль
	<Alt>+<O>	Перпендикуляр

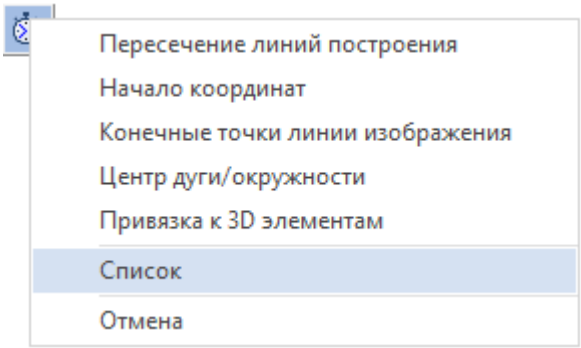
	<Alt>+<S>	Продолжение линии изображения
	<Alt>+<T>	Касание к линии изображения
	<Alt>+<N>	Привязка к 3D элементам (для чертежа по умолчанию не активна)

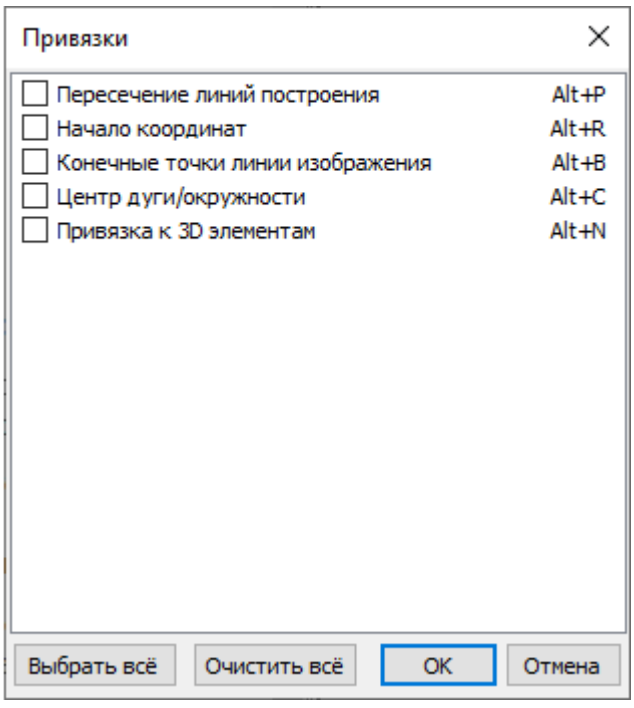
Указанные сочетания клавиш работают только в диалоге временных привязок (см. ниже).

Кнопки активных привязок подсвечиваются. Каждую отдельную привязку можно включать и выключать нажатием на её кнопку. Нажатием на кнопку можно отключить или включить все 2D привязки сразу.

Для временного отключения 2D привязок можно воспользоваться клавишей <Ctrl>. Пока клавиша нажата, привязки **не действуют**.

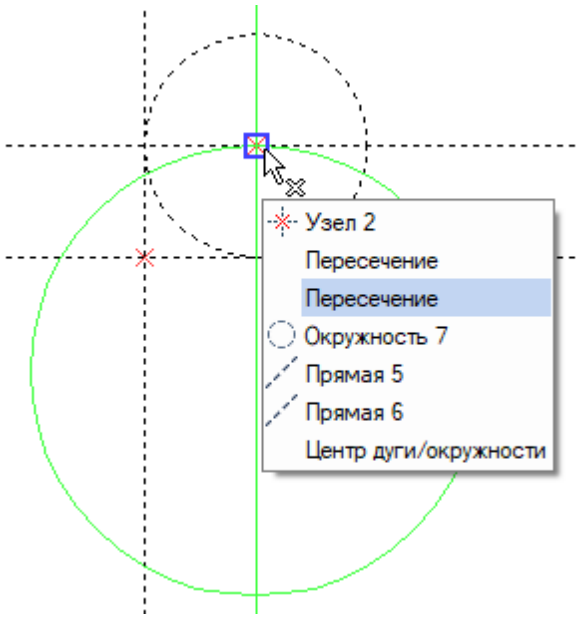
Часто привязки мешают друг другу: трудно среди автоматически предлагаемых вариантов привязок найти нужную. Тогда временно можно задать только одну, нужную привязку. Для этого на панели фильтров есть пиктограмма, которая выводит список всех привязок, из которого нужно выбрать нужную. После выбора временной привязки, пока не будет сделано построение при помощи, все остальные привязки будут неактивны. После выполнения построения будут вновь активны все привязки, которые доступны на панели фильтров. Выбирать временную привязку можно при помощи горячих клавиш. Для задания нескольких временных привязок в контекстном меню используется кнопка **Список.** После нажатия кнопки контекстное меню заменяется окном диалога, в котором можно включить сразу несколько временных привязок.



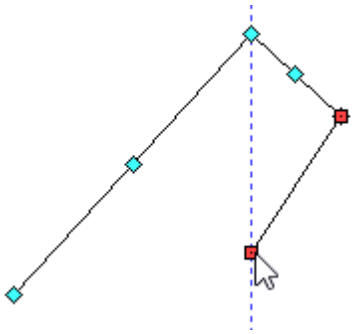


Если в данной точке найдено несколько вариантов объектной привязки, то система позволяет пользователю выбрать нужную привязку (или сочетание двух привязок). Для этого необходимо, поместив курсор в требуемую точку, некоторое время не перемещать его. Тогда рядом с курсором появится подсказка, в которой будет указано общее количество найденных системой объектных

привязок. При помощи колеса мыши можно перебирать эти привязки. Нажатие выберет ту привязку, которая будет использована для создания или редактирования текущего 2D элемента.



Предложенную системой объектную привязку можно фиксировать с помощью клавиши <**Space**>.

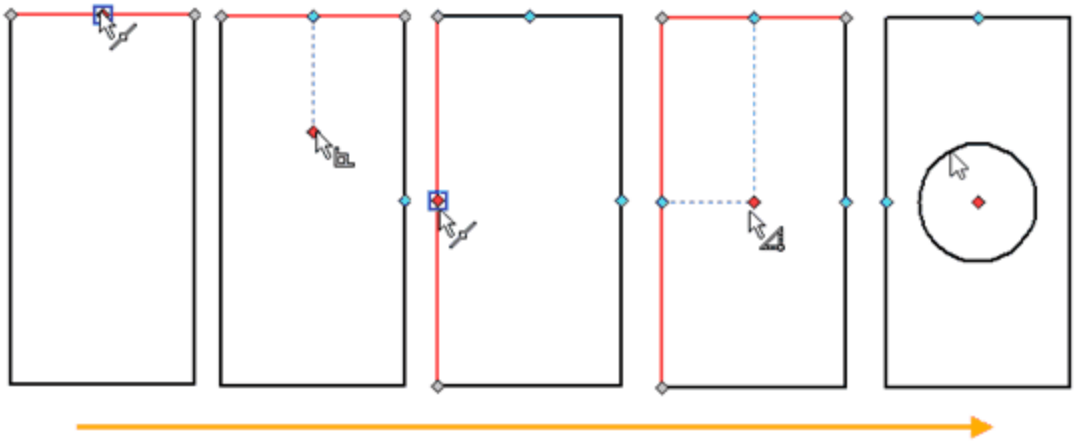


Когда чертёж достаточно сложный и построений много, чтобы активировать привязку к тем построениям, которые нам нужны, необходимо в режиме команды эскиз подвести курсор к тому элементу (или нескольким элементам), относительно которого мы хотим привязаться. Если на панели фильтров активна нужная для нас привязка, то от элемента потянется пунктирная линия привязки.

Примеры использования 2D привязок

Построение окружности в центре прямоугольника

Пусть нам дан прямоугольник и необходимо построить окружность в его центре.

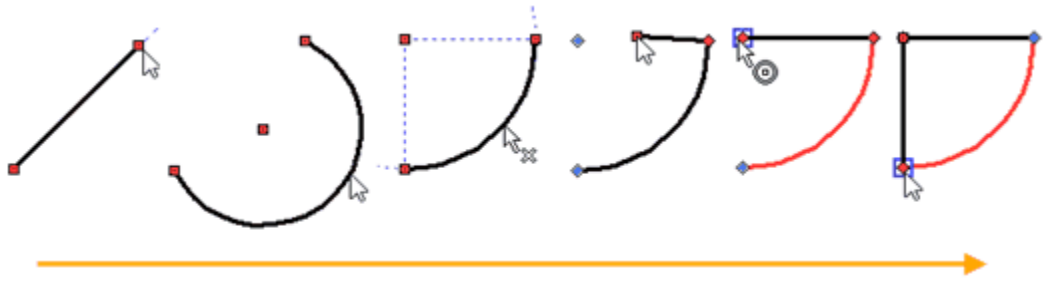


Нужно убедиться, что активны привязки середины линии изображения и перпендикуляр. Вызываем команду Окружность и наводим курсор примерно на середину верхней стороны прямоугольника. Активируется привязка к центру линии изображения. Ведём курсор вниз, при этом появляется пиктограмма привязки по перпендикуляру. Динамически строится пунктирная линия от точки середины перпендикулярно верхней стороне прямоугольника. Эта привязка «запомнилась». Теперь ведём курсор к середине левой стороны прямоугольника. Активируется привязка к середине линии изображения. Ведём курсор вправо. Когда курсор будет в области близкой к центру – автоматически выстраивается первая привязка из середины верхней стороны по нормали вниз.

Пересечение двух перпендикуляров из середины сторон – центр прямоугольника. Нажатием указываем точку центра окружности. Далее вводим радиус окружности и жмём **<Enter>** для завершения построений.

Построение четверти круга

Пусть нам необходимо построить четверть круга, так, как это показано на рисунке.



Вызываем команду Дуга по двум точкам. Вначале необходимо убедиться, что активны привязки к конечным точкам линии изображения, привязка к центру окружности и привязка при построении дуг на углы 90, 180 и 270 градусов. Далее указываем произвольно первую точку нажатием в окне чертежа. Затем вводим в окне параметров угол равный 45°: это означает, что вторая точка дуги будет построена на линии, проходящей через первую точку, под углом в 45° относительно горизонтали. Нажимаем, тем самым задав вторую точку дуги.

Под курсором появляется динамически изменяющаяся дуга. Положение курсора задаёт радиус дуги. Перемещая курсор, находим привязку к дуге на 90°: появятся пунктирные линии ограничивающие четверть окружности. Нажимаем для завершения построения дуги. Переключаемся в построение отрезка. Если был включен Непрерывный ввод линий, то первая точка отрезка уже будет находится в крайней точке дуги. Если режим непрерывного ввода включен не был, то наводим курсор на край дуги, благодаря чему активируется привязка к конечным точкам линии. Нажимаем

, для ввода первой точки отрезка. Под курсором появляется вторая точка отрезка. Отрезок динамически перестраивается согласно положению курсора. Если не получается найти привязку к центру дуги, то нужно навести курсор на дугу. Это необходимо, чтобы алгоритм поиска привязок «понял», что мы хотим привязаться к дуге. Ведём курсор приблизительно к центру дуги. Как только курсор оказался в окрестности центра активируется привязка. Точка центра будет выделена квадратным маркером и появится пиктограмма привязки к центру. Нажимаем , для ввода второй точки отрезка. В зависимости от того, был ли включен режим непрерывного ввода, первая точка следующего отрезка будет уже задана или её нужно задать самостоятельно. После указания первой точки отрезка ведём курсор вниз в сторону другой крайней точки дуги. Вновь активируется привязка к конечным точкам линии изображения. Нажимаем для завершения построений..

Фильтры типа 2D элементов

При выборе элементов на чертеже или на активной рабочей плоскости выбираются только те элементы, которые соответствуют активным фильтрам типа элемента. Фильтры отображаются на панели фильтров, либо на системной панели. Активные фильтры подсвечены синим цветом. Для активации/деактивации фильтра нажмите на его иконке или используйте соответствующее ему сочетание клавиш. В режиме ожидания команды доступны следующие фильтры:

	<Ctrl>+<Alt>+<N>	Выбор узлов
	<Ctrl>+<Alt>+<C>	Выбор линий построения
	<Ctrl>+<Alt>+<G>	Выбор линий изображения
	<Ctrl>+<Alt>+<A>	Выбор штриховок
	<Ctrl>+<Alt>+<F>	Выбор фрагментов
	<Ctrl>+<Alt>+<T>	Выбор текстов (включая таблицы)
	<Ctrl>+<Alt>+<D>	Выбор размеров
	<Ctrl>+<Alt>+<I>	Выбор элементов оформления (надписей, допусков, баз, шероховатостей, обозначений и заголовков видов)
	<Ctrl>+<Alt>+<O>	Выбор других элементов

При запущенных командах создания элементов оформления и чертёжных видов набор доступных фильтров меняется в зависимости от того, элементы какого типа можно использовать в текущей команде. В этом случае часть фильтров, перечисленных выше может быть недоступна. При запущенных командах создания элементов построения и линий изображения фильтры типа элементов недоступны, а выбор регулируется только с помощью 2D привязок.

См. также:

- Панель фильтров
- Фильтры типа элементов
- 2D привязки
- Фильтры типа 3D элементов

Выбрать все 2D элементы

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Дополнительно > Выбрать все Листовой металл (2D) > Дополнительно > Выбрать все Редактирование > Редактирование > Выбрать все Рабочая плоскость > Дополнительно > Выбрать все
Клавиатура	Текстовое меню
<ESA>, <Ctrl>+<A>	Правка > Выбрать все

Вызов команды также доступен из контекстного меню, вызываемого по нажатию на пустом месте в 3D сцене в режиме ожидания команды.

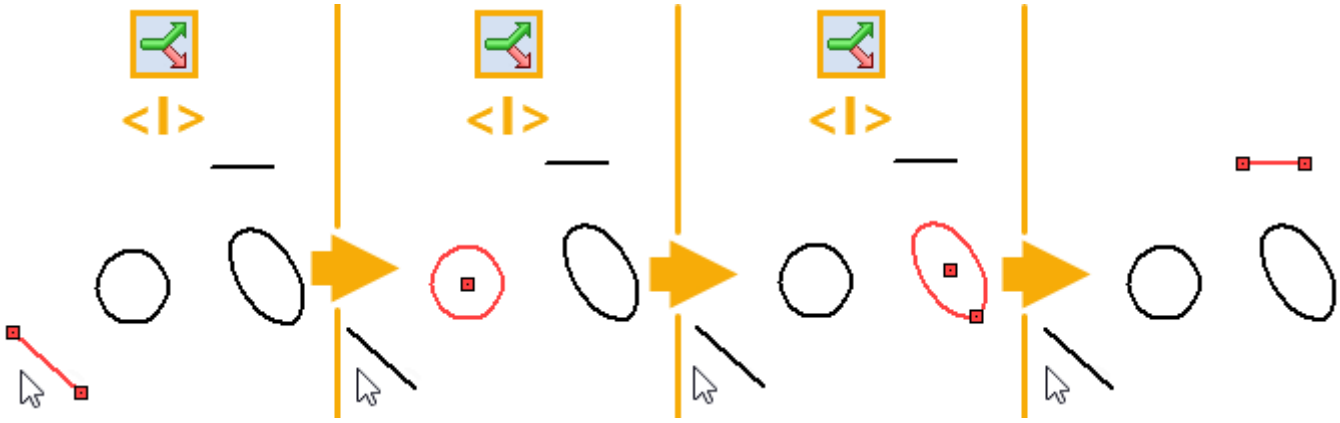
Команда предназначена для выбора сразу всех объектов на текущей странице или на активной РП, которые соответствуют активным фильтрам в панели фильтров или в списке элементов команды Селектор.
После выбора элементы подсвечиваются различными цветами в зависимости от типа элемента.

Выбрать другой ближайший элемент на чертеже

В автоменю различных команд создания и редактирования 2D элементов может быть доступной следующая опция:

<I> Выбрать другой ближайший элемент

Её можно активировать после выбора элемента для редактирования или для создания нового элемента на основе выбранного. Активируя данную опцию, можно последовательно переключать выбор между элементами того же типа, что и изначально выбранный элемент, принадлежащими активному виду или текущей странице. Выбор переключается в порядке возрастания удалённости элементов от текущего положения курсора. Если выбрано несколько элементов разных типов, то учитываются элементы всех этих типов. Линии изображения и линии построения считаются едиными типами независимо от их геометрической формы, т.е. например, если выбран отрезок эскиза, данная опция будет переключать выбор между всеми имеющимися линиями изображения, включая окружности, дуги, эллипсы, сплайны.



Пример использования опции в команде редактирования эскиза

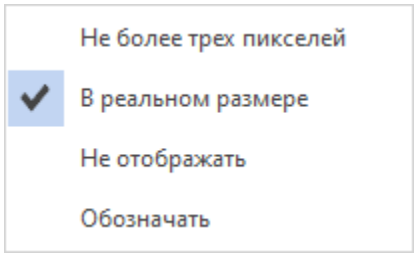
Толщина линий

Команда, позволяющая выбрать толщину линий текущей страницы чертежа при отображении их на экране , доступна на **панели Вид** в 2D окне.

Команда содержит выпадающий список, в котором можно выбрать одну из следующих опций:

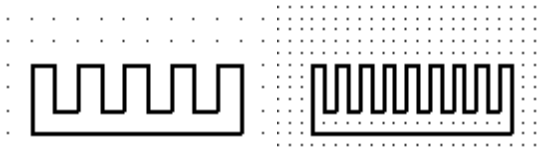
- **Не более трёх пикселей**
  Толщина линий, не превышающая трех пикселей будет отображаться в реальном размере, толщина остальных линий будет равна трём пикселям.
- **В реальном размере**
  Толщина линий будет отображаться в реальном размере, заданном в параметрах линии.
- **Не отображать**
  Толщина всех линий будет равна одному пикселю.
- **Обозначать**
  Линии **основных** типов (т.е. те, чья толщина определяется параметром **Толщина основных** в **Параметрах документа**) будут иметь толщину в три пикселя, остальные - один пиксель.

Выбранная опция сохраняется при сохранении документа.

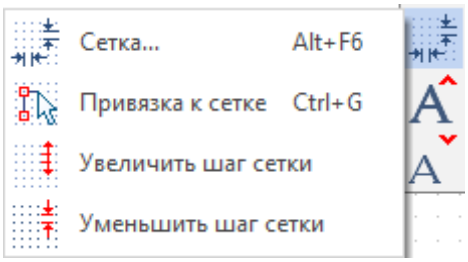


Сетка

При создании чертежа может быть удобно использовать сетку непечатаемых точек, располагающихся на равном расстоянии друг от друга по вертикали и горизонтали. Создавая элементы чертежа вы сможете привязываться к точкам сетки. Шаг сетки можно настраивать по необходимости.



Команды для работы с сеткой доступны на панели **Вид**.



Параметры сетки

Параметры сетки задаются в диалоге параметров документа на вкладке **Сетка** отдельно для каждой страницы. Быстро вызвать эту вкладку для текущей страницы можно с помощью следующей команды:

Пиктограмма	Лента
	Редактирование > Документ > Сетка > Сетка
Клавиатура	Текстовое меню
<QG>, <Alt>+<F6>	Настройка > Сетка

Набор доступных параметров описан по ссылке.

Привязка к сетке

Пиктограмма	Лента
	Редактирование > Документ > Сетка > Привязка к сетке
Клавиатура	Текстовое меню
<Ctrl>+<G>	Настройка > Привязка > Привязка к сетке

Если включён режим привязки к сетке, то в качестве узлов привязки элементов чертежа будут использоваться точки сетки.

Шаг сетки

Помимо ввода значений шага в диалоге параметров документа, можно быстро изменить шаг сетки с помощью следующих команд:

Пиктограмма	Лента
	Редактирование > Документ > Сетка > Увеличить шаг сетки
Клавиатура	Текстовое меню
	Настройка > Привязка > Увеличить шаг сетки

Увеличивает шаг сетки по обеим осям в два раза.

Пиктограмма	Лента
	Редактирование > Документ > Сетка> Уменьшить шаг сетки
Клавиатура	Текстовое меню
	Настройка > Привязка > Уменьшить шаг сетки

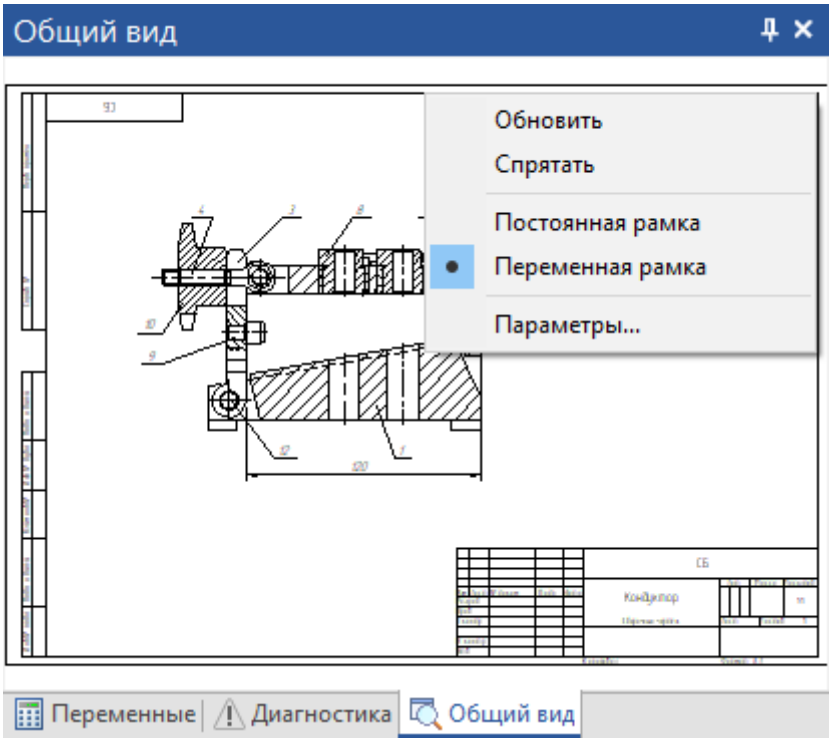
Уменьшает шаг сетки по обеим осям в два раза.

Окно "Общий вид"

Вызов окна:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Окна > Общий вид Вид > Окно > Окна > Общий вид > Окна > Общий вид
Клавиатура	Текстовое меню
<Alt>+<0>	Настройка > Окна > Общий вид

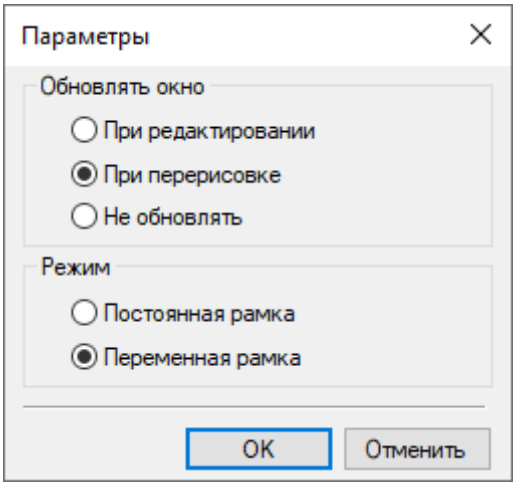
Окно общего вида предназначено для быстрого перемещения по чертежу и отображает весь чертеж вне зависимости от того, какие размеры рабочего окна установлены в окне текущего чертежа.
Окно общего вида может быть расположено вдоль любой из границ окна системы, а также быть плавающим.
Режим работы окна общего вида может быть задан при помощи контекстного меню, возникающего при нажатии правой кнопки мыши в его рабочей области.
При работе с окном общего вида может быть установлено два режима.



Переменная рамка. В этом режиме для перемещения по чертежу Вам необходимо указывать два угла прямоугольной области в окне общего вида. Для этого подведите курсор к окну общего вида, нажмите левую клавишу мыши и, удерживая ее нажатой, переместите мышь так, чтобы появившийся курсор в виде «резиновой нити» захватил нужную часть чертежа, и отпустите клавишу мыши. После этого указанная область в окне общего вида выделится другим цветом, и соответствующая область чертежа, пропорционально увеличенная, отрисуется в окне текущего чертежа.

Постоянная рамка. При этом режиме, если вы подведете курсор к окну общего вида, то появится курсор в виде прямоугольника, показывающий область чертежа, которую вы хотите выбрать. Размер прямоугольника пропорционален размеру окна текущего чертежа. Если вы будете удерживать левую кнопку мыши нажатой и перемещать прямоугольник по окну общего вида, то изображение чертежа в окне текущего чертежа будет динамически изменяться в соответствии с перемещением прямоугольника.

Управление режимами осуществляется установкой соответствующей опции в меню, которое вызывается нажатием правой клавиши мыши, когда курсор указывает на окно общего вида. С помощью меню можно обновить чертеж в окне общего вида, выбрав опцию **Обновить**, можно удалить окно общего вида с экрана, выбрав опцию **Спрятать**. Для установки режимов перерисовки окна общего вида необходимо выбрать в меню опцию **Параметры**.



На экране появится диалоговое окно для установки режима **Обновление окна**. Режим **При редактировании** означает, что изображение чертежа в окне общего вида будет обновляться только при изменении (пересчёте) модели чертежа. Режим **При перерисовке** означает, что изображение в окне будет обновляться вместе с обновлением чертежа в окне текущего чертежа. Режим **Не обновлять** означает, что изображение в окне будет обновляться только при выборе в меню опции **Обновить**.

Перерисовать

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<RD>, <F7>	Вид > Перерисовать

Для того, чтобы система перерисовала весь чертеж в соответствии с заданными приоритетами, необходимо использовать клавишу **<F7>**, соответствующую команде **Перерисовать**.
Команда **Перерисовать** позволяет обновить изображение **в текущем окне**. Чтобы прекратить процесс перерисовки изображения нужно нажать клавишу **<Esc>** или правую кнопку мыши.

2D сборки

Основные принципы и понятия работы с фрагментами

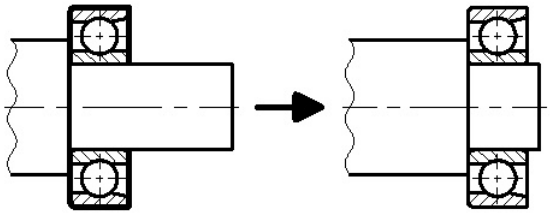
Любой чертёж системы T-FLEX CAD можно включать в другие чертежи. Например, можно включить чертёж бланка форматки в чертёж детали или чертёж болта в какую-нибудь сборку.

Чертёж T-FLEX CAD, включаемый в другой документ, называется **2D фрагментом**. Чертёж, полученный с использованием фрагментов, мы будем называть **2D сборкой**. В 2D сборке хранится только ссылка на исходный файл фрагмента. При изменении файла фрагмента происходит обновление соответствующего компонента 2D сборки.

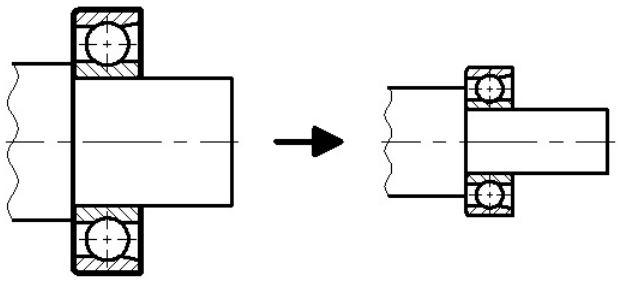
Создание чертежей с помощью фрагментов в ряде случаев позволяет добиться значительных преимуществ. Во-первых, для сложных чертежей упрощается процесс создания, так как можно сначала создать отдельные части этого чертежа, а затем объединить их. Процесс проектирования отдельных фрагментов может быть абсолютно независимым, либо производиться в контексте сборки с использованием ассоциативных связей между фрагментами и сборкой. Разделение сборочного чертежа на фрагменты, соответствующие отдельным деталям, позволяет добиться полного соответствия сборочного чертежа реальному сборочному узлу, максимально автоматизировать процесс создания спецификаций сборочного чертежа, а также получить полный комплект деталировочных чертежей. Во-вторых, если создавать параметрический сборочный чертеж на основе деталей, составляющих его, то при изменении каких-либо параметров сборочного чертежа можно будет одновременно получить и полный набор соответствующих этим новым параметрам чертежей-деталей. В-третьих, в качестве фрагментов удобно создавать часто повторяющиеся элементы чертежей, элементы стандартных библиотек. К примеру, можно к чертежу детали добавить чертеж бланка форматки или создать специализированный элемент оформления чертежа.

Эффективность работы с 2D сборками в T-FLEX CAD обеспечивается следующими возможностями фрагментов:

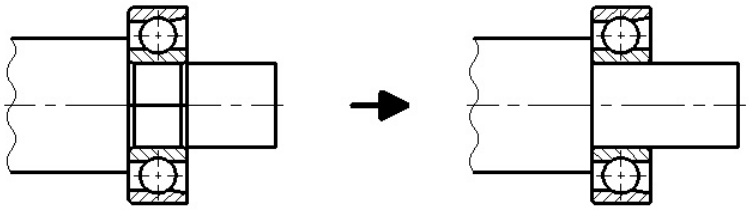
Как и все элементы T-FLEX CAD, фрагменты можно привязывать к другим элементам чертежа, в том числе к другим фрагментам. Это позволяет добиться изменения положения фрагмента при перемещении элементов чертежа.



Благодаря тому, что фрагменты могут являться параметрическими чертежами, их размеры в этом случае будут рассчитываться в соответствии с нужными параметрами сборки. При этом в одном документе возможно использование одного и того же файла фрагмента с разными значениями параметров. Эта возможность приносит особую выгоду при использовании библиотек стандартных элементов.

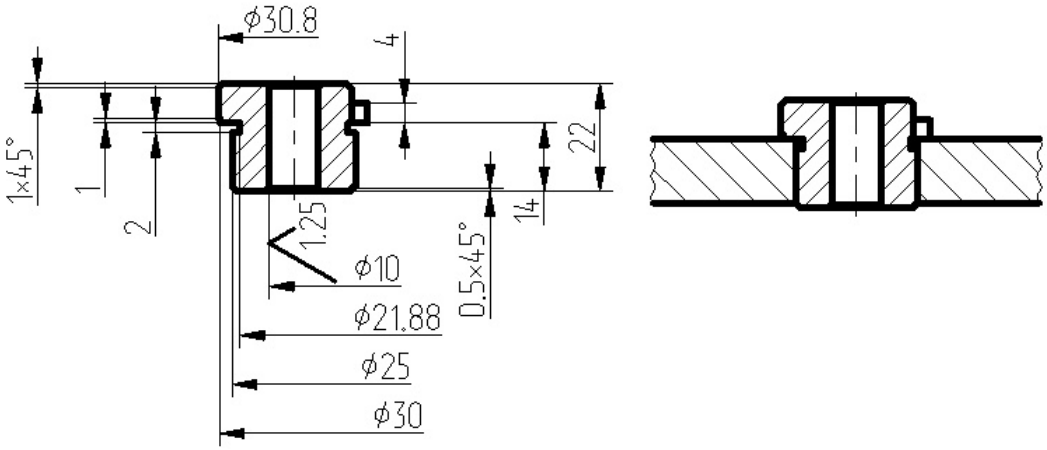


На сборочном чертеже фрагменты часто перекрывают друг друга и изображение самой сборки. T-FLEX CAD позволяет организовать автоматическое удаление невидимых линий при наложении фрагментов.



В 2D сборку можно вставлять только те элементы чертежа-фрагмента, которые необходимы. Эта возможность позволяет использовать в сборочных чертежах полностью оформленные чертежи деталей.

Фрагменты можно сделать переменными, то есть в зависимости от каких-либо условий в 2D сборку будет загружаться тот или иной фрагмент. Эта возможность позволяет создавать сборочные чертежи и модели изделий с разными вариантами исполнения, когда в составе одной и той же сборки участвуют разные детали в зависимости от варианта исполнения.



2D сборки непосредственно не содержат в себе всех данных фрагментов. Они хранят лишь необходимое изображение и ссылки на документы фрагментов. Это позволяет добиться максимально компактного хранения чертежей в памяти и на диске. Кроме того, если один и тот же файл чертежа был включён в различные сборки, то при его модификации произойдут соответствующие изменения и в тех документах, в которых он был использован.

Основные темы в этом разделе:

- Специфика работы с 2D сборками
- Проектирование 2D сборок «Снизу вверх»
- Проектирование 2D сборок «Сверху вниз»
- Редактирование 2D фрагментов

- Пример 2D сборки

См. также:

- 3D сборки

Специфика работы с 2D сборками

Методы создания 2D сборок

Прежде чем приступить к началу создания 2D сборки, желательно продумать её структуру. При этом нужно постараться определить требования к её параметрическим возможностям: что конкретно впоследствии необходимо будет менять, какие части составят чертёж, какая предполагается иерархия фрагментов. От результатов этого предварительного анализа будет зависеть, какому из методов создания сборки и фрагментов отдать предпочтение. Отличие методов проектирования 2D сборок состоит в способе создания файла фрагмента:

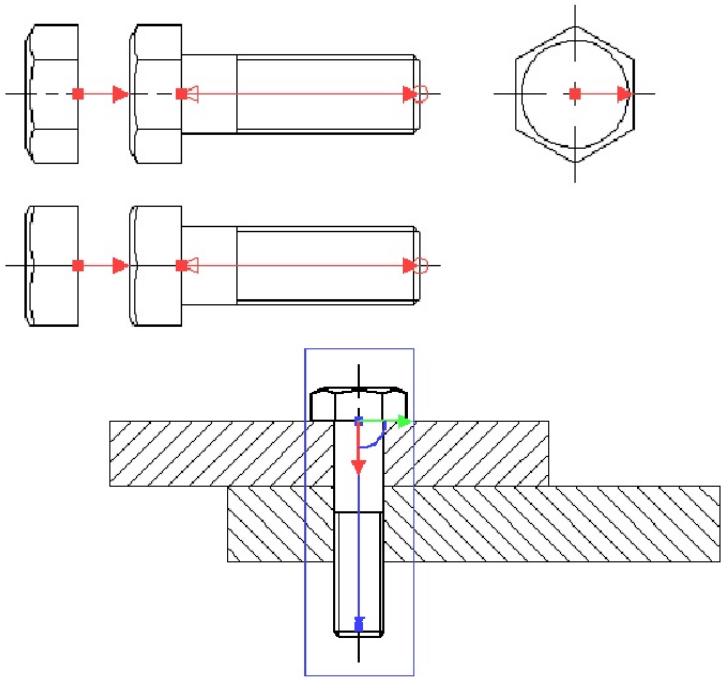
- **Проектирование «Снизу вверх»**. При использовании этого метода сначала в отдельных документах T-FLEX CAD обычным способом создаются чертежи деталей, входящих в сборку. Создание сборочного чертежа в этом случае заключается в последовательном нанесении на него необходимых фрагментов. При этом нужно решать задачи привязки изображения детали к сборочному чертежу.
- **Проектирование «Сверху вниз».** Смысл этого метода в том, что основа чертежа детали берется из сборочного чертежа, т.е. создание фрагментов происходит в контексте сборки. В этом случае проектирование начинается с создания сборочного чертежа. Уже созданные части сборочного чертежа, в том числе линии изображения и узлы фрагментов, могут использоваться для создания новых фрагментов. Этот подход упрощает создание ассоциативных связей между фрагментами сборки и процесс их привязки. Созданные фрагменты сохраняются в отдельные документы для дальнейшей доработки и/или использования в других сборочных чертежах.

Описанные методы можно комбинировать. Например, фрагмент, созданный и нанесённый на сборку методом «Снизу вверх», впоследствии можно отредактировать уже в контексте сборки. А фрагмент, созданный в контексте сборки, может быть впоследствии использован при создании других сборок методом «Снизу вверх».

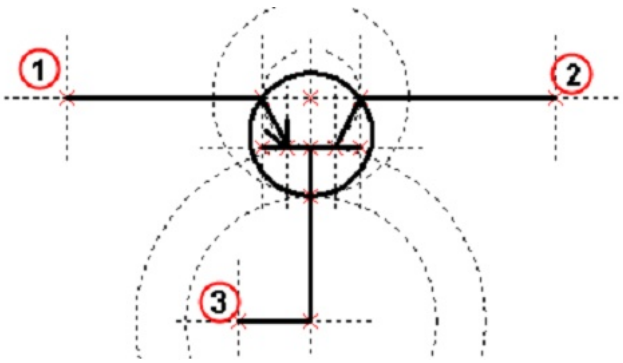
Способы привязки изображения фрагмента к сборочному чертежу

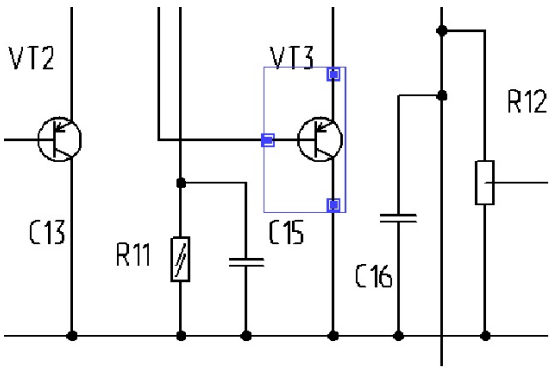
Для размещения изображения фрагмента в нужном месте на сборочном чертеже в системе T-FLEX CAD существует несколько различных способов, использующих разные инструменты в зависимости от решаемой задачи:

1. **Нанесение фрагмента при помощи вектора привязки**. Вектор привязки представляет собой специальный элемент построения, который выполняет функцию двумерной системы координат. При нанесении фрагмента на сборочный чертеж пользователь задаёт положение вектора привязки и вместе с этим переносится связанное с вектором привязки изображение фрагмента. Вектор привязки создаётся заранее в документе фрагмента (более подробное описание см. в разделе Проектирование сборок методом «Снизу вверх»).

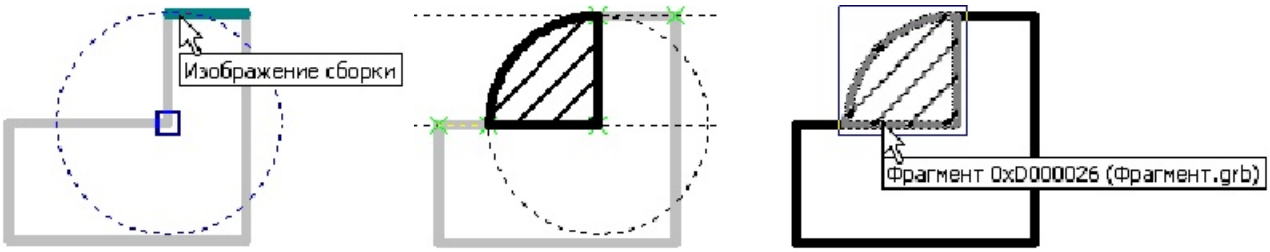


2. **Нанесение фрагмента по точкам привязки**. Точка привязки представляет собой пересечение горизонтальной и вертикальной линий построения, координаты которых заданы парой переменных со специальными именами x1...x9 и y1...y9. Соответственно, точек привязки может быть в количестве от 1 до 9. Весь параметрический чертеж фрагмента строится на основе базовых линий построения, определяющих точки привязки. При нанесении такого фрагмента пользователь указывает новое положение точек привязки, и параметрический чертеж фрагмента перестраивается в зависимости от нового положения базовых линий построения. Данный способ применяется, когда изображение фрагмента (линейные размеры, форма, топология и т.д.) должно изменяться в зависимости от места размещения на сборочном чертеже при изменении положения базовых точек привязки. Более подробное описание см. в разделе Проектирование 2D сборок методом «Снизу вверх».

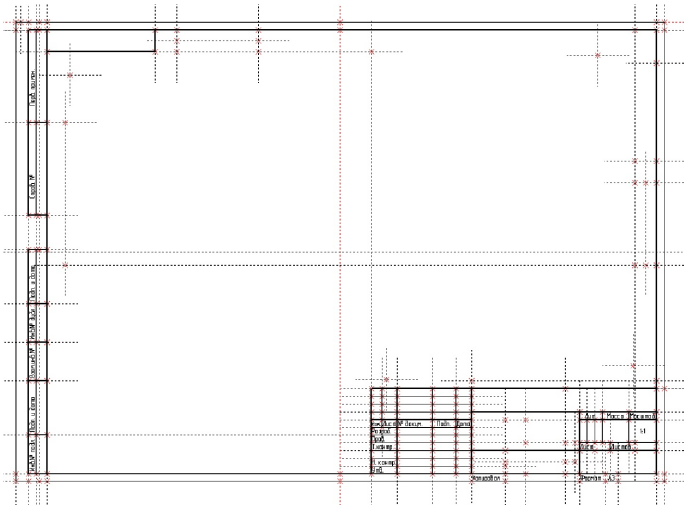


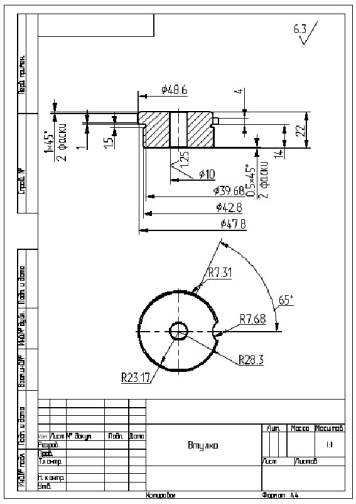


3. **Ассоциативная/Неассоциативная привязка** к элементам сборочного чертежа. При проектировании методом «Сверху вниз», при создании фрагмента в контексте сборочного чертежа пользователь может осуществлять ассоциативную или неассоциативную привязку элементов фрагмента к элементам сборочного чертежа (более подробное описание см. в разделе «Проектирование 2D сборок методом «Сверху вниз»).



4. **Без привязки (перенесение «как есть», в абсолютных координатах)**. При отсутствии векторов и точек привязки при работе методом «Снизу вверх», а также при отключении всех привязок при работе методом «Сверху вниз» система переносит изображение фрагмента на страницу сборочного чертежа без изменений. Каждая линия или узел фрагмента получают те же координаты на сборочном чертеже, которые они имели в документе фрагмента.
5. **Использование специальных функций переменных**. В некоторых случаях при нанесении фрагментов в абсолютных координатах можно использовать функции переменных T-FLEX CAD. Например, это используется для нанесения форматок. В параметрическом чертеже форматки используются специальные функции, считывающие координаты границ страницы сборочного документа. Затем координаты передаются через переменные соответствующим линиям построения. Таким образом, форматка автоматически принимает нужный размер, в соответствии с заданными размерами страницы сборочного чертежа.



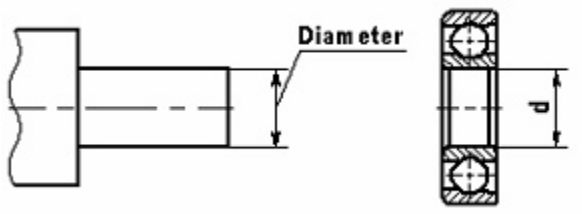


Использование переменных фрагмента

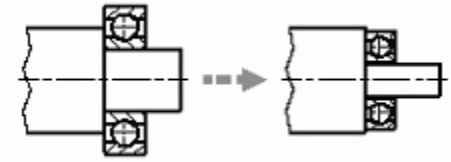
При нанесении фрагмента можно задать значения переменных, управляющих его чертежом. Для этого необходимо, чтобы при создании чертежа-фрагмента нужные переменные были помечены как внешние. Например, если требуется задавать радиус окружности фрагмента при включении его изображения в другие чертежи, необходимо при создании линии построения-окружности назначить внешнюю переменную (например, «**R**») на радиус окружности. После этого каждый раз при включении этого фрагмента в другие чертежи система будет запрашивать значение переменной «**R**» и, в соответствии с введенным значением, изменять изображение фрагмента.

Важную роль внешние переменные фрагмента играют для связи параметров фрагмента и сборочного чертежа. Например, чертёж содержит изображение вала, на диаметр которого была назначена переменная «**Diameter**».

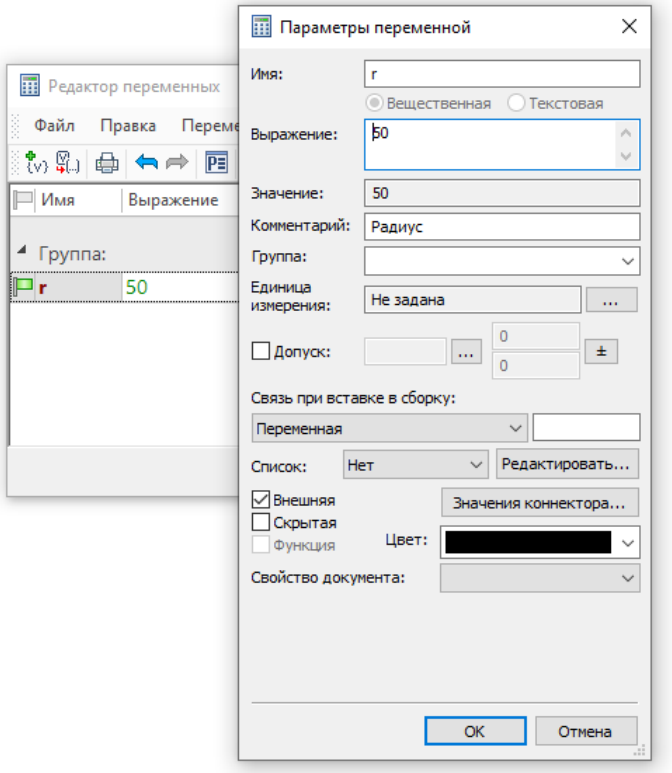
Допустим, необходимо расположить на валу подшипник. В чертеже подшипника была создана переменная «**d**», которая отвечает за значение внутреннего диаметра подшипника. Переменная «**d**» помечена как внешняя. Все остальные параметры подшипника связаны таким образом, что зависят от значения «**d**».



Теперь, когда подшипник будет наноситься на чертёж вала, можно будет связать две переменные между собой. После этих действий изменение диаметра вала, то есть переменной «**Diameter**» сборочного чертежа, будет автоматически приводить к изменению переменой «**d**» фрагмента, что приведет к необходимому изменению его изображения.



При проектировании фрагмента в редакторе переменных для внешней переменной можно задать имя переменной сборки. Если впоследствии при вставке фрагмента в сборочном чертеже системой будет найдена переменная с таким именем, она автоматически будет связана с соответствующей внешней переменной фрагмента.



Для автоматического задания связей значений переменных фрагмента с переменными других фрагментов в сборке можно использовать механизм **коннекторов**.

При работе с большим количеством внешних переменных фрагмента удобно использовать **конфигурации**.

Конфигурации – хранимая в документе именованная совокупность значений внешних переменных документа и соответствующей этим значениям 3D геометрии. В 2D документе в конфигурации хранятся только значения внешних переменных. Подробнее о работе с конфигурациями рассказано в разделе Конфигурации.

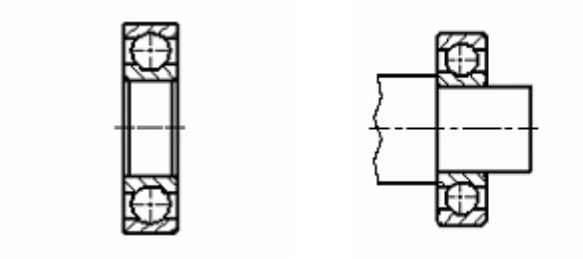
Если в документе 2D фрагмента созданы конфигурации, то при вставке или редактировании фрагмента можно выбрать одну из конфигураций фрагмента. Всем внешним переменным фрагмента автоматически будут присвоены значения, хранимые в выбранной конфигурации.
Имя используемой конфигурации может быть задано переменной. Если значение этой переменной изменится, система подберёт соответствующую конфигурацию модели и изменит значения переменных фрагмента автоматически.

Управление видимостью элементов чертежа фрагмента

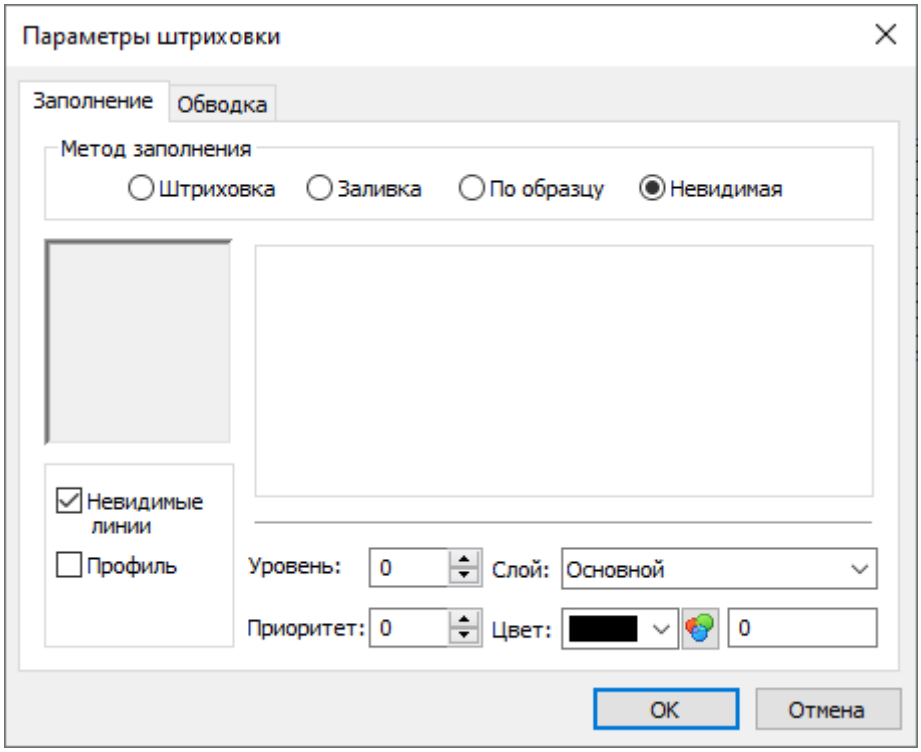
Чертёж детали может содержать изображение, которое не требуется включать в сборочный чертёж. Или может быть так, что в зависимости от ситуации нам нужно использовать ту или иную часть чертежа одной и той же детали (например, в одном случае нам нужен вид сверху, в другом случае – вид спереди). Видимостью включаемых в сборку элементов чертежа фрагмента можно управлять с помощью слоёв или уровней видимости. В случае использования слоёв возможны два варианта действий.
Первый – это использование собственных атрибутов слоя (**Невидимый при вставке в сборку**, **Видимый только при вставке в сборку**). Такой способ не позволяет организовать несколько вариантов изображения фрагмента на основе одного чертежа, однако с его помощью можно скрыть/проявить элементы чертежа детали-фрагмента, которые необходимы на чертеже детали, но должны отсутствовать в сборке (или наоборот). Например, это могут быть размеры детали, форматка и т.п.
Второй способ более гибок и может использоваться при позиционировании фрагмента по вектору привязки. В параметрах вектора привязки может указываться способ его связи с выбранными слоями (см. Вектор привязки). Создав на чертеже несколько векторов привязки с различными вариантами связи со слоями, можно получить на основе одного чертежа несколько вариантов (например, видов) детали.
Управление видимостью элементов чертежа-фрагмента с помощью уровней видимости выполняется по общим правилам, точно так же, как и для всех остальных элементов чертежа. Этот способ может потребовать использования внешних переменных фрагмента: для управления уровнями видимости чертежа фрагмента во фрагменте могут быть созданы внешние переменные, которые могут быть перенесены в сборочный документ для управления изображением детали. Уровни видимости элементов чертежа фрагмента, регулируемые значениями внешних переменных, как при редактировании в контексте сборки, так и при деталировке будут отражаться в соответствии со значениями переменных в сборке.

Удаление невидимых линий на сборочном чертеже

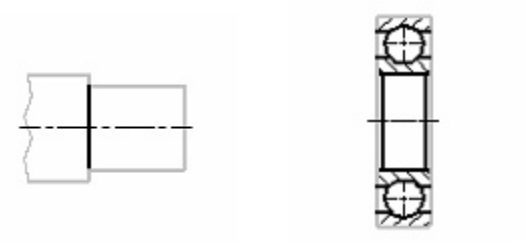
Одним из важных достоинств фрагментов T-FLEX является возможность удаления невидимых линий при создании сборки из фрагментов. Это позволяет, с одной стороны, создавать полный чертёж необходимой детали, а с другой - «прятать» те линии этого чертежа, которые закрываются изображением других деталей сборочного чертежа.



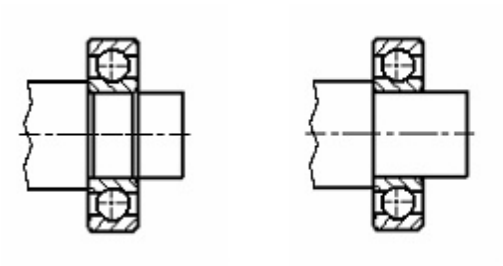
Область чертежа, на которой необходимо предусмотреть удаление невидимых линий, задаётся с помощью штриховки. Для удаления невидимых линий можно использовать существующую штриховку либо создать дополнительную невидимую (используя метод заполнения - **Невидимая**). В параметрах штриховки необходимо установить флажок **Невидимые линии**. В этом случае невидимая штриховка будет скрывать под собой объекты с меньшим приоритетом. Регулировка видимости перекрываемого элемента осуществляется установкой в его параметрах соответствующего приоритета. Если фрагмент должен закрывать линии сборки, то для фрагмента должен быть установлен приоритет более высокий, чем у тех элементов сборочного чертежа, которые он должен перекрывать. Если же линии сборки должны закрывать линии фрагмента, то придётся создать штриховку в самом сборочном чертеже, и затем установить для неё приоритет, больший, чем приоритет соответствующего фрагмента.



Рассмотрим удаление невидимых линий на примере чертежа вала и фрагмента подшипника. В чертеже вала необходимо создать штриховку для удаления невидимых линий. После нанесения фрагмента на сборку изображение фрагмента-подшипника будет перекрывать изображение вала. Для того чтобы изображение вала закрыло линии подшипника, необходимо установить значение приоритета фрагмента-подшипника, меньшее, чем приоритет контура-штриховки для вала. Это можно сделать и сразу при нанесении фрагмента, и потом при его редактировании.



После изменения приоритета фрагмента необходимо обновить изображение, вызвав команду **Обновить окна документа** (нажав **<F7>**). В результате получится изображение, показанное на последнем рисунке.



Привязка к элементам фрагментов

Хотя линии и другие элементы фрагмента не являются частью чертежа, в который он включён, на их основе можно создавать различные элементы чертежа сборки. Простые линии изображения фрагмента (дуги и отрезки) можно использовать в любой момент, если включена объектная привязка. Так, можно обвести линии изображения фрагмента новыми линиями построения или построить на них размер или другой элемент оформления.

Кроме линий изображения фрагмента можно использовать узлы фрагмента. Для включения возможности использования узлов фрагмента нужно активировать определённые настройки. В команде Задать установки системы установки системы на закладке **Привязки** должен быть установлен флажок **Узлам фрагментов**. Эта настройка позволит создавать элементы сборочного чертежа с опорой на именованные узлы фрагмента или точки окончаний линий изображения. При этом новые узлы, построенные по узлам фрагмента, будут создаваться в прозрачном режиме.

При большом насыщении изображения фрагмента разными элементами работа в прозрачном режиме может оказаться несколько затруднительной. В этом случае можно отключить предыдущую настройку и перейти к принудительным режимам создания нужных узлов с фрагмента:

1. В команде Построить узел можно создать только те узлы фрагмента, которые действительно нужны для дальнейшей работы со сборкой.
2. Именованные узлы фрагмента могут быть созданы автоматически при вставке фрагмента, если в настройках системы (команда Задать установки системы, закладка **Фрагменты**) установлен флажок **Создание именованных узлов автоматически**.

Создание спецификации сборки

Создание спецификации является одним из важных этапов работы со сборочной моделью. Подробно работа со спецификациями описана в разделе Состав изделия, отчеты. Спецификация.

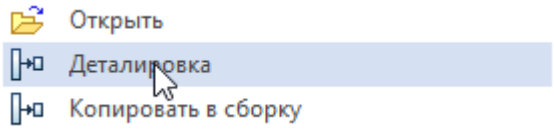
Для автоматического заполнения полей спецификации необходимо, чтобы детали (фрагменты) сборочного чертежа содержали набор соответствующих данных. Данные для спецификации задаются в документе детали-фрагмента в окне Состав изделия на любом этапе работы. При включении фрагмента в сборку можно предусмотреть способ использования вложенных элементов (других фрагментов) и их данных в составе изделия сборки. Это позволяет включить в состав изделия сборки сведения о вложенных фрагментах или добавить данные из состава изделия, находящейся в

документе фрагмента. Установка соответствующего режима облегчает формирование спецификаций многоуровневых сборок.
Для получения спецификации сборочного документа необходимо выполнить следующие действия:
1. В документе фрагмента заполнить данные для спецификации в окне Состав изделия.
2. В сборочном документе в параметрах фрагмента или в команде Включение в состав изделия (**Сервис > Отчёты/Спецификации > Включение фрагментов в состав изделия**) задать способ включения фрагмента в состав изделия.
3. С помощью команды Создать отчёт/спецификацию можно сгенерировать спецификацию сборки.
Изменения сборочного чертежа автоматически отражаются в спецификации. При необходимости со сборочным чертежом может быть связано неограниченное количество отчетов или спецификаций.

Деталировочные чертежи на основе фрагментов

При создании сборки чертежи фрагментов могут быть изменены в соответствии с параметрами сборки за счёт изменения внешних переменных фрагментов или всего изображения при ассоциативной привязке. Файлы чертежей-фрагментов при этом не меняются. Однако при необходимости можно автоматически получить отдельные документы, в которых будут чертежи деталей-фрагментов с параметрами, соответствующими параметрам сборки. Такие чертежи мы будем называть деталировочными. Деталировочные чертежи можно получить на весь комплект деталей, составляющих сборочный чертёж. При создании деталировочного чертежа никакой связи с исходным сборочным чертежом не сохраняется.

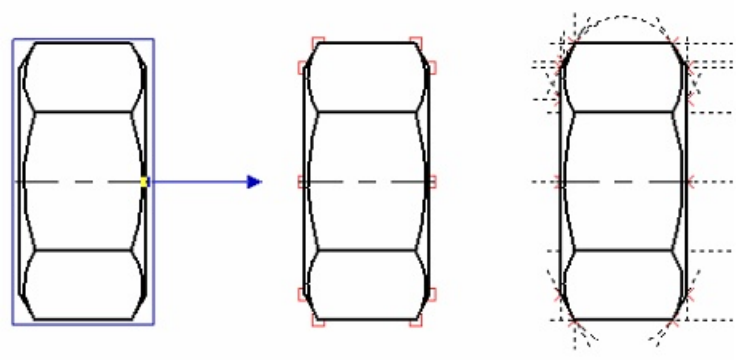
Для получения деталировочного чертежа нужно воспользоваться опцией команд Создать фрагмент или Изменить фрагмент или командой **Деталировка** (команда открывает документ с исполнением фрагмента, согласно значениям его переменных в сборке) в контекстном меню для фрагмента. После вызова команды будет открыто новое окно документа, в которое загрузится копия чертежа фрагмента с подставленными из сборки значениями внешних переменных и ассоциативных связей. Новому чертежу будет присвоено имя «Деталь» с порядковым номером, например, «Деталь 1». Этот чертёж будет определен системой как новый, то есть при попытке его закрытия система предложит задать имя чертежа для сохранения.



Обычно деталировочные чертежи используют для вывода на печать чертежей деталей, которые могут быть отличны от оригинального чертежа фрагмента, например, за счет изменения переменных сборки. При этом даже не обязательно сохранять электронную копию деталировочного чертежа. Это удобно в случае, если использованный в сборке параметрический фрагмент содержит полностью оформленный чертёж и при создании деталировки пользователь мгновенно получает комплект новой документации для нужной детали.

Раскрытие фрагментов

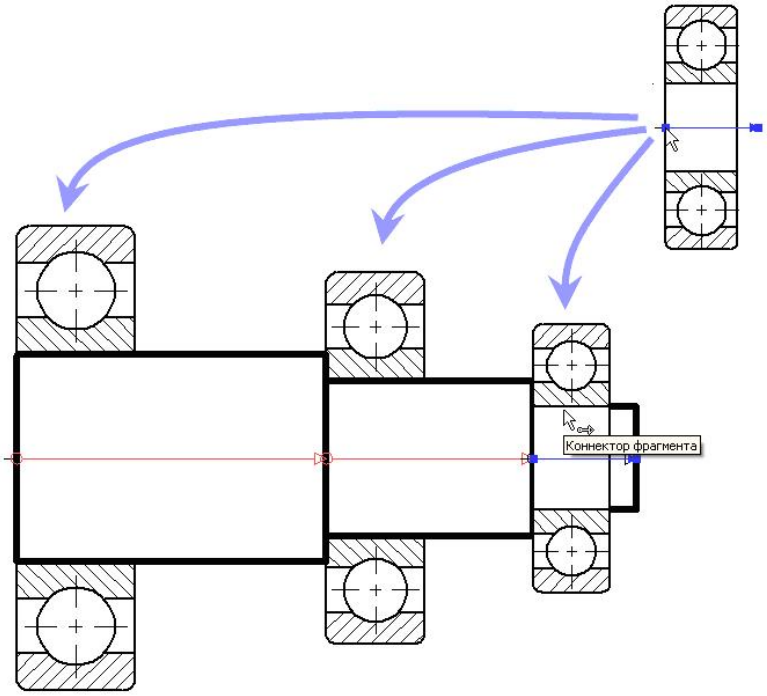
Нанесённый в сборке фрагмент может быть «раскрыт». В этом случае фрагмент удаляется, а вместо него в сборочном чертеже создаются копии всех видимых элементов фрагмента.
Система может раскрыть выбранные фрагменты двумя способами, превратив их в набор элементов чертежа, с исходными построениями или без них. В первом случае сохраняются все параметрические связи между элементами бывшего фрагмента и из чертежа фрагмента переносятся все необходимые линии построения для сохранения параметрических связей чертежа бывшего фрагмента. Во втором случае фрагмент превращается в набор линий изображения, построенных по свободным узлам.



Фрагмент, содержащий вложенные фрагменты, раскрывается в элементы изображения и фрагменты, которые он содержит. После применения опции раскрытия с полученными элементами можно работать как обычно, в соответствии с их типом.
Если на основе элементов фрагмента в сборочном чертеже были созданы какие-либо элементы (размеры, линии построения и т.п.), то после раскрытия фрагмента они будут перепривязаны к элементам, создаваемым при раскрытии фрагмента (узлам, линиям построения и изображения).

Использование коннекторов

При создании сборочных документов часто возникает необходимость связывания параметров (переменных) вставляемых элементов с параметрами элементов, к которым производится привязка. Например, посадка подшипника на вал, привязка крышки к подшипнику, шпонки к шпоночному пазу, гайки на болт, вставка винта или шпильки в отверстие и т.д. При вставке таких элементов от пользователя требуется не только задание основных размерных параметров (диаметр, длина и др.), но и точное позиционирование вставляемого элемента относительно существующего (выбор точки привязки и направления). Один из способов решения данного вопроса заключается в использовании механизма «измерения», который, однако часто требует выполнения большого количества вспомогательных действий. Существенно упростить процедуру вставки элементов в сборочную модель и свести к минимуму количество действий пользователя позволяет **механизм коннекторов**.
Основой этого механизма является «коннектор» – элемент построения, предназначенный для привязки к нему других элементов. По сути, коннектор является аналогом вектора привязки или целевой ЛСК привязки для 3D фрагментов. Его главное отличие от вектора привязки состоит в том, что коннектор служит для привязки к нему других элементов модели. Так, например, при помощи вектора привязки мы можем наносить на сборочный чертеж изображение гайки. Предположим, изображение подшипника должно быть привязано к валу, тогда коннектор должен быть связан с изображением (фрагментом) вала.
Кроме геометрического положения (положения начала системы координат и направления осей) коннектор может хранить и другую информацию, необходимую для «подключения» к нему других элементов.

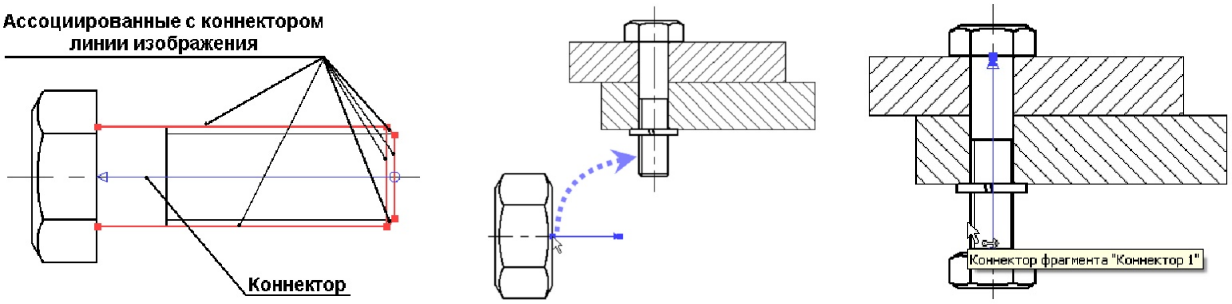


Информация в коннекторе хранится в виде именованных значений, которые могут быть как константами, так и переменными. Имена этих значений используются для задания значений соответствующих внешних переменных подключаемых к ним фрагментов. К примеру, коннектор, расположенный на оси отверстия, в качестве таких параметров может иметь глубину и диаметр отверстия. При вставке в это отверстие шпильки, ее диаметр может быть задан автоматически значением D, хранящимся в коннекторе. Для этого требуется, чтобы внешняя переменная, задающая диаметр шпильки, имела также имя «D».

Есть ряд нюансов при подключении фрагмента к коннектору:

- Коннектор является элементом построения и может быть не виден на основном чертеже. Однако его требуется выбирать при подключении к нему фрагмента.
- Коннектор может располагаться в точке, которая на чертеже не изображена.
- Иногда бывает удобно подключать к коннектору элемент, который находится в стороне от него. К примеру, при привязке крышки к подшипнику, удобно выбирать линии самого подшипника, лежащие на его периферии. При этом должен выбираться коннектор, лежащий на оси подшипника.

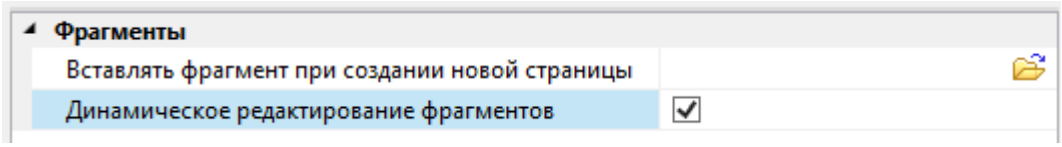
Для решения этих вопросов и повышения наглядности введено понятие «ассоциированных элементов», список которых хранится в коннекторе. Ассоциированные элементы необходимы для полноценного использования механизма объектной привязки при подключении к коннектору. При подведении курсора к одной из ассоциированных с коннектором линий изображения, коннектор автоматически активизируется (подсвечивается на экране) и внешние переменные фрагмента получают соответствующие значения, взятые из коннектора. 2D фрагмент автоматически пересчитывается с новыми значениями переменных и помещается в точку подключения с соответствующей ориентацией.



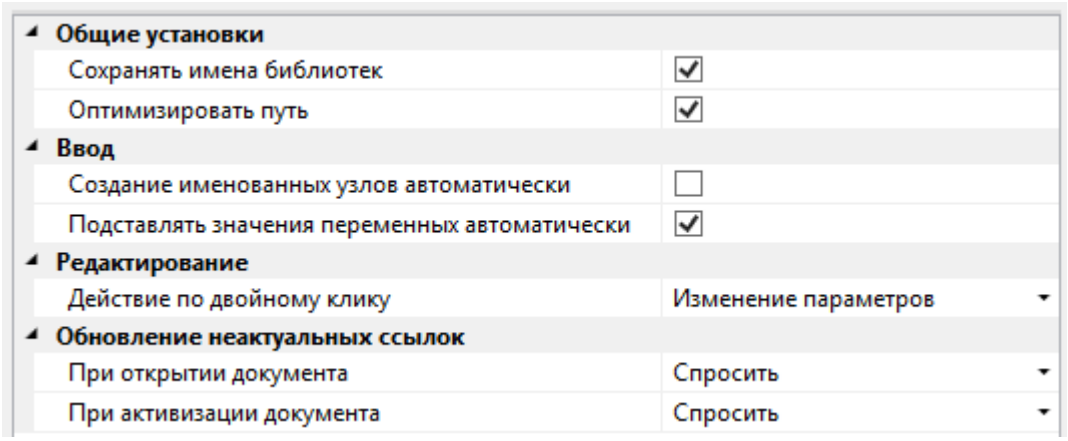
Все библиотеки стандартных элементов T-FLEX CAD уже оснащены коннекторами и подготовлены для их использования. Для ответственных внешних переменных предустановленны необходимые именованные значения для связи с коннекторами.

Параметры работы с фрагментами

Настройка документа фрагмента осуществляется командой **Параметры документа**, закладка **Фрагмент 2D**. Эти настройки будут применяться в сборочном чертеже при использовании текущего документа в качестве фрагмента. На закладке **Фрагменты** может быть установлен режим **Динамическое редактирование фрагментов**, используемый при создании и редактировании фрагмента. При включении данного режима редактирование переменных или привязки фрагмента автоматически приводит к перерисовке связанных с фрагментом элементов. При этом предварительное изображение наносимого фрагмента отображается в таком же качестве, что и конечный результат. Динамический режим повышает наглядность процесса редактирования. Он может быть полезен при редактировании, например, схем, планов и т.д.



Настройки системы для работы с фрагментами вызываются командой Установки системы, закладка **Фрагменты**:



См. также:

- Конвертер документов
- Ссылки. Управление составными документами

Проектирование 2D сборок «Снизу вверх»

При использовании метода «**Снизу вверх**» процесс проектирования 2D сборки начинается с создания отдельных элементов сборки – фрагментов. Чертёж фрагмента изначально создаётся как

отдельный документ T-FLEX CAD. При его создании необходимо следовать определённым правилам, позволяющим в дальнейшем «привязывать» фрагмент к элементам сборочного чертежа.
Для правильного позиционирования чертежей-фрагментов в сборке в T-FLEX CAD применяется механизм привязки с помощью специальных элементов - **точек** или **векторов привязки**. Эти элементы должны быть заранее созданы в чертеже фрагмента, до его нанесения на сборочный чертёж.
При нанесении фрагмента необходимо указать расположение элементов привязки на сборочном чертеже, что определит расположение, ориентацию, размер фрагмента. Изображение фрагмента будет строиться относительно заданных точек или вектора привязки. Если же на чертеже фрагмента элементы привязки не были созданы, такой фрагмент будет привязан относительно системы координат страницы сборочного чертежа в соответствии с его исходными страничными координатами. Изменить положение такого фрагмента будет возможно только при его редактировании. Для создания ассоциативных связей между фрагментами в сборочном чертеже необходимо привязывать фрагменты к узлам сборочного чертежа (в том числе к узлам с других фрагментов).

Основные темы в этом разделе:

- Элементы привязки 2D фрагментов
- Нанесение фрагментов на чертёж

См. также:

- Проектирование 3D сборок «Снизу вверх»

Элементы привязки 2D фрагментов

В системе T-FLEX CAD можно создавать параметрические чертежи. Любой чертеж системы может быть вставлен в другой чертеж. Вставляемый чертеж называется фрагментом.
В системе T-FLEX CAD существует два способа привязки параметрических 2D фрагментов при их вставке в сборку:

- **Использование векторов привязки**.
  При этом способе вам необходимо построить чертеж фрагмента, а затем задать в нём вектор привязки. Векторов привязки может быть несколько.
  Вектор привязки определяет начало и положительное направление оси X локальной системы координат фрагмента в сборке, позволяя менять положение и ориентацию фрагмента при вставке.
  При вставке фрагментов, содержащих векторы привязки можно также использовать коннекторы, созданные в документе сборки.
  2D коннектор – это элемент построения, предназначенный для привязки к нему других элементов. Если при нанесении фрагмента на сборке выбирается коннектор, то вектор привязки фрагмента совмещается с вектором коннектора. Кроме геометрического положения (положения начала системы координат и направления осей) коннектор может хранить и другую (размерную или не размерную) информацию, необходимую для «подключения» к нему других элементов. Эта информация хранится в виде именованных значений, которые могут быть как константами, так и переменными. Эти значения используются для задания значений одноимённых внешних переменных подключаемых к ним фрагментов.
- **Использование точек привязки**.
  При этом способе чертеж фрагмента строится по определенным правилам. Вертикальным и горизонтальным линиям построения в качестве параметров задаются зарезервированные имена внешних переменных. В дальнейшем система T-FLEX CAD определяет точку пересечения таких линий как точку привязки фрагмента. Точек привязки может быть

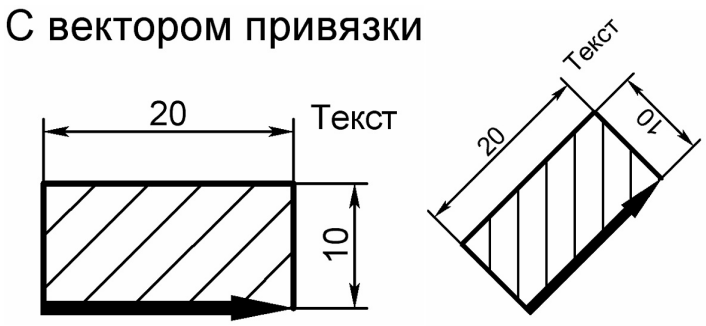
несколько. При вставке фрагмента в сборку указываются координаты точек привязки и эти координаты используются в качестве значений соответствующих внешних переменных.

Использование векторов привязки, коннекторов и точек привязки позволяет получать различные конфигурации одного и того же фрагмента при его вставке в сборку.

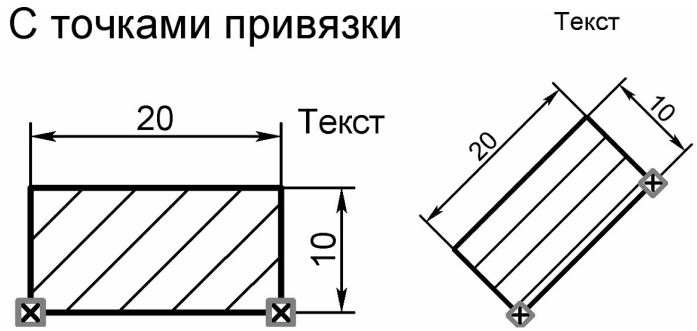
Основная разница в использовании векторов привязки и точек привязки заключается в последовательности формирования чертежа-фрагмента. При использовании векторов привязки необходимо сначала создать чертёж, а затем определить векторы привязки. При использовании точек привязки сначала необходимо создать точки привязки, а затем формировать чертёж детали с опорой на точки привязки.

Существуют различия и в способе формирования изображения фрагмента на сборочном чертеже при использовании векторов и точек привязки. Фрагменты с вектором привязки создаются следующим образом: сначала формируется изображение фрагмента с учётом видимости слоёв. Затем сформированное изображение смещается в заданную точку и поворачивается на заданный угол, не меняясь. Фрагменты с точками привязки создаются по другой схеме: при задании точек привязки пересчитываются все зависящие от них элементы построения фрагмента, а затем формируется изображение фрагмента.

Разница в способе формирования изображения фрагмента на сборочном чертеже приводит к возникновению различий, которые можно проиллюстрировать следующим примером. Создадим одинаковые фрагменты с разными способами привязки. Вставим эти фрагменты на другой чертёж под одинаковым углом. На фрагменте с вектором привязки изменился угол штриховки, один из размеров оказался развернут не по стандарту (при этом не работает функция автоматической ориентации текста размера), изменился угол поворота текста.



На фрагменте с точками привязки угол штриховки не изменился, размер «10» перевернулся для соблюдения стандарта, угол поворота текста не изменился.



Указанные различия следует воспринимать не как недостатки, а как особенности, использование которых может быть оправдано в различных случаях проектирования.

Основные темы в этом разделе:

- Вектор привязки
- 2D коннектор

- Точки привязки

Вектор привязки

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Вставка > Вектор привязки Сборка > Сборка > Вектор привязки Рабочая плоскость > Вставка > Вектор привязки
Клавиатура	Текстовое меню
<FV>	Построения > Вектор привязки

Вектор привязки используется при вставке 2D фрагмента в сборку для определения его положения и ориентации. Кроме того, вектор привязки можно использовать для позиционирования чертёжных видов, созданных на основе существующей страницы.
После вызова команды можно в любой момент переключаться между созданием векторов привязки, 2D ЛСК и 2D коннекторов с помощью следующих опций автоменю:

	<F>	Создание векторов привязки
	<L>	Создание локальных систем координат
	<C>	Создание коннекторов

Также доступны следующие опции:

	<Ctrl>+<Enter>	Создать вектор привязки, заданный одной точкой (Закончить ввод)
	<N>	Выбрать узел
	<F4>	Выполнить команду редактирования вектора привязки (Редактировать вектор привязки, 2D ЛСК, 2D коннектор)
	<Esc>	Закончить выполнение команды

Общая информация

Существует два типа вектора привязки: **вектор привязки, задаваемый двумя точками**, и **вектор привязки, задаваемый одной точкой**.
При вставке фрагмента с вектором, заданным двумя точками, положение первой точки (начало вектора) будет определять положение фрагмента на сборочном чертеже, а положение второй точки (конец вектора) - поворот фрагмента. Для создания этого вектора необходимо последовательно выбрать два узла с помощью .
Привязка по одной точке используется для быстрой привязки деталей, изображение которых безразлично к углу поворота, либо не требующих поворота. При вставке фрагмента с вектором, заданным одной точкой, будет запрашиваться только одна точка, и для такого фрагмента нельзя будет задать поворот.

При создании вектора привязки в его параметрах можно указать слои чертежа, которые будут отображаться в сборке. Таким образом можно, например, вставлять в сборку различные виды одной и той же детали.
Если в документе существует 3D модель, то можно установить связь вектора привязки с конкретной рабочей плоскостью. Это позволяет использовать 2D фрагменты в трехмерных сборках для определения положения трёхмерного фрагмента в пространстве относительно конечного положения вектора привязки и выбранной рабочей плоскости. Подробная информация о различных способах позиционирования 3D фрагментов по 2D фрагментам доступна в разделе Планировка. Связь между 2D и 3D фрагментами.

Создание вектора привязки

Для создания вектора привязки после вызова команды укажите одну или две точки, наведя на них курсор и нажав или **<Enter>**.
Можно указывать произвольные точки чертежа, либо, используя объектные привязки, указывать существующие 2D узлы, характерные точки линий изображения или точки пересечения линий построения. В последних двух случаях в указанной точке автоматически создаётся связанный 2D узел.
Для выбора существующих 2D узлов также можно использовать следующую опцию автоменю:

<N> Выбрать узел

После активации данной опции нажатие в окне чертежа выбирает ближайший существующий 2D узел.

Если после указания первой точки воспользоваться опцией завершения ввода (**<Ctrl>+<Enter>**), то будет создан вектор привязки, заданный одной точкой. Направление такого вектора совпадает с положительным направлением оси X чертежа. Также можно сначала задать вектор двум точками, а затем установить флаг **Использовать только первую точку** в его диалоге параметров (при задании вектора одной точкой этот флаг устанавливается автоматически).
После указания двух узлов ввод завершается автоматически.
После завершения ввода на экране появится диалог параметров вектора привязки. Задайте желаемые параметры и нажмите **OK**.
После нажатия кнопки **OK** вектор привязки отобразится на чертеже. Управлять видимостью вектора привязки можно с помощью значения параметра **Уровень** или командой **Погасить/Показать элементы построения**. В контекстном меню для векторов привязки, имеющих связанные слои, есть команда **Применить видимость слоёв**. При её вызове устанавливается видимость или невидимость слоёв в соответствии с тем, как они будут отображаться при вставке данного документа в другой документ в качестве фрагмента с использованием данного вектора привязки. Более полное описание параметров см. ниже.

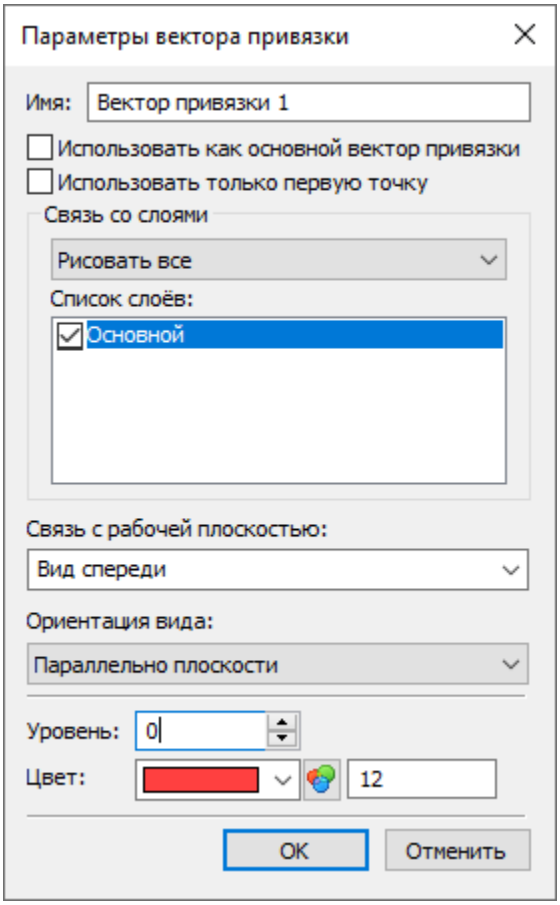
Основные темы в этом разделе:

- Диалог параметров вектора привязки
- Редактирование вектора привязки

См. также:

- Элементы привязки 2D фрагментов
- Привязка 2D фрагмента
- Размеры и положение чертёжного вида

Диалог параметров вектора привязки



Имя. Вы можете задать комментарий к вектору привязки, по которому вы будете его отличать от других при вставке и редактировании данного чертежа как фрагмента.

Использовать как основной вектор привязки. Определяет тот вектор привязки, который будет предложен по умолчанию при вставке фрагмента в сборочный чертёж. В чертеже фрагмента может быть определен только один основной вектор привязки, хотя векторов привязки может быть много.

Использовать только первую точку (для векторов привязки, заданных одной точкой). При установленном флаге в качестве точки привязки используется первая точка вектора привязки.

Группа **Связь со слоями** служит для определения отображения слоёв чертежа при нанесении его в качестве фрагмента.

Возможен выбор одного из трёх режимов отображения слоёв чертежа при нанесении его в качестве фрагмента:

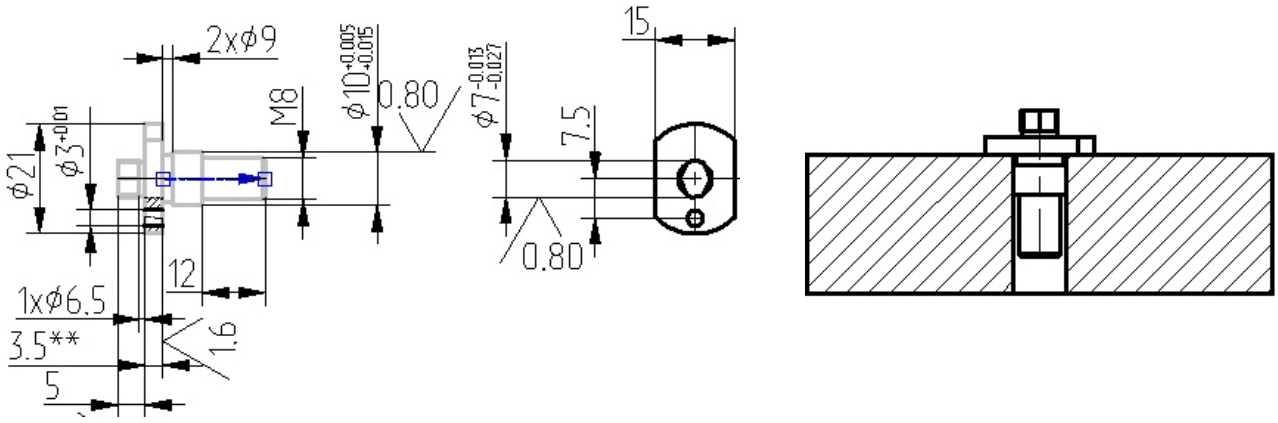
- **Рисовать все**.
- **Рисовать только помеченные**.
- **Рисовать все, кроме помеченных.**

Данные параметры влияют на отображение только 2D элементов фрагмента. На видимость 3D фрагментов, расположенных на соответствующих слоях, они не влияют.

Список слоёв. Данное поле содержит список всех присутствующих на чертеже слоёв. Здесь можно отметить те из них, которые будут отображаться при нанесении документа в качестве фрагмента с использованием данного вектора привязки.

На рисунке, приведённом ниже, помечены цветом вектор привязки и элементы чертежа, которые необходимо перенести в сборочный чертёж. Этим элементам был присвоен новый слой. Именно этот слой нужно отметить в параметрах вектора привязки.

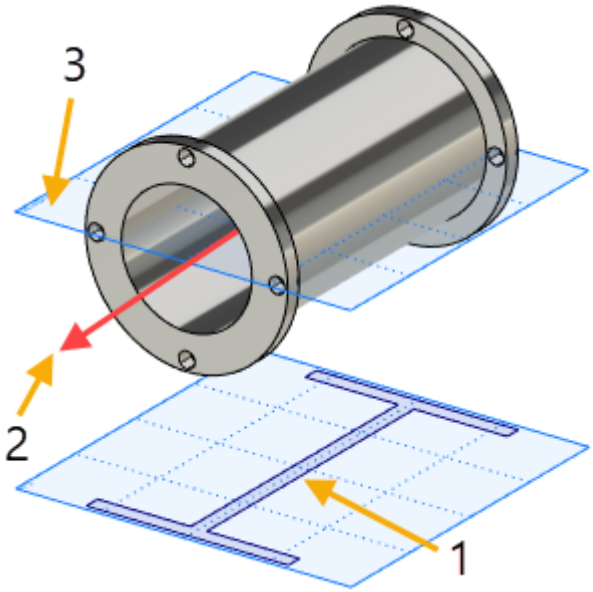
Теперь, при нанесении данного чертежа в качестве фрагмента, в сборочном чертеже будет отображаться только помеченный слой, а, следовательно, и те элементы, которые лежат на этом слое.



В контекстном меню для векторов привязки, имеющих связанные слои, есть команда **Применить видимость слоёв**. При её вызове устанавливается видимость или невидимость слоёв в соответствии с тем, как они будут отображаться при вставке данного документа в качестве фрагмента с использованием данного вектора привязки.

Связь с рабочей плоскостью. Служит для определения рабочей плоскости, с которой будет связан данный вектор привязки. Эта возможность используется при создании планировок (см. главу Создание 2D представления в документе 3D фрагмента).

Ориентация вида. Ориентация вида используется при создании планировок (2D фрагмент на рабочей плоскости по 3D фрагменту). Она позволяет выбрать условие, при котором схематичное изображение будет добавлено на плоскость сборки.



1. Плоскость сборки
2. Положение вектора привязки
3. Плоскость 3D фрагмента

Всего возможно три варианта:

- Параллельно плоскости
- Осевая симметрия
- Произвольная симметрия

Параллельно рабочей плоскости - после добавления модели в сборку, её схематичное изображение будет создано только при условии, что рабочая плоскость сборки параллельна рабочей плоскости в файле фрагмента, с которой связан вектор.

Осевая симметрия - Используется для моделей типа тело вращения. После добавления модели в сборку, её схематичное изображение может быть создано на любой плоскости сборки, которая параллельна прямой, на которой лежит вектор привязки.
Произвольная ориентация - Используется для тел с центральной симметрией или имеющих одинаковое условно-графическое отображение нескольких видов. После добавления модели в сборку, её схематичное изображение может быть создано на любой плоскости.
Уровень. Цвет. Эти параметры определяют уровень видимости элемента и цвет его отображения на чертеже.

Редактирование вектора привязки, 2D ЛСК, 2D коннектора

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<EFV>	Правка > Построения > Вектор привязки

Команда позволяет редактировать вектора привязки, 2D ЛСК и 2D коннекторы.
После вызова команды из текстового меню или с клавиатуры в автоменю будет доступна только одна опция:

<Esc> Выйти из команды

Далее необходимо выбрать элемент для редактирования, наведя на него курсор и нажав или **<Enter>**. Если команда была вызвана из контекстного меню или автоматически при выборе элемента со включенным прозрачным редактированием, то текущий элемент уже считается выбранным. После выбора элемента в автоменю появятся следующие опции:

	<Ctrl>+<Enter>	Завершить редактирование
	<P>	Задать параметры вектора привязки (вызывает диалог параметров выбранного элемента)
	<A>	Задать связанные элементы (только для коннектора)
	<N>	Выбрать узел
	<I>	Выбрать другой ближайший элемент
	<Del>	Удалить вектор привязки (удаляет выбранный элемент)
	<Esc>	Закончить выполнение команды

Для редактирования точек, задающих положение и ориентацию выбранного элемента, выберите желаемую точку нажав на ней , а затем укажите новое положение точки так же, как это делается при создании элемента.

2D коннектор

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Вставка > Коннектор Сборка > Сборка > Коннектор Рабочая плоскость > Вставка > Коннектор
Клавиатура	Текстовое меню

Коннектор используется для автоматизации привязки фрагментов в сборочном чертеже.
После вызова команды можно в любой момент переключаться между созданием векторов привязки, 2D ЛСК и 2D коннекторов с помощью следующих опций автоменю:

	<F>	Создание векторов привязки
	<L>	Создание локальных систем координат
	<C>	Создание коннекторов

Также доступны следующие опции:

	<Ctrl+Enter>	Создать вектор привязки, заданный одной точкой (Закончить ввод)
	<A>	Задать связанные элементы

	<N>	Выбрать узел
	<F4>	Выполнить команду редактирования вектора привязки (Редактировать вектор привязки, 2D ЛСК, 2D коннектор)
	<Esc>	Закончить выполнение команды

Общая информация

Коннектор – это элемент построения, предназначенный для привязки к нему 2D фрагментов. Кроме геометрического положения (положения начала системы координат и направления осей) коннектор может хранить и набор переменных с определёнными значениями. Если при нанесении фрагмента на сборке выбирается коннектор, то выбранный вектор привязки фрагмента совмещается с вектором коннектора сборки. Кроме того внешним переменным фрагмента автоматически присваиваются значения **одноимённых переменных** коннектора. Если совпадающих по именам переменных в коннекторе нет, то внешние переменные фрагмента будут иметь значение, заданное в документе фрагмента.

Коннектор может быть задан одной или двумя точками.

Если коннектор будет задан одной точкой, то его изображение на чертеже будет представлять собой точку. При этом останется возможность геометрической привязки к нему только фрагментов по вектору привязки, заданным одной точкой (только начало координат, без направления). Для более удобной привязки к такому коннектору рекомендуется ассоциировать с ним несколько элементов чертежа (см. ниже).

Если коннектор задан двумя точками, то при подключении к нему фрагмента с двухточечным вектором привязки фрагмент позиционируется автоматически путем совмещения обоих векторов.

Создание коннектора

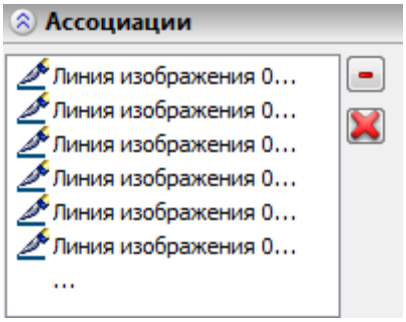
Для создания коннектора после вызова команды задайте желаемые ассоциированные элементы и правила вставки, а затем укажите одну или две точки, определяющие коннектор.

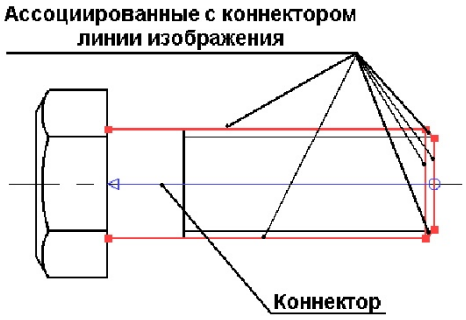
Задание ассоциированных элементов для коннектора

Для задания ассоциированных с коннектором линий изображения нужно использовать опцию:

	<A>	Задать связанные элементы

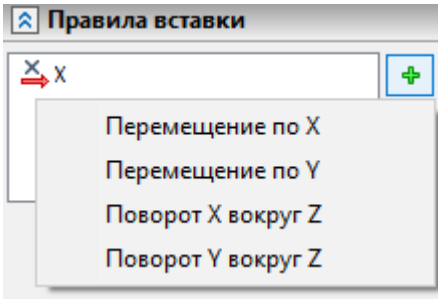
После выбора опции система входит в режим для выбора линий чертежа, которые будут активировать коннектор при наведении на них курсора. Для присоединения элементов к коннектору их нужно выбрать при помощи мышки в окне чертежа. Выбранные элементы попадают в список ассоциированных элементов в окне параметров.





Правила вставки

Для коннектора могут быть дополнительно определены так называемые «правила вставки». Это дополнительные преобразования перемещения или поворота относительно координатных осей коннектора, которые система автоматически предложит выполнить пользователю при привязке фрагмента к данному коннектору. Например, привязывая гайку к коннектору болта, на практике всегда требуется задать дополнительное перемещение гайки вдоль оси болта. Поэтому при проектировании модели болта нужно задать в правилах вставки для его коннектора необходимость перемещения вдоль оси X коннектора.



Указание точек коннектора

Для задания коннектора укажите одну или две точки, наведя на них курсор и нажав или **<Enter>**.

Можно указывать произвольные точки чертежа, либо, используя объектные привязки, указывать существующие 2D узлы, характерные точки линий изображения или точки пересечения линий построения. В последних двух случаях в указанной точке автоматически создаётся связанный 2D узел.

Для выбора существующих 2D узлов также можно использовать следующую опцию автоменю:

<N> Выбрать узел

После активации данной опции нажатие в окне чертежа выбирает ближайший существующий 2D узел.

Если после указания первой точки воспользоваться опцией завершения ввода (**<Ctrl>+<Enter>**), то будет создан коннектор, заданный одной точкой.

После указания двух точек ввод завершается автоматически.

В обоих случаях в результате на экране появится диалог параметров коннектора. Задайте желаемые параметры и нажмите **OK**.

После нажатия кнопки **OK** коннектор отобразится на чертеже.

Основные темы в этом разделе:

- Диалог параметров 2D коннектора

- Использование 2D коннекторов

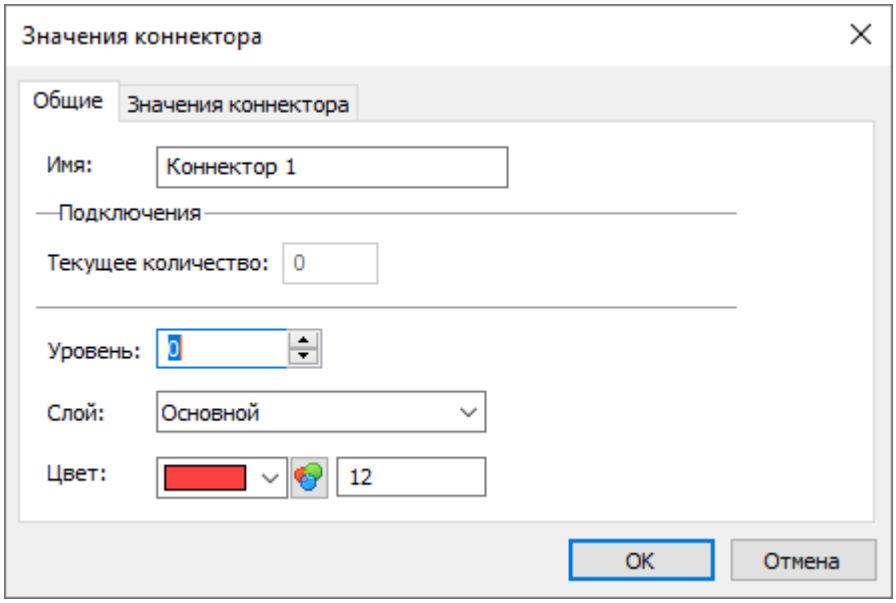
Диалог параметров 2D коннектора

Диалог разбит на две вкладки:

- **Общие**
- **Значения коннектора**

Общие

На этой вкладке можно установить для коннектора основные параметры – имя, уровень, слой, цвет. Также в поле **Подключения** отображается информация о количестве подключений к данному коннектору (если диалог параметров коннектора открыт непосредственно в сборочном чертеже).

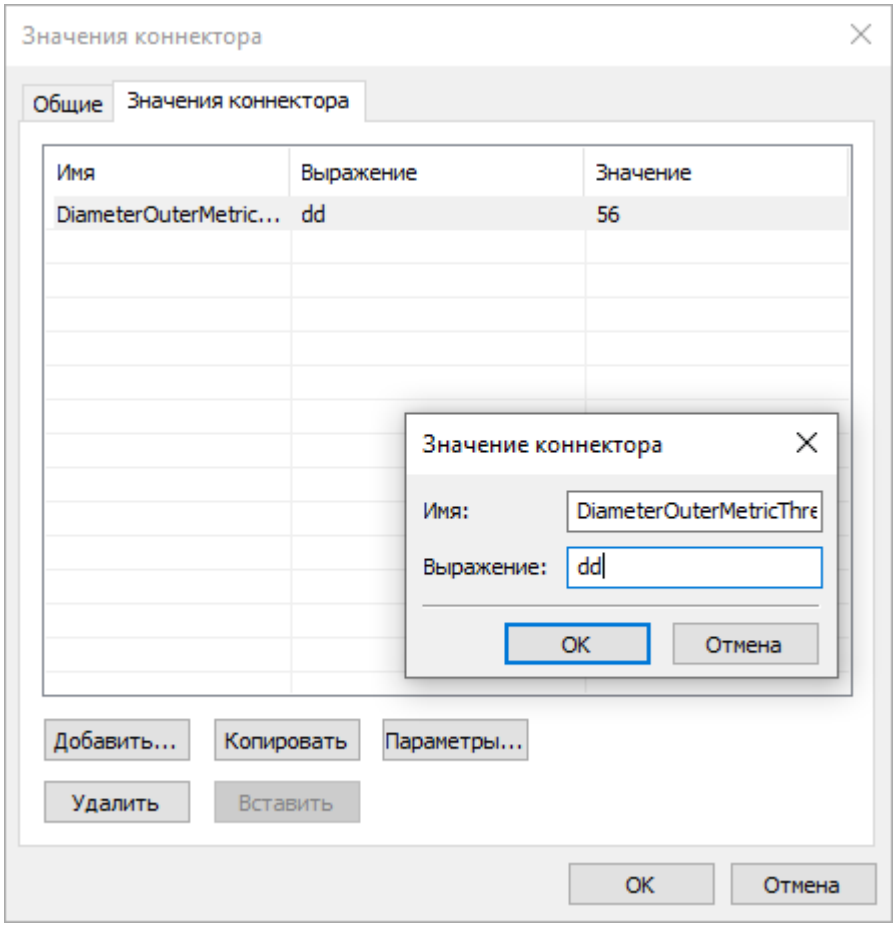


Значения коннектора

Изначально у нового коннектора нет ни одного значения. К моменту создания пользователь, как правило, уже знает, для чего он создает этот коннектор, и какими параметрами подключаемых фрагментов он будет управлять. Например, если мы создаем коннектор на оси вала, то мы будем подключать к нему фрагменты деталей, сажаемых на вал. Значит, нам нужно передавать в подключаемый фрагмент (подшипник) значение диаметра оси вала.

Для создания нового значения коннектора нужно нажать кнопку **Добавить**.

Выводится окно, в котором задаётся имя значения и выражение для него.



Имя значения коннектора используется впоследствии в момент привязки другого фрагмента к данному коннектору. Имя внешней переменной фрагмента со значением коннектора может не совпадать.

> Рекомендуется задавать для именованных значений коннектора смысловые имена, придерживаясь во всех чертежах одних и тех же правил составления имён. Это упростит налаживание связей между значениями коннектора и внешними переменными привязываемых к нему фрагментов. Например, используемые в стандартных библиотеках T-FLEX CAD на первый взгляд сложные имена типа **DiameterOuterMetricThread**, **ThreadPitchMetric**, **LengthInnerMetricThread**, **LengthInnerInchThread** на самом деле составлены по общим для всех библиотек правилам и точно показывают, какую информацию передаёт данное значение коннектора.

В системе T-FLEX CAD приняты следующие наименования 2D коннекторов:

- **DiameterOuterMetricThread** - Номинальный диаметр наружной метрической резьбы
- **DiameterOuterMetric** - Диаметр наружного цилиндра в миллиметрах
- **DiameterInnerMetricThread** - Номинальный диаметр внутренней метрической резьбы
- **DiameterInnerMetric** - Диаметр внутреннего цилиндра в миллиметрах
- **DiameterOuterInchThread** - Номинальный диаметр наружной дюймовой резьбы
- **DiameterOuterInch** - Диаметр наружного цилиндра в дюймах
- **DiameterInnerInchThread** - Номинальный диаметр внутренней дюймовой резьбы
- **DiameterInnerInch** - Диаметр внутреннего цилиндра в дюймах

В момент привязки система использует специальный параметр внешней переменной фрагмента **Значения коннектора** (см. подробности в главе Создание переменной). Если в списке значений коннектора внешней переменной будет найдено имя, совпадающее со значением, хранящимся в коннекторе, к которому присоединяется фрагмент, то значение для внешней переменной будет

автоматически считано из коннектора. Связь с коннектором будет сохранена. Также при привязке к коннектору имеется возможность вручную напрямую связать любую внешнюю переменную фрагмента с одним из значений коннектора (см. раздел Значения внешних переменных 2D фрагмента).

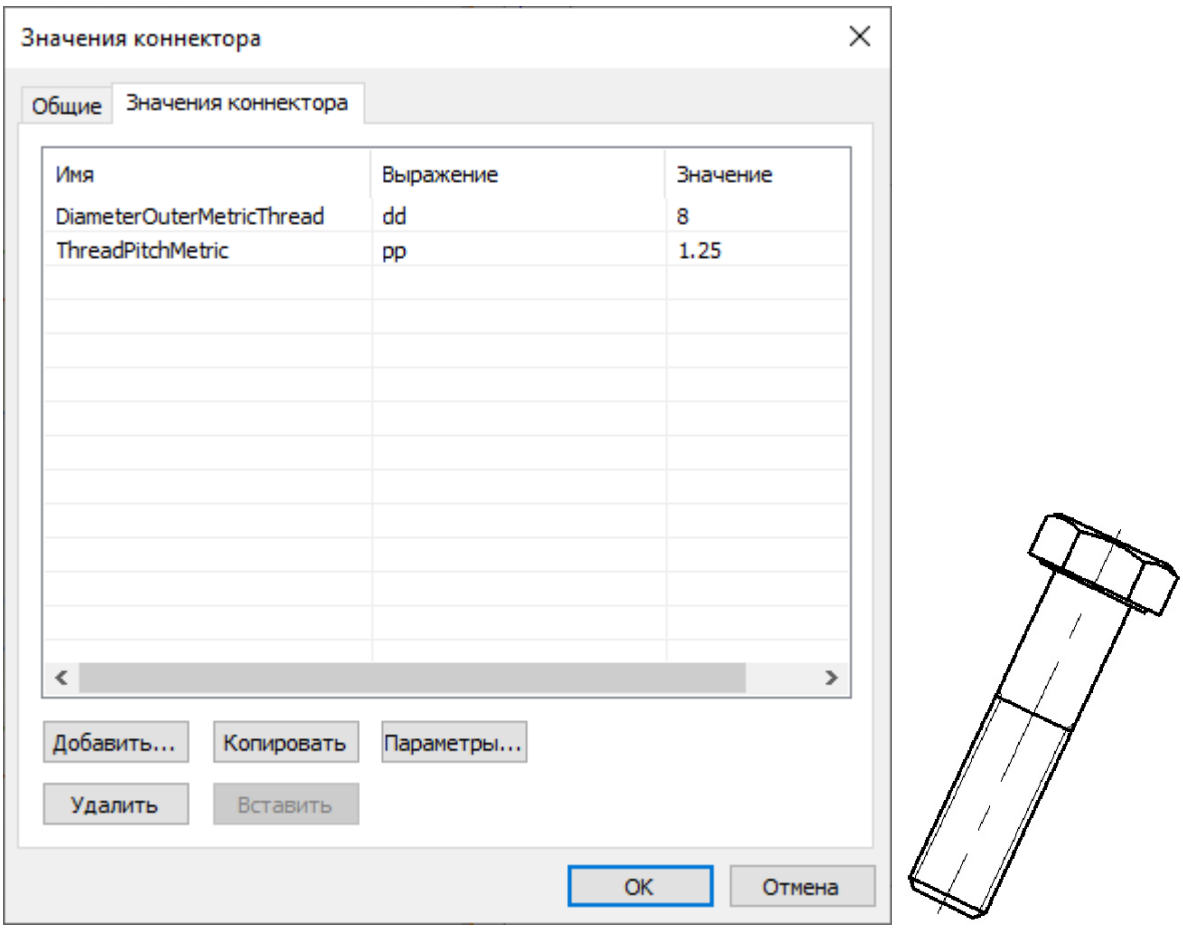
В поле **Выражение** могут быть подставлены число (или текст в кавычках для текстовой переменной), выражение или имя переменной текущего документа. В нашем примере нужно передавать в другие фрагменты значение диаметра, за который в модели вала отвечает определенная переменная (например, 'D'). При создании именованного значения для коннектора можно задать имя 'Diameter', в поле для выражения поставить переменную 'D'. При создании модели подшипника для переменной, отвечающей за посадочный диаметр, нужно задать в её параметрах новое значение коннектора с именем 'Diameter'.

Значения коннектора можно копировать и вставлять через буфер обмена с помощью кнопок **Копировать** и **Вставить**. Таким образом можно копировать значения из одного коннектора в другой, в т.ч. находящийся в другом документе. Кроме того, в список значений коннектора можно вставлять из буфера переменные, скопированные в редакторе или в окне **Переменные**.

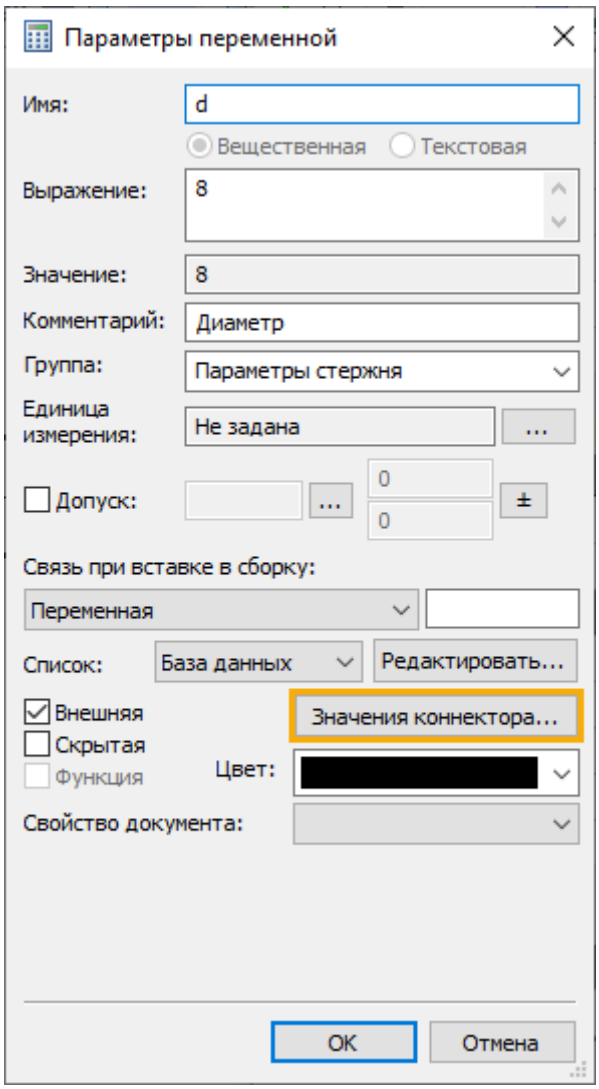
Использование 2D коннекторов

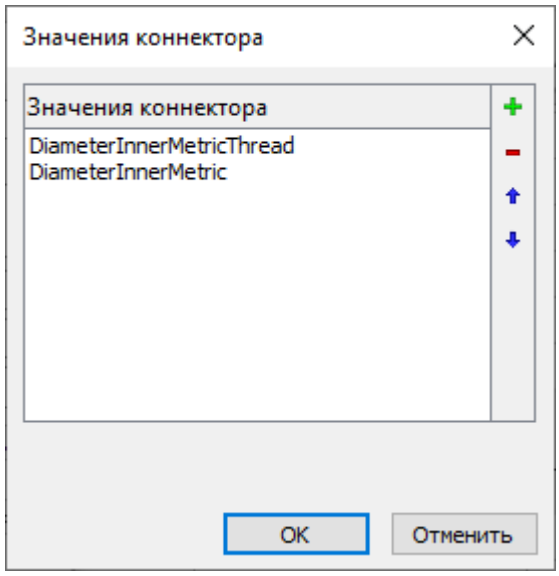
При привязке фрагмента (например, гайки) к коннектору другого фрагмента (например, к болту) значения переменных могут быть получены автоматически. Для успешной автоматической связи переменных с коннектором должны выполняться некоторые условия:

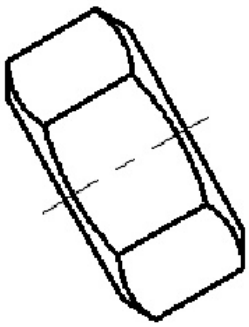
1. В коннекторе должны быть заданы именованные значения. Эти именованные значения будут в последствии являться связующим звеном между переменными фрагмента, имеющего коннектор, (болт) и переменными другого фрагмента (гайка), который будет привязываться к данному коннектору в сборке.



2. Для соответствующей переменной фрагмента должен быть задан задать список имен значений или хотя бы одно имя значения для связи с коннектором. Задать имя значения для переменной нужно заранее в файле фрагмента в редакторе переменных путем изменения параметров переменной. Имя значения коннектора, заданное для переменной, должно совпасть с именем значения, заданным в коннекторе. Только в этом случае возможна автоматическая связь.

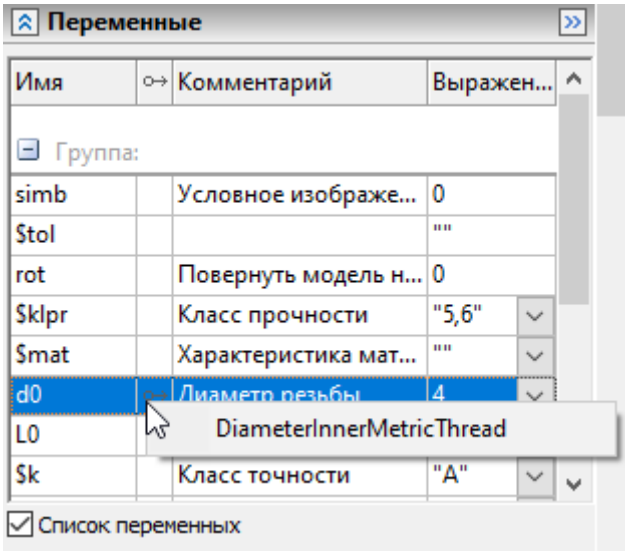






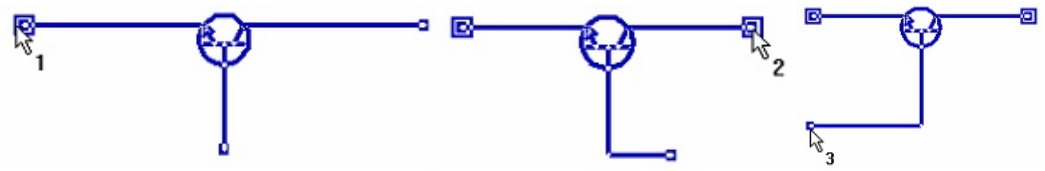
3. При нанесении фрагмента нужно выбрать коннектор. Переменные нового фрагмента автоматически принимают значения сразу после выбора коннектора. Изображение фрагмента принимает вид в соответствии со значениями переменных.

Связь переменных фрагмента со значениями коннектора можно определить вручную. Для этого нужно в команде создания или редактирования фрагмента обратиться к списку переменных фрагмента. Если используется диалог пользователя для управления переменными, нужно переключиться на список переменных (флажок **Список переменных**). Ручная установка связи переменной со значением коннектора нужна в случае, если фрагмент привязывается к коннектору, но для его переменной не предусмотрено имя значения коннектора или оно не совпадает с именем в коннекторе. В таком случае клик в поле **Связь с коннектором** выведет список значений коннектора и при выборе одного из значений установится связь. Поле будет помечено специальным символом.



Точки привязки

Для позиционирования 2D фрагмента в сборке можно использовать одну или несколько точек привязки. **Точка привязки** создаётся как пересечение вертикальной и горизонтальной прямых линий построения, положения которых заданы внешними переменными с зарезервированными именами. Для вертикальных прямых используются переменные с именами с **x1** по **x99**, для горизонтальных прямых - с **y1** по **y99**. Число при **x** и **y** соответствует номеру точки привязки и должно быть одинаковым для вертикальной и горизонтальной линий, которые определяют одну точку привязки. На чертеже может быть до девяти точек привязки.



Пример фрагмента с тремя точками привязки (транзистор)

Поскольку система T-FLEX CAD всегда рассматривает переменные **x1, y1, x2, y2** и т.д. как определение точек привязки, переменные с этими именами нельзя использовать для задания других параметров чертежа.

Перед созданием чертежа фрагмента необходимо определить необходимые точки привязки. Все последующие элементы чертежа должны быть созданы относительно прямых, задающих данные точки. Например, если мы хотим в качестве фрагмента использовать окружность, которую бы мы могли затем располагать в различных местах других чертежей, необходимо сначала создать горизонтальную и вертикальную прямые, а затем уже окружность с центром в точке их пересечения.

Задание точки привязки

Для задания точек привязки можно использовать следующую опцию автоменю, доступную в режиме построения перпендикулярных прямых команды **Прямая**:

<F> Создать точку привязки для фрагмента (xn, yn)

Подробная информация об использовании данной опции доступна в главе Перпендикулярные прямые линии построения через точку привязки фрагмента. В результате создаётся пара линий

построения, положение которых определяется переменными, задающими точку привязки фрагмента в точке пересечения этих линий.

Кроме того, точку привязки можно задать на основе пересечения уже имеющихся горизонтальной и вертикальной прямых линий построения, задав их положение соответствующими внешними переменными с помощью диалога параметров или команды редактирования.

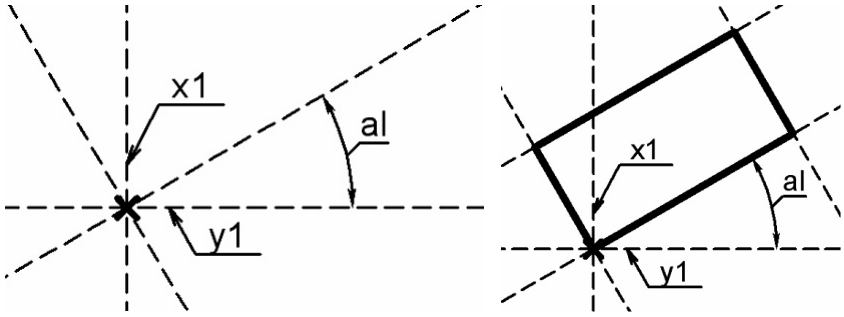
Ниже рассмотрим наиболее часто применяемые способы использования точек привязки фрагментов.

Фрагмент с одной точкой привязки без возможности поворота

Создайте точку привязки. Затем все линии построения стройте относительно вертикальной и горизонтальной линий построения, которые определяют точку привязки. Не используйте при построении чертежа другие линии с типом «вертикальная» и «горизонтальная», а используйте тип «параллельная» и «под углом». Если следовать этим правилам, то получится чертёж, центр локальной системы координат которого всегда будет в точке привязке, а её оси будут совпадать с осью X и осью Y чертежа, в который вставляется данный фрагмент.

Фрагмент с одной точкой привязки с возможностью поворота

Создайте точку привязки. Постройте линию построения, проходящую через узел, определяющий точку привязки, под углом к горизонтальной прямой. Угол наклона линии задайте переменной, например, «al». При создании переменной пометьте её как внешнюю и задайте значение, отличное от 0 (при значении «0» прямая совпадёт на чертеже с горизонтальной прямой, что затруднит дальнейшие построения). Переменная «al» будет являться внешней переменной чертежа. При вставке данного чертежа в качестве фрагмента системой будет запрашиваться значение переменной «al». Линия построения, проходящая через узел под углом к горизонтальной прямой, задаёт ось X новой локальной системы координат этого чертежа. Для создания оси Y необходимо построить линию построения, проходящую через узел и перпендикулярную линии построения, построенной под углом к горизонтальной линии. Линия, построенная под углом, и линия, перпендикулярная ей, определяют новую локальную систему координат чертежа. Все последующие построения необходимо вести относительно этих линий. В результате получится параметрический фрагмент с одной точкой привязки и переменной «al», которая будет определять угол наклона системы координат фрагмента относительно системы координат сборочного чертежа.



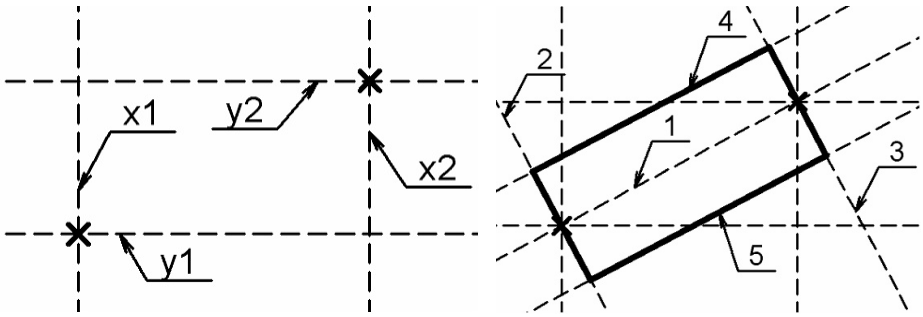
Для удобства построений относительно новой системы координат рекомендуется выполнить следующие действия. Установите для вертикальной и горизонтальной прямых, проходящих через точку привязки, значение уровня, равное «-1». Прямые исчезнут с экрана, так как для линий построения в команде Задать уровни отображения установлен интервал уровней видимости от 0 до 127, а эти линии имеют уровень -1 и не попадают в интервал. После этого вызовите команду Параметры документа, перейдите на закладку **Вид** и установите в параметре **Выбор элементов** значение **Только видимые**. Тем самым для чертежа устанавливается режим, при котором не будут выбираться элементы системы, невидимые на чертеже.

Фрагмент с двумя точками привязки с возможностью поворота

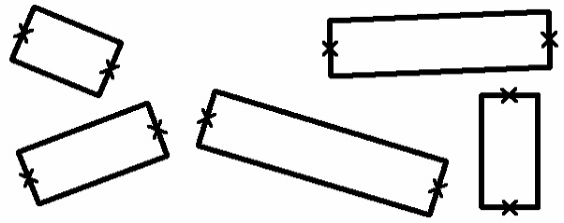
Указанный фрагмент может быть создан двумя разными способами: первый способ - когда вторая точка привязки задаёт поворот фрагмента и изменяет размер фрагмента, второй способ - когда вторая точка привязки будет задавать только поворот фрагмента, а размер его изменяться не будет.

Первый способ:

Создайте две точки привязки будущего фрагмента. После этого необходимо построить линию построения 1, проходящую через два узла – точки привязки. Данная прямая будет задавать ось X новой локальной системы координат этого чертежа. Для создания оси Y локальной системы координат необходимо построить линию построения 2, проходящую через узел и перпендикулярную линии построения 1. Линия, построенная через два узла, и линия, перпендикулярная ей, определяют новую локальную систему координат чертежа. Все последующие построения необходимо вести относительно линий, определяющих новую систему координат чертежа. Создайте линию 3, параллельную линии 2 и проходящую через узел, определяющий вторую точку привязки. Затем постройте линии 4 и 5, параллельные линии 1. После этого можно создать необходимые линии изображения.

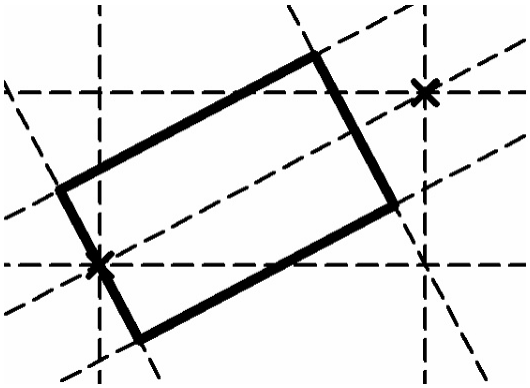


В результате получается параметрический чертёж с двумя точками привязки, расположение которых будет определять расположение системы координат фрагмента относительно системы координат сборочного чертежа. Кроме того, вторая точка привязки будет также определять размер прямоугольника.

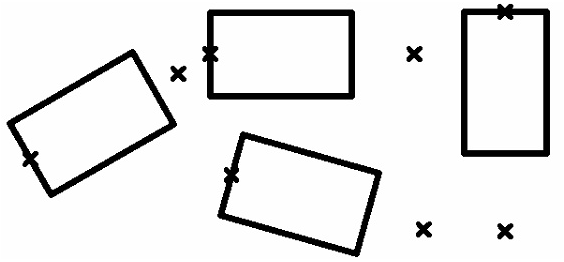


Второй способ:

Все построения при втором способе полностью повторяются, за исключением создания линии 3, которая строится параллельно линии 2, но не привязана к узлу второй точки привязки.



При вставке такого фрагмента в сборку размер его будет постоянным, от второй точки привязки будет зависеть только угол поворота фрагмента.



Нанесение фрагментов на чертёж

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Вставка > Фрагмент Сборка > Сборка > Фрагмент Рабочая плоскость > Вставка > Фрагмент
Клавиатура	Текстовое меню
<FR>	Чертёж > Фрагмент

Существует несколько способов нанести фрагмент на сборочный чертёж:
1. Воспользоваться командой **Создать фрагмент**.
2. Воспользоваться окном **Меню документов** или окном библиотеки.
3. Прямое создание фрагмента в контексте сборки.

Приведённые ниже инструкции будут относиться к первым двум способам нанесения фрагмента на чертёж. Описанию третьего метода посвящен отдельный раздел Работа с фрагментами в контексте сборки.

В автоменю появятся следующие опции:

<O> Выбрать файл

<C> Создать новый фрагмент в контексте сборки

<G> Выделить фрагмент

	<P>	Установить параметры фрагмента
	<R>	Повторить предыдущий фрагмент (доступна в случае повторного вызова команды)
	<F>	Выбрать фрагмент для создания копии
	<V>	Ассоциативная копия фрагмента
	<W>	Спроецировать 3D фрагменты на рабочую плоскость
	<F4>	Вызвать команду редактирования фрагмента
	<Esc>	Выйти из команды

В окне параметров появятся элементы управления для настройки параметров фрагмента. Они находятся в нескольких разделах, их количество и состав зависит от способа создания фрагмента. Разделы окна параметров позволяют выбрать файл вставляемого фрагмента, способ привязки, задать различные параметры фрагмента, значения внешних переменных фрагмента, и т.п.

> До выбора файла окно параметров содержит только три раздела: **Основные параметры**, **Параметры фрагмента**, **Опции**. Значения параметров, заданные до выбора файла фрагмента, автоматически сохраняются как значения по умолчанию для всех последующих наносимых фрагментов.

Первым шагом при нанесении фрагмента является выбор файла фрагмента. Способы выбора описаны в главе Выбор фрагмента для вставки в чертёж. После выбора файла в окне чертежа появится привязанное к курсору динамическое изображение вставляемого фрагмента. Содержимое автоменю изменится. Новое состояние автоменю будет зависеть от установленного в окне параметров способа привязки фрагмента: по точкам привязки или по вектору привязки.
Способ привязки задаётся в разделе **Вставка фрагмента**, с помощью параметра **Привязка**. В случае нанесения фрагмента по вектору привязки из выпадающего списка данного параметра можно выбрать требуемый вектор привязки. Здесь же можно выбрать нужную страницу документа фрагмента (если он многостраничный).
В разделе **Параметры фрагмента** диалога команды можно задать различные настройки вставки фрагмента. Подробное описание параметров приведено в разделе **Параметры фрагмента**.
Значения внешних переменных фрагмента задаются в разделе **Переменные** окна параметров. Данный раздел присутствует в окне параметров команды, если вставляемый фрагмент имеет внешние переменные.
В разделе **Просмотр** окна параметров команды динамически отображается вставляемый фрагмент в соответствии с заданными значениями внешних переменных, указываются элементы привязки (точки привязки и векторы привязки).
После задания параметров вставки фрагмента необходимо в поле чертежа указать точки вектора привязки или точки привязки фрагмента. Координаты заданных точек отображаются в разделе **Координаты** окна параметров команды.
После привязки фрагмента на текущем чертеже необходимо завершить создание фрагмента, нажав в автоменю или окне параметров команды.
Предварительно можно выполнить ряд дополнительных действий с помощью опций, появляющихся в автоменю команды на этом этапе нанесения фрагмента:

	<Ctrl+Enter>	Закончить ввод
	<K>	Задать точки привязки фрагмента
	<P>	Установить параметры фрагмента
	<Y>	Создать имя для выбранного элемента
	<Ctrl+O>	Открыть фрагмент в контексте сборки
	<O>	Деталировка
	<D>	Раскрыть фрагмент
	<S>	Раскрыть фрагмент с построениями
	<F4>	Открыть файл фрагмента для редактирования
	<C>	Выбрать штриховку для обрезки
	<V>	Переменные вложенных фрагментов
	<Z>	Сменить вектор привязки
	<I>	Выбрать другой ближайший элемент
	<Esc>	Выйти из команды

Опция запускает режим перезадания точек привязки фрагмента.

Опция позволяет присвоить имя наносимому фрагменту. Имя фрагмента можно использовать, например, для поиска, автоматического создания узлов фрагмента в сборке, для получения значений переменных фрагмента в сборочном чертеже с помощью функции get:
get ("Имя фрагмента","Имя переменной"),
где **Имя фрагмента** – имя, которое задано для фрагмента, а **Имя переменной** - имя переменной из чертежа фрагмента, значение которой необходимо получить в сборочном чертеже.

Для автоматического раскрытия фрагмента используются опции и (см. Раскрытие фрагментов). Опции и позволяют сразу же открыть файл нанесённого фрагмента на редактирование, автоматически завершив его создание.
При необходимости, например, для быстрого нанесения подряд нескольких фрагментов можно включить режим автоматического завершения создания фрагмента после указания точек его привязки, установив флажок **Создавать автоматически** в разделе **Опции** окна параметров команды. В этом случае создание фрагмента будет завершаться автоматически сразу после задания всех точек привязки фрагмента или его вектора привязки.

Более подробно все этапы нанесения фрагмента (выбор файла фрагмента, задание значения внешних переменных и привязки, привязка фрагмента на сборочном чертеже) описаны в соответствующих главах данного раздела.

Описание опции **Деталировка** см. в разделе Специфика работы со сборочными чертежами.

Опция **Переменные вложенных фрагментов** позволяет просмотреть и при необходимости изменить значения внешних переменных вложенного фрагмента. После вызова опции необходимо выбрать один из вложенных фрагментов редактируемого фрагмента, после чего появится окно, в котором будут отображены его внешние переменные.

Опция **Сменить вектор привязки** последовательно переключает векторы фрагмента в соответствии с их списком.

Опция **Выбрать штриховку для обрезки** позволяет обрезать часть фрагмента, которая не пересекается со штриховкой.

Основные темы в этом разделе:

- Выбор 2D фрагмента для вставки в чертёж
- Значения внешних переменных 2D фрагмента
- Привязка 2D фрагмента
- Параметры 2D фрагмента

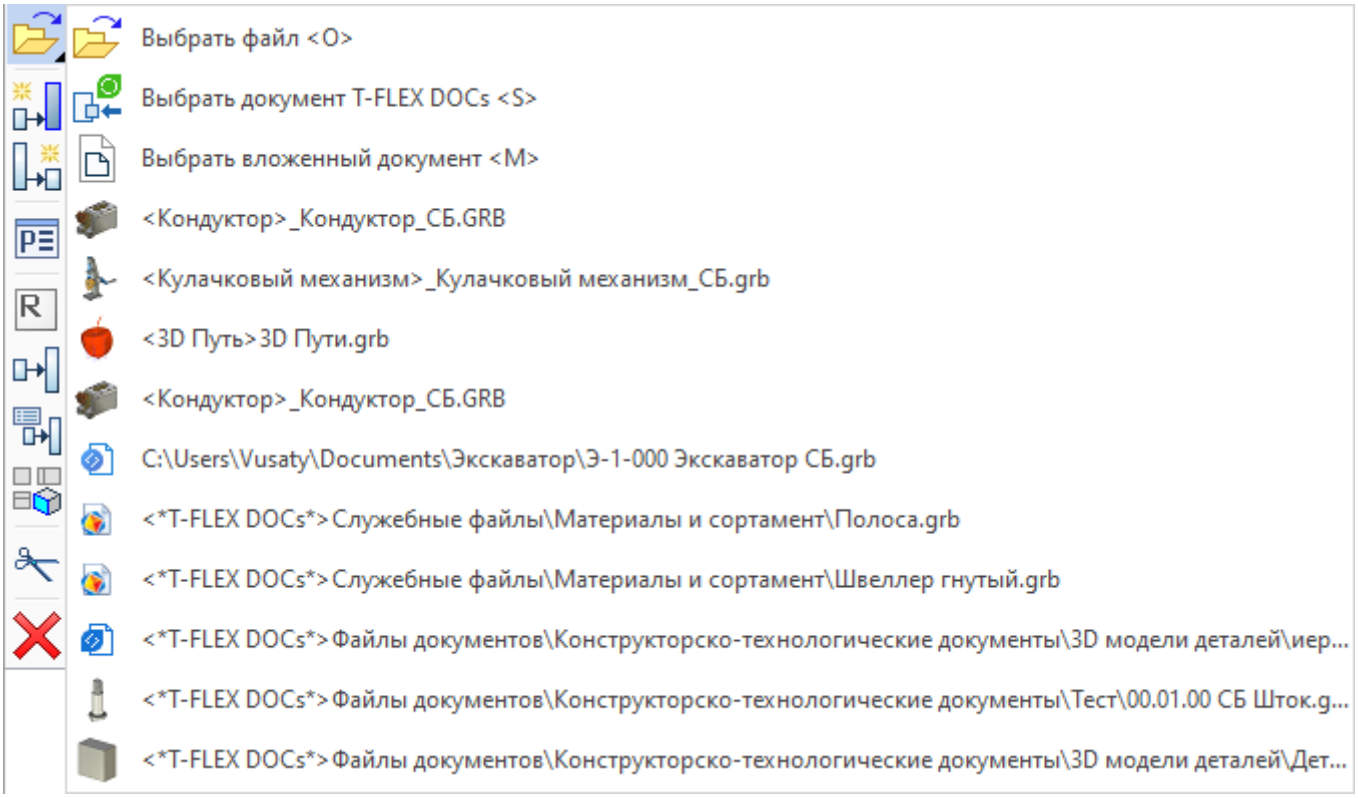
См. также:

- Вставка 2D фрагмента по 3D фрагменту

Выбор 2D фрагмента для вставки в чертёж

Зажмите на файле, в окне Проводника Windows, окне **Меню документов** или окне T-FLEX DOCs и, удерживая , переместите курсор в окно чертежа, после чего отпустите . В результате будет автоматически запущена команда **2D Фрагмент,** а выбранный файл будет использован в качестве фрагмента.
Также после запуска команды можно выбрать фрагмент с помощью опций, описанных ниже.

В выпадающем списке в автоменю доступны следующие опции выбора фрагмента, а также список файлов, открытых в данный момент в CAD, и список последних использованных в текущем сеансе фрагментов:



<O> Выбрать файл

С помощью данной опции фрагмент выбирается в стандартном окне открытия файла для приложений Windows. Файл можно выбрать в любой локальной папке, включая папки библиотек.

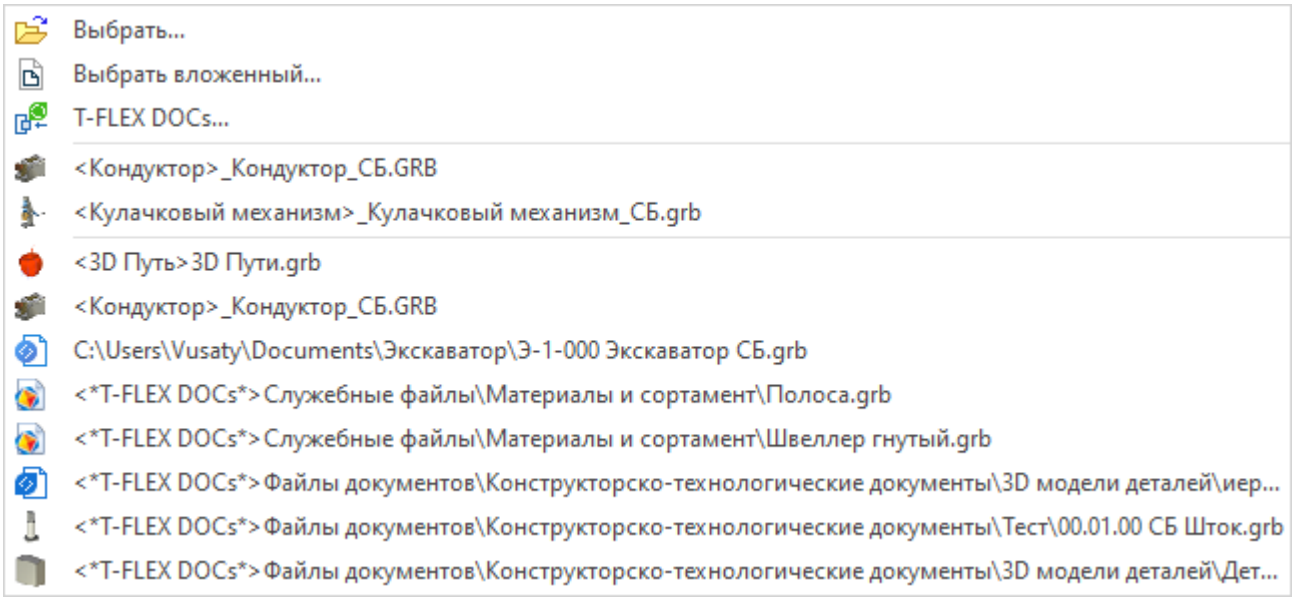
<S> Выбрать документ T-FLEX DOCs

С помощью данной опции фрагмент выбирается из T-FLEX DOCs. Подробная информация доступна в главе Использование в сборках фрагментов из T-FLEX DOCs.

<M> Выбрать вложенный документ

Данная опция доступна, только если текущий документ содержит вложенные документы. После её вызова открывается список доступных вложенных документов. Документ, выбранный в списке будет использован в качестве фрагмента.

Аналогичные опции также доступны в выпадающем списке. выбора фрагмента, вызываемом по нажатию кнопки **Выбрать в диалоге** в окне параметров:



Опция **Очистить** сбрасывает выбор фрагмента. Также можно сбросить выбор с помощью .

Повторное нанесение фрагмента

В команде создания фрагментов **Создать фрагмент** имеются опции для повторного нанесения или дублирования фрагментов.
Многократно повторить ввод последнего созданного фрагмента позволяет опция:

<R> Повторить предыдущий фрагмент

Выбрать фрагмент, который необходимо продублировать на чертеже, позволяет опция:

<F> Выбрать фрагмент для создания его копии

Выбрать фрагмент, который необходимо продублировать на чертеже, сохранив ассоциативную связь, позволяет опция:

<V> Ассоциативная копия фрагмента

В отличие от обычной копии, ассоциативная копия фрагмента будет реагировать на изменение значения внешних переменных исходного фрагмента.

Изменение переменных в копии фрагмента не влияет на остальные экземпляры этого фрагмента.

После вызова этих опций система предлагает вам указать только привязку фрагмента на чертеже. При этом значения внешних переменных будут такими же, как и у фрагмента, который дублируется.

См. также:

- Вставка 2D фрагмента по 3D фрагменту
- Использование в сборках фрагментов из T-FLEX DOCs

Значения внешних переменных 2D фрагмента

Задание значений внешних переменных фрагмента

Если в чертеже присутствуют внешние переменные, то их значения будут запрашиваться при вставке его в качестве фрагмента в сборочные чертежи. При привязке к коннектору нужные значения могут быть заданы автоматически.

Рассмотрим задание внешних переменных фрагмента на примере чертежа подшипника, который мы будем вставлять в чертёж вала. В чертеже подшипника создана внешняя переменная «d», которая определяет его внутренний диаметр.

После выбора имени фрагмента-подшипника в окне свойств команды появится закладка **Переменные**, позволяющая задать значения внешних переменных фрагмента. Для задания значений может быть использован стандартный список переменных или пользовательский диалог с элементами управления.

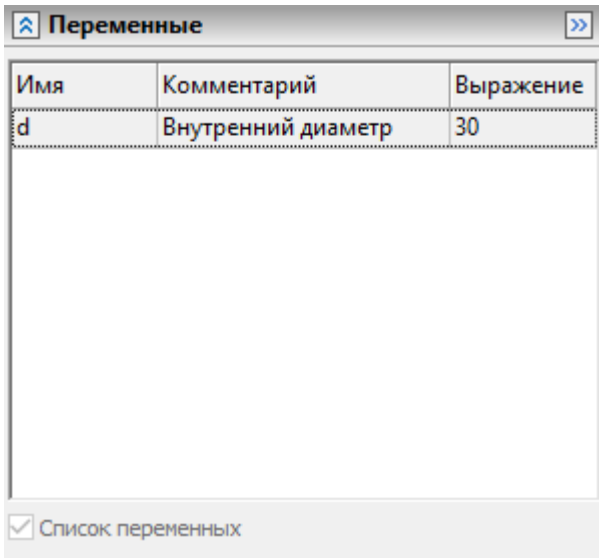
> Если чертеж фрагмента имеет текстовые поля с вставленной в них внешней переменной (например, форматка), то значения таких переменных можно в любой момент изменять непосредственно на сборочном чертеже.

Рассмотрим далее задание значений внешних переменных фрагмента с использованием списка переменных. При этом значения переменных можно задать данными трёх типов:

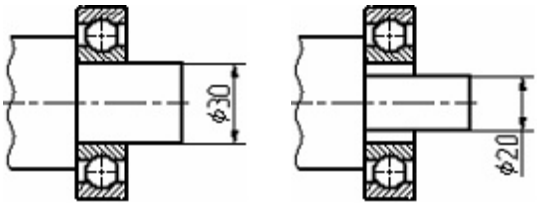
1) константой (число для вещественной переменной или строка для текстовой переменной);
2) переменной сборочного чертежа;
3) не задавать (оставить поле значение переменной пустым).

Первый способ. Присвоение константного значения

Установим для диаметра подшипника конкретное значение, например, «30».



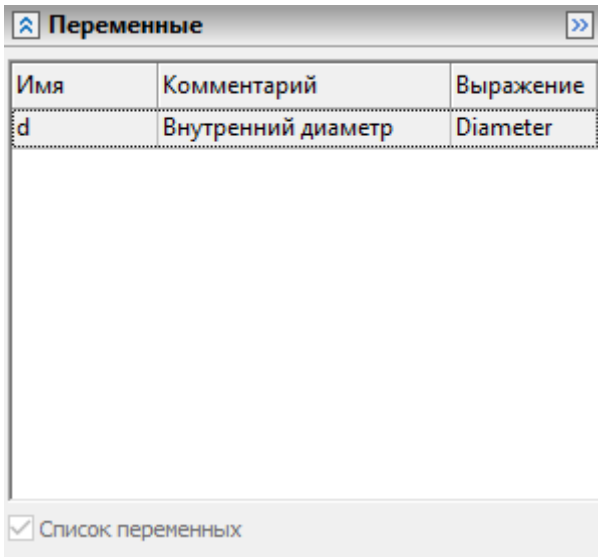
В случае использования этого способа при изменении диаметра вала внутренний диаметр подшипника не изменится. Изменить значение внешней переменной подшипника можно будет только при редактировании фрагмента.



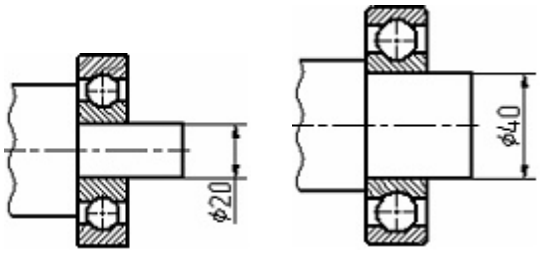
Для того чтобы при задании переменных фрагмента поле значения автоматически заполнялось тем значением, которое установлено для этой переменной в файле чертежа фрагмента, необходимо установить в команде Задать установки системы на закладке **Фрагменты** параметр **Подставлять значения переменных автоматически**.

Второй способ. Присвоение переменной сборки

Вместо конкретного значения внешней переменной подшипника введем имя переменной **Diameter** сборочного чертежа. Если ввести имя несуществующей переменной, то система предложит создать новую. Пусть в момент вставки значение переменной **Diameter** равно «20».



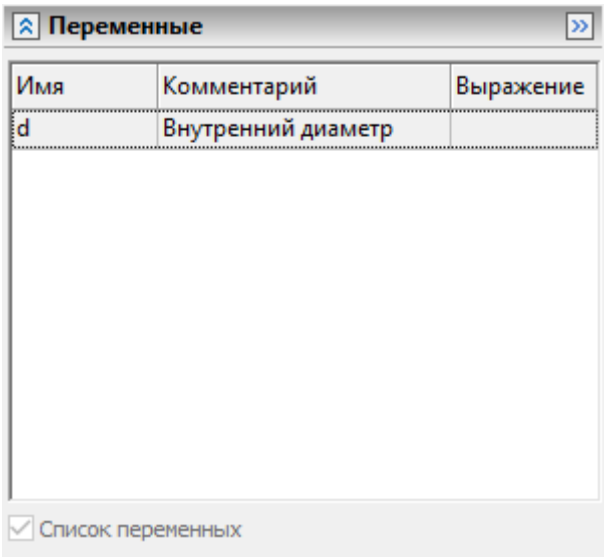
Изменим значение переменной **Diameter** на «40». При этом автоматически изменится и изображение подшипника.



Если для внешней переменной фрагмента было задано имя переменной сборки и в текущем сборочном чертеже переменная с таким именем присутствует, она будет автоматически подставлена в поле значения соответствующей переменной фрагмента (см. команду Переменные).

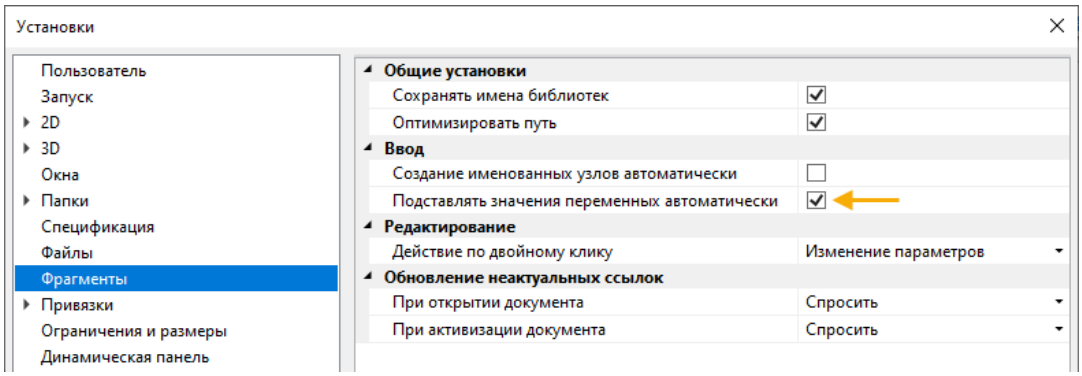
Третий способ. Незаданное значение

Значение внешней переменной можно вообще не задавать, то есть оставить поле пустым.



В этом случае подставится значение, прочитанное в файле фрагмента. Для того чтобы теперь изменить диаметр подшипника, необходимо будет загрузить его файл как отдельный чертёж, задать там нужное значение диаметра, а после сохранения файла вернуться обратно в сборочный чертёж. Такая схема на практике используется редко, когда требуется изменять сборочный документ, меняя значения переменных в файле фрагмента.

Для автоматического заполнения незаданных значений переменных в **Установках** системы по умолчанию включен специальный параметр **Подставлять значения переменных автоматически**. В этом случае все переменные при вставке фрагмента автоматически получают константное значение, прочитанное во фрагменте.



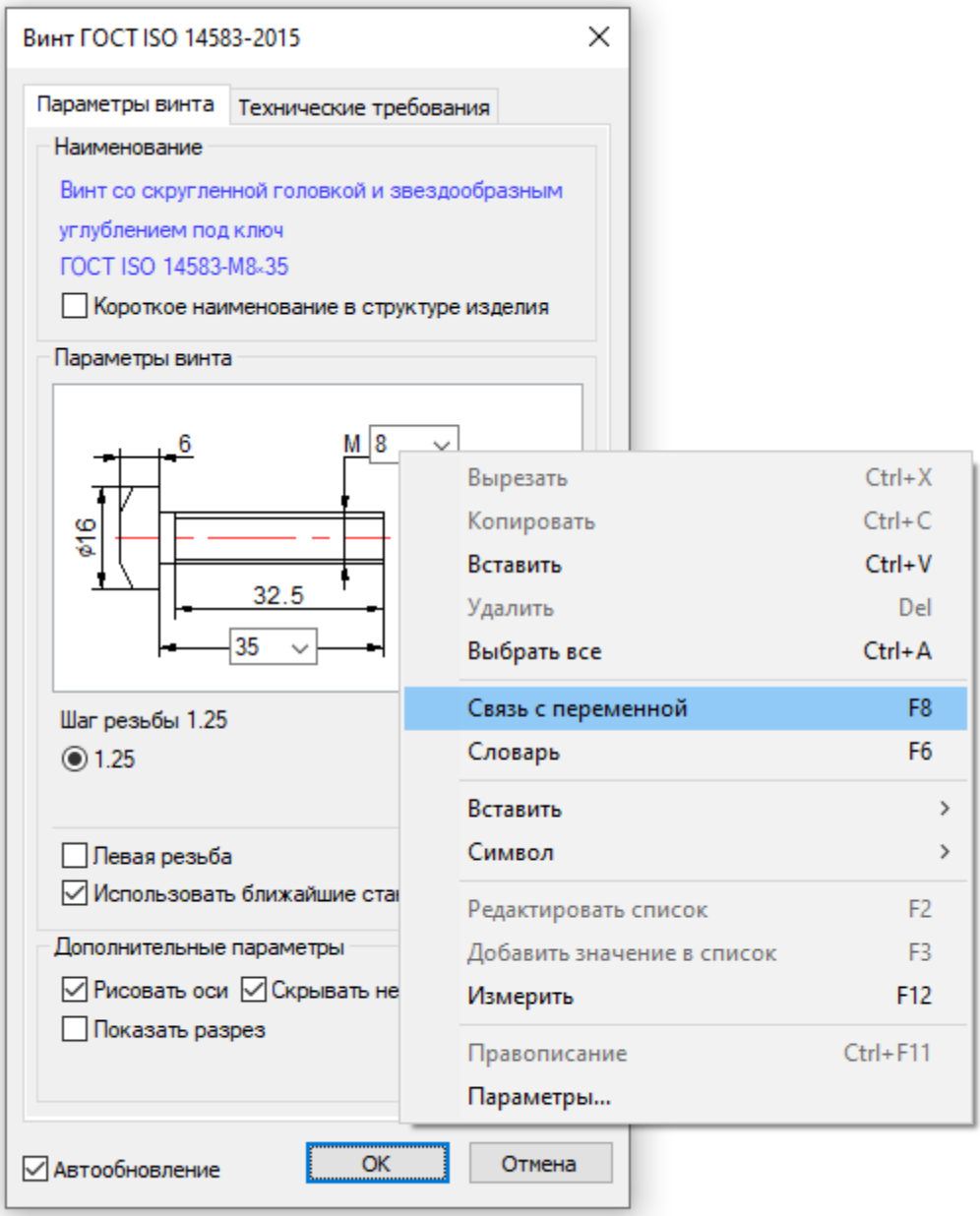
Работа с пользовательским диалогом

Пользовательский диалог с элементами управления предоставляет более наглядное средство работы с внешними переменными фрагмента. Набор различных элементов управления позволяет задавать значения переменных, как при помощи различных переключателей, кнопок, так и вводить значения с клавиатуры или работать со списками значений. Его поля для ввода значений могут работать в двух режимах. В полях диалога могут отображаться либо значения переменных, либо сами выражения. Во втором случае значения выражений выводятся справа от поля ввода. Второй режим работает в случае, если в свойствах поля ввода установлен параметр **Показывать выражения**. Подробности создания пользовательских диалогов описаны в разделе Элементы управления.

Пользователь в любом случае может писать в полях ввода, как значения, так и выражения. После окончания ввода (когда фокус ввода перенесен в другое поле) выражение будет присвоено той внешней переменной фрагмента, которая соотнесена с данным полем ввода.

Для задания связи значения внешней переменной фрагмента с переменной сборки можно использовать команды контекстного меню.

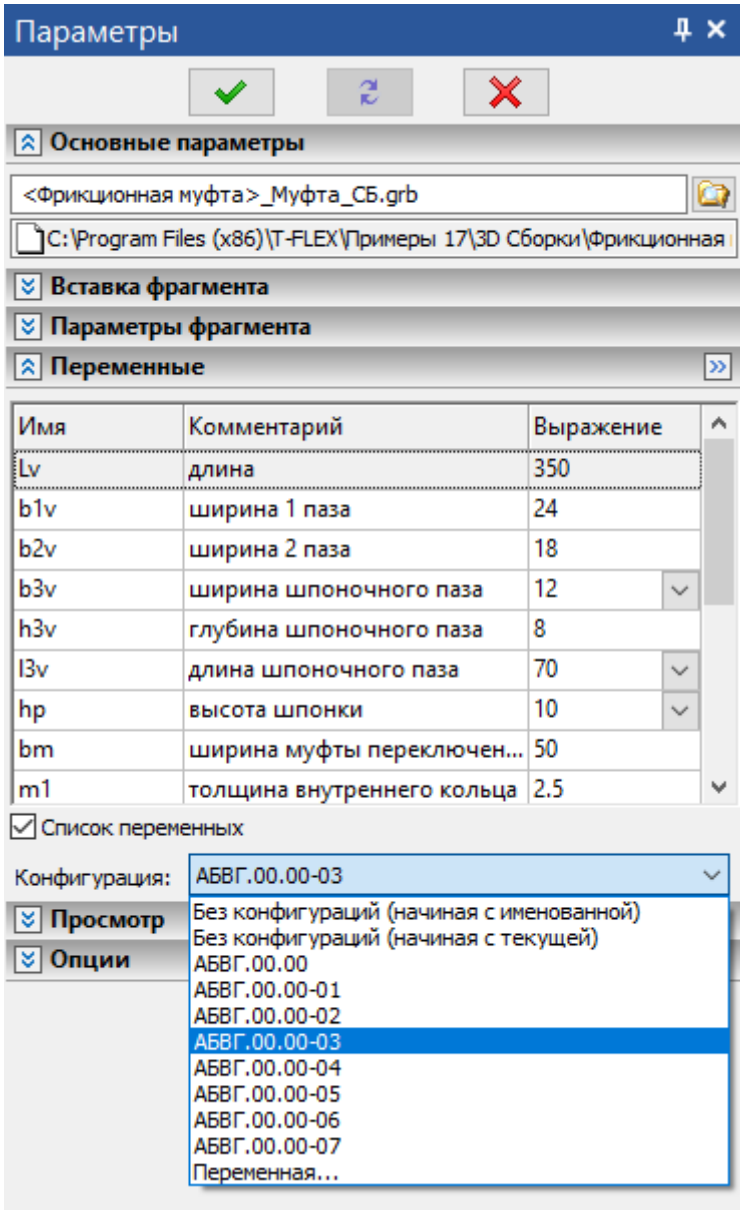
В контекстном меню понадобится вызвать команду **Связь с переменной** или вместо этого просто нажать **<F8>**. На экране появится стандартное окно **Вставка переменной**. После выбора переменной сборки её значение будет присвоено внешней переменной фрагмента. Метка рядом с соответствующей командой контекстного меню будет показывать, что для данной переменной фрагмента установлена связь с переменной сборки. При прямом редактировании полей диалога будут изменяться значения соответствующих переменных сборки.



Для отмены связи необходимо повторно вызвать ту же команду контекстного меню. При установленной связи с переменной можно продолжать работать с выпадающими списками значений. При этом новое значение из выпадающего списка будет присваиваться переменной сборки, связанной с данной переменной фрагмента.

Использование конфигураций

Для задания значений внешних переменных фрагмента можно также использовать конфигурации, созданные в документе фрагмента.

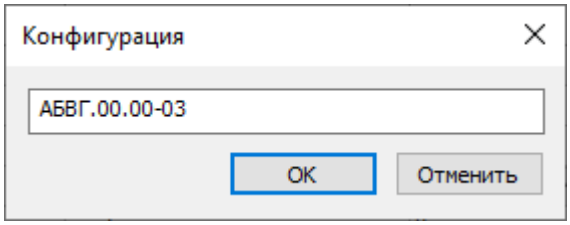


При наличии конфигураций в документе фрагмента в диалоге параметров фрагмента доступен параметр **Конфигурация**. Его выпадающий список содержит имена конфигураций, созданных в документе фрагмента. При выборе конфигурации всем внешним переменным фрагмента автоматически присваиваются значения, хранимые в данной конфигурации.

Помимо имён конфигураций фрагмента, список параметра **Конфигурация** содержит дополнительные пункты:

Без конфигураций – данный вариант используется для отказа от использования конфигураций;

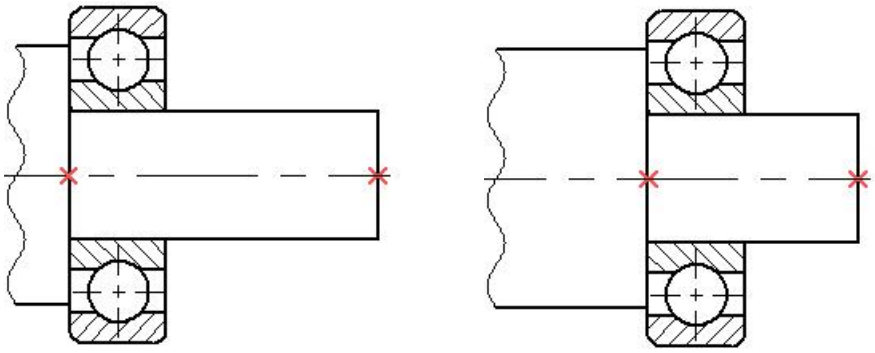
Переменная... – позволяет задать имя используемой конфигурации с помощью переменной. После выбора данного пункта списка на экране появляется окно для задания имени переменной. Имя переменной можно задать вручную (в фигурных скобках) либо с помощью команды контекстного меню **Вставить переменную... <F8>**.



Привязка 2D фрагмента

Задание привязки фрагмента на сборочном чертеже

При задании положения вектора привязки или точек привязки можно выбирать узлы сборочного чертежа для осуществления привязки фрагмента к элементам сборочного чертежа. При изменении положения использованных узлов сборочного чертежа изменится и местоположение фрагмента.

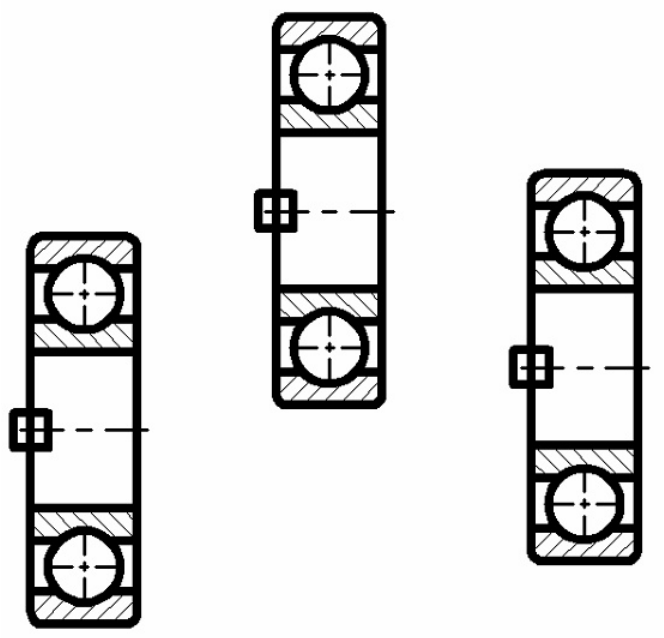


При необходимости можно осуществлять нанесение фрагмента, задавая абсолютные координаты для вектора или точек привязки. Это возможно при клике в нужное место чертежа в отсутствие объектной привязки. Объектную привязку можно выключить на панели **Вид** или на время клика нажать клавишу <Ctrl>. Корректировать координаты нанесения фрагмента в таком случае можно при помощи секции **Координаты** окна свойств фрагмента.

Привязка фрагмента с помощью векторов привязки

При вставке фрагмента по вектору привязки система предлагает задать точки вектора.

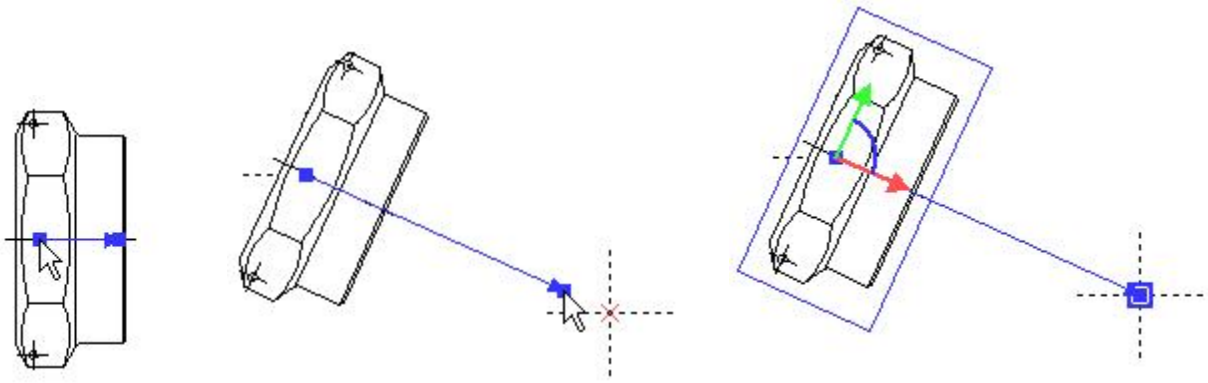
Если в чертеже фрагмента вектор привязки задан с помощью одной точки, то для привязки фрагмента на сборочном чертеже необходимо задать только одну точку. При этом изображение фрагмента будет перенесено в данную точку. Изображение данного фрагмента нельзя будет повернуть. Если в чертеже фрагмента вектор привязки задан с помощью двух точек, то фрагмент можно привязать несколькими способами.



Первый способ заключается в последовательном задании двух точек, первая из которых будет определять местоположение изображения фрагмента, а вторая будет определять поворот изображения фрагмента относительно первой точки.

<M> Привязка по двум точкам

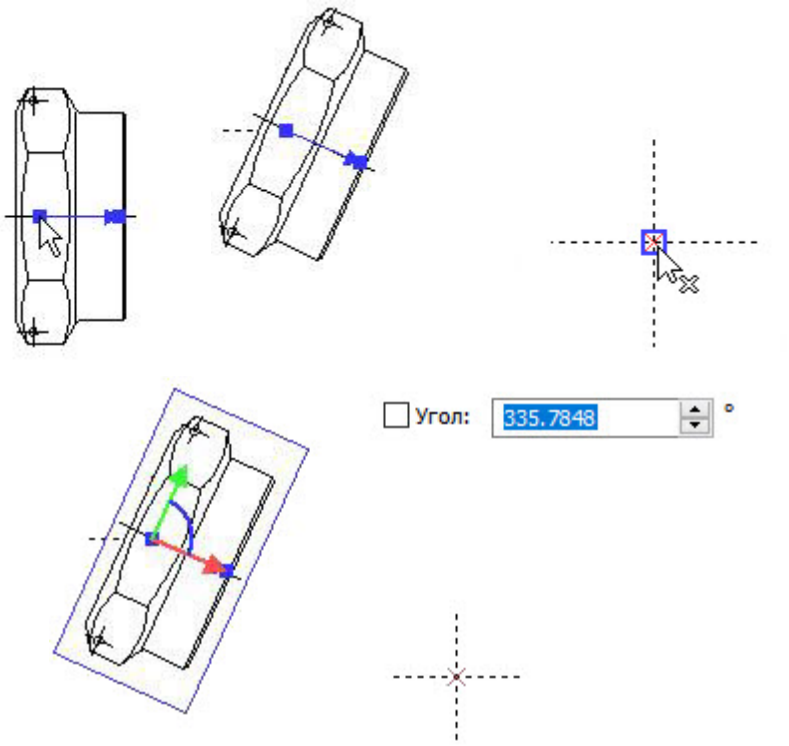
Например, при привязке первой и второй точек вектора к узлам, изменение положения одного из узлов будет приводить к изменению местоположения изображения фрагмента и изменению его ориентации.



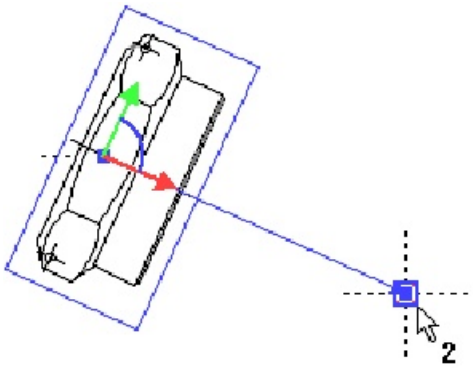
Второй способ отличается от первого тем, что первая точка также задает местоположение изображения фрагмента, а вторая точка не определяет поворот, а фиксирует угол поворота изображения фрагмента относительно оси X сборочного чертежа. Угол поворота вектора привязки можно задать переменной.

<M> Привязка по одной точке и углу

При такой привязке изменение положения первого из узлов привязки будет приводить только к изменению местоположения фрагмента, но не будет изменять угол наклона изображения фрагмента.

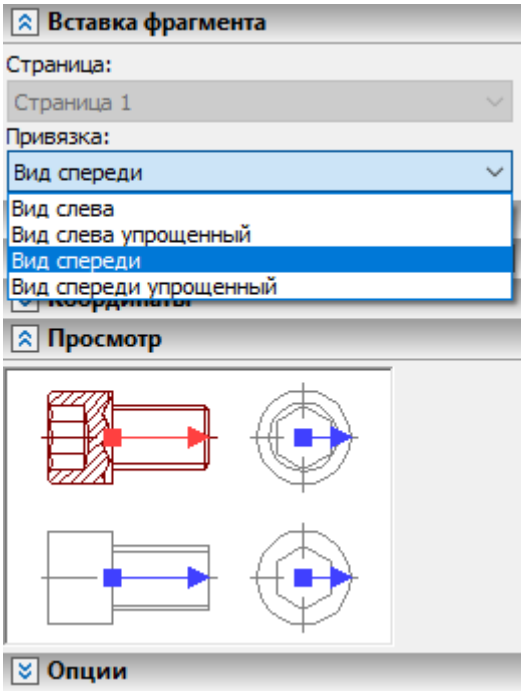


До момента подтверждения вставки фрагмента или в команде редактирования фрагмента уже нанесенные точки вектора привязки можно легко изменять. Для изменения положения нужной точки подведите к ней курсор. Курсор примет вид, соответствующий номеру точки (1 или 2). Далее выбираем точку, и система переходит к изменению ее положения. Выберите новую позицию и нажмите .



Наносимый фрагмент может иметь несколько векторов привязки. Для выбора нужного вектора следует использовать секцию **Вставка фрагмента** окна свойств. В выпадающем списке **Страница** можно выбрать нужную страницу документа фрагмента (если фрагмент содержит несколько страниц) и затем для выбранной страницы выбирается вектор привязки в выпадающем списке **Привязка**.

Также для смены вектора привязки можно использовать секцию **Просмотр** окна свойств. Здесь на предварительном изображении фрагмента активный вектор привязки подсвечивается красным цветом, остальные – синим. Кликом в окне просмотра можно выбрать вектор привязки.



Привязка к коннектору

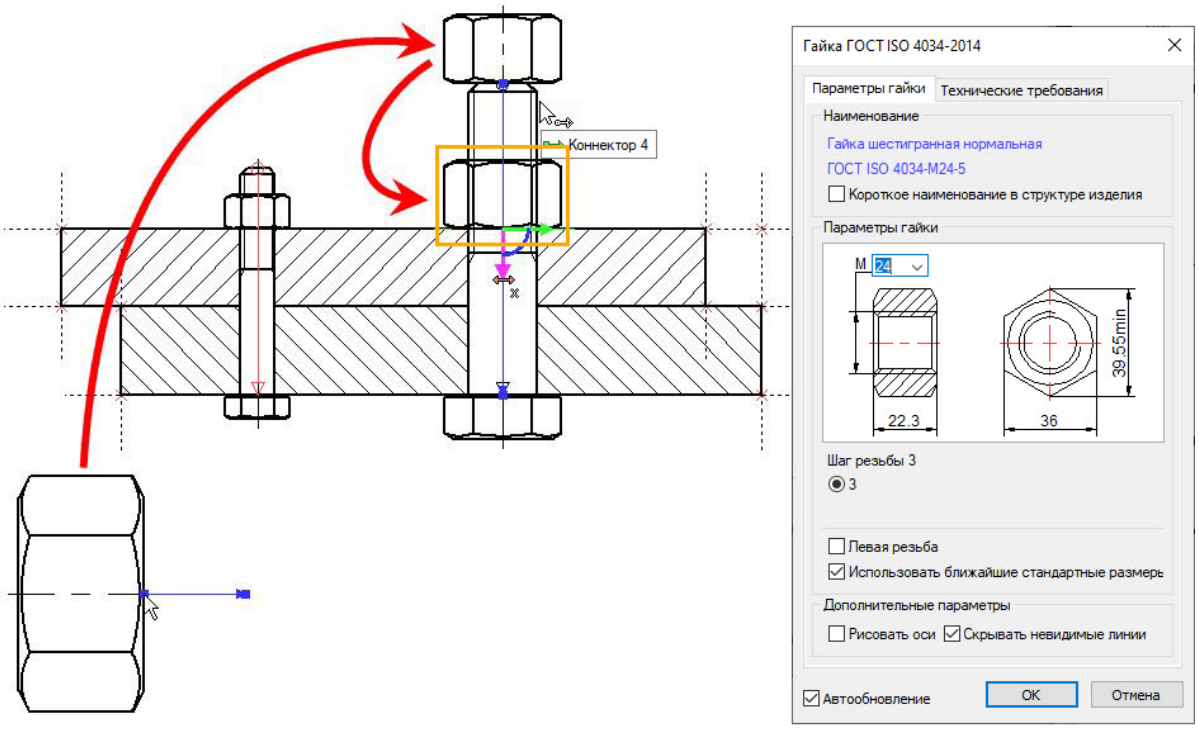
При вставке фрагмента по вектору привязки включите режим привязки к коннекторам. Этот режим включает опция автоменю:

<C> Режим привязки к коннекторам

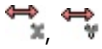
Опция появляется в автоменю сразу после выбора файла фрагмента, если система определяет, что текущий фрагмент наносится по вектору привязки. В этом режиме при подведении курсора к коннектору или к связанной с коннектором линии изображения наносимый фрагмент автоматически получает от коннектора значения переменных (это может быть видно по изменившемуся изображению фрагмента), и также выполняется автоматическая геометрическая привязка нового фрагмента к коннектору.

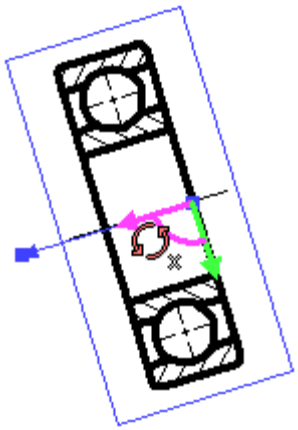
При привязке к коннектору система может потребовать задание **дополнительных преобразований** (см. ниже).

Если необходимо задать значения других переменных, то это можно сделать обычным способом (см. выше).



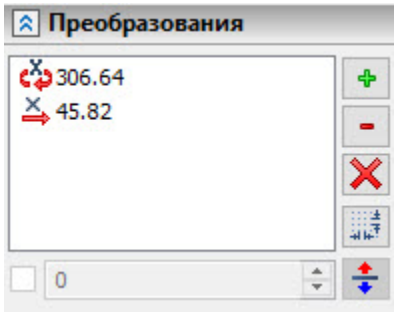
Дополнительные преобразования

При привязке фрагмента с помощью вектора привязки иногда требуется уточнить положение фрагмента – сдвинуть или повернуть фрагмент относительно осей вектора привязки, т.е. задать дополнительные преобразования. Переход к заданию дополнительных преобразований может быть осуществлен сразу после задания точек вектора привязки. При этом на изображении фрагмента появляется специальный манипулятор в виде системы координат. Если подвести курсор к элементам манипулятора (оси координат и дуге между осями), то он будет принимать вид в соответствии с предлагаемым преобразованием – , поворот или  , перемещение вдоль одной из осей. При задании поворота еще выбирается одна из осей манипулятора (ближайшая) для возможности задания точного направления на выбранную точку чертежа.



Если в этот момент нажать , то фрагмент начинает двигаться вслед за курсором. Для фиксации текущего преобразования нужно выбрать объект на чертеже или задать численное значение преобразования. Выбор объекта чертежа создаст с ним ассоциативную связь преобразования. То есть при изменении положения объекта преобразование будет автоматически корректироваться.

Задание численного значения преобразования осуществляется в окне свойств или в свободном месте чертежа без выбора объекта.



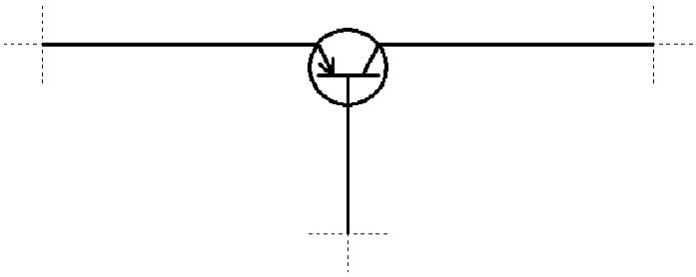
Последовательно можно задать неограниченное количество преобразований. Все заданные преобразования фиксируются в окне свойств. Однотипные преобразования (например, несколько перемещений подряд вдоль одной оси) автоматически суммируются.

При привязке фрагмента к коннекторам требование задать дополнительные преобразования может закладываться в файле фрагмента еще при создании коннектора. В этом случае сразу после выбора коннектора (при привязке другого фрагмента) и считывания значений переменных система автоматически переходит к заданию нужного дополнительного преобразования. Этот приём часто используется в библиотеках стандартных элементов, так как не всегда можно однозначно автоматически определить положение будущего фрагмента. Например, надевая гайку на болт, почти всегда требуется эту гайку притянуть к скрепляемой поверхности, привязку к которой пользователь и задает во время задания дополнительных преобразований.

Привязка фрагмента с помощью точек привязки

Если чертёж-фрагмент содержит внешние переменные «x1», «y1», «x2», «y2» и т.д., то при вставке фрагмента в сборочный чертёж вам необходимо будет задать столько точек привязки, сколько пар переменных «x» и «y» с соответствующими номерами будет присутствовать в чертеже-фрагменте.

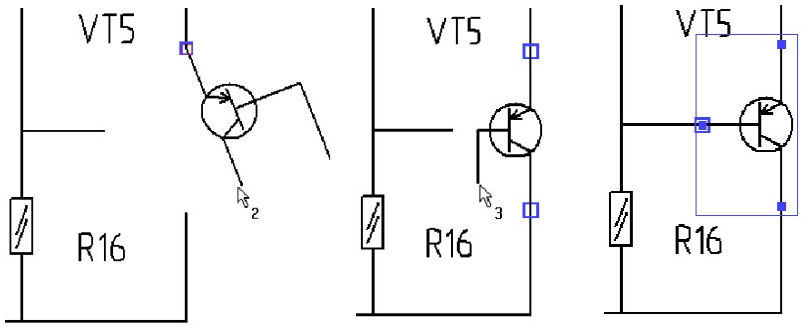
Например, мы хотим расположить изображение транзистора, чертёж которого содержит три точки привязки. Каждая точка задает положение каждого контакта транзистора. При нанесении фрагмента на сборочный чертеж система последовательно предложит задать положение каждой точки.



При задании точек привязки фрагмента рядом с курсором рисуется номер текущей точки привязки.

Динамическое изображение, следующее за курсором, помогает оценить вид будущего фрагмента. Динамическое изображение включается и отключается с помощью опции:

<W> Динамический просмотр изображения



Для задания положения точки привязки существует две возможности: привязать точку привязки в абсолютных координатах (независимо от сборочного чертежа) или привязать к узлу на сборочном чертеже. Привязка в абсолютных координатах осуществляется с помощью нажатия при выключенных объектных привязках или с одновременным нажатием **<Ctrl>**. Привязка к узлу осуществляется с одновременным выбором узла или с помощью опции **<N>**.

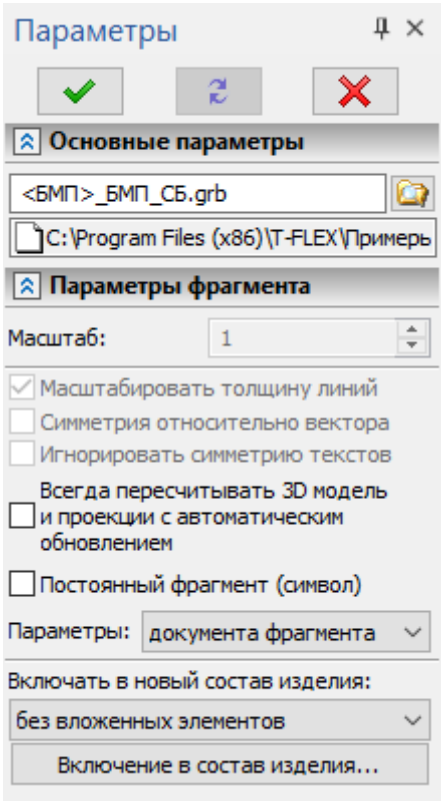
Параметры 2D фрагмента

Раздел **Основные параметры** содержит данные о файле фрагмента. В редактируемом поле записывается текст ссылки на файл фрагмента. Ссылка может быть полная или относительная. Вторая строка отображает полный путь на жестком диске, по которому работает записанная ссылка. Относительная ссылка может быть записана вручную или автоматически в следующем виде:

- ..\..\папка\имя_файла.grb – в этом случае запись ведется относительно файла сборочного документа. Знак ..\ означает переход по папкам на один уровень выше относительно файла сборки.
- <библиотека>имя_файла.grb – в этом случае ссылка использует библиотеку чертежей, подключенную к системе T-FLEX CAD.

Рекомендуется использовать относительные ссылки, которые работают более гибко и не привязываются к конкретному месту на жестком диске. Это позволяет, например, переносить сборку со всеми входящими в ее состав документами с одного места на другое без потери фрагментов.

Раздел **Вставка фрагмента** позволяет выбрать нужную страницу документа, вставляемого в качестве фрагмента (параметр **Страница**). Параметр не доступен, если во фрагменте всего одна страница. Также в этом разделе в выпадающем списке **Привязка** задаётся способ привязки: по точкам привязки или по вектору привязки.



Раздел **Параметры фрагмента** содержит различные параметры вставки фрагмента:

Масштаб. Задаёт масштаб вставляемого фрагмента. Используется только при вставке фрагментов с помощью векторов привязки.

Масштабировать толщину линий. Данный параметр указывает, применяется ли назначенный масштаб к толщине линий фрагмента. Используется только при вставке фрагментов с помощью векторов привязки.

Симметрия относительно вектора. При установке данного параметра изображение фрагмента будет симметрично отражено относительно вектора привязки. Используется только при вставке фрагментов с помощью векторов привязки.

Игнорировать симметрию текстов. Данный параметр актуален при использовании флажка **Симметрия относительно вектора**. Когда данный параметр включен, тексты на фрагменте не подвергаются симметричному отображению относительно вектора привязки (при симметрии самого фрагмента).

Всегда пересчитывать 3D модель и проекции с автоматическим обновлением. При установленном флажке 3D модель фрагмента, а также те проекции 3D модели, для которых включен автоматический пересчёт, будут автоматически пересчитываться после изменения параметров 2D фрагмента. Этот параметр удобно использовать для пересчета проекций фрагмента, зависящих от его переменных.

Постоянный фрагмент (символ). При установке данного параметра вставленный фрагмент сохраняется в сборочном документе в виде картинки. Это позволяет ускорить работу со сборкой, так как исчезает необходимость в обращении к внешним файлам. Файл фрагмента не читается при открытии сборки. Благодаря этому может фрагмент отображаться в сборке даже в том случае, если его исходный файл отсутствует. Но поскольку это картинка, к нему нельзя привязать другие элементы чертежа. Также нельзя изменять переменные такого фрагмента из редактора переменных сборочного чертежа (при наличии связи переменной сборки с переменной фрагмента). Изменение переменных возможно только при редактировании такого фрагмента при условии наличия исходного файла на жестком диске по указанной ссылке.

Параметры. Как и любой чертёж T-FLEX CAD, фрагмент имеет свои параметры документа (толщина линий, размер шрифта, и т.д.) и интервалы уровней видимости элементов. При вставке фрагмента в сборку эти параметры могут наследоваться из:

- **Документа фрагмента**
  В этом случае для отображения фрагмента в сборке будут использоваться те параметры, которые заданы в документе фрагмента.
- **Текущего документа**
  В этом случае для отображения фрагмента в сборке будут использоваться параметры, которые заданы в документе сборки. Этот случай применяется, если необходимо, чтобы сборочный чертёж был выполнен в едином стиле. Кроме того, меняя интервалы уровней видимости в сборке можно включить или выключить отображение тех или иных частей фрагмента на сборочном чертеже.

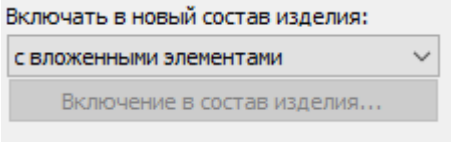
Включать в состав изделия

Этот параметр управляет внесением сведений о фрагменте в состав изделия сборки. Может принимать следующие значения:

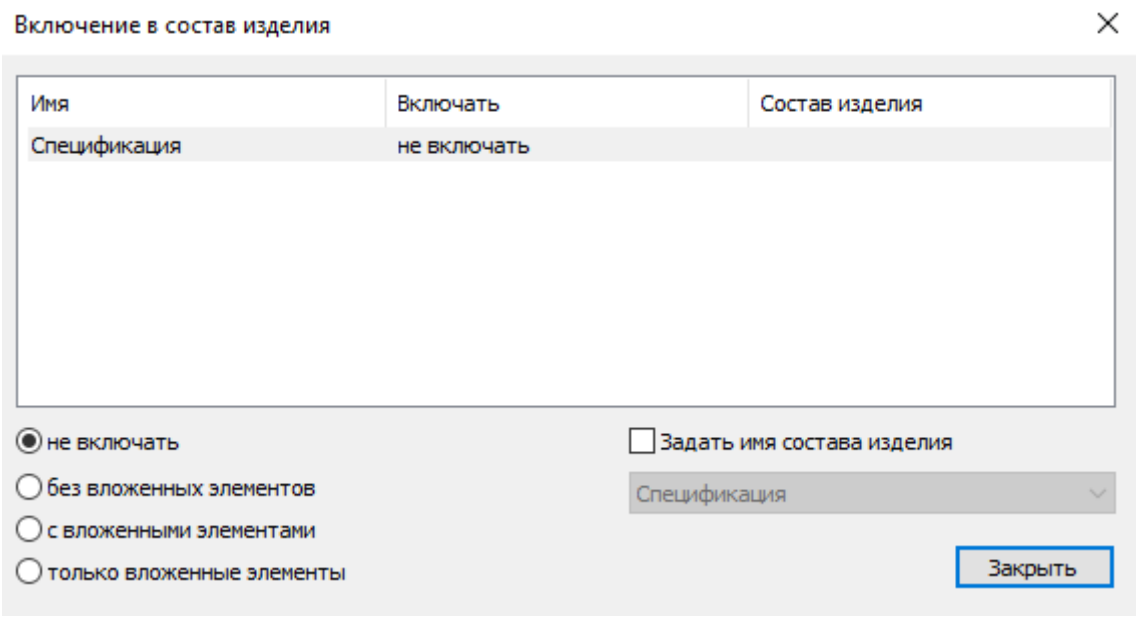
- **не включать** - фрагмент не заносится в состав изделия.
- **без вложенных элементов** - фрагмент заносится в состав изделия. Если фрагмент является сборочной единицей, то в состав изделия заносятся сведения только о фрагменте. Сведения о вложенных элементах (фрагментах более низкого уровня) не заносятся.
- **с вложенными элементами** - фрагмент заносится в состав изделия вместе с вложенными элементами.
- **только вложенные элементы** - в состав изделия заносятся только вложенные элементы.

Если при нанесении фрагмента не был задан способ включения в состав изделия или для фрагмента необходимо установить связь с конкретным составом изделия сборочного чертежа, то окно диалога параметров этого фрагмента можно вызвать после того, как фрагмент был вставлен в сборочный чертёж.

В этом случае название вышеописанного параметра изменится на **Включать в новый состав изделия** и, следовательно, работать этот параметр будет только для вновь создаваемых составов изделия текущего документа.

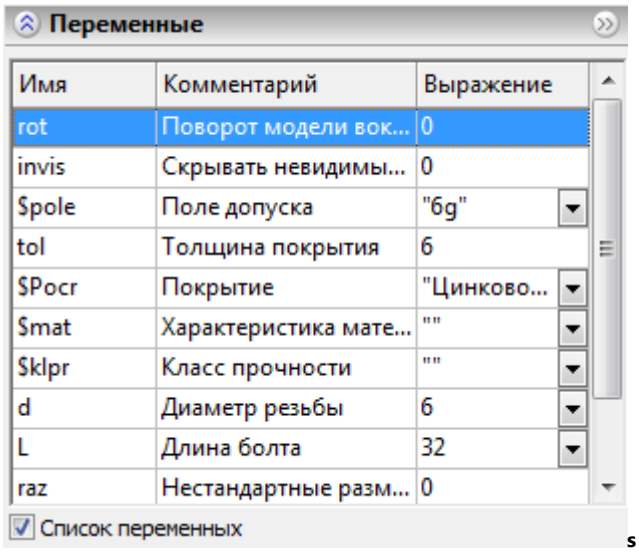


При этом появится графическая кнопка **Включение в состав изделия...**, которая выводит окно со списком существующих в текущем документе составов изделия и параметрами включения фрагмента в каждый из них.



При необходимости можно выбрать любой состав изделия из списка и изменить значение параметра, отвечающего за включение фрагмента. При установленном флаге **Задать имя состава изделия** можно выбрать состав изделия фрагмента, данные из которой будут включены в состав изделия сборки.

Также задать способ включения данного фрагмента в состав сборки можно с помощью команды Включение фрагментов в состав изделия.

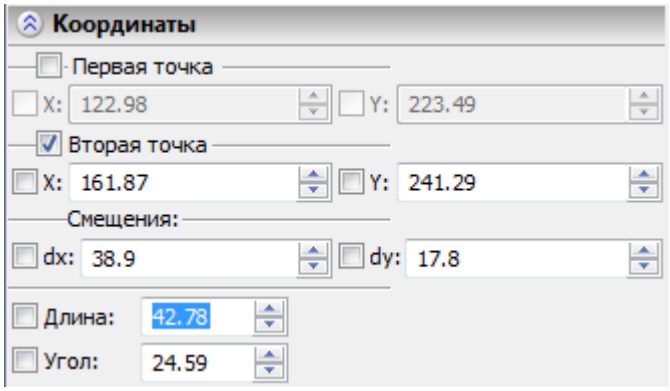


Раздел **Переменные** позволяет задавать значения внешних переменных фрагмента.

> Этот раздел присутствует в окне свойств команды только при наличии у наносимого фрагмента внешних переменных.

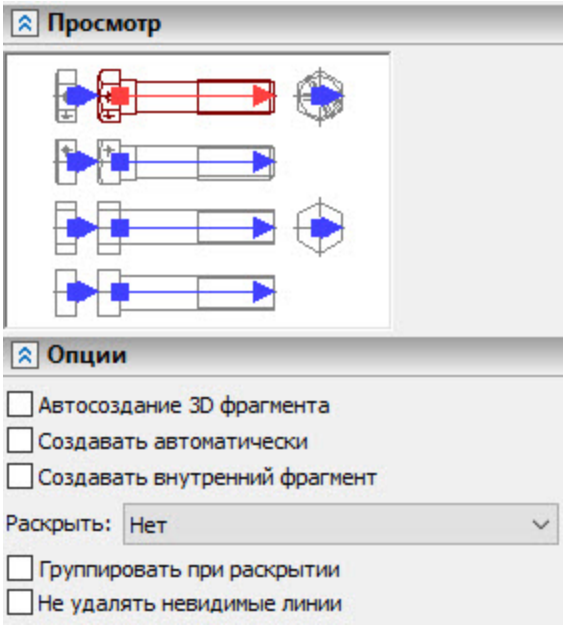
Для задания внешних переменных фрагмента может использоваться как список переменных или пользовательский диалог параметров фрагмента (если он был создан в документе вставляемого фрагмента). Выбор нужного способа работы с переменными осуществляется с помощью флажка **Список переменных**.

Раздел **Координаты** можно использовать для задания точных значений координат точек вектора привязки или точек привязки фрагмента, если эти точки не привязываются к элементам чертежа.



В различных ситуациях состав элементов управления в окне **Координаты** меняется.

Раздел **Просмотр**. В данном разделе окна свойств показывается уменьшенное изображение фрагмента на выбранной странице. При наличии векторов привязки они показываются в этом окне. Нужный вектор привязки можно выбрать в этом окне, указав на него. Выбранный вектор привязки отображается красным цветом. Остальные вектора – синим.



Раздел **Опции** содержит следующие параметры:

- **Автосоздание 3D фрагмента**. (Действует только для 3D версии). Если установить этот флаг, то после вставки 2D фрагмента автоматически создается 3D фрагмент на основе модели, содержащейся в документе 2D фрагмента. Подробнее см. главу Автоматическая вставка 3D фрагмента по 2D фрагменту.

Для работы данной опции требуется наличие в документе любого 3D элемента.

- **Создавать автоматически**. При включении данного флажка процесс нанесения фрагмента будет завершаться автоматически сразу после задания точек привязки или точек вектора привязки фрагмента.
- **Создавать внутренний фрагмент**. Параметр позволяет создать внутренний фрагмент, данные которого хранятся в сборочном чертеже, а не во внешнем файле.

Создание внутренних фрагментов недоступно в режиме интеграции с T-FLEX DOCs.

- **Раскрыть**. В результате раскрытия чертёжный вид удаляется, а входившие в его состав элементы (узлы, линии изображения и т.п.), переносятся непосредственно на страницу

чертежа. Работа параметра аналогична команде контекстного меню чертёжного вида Раскрыть вид.

- **Нет**. Элементы не переносятся.
- **Без построений**. Переносятся только узлы и линии изображения.
- **С построениями**. Переносятся все элементы построения.

- **Группировать при раскрытии**. При раскрытии фрагмента, все его элементы будут автоматически объединены в группу.
- **Не удалять невидимые линии**. При активации данного параметра невидимые линии фрагмента не будут удалены.

Уровень. Задает уровень фрагмента.
Приоритет. Служит для задания приоритета простановки фрагмента на чертеж. Имеет смысл, если требуется удаление невидимых линий фрагментов. Приоритет задается целым числом, имеющим отрицательное или положительное значение. Фрагменты с более высоким приоритетом лежат поверх фрагментов с более низким приоритетом. Приоритет текущего чертежа равен 0.
Слой. Задает слой фрагмента.
Кнопка **Установки**. Позволяет вам открыть закладку **Фрагменты** команды Задать установки системы и задать на ней необходимые параметры.

См. также:

- Диалог параметров 3D фрагмента

Проектирование 2D сборок «Сверху вниз»

При использовании метода проектирования «Сверху вниз» отдельные детали-фрагменты создаются непосредственно при работе со сборочным чертежом в его рабочем окне. Существует два подхода к созданию фрагмента при проектировании сборок методом «Сверху вниз» - **выделение фрагмента** и **работа в контексте сборки**. В первом случае фрагмент можно создать, выгрузив в отдельный файл нужные элементы сборочного чертежа с помощью команды **Выделить фрагмент**. Во втором случае можно начертить новый чертёж детали с возможностью привязки к существующим элементам сборочного чертежа с помощью команды **Создать 2D фрагмент**.
Создаваемые таким образом фрагменты могут быть привязаны к элементам самой сборки и/или других уже созданных фрагментов, что позволяет исключить или значительно сократить работу с внешними переменными и облегчает работу со сборкой. При этом некоторые значения исходных параметров изделия можно получать непосредственно из контекста сборки. При таком подходе в ряде случаев значительно облегчается задание привязок элементов друг к другу и обеспечивается параметрическая связь между ними. Если размеры или положение одной из деталей изменяются, то все связанные с ней элементы модели будут также автоматически скорректированы.
Работа в контексте сборки в определенных случаях позволяет упростить процесс проектирования сборочного узла и разработки полного комплекта документации на него, включая деталировочные чертежи всех входящих в него фрагментов-деталей. При изменении любого документа сборки, будь то сам сборочный чертёж или один из его фрагментов, вносятся изменения (автоматически или по запросу пользователя) во все документы сборки. В результате изменение одной детали приводит к созданию полного комплекта новой документации на сборку, включая сам сборочный чертёж и деталировочные чертежи всех входящих в него фрагментов-деталей.
Метод проектирования «сверху вниз» нельзя считать пригодным абсолютно для всех случаев проектирования сборок. У него существует ряд недостатков, которые несколько ограничивают его применение:

- более сложная схема организации по сравнению с методом «от детали к сборке»;

- меньшая устойчивость к топологическим изменениям. Например, использованные при создании фрагмента с ассоциативной привязкой линии сборки нельзя впоследствии удалять, иначе это приведет к потере ассоциативной привязки фрагмента;
- такой подход менее удобен при последующем использовании фрагмента в других сборках, так как без обращения к исходной сборке может быть несколько затруднено внесение изменений в чертёж фрагмента;
- при выделении фрагмента и невозможности «вырвать» элемент из сборочного чертежа создаются дополнительные копии необходимых элементов для сохранения параметрических связей чертежа сборки;
- несколько большие требования по ресурсам компьютера.

Работа с фрагментами в контексте сборки

После открытия фрагмента в контексте сборки в окне чертежа будут погашены все элементы построения сборки, а элементы изображения сборки будут нарисованы более бледным цветом. В этом режиме все вновь создаваемые элементы построения и изображения будут принадлежать фрагменту. В процессе нанесения элементов чертежа можно использовать один из следующих режимов привязки к элементам сборки:

- **Ассоциативная привязка**.
  Активируется с помощью следующей команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<FA>	Настройка > Привязка > Ассоциативная привязка

В данном случае элементы фрагмента могут быть привязаны к линиям изображения и узлам сборки. Узлами сборки также считаются точки сочленения линий изображения и точки привязки элементов оформления). При этом обеспечивается двусторонняя связь между сборкой и файлом фрагмента. При изменении сборочного чертежа по запросу пользователя обновляется файл фрагмента. При изменении в файле фрагмента обновляется сборочный документ. При перемещении мыши в этом режиме узлы сборочного чертежа подсвечиваются с подсказкой «Узел сборки», а элементы изображения – «Изображение сборки».

Ассоциативная привязка работает только при включенной неассоциативной привязке.

- **Неассоциативная привязка**.
  Активируется с помощью следующей команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<FB>	Настройка > Привязка > Выбирать элементы сборки

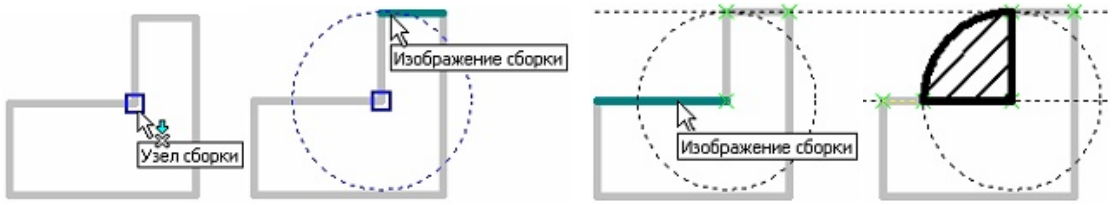
Команда также доступна на панели редактирования фрагмента в правом верхнем углу рабочего окна.

В этом режиме также доступна привязка к элементам сборочного чертежа. Однако в этом случае учитываются только текущие координаты указанных точек, и последующее изменение линий сборки не приведёт к изменению изображения фрагмента.

- **Без привязки** (оба режима, указанные выше, должны быть выключены). Этот режим ничем не отличается от обычной работы по созданию чертежа. Наличие на экране изображения сборочного чертежа никак не отражается на работе с элементами фрагмента.

Следует отметить, что использование любого из режимов привязки возможно только при включенной системной объектной привязке (**Панель Вид > Объектная привязка**).

На следующих рисунках показано создание фрагмента в контексте сборки с использованием ассоциативной привязки. В этом режиме скрыты все элементы построения сборки, а её линии изображения показаны серым цветом. При создании линий построения фрагмента используется привязка к элементам сборки. Затем создаются элементы изображения чертежа-фрагмента.



После завершения работы с фрагментом система возвращается в обычный режим работы со сборочным чертежом. Если созданный фрагмент был сохранён, его изображение появится на сборке. Для завершения работы с фрагментом используются следующие команды:

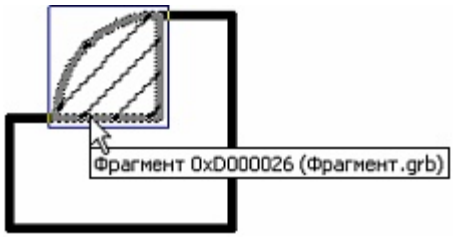
Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<FF>	Файл > Фрагмент > Сохранить фрагмент

Закрывает фрагмент с сохранением изменений.

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<FQ>	Файл > Фрагмент > Завершить редактирование

Закрывает фрагмент без сохранения изменений.

Обе эти команды также доступны на панели редактирования фрагмента в правом верхнем углу рабочего окна и в контекстном меню, вызываемом нажатием на пустом месте рабочего окна.



Основные темы в этом разделе:

- Выделить 2D фрагмент
- Создать 2D фрагмент

См. также:

- Проектирование 3D сборок «Сверху вниз»

Выделить 2D фрагмент

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<FX>	Файл > Фрагмент > Выделить фрагмент

Данная команда также может быть вызвана из автоменю команды вставки существующего фрагмента с помощью следующей опции:

<G> Выделить фрагмент

Команда предназначена для создания нового фрагмента путем переноса или копирования в отдельный файл уже существующих элементов сборочного чертежа. После вызова в автоменю появляются следующие опции:

	<Ctrl+Enter>	Завершить создание фрагмента
	<M>	Режим добавления элементов
	<M>	Режим удаления элементов
	<F>	Задать вектор привязки
	<V>	Выбрать переменные для копирования во фрагмент
	<D>	Удалять или скрывать выбранные элементы после создания фрагмента
	<Esc>	Выйти из команды

Выделение фрагмента является действием обратным по отношению к действию опции **Раскрыть фрагмент** команды **Изменить фрагмент**. Для создания фрагмента пользователю достаточно указать набор элементов изображения (линий, размеров, штриховок и т.п.) сборочного чертежа, которые необходимо перенести в отдельный фрагмент. При создании фрагмента в нём создаются не только элементы изображения, указанные в сборочном чертеже, но и соответствующие им элементы построения.

Опция позволяет указывать элементы сборочного чертежа, добавляя их к содержимому фрагмента. Выбранные элементы подсвечиваются.

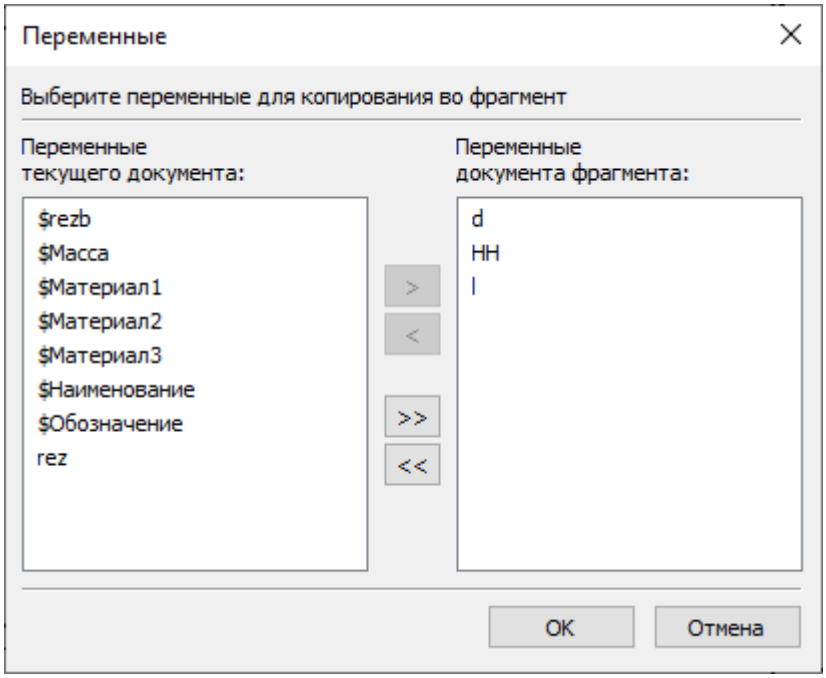
Опция позволяет удалить элемент из набора выбранных.

Опция устанавливает один из режимов:

- если пиктограмма находится в нажатом состоянии, то после создания фрагмента элементы, выбранные для него, **удаляются** из сборочного чертежа. Исключение составляют элементы, являющиеся родительскими для каких-либо других элементов. В этом случае система не удалит элемент, а сделает его скрытым (невидимым) посредством специального атрибута;
- если пиктограмма не нажата, то создаются копии выбранных элементов, которые и будут являться содержимым фрагмента.

Создание вектора привязки (опция) не является необходимым действием, но, если нужно обеспечить возможность изменения привязки создаваемого фрагмента или повторное нанесение его в другие точки, то выполнение этого действия необходимо.

Опция вызывает окно диалога для выбора переменных, существующих в сборочном чертеже, которые необходимо скопировать во фрагмент. Список в левом окне содержит все константные переменные. Переменные, заданные выражением, нельзя скопировать во фрагмент. С помощью графических кнопок [>], [<] можно переносить имена необходимых переменных из левого списка в правый и обратно (кнопки [>>], [<<] позволяют переносить целиком весь список). В документе фрагмента все переменные, взятые из сборочного чертежа, автоматически становятся «внешними».

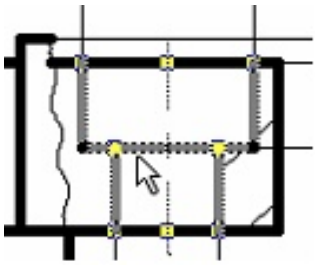


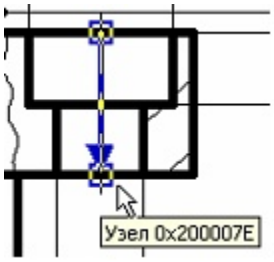
Завершение создания фрагмента производится с помощью пиктограмм:

<End> Завершить создание фрагмента

<Esc> Отменить выбор всех элементов

При вызове опции вызывается диалог для задания имени файла фрагмента. Если же при создании фрагмента не были заданы копируемые во фрагмент переменные (с помощью опции), перед вызовом данного диалога появится диалог выбора переменных. На приведённых справа рисунках показано выделение фрагмента. Первым шагом является выбор элементов, включаемых в новый фрагмент. Затем создается вектор привязки. Далее выбираются нужные переменные, и задаётся имя файла. В результате выбранные линии заменяются в сборочном чертеже на 2D фрагмент, имеющий набор заданных параметров.





Если имеется такая возможность, то для достижения максимальной производительности рекомендуется всё же создавать все элементы непосредственно в новом фрагменте, а не переносить их из чертежа сборки.

Создать 2D фрагмент

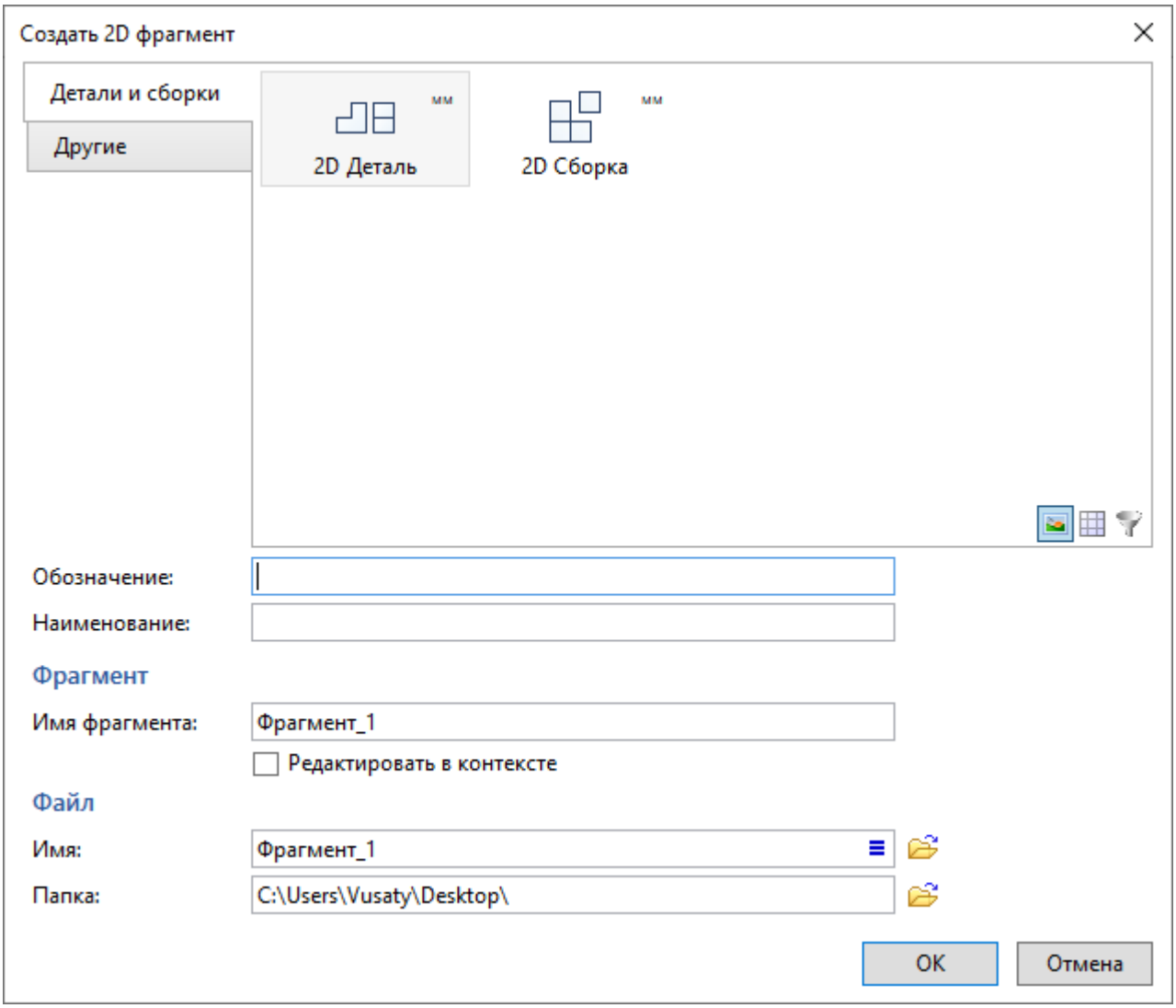
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Сборка > Сборка > Создать 2D Фрагмент
Клавиатура	Текстовое меню

Данная команда также может быть вызвана из автоменю [команды вставки существующего фрагмента](#) с помощью следующей опции:

<C> Создать новый фрагмент в контексте сборки

Команда позволяет создать новый документ на основе одного из доступных прототипов и вставить этот документ в текущий в качестве 2D фрагмента. Вставленный фрагмент затем может быть открыт в контексте сборки. Таким образом можно проектировать сборку по принципу "Сверху вниз".



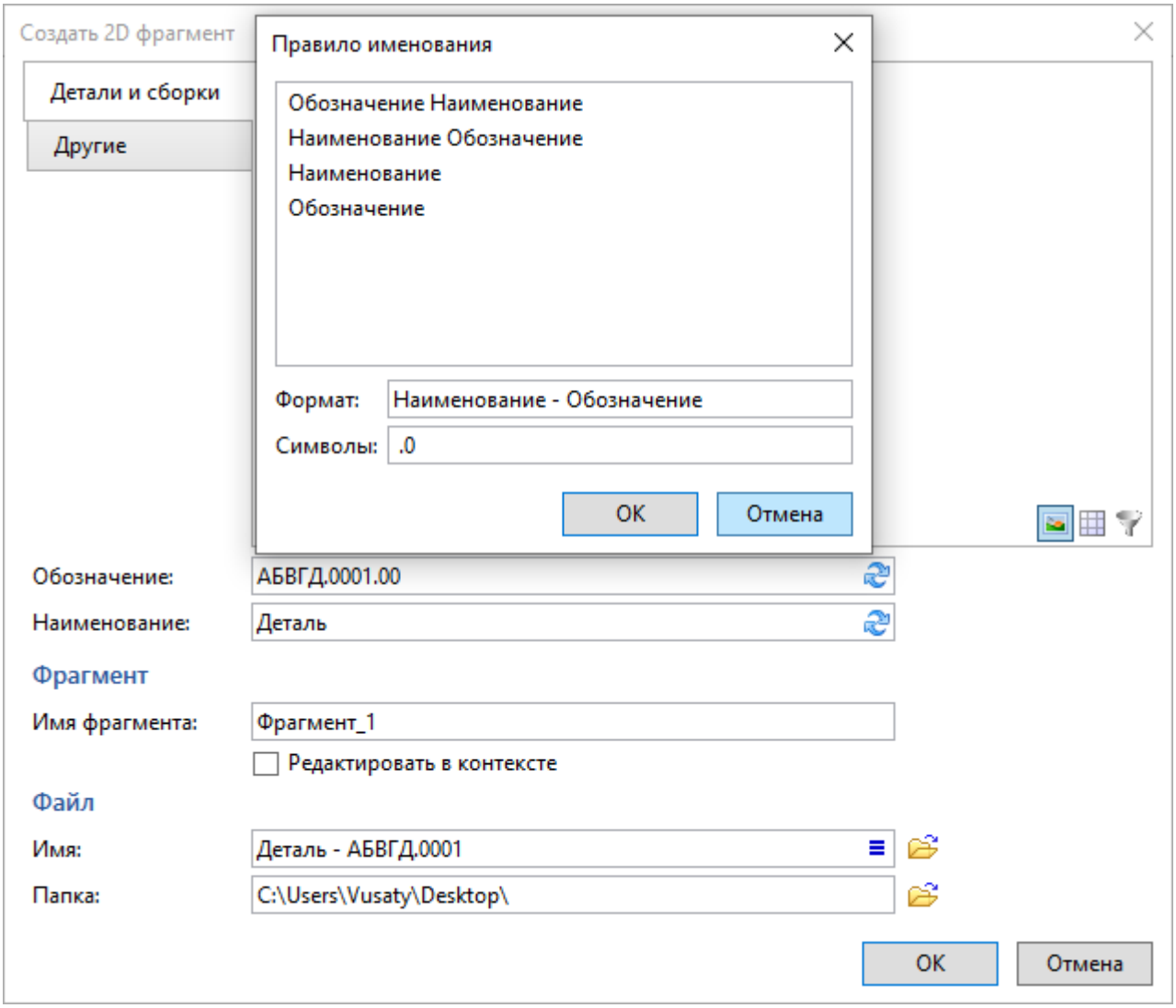
В диалоге команды необходимо выбрать желаемый прототип и нажать **OK**. Начальное содержимое и параметры создаваемого документа будут совпадать с содержимым и параметрами выбранного прототипа. При первоначальном открытии созданного документа вне контекста сборки открывается тот же набор окон видов лента переключается на ту же вкладку, что была открыта в момент сохранения прототипа.

Список прототипов, доступный в верхней части диалога, является общим для нескольких команд. Изменения, внесённые в одной из команд, влияют на содержимое списка в остальных командах. Информация о редактировании списка прототипов доступна в описании команды **Сохранить как прототип.**

В команде **Создать 2D Фрагмент** отображается не всё содержимое общего списка, а лишь две его вкладки - **Детали и сборки** и **Другие.** При этом на вкладке **Детали и сборки** отображаются только те прототипы, имя которых начинается на **2D** и при сохранении которых их окно документа содержало только 2Д виды.

Дополнительно, в нижней части диалога можно указать:

- **Обозначение** и **Наименование**
  Содержимое данных полей диалога будет подставлено в одноимённые поля состава изделия создаваемого документа. Если **Обозначение** и **Наименование** были указаны в составе изделия документа прототипа, то при выборе этого прототипа поля диалога будут заполнены автоматически. При необходимости их можно отредактировать вручную. Для возврата к значениям из документа прототипа используется кнопка **Обновить по выбранному прототипу** в правой части поля.
- **Имя фрагмента**
  Для 2D фрагментов данный параметр не используется.
- **Редактировать в контексте**
  Если флаг установлен, то после вставки фрагмент будет автоматически открыт в контексте текущей сборки.
- **Имя**
  Имя файла создаваемого документа. Если указаны **Обозначение** и/или **Наименование** (см. выше), то имя по умолчанию автоматически формируется на их основе. При необходимости содержимое поля можно отредактировать вручную. Для возврата к имени, автоматически сформированному на основе **Обозначения** и/или **Наименования** используется кнопка **Обновить по выбранному прототипу** в правой части поля. Формат автоматически формируемого имени можно настроить, нажав кнопку **Правило именования** в правой части поля. Кнопка вызывает диалог следующего вида:



В списке в верхней части диалога можно выбрать, в каком порядке **Обозначение** и/или **Наименование** будут использоваться в имени файла.

В поле **Формат** можно дополнительно ввести символы, предшествующие **Обозначению** и/или **Наименованию** или разделяющие их.

В поле **Символы** можно ввести символы, которые будут отброшены с конца имени.

Пример использования правила именования показан на рисунке выше.

Кнопка **Выбрать** справа от поля **Имя** открывает стандартное окно выбора файла, где можно указать файл, который будет заменён создаваемым. В этом случае поля **Имя** и **Папка** будут автоматически заполнены в соответствии с именем и расположением выбранного файла, а справа от поля **Имя** появится надпись **"Файл существует"**.

Если оставить поле **Имя** пустым, то имя создаваемого документа будет сформировано путем прибавления порядкового номера документа к имени файла прототипа (номера отсчитываются от 1 для всех документов, созданных по этому прототипу в рамках текущего сеанса работы с T-FLEX CAD).

- **Папка**

  Путь к создаваемому документу. Кнопка **Выбрать** справа от поля открывает стандартное окно выбора папки, при использовании которого поле **Папка** будет автоматически заполнено в соответствии с выбранной папкой. При вводе пути с клавиатуры, справа от поля появится надпись **Неверный путь**, а само поле подсветится красным, если указанный путь не может быть найден.

Редактирование 2D фрагментов

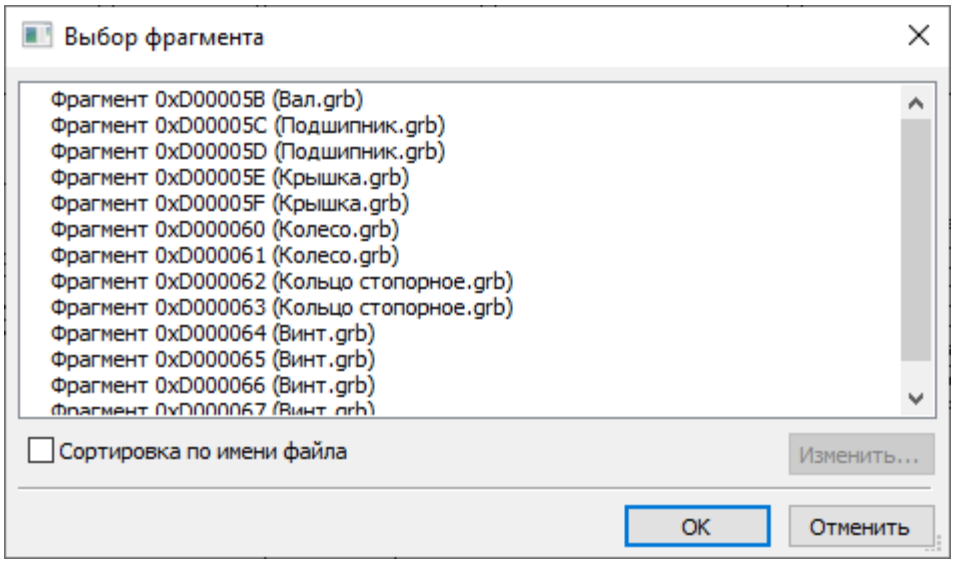
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<EFR>	Правка > Чертёж > Фрагмент

Как и любой другой элемент системы T-FLEX, фрагмент подчиняется общим правилам выбора и редактирования. То есть, нажатием можно выбрать необходимый фрагмент для редактирования, опцией **<P>** или изменить его параметры и т.д.
При необходимости выбора нескольких фрагментов можно использовать сочетание клавиш **<Shift>**+ (добавление элементов в список выбранных), **<Ctrl>**+ (удаление элемента из списка) или выбор окном.
Для выбора фрагмента по имени используется опция:

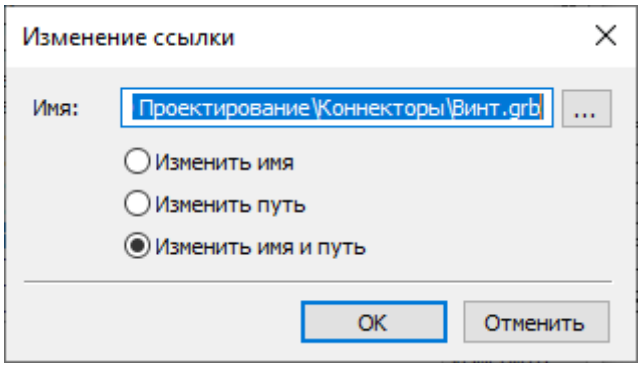
<S> Выбрать фрагмент из списка

Данная опция может помочь, если фрагмент, имя которого известно, трудно найти на чертеже. Также функция может быть очень полезна для редактирования пути ссылок одновременно у нескольких похожих фрагментов.
На экране появляется диалоговое окно, в котором нужно выбрать требуемый фрагмент. Фрагменты расположены в списке в порядке их нанесения в сборочный чертёж. Флажок **Сортировка по имени** позволяет изменить порядок фрагментов в списке. Кнопка **Изменить** позволяет изменить имя файла, путь ссылки или и то и другое для выбранного элемента (или группы элементов) списка.



Фрагменты, которые по каким-либо причинам потеряли связь с внешним файлом, помечаются знаком вопроса.
При установке параметра **Изменить имя** можно изменить только имя файла фрагмента, путь не изменится. При установке параметра **Изменить путь** меняется путь фрагмента, имя файла не

изменится. При установке параметра **Изменить имя и путь** изменяются имя и путь для файла фрагмента.



Рекомендуется вставлять фрагменты с использованием пути относительно сборки или библиотеки, а не использовать полный путь на фрагмент. Использование относительного пути позволяет упростить перенос сборочных чертежей с одного компьютера на другой.

В некоторых случаях система умеет самостоятельно записывать путь ссылки относительно файла сборки. В зависимости от взаимного расположения файла фрагмента и файла сборки относительный путь ссылки может выглядеть по-разному. В следующей таблице приведены примеры записи относительных путей для ссылок фрагмента:

Нахождение сборки	Нахождение фрагмента	Путь ссылки на фрагмент
C:\Сборка.grb	C:\Чертежи\Детали\Деталь3.grb	Чертежи\Детали\Деталь3.grb
C:\Чертежи\Сборка_1\Сборка.grb	C:\Деталь2.grb	..\..\Деталь2.grb
C:\Чертежи\Сборка_1\Сборка.grb	C:\Чертежи\Сборка_1\Деталь1.grb	Деталь1.grb
Любое	Библиотека «Болты», файл «Болт_1.grb»	<Болты>Болт_1.grb

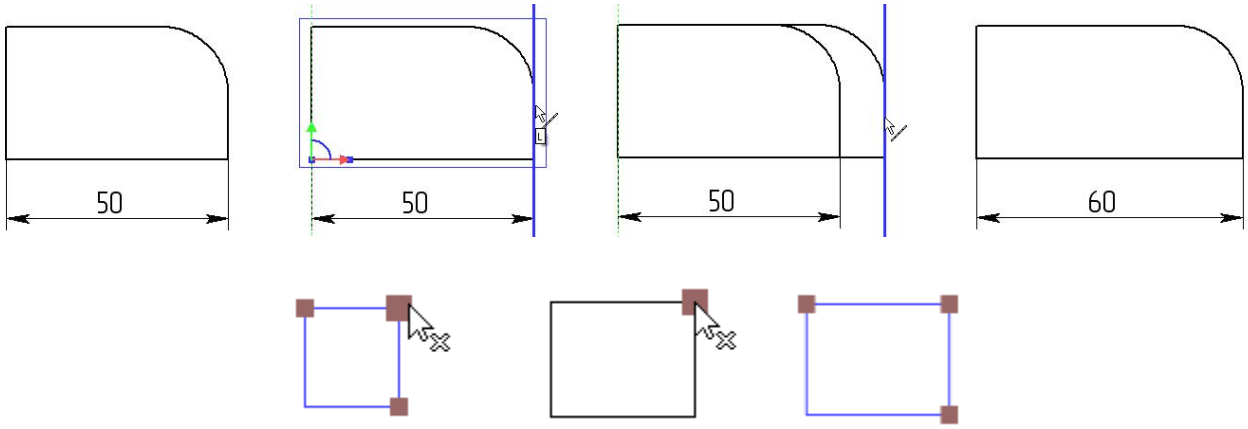
Условия для создания относительного пути ссылки фрагмента:

1. Если сборка находится на более высоком уровне в файловой структуре, чем фрагмент, то ссылка в любом случае запишется относительно файла сборки. При этом часть полного пути ссылки, одинаковая с путём для файла сборки, отбрасывается для получения относительного пути ссылки.
2. Если сборка находится на более низком уровне в файловой структуре, чем фрагмент, но адрес ссылки и файл сборки находятся в одной ветке файловой структуры, то T-FLEX CAD сможет записать относительный путь для ссылки. При этом для того, чтобы подняться на один уровень файловой структуры система в начало пути ссылки допишет две точки и косую черту «..\». Если пользователю потребуется «зайти» в другую ветку файловой структуры, то он должен будет написать путь ссылки самостоятельно, потому что система в автоматическом режиме с этой задачей не справится.
3. Если файл сборки и файл фрагмента находятся в одной папке, то имя ссылки будет состоять из имени файла фрагмента.
4. Если файл фрагмента был вставлен из открытой библиотеки, то относительный путь ссылки будет состоять из имени библиотеки в угловых скобках и имени файла фрагмента.

Манипуляторы внешних переменных 2D фрагмента

Для дополнительного удобства система позволяет изменять значения внешних переменных фрагмента в динамическом режиме при помощи курсора мыши и специальных манипуляторов. По умолчанию манипуляторы отображаются автоматически при редактировании фрагмента, который

содержит линии построения и 2D узлы, заданные с помощью внешних переменных. Манипуляторы линий построения выглядят как сплошные синие линии, манипуляторы узлов - коричневые квадраты. Цвет манипуляторов узлов можно изменить в установках системы (**Установки** > **Цвета** > **2D манипуляторы** > **Пометка манипуляторов**). Манипулятор утолщается при наведении на него курсора мыши. При этом возле курсора появляется символ, соответствующий типу манипулятора. После нажатия на манипуляторе соответствующая линия или узел начинает следовать за курсором. Переместите линию или узел в требуемое положение и снова нажмите для подтверждения новой конфигурации фрагмента. Отображение манипуляторов можно отключить для конкретного фрагмента в его параметрах документа (**Параметры документа** > **Документ** > **Фрагмент 2D** > **Фрагмент 2D** > **Разрешить использование манипуляторов при редактировании**).

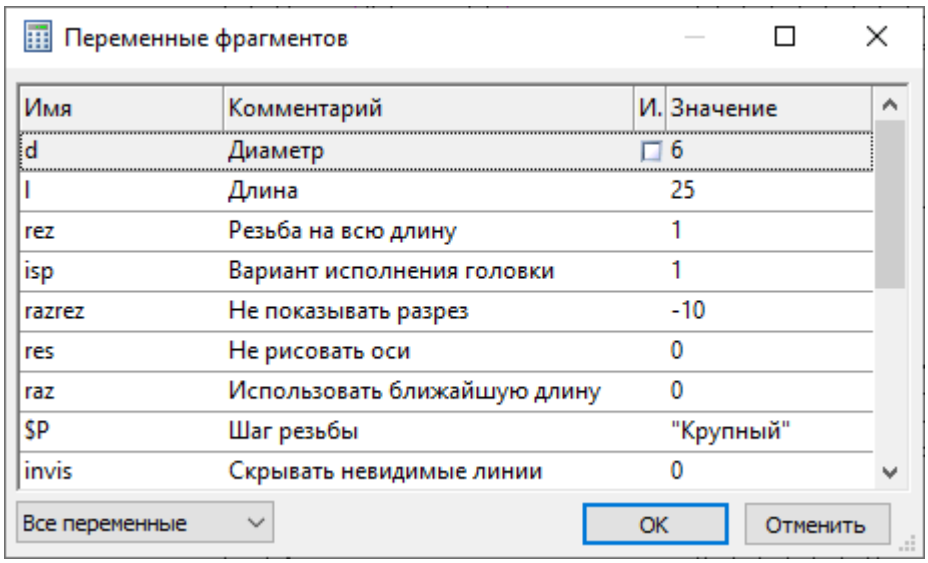


Редактирование переменных нескольких фрагментов

В системе имеется возможность одновременного изменения одноименных переменных сразу для нескольких фрагментов. Для изменения переменных фрагментов нужно выполнить следующие действия:

- выбрать фрагменты на чертеже;
- вызвать контекстное меню нажатием правой кнопкой мыши и выбрать команду **Переменные**;
- произвести изменения в появившемся диалоге.

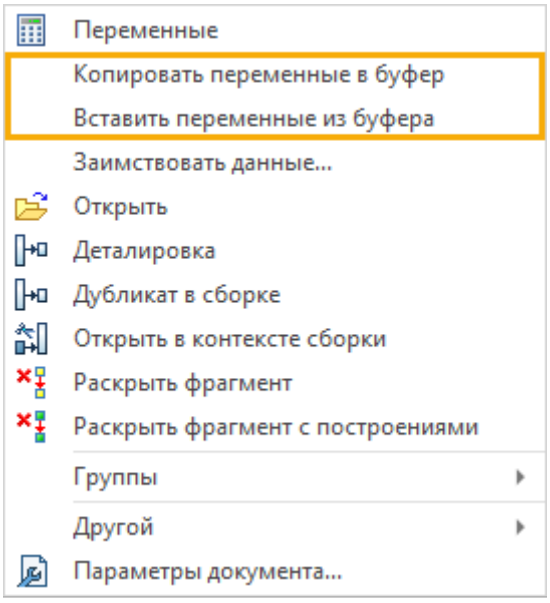
При вызове команды контекстного меню **Переменные** появляется диалог со списком переменных выбранных фрагментов. Этот список может содержать все переменные всех фрагментов, либо только общие переменные (т.е. переменные с совпадающими именами). Управление осуществляется переключателем **Показывать переменные** в нижней части диалога.



Общие переменные в разных фрагментах могут иметь различные значения. В этом случае напротив значения для таких переменных появляется специальный элемент управления - флажок, включение которого позволит изменять значение. Изменение значения общей переменной будет применено ко всем выбранным фрагментам.

Использование буфера обмена для переменных фрагментов

При выборе одного фрагмента в контекстном меню присутствуют команды для копирования значений переменных от одного фрагмента к другому. Команда **Копировать переменные в буфер** копирует значения и выражения для переменных во внутренний буфер обмена. Команда **Вставить переменные из буфера** заменяет значения одноимённых переменных выбранного фрагмента на значения, находящиеся в буфере.

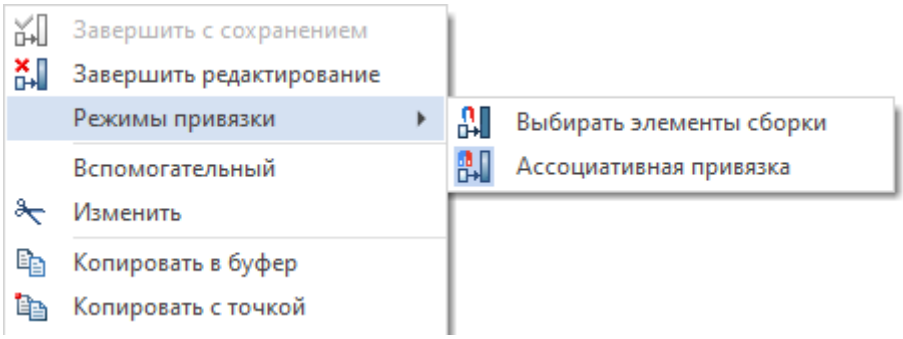


Редактирование фрагмента в контексте сборки

Опция **Открыть в контексте сборки** доступна в контекстном меню для выбранного фрагмента и в автоменю команды **Изменить фрагмент**.

После вызова опции все элементы сборочного чертежа, не принадлежащие фрагменту, рисуются линиями более светлого оттенка, а элементы фрагмента становятся доступны для редактирования. Как и при создании фрагмента в контексте сборки пользователь может создавать и/или

редактировать чертёж фрагмента. При включенном режиме ассоциативной или не ассоциативной привязки к элементам сборки в работе можно использовать узлы и линии, принадлежащие сборочному чертежу.
Команды для изменения типов привязки и выхода из режима работы в контексте сборки находятся в контекстном меню:



Обновление файлов фрагментов

Опции **Обновить файл фрагмента** и **Обновить файлы всех фрагментов** позволяют обновить данные документа фрагмента, полученные со сборки при работе методом **«Сверху вниз»** или в контексте сборки. Для одного фрагмента можно использовать опцию из автоменю команды **Изменить фрагмент** или команду **Обновить файл**, доступную в контекстном меню. Для обновления всех фрагментов в соответствии с текущими изменениями сборочного чертежа используется следующая команда:

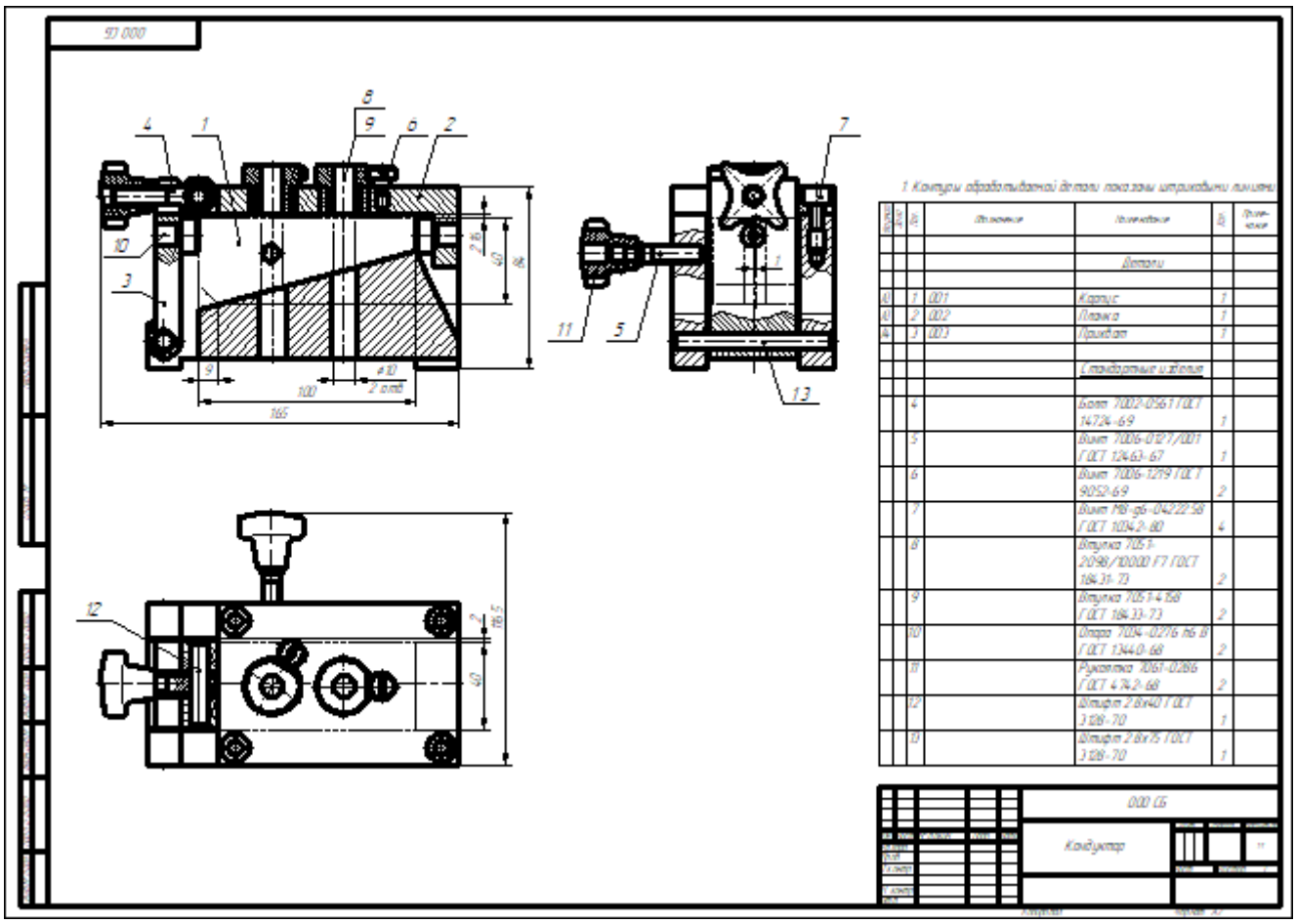
Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<FG>	Файл > Фрагмент > Обновить файлы

См. также

- Внешние переменные

Пример 2D сборки

Для лучшего понимания способов создания 2D сборок можно ознакомиться с примером, поставляемым вместе с T-FLEX CAD в библиотеке **Примеры 17/2D Сборки/Кондуктор 2D**.
Это - сборочный чертеж приспособления (кондуктора), предназначенного для сверления отверстий в обрабатываемой детали. Сборка собрана из фрагментов, привязанных как друг к другу, так и к вспомогательным линиям построения. Часть фрагментов является оригинальными деталями, часть - стандартными.



Параметры сборочного чертежа кондуктора определяются, исходя из размеров обрабатываемой детали. Эти размеры определяются внешними переменными сборки, значения которых наследуются внешними переменными фрагментов для получения их необходимой геометрии.

Переменные

?	Имя	Выражение	Значе...	Комментарий
Группа: Внешние переменные				
	H	40	40	Высота детали
	W	40	40	Ширина детали
	D	10	10	Диаметр отверстия в детали
	A	15	15	Угол наклона поверхности детали
	C	9	9	Размер фаски на детали
	I	33	33	Положение отверстия в детали
	L	100	100	Длина детали
	gap	2	2	Минимальный зазор

От размеров обрабатываемой детали зависит количество фрагментов, используемых в сборке. При этом тип кондукторных втулок также можно переключать с помощью внешней переменной.

Переменные

?	Имя	Выражение	Значение	Комментарий
	Группа: Внешние переменные			
	$type	"быстросменная"	быстросменная	Тип кондукторной втулки
	Группа: Переменные фрагменты			
	$screw	L<=3*l?"":"Винт ГОСТ 9052-69"	Винт ГОСТ 9052-69	Винт ступенчатый
	$liner	L<=3*l?"":"Втулка ГОСТ 18433-73"	Втулка ГОСТ 18433-73	Втулка промежуточная
	$drill2	L<=3*l?"":switch($type,"сменная",..	Втулка ГОСТ 18432-73	Втулка кондукторная для второго отверстия
	$drill1	switch($type,"сменная","Втулка l...	Втулка ГОСТ 18432-73	Втулка кондукторная для первого отверстия

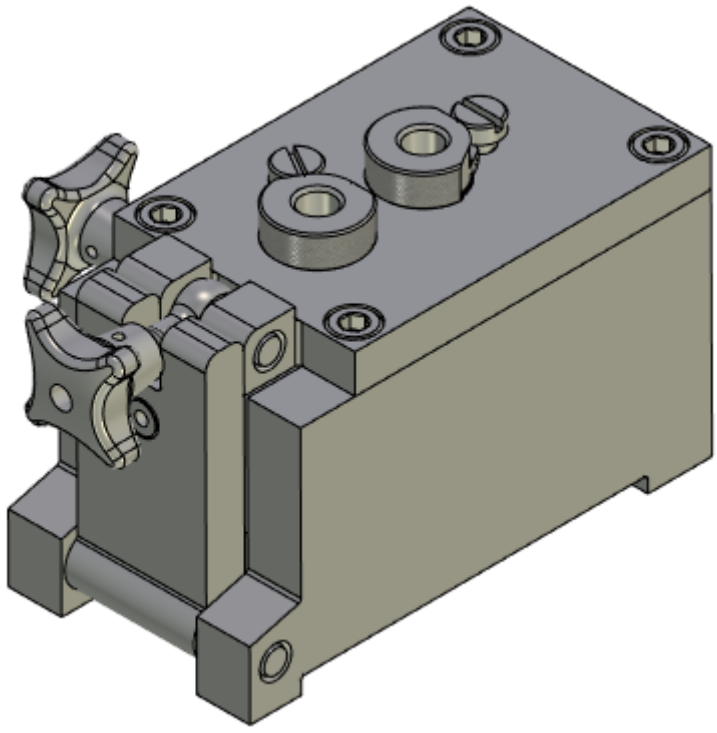
Кроме того, внешними переменными сборки задаются некоторые ключевые размеры самой сборки и её фрагментов.

Переменные

?	Имя	Выражение	Значе...	Комментарий
	Dpins	8	8	Диаметр штифтов
	Hlegs	5	5	Высота ножек корпуса
	dhex	8	8	Диаметр винтов крепления планки
	$Ascrew	"max"	max	Отступ до ступенчатого винта

В текущем разделе описаны ключевые приёмы работы с 2D сборками, использованные при создании этого примера.

В библиотеке примеров также доступна трехмерная версия сборки того же кондуктора: **Примеры 17/3D Сборки/Кондуктор**.



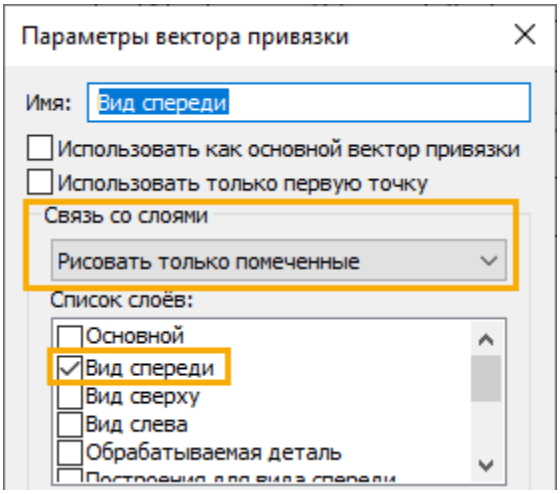
Основные темы в этом разделе:

- Видимость слоёв

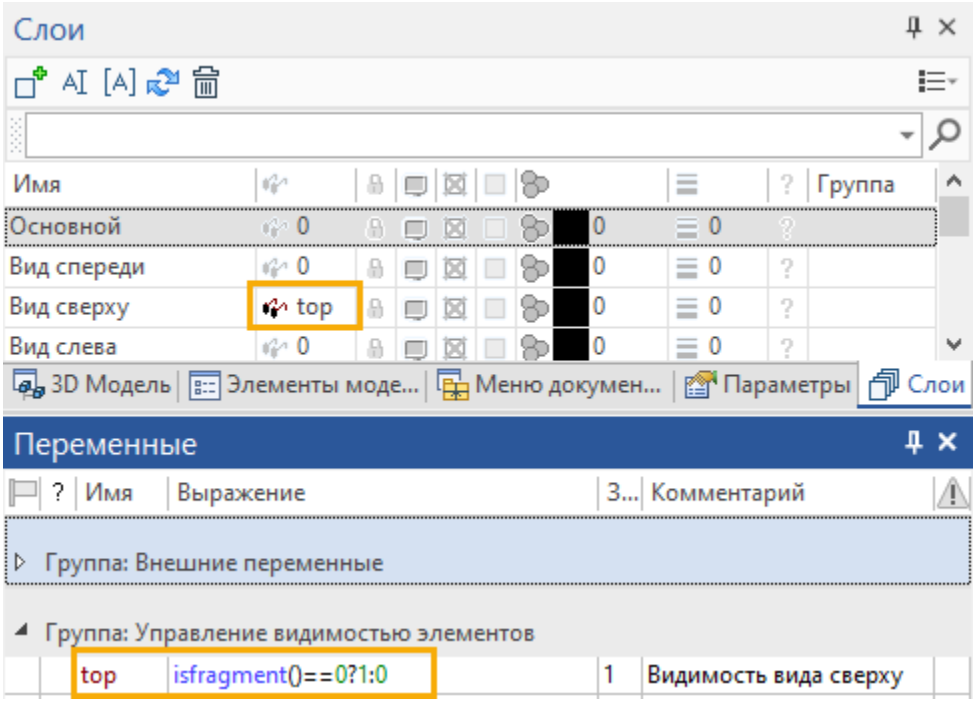
- Переменные уровни видимости
- Переменные фрагменты
- Элементы привязки фрагментов
- Приоритет отображения фрагментов
- Управление переменными фрагментов в сборке
- База данных как источник параметров фрагментов
- Элементы оформления сборочного чертежа

Видимость слоёв

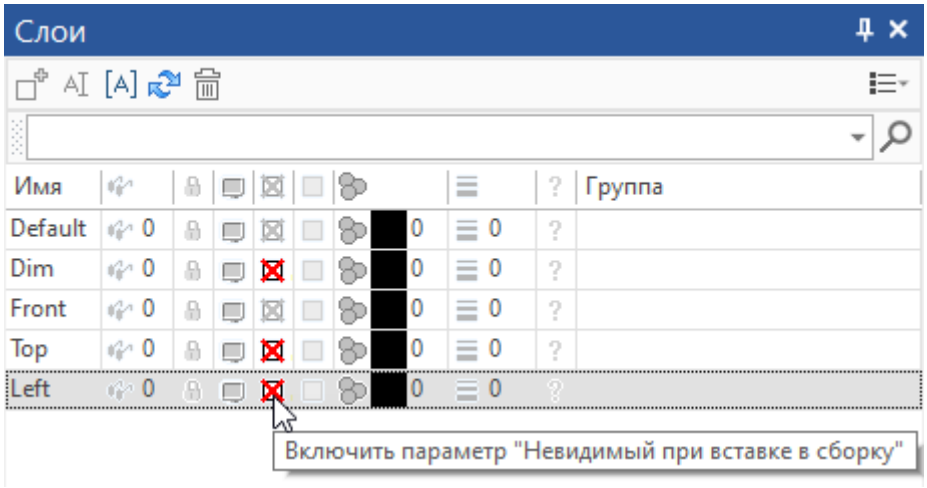
Как использовать полноценный чертеж детали в сборочном чертеже в качестве фрагмента? Ведь большая часть чертежа со его всеми проекциями, размерами и другими элементами оформления не нужна в сборке. В рассматриваемом примере сборки кондуктора для этого используются слои.
В чертежах фрагментов элементы изображения разных проекций принадлежат разным слоям. Для удобства имена этих слоёв соответствуют именам проекций. Все элементы оформления чертежа (размеры, шероховатости, основная надпись) принадлежат другим слоям. Для каждой проекции создан и связан с соответствующим слоем свой вектор привязки. Для удобства имена векторов также соответствуют именам проекций. В результате при вставке фрагмента по вектору привязки в сборке отображаются только элементы, принадлежащие связанному слою.



Иногда для чертежа детали может быть достаточно всего одной или двух проекций, тогда как в сборке деталь требуется показать на проекциях, отсутствующих на чертеже детали. В рассматриваемом примере чертёж прихвата содержит две проекции - вид спереди и вид слева. Чтобы показать прихват на виде сверху на сборочном чертеже, вид сверху в документе прихвата помещён на слой, видимость которого определяется переменной **top**. В выражении этой переменной используется функция **isfragment()**, принимающая различные значения при отображении фрагмента в сборке и вне сборки. Слой связан с вектором привязки фрагмента аналогично описанному выше. В результате при вставке фрагмента в сборку по этому вектору привязки вставляется изображение вида, скрытого в документе фрагмента.



Если на сборочном чертеже требуется только одна проекция из нескольких имеющихся на чертеже детали, можно вместо связи вектора привязки с конкретным слоем просто **Включить параметр "Невидимый при вставке в сборку"** для слоёв, которые не должны отображаться в сборке.

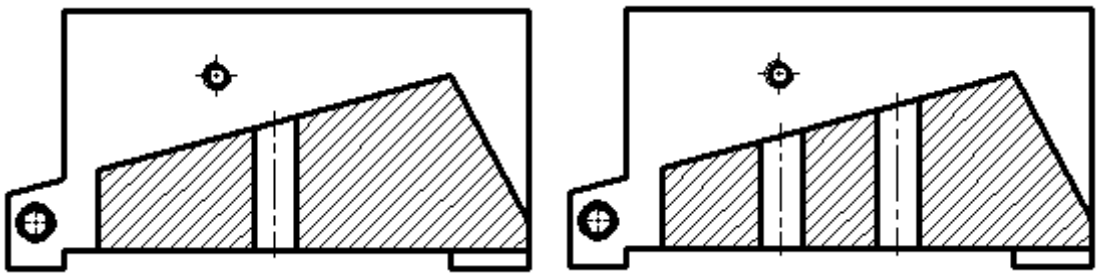


Переменные уровни видимости

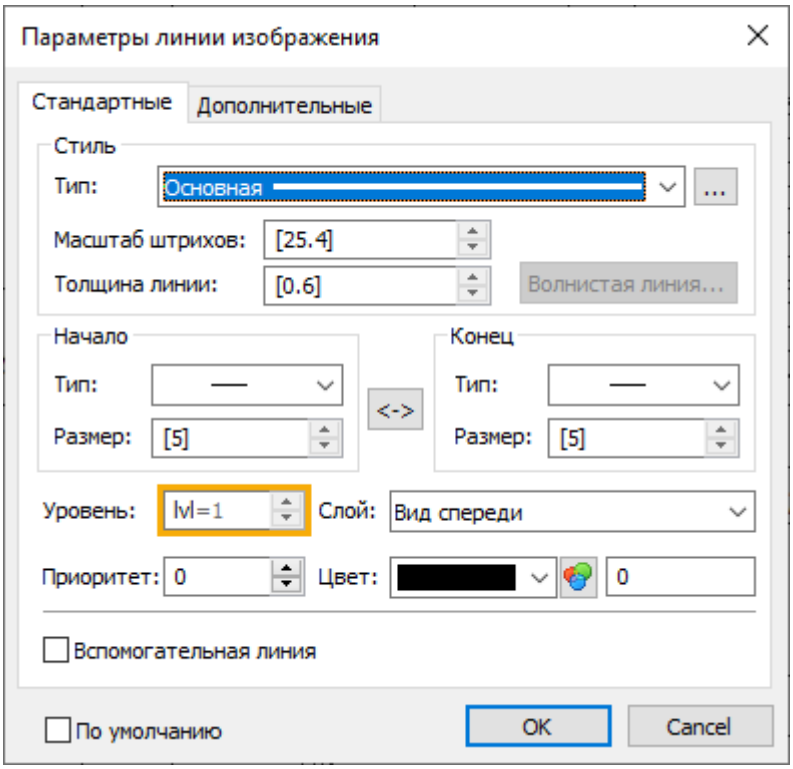
В качестве уровней отдельных элементов чертежей могут использоваться переменные. Это позволяет обеспечить «добавление» или наоборот «удаление» каких-либо частей чертежа в зависимости от заданных условий.

В рассматриваемом примере предусмотрена возможность изменения конструкции кондуктора в зависимости от соотношения между длиной обрабатываемой детали (переменная **L**) и размером (переменная **l**), определяющим положение отверстий. Если **L** превышает **l** не менее чем в три раза, в детали выполняется два отверстия. В противном случае - одно.

Рассмотрим подробно, как реализовано изменение количества отверстий в корпусе.



При создании чертежа корпуса уровень линий изображения дополнительного отверстия был задан переменной **lvl**.



Значение этой переменной изменяется в зависимости от выполнения условия, сформированного в её выражении:

lvl = L>3*l?1:-1

Переменные **L** и **l** являются внешними. Благодаря заданной связи, их значения при вставке в сборку автоматически приравниваются к значениям одноимённых переменных сборки. Если значение **L** превышает значение **l** не менее чем в три раза, уровень линий дополнительного отверстия равен единице, в противном случае - минус единице. В документе корпуса для элементов всех типов установлены интервалы видимости уровней от **0** до **127**. Эти же интервалы применяются и для отображения элементов корпуса в сборке, т.к. при его вставке в сборку использованы **Параметры документа фрагмента**. Таким образом, при уровне **-1** линии дополнительного отверстия не отображаются в сборке, а при **1** - отображаются.

Изменение контура штриховки организовано похожим образом. Создано два контура штриховки: с одним и с двумя отверстиями. Уровень видимости штриховки с двумя отверстиями определяется той же переменной **lvl.** Уровень видимости штриховки с одним отверстием определяется выражением **-lvl**, т.е. представляет собой значение переменной **lvl** с противоположным знаком. Таким образом, в сборке отображается только та штриховка, которая соответствует текущему количеству отверстий в детали.

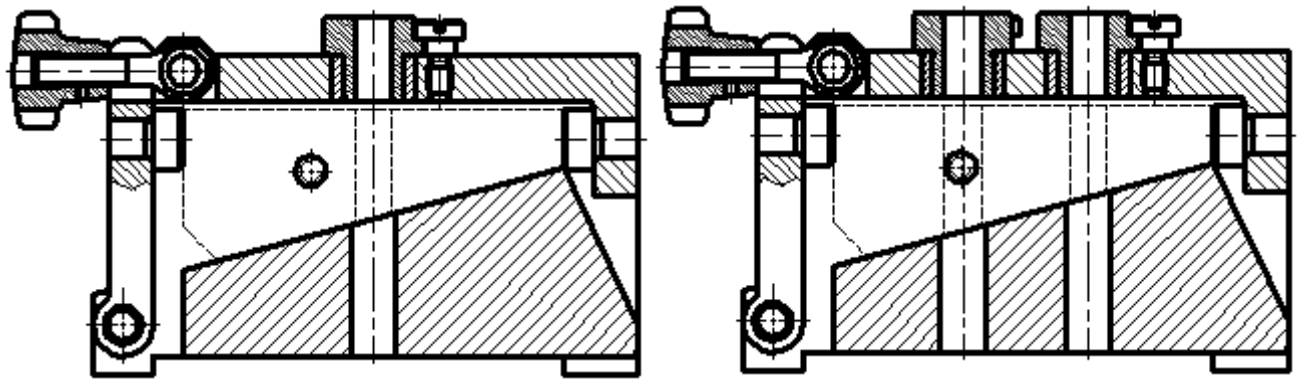
Переменные можно использовать и в качестве уровня видимости фрагментов на сборочном чертеже. В зависимости от количества отверстий в обрабатываемой детали, в сборку кондуктора может входить разное количество фрагментов - во второе отверстие вставляются две дополнительные втулки, прижимаемые дополнительным винтом. Если задать уровень видимости этих фрагментов такой же переменной **lvl**, они будут отображаться на сборочном чертеже только при наличии второго отверстия.

Однако, в рассматриваемом примере аналогичный эффект достигнут другим способом - с помощью переменных фрагментов. В обоих случаях значения переменных влияют не только на отображение фрагментов на чертеже, но и на включение их в состав изделия спецификации, т.к. в параметрах состава изделия по умолчанию установлен флаг **Исключать невидимые объекты**. Механизм переменных фрагментов позволяет не только управлять видимостью фрагментов, но использовать различные фрагменты в одной и той же операции вставки фрагмента в зависимости от условия, заданного в выражении переменной.

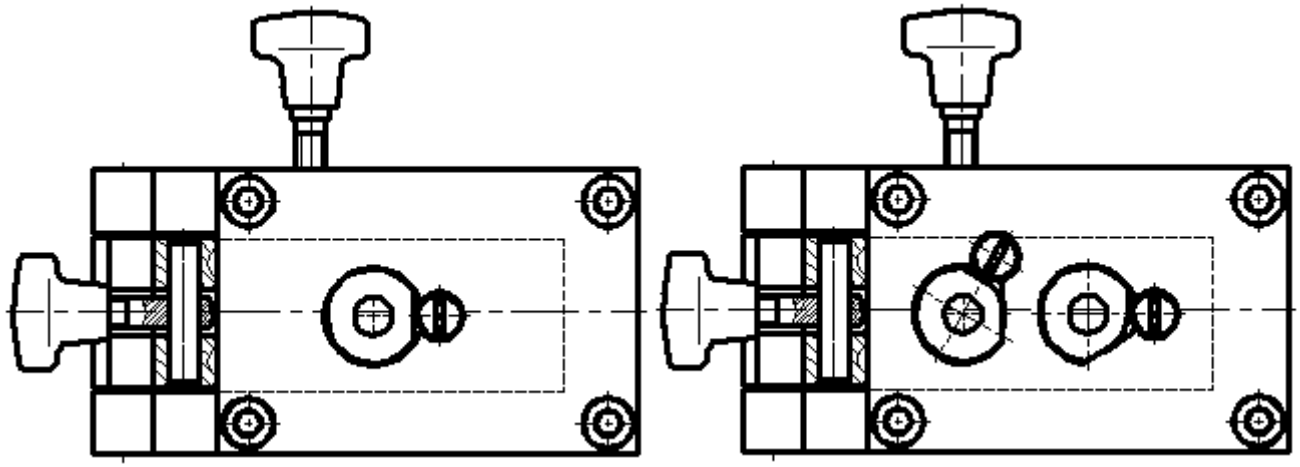
Переменные фрагменты

Механизм переменных фрагментов можно использовать для автоматического изменения номенклатуры фрагментов, входящих в сборку, в зависимости от каких-либо условий. Суть механизма состоит в использовании текстовой переменной в качестве имени фрагмента.

В рассматриваемом примере сборки кондуктора, если длина обрабатываемой детали превышает расстояние от края детали до центра первого отверстия более чем в три раза, в детали выполняется два отверстия, в противном случае - одно. От количества отверстий зависит конструкция приспособления:

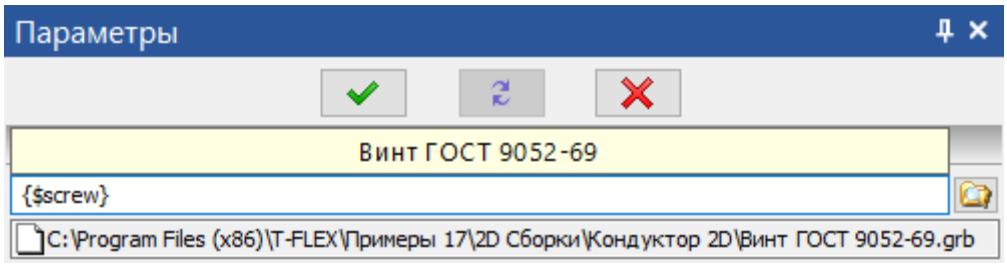


При этом в конструкции приспособления можно использовать разные типы кондукторных втулок.



Возможность изменения конструкции можно предусмотреть в рамках одного чертежа. В нашем случае для исполнения с двумя отверстиями добавляются три фрагмента - две втулки для сверления

второго отверстия и фиксирующий винт. При нанесении на чертеж этих фрагментов (**$drill2, $liner, $screw**), а также кондукторной втулки первого отверстия (**$drill1**), вместо конкретных имён фрагментов используются текстовые переменные:



При вставке фрагмента таким способом сначала необходимо ввести имя переменной в фигурных скобках в поле, в котором указывается путь к файлу фрагмента в окне параметров команды. Значение переменной должно соответствовать пути к файлу фрагмента. Ввод расширения не требуется, т.к. система автоматически прибавляет ко введённому имени стандартное расширение документов T-FLEX CAD (**.grb**). Если введено имя несуществующей переменной или если значение переменной содержит путь к несуществующему файлу, команда выдаст ошибку. В рассматриваемом примере файл фрагмента находится в той же папке, что и файл сборки, поэтому для указания относительного пути достаточно просто ввести имя файла. После ввода имени переменной необходимо нажать в окне чертежа. В результате будет загружен указанный фрагмент и необходимо будет указать его положение на чертеже. Дальнейшая работа с фрагментом производится обычными способами.

В сборке кондуктора значения переменных фрагментов определяются следующими условиями:

$drill1 = switch($type,"сменная","Втулка ГОСТ 18431-73","быстросменная","Втулка ГОСТ 18432-73")

$drill2 = L<=3*l?"":switch($type,"сменная","Втулка ГОСТ 18431-73","быстросменная","Втулка ГОСТ 18432-73")

$liner = L<=3*l?"":"Втулка ГОСТ 18433-73"

$screw = L<=3*l?"":"Винт ГОСТ 9052-69"

Переменная **L** определяет длину обрабатываемой детали, а переменная **l** - расстояние от края детали до центра первого отверстия. Таким образом, если длина обрабатываемой детали превышает расстояние от края детали до центра первого отверстия более чем в три раза, значения переменных фрагментов, соответствуют именам чертежей необходимых дополнительных деталей и эти детали включаются в сборку; в противном случае значения переменных пустые и фрагменты не включаются в сборку. Тип кондукторной втулки переключается с помощью функции **switch()** в зависимости от выбранного пользователем значения внешней переменной сборки **$type**.

При использовании переменной для переключения фрагментов эти фрагменты должны иметь одинаковую номенклатуру элементов привязки, во избежание некорректного позиционирования. Если используется связь переменных фрагмента с переменными сборки, то имена переменных в обоих фрагментах должны совпадать. Смысловая нагрузка переменных также должна быть одинакова (например, если в одном из переменных фрагментов переменная **d** отвечает за наружный диаметр, то и во втором эта же переменная должна отвечать за аналогичный параметр). Если вам необходимо использовать узлы с переменного фрагмента, то во втором фрагменте вы обязаны создать такое же количество узлов с такими же именами. Таким образом, несмотря на удобство использования переменных фрагментов, работать с ними следует очень аккуратно.

Аналогичного эффекта можно добиться и другим способом - с помощью переменных уровней видимости. В обоих случаях значения переменных влияют не только на отображение фрагментов на

чертеже, но и на включение их в состав изделия спецификации, т.к. в параметрах состава изделия по умолчанию установлен флаг **Исключать невидимые объекты**.

Элементы привязки фрагментов

Прежде чем приступить к началу создания сборочного чертежа, необходимо продумать его структуру. Главное - определить требования к его параметрическим возможностям: что конкретно вы хотите впоследствии модифицировать, какие части составят чертеж, какая предполагается иерархия фрагментов.
Если сборка создаётся по методу "Снизу вверх", перед созданием сборочного чертежа следует создать чертежи входящих в сборку деталей. Но не торопитесь с их созданием. Сначала продумайте конструкцию сборки, с какого фрагмента вы начнете её собирать, какие детали будут присоединены в последующем, где должны находиться точки привязки фрагментов. В зависимости от этого, необходимо правильным образом задать элементы привязки фрагментов в чертежах деталей. Иначе, можно получить прекрасно оформленные параметрические чертежи деталей, из которых будет сложно собрать сборочный чертеж.

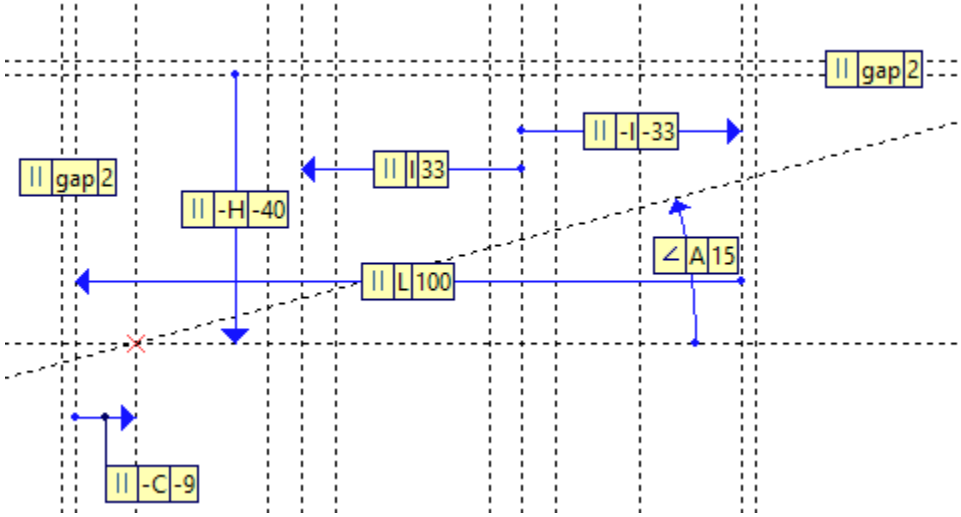
В рассматриваемом примере сборки кондуктора фрагменты чертёжных деталей и рукояток позиционируется с помощью векторов привязки, заданных в документе фрагмента двумя точками. Эти точки можно задавать любым способом; в примере они заданы связанными 2D узлами на пересечениях линий построения. При этом, в общем случае, наличие или отсутствие параметрической связи между точками вектора привязки и элементами изображения фрагмента не имеет значения. В примере эта связь задаётся с помощью внешних переменных фрагмента, позволяющих автоматически менять геометрию фрагмента при изменении переменных сборки.
Позиционирование такого фрагмента с помощью вектора привязки при вставке в сборку возможно двумя способами - по двум точкам или по точке и углу. В первом случае последовательно указываются два 2D узла сборки: начало вектора привязки фрагмента совмещается в сборке с первым узлом, а направление вектора указывает на второй узел. Во втором случае начало вектора привязки указывается аналогичным образом, а угол направления вектора задается произвольно.
В результате положение и ориентация фрагмента в сборке может изменяться в зависимости от положения узлов, но геометрия фрагмента при этом остаётся неизменной. Узлы в сборке могут быть тоже созданы на пересечениях линий построения, либо взяты с других фрагментов. Узлы с фрагмента автоматически создаются при выборе характерных точек линий изображения фрагмента для позиционирования другого фрагмента. Если требуются узлы с фрагмента, не совпадающие с точками линий изображения, необходимо создать такие узлы в документе фрагмента и назначить им имена. После вставки фрагмента в сборку эти узлы становятся доступными для выбора при позиционировании других фрагментов.

Фрагменты стандартных изделий, имеющих версии разной длины при одинаковом диаметре (болт, винты, втулки, опоры, штифты), позиционируются с помощью точек привязки на проекциях, на которых видна их длина, а на других проекциях - с помощью векторов привязки, как описано выше. Положение точки привязки определяется в документе фрагмента пересечением двух базовых прямых линий построения - горизонтальной и вертикальной, положение которых в свою очередь задается внешними переменными с особыми именами. Все элементы изображения чертежа фрагмента, которые будут отображаться в сборке, создаются как потомки линий построения, определяющих точки привязки. В рассматриваемом примере каждый из упомянутых фрагментов имеет по две точки привязки. В вашем случае количество точек может быть другим. При вставке фрагмента в сборку последовательно указывается столько узлов сборки, сколько точек привязки имеет текущий фрагмент: точки привязки фрагмента совмещаются в сборке с указанными узлами и

геометрия фрагмента перестраивается в зависимости от расположения указанных узлов относительно друг друга.

Рассмотрим порядок вставки фрагментов на виде спереди в сборке кондуктора.
Конструкция кондуктора определяется геометрией обрабатываемой детали. Поэтому, прежде чем вставлять фрагменты, на сборочном чертеже линиями построения были изображены её контуры. Размеры детали определяются внешними переменными **L, l, H, C, A**. От контуров детали линиями построения сделаны отступы на величину зазора, определяемую внешней переменной **gap**.

Фактическое положение обрабатываемой детали в приспособлении, обозначенное на итоговом чертеже штриховыми линиями изображениями, отличается от положения линий построения за счет смещения по вертикали на величину округления, выполненного при построении корпуса по соображениям технологичности.

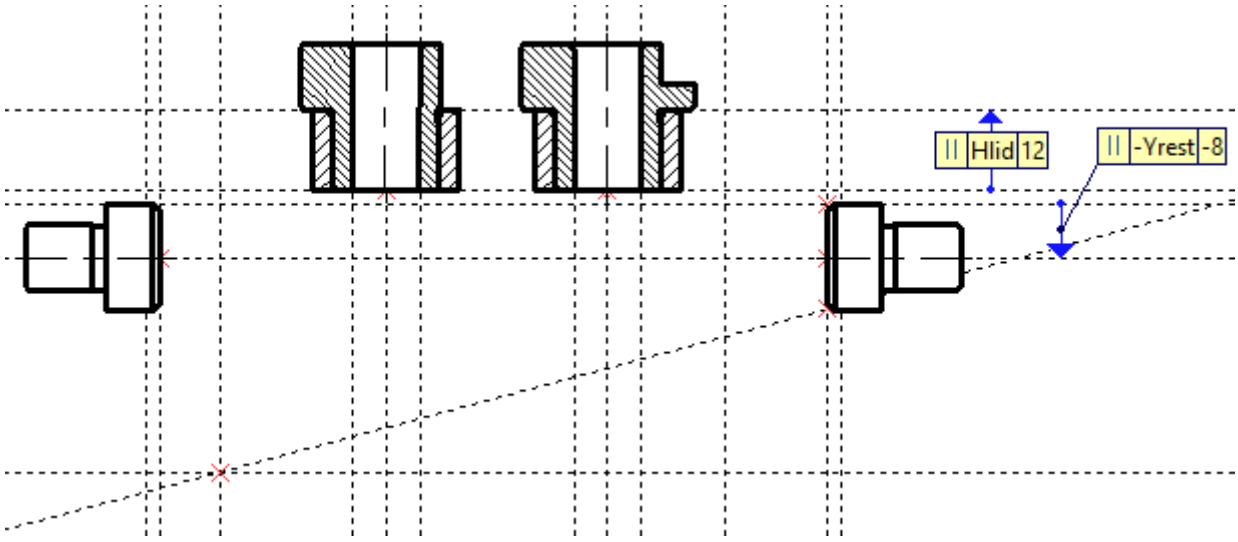


Первыми вставлены опоры, т.к. они непосредственно соприкасаются с обрабатываемой деталью и от их размеров зависит геометрия чертёжных деталей кондуктора. Положение опор по вертикали определяется центром правой грани детали. При этом, если высота правой грани слишком мала, опора, даже минимального диаметра, может выступать вверх и вниз за грань, препятствуя корректной сборке приспособления. Поэтому в сборке введена проверка высоты грани. Высота вычисляется в выражении переменной **hr** с помощью функции **measure()**, измеряющей расстояние по оси Y именованными 2D узлами, созданными на пересечении линий построения, образующих контур детали. Полученное значение сравнивается в выражении переменной **hrcheck** с минимально возможным по стандарту диаметром опоры, и если высота меньше, то с помощью функции **error()** выводится сообщение об ошибке, информирующее пользователя о необходимости изменения геометрии детали. Для позиционирования опор на сборочном чертеже параллельно верхней кромке обрабатываемой детали проведена горизонтальная линия на расстоянии **Yrest,** равном половине высоты правой грани, округленной с точностью до 0.5 мм с помощью функции **round()**. Точки привязки опоры располагаются на пересечениях этой линии с контурами детали и отступами от контуров на величину зазора.
С помощью функций **frec()** и **val()** автоматически подбирается из внутренней базы данных минимально возможная для данного диаметра отверстий высота промежуточных втулок, которая в свою очередь определяет толщину планки (переменная **Hlid**). Первая функция находит номер записи, удовлетворяющей заданным условиям, а вторая выводит значение из указанного столбца для записи с указанным номером.

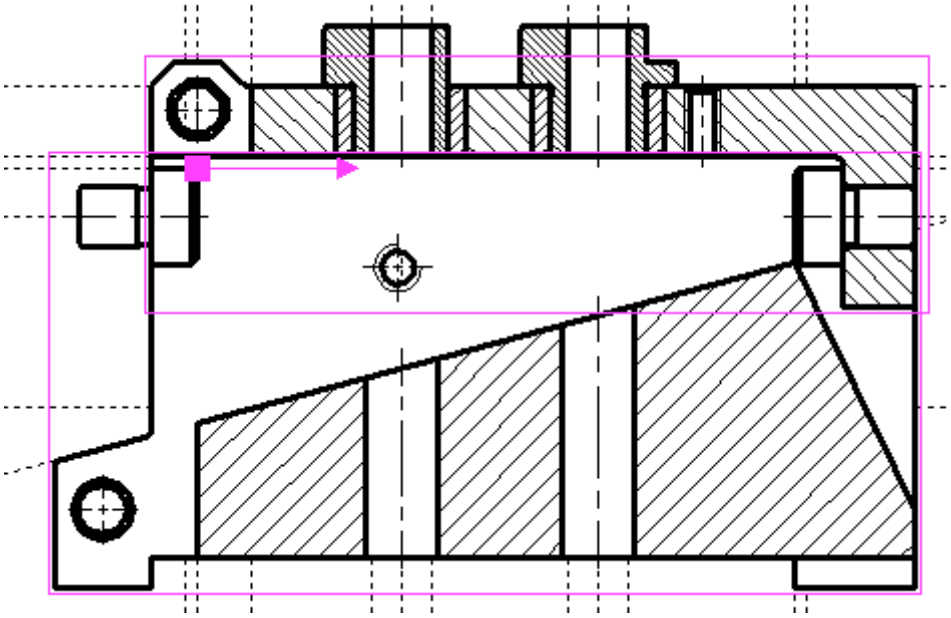
Переменные

?	Имя	Выражение	Значение	Комментарий
	Группа: Проверка значений внешних переменных			
?	hrcheck	hr<5?error("Высота правой грани детали не позволяет разместить опору"):0	0	Проверка высоты правой грани
	Группа: Расчёт геометрических параметров			
	hr	distance("h1","h2")	15.616623	Высота правой грани детали
	Hlid	val(frec(bush.d_drill, D, 1, 0),bush.Hmin_liner)<1.5*dhex?val(frec(bush.Hmin_liner, 1.5*dhex, 1, 0),bush.Hmin_liner):val(frec(bush.d_drill, D, 1, 0),bush.Hmin_liner)	12	Толщина верхней части планки
	Yrest	round(hr/2,0.5)	8	Положение опор по вертикали

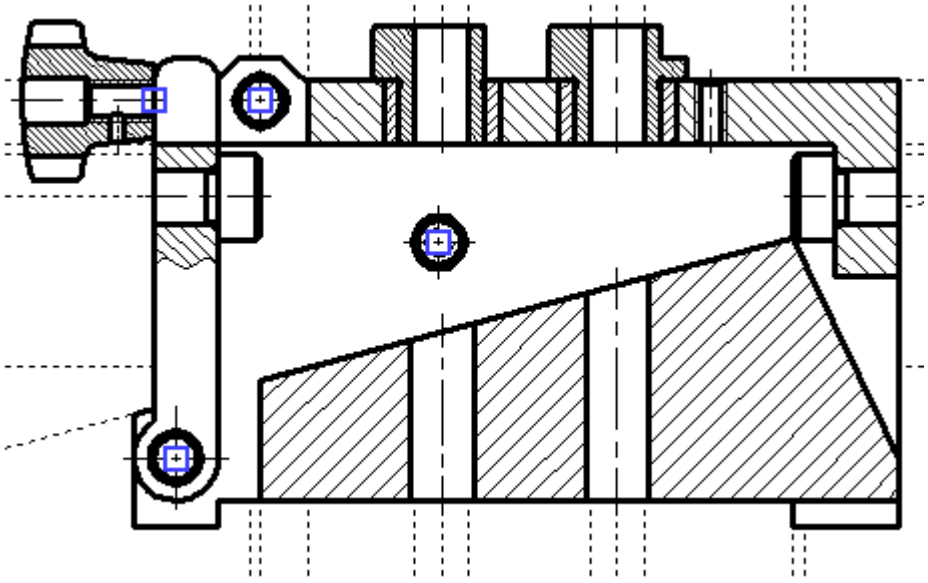
Втулки вставлены по точкам привязки на пересечениях линий построения, определяющих толщину планки, с осями отверстий в обрабатываемой детали.



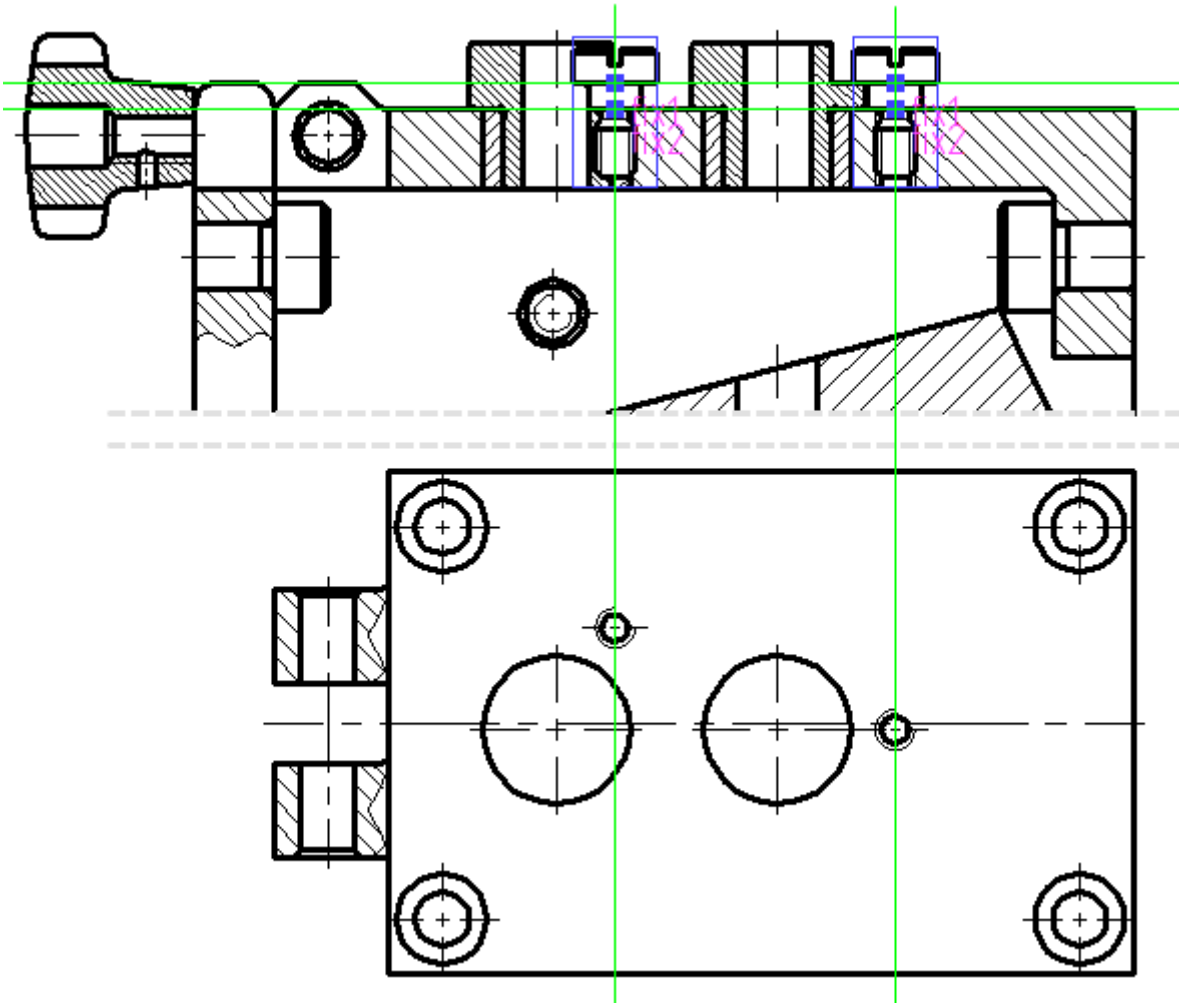
Далее вставлены фрагменты корпуса и планки с привязкой по вектору к верхнему левому углу обрабатываемой детали.



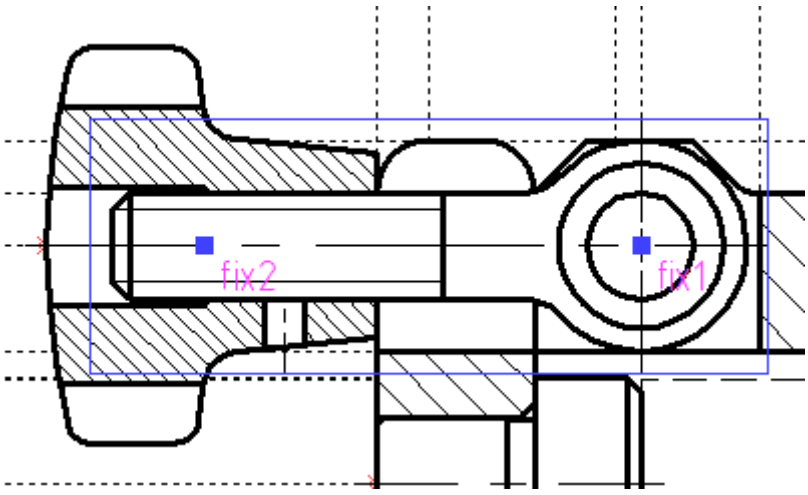
По узлу с фрагмента корпуса вставлен прихват, а по узлу с прихвата - рукоятка. Штифты и нажимной винт вставлены по центрам соответствующих отверстий в корпусе и планке.



Ступенчатые болты располагаются на стандартном расстоянии от оси втулки. Это расстояние подбирается автоматически из внутренней базы данных с помощью функций **frec()** и **val()** в выражении переменной **Ascrew**, исходя из диаметра отверстий, выполняемых в обрабатываемой детали. При этом для второго отверстия это расстояние откладывается под углом к плоскости вида спереди. Поэтому для позиционирования второго ступенчатого винта на виде спереди сначала добавлена планка на вид сверху. Положение отверстия под винт в планке определяется внешней переменной **Ascrew**, которая при вставке в сборку автоматически приравнивается к одноимённой переменной сборки. Затем через центр отверстия под винт в планке на виде сверху проведена вертикальная линия построения, используемая для позиционирования винта на виде спереди. Винты вставлены по точкам привязки на пересечениях осей отверстий под винт с линиями верхней поверхности планки и уступа под винт на кондукторных втулках.

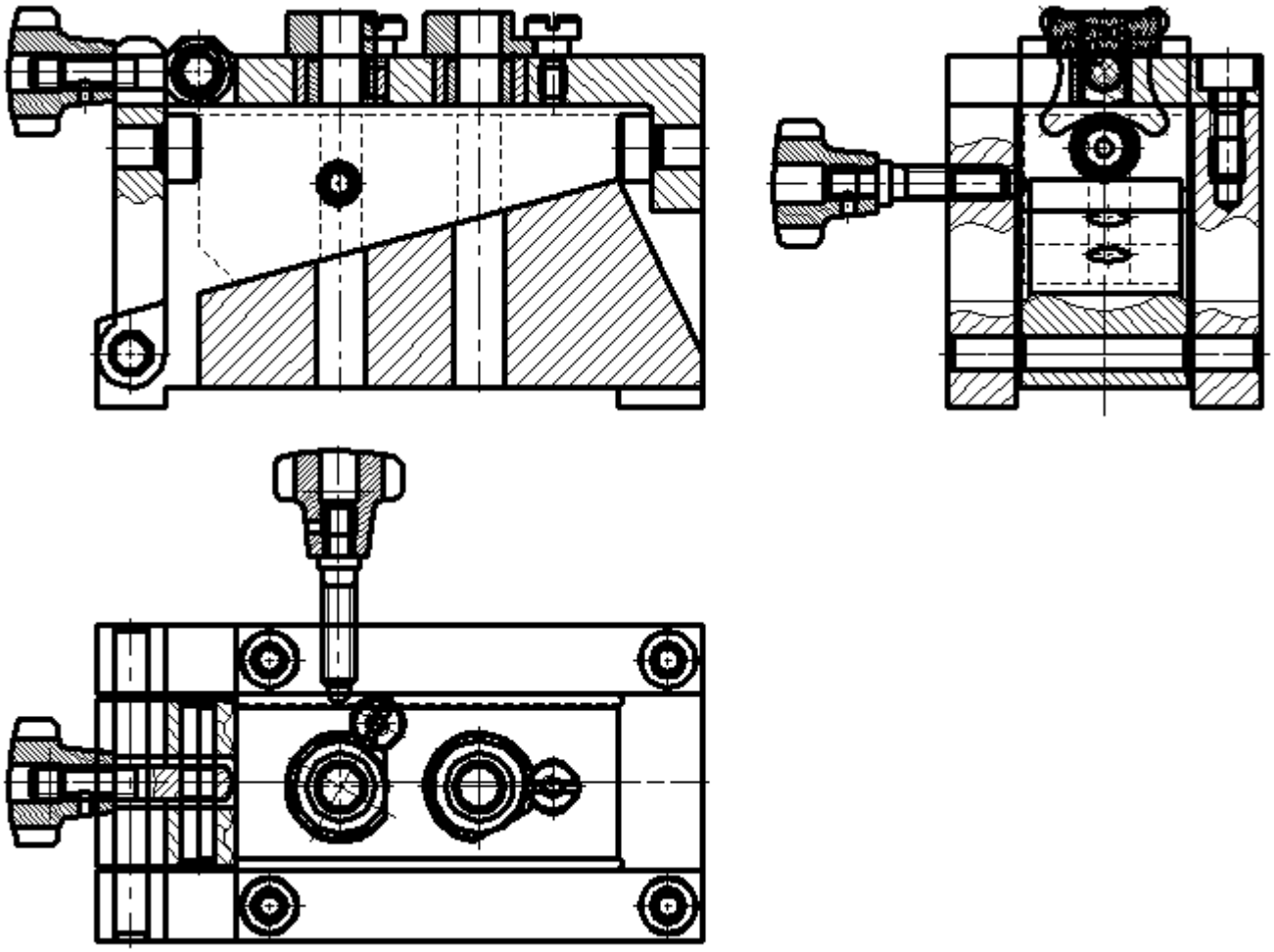


Наконец, для привязки откидного болта используются точка центра отверстия в планке и точка с фрагмента рукоятки.



Приоритет отображения фрагментов

Как правило, на сборочном чертеже фрагменты перекрывают друг друга. Если просто нарисовать в чертежах фрагмента необходимые линии и штриховки, а затем собрать из этих чертежей сборку, результат будет далёк от желаемого - все линии и штриховки будут отображаться одновременно без учета того, что детали, расположенные на заднем плане должны перекрываться деталями, расположенными на переднем плане.

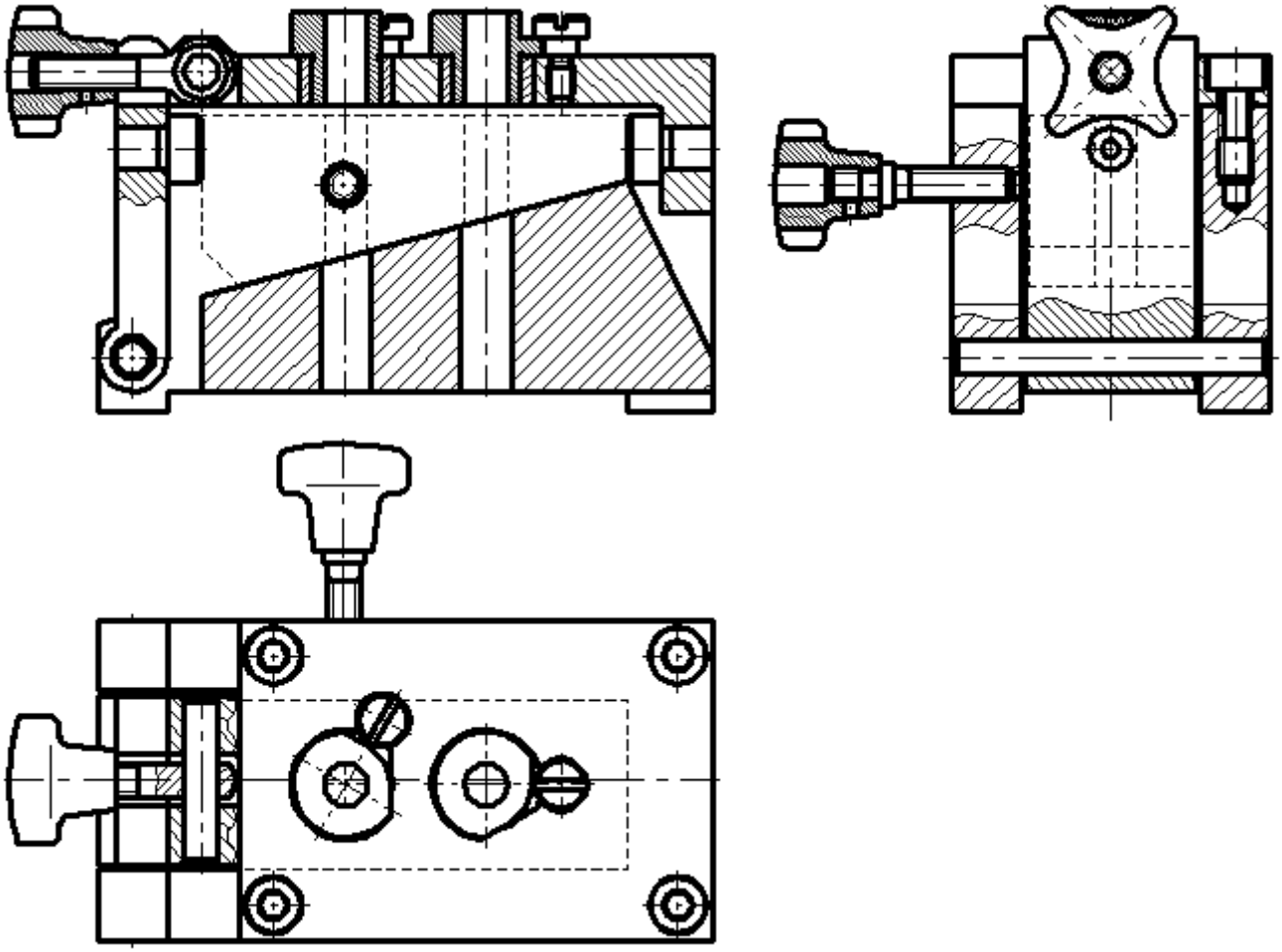


Для корректного построения сборочного чертежа необходимо соблюдать следующие правила:

- Помимо обычных штриховок, следует создать в чертежах деталей невидимые штриховки, повторяющие контур детали, и установить для них флаг **Невидимые линии**. Эти штриховки предназначены для скрытия на сборочном чертеже тех элементов, которые перекрываются деталью. Чтобы они не препятствовали отображению самой детали, необходимо установить для таких штриховок меньший **Приоритет**, чем у элементов изображения детали.
- Следует правильно расставить приоритеты отображения фрагментов в сборке. Это можно сделать как непосредственно заданием разных значений параметра **Приоритет** у разных фрагментов, так и просто соблюдая порядок вставки фрагментов в сборку, при котором фрагменты, располагающиеся на заднем плане, вставляются раньше, чем фрагменты, расположенные на переднем плане. При одинаковом значении параметра **Приоритет** фрагменты, вставленные позже, отображаются поверх вставленных раньше, и скрывают собой их изображение.

В рассматриваемом примере для всех фрагментов созданы невидимые штриховки, как описано выше. Затем часть фрагментов вставлена в сборку в порядке, обеспечивающем правильный приоритет их отображения без указания значений параметра **Приоритет**. Однако, в некоторых случаях невозможно обеспечить такой порядок вставки, т.к. фрагменты, находящиеся на переднем плане могут являться родительскими, по отношению ко фрагментам, находящимся на заднем плане. Например, на виде спереди опоры и втулки должны находиться на переднем плане. Однако, от их размеров зависят размеры других деталей, поэтому сначала были вставлены опоры и втулки, а затем прочие фрагменты. Чтобы обеспечить корректное отображение сборки, для опор и промежуточных втулок был указан приоритет **1**, для кондукторных втулок - приоритет **2**. Также оба ступенчатых винта были вставлены позже втулок и крышки, но один из них должен отображаться на переднем плане, а

второй - на заднем, поэтому для второго был указан приоритет **-1**. Остальные фрагменты имеют приоритет по умолчанию, равный **0**. В результате на сборочном чертеже кондукторные втулки отображаются полностью; у промежуточных втулок видны только части, не перекрытые кондукторными втулками; а у второго ступенчатого винта видна только та часть, которая не перекрыта никакими фрагментами.



Управление переменными фрагментов в сборке

Геометрия фрагментов в сборках, обычно взаимосвязана. Чтобы при изменении какого-либо параметра одной из деталей или общей переменной сборки все детали соответствующим образом автоматически перестраивались, необходимо обеспечить связи переменных фрагментов между собой и с переменными сборки. В T-FLEX CAD доступно несколько инструментов обеспечения таких связей:

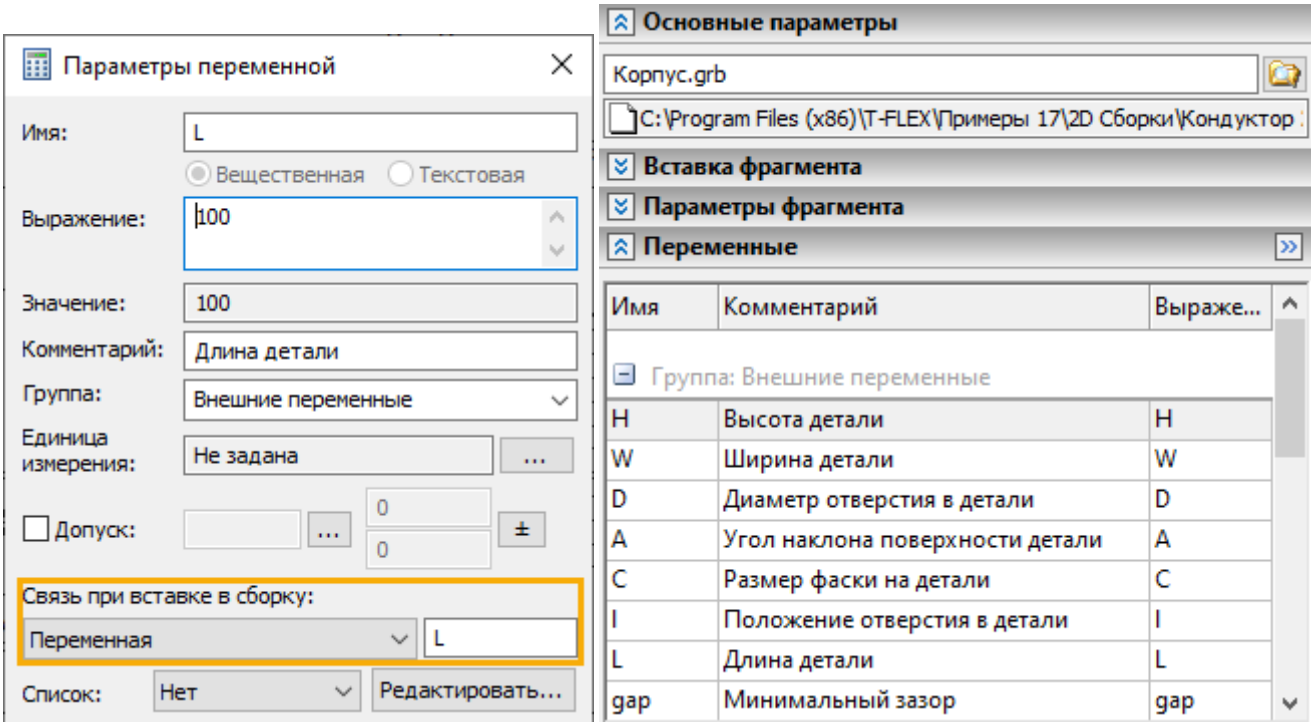
- Связь при вставке в сборку;
- Функция get();
- Коннекторы;
- Общая база данных.

Связь при вставке в сборку

Если необходимо связать внешнюю переменную фрагмента с любой переменной сборки, можно указать имя переменной сборки в параметрах переменной фрагмента. При вставке фрагмента в сборку переменная фрагмента автоматически примет значение указанной переменной сборки. Если в сборке нет такой переменной, переменная фрагмента сохранит значение, указанное в файле фрагмента.

В рассматриваемом примере сборки кондуктора этот способ используется для передачи следующих параметров во фрагменты корпуса, планки и прихвата:

- указываемые пользователем произвольно - размеры обрабатываемой детали (высота **H**, ширина **W**, диаметр отверстий **D**, угол **A**, размер фаски **C**, положение отверстий **I**, длина **L**), зазор (**gap**), высота ножек корпуса (**Hlegs**);
- выбираемые пользователем из списка - диаметры штифтов (**Dpins**) и винтов крепления планки (**dhex**);
- рассчитываемые автоматически - длина штифтов (**Lpin** и **lpin**), диаметр под рукоятку (**d4handle**), диаметр цекования (**Dbore**), отступ до ступенчатого винта (**Ascrew**), толщина планки (**Hlid**).

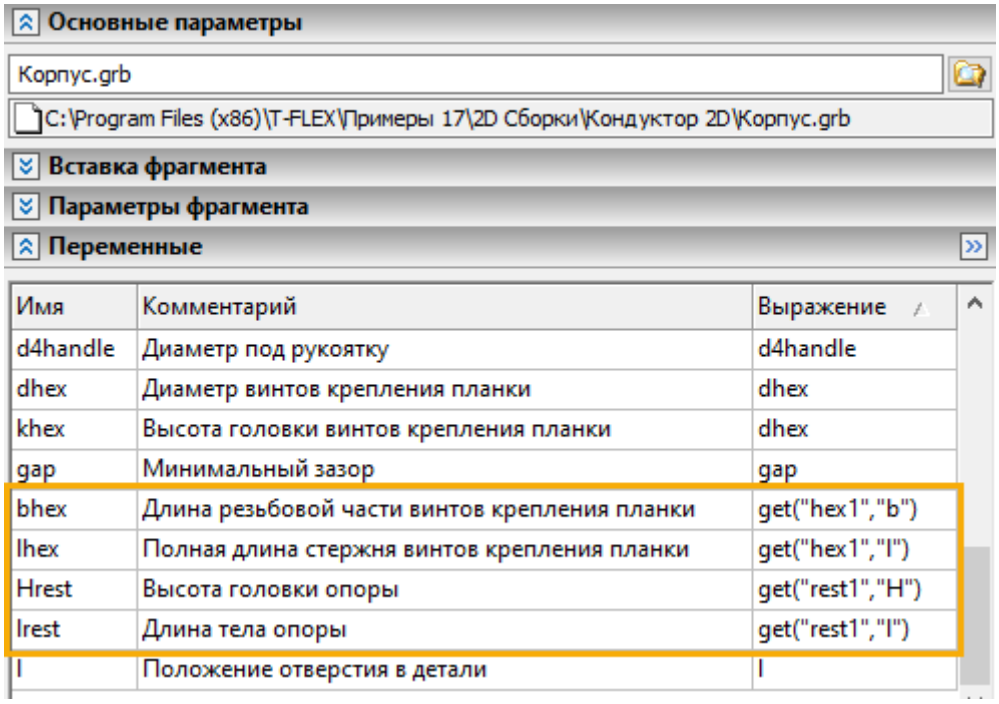


Если в момент создания фрагмента ещё неизвестно имя соответствующей переменной сборки, или одну и ту же переменную фрагмента необходимо связать с разными переменными разных сборок, то можно также указать имя переменной сборки в диалоге внешних переменных фрагмента при вставке в сборку, но при таком способе связь придётся задавать вручную каждый раз при вставке каждого экземпляра фрагмента.

Функция get()

Для передачи значений переменных из одного фрагмента в другой или в сборку можно использовать функцию **get()** в выражении целевой переменной в диалоге внешних переменных фрагмента. В качестве аргументов функции в кавычках указываются имя (если фрагмент именован вручную) или ID исходного фрагмента и имя исходной переменной.

В рассматриваемом примере сборки кондуктора данный способ используется чаще всего для передачи размеров опор во фрагменты корпуса, планки и прихвата, а также в ряде других случаев. Для обеспечения читаемости выражений исходным фрагментам при этом назначены краткие имена; эти же имена используются в качестве суффиксов в именах переменных, представляющих параметры этих фрагментов в сборке и в других фрагментах (**rest** - Опора ГОСТ 13440-68, **drill** - Втулка кондукторная ГОСТ 18432-73, **liner** - Втулка промежуточная ГОСТ 18433-73, **screw** - Винт ступенчатый 9052-69, ГОСТ **body** - Корпус, **lid** - Планка, **eye** - Болт откидной ГОСТ 14724-69, **hex** - Винт ГОСТ 10342-80).



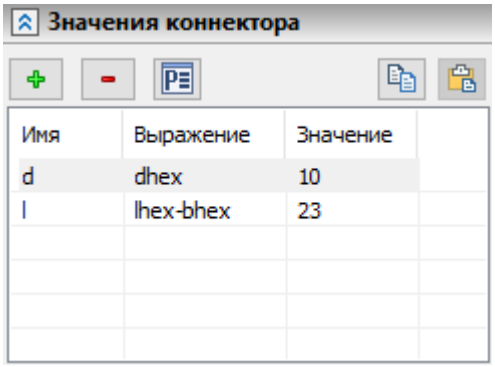
Имя	Комментарий	Выражение
d4handle	Диаметр под рукоятку	d4handle
dhex	Диаметр винтов крепления планки	dhex
khex	Высота головки винтов крепления планки	dhex
gap	Минимальный зазор	gap
bhex	Длина резьбовой части винтов крепления планки	get("hex1","b")
lhex	Полная длина стержня винтов крепления планки	get("hex1","l")
Hrest	Высота головки опоры	get("rest1","H")
lrest	Длина тела опоры	get("rest1","l")
l	Положение отверстия в детали	l

Коннекторы

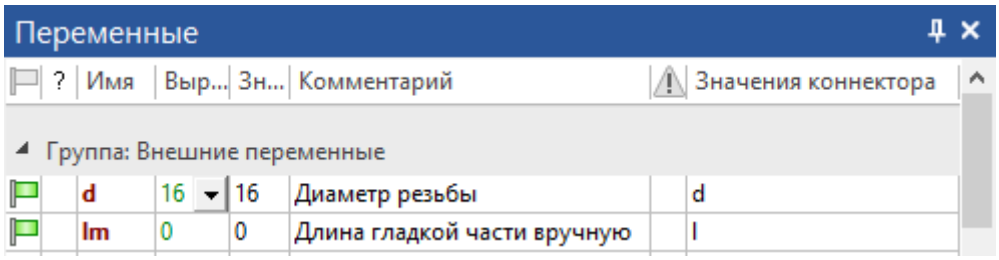
Коннекторы позволяют не только позиционировать фрагменты в сборке, но и передать значения переменных из одного фрагмента в другой. Для этого в исходном фрагменте необходимо создать коннектор и задать его значения, а в целевом фрагменте - указать соответствующие значения коннектора в параметрах переменных. Переменные целевого фрагмента при этом должны быть внешними. Целевой фрагмент необходимо вставлять по вектору привязки и выбрать при этом для его позиционирования коннектор исходного фрагмента. В результате переменные целевого фрагмента автоматически примут соответствующие значения коннектора. Если соответствующие значения коннектора не найдены, переменная целевого фрагмента сохранит значение, указанное в его файле.

Данный способ наиболее удобно использовать при привязке стандартных изделий по отверстиям на видах в плане.

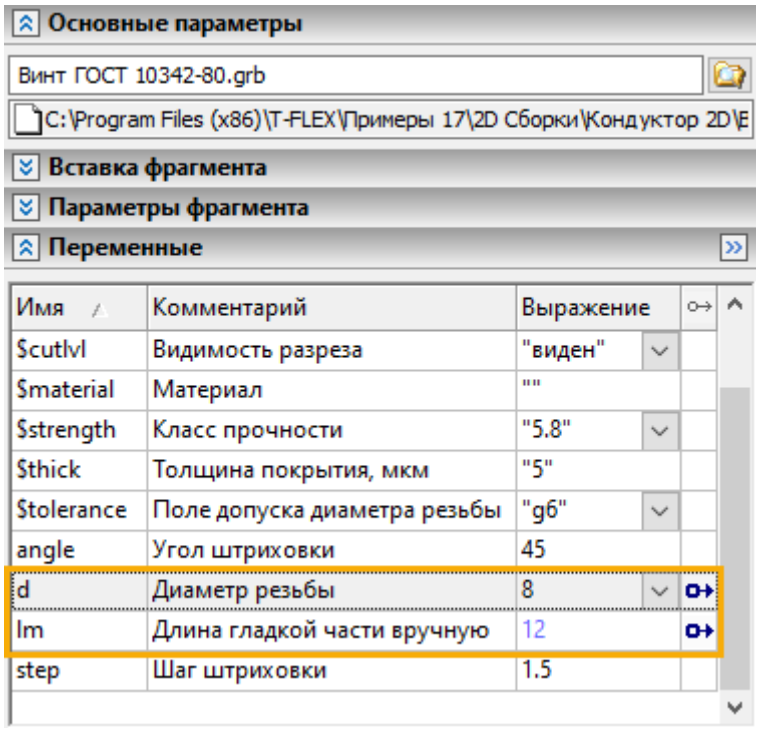
В рассматриваемом примере сборки кондуктора данный способ используется для передачи диаметров и длин/высот винтов и втулок, вставляемых по отверстиям в планке на виде сверху, а также для передачи диаметров и длин штифтов, вставляемых по отверстиям в корпусе и планке на виде спереди.



Значения коннектора корпуса



Переменные винта



Связь переменных винта со значениями коннектора при вставке в сборку

База данных как источник параметров фрагментов

Когда возможные значения параметров чертежей-фрагментов либо сборочного чертежа можно организовать в виде таблицы, в которой в зависимости от одного или нескольких ключевых полей таблицы можно определять остальные параметры, удобно использовать базы данных. База данных может быть внутренней либо внешней. Внутренние базы данных обеспечивают большую скорость отбора значений. Внешние - возможность обращения из различных чертежей к одной базе данных

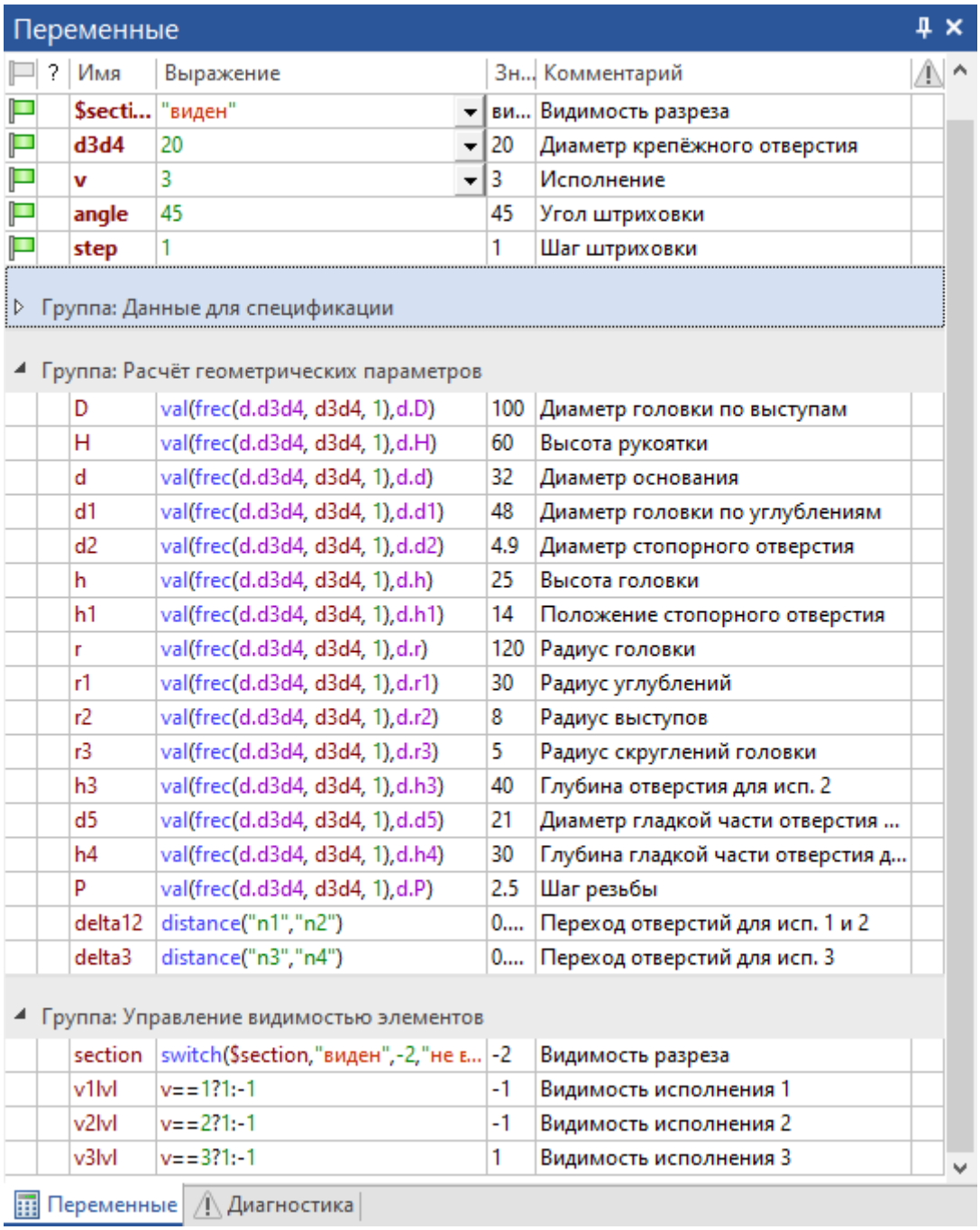
плюс совместимость с общепризнанным стандартом хранения баз данных - dbf. Подробнее о способах доступа к базам данных читайте в разделах Базы данных, Список значений переменной, Библиотеки параметрических чертежей.

Наиболее часто базы данных используются для хранения параметров стандартных изделий. Это позволяет получать все прописанные в стандарте разновидности изделия из одного документа, устанавливая необходимые значения внешних переменных при вставке фрагмента изделия в сборку. В рассматриваемом примере сборки кондуктора присутствует ряд стандартных деталей: винты, втулки, опоры, откидной болт, рукоятки, штифты.

В документе рукоятки все параметры хранятся в одной базе данных. Для выбора нужной разновидности рукоятки достаточно задать соответствующий диаметр крепежного отверстия и исполнение. Эти параметры определяются внешними переменными фрагмента. Далее, в зависимости от значения диаметра, система автоматически выбирает из базы необходимые значения остальных параметров рукоятки с помощью функций **frec()** и **val()**, а значение исполнения управляет уровнями видимости линий, относящихся к соответствующему исполнению.

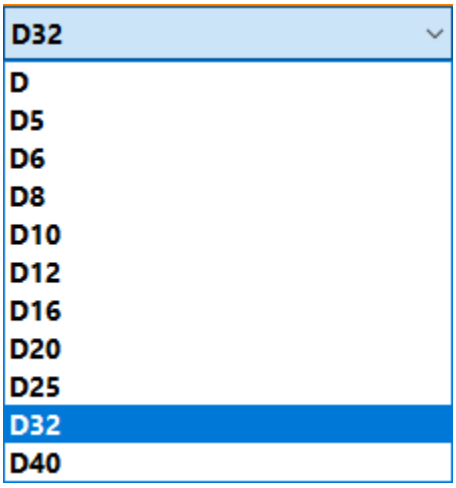
d

№	N1	N2	N3	D	H	d	d1	d2	h	h1	r	r1	r2	r3	d3d4	P	h3	d5	h4
1	0281	0282	0283	32	20	12	18	1.9	10	6	50	13	2.5	2	6	1	15	7	10
2	0284	0285	0286	40	25	14	21	2.9	12	7	60	14.5	3	2	8	1.25	18	9	12
3	0287	0288	0289	50	32	18	25	2.9	14	8	70	16	4	2.5	10	1.5	21	11	16
4	0290	0291	0291	60	40	20	32	3.9	16	10	80	21	5	3	12	1.75	25	13	20
5	0293	0294	0295	80	50	25	40	3.9	20	12	100	27	6	4	16	2	32	17	25
6	0296	0297	0298	100	60	32	48	4.9	25	14	120	30	8	5	20	2.5	40	21	30



Остальные стандартные изделия, входящие в состав кондуктора, построены по более сложному общему принципу. Ключевым параметром для всех них, так же как и для рукоятки, является тот или иной диаметр (диаметр резьбы болта и винтов, диаметр отверстий во втулках, диаметр штифта, диаметр головки опоры). Однако, в отличие от рукоятки, при одном и том же диаметре значения

ряда параметров могут отличаться в зависимости от длины или высоты изделия. Поэтому, помимо базы, используемой как источник параметров, зависящих только от диаметра, для каждого возможного значения диаметра также создана отдельная база, используемая как источник параметров, зависящих от длины/высоты. При вставке фрагмента в сборку, сначала, в зависимости от диаметра определяется имя нужной базы, а потом с помощью функций **frec()** и **val()**, в зависимости от расстояния между точками привязки (если фрагмент вставляется по точкам) или от длины/высоты, введенной вручную, (если фрагмент вставляется по вектору) из этой базы выбираются значения параметров изделия. При этом, поскольку расстояние между точками привязки может не соответствовать ни одной из стандартных длин/высот изделия, при вставке по точкам длина/высота также выбираются из базы, как ближайшее большее к расстоянию между точками.



D32

№	N	H	L	I	M
1	0293	16	42	26	0.164
2	0294	20	45	25	0.187
3	0295	25	50	25	0.218
4	0296	32	58	26	0.265
5	0297	40	65	25	0.313
6	0298	50	75	25	0.376

Переменные

?	Имя	Выражение	Зна...	Комментарий
	Группа: Внешние переменные			
	Hm	0	0	Высота головки опоры вручную
	D	10	10	Диаметр головки опоры
	$hole	"с отверстием"	с от...	Исполнение
	$tole...	"h6"	h6	Предельные отклонения высот...
	Группа: Данные для спецификации			
	Группа: Расчёт геометрических параметров			
	dX	distance("fix1","fix2")	8	Расстояние между точками при...
	HN	Hm==0?dX:Hm	8	Выбор между высотой вручную ...
	d	val(frec(D.D, D, 1),D.d)	6	Диаметр тела опоры
	$D	"D{D}"	D10	Имя базы диаметра
	c1	val(frec(D.D, D, 1),D.c1)	0.6	Высота фаски на теле
	c	val(frec(D.D, D, 1),D.c)	1	Высота фаски на головке
	d1	val(frec(D.D, D, 1),D.d1)	2	Диаметр отверстия
	l	frec($D.H, HN, 1)==0?val(Drec,$D.l):val(frec($D.H, HN, 1),$D.l)	8	Длина тела опоры по стандарту
	H	frec($D.H, HN, 1)==0?val(Drec,$D.H):val(frec($D.H, HN, 1),$D.H)	8	Высота головки
	Drec	switch($D,"D5",2,"D6",2,"D8",3,"D10",3,"D12",5,"D16",5,"D20",6,..	3	Число длин, доступных для теку...
	grind_...	val(frec(D.D, D, 1),D.grind_r2)	0.4	Радиус скругления канавки
	grind_...	val(frec(D.D, D, 1),D.grind_b1)	1	Глубина канавки
	grind_...	val(frec(D.D, D, 1),D.grind_d1)	5.6	Диаметр канавки
	grind_b	val(frec(D.D, D, 1),D.grind_b)	2.2	Длина канавки

Базы данных стандартных изделий из примера кондуктора являются внутренними и хранятся в документах каждого изделия. Это упрощает перенос и копирование файлов изделий между разными папками и разными устройствами, но не позволяет обращаться к этим базам из других фрагментов. Однако, при задании связей между разными фрагментами может быть целесообразно использование общей базы для нескольких фрагментов. В сборке кондуктора, например, от задаваемого пользователем диаметра штифтов (**Dpins**) зависит геометрия откидного болта. При этом диаметр откидного болта должен совпадать с диаметром отверстия крепления рукоятки, а диаметр и ширина проушины откидного болта влияют на геометрию чертёжных деталей. Поэтому все перечисленные параметры автоматически выбираются в сборке из внутренней базы данных, а затем передаются во фрагменты с помощью связей переменных. Того же результата можно было бы

достичь, выбирая значения отдельно в каждом фрагменте из общей внешней базы данных. При этом следует иметь в виду, что для работы с внешними базами данных некоторых форматов используются другие функции, а также учитывать наличие отдельного файла базы данных при перемещении и копировании файлов фрагментов.

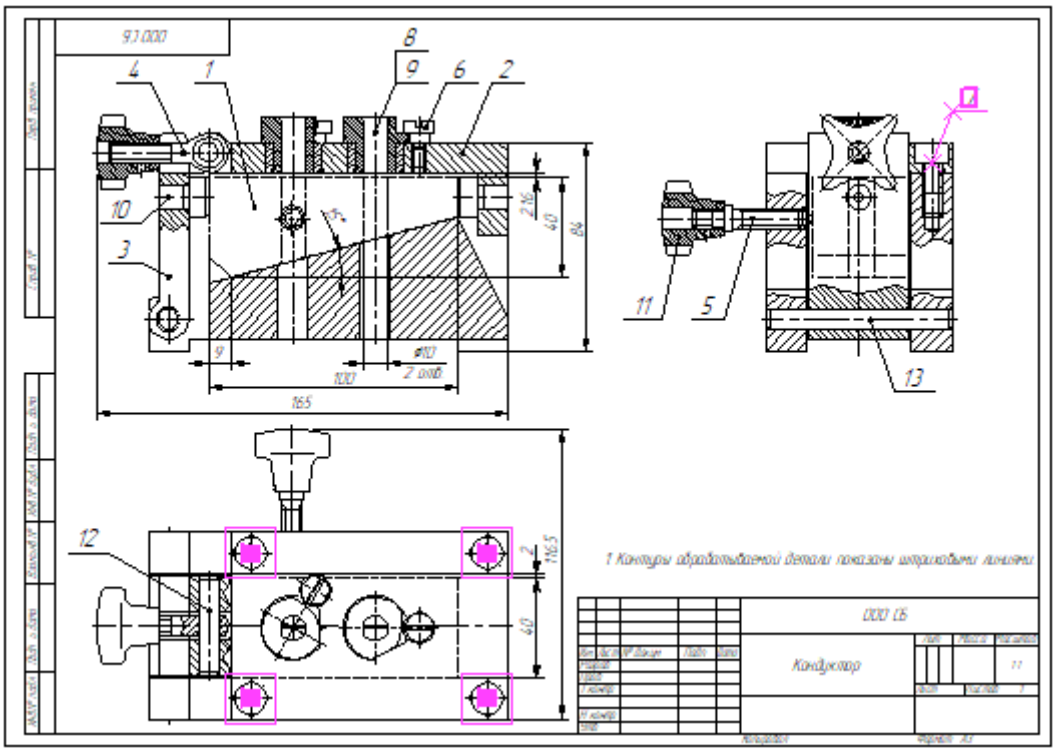
eye

№	Dpins	d4handle	beye	Deye
1	6	6	8	12
2	8	8	10	16
3	10	10	12	20

	Deye	val(frec(eye.Dpins,Dpins,1),eye.Deye)	16	Диаметр проушины
	d4handle	val(frec(eye.Dpins,Dpins,1),eye.d4handle)	8	Диаметр под рукоятку
	beye	val(frec(eye.Dpins,Dpins,1),eye.beye)	10	Ширина проушины

Элементы оформления и состав изделия

При наличии на сборочном чертеже нескольких проекций следует иметь в виду, что по умолчанию все видимые фрагменты учитываются в составе изделия сборки, т.е. один и тот же фрагмент на разных проекциях будет восприниматься системой как разные фрагменты и их количество в составе изделия не будет соответствовать конструкции изделия. Поэтому при вставке фрагментов необходимо продумать, какие из них следует включать в состав, а какие нет и установить в параметрах операции вставки фрагмента соответствующие параметры включения в состав. При наличии нескольких экземпляров одной и той же детали в сборке удобнее всего включить в СИ её фрагменты на том виде, на котором видны все экземпляры, и исключить на остальных видах. В рассматриваемом примере в сборку кондуктора входят четыре одинаковых винта крепления планки. На виде спереди они не видны, на виде слева виден только один, а на виде сверху видны все четыре, поэтому фрагменты на виде сверху включены в состав, а на виде слева - нет. Однако, номер позиции этих винтов наиболее логично показать на виде слева, т.к. именно там показано в разрезе соединение, выполняемое с их помощью. Команда **Проставить позиции** не позволяет выбирать фрагменты, не включенные в СИ. Поэтому номер позиции 7 на виде слева связан не с тем фрагментом, к которому привязана выноска, а с фрагментом на другом виде. Похожая ситуация и со ступенчатыми винтами (поз. 6).

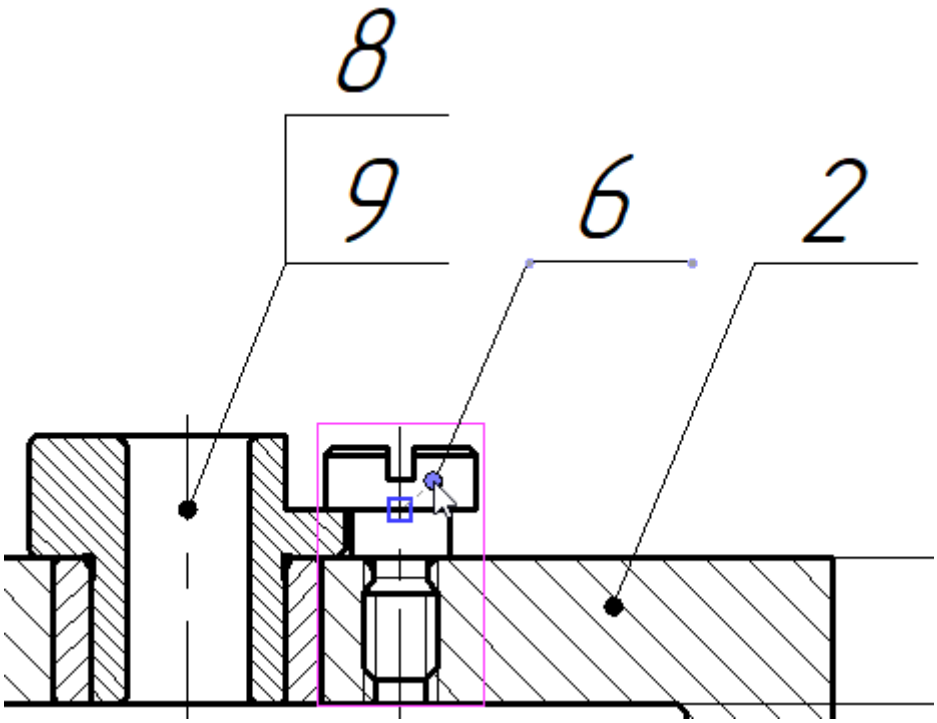


Состав изделия

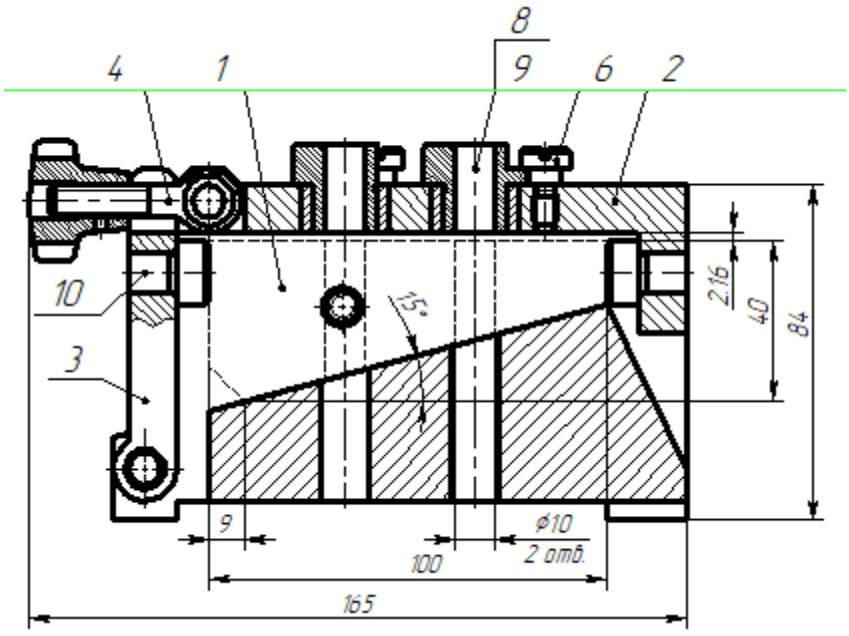
{V} Спецификация | Спецификация

Наименование	Обозначение		Формат				
Корпус	001	1	A3		1	☑	☑
Планка	002	1	A3		2	☑	☑
Прихват	003	1	A4		3	☑	☑
Стандартные изделия							
Болт 7002-0561 ГОСТ 14724-69		1			4	☑	☑
Винт 7006-0127/001 ГОСТ 12463-67		1			5	☑	☑
Винт 7006-1219 ГОСТ 9052-69		2			6	☑	☑
Винт М8-g6×22.58 ГОСТ 10342-80		4			7	☑	☑

Начальную точку стрелки номеров позиций на чертеже следует привязывать к узлам фрагмента. Иначе, при изменении геометрии сборки под надписью может оказаться не тот фрагмент, позиция которого на ней обозначена. Чтобы не создавать лишние узлы специально для надписей, можно привязаться к пересечению линий изображения фрагмента или узлу, используемому для позиционирования фрагментов, и, при необходимости, задать небольшие абсолютные смещения относительно этого узла. Например, надпись ступенчатого винта привязана к узлу привязки этого винта, но немного смещена, чтобы начальная точка не сливалась с линиями изображения.



При изменении геометрии сборки точки привязки разных надписей могут смещаться относительно друг друга, что приведёт к нарушению выравнивания полок. Чтобы выравнивание всегда сохранялось, можно привязать полки нескольких надписей к специально созданной для этого общей линии построения.



Управление 3D элементами модели

Для работы с 3D элементами используются дополнительный функционал, о котором можно прочитать далее.

Основные темы в этом разделе:

- Выбор 3D элементов
- Дерево 3D модели
- Общие параметры 3D элементов
- Преобразования 3D элементов
- Настройка имен 3D элементов

Выбор 3D элементов

Любой 3D элемент может быть выбран в окне 3D вида (с учётом фильтров), в дереве 3D модели или в окне **Элементы модели**. Элементы некоторых типов также доступны для выбора в других служебных окнах.
Выбор 3D элементов осуществляется согласно общим принципам, описанным в разделе Выбор элементов. При выборе элементов можно пользоваться объектной привязкой и всплывающими подсказками.

Для выбора некоторых элементов (например, 3D профилей и рабочих плоскостей) необходимо указывать в линию их контура. Для выбора тела необходимо, используя фильтр **Выбор операций,** указать в любую область тела. Элементы в 3D сцене могут перекрывать друг друга. Поэтому необходимо правильным образом ориентировать сцену, чтобы нужный элемент оказался на переднем плане.

В отличие от 2D окон, в 3D окнах выбор элементов рамкой и кривой по умолчанию осуществляется только правой клавишей, тогда как левая используется для вращения 3D сцены. Также для данного способа выбора в 3D окнах доступны дополнительные опции.

По умолчанию в 3D окне можно выбирать только видимые элементы, однако, при необходимости можно разрешить выбор невидимых элементов (**Параметры документа > 3D > Вид > Выбор > Выбор элементов > Все**). Следует учесть, что некоторые элементы видимы в 3D окне только с установленным в параметрах флагом **Показывать в 3D окне** (например, рабочие плоскости, сечения). В отличие от 2D элементов, 3D элементы могут быть не только скрыты, но и подавлены.

При работе со сборками, содержащими вложенные сборки, выбор тел в 3D окне выбирает фрагменты первого уровня вложенности. Для выбора фрагментов во вложенных сборках необходимо активировать на панели фильтров опцию **Выбор вложенных подсборок по телам**.

Выбор элементов при запущенной команде

Команды создания и редактирования операций и построений T-FLEX CAD требуют выбора различных существующих в 3D сцене элементов. Например, в команде Выталкивание нужно обязательно выбрать контур выталкивания, а также можно опционально выбрать вектор или точки, задающие направление, объекты, задающие границы выталкивания, точку или плоскость для задания длины и тело для автоматически создаваемой булевой операции. Выбор осуществляется после активации соответствующих опций автоменю или полей окна параметров команды, что, в свою

очередь, активирует подходящий набор фильтров типа элементов, а также фильтров типа геометрии. В остальном, элементы выбираются так же, как и в режиме ожидания команды.
При запущенных командах 3D элементы, построенные по 2D элементам, можно выбирать путем указания родительского 2D элемента. Например, если требуется использовать 3D узел, построенный по двум проекциям, в качестве начала координат создаваемой ЛСК, достаточно указать один из родительских 2D узлов, в результате чего дочерний 3D узел будет выбран.

> В отличие от режима ожидания, при запущенной команде нельзя вызвать контекстное меню элемента нажатием на нём в 3D окне. Вместо вызова контекстного меню это приведет к отмене последнего действия. Вызов контекстного меню в дереве модели и окне элементов модели всё ещё доступен.

В ряде команд также доступна опция переключения выбора на другой ближайший элемент.

Основные темы в этом разделе:

- Фильтры типа 3D элементов
- Фильтры типа 3D геометрии
- Выбор операций по созданным граням/рёбрам/вершинам
- Выбрать другой ближайший элемент в 3D сцене

См. также:

- Выбор элементов
- Объектные привязки
- Подсказки по выбору элементов
- Выбор 2D элементов

Фильтры типа 3D элементов

При выборе элементов в 3D сцене выбираются только те элементы, которые соответствуют активным фильтрам типа элемента. Фильтры отображаются на панели фильтров, либо на системной панели. Активные фильтры подсвечены синим цветом. Для активации/деактивации фильтра нажмите на его иконке или используйте соответствующее ему сочетание клавиш. В режиме ожидания команды доступны следующие фильтры:

	<Ctrl>+<Alt>+<W>	Выбор рабочих плоскостей и поверхностей
	<Ctrl>+<Alt>+<Z>	Выбор 3D узлов
	<Ctrl>+<Alt>+<L>	Выбор ЛСК
	<Ctrl>+<Alt>+<R>	Выбор профилей/путей
	<Ctrl>+<Alt>+<X>	Выбор операций
	<Ctrl>+<Alt>+<Q>	Выбор граней
	<Ctrl>+<Alt>+<E>	Выбор рёбер
	<Ctrl>+<Alt>+<K>	Выбор циклов
	<Ctrl>+<Alt>+<V>	Выбор вершин
	<Ctrl>+<Alt>+<M>	Выбор других элементов
	<Ctrl>+<Alt>+<J>	Выбор операций по созданным граням
	<Ctrl>+<Alt>+<U>	Выбор вложенных подсборок по телам

Если включены все фильтры, обычно при наведении курсора на тело в первую очередь предлагаются геометрические элементы (грани, ребра, вершины).
При запущенных командах 3D моделирования набор доступных фильтров меняется в зависимости от активных полей в окне параметров команды и активных опций автоменю. В этом случае часть фильтров, перечисленных выше может быть недоступна, но могут быть доступны дополнительные опции, такие как:

		Рабочая поверхность
		Выбрать массив
		Выбор 3D фрагментов
	<Ctrl>+<Alt>+<R>	Выбор профилей (в отличие от похожей опции, указанной выше, данная опция не включает выбор 3D путей)
	<Ctrl>+<Alt>+<H>	Выбор 3D путей
	<Ctrl>+<Alt>+<S>	Выбор 3D сечений

Кроме фильтров выбора 3D элементов, перечисленных выше, могут также отображаться фильтры выбора 2D элементов, если команда поддерживает создание 3D элементов на основе 2D (например, в команде 3D профиль по 2D элементам).

См. также:

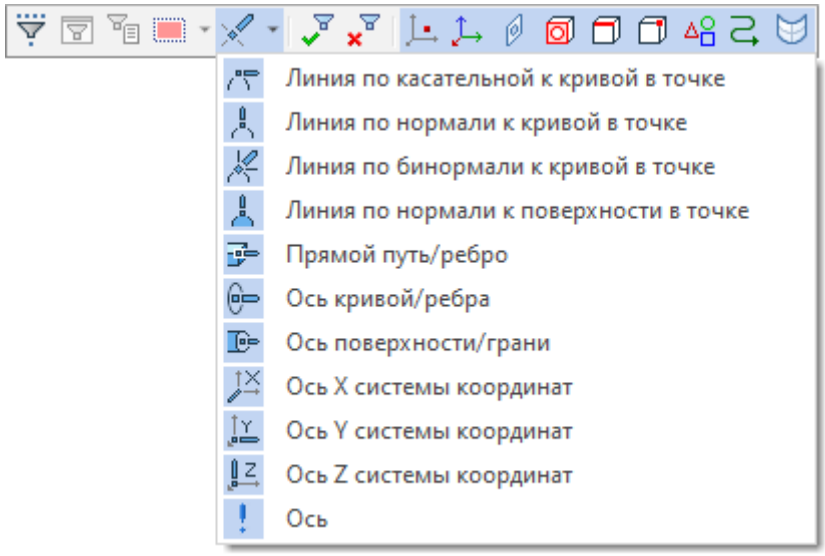
- Панель фильтров
- Фильтры типа элементов
- Фильтры типа 2D элементов
- Фильтры типа 3D геометрии
- Выбор операций по созданным граням/рёбрам/вершинам

Фильтры типа 3D геометрии

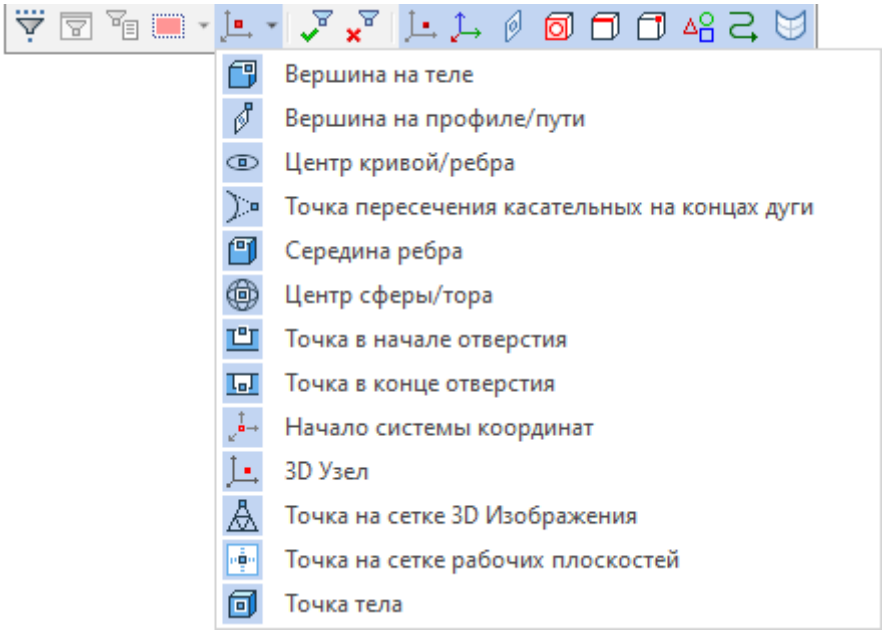
Создание большинства операций связано с выбором уже существующих элементов определённого типа (точек, плоскостей, поверхностей и т.п.) и заданием направлений (векторов), условий касания и т.п.
При активации соответствующего поля в окне параметров команды или опции автоменю, на панели фильтров или на системной панели кроме **фильтров типа элементов** отображаются **фильтры типа геометрии (расширенные фильтры)**, благодаря которым система может однозначно определить требуемый элемент.

Для каждого геометрического типа есть свой список настройки выбора. Настройка выбора геометрических типов становится доступной автоматически и с актуальным набором геометрических типов. Например, в команде **Вращение** на этапе выбора оси вращения автоматически появится геометрический тип **Ось** со своим списком возможных способов задания оси.

Для раскрытия списка способов задания геометрического типа нужно нажать на треугольник рядом с пиктограммой геометрического типа.



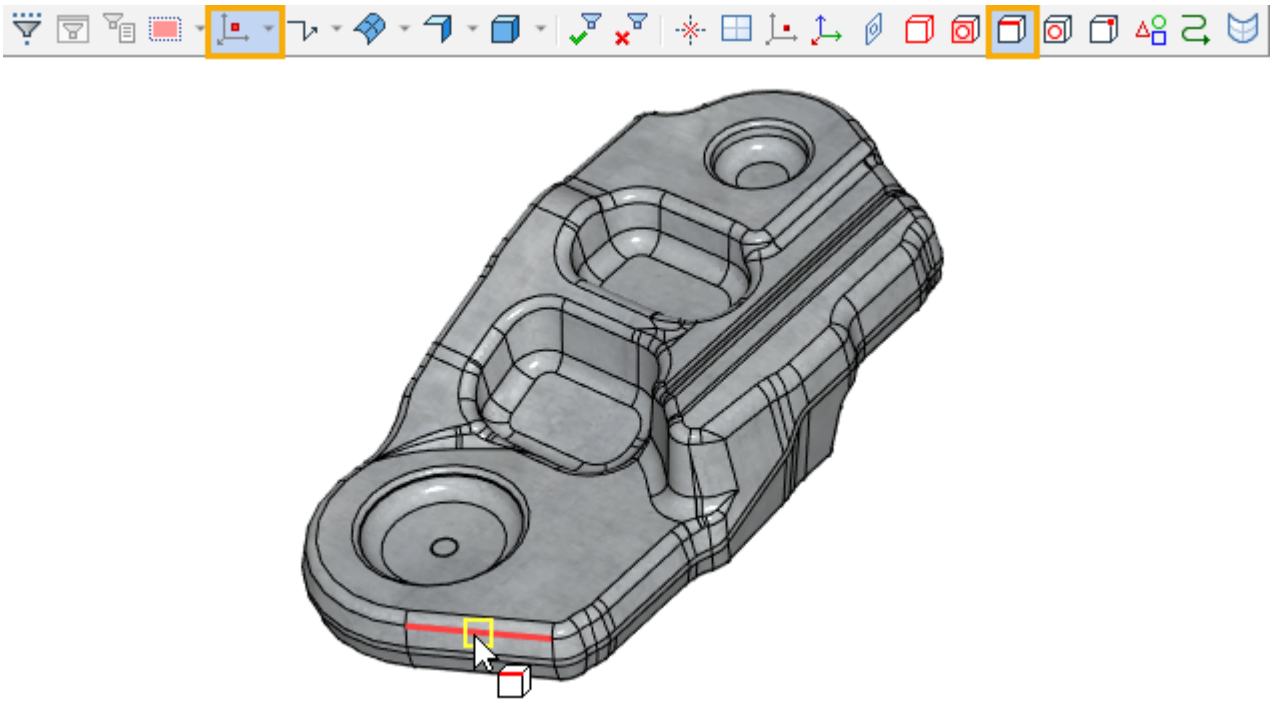
А при задании диапазона вращения в этой же операции будет доступен геометрический тип **Точка** со своим списком возможных способов задания точек.



В некоторых случаях могут быть доступны сразу несколько геометрических типов одновременно. Например, при создании **3D узла в координатах** доступны геометрические типы **Точка**, **Проволочное тело**, **Геометрическая поверхность**, **Поверхность** и **Тело**, каждый со своим списком способов задания.

По умолчанию активны все фильтры геометрических типов, подходящие под текущий контекст, со всеми способами задания. Если необходимо ограничить возможный выбор, можно отключить весь тип целиком или отдельные способы задания, нажав на пиктограмме геометрического типа (включает/выключает весь тип со всеми способами) или на пиктограмме отдельного способа задания.

Например, при необходимости указать точку на середине ребра мы можем в фильтре типа элементов выбрать выделение только **рёбер**, а списке способов задания геометрического типа **Точка** указать **Середина ребра**.

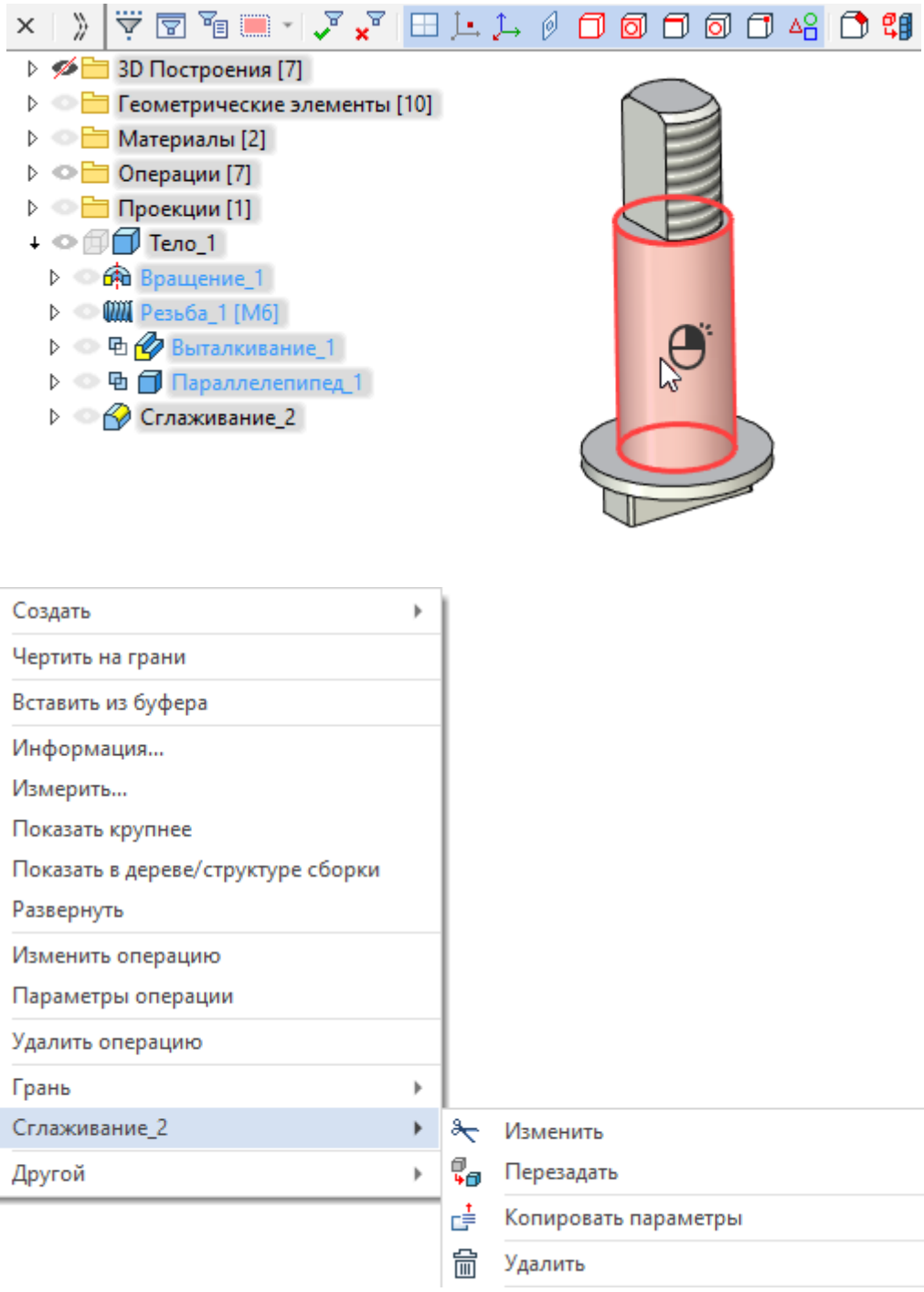


См. также:

- Фильтры типа 3D элементов

Выбор операций по созданным граням/рёбрам/вершинам

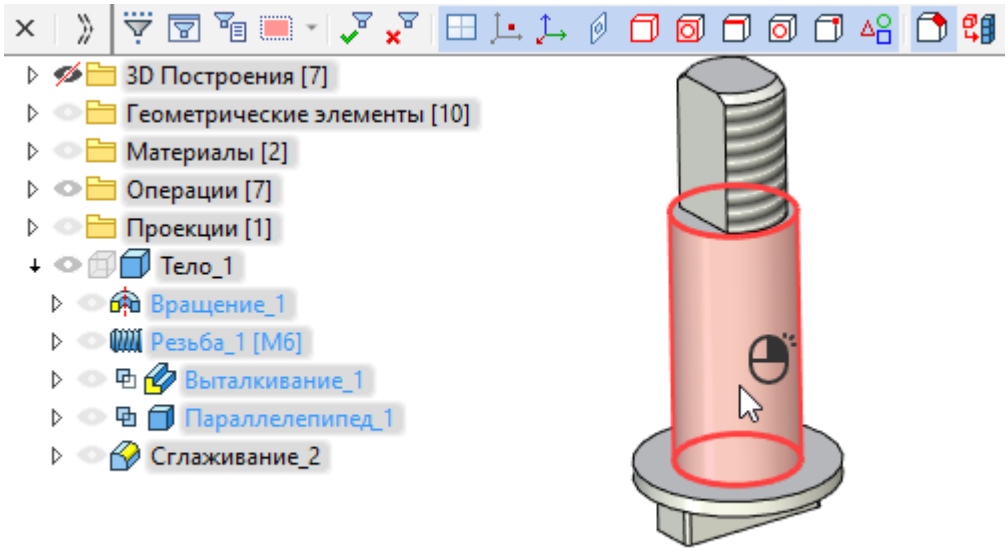
По умолчанию в контекстном меню каждого геометрического элемента (грани, ребра, вершины, цикла) имеется выпадающее подменю для *последней* операции в дереве модели тела. Название строки в контекстном меню соответствует имени последней операции тела, для которого сформировано подменю. Так, например, на рисунке показано, что при вызове контекстного меню для грани, образованной операцией **Вращение_1**, в контекстном меню значится название последней операции в дереве модели тела – **Сглаживание_2**.

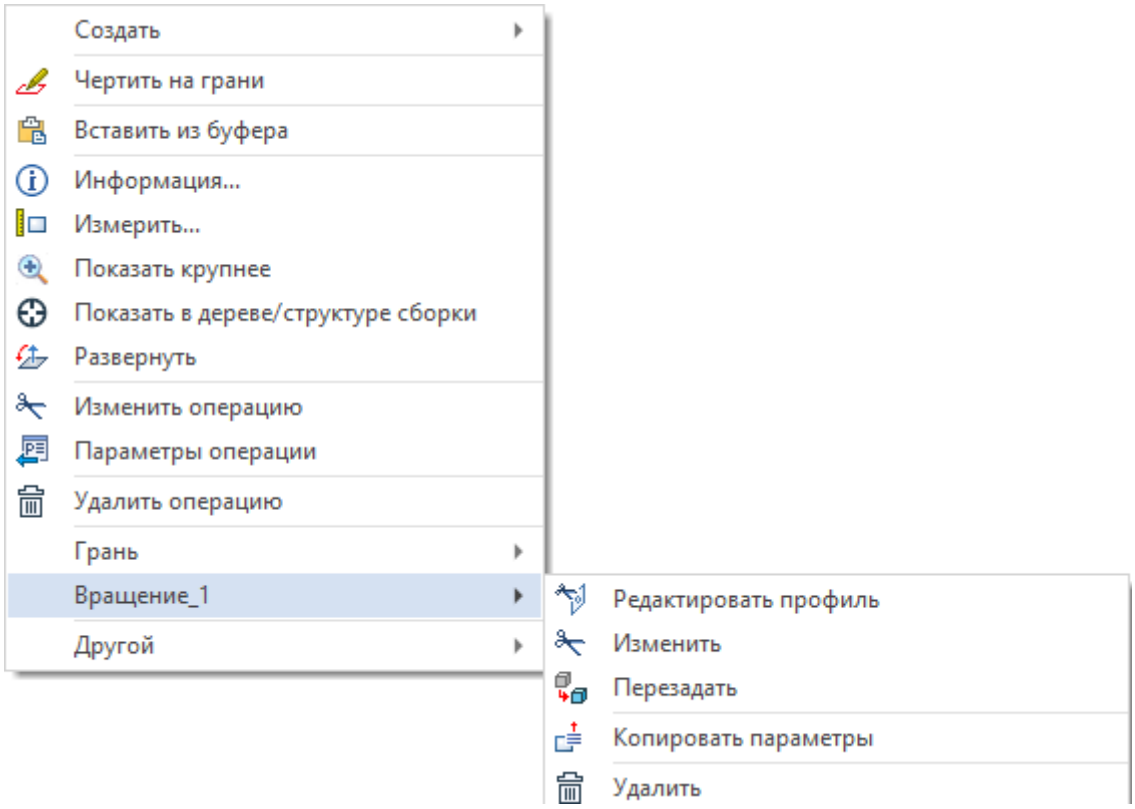


Выпадающее подменю операции, вызываемое из контекстного меню геометрического элемента, полностью повторяет контекстное меню, вызываемое непосредственно на самой операции.

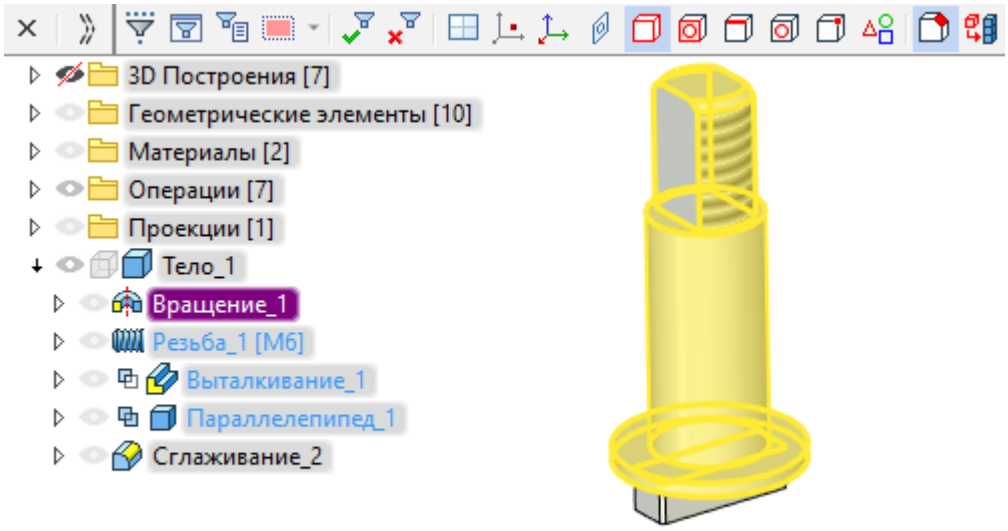
В наборе фильтров на панели фильтров или системной панели есть опция **<Ctrl>+<Alt>+<J> Выбор операций по созданным граням**, которая позволяет по геометрическим элементам выбирать более ранние операции в истории модели. Если включить эту опцию, то в контекстных меню геометрических элементов будут появляться имена тех операций, которые непосредственно создали выбранный топологический элемент.

Сделаем данную опцию активной и ещё раз вызовем контекстное меню для цилиндрической грани. Из рисунка видно, что при активной опции , в контекстном меню значится уже не имя последней операции в дереве модели тела (**Сглаживание_2**), а имя операции образовавшей эту грань, т.е. - **Вращение_1**.

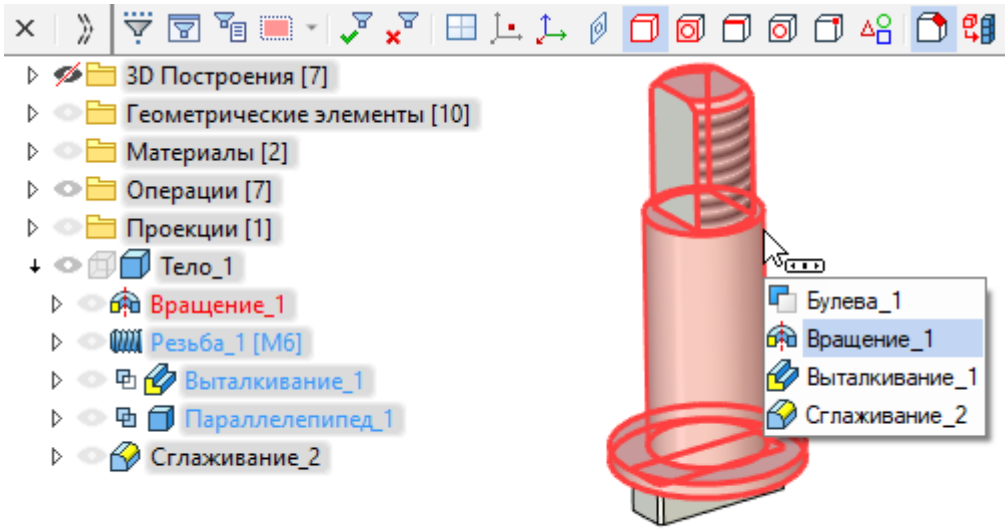




Чтобы выбрать непосредственно саму операцию указанием в 3D сцене на образованный ею геометрический элемент, можно использовать опцию **<Ctrl>+<Alt>+<J> Выбор операций по созданным граням** совместно с фильтром **<Ctrl>+<Alt>+<X> Выбор операций**.



Если для данного элемента система находит несколько операций, у курсора появится список вариантов выбора.



См. также:

- Фильтры типа 3D элементов

Выбрать другой ближайший элемент в 3D сцене

В автоменю различных команд создания и редактирования 3D элементов может быть доступной следующая опция:

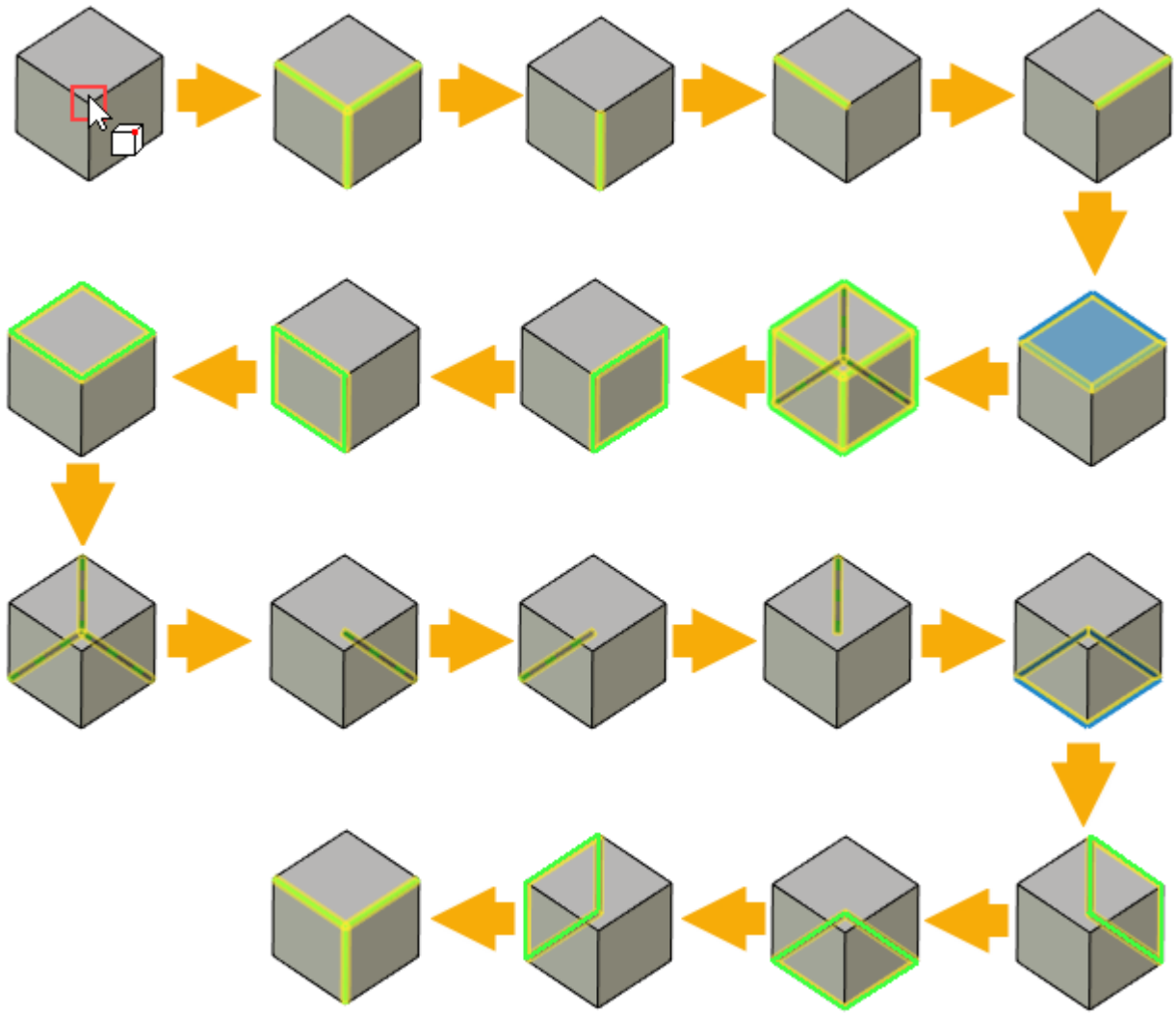
<I> Выбрать другой ближайший элемент

Её можно активировать после выбора элемента для редактирования или для создания нового элемента на основе выбранного. Активируя данную опцию, можно последовательно переключать выбор между элементами того же типа, что и изначально выбранный элемент. Если первый 3D элемент был выбран по родительскому 2D элементу, то при использовании данной опции будут поочередно выбираться все 3D элементы того же типа, созданные на основе 2D элементов. Если

первый элемент был выбран в 3D окне, то будут последовательно выбираться элементы того же типа, попавшие в луч поиска. Луч поиска направлен перпендикулярно плоскости экрана и проходит через точку, в которой расположен курсор в момент выбора. Выбираться будут только те элементы, которые находятся в непосредственной близости к месту указания курсором.

Пример последовательного переключения выбора

с помощью данной опции в команде **Сглаживание рёбер**:



Изначально при нажатии на вершине выбираются все рёбра, сходящиеся в этой вершине. Далее последовательно активируя опцию выбора другого ближайшего элемента можно переключиться на:

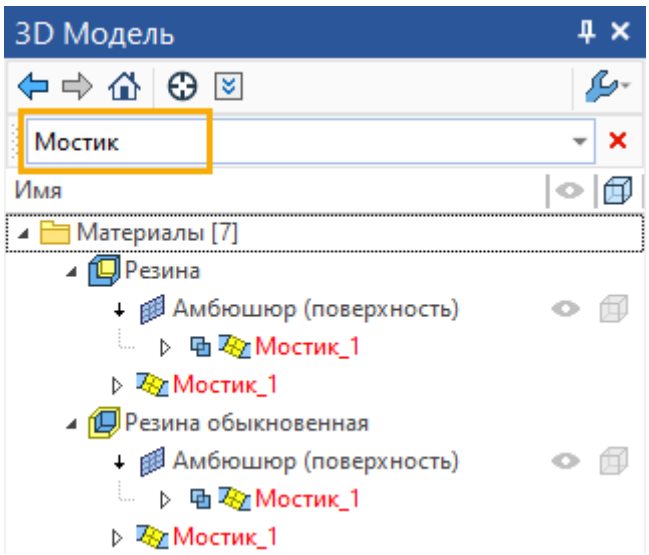
- отдельно каждое из первоначально выбранных рёбер;
- грань, находившуюся в момент выбора под курсором с видимой стороны тела;
- все рёбра тела;
- отдельно каждый из циклов, в которые входят первоначально выбранные рёбра;
- рёбра, сходящиеся в вершине, находившейся в момент выбора под курсором с обратной стороны тела;
- отдельно каждое из рёбер, указанных в предыдущем пункте;
- грань, находившуюся в момент выбора под курсором с обратной стороны тела;
- отдельно каждый из циклов, в которые входят рёбра, сходящиеся в вершине, находившейся в момент выбора под курсором с обратной стороны тела.

Дерево 3D Модели

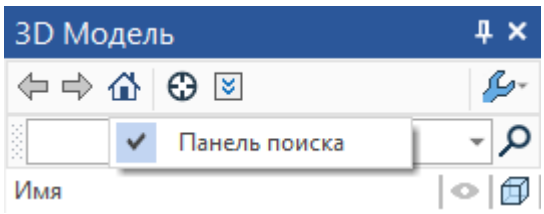
Для открытия окна дерева 3D модели необходимо использовать команду:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Окна > 3D Модель Вид > Окно > Окна > 3D Модель > Окна > 3D Модель
Клавиатура	Текстовое меню
<Alt>+<3>	Настройка > Окна > 3D Модель

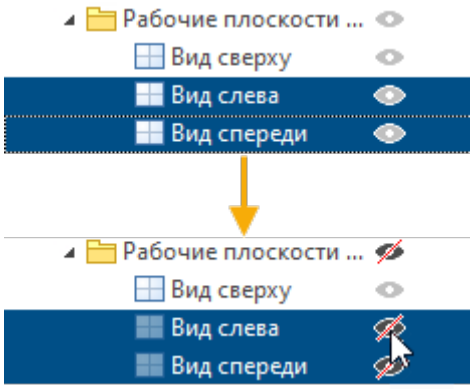
Окно с заголовком **3D Модель** появляется в левой части экрана. Это служебное окно отражает дерево 3D модели.
Панель поиска позволяет находить элементы в дереве 3D модели по их имени или части имени. После завершения поиска в дереве остаются только элементы с подходящими именами.



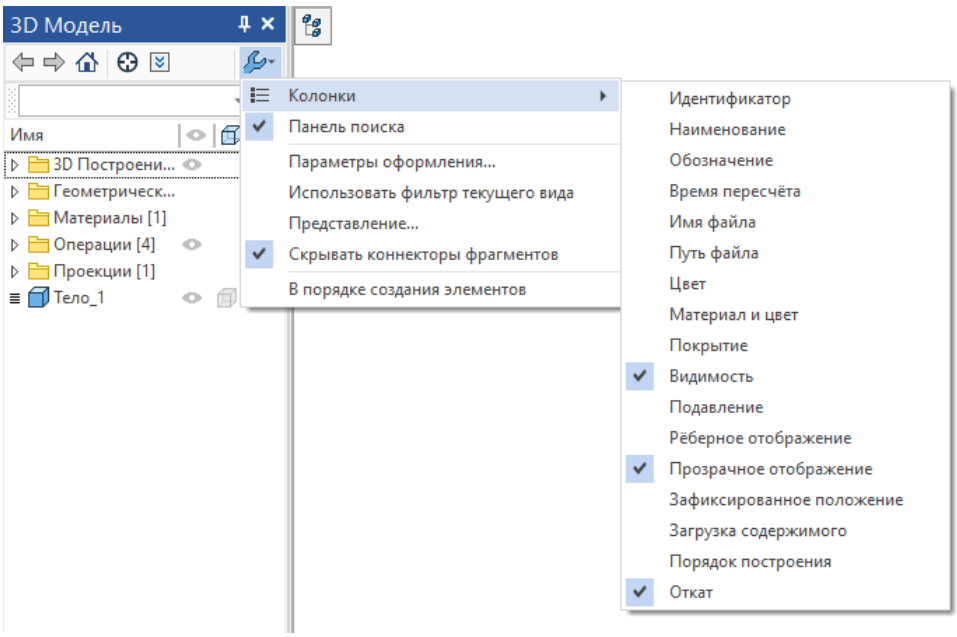
Панель поиска можно перемещать или скрыть.



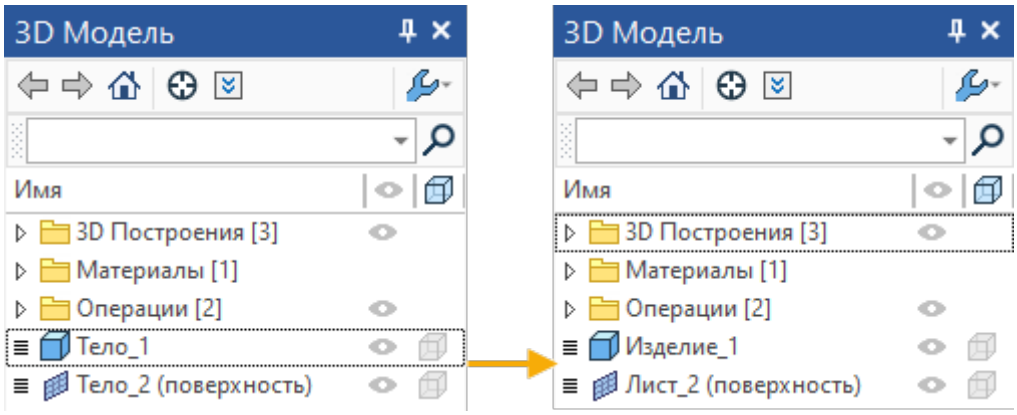
Колонки позволяют быстро изменять параметры элементов и получать информацию. Параметры можно изменять сразу для нескольких выбранных элементов.
Например, чтобы скрыть несколько рабочих плоскостей, можно выбрать рабочие плоскости в дереве модели и нажать на пиктограмму в колонке **Видимость**.



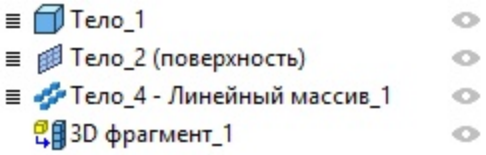
Если изменение какого-либо параметра для элемента дерева недоступно, пиктограмма в колонке не появляется. Для включения отображения колонок в дереве используется выпадающий список:



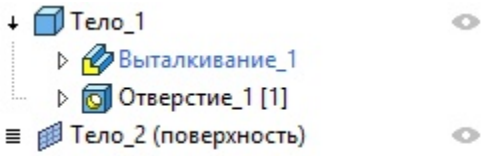
В корне дерева модели размещаются Тела. В зависимости от типа геометрии Тела (твёрдое тело или тело-поверхность), для него в дереве модели отображается соответствующая иконка. Каждому Телу модели присваивается уникальное имя, по умолчанию состоящее из слова «Тело» и номера, например, «Тело_1». При желании любому Телу можно назначить произвольное персональное имя в параметрах этого Тела.



Операции создания 3D фрагментов, Деталей и 3D массивов могут отображаться на верхнем уровне структуры модели наравне с Телами.

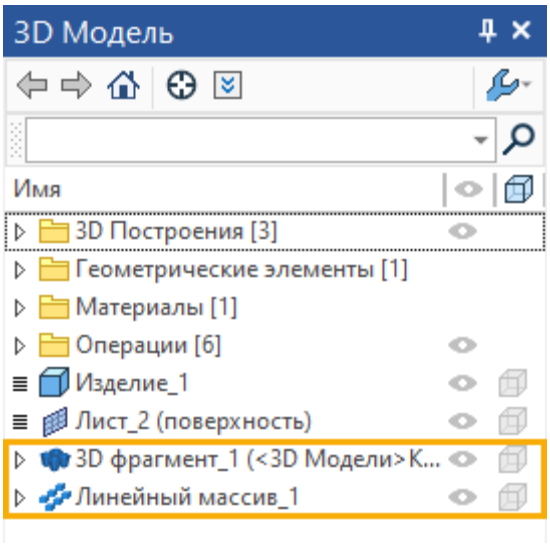


Слева от имени Тела стоит знак ≣. С его помощью можно просмотреть историю создания данного тела. Для этого необходимо указать курсором на знак ≣ и нажать .

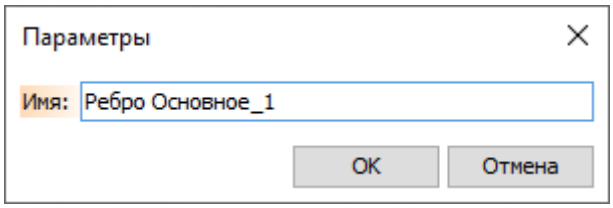


При открытии ветки дерева модели с историей Тела знак изменится на ↓. История Тела состоит из последовательности операций, его образующих, отображаемой в виде списка. Формирование

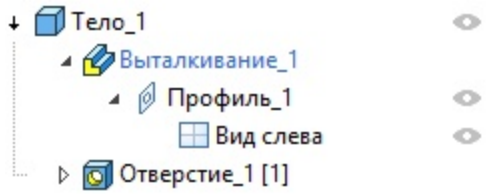
списка начинается сверху вниз в порядке создания или использования операций. Для закрытия истории Тела нужно указать курсором на знак ↓ и нажать .
Операции создания 3D фрагментов и 3D массивов могут отображаться на верхнем уровне структуры модели наравне с Телами.



Каждый элемент модели, указанный в истории Тела, также имеет уникальное имя. По умолчанию имя состоит из названия типа элемента и номера, например, «Выталкивание_6». При желании элементу, как и Телу, можно назначить произвольное персональное имя.
Именованные элементы можно в дальнейшем использовать для выполнения измерения, поиска исходных элементов при создании операций по имени (например, операции **Сглаживание**). Для таких элементов доступна возможность получить информацию о зависимостях в диалоге **Информация**, для них доступна функция **Удалить** с удалением зависимых объектов. Именованные элементы, при последующем создании на их основе новых операций, сохраняют свои имена. В случае если именованный геометрический элемент находится на видимом теле, он помечается в 3D окне при его выборе в дереве модели.
При желании можно задать или изменить имя геометрического элемента с помощью команды контекстного меню **Параметры**. К геометрическим элементам относятся вершины, рёбра, циклы, грани.

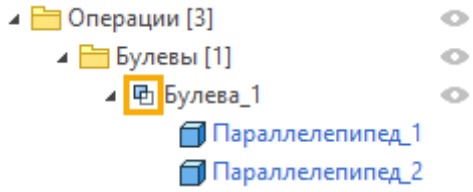


Слева от имени элемента может стоять следующий знак ▷. Это означает, что данный элемент создан на основе других элементов. Чтобы развернуть данную ветвь дерева модели и просмотреть родителей элемента, необходимо указать курсором на знак ▷ и нажать . При этом знак изменится на ◢. Если слева от имени элемента не стоит никакого знака, это означает, что данный элемент – последний на этой ветви дерева 3D модели.

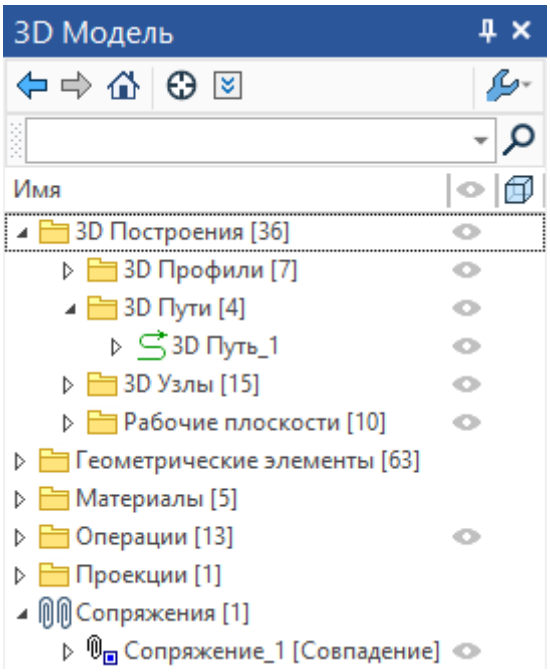


Если для операции может быть построена история её создания, то вместо её родителей показывается история. При этом рядом с именем операции вместо значка ▷ ставится ≣. История операции показывается так же, как и история Тела.

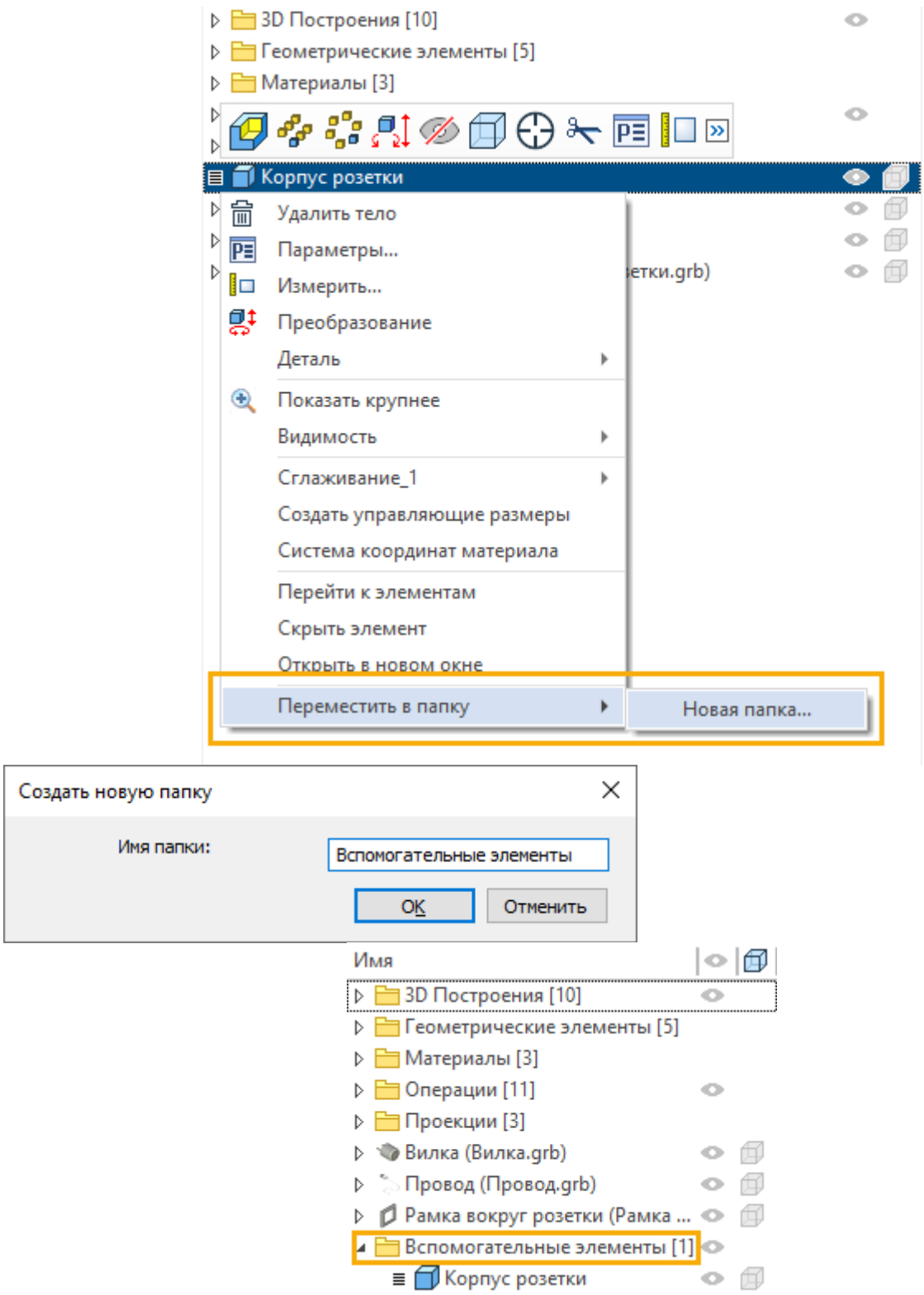
Особым образом в истории отображаются булевы операции. Обозначение типа (сложение, вычитание или пересечение) рисуется слева от значка булевой операции, а в дереве модели сначала отображается первый операнд, а затем второй. На рисунке показана история операции Булева_1: из тела Параллелепипед_1 вычтено тело Параллелепипед_2.



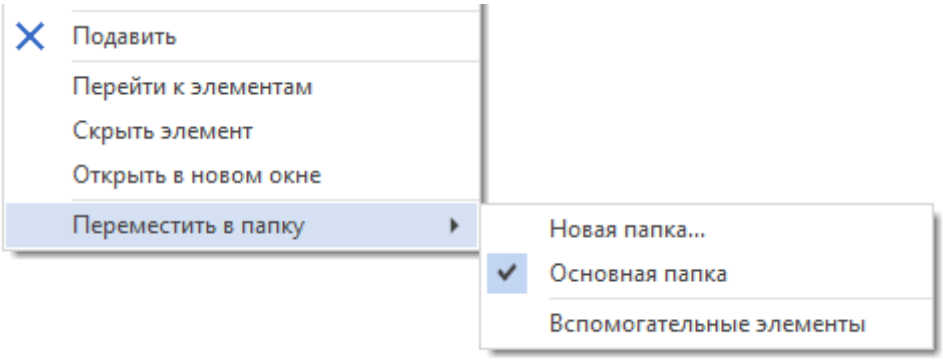
Помимо списка Тел, в корне дерева модели также присутствуют специальные ветви дерева (папки), в которых перечислены все 3D элементы, созданные в текущей модели. Все операции помещаются в ветвь **Операции**. 3D элементы оформления (3D размеры, 3D надписи и т.п.) помещаются в ветвь **3D элементы оформления**. В ветки **Сопряжения** указываются все сопряжения, созданные в данной модели. Все элементы разложены в папки по типам: 3D Узлы, Рабочие плоскости, 3D профили и т.д., внутри папок элементы сортируются по алфавиту. Рядом с названием папки в квадратных скобках стоит число, означающее количество элементов данного типа, содержащихся в модели. Раскрывая ветви дерева модели, можно получить доступ к любому элементу 3D модели.



Отдельные ветки-папки можно создавать и для группировки Тел (а также 3D фрагментов и 3D массивов). Для этого в контекстном меню Тела, которое желательно поместить в отдельную папку, надо вызвать команду **Переместить в папку > Новая папка...**. На экране появится окно для задания имени создаваемой папки. После задания имени и нажатия **OK** в дереве 3D модели появляется папка с заданным именем, и выбранное Тело помещается в эту папку.

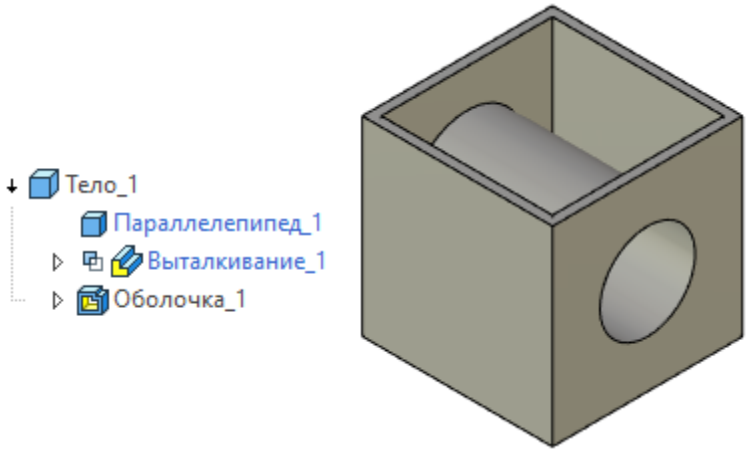


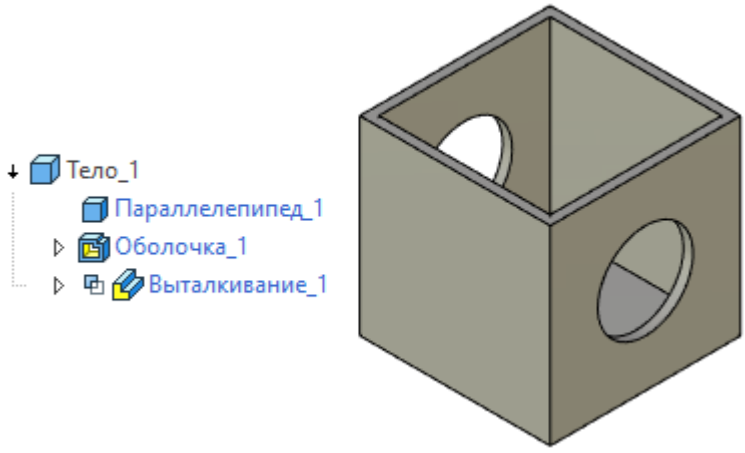
Если в дереве 3D модели уже создана хотя бы одна папка для Тел, то в контекстном меню для каждого тела в подменю **Переместить в папку** будет также приведён список существующих папок Тел. Та папка, в которой находится текущее тело, будет помечена. Для перемещения Тела в одну из уже существующих папок достаточно выбрать эту папку в списке.



Перемещать Тела из корня дерева модели в папки и обратно можно также, просто перетаскивая Тела при нажатой . При помощи дерева модели иногда очень удобно осуществлять выбор объектов при работе во многих командах, например, когда выбор этого элемента в 3D окне по каким-либо причинам затруднён.

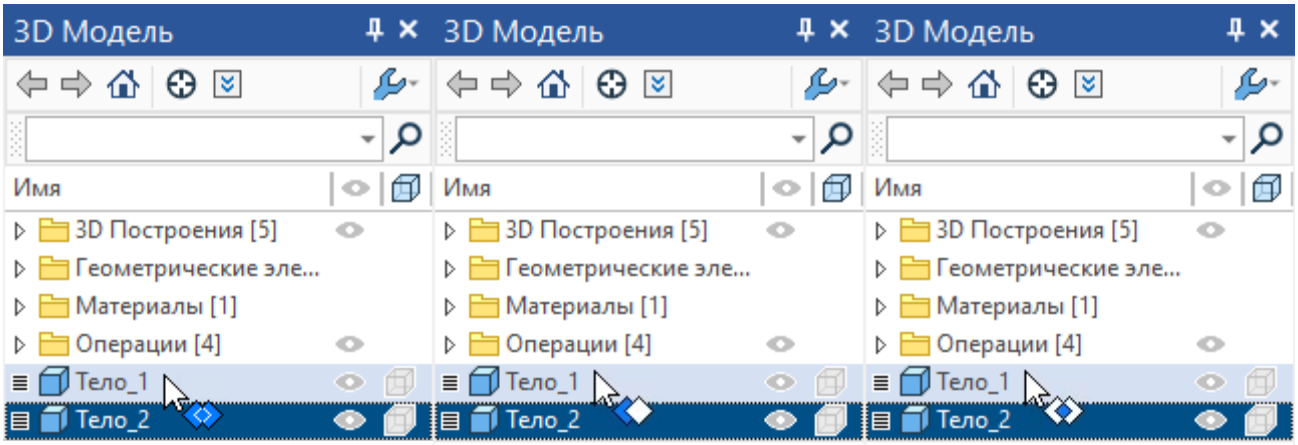
В некоторых случаях операции можно перемещать по дереву модели, меняя тем самым структуру самой модели. Подведите курсор к тому элементу, который нужно перенести по дереву модели, нажмите и, удерживая кнопку нажатой, перетащите выбранный элемент на новое место. На приведённых ниже рисунках демонстрируется пример переноса операции по дереву модели. Здесь операция Оболочка_1 сначала находилась после операции вычитания (Булева). Затем булева операция была перенесена вместе с операндом Выталкивание_1 (цилиндр) и вставлена после операции создания оболочки.





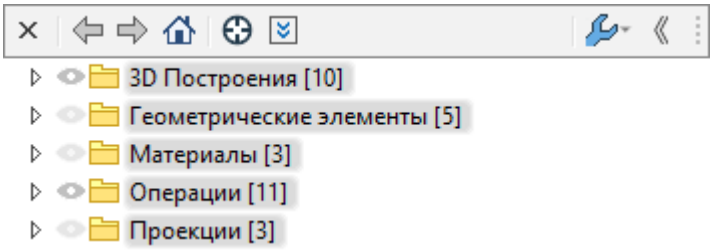
При помощи дерева модели можно быстро создавать булевы операции всех типов. Если выбрать Тело и перетащить его на другое Тело, рядом с курсором появляется знак булевой операции

сложение. При одновременном нажатии клавиш <**Ctrl**> или <**Shift**> тип булевой операции меняется на вычитание или пересечение.



Отображение дерева модели в 3D окне

Отображение окна **3D Модель** доступно также в 3D окнах. Для этого необходимо нажать иконку в левом верхнем углу 3D окна.

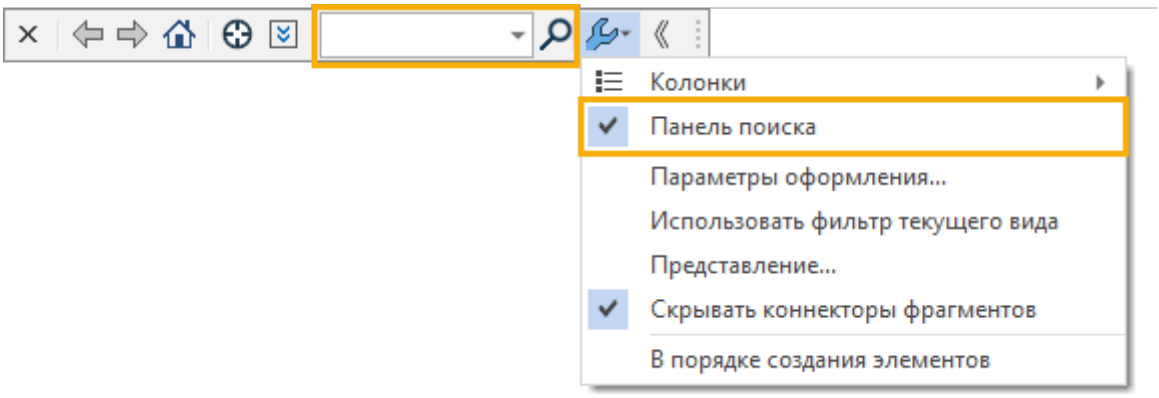


При работе с 3D моделью дерево модели в 3D окне автоматически раскрывается, если окно 3D Модель становится в какой-то момент недоступным. Это происходит, например, при входе в команды создания или редактирования **3D элементов**. Если раскрытие дерева при активации команд не требуется, достаточно закрыть его один раз с помощью , и система запомнит это состояние.

У дерева модели в 3D окне есть инструментальная панель, аналогичная панели в окне **3D Модель**. Единственное отличие заключается в количестве отображаемых колонок. Скрыть эту панель можно нажатием на специальную кнопку.

Дерево можно расширить или сузить. Для этого необходимо поместить курсор на правый край инструментальной панели и переместить его, зажав левую кнопку мыши.

При желании можно включить панель поиска дерева модели в 3D окне:



Основные темы в этом разделе:

- Контекстное меню элементов дерева модели
- Параметры дерева модели
- Откат 3D модели

Контекстные меню элементов дерева 3D модели

Нажатием по выбранному элементу дерева модели, можно вызвать контекстное меню. Контекстное меню состоит из стандартных команд для работы с элементом (**Изменить**, **Копировать/Вставить**, **Параметры** и т.д.) и окном **3D Модель**.

> Контекстные меню могут различаться в зависимости от выбранного в окне 3D Модель элемента.

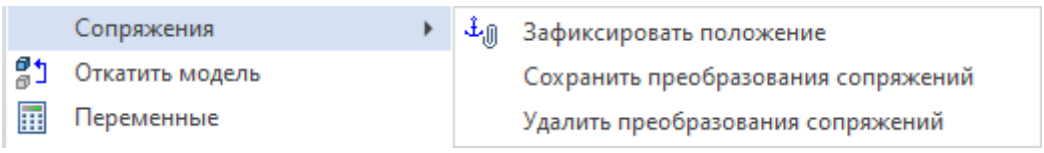
Помимо обычных команд для работы с выбранным элементом, контекстное меню содержит несколько дополнительных команд для работы с конкретными Телами, операциями и деревом модели в целом.

Удалить тело (для Тел) – команда позволяет удалить все операции, входящие в историю создания данного Тела. Дополнительно могут быть удалены все родительские 3D элементы построения данного Тела или только те родительские элементы, которые не использовались при создании других Тел.

Удалить (для операций и вспомогательных 3D элементов) – команда удаляет выбранную операцию или 3D элемент построения.

> Подробную информацию об удалении тел и других элементов можно найти в разделе Удаление элементов.

Деталь. Команда позволяет выгрузить тело или фрагмент из сборки в отдельный файл.



Сопряжения:

- **Зафиксировать положение**. Фиксирует положение выбранного тела в пространстве, так что добавляемые в последующем сопряжения не влияют на положение тела.

> Подробнее см. главу Создание сопряжений.

- **Сохранить преобразования сопряжений**. Преобразует несохранённые преобразования сопряжений выбранного тела в сохранённые.

Подробнее см. главу Преобразования сопряжений.

- **Удалить преобразования сопряжений**. Удаляет все сохранённые преобразования сопряжений выбранного тела, возвращая его в исходное положение.

Подробнее см. главу Преобразования сопряжений.

Откатить модель. Опция позволяет откатить трёхмерную модель на уровень определённой операции.

Подробную информацию об откате моделей можно найти в главе Откат 3D модели.

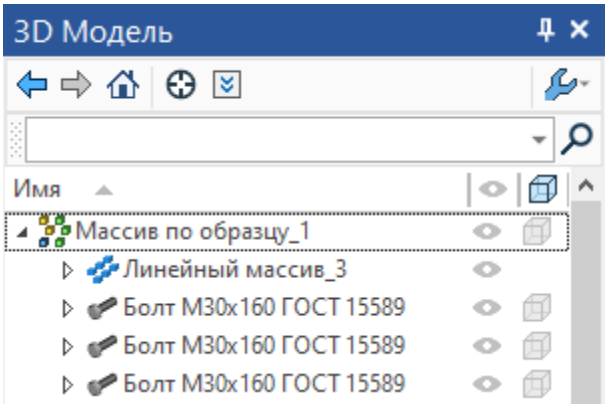
Сохранять геометрию при пересчёте. Опция позволяет сохранить промежуточную геометрию для операции, тем самым ускоряя переход к её редактированию.

Подробную информацию об этой опции можно найти в главе Приёмы редактирования.

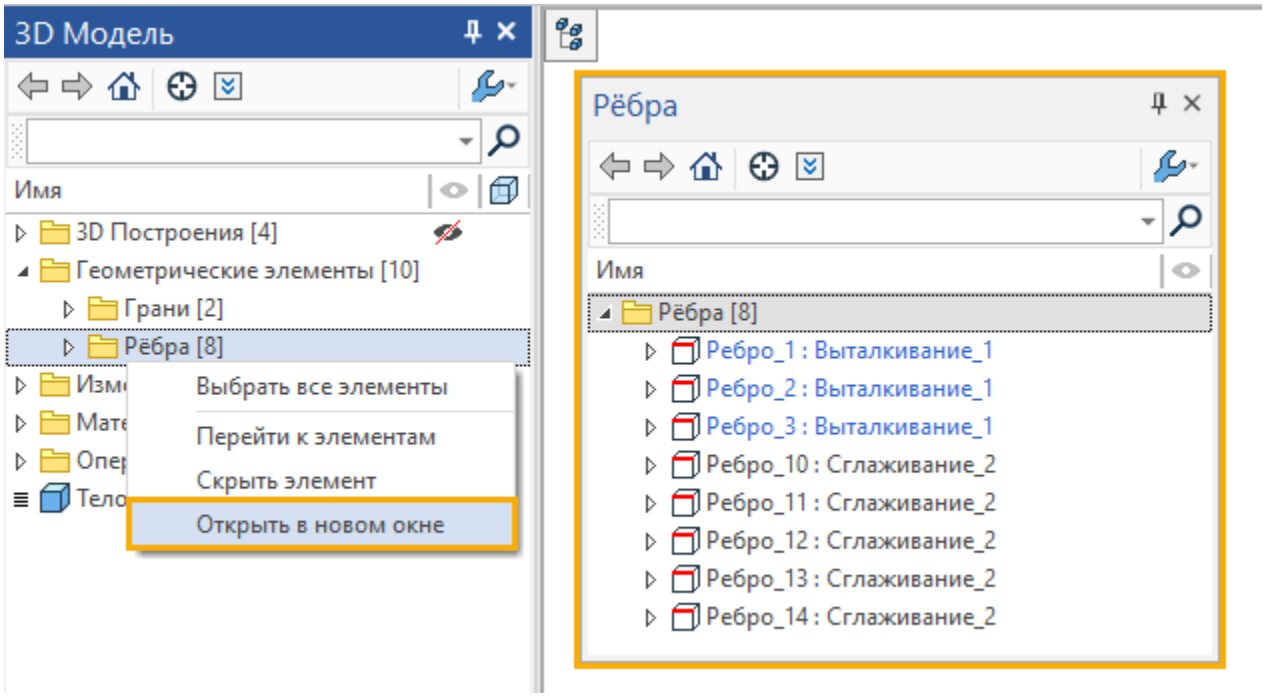
При помощи дерева модели иногда очень удобно осуществлять выбор объектов при работе во многих командах, например, когда выбор этого элемента в 3D окне по каким-либо причинам затруднён.
Группа команд **Видимость** объединяет команды для управления видимостью элементов.

Подробную информацию об этих командах можно найти в главе Команды контекстного меню для управления видимостью 3D элементов.

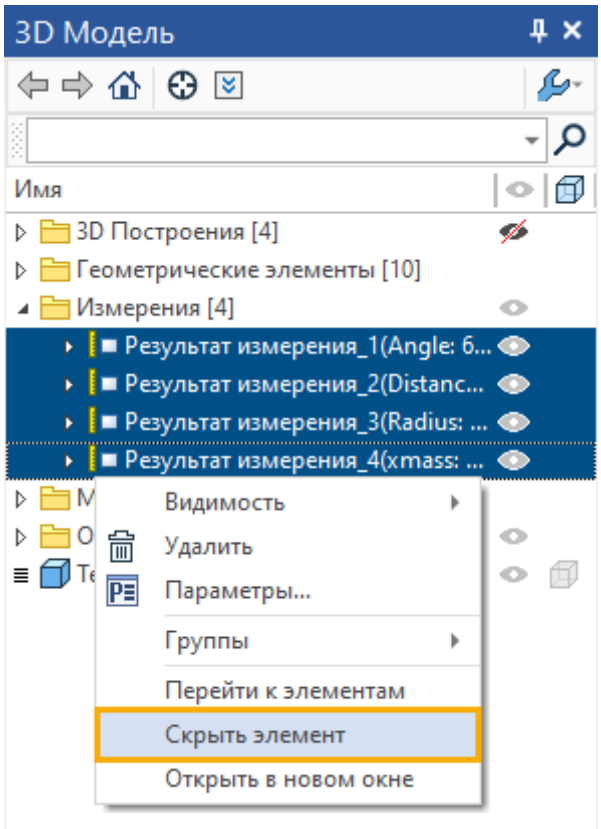
Подавить (для операций) – при включении данной опции выбранная операция исключается из процесса регенерации. Таким образом можно временно удалять элементы 3D модели. Снова выбрать подавленную операцию можно в окне **3D модель** или воспользовавшись командой поиска элемента.
При использовании команды **Перейти к элементам** в дереве будут отображены только выбранные элементы. Для возврата к обычному режиму используются опции переключения состояния: , , .



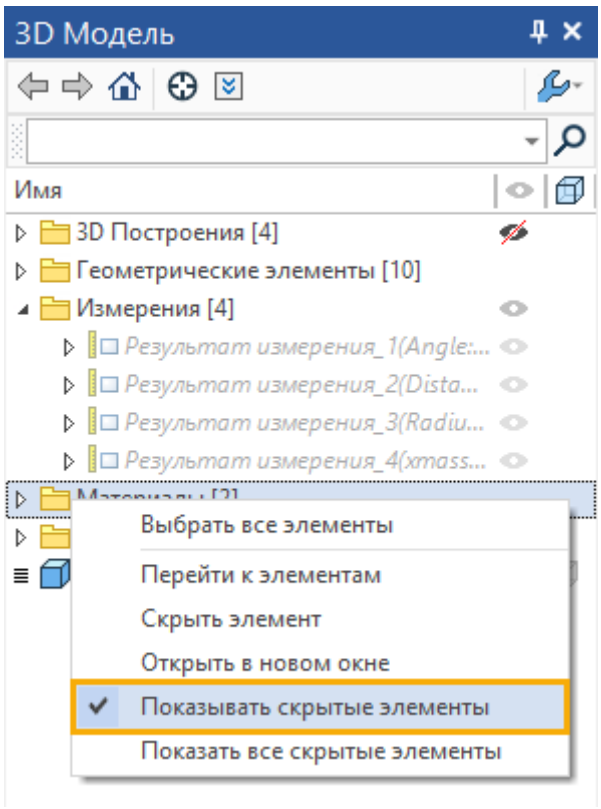
Команда **Открыть в новом окне** позволяет выносить любые элементы 3D модели в отдельное окно. Это окно можно перемещать по экрану. Оно сохраняет всю функциональность окна **3D Модель**. Это окно позволяет избавиться от необходимости каждый раз перемещать курсор через весь экран, чтобы выбрать элемент дерева модели.



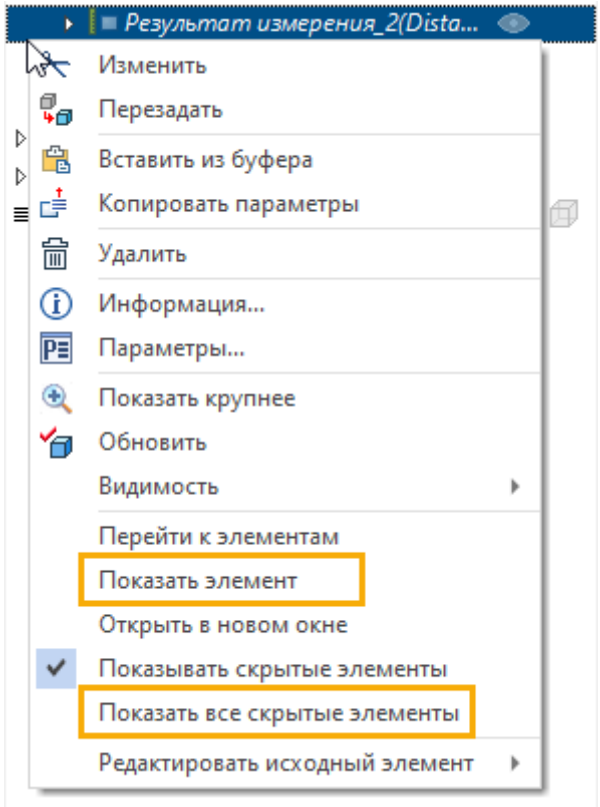
После использования команды **Скрыть элемент**, выбранные элементы перестанут отображаться в дереве модели. Например, можно скрыть неиспользуемые элементы, чтобы не отвлекаться на них в процессе работы.



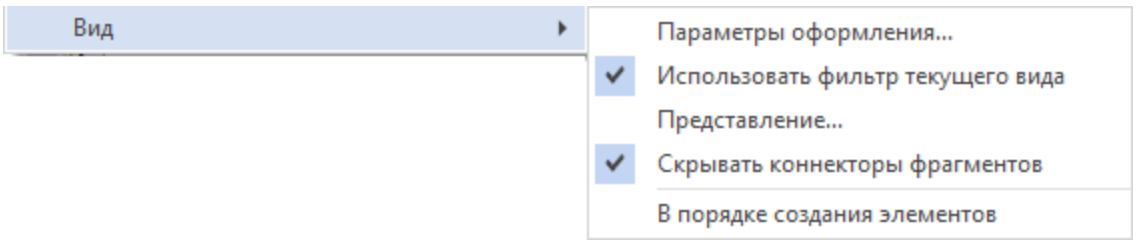
Если установлен флаг **Показывать скрытые элементы**, скрытые элементы отображаются, но окрашены в серый цвет. Названия таких элементов выделены курсивом, чтобы не путать их с погашенными элементами.



Чтобы вновь показать элемент в окне нужно воспользоваться командой **Показать элемент** или можно показать сразу все элементы с помощью кнопки **Показать все скрытые элементы**.



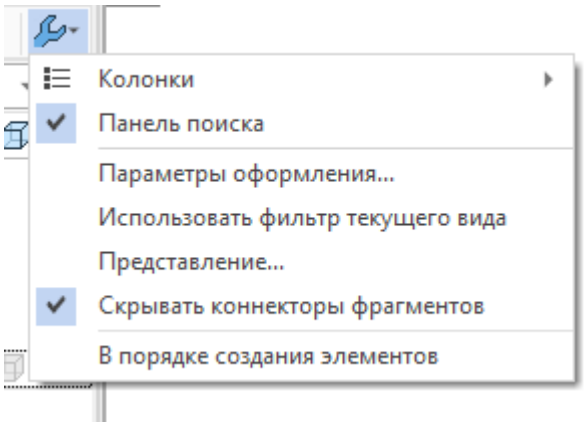
Последний пункт контекстного меню элементов дерева модели - **Вид**, содержит такое же выпадающее меню параметров дерева, как вызываемое кнопкой **Параметры** на панели инструментов.



Параметры дерева 3D модели

Команды и опции для настройки отображения дерева модели вынесены в выпадающее меню, появляющееся при нажатии на кнопку **Параметры** на панели инструментов дерева:

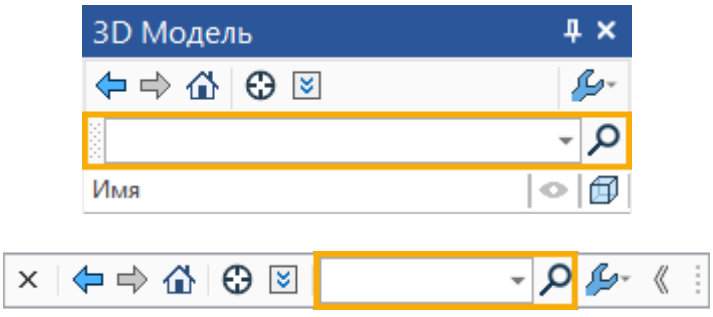
- Панель поиска
- Параметры оформления...
- Использовать фильтр текущего вида
- Представление...
- Скрывать коннекторы фрагментов
- В порядке создания элементов



Данное выпадающее меню также доступно в последнем пункте (**Вид**) контекстного меню элементов дерева.

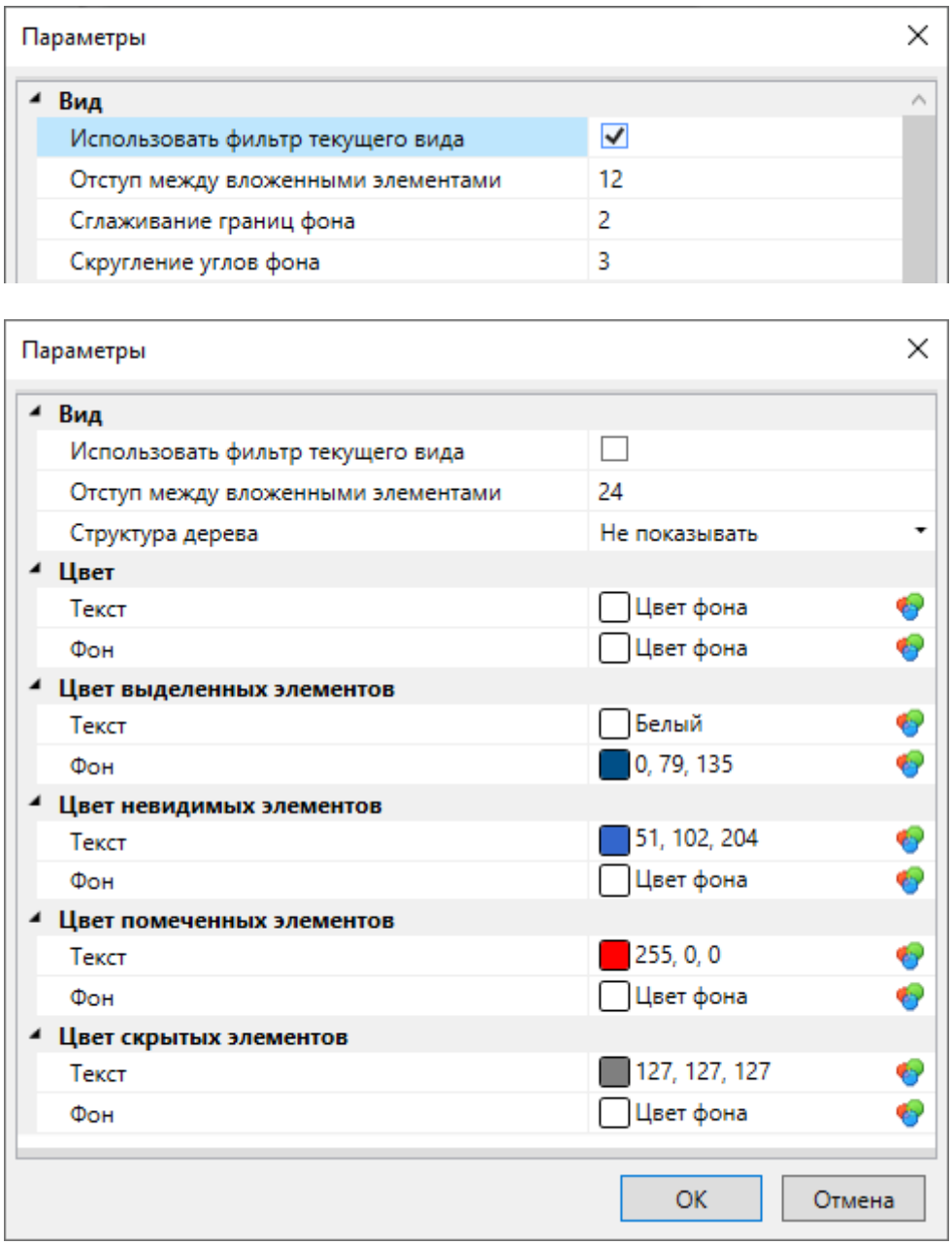
Панель поиска

При включенной опции панель для поиска элементов в дереве по ключевым словам отображается на панели инструментов в верхней части дерева.



Параметры оформления

Команда вызывает диалог **Параметры**. В диалоге можно задать цвета текста и фона под текстом для различных элементов дерева.

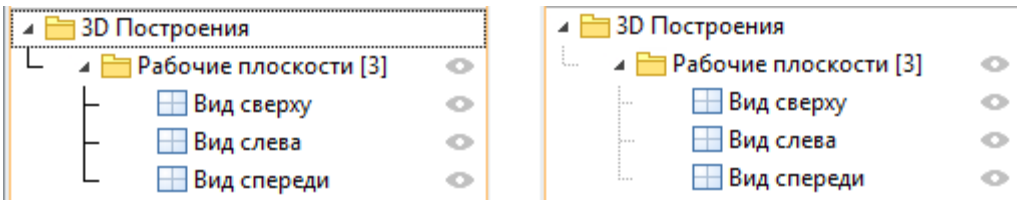


Также в диалоге доступна группа параметров **Вид.** Её содержимое зависит от того, был ли вызван диалог из окна **3D модель** или из дерева модели в 3D окне.
В обоих случаях будут доступны следующие параметры:

- **Использовать фильтр текущего вида**
  Позволяет применить настройки селектора 3D окна для выбора элементов в дереве модели. При наведении курсора на элементы в дереве будут подсвечиваться только элементы, соответствующие фильтру. Флаг доступен как в диалоге параметров оформления, так и непосредственно в выпадающем меню параметров дерева.
- **Отступ между вложенными элементами**
  Отступ по горизонтали для дочерних элементов в дереве модели относительно родительских в пикселях.

Если диалог вызван для окна **3D модель,** то также доступен следующий параметр:

- **Структура дерева**
  Позволяет задать визуальное отображение структуры дерева. Доступны варианты: **не показывать, линии, точки**.

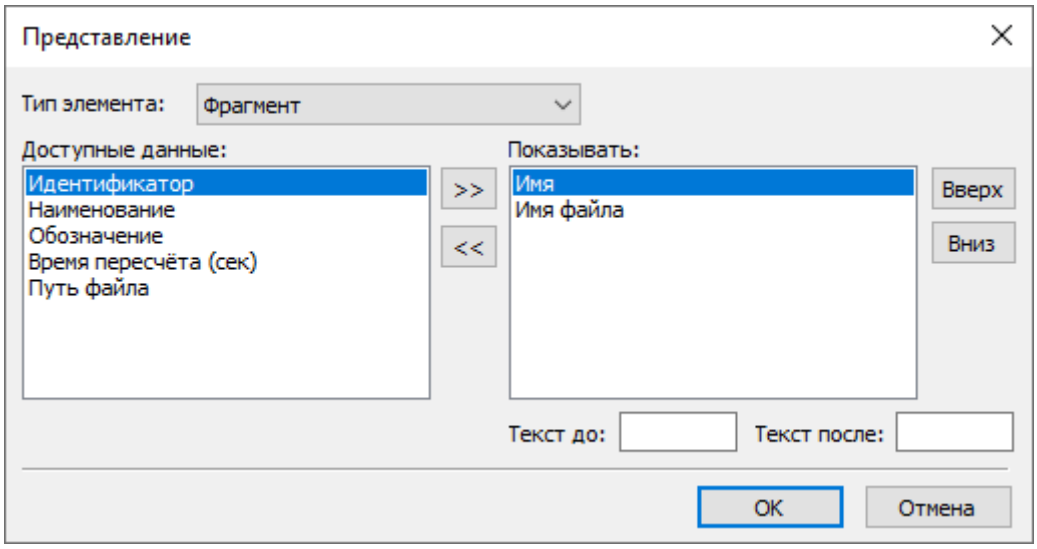


Если диалог вызван для **дерева в 3D окне,** то также доступны следующие параметры:

- **Сглаживание границ фона**
  Настройка плавности перехода от цвета 3D сцены к цвету фона в дереве.
- **Скругление углов фона**
  Радиус скругления углов прямоугольников фона в дереве.

Представление

Данная команда позволяет настраивать информацию, которая выводится в дереве 3D модели. При вызове команды появляется окно диалога настройки.

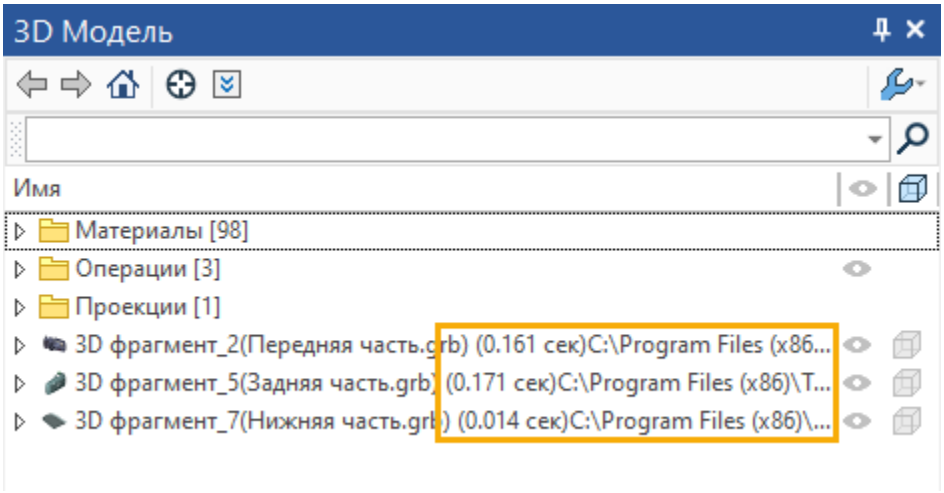


В диалоге **Представление** можно выбрать данные, которые будут отображаться в дереве для объектов разных типов. **Тип элемента** можно выбрать в выпадающем меню в верхней части диалога. Список **Показывать** содержит данные, отображаемые в данный момент, список **Доступные данные** - данные, не отображаемые в данный момент. Используйте кнопки **[>>]** и **[<<]** в центральной части диалога для перемещения выбранных строк между списками. Строки в списке **Показывать** можно упорядочивать с помощью кнопок **Вверх** и **Вниз**. В результате, информация, отображаемая сверху вниз в списке **Показывать**, будет отображаться слева направо в дереве модели. В зависимости от выбранного **Типа элемента** могут отображаться следующие данные:

- Имя;
- Имя файла;
- Наименование (согласно спецификации);
- Обозначение (согласно спецификации);
- Идентификатор;
- Время пересчета в секундах;
- Путь файла;
- Время проецирования (для проекций).

Если пользователем выбран пустой набор данных для отображения, будет отображаться набор данных по умолчанию.

Для каждой из строк в списке **Показывать** можно добавить произвольный **Текст до** и **Текст после** для визуального разделения данных при отображении в дереве.



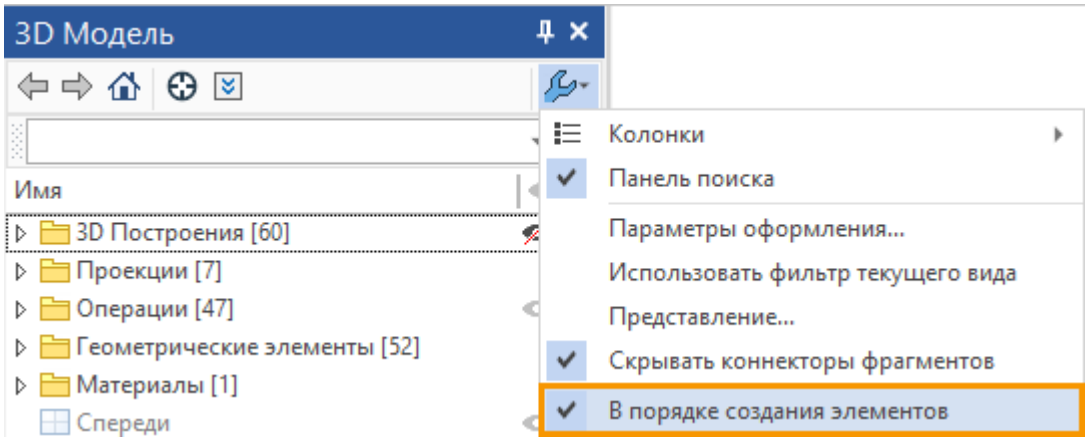
Настройки, заданные в диалоге **Представление**, сохраняются в файле документа и используются при его повторном открытии.

Скрывать коннекторы фрагментов

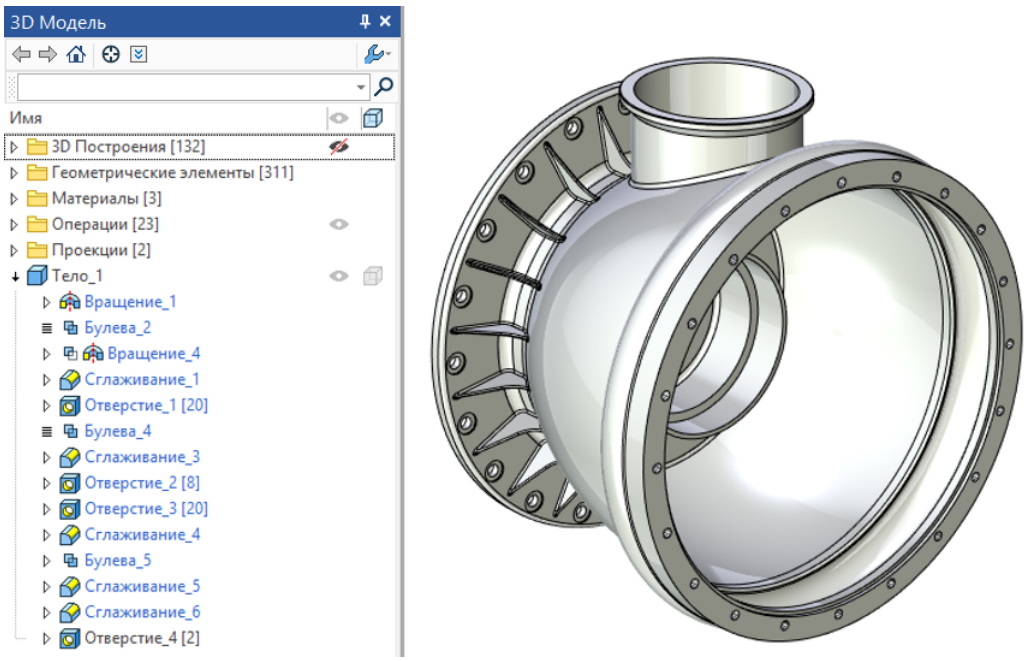
При включённом флаге коннекторы фрагментов не отображаются в 3D сцене.

В порядке создания элементов

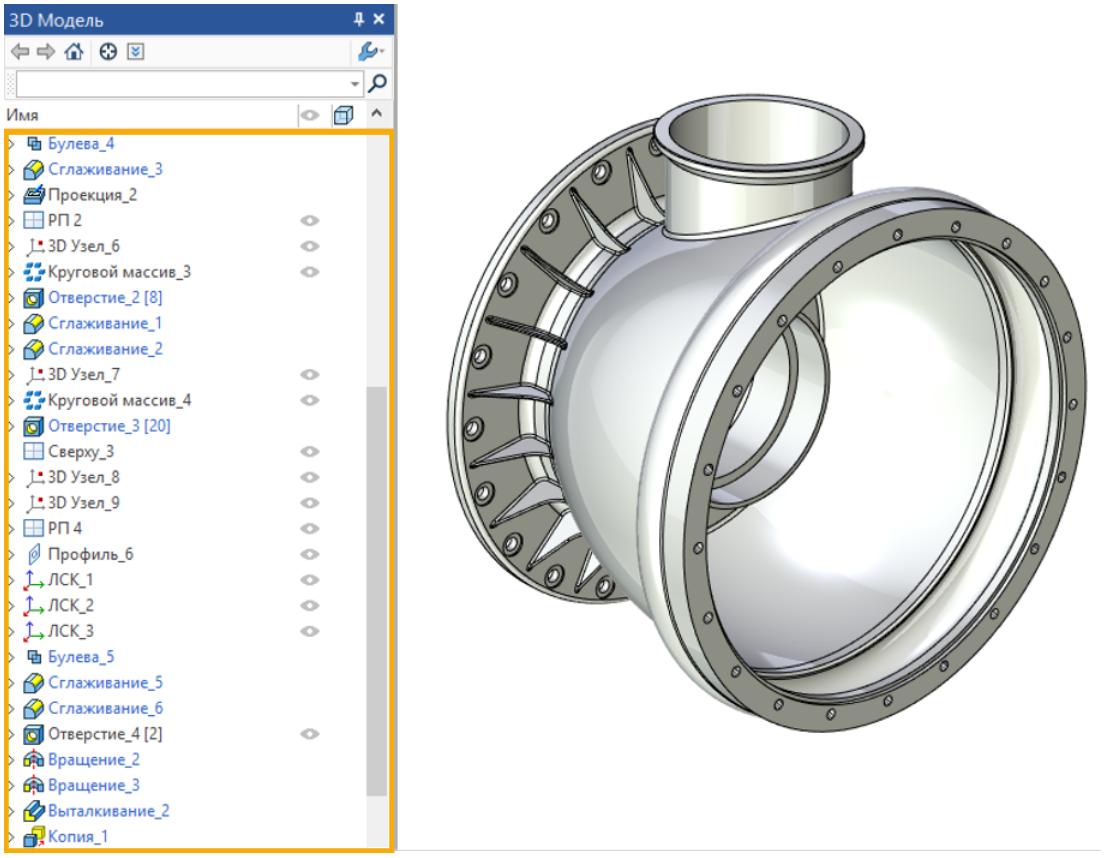
При включённом флаге дерево 3D модели отображается в порядке создания элементов.



В качестве корневых элементов в виде списка выводятся все элементы 3D модели в порядке их создания.



Стандартное представление



Объекты в порядке создания

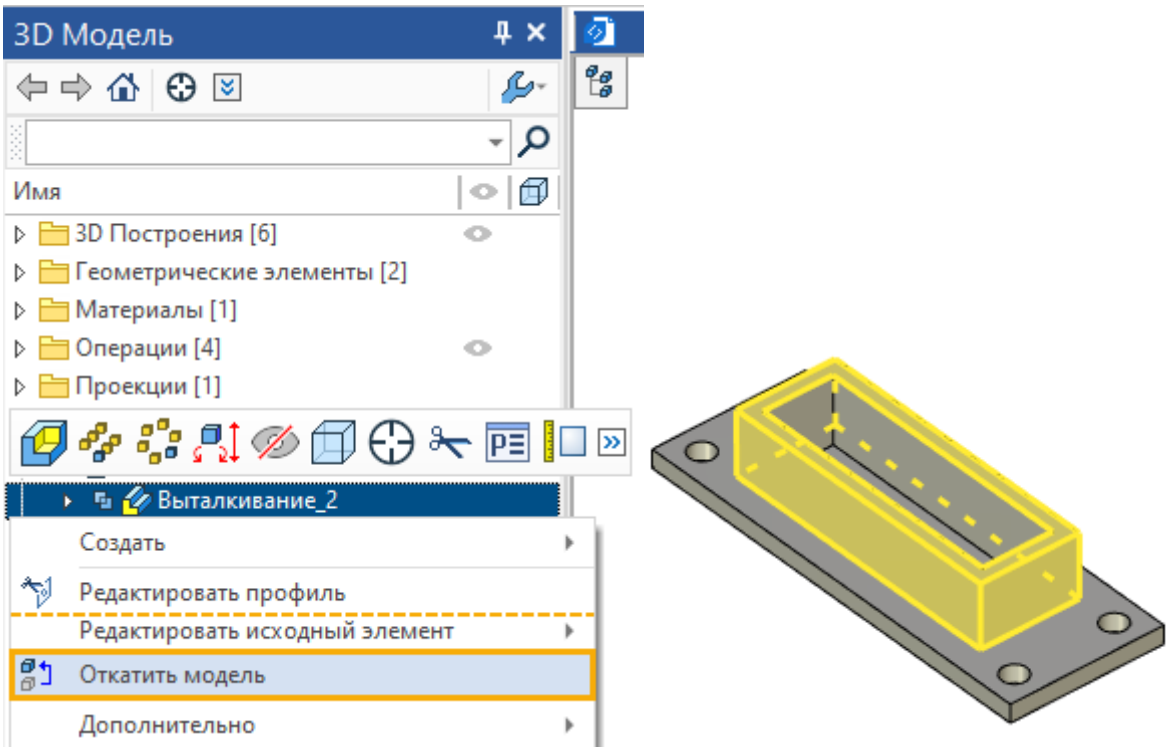
Откат 3D модели

При необходимости внести правки в уже созданную 3D модель можно воспользоваться режимом отката 3D модели на уровень определённой операции. Данная функция является полезной в тех случаях, когда необходимо произвести доработку в середине дерева модели. В режиме отката 3D модель возвращается на более ранний этап создания. Элементы и операции, находящиеся в истории модели после точки отката, в режиме отката гасятся и становятся недоступными для выбора. В этот

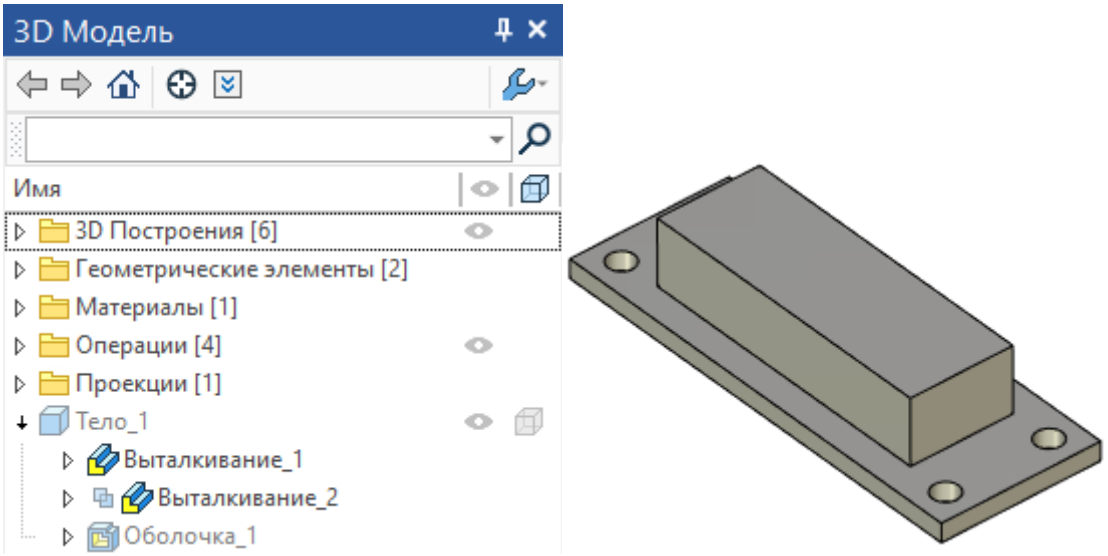
момент они помечаются полупрозрачными иконками. Все элементы и операции, созданные в режиме отката, автоматически встраиваются в дерево 3D модели между операцией, до которой произведён откат, и последующими операциями, выгруженными из сцены. Допускается последовательное выполнение нескольких откатов.

При выходе из режима отката система автоматически перестраивает взаимосвязи модели для восстановления последующих операций. Если по какой-либо причине в результате внесенных изменений в модели возникают ошибки, система предложит восстановить исходное состояние модели, которое было до отката. Это защищает пользователя от внесения в модель некорректных изменений. Вызов режима отката и его завершение производится при помощи команд в контекстном меню операции в дереве модели. Откат будет произведён до уровня той операции, из контекстного меню которой была вызвана команда.

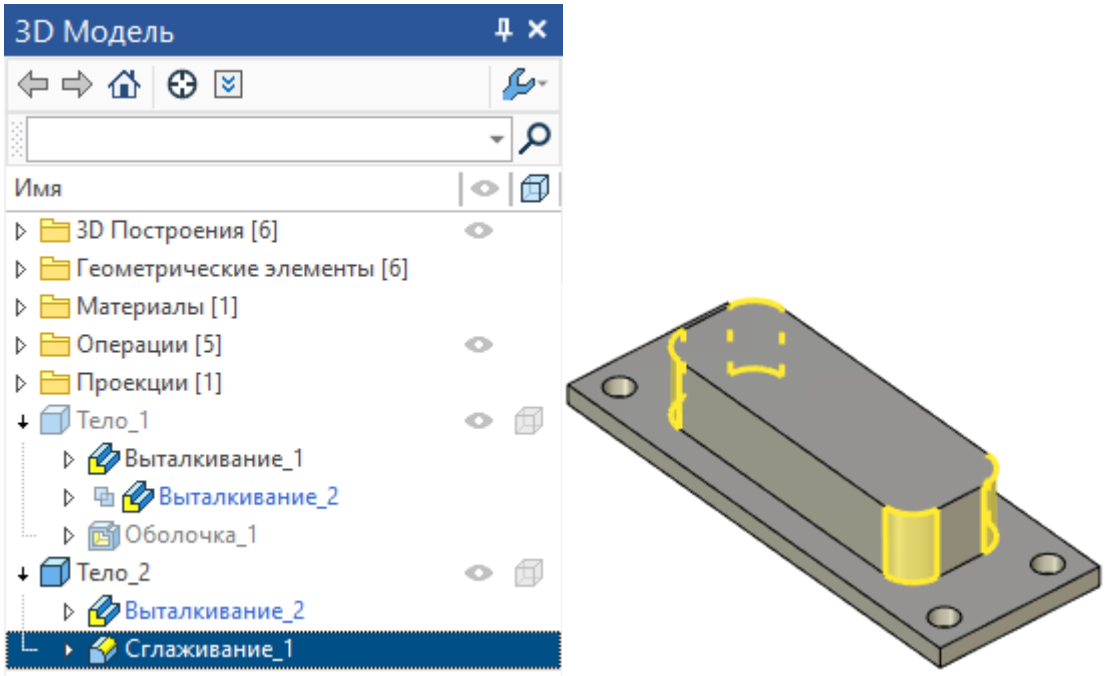
Рассмотрим использование отката на простом примере. В данной модели требуется добавить сглаживание угловых рёбер.



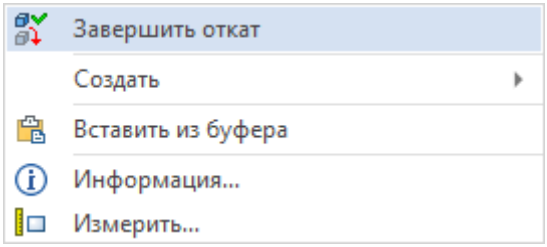
Выполняем откат модели до базовой операции выталкивания. При этом операция Оболочка_1 из сцены выгружается.



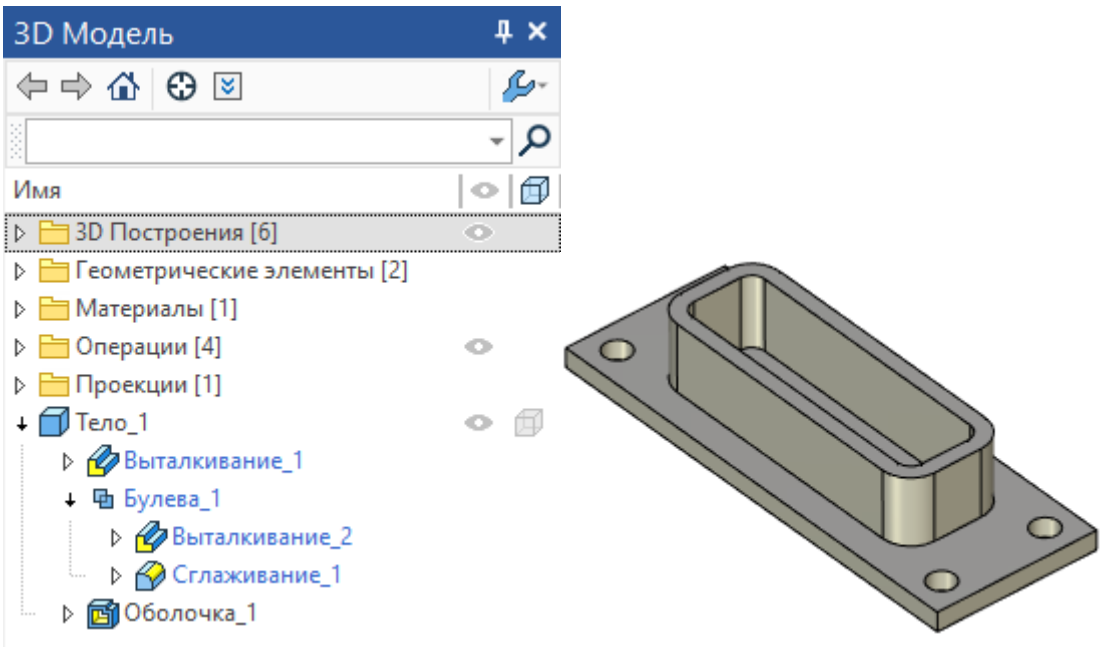
Выполняем сглаживание рёбер (в дерево модели добавляется операция Сглаживание_1).



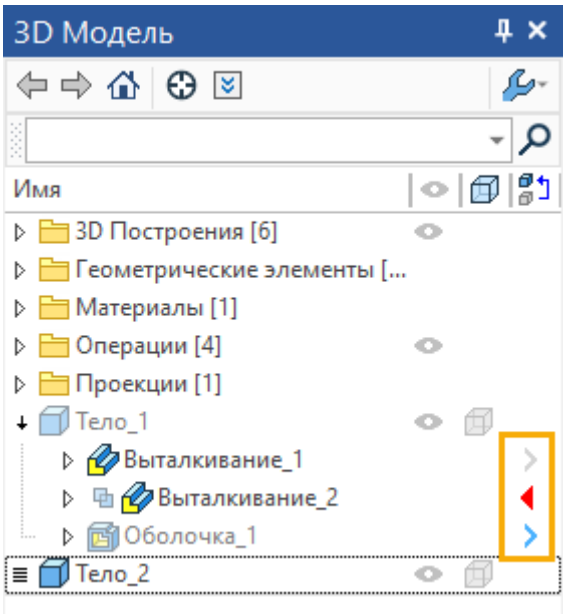
Завершаем откат, кликнув на любой операции в дереве модели или в любом месте в 3D сцене.



В результате получаем модель, представленную на следующем рисунке.



Для удобной работы с откатом предназначена колонка **Откат**. Красной стрелкой указывается операция, до которой осуществлен откат модели, синей стрелкой указываются все последующие операции, а серой стрелкой все предыдущие.



Общие параметры 3D элементов

Аналогично 2D элементам, каждый из 3D элементов имеет определенный набор параметров. Некоторые из этих параметров являются общими для всех элементов системы, некоторые – только для 3D элементов, а некоторые присущи только конкретным типам элементов. Для того, чтобы не описывать подробно общие параметры 3D элементов в каждой главе, сделаем это отдельно один раз, а в главах, посвященных конкретным типам элементов, будем останавливаться только на специальных параметрах.

Существуют следующие разновидности диалога параметров 3D элементов:

- Диалог параметров операции и тела;
- Диалог параметров геометрического элемента (вершины, ребра, цикла, грани);

- Диалог параметров 3D построения (3D профиля, 3D узла, рабочей плоскости и т.п.).

Для массивов отображается диалог, соответствующий типу исходного элемента.

См. также:

- Задание параметров элемента
- Копирование параметров 2D элементов
- Параметры по умолчанию

Диалог параметров операции и тела

Для операции 3D моделирования и тела, в формировании которого участвует данная операция, используется общий диалог параметров.
Диалог вызывается следующими способами:

- по двойному нажатию на операции или теле в 3D сцене или в дереве модели;
- из контекстного меню, вызываемого по нажатию на операции или теле в 3D сцене или дереве модели;
- из автоменю команд создания и редактирования операций 3D моделирования.

При вызове диалога из автоменю команды создания операции отображаемые параметры будут относиться к результату выполнения данной команды.

Диалог может содержать следующие вкладки:

- **Общие**
- **Операция** (или аналогичные)
- **Преобразования**
- **Преобразования сопряжений**
- **Характеристики**

В нижней части диалога слева от кнопок **OK** и **Отмена** доступен флаг **По умолчанию.** Если установить этот флаг, параметры выбранного элемента будут применяться по умолчанию для всех вновь создаваемых элементов такого же типа.

См. также:

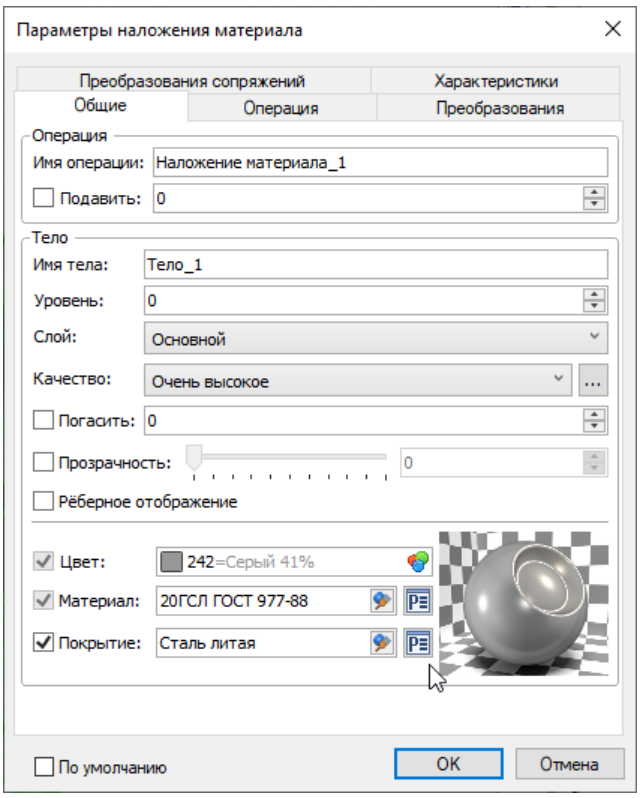
- Задание параметров элемента
- Копирование параметров 2D элементов
- Параметры по умолчанию

Общие параметры

Диалоги параметров всех 3D операций содержат одинаковую вкладку **Общие**. Набор параметров данной вкладки включает в себя неспецифические параметры конкретной операции и параметры тела, в формировании которого участвует данная операция. Параметры тела являются общими для всех операций, входящих в историю создания данного тела. При вызове диалога параметров для самого тела отображается диалог параметров последней операции в истории данного тела.
При просмотре параметров массива из папки **Операции** > **Массивы** в дереве модели, параметры тела (кроме имени) применяются ко всем телам, созданным этим массивом. В поле **Имя тела** при этом отображается произвольное значение, изменение которого ни к чему не применяется.
Содержимое вкладки разделено на три группы:

- параметры операции;
- параметры тела;

- параметры материала.



Операция

Данная группа включает следующие параметры:

Имя операции

Все 3D элементы, и 3D операции в том числе, имеют уникальное имя. Пользователь может самостоятельно задавать имя. В этом случае система следит только за уникальностью вводимого имени. При попытке ввести имя, которое уже назначено другому элементу данной модели, внесенные изменения не будут применены. Если пользователь не задаёт имя, то система генерирует имя автоматически. Подробная информация об автоматически присваиваемых именах приведена в разделе Настройка имён 3D элементов.

Подавить

Эта опция отвечает за исключение данной операции из расчёта 3D модели. Подавленная операция не отображается в 3D сцене. Полезно использовать данный параметр на этапе формирования отдельных частей сложных сборок. Уже отработанные элементы можно временно подавить и работать только с теми, которые необходимы для дальнейших построений.

Установка флага **Подавить** исключает операцию из расчёта 3D модели и устанавливает в поле ввода значение "**1**". Снятие флага включает операцию в расчёт 3D модели и устанавливает в поле ввода значение "**0**". Значение в поле ввода можно ввести с клавиатуры или задать вещественной переменной для управления подавлением при помощи Параметризации. Операция будет подавлена, если значение переменной не равно нулю. Любые целые значения, отличные от нуля, при подстановке в поле заменяются на единицу. Дробные значения недопустимы.

> Имейте в виду, что подавление родительской операции приводит к ошибкам при пересчете дочерних.

Тело

Данная группа включает следующие параметры:

Имя тела

Имя тела, в формировании которого участвует данная операция. Работает аналогично имени операции, описанному выше.

Уровень

Информация о данном параметре приведена в разделе Уровни.

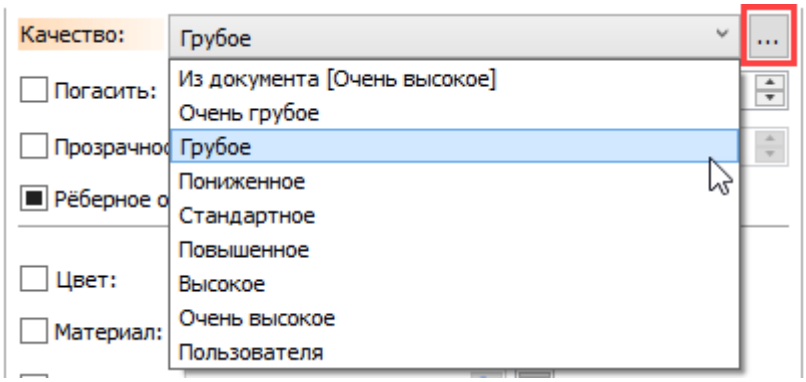
Слой

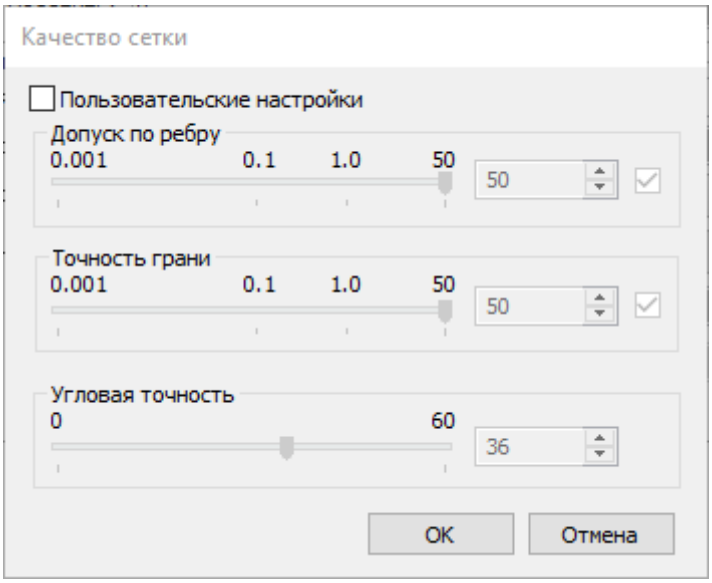
Информация о данном параметре приведена в разделе Слои.

Качество

Позволяет индивидуально настроить качество отображения данного тела в 3D окне. В выпадающем списке доступны варианты, аналогичные описанным в разделе Качество изображения. Для 3D фрагментов доступна дополнительная опция **Из фрагмента**, при которой качество определяется параметрами документа фрагмента.

Чтобы использовать один из стандартных вариантов качества как исходный для задания пользовательских параметров, выберите его в списке, затем нажмите кнопку ... справа от выпадающего списка. Параметры, установленные в появившемся диалоге **Качество сетки**, будут соответствовать выбранному варианту. После установки флага **Пользовательские настройки** параметры станут доступными для редактирования.





Прозрачность

Установите флаг, и используйте ползунок или поле ввода значения для придания телу прозрачности.

Рёберное изображение

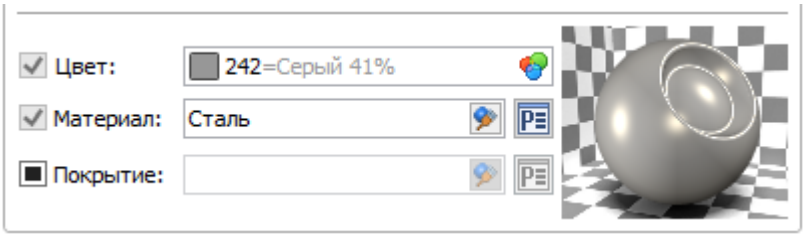
При использовании этой опции тело будет принудительно отображаться в режиме рёберного изображения независимо от стиля, выбранного для всего 3D окна.

Погасить

Опция, позволяющая скрыть тело в 3D сцене, не исключая его из пересчёта модели.

Материал

Данная группа включает следующие параметры:

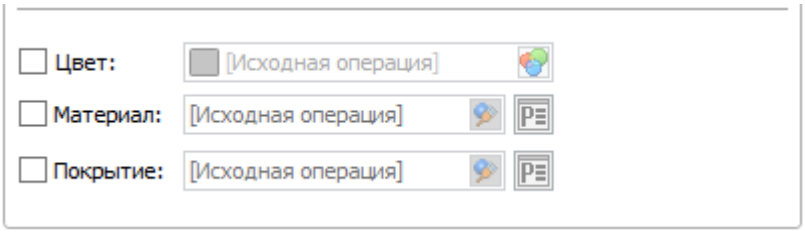


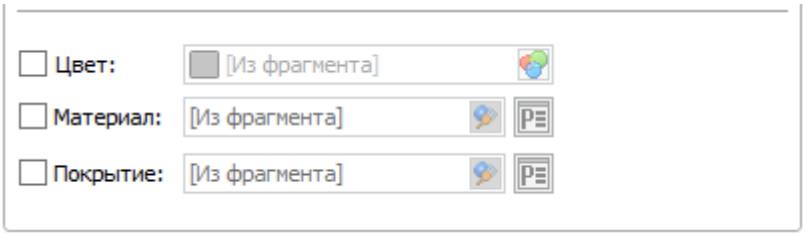
Для тел, создаваемых большинством операций 3D моделирования параметры группы **Материал** задаются индивидуально.

Цвет и **Материал** устанавливаются сразу по умолчанию при создании тела. Их нельзя удалить, можно только изменить. Поэтому флаги слева от этих параметров установлены и неактивны.

Покрытие по умолчанию не задается.

Для тел, создаваемых на основе других тел операциями **Копия, Симметрия, Массив** и **Разделение,** эти параметры по умолчанию наследуются из исходного тела, а для 3D фрагментов - из документа фрагмента. В таких случаях поле наследуемого параметра неактивно и содержит текст **[Исходная операция]** или **[Из фрагмента]**, а флаг слева снят. Чтобы изменить параметр вручную, установите флаг слева от требуемого параметра.





Цвет

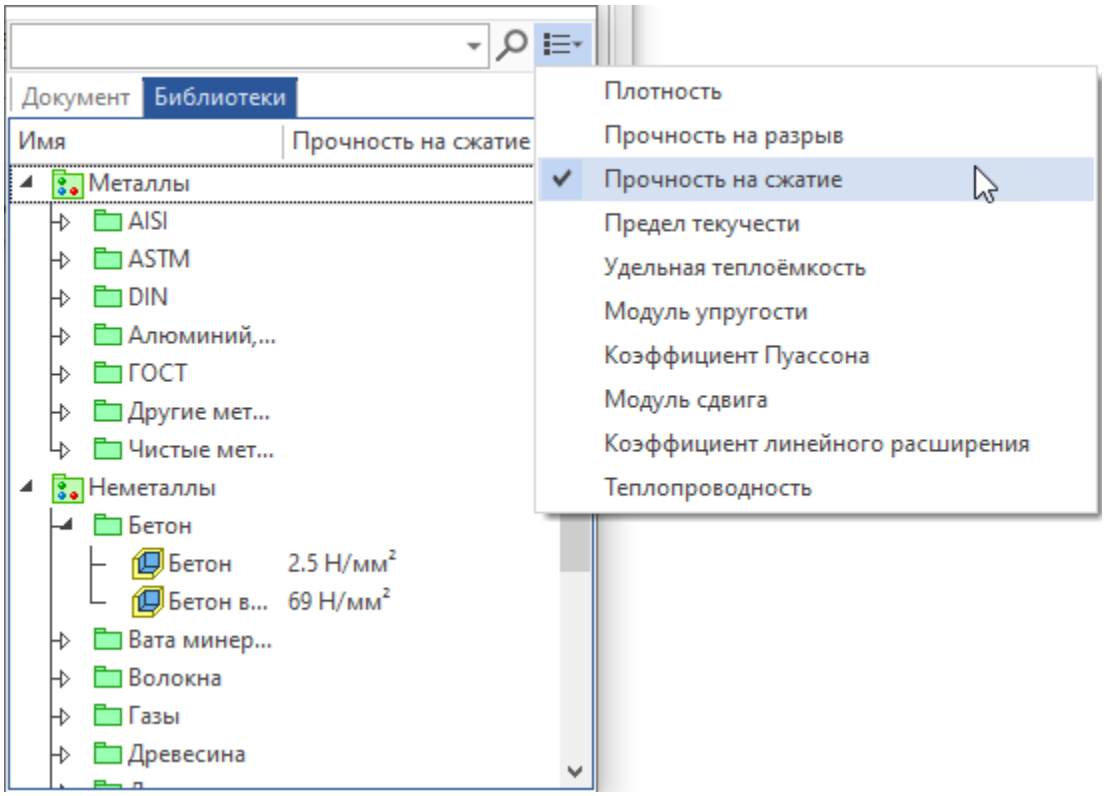
Цвет тела во всех стилях отображения кроме **Тоновой закраски с материалами**. Выбор цвета осуществляется аналогично описанному в разделе Цвет.

Материал

Данный параметр задаёт материал тела. Он используется для расчёта массово-инерционных характеристик и инженерного анализа. Также материал тела используется для отображения тела в 3D сцене в стиле **Тоновая закраска с материалами,** если не задан материал покрытия.

В поле отображается название назначенного в данный момент материала. Чтобы выбрать новый материал, нажмите кнопку **Выбрать материал** в правой части поля. Откроется выпадающее окно, аналогичное служебному окну **Материалы**, но с меньшим набором функций. В нём две вкладки - **Документ** (со списком материалов, используемых в текущем документе) и **Библиотеки** (с доступными библиотеками материалов). Можно использовать поле поиска в верхней части окна для поиска материала по названию. Введите нужный текст в поле поиска и нажмите кнопку **Найти материал**. Список отфильтруется в соответствии со введённым текстом.

По умолчанию в списке материалов отображается только одна колонка - **Имя материала**. С помощью кнопки **Выбор колонок** справа от поля поиска можно включить отображение колонок с физическими характеристиками материалов.

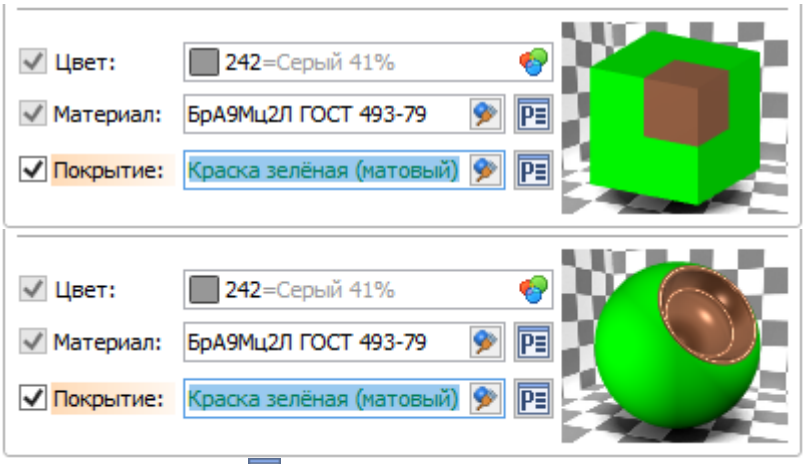


Выберите нужный материал в списке нажатием . Выпадающее окно исчезнет, а выбранный материал отобразится в диалоге параметров.

Покрытие

Позволяет задать материал покрытия, отличный от материала тела, для использования в целях визуализации. При этом для расчёта массово-инерционных характеристик и инженерного анализа будет по прежнему использоваться материал тела. Для задания материала покрытия нужно включить соответствующий флаг. Выбор материала покрытия осуществляется аналогично выбору материала тела.

Если параметры **Материал** и **Покрытие** не наследуются, то справа от них отображается предварительное изображение в виде шара или куба с вырезом к которым применены выбранные материалы. Можно переключаться между шаром и кубом, нажимая на них .



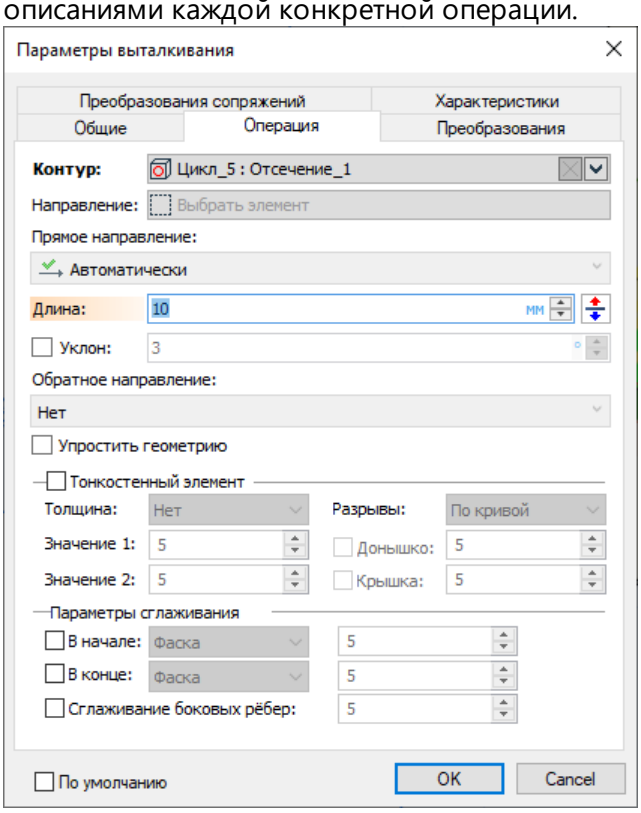
Нажатие кнопки справа от поля соответствующего параметра открывает диалог **Свойств материала**.

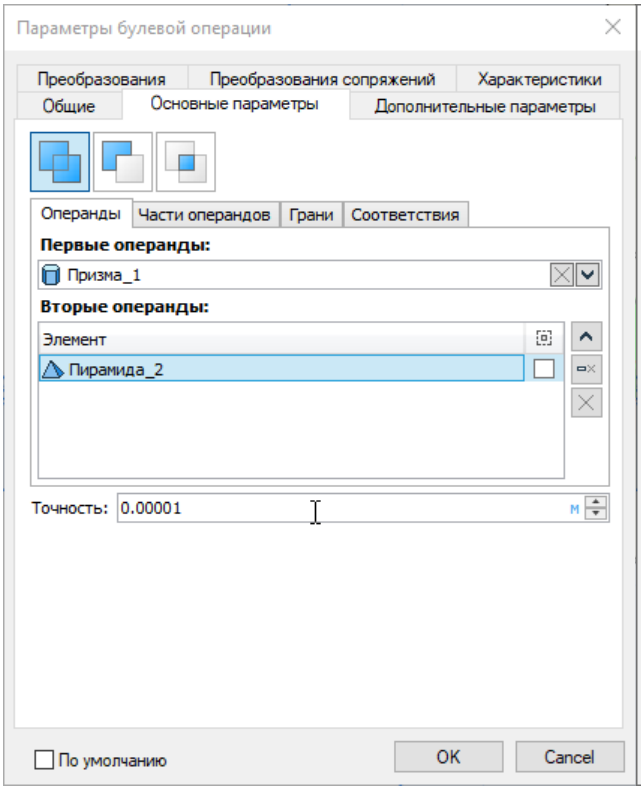
Также **Материал** и **Покрытие** можно задать текстовой переменной. Подробная информация о работе с материалами приведена в разделе Материалы.

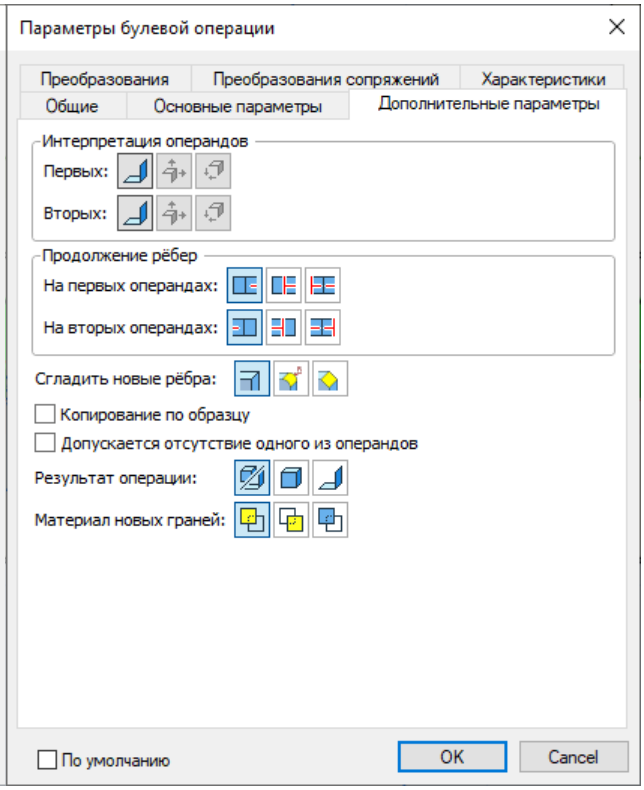
Параметры операции

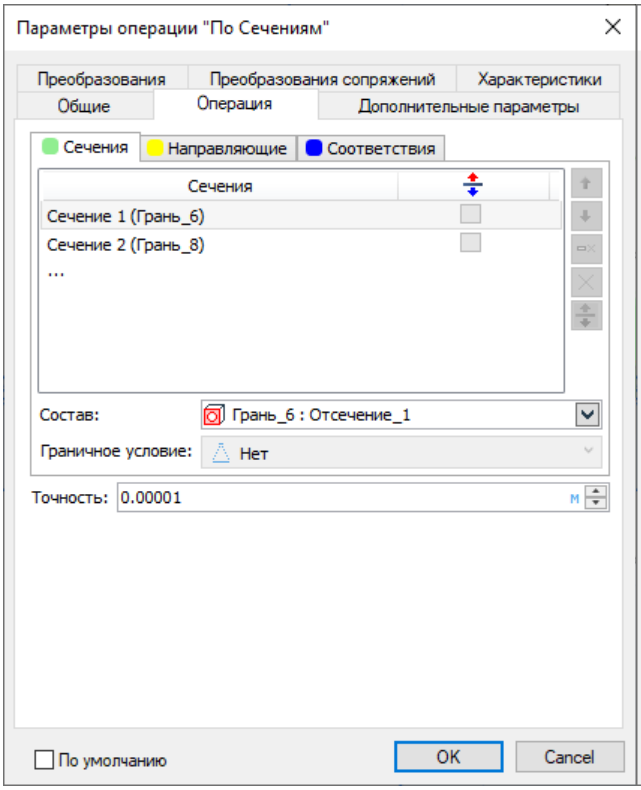
Содержание вкладки **Операция** диалога параметров операции и тела индивидуально для каждого типа 3D операций. У сложных операций с большим количеством параметров вместо одной вкладки **Операция** может быть несколько вспомогательных вкладок. У некоторых операций аналогичная вкладка может иметь другое название.

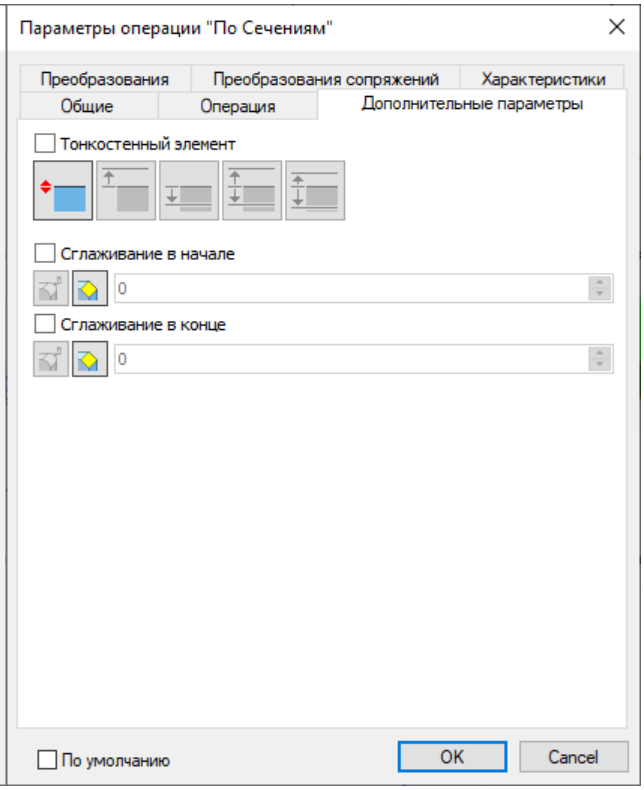
Функционал таких вкладок диалога параметров полностью повторяет функционал окна **Параметры** при создании соответствующей операции. Подробные описания приведены в разделах с описаниями каждой конкретной операции.

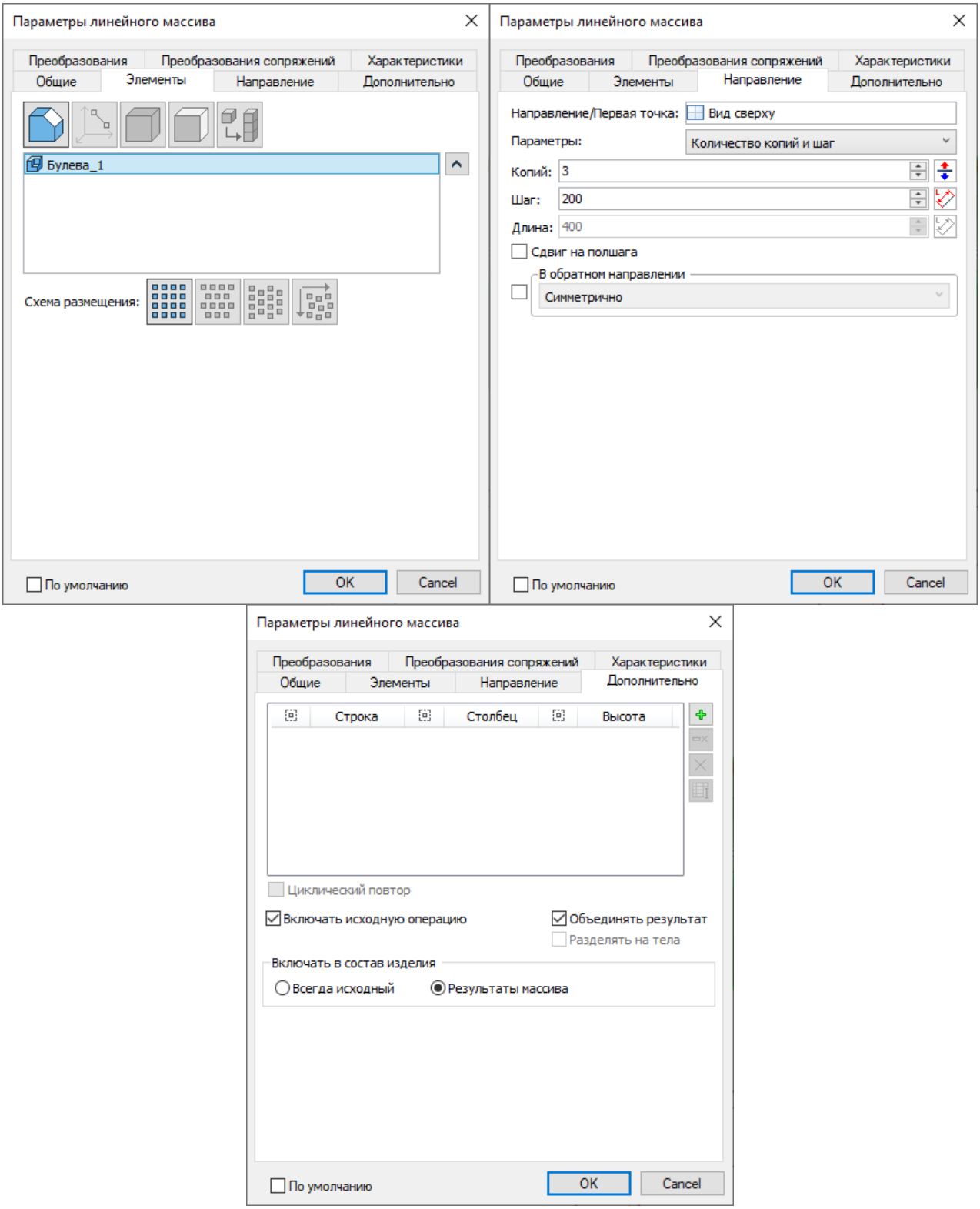



Параметры булевой операции
Преобразования
Преобразования сопряжений
Характеристики
Общие
Основные параметры
Дополнительные параметры
Операнды
Части операндов
Грани
Соответствия
Первые операнды:
Призма_1
Вторые операнды:
Элемент
Пирамида_2
Точность:
0.00001
По умолчанию
OK
Cancel


Параметры булевой операции
Преобразования
Преобразования сопряжений
Характеристики
Общие
Основные параметры
Дополнительные параметры
Интерпретация операндов
Первых:
Вторых:
Продолжение рёбер
На первых операндах:
На вторых операндах:
Сгладить новые рёбра:
Копирование по образцу
Допускается отсутствие одного из операндов
Результат операции:
Материал новых граней:
По умолчанию
OK
Cancel


Параметры операции "По Сечениям"
Преобразования
Преобразования сопряжений
Характеристики
Общие
Операция
Дополнительные параметры
Сечения
Направляющие
Соответствия
Сечения
Сечение 1 (Грань_6)
Сечение 2 (Грань_8)
...
Состав:
Грань_6 : Отсечение_1
Граничное условие:
Нет
Точность:
0.00001
По умолчанию
OK
Cancel


Параметры операции "По Сечениям"
Преобразования
Преобразования сопряжений
Характеристики
Общие
Операция
Дополнительные параметры
Тонкостенный элемент
Сглаживание в начале
0
Сглаживание в конце
0
По умолчанию
OK
Cancel



Преобразования

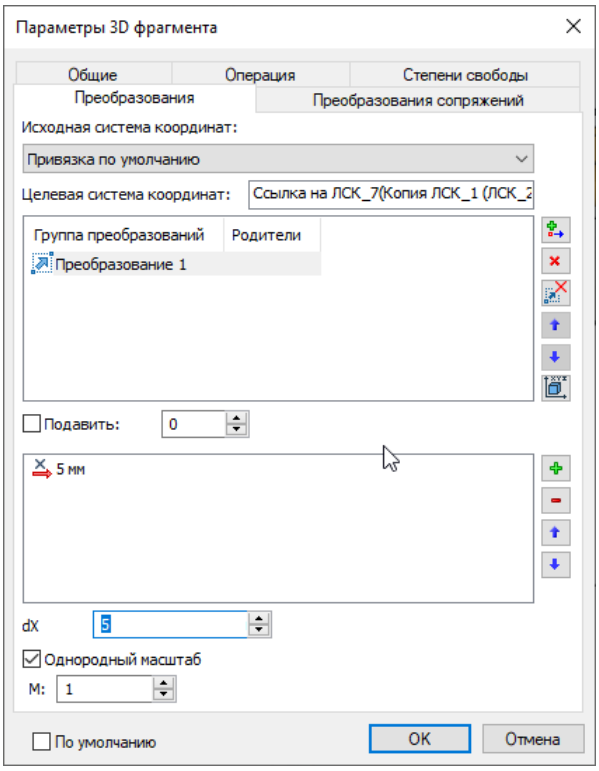
Вкладка **Преобразования** диалога параметров операции и тела содержит информацию о преобразованиях, применённых к данному элементу.
Преобразования могут быть созданы следующими способами:

- При создании примитивов;
- При вставке фрагмента в сборку;
- С помощью команды **Преобразование**;

- Непосредственно на вкладке **Преобразования** диалога параметров элемента.

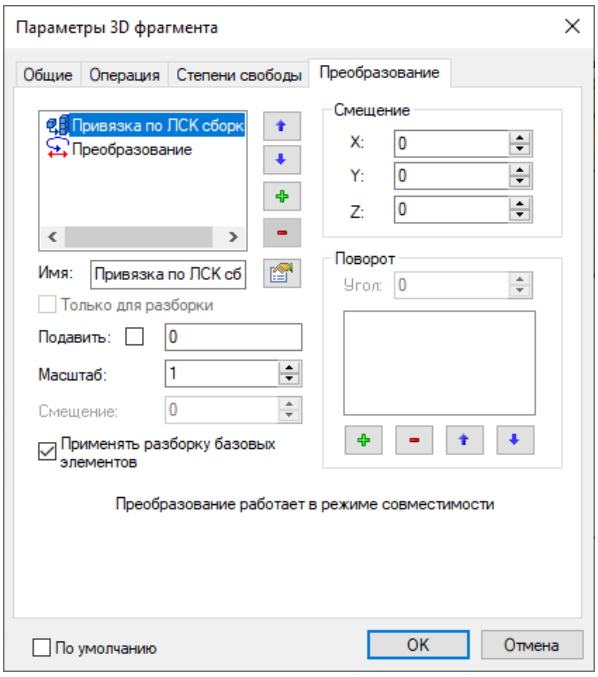
На вкладке **Преобразование** диалога параметров отображаются преобразования, созданные всеми из вышеперечисленных способов.

Основной недостаток задания преобразований через окно диалога параметров - отсутствие возможности задавать элементы привязки (ось, вектор, точка, система координат, относительно которых выполняется преобразование). Также отсутствует возможность задавать Симметрию. В остальном функционал вкладки **Преобразования** диалога параметров соответствует функционалу окна **Параметры**, описанному для команды Преобразование, за исключением отсутствия параметров **Преобразования сопряжений**, которые вынесены в отдельную вкладку.



Современный вид вкладки Преобразования

При редактировании файлов, созданных в старых версиях T-FLEX CAD может отображаться старая версия диалога параметров с другим видом вкладки **Преобразования**. Для перехода к новому виду диалога для конкретного элемента достаточно применить к данному элементу команду **Преобразования** без задания каких-либо новых преобразований.



Старый вид вкладки Преобразования

Характеристики

Вкладка **Характеристики** диалога параметров операции и тела отображает массово-инерционные характеристики тел, которые используются:

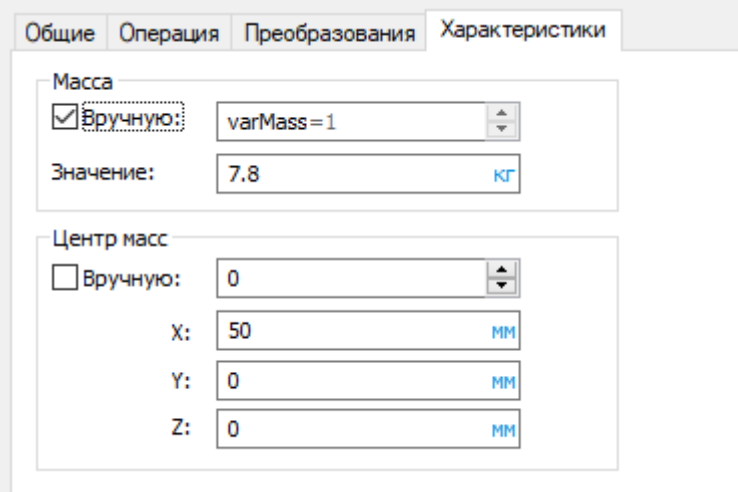
- в команде **Характеристики**;
- в команде **Измерение;**
- при получении массы с использованием соответствующих функций в редакторе переменных;
- при формировании спецификации и других отчётных документов;
- при расчете задач инженерного экспресс-анализа,
- в приложениях **T-FLEX Анализ** и **T-FLEX Динамика**.

Для приложений **T-FLEX Анализ** и **T-FLEX Динамика** доступна отдельная справка. Если приложение установлено, его справку можно вызвать из текстового меню или меню справки (**?** > **Справка по конечно-элементному анализу / Справка по анализу движения**).

По умолчанию значения характеристик рассчитываются автоматически, исходя из физических характеристик материала тела и его геометрии.
Можно ввести значения вручную. Масса вводится в поле **Значение**:, координаты центра масс вводятся в поля **X:, Y:, Z:**. Можно использовать числовые значения, переменные и выражения.

Для применения введённых значений нужно установить соответствующий флаг **Вручную:**. Установка флага применяет пользовательское значение соответствующей характеристики и устанавливает в прилегающем поле ввода значение "**1**". Снятие флага отменяет пользовательское значение соответствующей характеристики и устанавливает в прилегающем поле ввода значение "**0**". Значение в поле ввода можно ввести с клавиатуры или задать вещественной переменной для управления применением пользовательских характеристик при помощи Параметризации. Любые значения, отличные от нуля устанавливают флаг.

Данный механизм может использоваться, когда точной модели изделия ещё нет, а её массово-инерционные характеристики заданы в виде требований/данных в техническом паспорте.



Диалог параметров геометрического элемента

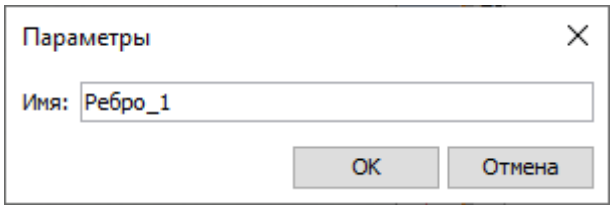
К геометрическим элементам относятся вершины, рёбра, циклы, грани, тел, 3D профилей и 3D путей.

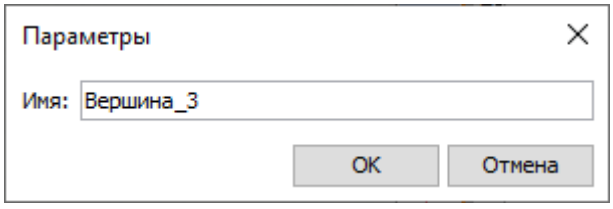
Диалог параметров геометрического элемента вызывается следующими способами:

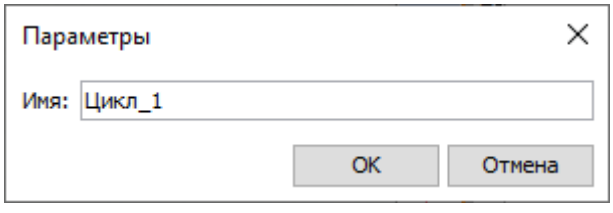
- по двойному нажатию на элементе в 3D сцене или в дереве модели;
- из контекстного меню, вызываемого по нажатию на элементе в 3D сцене или дереве модели.

Второй способ вызова диалога доступен не только для элементов, отображаемых в дереве, но и для любых вершин, рёбёр, граней, циклов, имеющихся в модели.

В диалогах параметров циклов, рёбер и вершин можно задать **Имя** элемента.

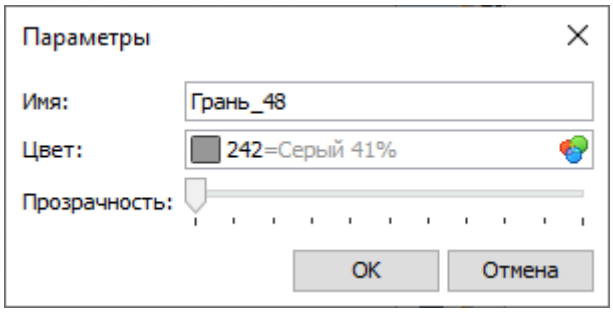






В диалоге параметров грани, помимо имени, можно задать **Цвет** и **Прозрачность**.

Результат изменения данных параметров виден в 3D сцене только при стиле отображения Тоновая закраска.



Диалог параметров 3D построения

Диалог параметров 3D построения вызывается следующими способами:

- по двойному нажатию на построении в 3D сцене или в дереве модели;
- из контекстного меню, вызываемого по нажатию на построении в 3D сцене или дереве модели;
- из автоменю команд создания и редактирования 3D построений.

При вызове диалога из автоменю команды создания построения отображаемые параметры будут относиться к результату выполнения данной команды.

Диалог параметров 3D элементов построения может содержать вкладки **Общие**, **Преобразования**, **Преобразования сопряжений**, а также различные специальные вкладки, набор которых зависит от типа построения.

Содержимое вкладки **Общие** описано ниже.
Содержимое вкладок Преобразования и **Преобразования сопряжений** аналогично описанному для тел и операций.
Содержимое прочих вкладок аналогично содержимому окна параметров, отображаемому при создании и редактировании элемента, и описано отдельно для каждого типа построений в разделах с описаниями этих типов.

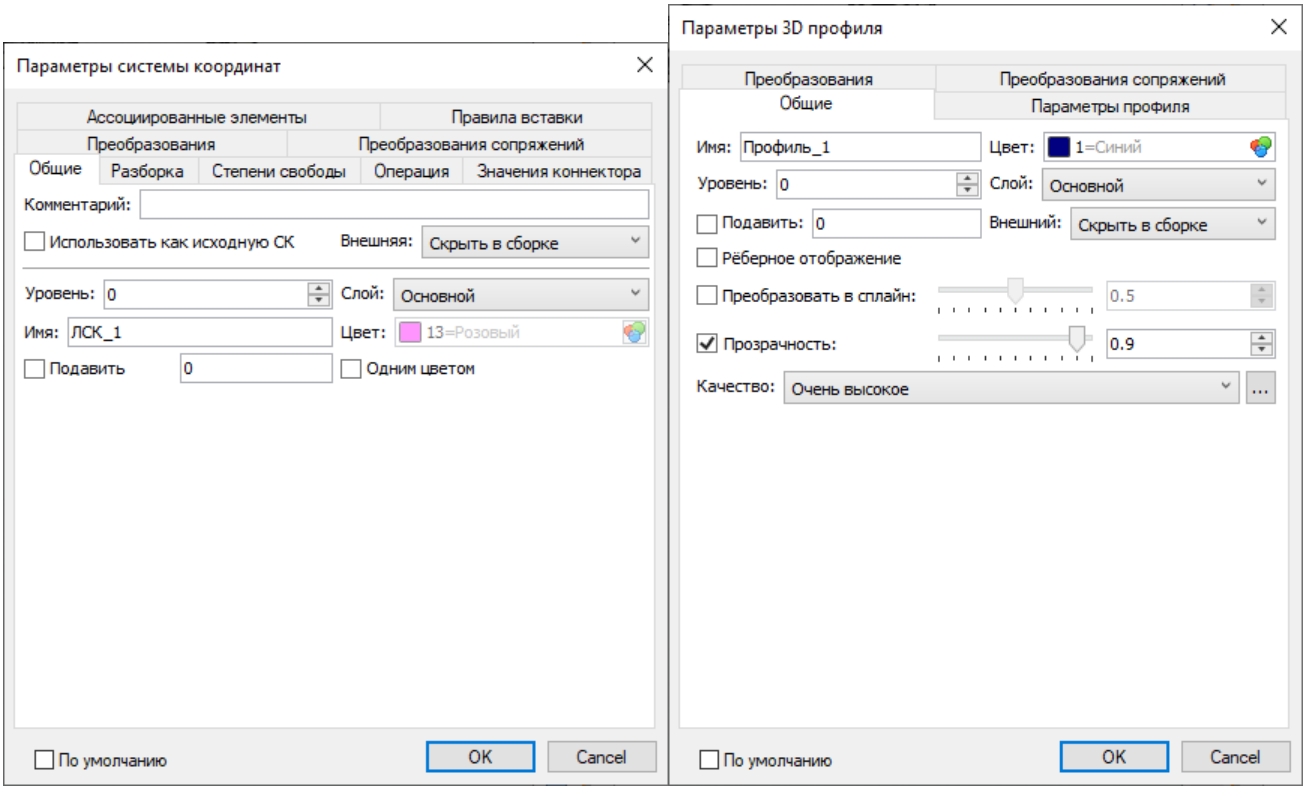
В нижней части диалога слева от кнопок **OK** и **Отмена** доступен флаг **По умолчанию.** Если установить этот флаг, параметры выбранного элемента будут применяться по умолчанию для всех вновь создаваемых элементов такого же типа.

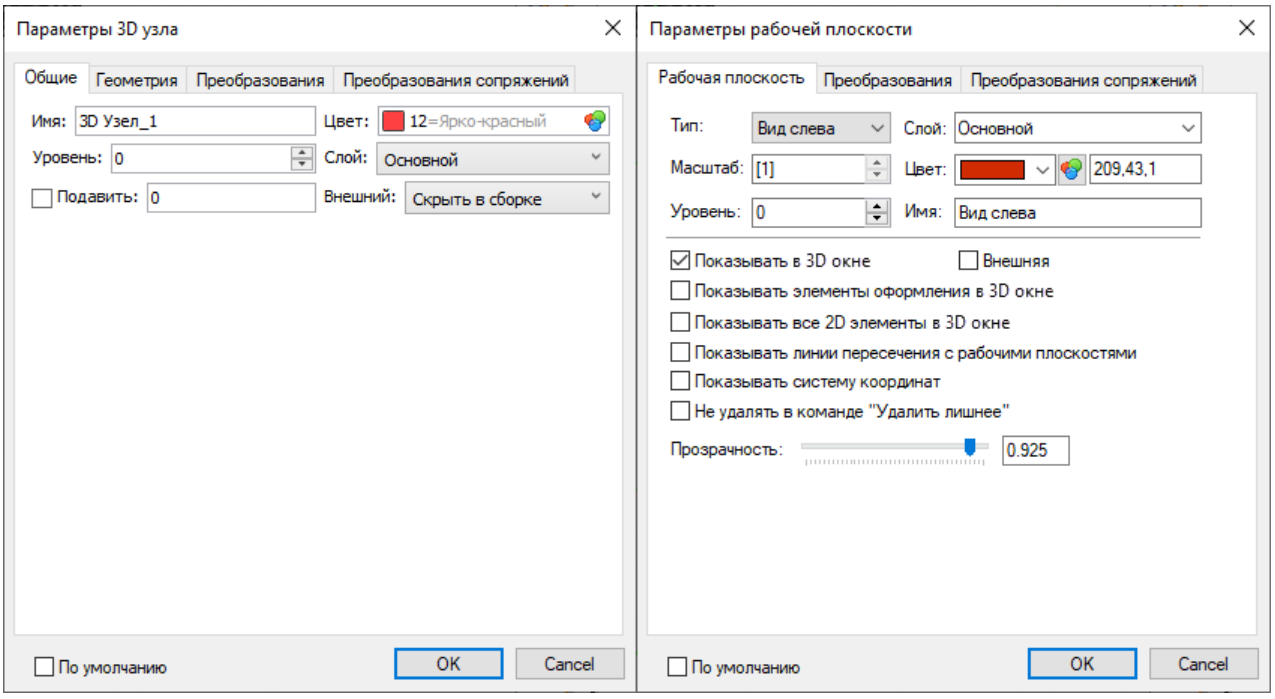
Общие

Вкладка **Общие** всегда содержит следующие общесистемные параметры:

- **Уровень**. Информация о данном параметре приведена в разделе Уровни.
- **Слой**. Информация о данном параметре приведена в разделе Слои.
- **Цвет**. Информация о данном параметре приведена в разделе Цвет.
- **Имя**. Работает аналогично Имени операции.

Для рабочей плоскости вместо вкладки **Общие** отображается вкладка **Рабочая плоскость**, также содержащая вышеперечисленные параметры.
Кроме того, вкладка **Общие** может содержать ряд других параметров в зависимости от типа построения. Эти параметры, а также содержимое остальных вкладок диалога параметров 3D построений описаны в разделах с описаниями каждого конкретного типа построений.





См. также:

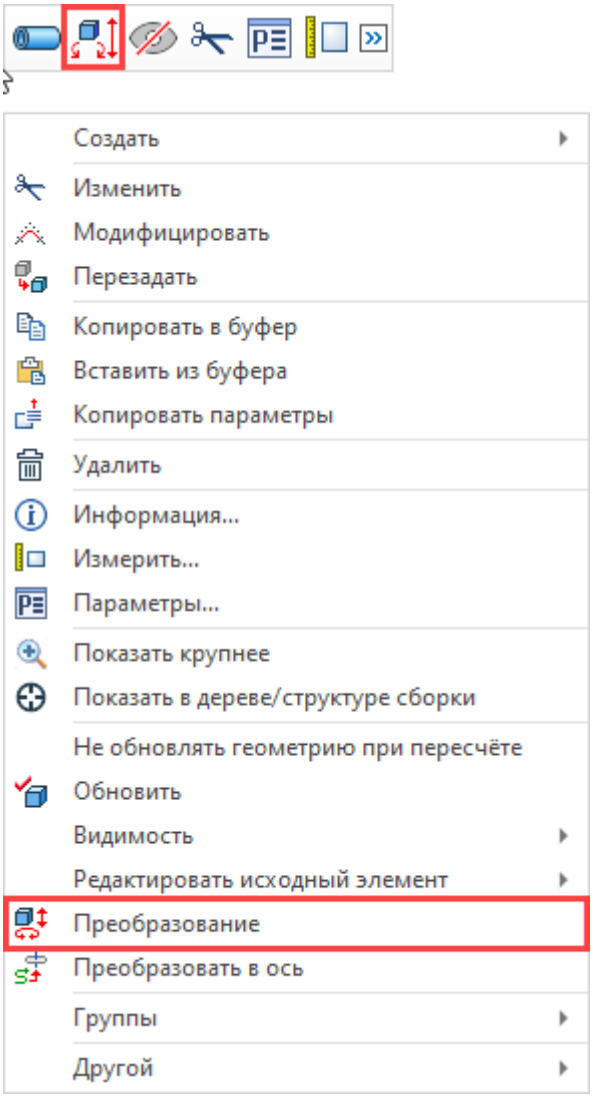
- 3D Построения. Опорная геометрия
- Задание параметров элемента
- Копирование параметров 2D элементов
- Параметры по умолчанию

Преобразования 3D элементов

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Дополнительно > Преобразования Сборка (3D) > Дополнительно > Преобразования Листовой металл (3D) > Дополнительно > Преобразования Поверхности > Дополнительно > Преобразования Сварка > Дополнительно > Преобразования Коммуникации > Дополнительно > Преобразования Примитив > Дополнительно > Преобразования Опорная геометрия > Дополнительно > Преобразования
Клавиатура	Текстовое меню
<3EG>	Сервис > Преобразования

Вызов команды также доступен из динамической панели или из контекстного меню для выбранной операции, в режиме ожидания команды:



Команда предназначена для задания преобразований (перемещения, поворота, изменения масштаба или создания симметрии) операций и 3D построений. Параметры преобразований записываются в параметрах 3D элементов. При этом параметры операции (или элемента 3D построения) могут содержать сразу несколько преобразований, выполняющихся последовательно друг за другом. Возможно также формирование групп объектов и создание для них общих преобразований.
Помимо данной команды преобразования также могут быть созданы другими способами:

- При создании примитивов;
- При вставке фрагмента в сборку;
- Непосредственно на вкладке **Преобразования** диалога параметров объекта.

Помимо основных преобразований существуют также особые Преобразования сопряжений.
Чаще всего преобразования применяются для позиционирования фрагментов в сборке. Однако можно преобразовывать и объекты в составе одной детали.

При вызове команды **Преобразования** в окне **Параметры** доступны вкладки **Объекты** и **Преобразования**. После выбора объекта также становятся доступными вкладки **Основные преобразования**, **Масштабирование** (если оно применимо к выбранному объекту) и **Преобразования сопряжений** (при наличии таковых у выбранного объекта).
После вызова команды и выбора объекта все ранее созданные для данного объекта преобразования (независимо от способа их создания) отображаются в окне **Параметры.**

Основные темы в этом разделе:

- Выбор 3D элементов для преобразований
- Исходная и целевая СК 3D преобразований
- Режим задания исходной СК 3D преобразований
- Группы 3D преобразований
- Список 3D преобразований
- Виды 3D преобразований
- Манипуляторы исходной СК 3D преобразований
- Особенности преобразований адаптивных 3D фрагментов
- Пример использования 3D преобразований
- Групповые 3D преобразования

См. также:

- Общие параметры 3D элементов
- Преобразования сопряжений

Выбор 3D элементов для преобразований

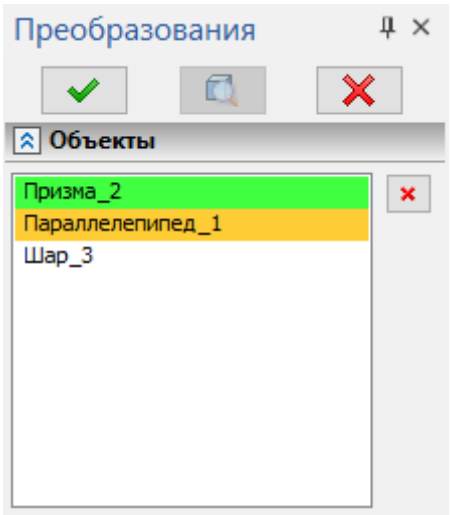
После входа в команду **Преобразования** необходимо выбрать в 3D сцене или дереве модели 3D элемент, преобразование которого будет задаваться. Для этого используется одна из следующих опций:

<1> Выбрать объекты для преобразования

<2> Выбрать объект для индивидуального преобразования

Выбранные объекты добавляются в список на вкладке **Объекты** окна **Параметры**.

Справа от списка находится кнопка ,позволяющая **Удалить** выделенную строку.



В обоих режимах можно выбрать несколько объектов. Однако команда будет работать по-разному.

В режиме индивидуального преобразования можно переключаться между объектами в списке нажатием на нужной строке списка. Выбранная строка подсвечивается зелёным, а вся информация в остальных вкладках окна **Параметры**, относится только к выбранной строке списка. Опции автоменю в данном режиме также применяются только к выбранной строке списка. В 3D

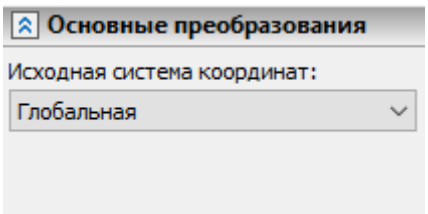
сцене объекты добавленные в список подсвечиваются зеленым, когда их строка в списке выбрана, и синим когда не выбрана.

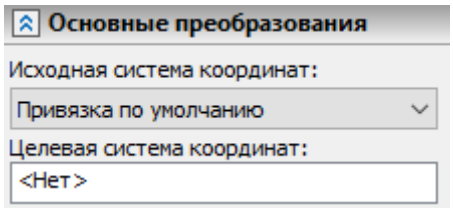
В режиме группового преобразования окно **Параметры** помимо вкладки **Объекты** содержит только вкладку **Преобразования,** информация в которой и опции автоменю относятся сразу ко всем объектам, составляющим группу. Один из элементов группы подсвечивается зелёным, а другие оранжевым. Подробная информация об особенностях данного режима приведена в разделе Групповые преобразования 3D элементов. За пределами вышеупомянутого раздела вся информация дана применительно к режиму индивидуального преобразования, если не указано иное.

Если после выбора объектов в режиме группового преобразования выбрать объект в списке или в 3D сцене нажатием в списке нажатием , то команда переключается в режим индивидуального преобразования, что можно заметить по исчезновению оранжевой подсветки объектов и изменению набора вкладок окна **Параметры**.

Исходная и целевая СК 3D преобразований

Для преобразования 3D фрагментов доступны исходная и целевая СК. Исходная СК привязана к преобразуемому фрагменту. Целевая СК задается независимо от преобразуемого фрагмента.
Команда Преобразования сначала совмещает исходную СК с целевой, после чего можно задать **Преобразования** относительно нового положения и ориентации исходной СК.
Выбранные Исходная система координат и Целевая система координат отображаются в соответствующих полях в верхней части вкладки **Основные преобразования** окна **Параметры.**
Преобразования разбиваются на группы, отображаемые в списке в нижней части вкладки **Основные преобразования** окна **Параметры.**
Состав выбранной в данный момент в списке группы преобразований отображается в во вкладке **Преобразования** окна **Параметры.**
Для преобразования операций и элементов построения доступна только исходная СК. Совмещение исходной СК с произвольно выбранной в этом случае осуществляется не в виде выбора целевой СК, а в виде создания особого преобразования - Система координат с последующим удалением автоматически созданных элементарных преобразований.





СК операций СК фрагментов

Исходная СК

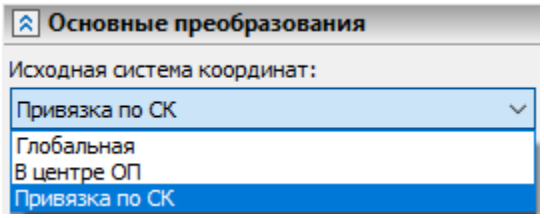
Исходная система координат отображается во вкладке **Основные преобразования** окна **Параметры** в виде выпадающего списка.
Набор вариантов доступных для выбора в списке зависит от преобразуемого объекта.
Для преобразования операций и элементов построения в качестве исходной системы координат могут выступать:

- **Глобальная СК**

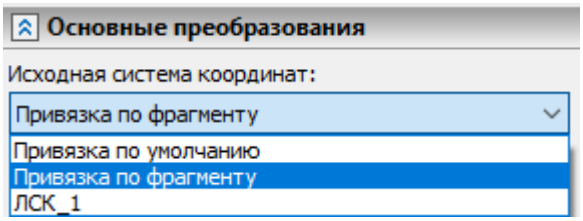
- СК **В центре ОП** (Объекта Преобразования)
  Располагается в центре описывающего объект параллелепипеда. Направление осей совпадает с направлением осей Глобальной СК).
- **Привязка по СК**
  Создается с помощью опции **Выбрать или создать исходную систему координат** автоменю команды **Преобразования** или при создании некоторых операций (Примитивы).

Для преобразования 3D фрагментов в качестве исходной системы координат могут выступать:

- **Привязка по умолчанию**
  (Глобальная система координат)
- **Одна из внешних ЛСК фрагмента**
  В выпадающем меню исходной СК будут доступны все имеющиеся во фрагменте ЛСК.
- **Привязка по фрагменту**
  Создается с помощью опции **Выбрать или создать исходную систему координат** автоменю команды **Преобразования** или при вставке фрагмента.



Исходная СК операций



Исходная СК фрагментов

Для вариантов **Привязка по СК** или **Привязка по фрагменту** СК задается при помощи опции автоменю:

<S> Выбрать или создать исходную систему координат

Выбор данной опции переводит систему в режим задания СК.

Целевая СК

Целевая система координат отображается во вкладке **Основные преобразования** окна **Параметры** при преобразовании 3D фрагментов.
Если при добавлении фрагмента в сборку была задана целевая СК, то она же будет выбрана при последующем применении команды **Преобразование** к данному фрагменту.
Если при добавлении фрагмента в сборку не была задана целевая СК, то в поле **Целевая система координат** будет отображаться значение **<Нет>**.
Для выбора целевой системы координат преобразования используется опция автоменю:

<T> Выбрать целевую систему координат

Для отмены выбора используется опция автоменю:

<F> Сбросить целевую систему координат

Режим задания исходной СК 3D преобразований

Вход в режим осуществляется из команды **Преобразование** выбором следующей опции автоменю:

<S> Выбрать или создать исходную систему координат

В данном режиме в 3Д окне отображается только элемент, выбранный для преобразования, и существующие в модели СК.

Можно выбрать существующую СК, наведя на нее курсор мыши и нажав , либо задать новую с помощью следующих опций автоменю:

<1> Выбрать точку, задающую начало координат

<2> Выбрать элемент, задающий направление оси X

<3> Выбрать элемент, задающий направление оси Y

Активация данных опций включает на **Панели фильтров** фильтры выбора 3D элементов, которые можно использовать для задания точки.

Активация опций и также включает фильтры выбора 3D элементов, которые можно использовать для задания направления.

При выборе элементов следует обращать внимание на активные фильтры.

Заданную при помощи вышеописанных опций или выбранную из существующих в модели СК можно изменить с помощью манипуляторов, а также опций:

<A> Повернуть систему координат вокруг оси X на 90°

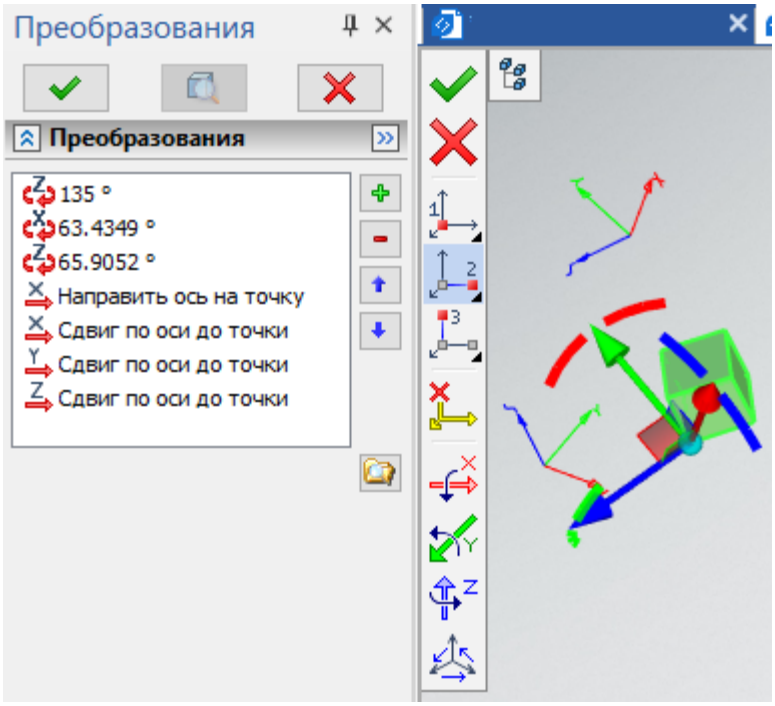
<O> Повернуть систему координат вокруг оси Y на 90°

<Z> Повернуть систему координат вокруг оси Z на 90°

<8> Циклический поворот системы координат

Окно **Параметры** в режиме задания СК содержит только одну вкладку **Преобразования**, в которой отображаются все преобразования применённые к СК.

Вкладка **Преобразования**, а также манипуляторы в данном режиме функционируют аналогично основному режиму работы команды **Преобразование**. Разница лишь в том, что здесь преобразования применяются не к самому выбранному элементу, а к его исходной СК.



Следующая опция автоменю позволяет сбросить режим задания в СК в исходное состояние:

<C> Отменить выбор системы координат

Следующая опция автоменю позволяет выйти из режима задания СК и вернуться к команде **Преобразование** без применения внесенных изменений:

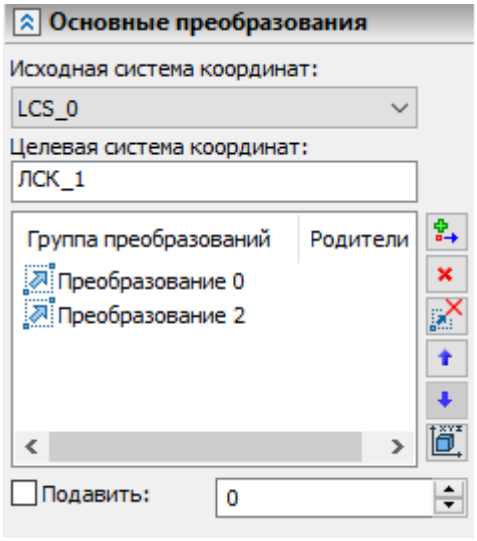
<X> Выйти из команды

Следующая опция автоменю позволяет выйти из режима задания СК и вернуться к команде **Преобразование** с применением внесенных изменений:

<Ctrl+Enter> Закончить ввод

Группы 3D преобразований

Ниже полей исходной и целевой СК на вкладке **Основные преобразования** окна параметров команды **Преобразования** отображается список групп преобразований. Группу в списке можно выбрать нажатием . Вкладка **Преобразования** содержит список преобразований, входящих в группу, выбранную в списке преобразований. Если какое-либо из преобразований, входящих в группу, содержит геометрические привязки, то название элемента, к которому привязано преобразование, отображается в столбце **Родители**. При наличии нескольких родителей в одной группе они перечисляются через запятую.



Справа от списка групп преобразований находятся кнопки:

- **Добавить группу преобразований** (добавляет пустую группу в конец списка);
- **Удалить группу преобразований** (удаляет выбранную в списке группу);
- **Удалить все группы преобразований**;
- **Переместить вверх** (перемещает выбранную группу в списке);
- **Переместить вниз** (перемещает выбранную группу в списке);

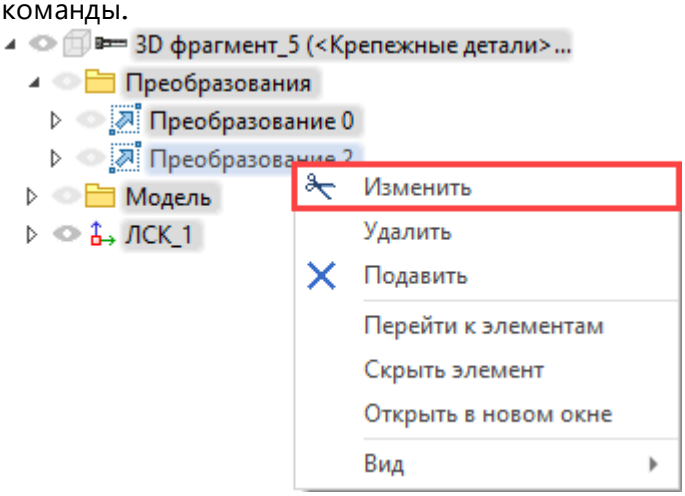
Преобразования применяются в порядке расположения в списке сверху вниз. При нажатии кнопок меняется последовательность выполнения групп преобразований. Обратите внимание, что при изменении последовательности выполнения групп преобразований, меняется конечный результат.

- **Заменить на одно неассоциативное преобразование**
  Объединяет все группы преобразований в одну и заменяет все входящие в них преобразование на одно нередактируемое особого типа - Преобразование.

Под списком групп преобразований расположен флаг **Подавить**, а справа от него - поле ввода значения. Данный флаг применяется индивидуально к выбранной в списке группе преобразований.

Установка флага исключает выбранную группу из расчёта положения объекта и устанавливает в поле ввода значение "**1**". Снятие флага включает выбранную группу в расчёта положения объекта и устанавливает в поле ввода значение "**0**". Значение в поле ввода можно ввести с клавиатуры или задать вещественной переменной для управления подавлением при помощи Параметризации. Преобразование будет подавлено, если значение переменной не равно нулю. Любые положительные значения при подстановке в поле заменяются на единицу, отрицательные - на ноль.

Также созданные группы преобразований отображаются в дереве модели в виде объекта **Преобразование**, из контекстного меню для которого можно выбрать пункт **Изменить** для вызова команды.



Список 3D преобразований

После выбора объектов преобразования в окне параметров команды **Преобразования** отображается список обычных преобразований, применённых к выбранным объектам. Если к объекту применены преобразования сопряжений, то их список отображается отдельно в дополнение к списку обычных преобразований.

Обычные преобразования

На вкладке **Преобразования** окна параметров команды **Преобразования** отображается список преобразований, входящих в выбранную группу. Преобразование в списке можно выбрать нажатием . Справа от списка располагаются кнопки:

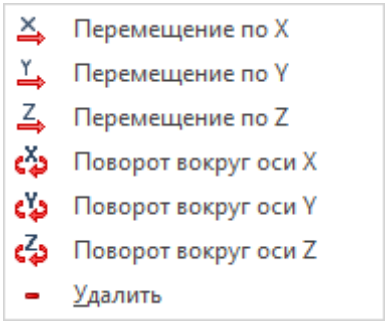
- **Добавить**
- **Удалить**
- **Выше**
- **Ниже**

Преобразования применяются в порядке расположения в списке сверху вниз. При нажатии кнопок меняется последовательность выполнения преобразований. Обратите внимание, что при изменении последовательности выполнения преобразований, меняется конечный результат.

Преобразования можно добавлять и редактировать:

- с помощью манипуляторов;
- с помощью кнопки **Добавить**;
- с помощью некоторых опций автоменю;
- с помощью контекстного меню, вызываемого по нажатию в любом месте вкладки **Преобразования**.

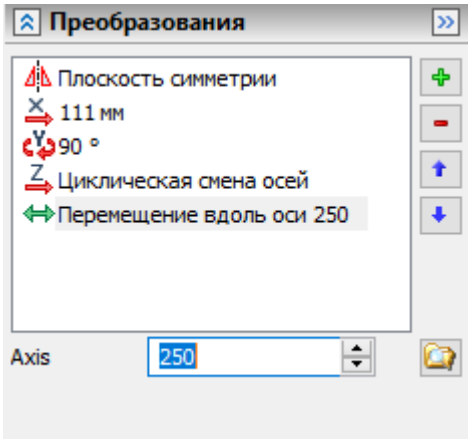
Контекстное меню, вызываемое по нажатию на любом из перемещений в списке, позволяет выбрать создание перемещения вдоль или вращения вокруг одной из осей исходной системы координат, либо удалить выбранное перемещение. Контекстное меню, вызываемое по нажатию в любом другом месте вкладки **Преобразования**, либо по нажатию на кнопке , имеет такой же вид за исключением отсутствия опции **Удалить**. При добавлении преобразования с помощью контекстного меню в списке преобразований появляется новое преобразование с нулевым значением.



При выборе в списке преобразования, требующего ввода числового значения, под списком отображается поле для ввода данного значения.

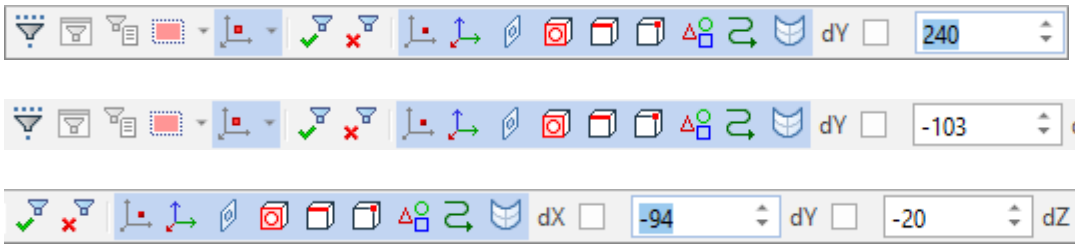
При выборе в списке преобразования, требующего выбора геометрического элемента для привязки, под списком отображается тип элемента и кнопка, позволяющая **Перевыбрать геометрическую привязку**. Нажатие на данную кнопку активирует фильтры выбора объектов необходимого типа, после чего можно выбрать нужный объект в 3D сцене. Преобразование перестроится в соответствии с новой привязкой. Тела и проволочная геометрия, которым принадлежат элементы, выбранные в качестве геометрических привязок подсвечиваются в 3D сцене зелёным цветом.

Потомки выбранных для преобразования объектов недоступны для выбора в качестве привязки. Это предотвращает появление рекурсии в модели.



В процессе использования манипуляторов для задания преобразования, требующего ввода числового значения, поле для ввода данного значения отображается на **Панели фильтров** (либо на системной панели, если она включена).

Слева от такого поля располагается имя параметра и флаг. При вводе значения с клавиатуры флаг устанавливается, после чего перемещения мыши перестают влиять на значение данной переменной. Для возврата к заданию значения при помощи мыши снимите флаг. В качестве значения можно вводить имя переменной или формулу.



В списке могут отображаться следующие виды преобразований:

- Система координат
- Преобразование
- Перемещение по оси (вместо названия отображается величина перемещения)
- Сдвиг по оси до точки
- Сдвиг по оси до кривой
- Сдвиг по оси до поверхности
- Направить ось на точку
- Установить ось
- Установить направление оси
- Поворот вокруг оси (вместо названия отображается величина перемещения)
- Повернуть ось вокруг оси по направлению к точке
- Перемещение вдоль оси
- Поворот вокруг оси
- Плоскость симметрии
- Установить плоскость
- Циклическая смена осей

Масштабирование не отображается в списке преобразований, т.к. ему посвящена отдельная вкладка.

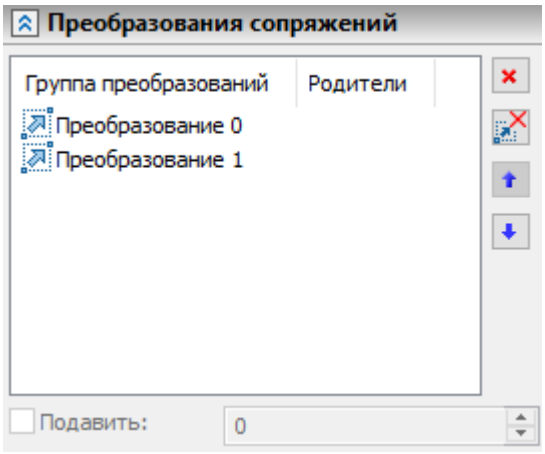
Преобразования сопряжений

В нижней части окна **Параметры** команды **Преобразования** может находиться вкладка **Преобразования сопряжений**. В ней отображается список групп сохранённых преобразований сопряжений при наличии таковых у выбранного объекта. При их отсутствии вкладка не отображается. Преобразования сопряжений отображаются только в виде группы без разбивки на отдельные преобразования.

> Преобразования сопряжения всегда применяются первыми, независимо от наличия и порядка основных преобразований.

Функционал данной вкладки окна параметров команды **Преобразования** аналогичен функционалу одноимённой вкладки диалога параметров элемента.

> Подробная информация о преобразованиях сопряжений и их влиянии на работу команды **Преобразования** доступна в главе Преобразования сопряжений



Виды 3D преобразований

В команде **Преобразования** доступны следующие виды преобразований:

- совмещение исходной СК с произвольной;
- неассоциативное преобразование;
- перемещение вдоль оси исходной СК:
  - на произвольное значение, задаваемое пользователем;
  - до точки;
  - до кривой;
  - до поверхности;
- поворот вокруг оси исходной СК:
  - на произвольное значение, задаваемое пользователем;
  - на 90 градусов;
  - по направлению к точке;
- поворот вокруг начала координат исходной СК:
  - параллельно направлению;
  - по направлению к точке;
  - циклический поворот СК;
- совмещение оси исходной СК с произвольным вектором;
- совмещение плоскости исходной СК с произвольной плоскостью;
- перемещение вдоль произвольной оси;
- поворот вокруг произвольной оси;
- симметрия;
- масштабирование.

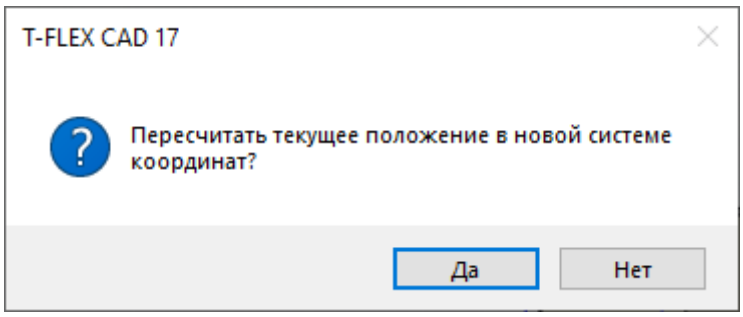
Совмещение исходной СК с произвольной

> Данный вид преобразования недоступен для 3Д фрагментов. Вместо этого используйте выбор целевой СК.

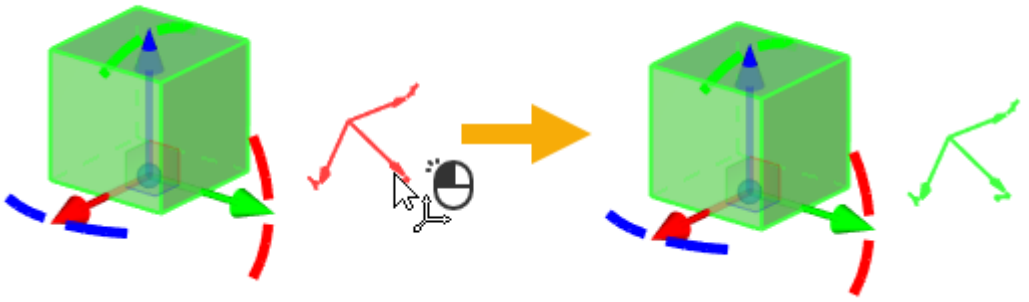
Для операций и элементов построения в команде **Преобразование** недоступен выбор целевой СК, но можно совместить исходную СК с любой из имеющихся в модели ЛСК с помощью следующей опции автоменю:

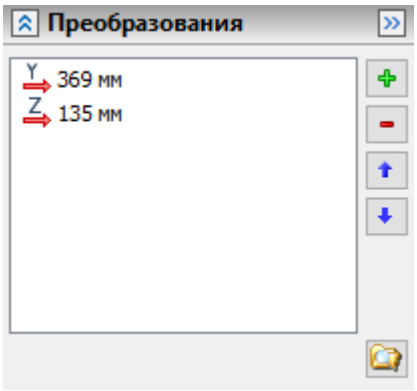
<L> Выбрать систему координат для текущего преобразования

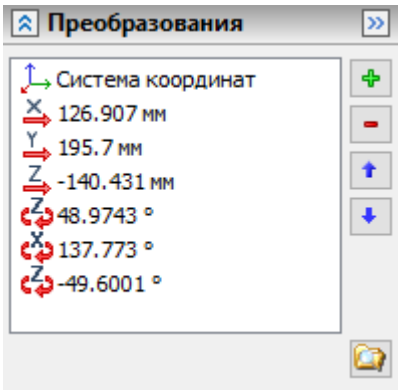
Нажмите на опции автоменю, затем наведите курсор на существующую СК и снова нажмите . Система задаст вопрос:



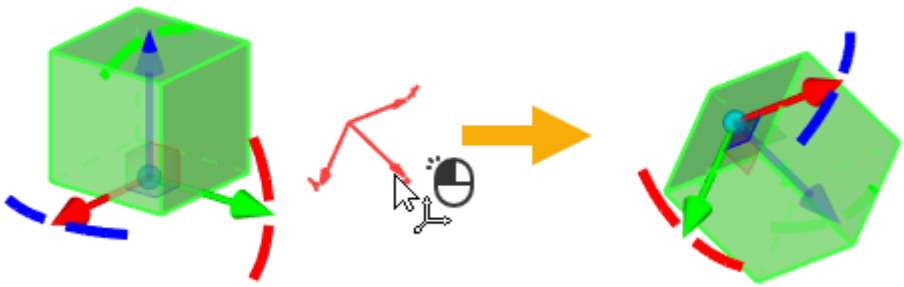
При выборе варианта **Да** текущее положение объекта будет сохранено, а все преобразования из состава текущей группы преобразований будут заменены на элементарные перемещения и повороты относительно осей выбранной СК, соответствующие текущему положению объекта.

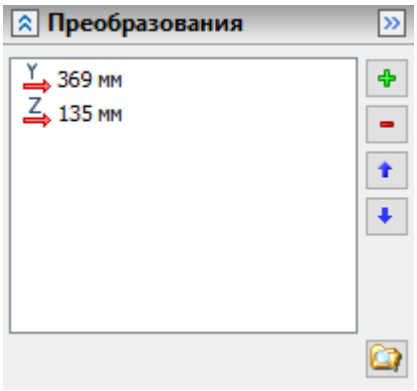


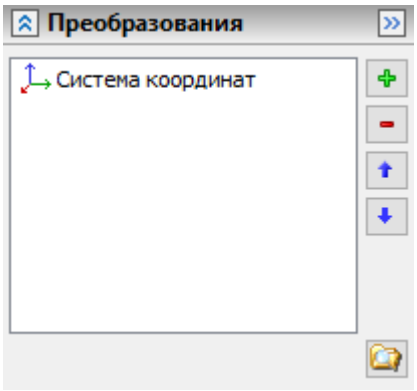




При выборе варианта **Нет** все преобразования из состава текущей группы преобразований будут просто удалены, соответственно, положение элемента изменится.







В любом случае, **Система координат** появится в первой строчке списка Преобразований в составе текущей группы.

Данное преобразование можно перемещать в списке с помощью кнопок . Позиция данного преобразования в списке влияет на другие преобразования следующим образом:

- Все преобразования данной группы, находящиеся в списке выше чем **Система координат**, рассчитываются в исходной СК элемента.
- Все преобразования данной группы, находящиеся в списке ниже, чем **Система координат**, рассчитываются в выбранной СК.
- Все преобразования других групп рассчитываются независимо от данного преобразования (в исходной СК элемента либо в **Системе координат**, выбранной аналогичным способом для другой группы)

Выбранная СК подсвечивается зелёным в 3D сцене.

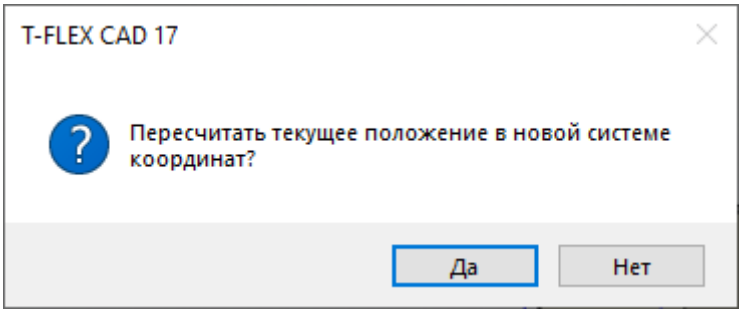
Преобразование данного типа не редактируется. Можно лишь повторно задать новую СК.

Данное преобразование можно удалить либо выбрав его в списке и нажав кнопку **Удалить**, либо с помощью опции автоменю:

<C> Отменить выбор системы координат

При удалении **Системы координат** с помощью кнопки все преобразования данной группы сохранятся с неизменными значениями, но те из них, которые считались в выбранной СК, будут теперь отсчитываться относительно исходной СК элемента, соответственно положение элемента изменится.

При удалении **Системы координат** с помощью опции автоменю система снова задаст вопрос:

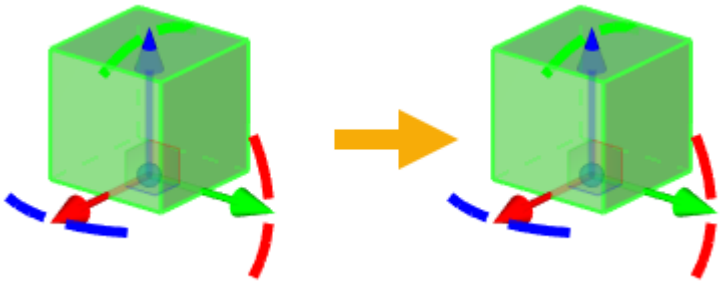


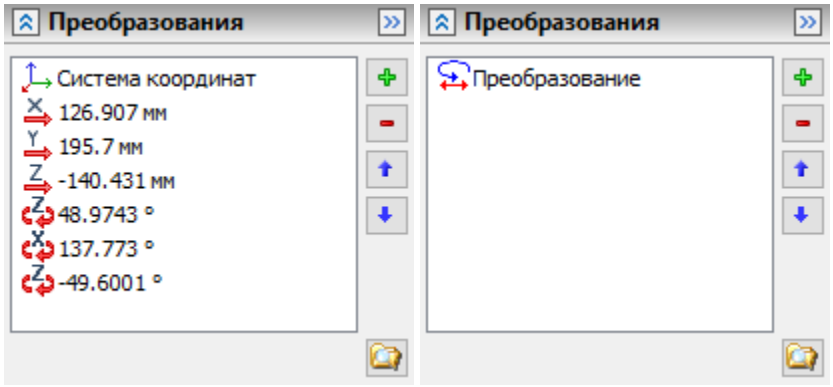
При выборе варианта **Да** текущее положение элемента будет сохранено, а все преобразования из состава текущей группы преобразований (независимо от их положения в списке относительно **Системы координат**) будут заменены на элементарные перемещения и повороты относительно осей исходной СК, соответствующие текущему положению элемента.

При выборе варианта **Нет** все преобразования из состава текущей группы преобразований (независимо от их положения в списке относительно **Системы координат**) будут просто удалены, соответственно, положение элемента изменится.

Неассоциативное преобразование

Справа от списка групп преобразований в окне параметров команды Преобразования доступна опция **Заменить на одно неассоциативное преобразование.** При её использовании объект преобразования сохраняет своё положение, но все применённые к нему преобразования заменяются на одно преобразование особого типа - **Преобразование**. Неассоциативное преобразование не подлежит редактированию, но может быть переставлено в списке относительно других преобразований с помощью кнопок , что влияет на итоговое положение 3D элемента.





Перемещение вдоль оси исходной СК

В команде Преобразования перемещение вдоль одной оси исходной СК преобразований создается либо выбором соответствующего варианта из контекстного меню, либо с помощью манипуляторов осей.

Для задания перемещения с помощью манипулятора наведите курсор мыши на стрелку манипулятора нужной оси. Стрелка подсветится, а курсор сменит вид на , , или в зависимости от оси. Если задержать курсор в этом положении, то также появится текстовая подсказка. После наведения курсора на ось есть два способа использования манипулятора:

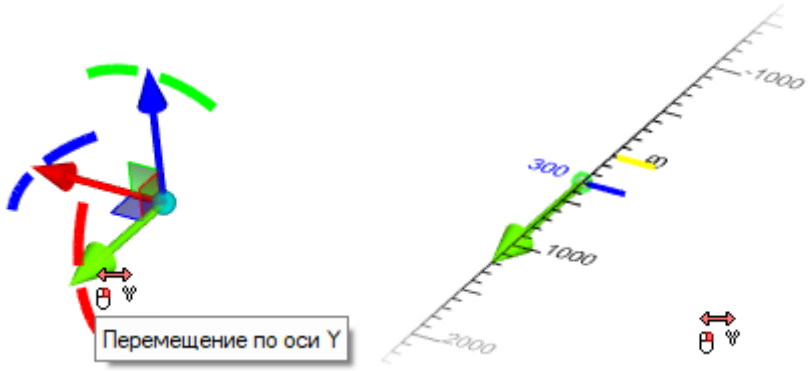
1. **Перетягивание (drag&drop)**

   Зажать и удерживать , после чего не отпуская перемещать курсор. Манипулятор будет следовать за курсором вдоль оси. Конечная точка перемещения будет задана в момент отпускания . В данном режиме недоступны геометрические привязки.
2. **Указание точки нажатием (point&click)**

   Один раз нажать (не удерживать). Манипулятор будет следовать за курсором вдоль оси.

Конечная точка перемещения будет задана в момент повторного нажатия . В данном режиме доступны геометрические привязки.

В обоих случаях при перемещении манипулятора будет отображаться линейная шкала вдоль оси. Шаг шкалы определяется масштабом изображения. Шаг перемещения манипулятора также определяется масштабом изображения и всегда округляется до единичных величин того или иного порядка (сотни, десятки, единицы, десятые доли и т.п.). При необходимости можно задать шаг вручную в настройках манипулятора. Нулевое значение на шкале выделено желтой меткой. Текущее значение перемещения выделено синей меткой. Шкала отображается только вблизи текущего значения, тогда как желтая метка нулевого значения отображается всегда. Также при перемещении манипулятора можно ввести значение перемещения с клавиатуры.



При задании перемещения без указания геометрической привязки в списке преобразований появляется новое преобразование вида:

123 мм

где - символ ,соответствующий выбранной оси, **123** - величина перемещения, **мм** - единица измерения.

Созданное преобразование можно отредактировать, изменив значение в поле ввода.

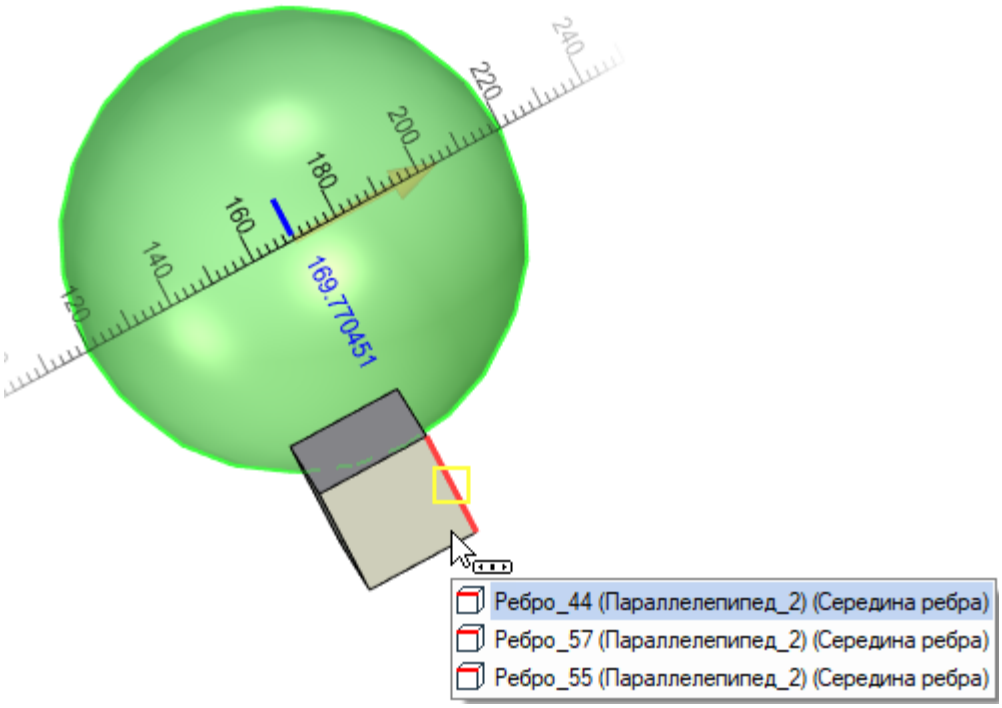
При использовании способа **Указание точки нажатием** на панели фильтров отображаются фильтры выбора объектов, которые можно использовать для задания точек. При наведении курсора мыши на объект, соответствующий активному набору фильтров, объект будет выделен красным цветом, а задаваемая им точка - желтой обводкой. Манипулятор переместится в точку, соответствующую нормальной проекции выделенной точки на ось манипулятора. Если задержать курсор в этом положении, появится подсказка с иконкой типа и названием выбранного элемента. Если задержать курсор подольше, появится список всех подходящих элементов, перекрываемых текущим положением курсора (по умолчанию выбирается ближайший относительно направления взгляда). Между элементами списка можно переключаться, прокручивая . После того как подсвечен нужный элемент, нажмите для подтверждения выбора. В списке преобразований появится новое преобразование вида:

Сдвиг по оси до точки

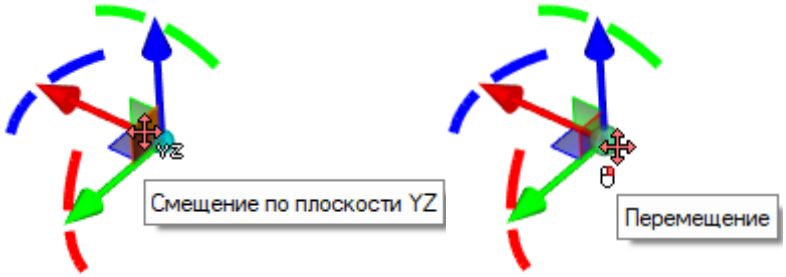
где - символ ,соответствующий выбранной оси.

Созданное преобразование можно отредактировать, заменив точку с помощью кнопки перевыбора привязки.

Привязки сохраняются после применения преобразований, так что если точка привязки изменит положение, то и положение объекта преобразования изменится.



С помощью манипуляторов плоскостей можно одновременно задавать перемещения вдоль двух осей, а с помощью манипулятора начала координат - вдоль трёх осей.



Данные манипуляторы работают аналогично манипуляторам осей. При наведении курсора мыши на манипулятор начала координат курсор меняет вид на , а при наведении на манипуляторы плоскостей - на , или в зависимости от плоскости. При перемещении манипуляторов линейка не отображается, но шаг перемещения определяется так же как и для манипуляторов осей.

При использовании привязок:

- манипулятор плоскости перемещается в точку, соответствующую нормальной проекции точки привязки на плоскость манипулятора;
- манипулятор начала координат полностью совмещается с точкой привязки.

В результате использования данных манипуляторов создаются сразу два или три преобразования следующего вида:

123 мм
123 мм
123 мм

(без использования привязок) или

Сдвиг по оси до точки
Сдвиг по оси до точки
Сдвиг по оси до точки

(с использованием привязок).

Для сдвига по трём осям до точки привязки можно также использовать опцию автоменю:

<N> Выбрать точку

Создаваемые в результате преобразования идентичны результату использования манипулятора начала координат с заданием привязки.

Сдвиг по оси до точки также можно также задавать с помощью опции **Перенести до точки** в контекстном меню манипуляторов осей и плоскостей. Выбор точки таким способом осуществляется аналогично использованию манипулятора в режиме **Указание точки нажатием**, но в данном случае невозможно задать произвольные значения перемещений и манипулятор не следует за курсором.

При добавлении нового перемещения без привязки вдоль оси СК система проверяет, есть ли в списке преобразований другие перемещения без привязки вдоль этой же оси. При их отсутствии создается новое перемещение. При их наличии результат зависит от наличия в списке преобразований, меняющих направление осей СК:

- Если между имеющимся перемещением без привязки вдоль оси СК и концом списка есть преобразование, меняющее направление осей, то создается новое перемещение.
- Если между имеющимся перемещением без привязки вдоль оси СК и концом списка нет преобразований, меняющих направление осей, то вместо создания нового перемещения редактируется имеющееся путем прибавления нового значения к старому.

При добавлении сдвига по оси до точки аналогично учитывается изменение направления осей, но вместо прибавления значений просто заменяется точка привязки у существующего перемещения. При этом, если ниже по списку относительно сдвига с заменой точки находится обычное перемещение (без привязки) по той же оси, то оно удаляется.

Сдвиг по оси до кривой задается с помощью опции **Переместить до кривой** в контекстном меню манипулятора оси. При выборе данной опции на панели фильтров включаются фильтры выбора кривых (в т.ч. прямых), после чего можно выбрать нужную кривую в 3Д сцене.
Если выбранная кривая пересекает ось, то манипулятор переместится в точку пересечения.
Если выбранная кривая не пересекает ось и не параллельна ей, то манипулятор переместится в точку нормальной проекции на ось ближайшей точки выбранной кривой.
Если выбранная кривая параллельна оси, то перемещения не произойдет, а система выдаст ошибку в окне **Диагностики**:
Не удалось найти ближайшую точку на кривой или поверхности
При наличии ошибки преобразование все равно добавится в список и ошибка продолжит выдаваться пока созданное преобразование не будет удалено или отредактировано.

При использовании данной опции всегда создаётся новое преобразование, независимо от наличия в списке других перемещений по той же оси.

Созданное преобразование можно отредактировать, заменив кривую с помощью кнопки перевыбора привязки.

Сдвиг по оси до поверхности задается с помощью опции **Переместить до поверхности** в контекстном меню манипулятора оси. При выборе данной опции на панели фильтров включаются фильтры выбора геометрических поверхностей, после чего можно выбрать нужную поверхность в 3Д сцене.
Если выбранная поверхность пересекает ось, то манипулятор переместится в точку пересечения.

Если выбранная поверхность не пересекает ось и не параллельна ей, то манипулятор переместится в точку нормальной проекции на ось ближайшей точки выбранной поверхности.
Если выбранная поверхность параллельна оси, то перемещения не произойдет, а система выдаст ошибку в окне **Диагностики**:

⚠**Не удалось найти ближайшую точку на кривой или поверхности**

При наличии ошибки преобразование все равно добавится в список и ошибка продолжит выдаваться пока созданное преобразование не будет удалено или отредактировано.

> При использовании данной опции всегда создаётся новое преобразование, независимо от наличия в списке других перемещений по той же оси.

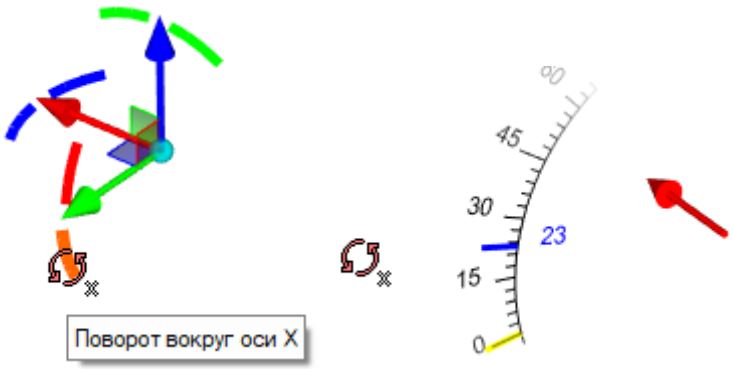
Созданное преобразование можно отредактировать, заменив поверхность с помощью кнопки перевыбора привязки.

Поворот вокруг оси исходной СК

В команде **Преобразования** поворот вокруг оси исходной СК преобразований создается одним из следующих способов:

- выбором соответствующего варианта из контекстного меню;
- с помощью опций автоменю;
- с помощью манипуляторов поворота;
- с помощью опции **Направить ось на точку поворотом вокруг оси** контекстного меню манипулятора оси.

Для задания поворота с помощью манипулятора наведите курсор мыши на нужный манипулятор. Манипулятор подсветится, а курсор сменит вид на , , или в зависимости от оси. Если задержать курсор в этом положении, то также появится текстовая подсказка. После наведения курсора на ось есть два способа использования манипулятора: перетягивание и указание точки нажатием, аналогично описанному для перемещения вдоль оси СК. В обоих способах геометрические привязки недоступны.
При перемещении манипулятора будет отображаться угловая шкала вокруг оси. Шаг шкалы и шаг перемещения манипулятора поворота всегда постоянны. При необходимости можно задать шаг вручную в настройках манипулятора. Аналогично перемещению вдоль оси СК на шкале отображаются метки начального и текущего значений. Также при перемещении манипулятора можно ввести значение перемещения с клавиатуры.



При задании перемещения без указания геометрической привязки в списке преобразований появляется новое преобразование вида:

123°

где - символ ,соответствующий выбранной оси, **123** - величина поворота, ° - единица измерения.
Созданное преобразование можно отредактировать, изменив значение в поле ввода.

Для быстрого поворота на 90° вокруг одной из осей СК можно использовать следующие опции автоменю:

	<A>	Повернуть систему координат вокруг оси X на 90°
	<O>	Повернуть систему координат вокруг оси Y на 90°
	<Z>	Повернуть систему координат вокруг оси Z на 90°

При добавлении нового поворота вокруг оси СК система проверяет, есть ли в списке преобразований другие повороты вокруг этой же оси. При их отсутствии создается новый поворот. При их наличии результат зависит от наличия в списке других преобразований, меняющих направление осей СК:

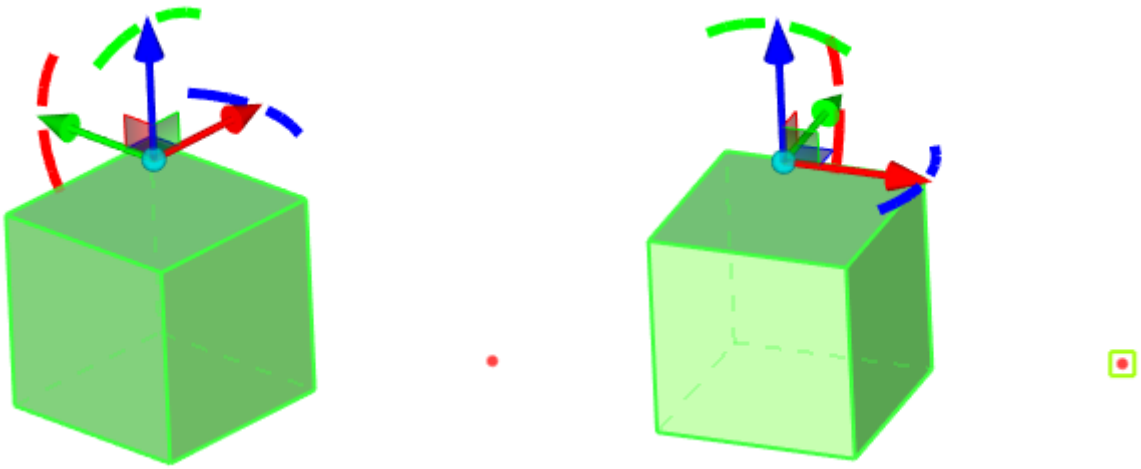
- Если между имеющимся поворотом вокруг оси СК и концом списка есть преобразование, меняющее направление осей (даже если направление интересующей нас оси при этом не меняется), то создается новый поворот.
- Если между имеющимся поворотом вокруг оси СК и концом списка нет преобразований, меняющих направление осей, то вместо создания нового поворота редактируется имеющийся путем прибавления нового значения к старому.

Повернуть СК вокруг другой оси СК по направлению к точке можно с помощью опций **Направить ось на точку поворотом вокруг оси** контекстном меню манипулятора оси
При использовании данной опции на панели фильтров отображаются фильтры выбора объектов, которые можно использовать для задания точек. После выбора нужной точки в списке преобразований появится новое преобразование вида:

Повернуть ось вокруг оси по направлению к точке

При использовании данной опции всегда создаётся новое преобразование, независимо от наличия в списке других преобразований.

Созданное преобразование можно отредактировать, заменив точку с помощью кнопки перевыбора привязки.



Исходное положение

Результат применения опции **Направить ось X на точку поворотом вокруг оси Z**

Поворот вокруг начала исходной СК

Команда **Преобразования** позволяет повернуть объект преобразования вокруг начала исходной СК преобразований. Если при повороте вокруг оси СК меняется ориентация лишь двух осей, тогда как третья (ось вращения) остается неизменной, то при повороте вокруг начала координат меняется ориентация сразу всех трёх осей СК. Данный тип поворота можно задать с помощью опции автоменю для циклического поворота СК или, воспользовавшись одной из двух следующих опций в контекстном меню манипулятора оси:

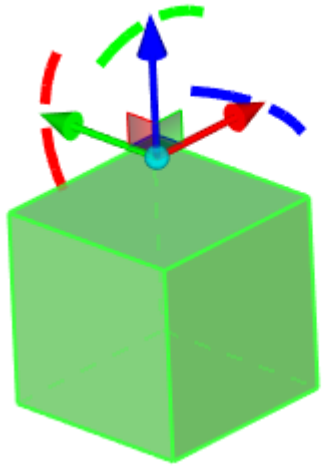
- **Повернуть параллельно направлению**
- **Направить ось на точку**

При использовании опции **Повернуть параллельно направлению** на панели фильтров отображаются фильтры выбора направлений. После выбора нужного направления в списке преобразований появится новое преобразование вида:

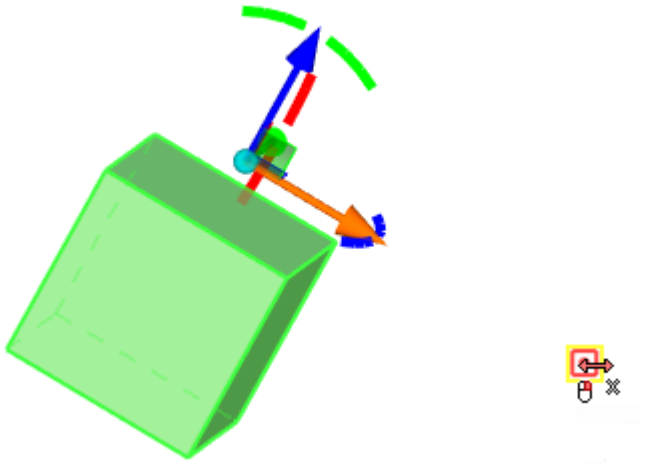
Установить направление оси

При использовании опции **Направить ось на точку** на панели фильтров отображаются фильтры выбора точек. После выбора нужной точки в списке преобразований появится новое преобразование вида:

Направить ось на точку



Исходное положение



Результат применения к оси X опции **Направить ось на точку**

При использовании опций поворота вокруг начала координат всегда создаётся новое преобразование, независимо от наличия в списке других преобразований.

Созданные преобразования можно отредактировать, заменив направление или точку с помощью кнопки перевыбора привязки.

Циклический поворот системы координат осуществляется из контекстного меню манипулятора начала координат или при помощи опции автоменю:

<8> Циклический поворот системы координат

При применении данной опции ось X принимает направление, прежде соответствовавшее оси Y, ось Y - оси Z, ось Z - оси X. В списке преобразований появляется новое преобразование вида:

Циклическая смена осей

где вместо может быть любой другой случайный символ преобразования.

Данное преобразование не подлежит редактированию, но может быть переставлено в списке относительно других преобразований с помощью кнопок , что влияет на итоговое положение 3D элемента.

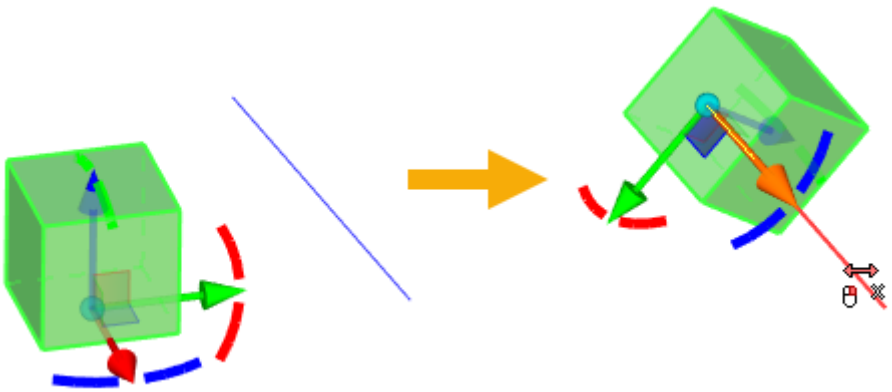
> Возможно применение не более двух последовательных преобразований данного типа. Применение циклического поворота в третий раз подряд просто удалит два предыдущих поворота, т.к. результат третьего поворота соответствует исходной ориентации СК.

Совмещение оси исходной СК с произвольным вектором

В команде **Преобразования** совмещение оси исходной СК преобразований с произвольным вектором осуществляется с помощью опции **Совместить ось полностью** в контекстном меню манипулятора оси. При выборе данной опции на панели фильтров включаются фильтры выбора осей, после чего можно выбрать нужный элемент в 3Д сцене.
В результате в списке преобразований появится новое преобразование вида:
Установить ось
где - символ ,соответствующий преобразуемой оси СК.

> При использовании данной опции всегда создаётся новое преобразование, независимо от наличия в списке других преобразований.

Созданное преобразование можно отредактировать, воспользовавшись кнопкой перевыбора привязки.

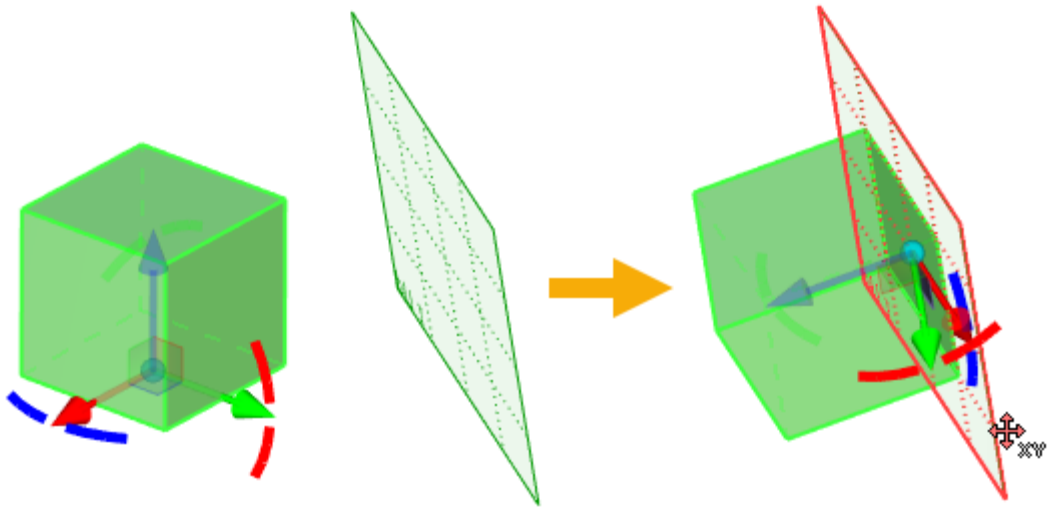


Совмещение плоскости исходной СК с произвольной плоскостью

В команде **Преобразования** совмещение плоскости исходной СК преобразований с произвольной плоскостью осуществляется с помощью опции **Совместить полностью** в контекстном меню манипулятора плоскости. При выборе данной опции на панели фильтров включаются фильтры выбора элементов, которые можно использовать для задания плоскости, после чего можно выбрать нужный элемент в 3Д сцене. При совмещении плоскостей совмещаются также точки начала координат. В результате в списке преобразований появится новое преобразование вида:
Установить плоскость

> При задании данного преобразования удаляются все остальные преобразования, входящие в выбранную группу преобразований.

Созданное преобразование можно отредактировать, воспользовавшись кнопкой перевыбора привязки.

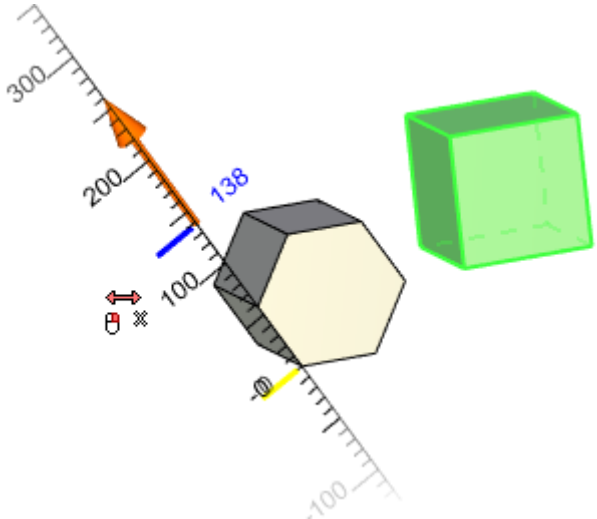


Перемещение вдоль произвольной оси

В команде **Преобразования** перемещение вдоль произвольной оси задается при помощи опции автоменю:

<B> Задать перемещение вокруг произвольной оси

Активация данной опции включает на панели фильтров фильтры выбора осей, после чего можно выбрать нужную ось в 3D сцене.
После выбора оси в сцене появляется манипулятор, при помощи которого можно задавать перемещение. Работа с данным манипулятором аналогична работе с манипулятором перемещения вдоль оси СК в режиме указания точки нажатием. Разница лишь в том, что при перемещении вдоль произвольной оси недоступна привязка перемещения к существующей точке. Шаг перемещения манипулятора также зависит от масштаба камеры либо берется из настроек манипуляторов ЛСК. Также при перемещении манипулятора можно ввести значение перемещения с клавиатуры.



После задания требуемого перемещения в списке преобразований появляется новое преобразование вида:
Перемещение вдоль оси 123
где **123** - величина перемещения в единицах, установленных для задания длины в Параметрах документа.

При использовании данной опции всегда создаётся новое преобразование, независимо от наличия в списке других преобразований.

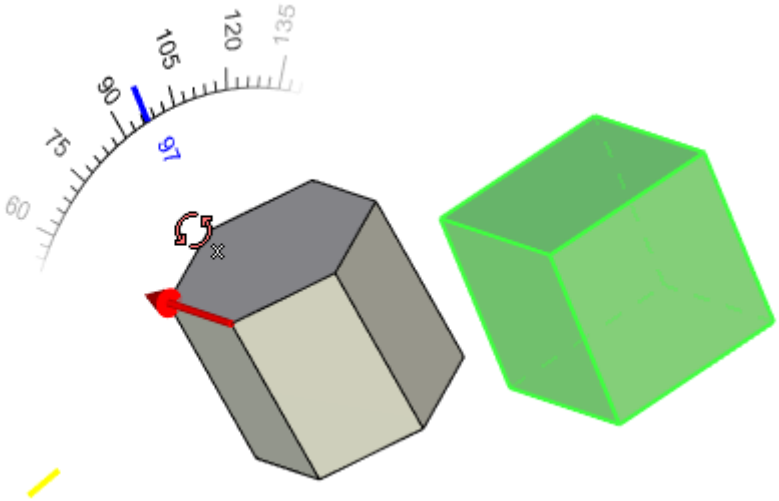
Созданное преобразование можно отредактировать, изменив значение в поле ввода или заменив ось с помощью кнопки перевыбора привязки.

Поворот вокруг произвольной оси

В команде **Преобразования** поворот вокруг произвольной оси задается при помощи опции автоменю:

<Y> Задать вращение вокруг произвольной оси

Активация данной опции включает на панели фильтров фильтры выбора осей, после чего можно выбрать нужную ось в 3D сцене.
После выбора оси в сцене появляется манипулятор, при помощи которого можно задавать поворот. Работа с данным манипулятором аналогична работе с манипулятором поворота вокруг оси СК в режиме указания точки нажатием. Шаг перемещения манипулятора также берется из настроек манипуляторов ЛСК. Также при перемещении манипулятора можно ввести значение перемещения с клавиатуры.



После задания требуемого угла поворота в списке преобразований появляется новое преобразование вида:
Поворот вокруг оси 123
где **123** - величина поворота в градусах.

При использовании данной опции всегда создаётся новое преобразование, независимо от наличия в списке других преобразований.

Созданное преобразование можно отредактировать, изменив значение в поле ввода или заменив ось с помощью кнопки перевыбора привязки.

Симметрия

В команде **Преобразования** симметрия задается при помощи следующей опции автоменю:

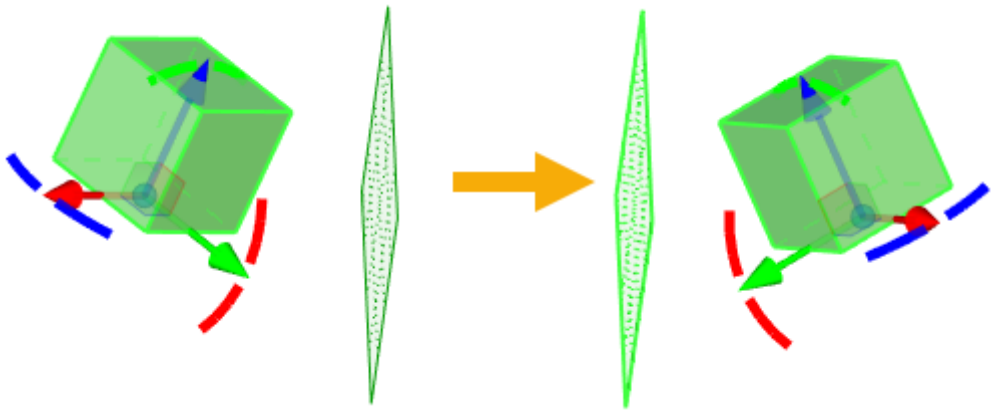
<P> Выбрать плоскость симметрии

Активация данной опции включает на панели фильтров фильтры выбора элементов, которые можно использовать для задания плоскостей, после чего можно выбрать нужный элемент в 3D сцене.
После задания плоскости симметрии в списке преобразований появляется новое преобразование вида:

Плоскость симметрии

> При использовании данной опции всегда создаётся новое преобразование, независимо от наличия в списке других преобразований.

Созданное преобразование можно отредактировать, заменив плоскость с помощью кнопки перевыбора привязки.



Масштабирование

Масштабирование осуществляется путем ввода значений масштаба в поля вкладки **Масштабирование** окна параметров команды **Преобразования** или с помощью **манипуляторов** масштабирования.

Манипуляторы масштабирования вызываются опцией автоменю:

<M> Масштабирование

Активация данной опции включает отображение охватывающего параллелепипеда, ограничивающего область вокруг выбранного объекта в 3D окне. На трех вершинах параллелепипеда располагаются манипуляторы в виде шариков. Цвета манипуляторов соответствуют цвету соответствующих осей системы координат объекта.
Для задания масштаба по одной из осей с помощью манипулятора наведите курсор мыши на нужный манипулятор. Манипулятор подсветится, а курсор сменит вид на , , или в зависимости от оси. Если задержать курсор в этом положении, то также появится текстовая подсказка. После наведения курсора есть два способа использования манипулятора:

1. **Перетягивание**

   Зажать и удерживать , после чего не отпуская перемещать курсор. Манипулятор будет следовать за курсором вдоль оси. Конечное значение масштаба будет задано в момент отпускания .

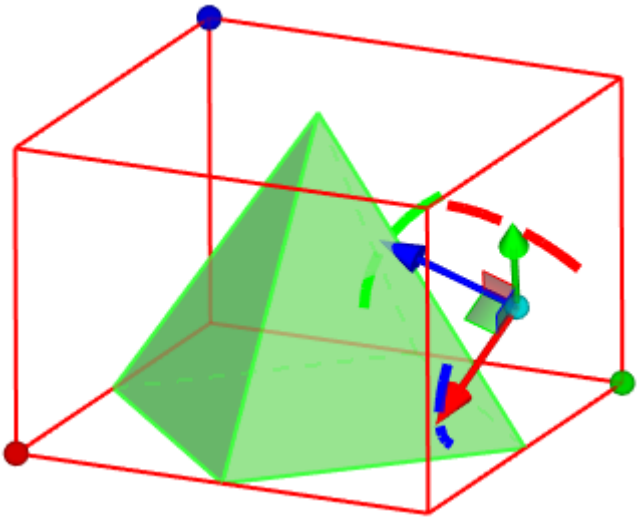
2. **Указание точки нажатием**

   Один раз нажать (не удерживать). Манипулятор будет следовать за курсором вдоль оси.

   Конечное значение масштаба будет задано в момент повторного нажатия .

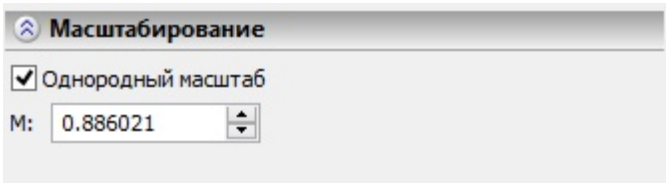
В обоих случаях геометрические привязки недоступны. Также при перемещении манипулятора можно ввести значение масштаба с клавиатуры.

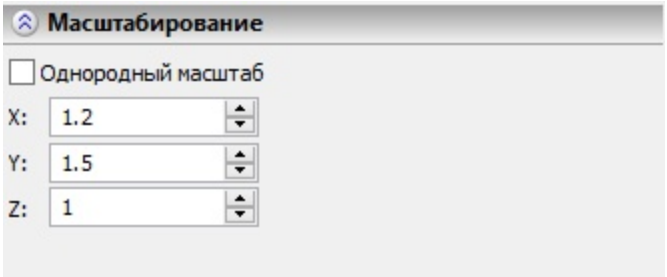
> Имейте в виду, что масштабирование производится по осям системы координат объекта в соответствии с их текущей ориентацией. Ребра охватывающего параллелепипеда могут быть не параллельны осям СК.



Несколько последовательных преобразований масштаба автоматически суммируются.

Вкладка **Масштабирование** окна **Параметры** содержит флаг **Однородный масштаб**. Если данный флаг установлен (по умолчанию), то отображается одно поле **M:** для задания числового значения масштаба, которое применяется одновременно по всем осям. Если флаг снять, то вместо вышеупомянутого поля отображаются три поля **X:**, **Y:** и **Z:** для задания отдельных значений масштаба по каждой оси.





Для сброса масштаба к значению M:1 можно воспользоваться опцией автоменю:

<J> Удалить масштабирование

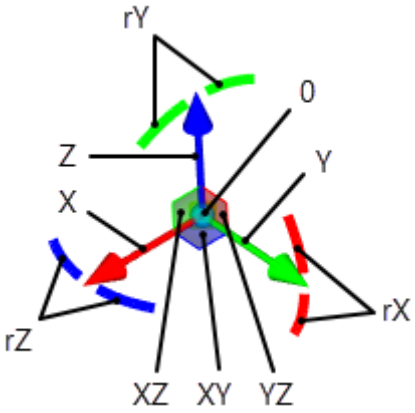
Масштабирование не подавляется.

Манипуляторы исходной СК 3D преобразований

В данном разделе описаны типы, контекстные меню и настройки манипуляторов исходной СК преобразования 3D элементов.
Задание преобразований с помощью этих манипуляторов описано в разделе Виды 3D преобразований.
Манипуляторы масштабирования и их использование описаны в разделе Масштабирование.

Типы манипуляторов

После выбора объекта преобразования в 3D сцене отображаются манипуляторы его исходной системы координат. Положение и ориентация манипуляторов отображается с учетом примененных преобразований.



0 - манипулятор начала координат

X - манипулятор оси X

Y - манипулятор оси Y

Z - манипулятор оси Z

rX - манипуляторы поворота вокруг оси X

rY - манипуляторы поворота вокруг оси Y

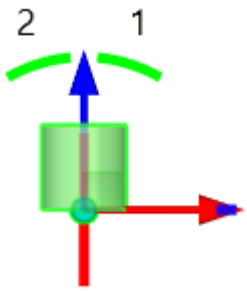
rZ - манипуляторы поворота вокруг оси Z

XY - манипулятор плоскости XY

XZ - манипулятор плоскости XZ

YZ - манипулятор плоскости YZ

Манипуляторы осей имеют вид стрелок: X - красная, Y - зелёная, Z - синяя.
Манипуляторы плоскостей имеют вид плоскостей, совпадающих по цвету с осью, являющейся нормалью к данной плоскости.
Манипулятор начала координат имеет вид бирюзового шарика в точке пересечения манипуляторов осей.
Манипуляторы поворота имеют вид дуг по обе стороны от оси перпендикулярной оси вращения. Одна из дуг отвечает за положительные значения поворота, другая - за отрицательные. Если совместить направление взгляда с направлением оси вращения, то положительные значения соответствуют направлению "по часовой стрелке", а отрицательные - "против часовой стрелки". Цвет манипулятора соответствует цвету оси вращения.



Ось X совпадает с направлением взгляда

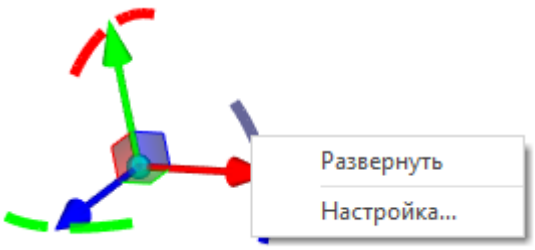
1 - манипулятор положительных значений поворота вокруг оси X

2 - манипулятор отрицательных значений поворота вокруг оси X

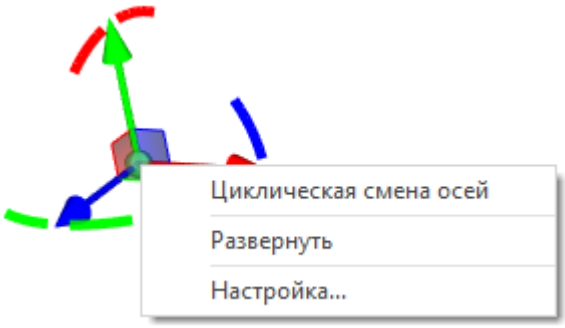
Контекстные меню манипуляторов

Нажатие на манипуляторе вызывает контекстное меню манипулятора. Для разных типов манипуляторов состав контекстного меню разный, но всегда присутствуют два общих пункта:

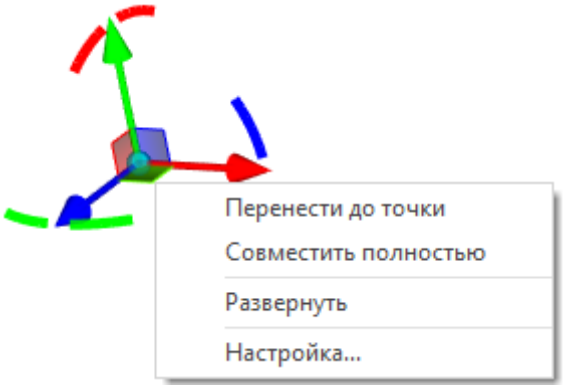
- **Развернуть**
  Ориентирует вид таким образом, что ось X направлена горизонтально вправо, ось Y - вертикально вверх, а ось Z - противоположно направлению взгляда.
- **Настройка...**
  Вызывает общий диалог настроек манипулятора.



Контекстное меню **манипулятора поворота** содержит только общие пункты.

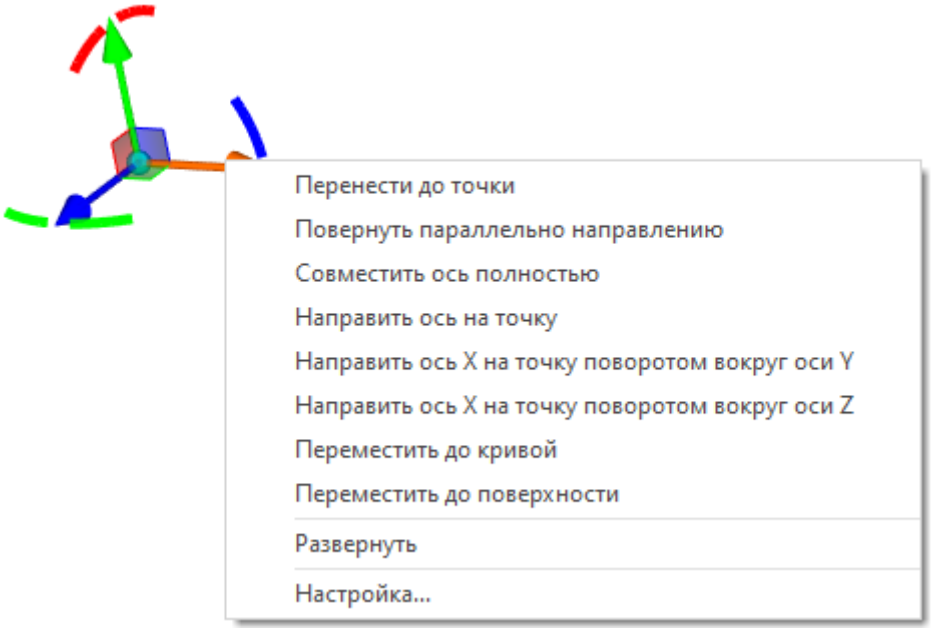


Контекстное меню **манипулятора начала координат** помимо общих пунктов содержит опцию **Циклическая смена осей**, работающий аналогично опции автоменю.



Контекстное меню **манипулятора плоскости** помимо общих пунктов содержит опции:

- Перенести до точки
- Совместить полностью

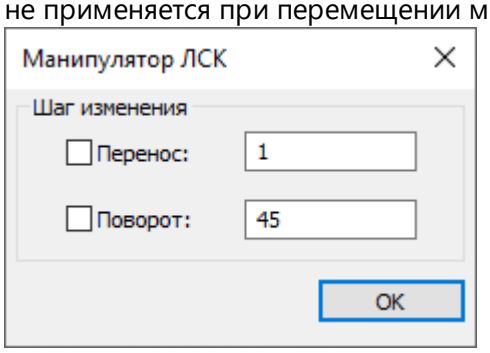


Контекстное меню **манипулятора оси** помимо общих пунктов содержит опции:

- Перенести до точки
- Повернуть параллельно направлению
- Совместить ось полностью
- Направить ось на точку
- Направить ось на точку поворотом вокруг оси
- Переместить до кривой
- Переместить до поверхности

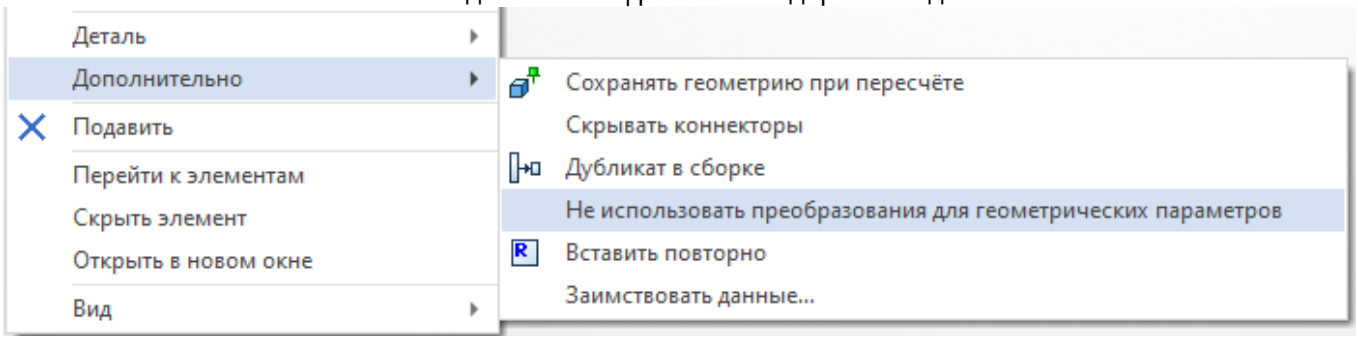
Настройка манипуляторов

Диалог настроек манипуляторов СК один и тот же, независимо от того, из контекстного меню какого манипулятора он вызван. В нём можно задать шаг перемещения манипулятора при **Переносе** и **Повороте**, введя значение шага в поле справа от соответствующего флага. Шаг переноса задается в единицах, установленных для длины в Параметрах документа (по умолчанию в миллиметрах), а шаг поворота - в градусах. Для применения введённого значения нужно установить флаг и нажать **OK**. Если флаг снят, то введенное значение шага сохраняется в параметрах системы после нажатия **OK**, но не применяется при перемещении манипулятора.



Особенности преобразований адаптивных 3D фрагментов

Если требуется преобразовать адаптивный 3D фрагмент, то пользователь может включить опцию **Не использовать преобразования для геометрических параметров** в контекстном меню, вызываемом по нажатию на адаптивном фрагменте в дереве модели.



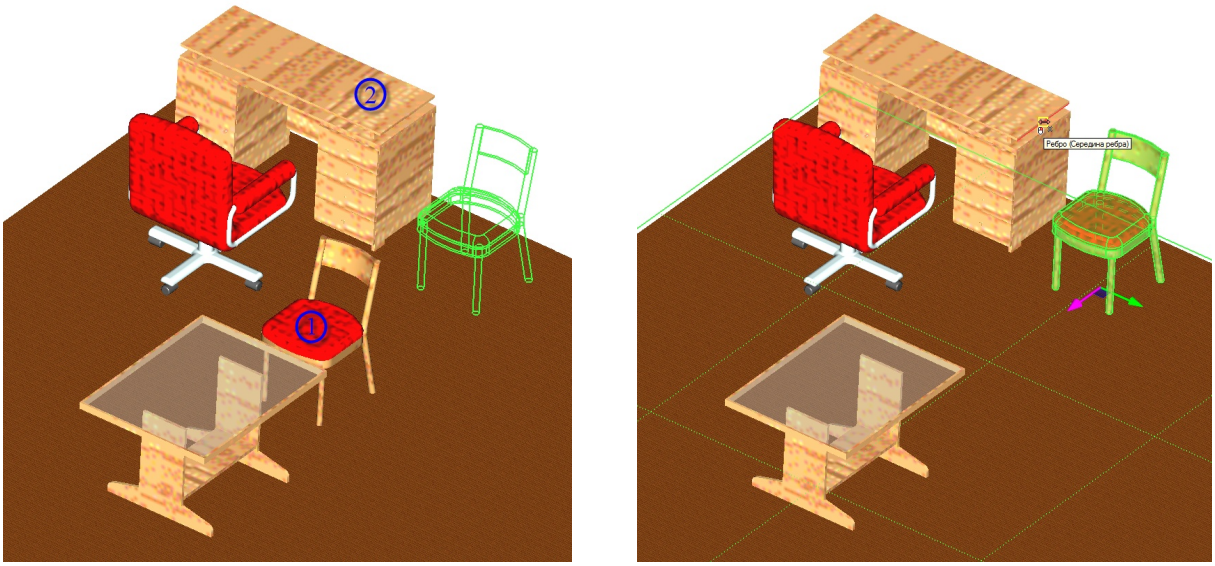
Опцию рекомендуется использовать, если геометрия адаптивного фрагмента не зависит от адаптивных параметров, а лишь изменяется на их основе.

Пример использования 3D преобразований

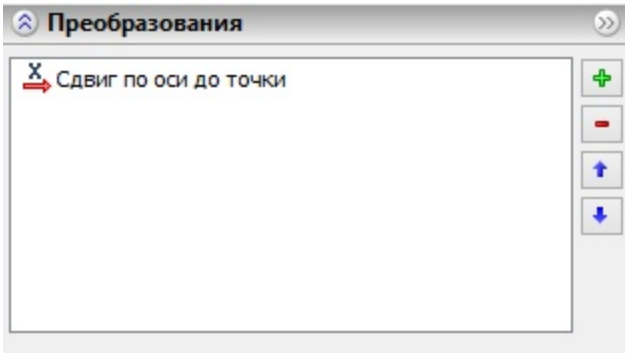
Для создания преобразований можно использовать геометрические привязки. Команда Преобразования работает со следующими узлами: вершины, ребра, грани, 3D пути, профили, 3D узлы и ЛСК.

В существующей 3D расстановке требуется изменить положение стула (1), поставив его вровень со столом (2).

Вызовем команду **Преобразования**. Выделим стул (1) для преобразования. После этого на манипуляторе выделим ось X, вдоль которой будет происходить перемещение. Далее с помощью курсора на столе (2) выберем середину ребра, к которой будет привязана координата X перемещаемого стула. При нажатии стул (1) переместится в новое положение.



Во вкладке **Преобразования** появится новая запись.



Закончим ввод .

В дальнейшем при изменении положения стола стул переместится в соответствии с новым положением середины ребра стола.

Групповые 3D преобразования

В команде **Преобразования** предусмотрено создание преобразований для нескольких объектов одновременно.
В таком групповом преобразовании (не путать с группами преобразований) могут участвовать только независимые друг от друга объекты. Объекты считаются независимыми, если они не не являются родителями или потомками друг друга.
Режим группового преобразования отличается от обычного набором опций автоменю и вкладок окна **Параметры**. Система автоматически переходит в этот режим, если выбраны объекты для группового преобразования.

Выбор объектов для группового преобразования

Осуществляется с помощью опции автоменю:

<1> Выбрать объекты для преобразования

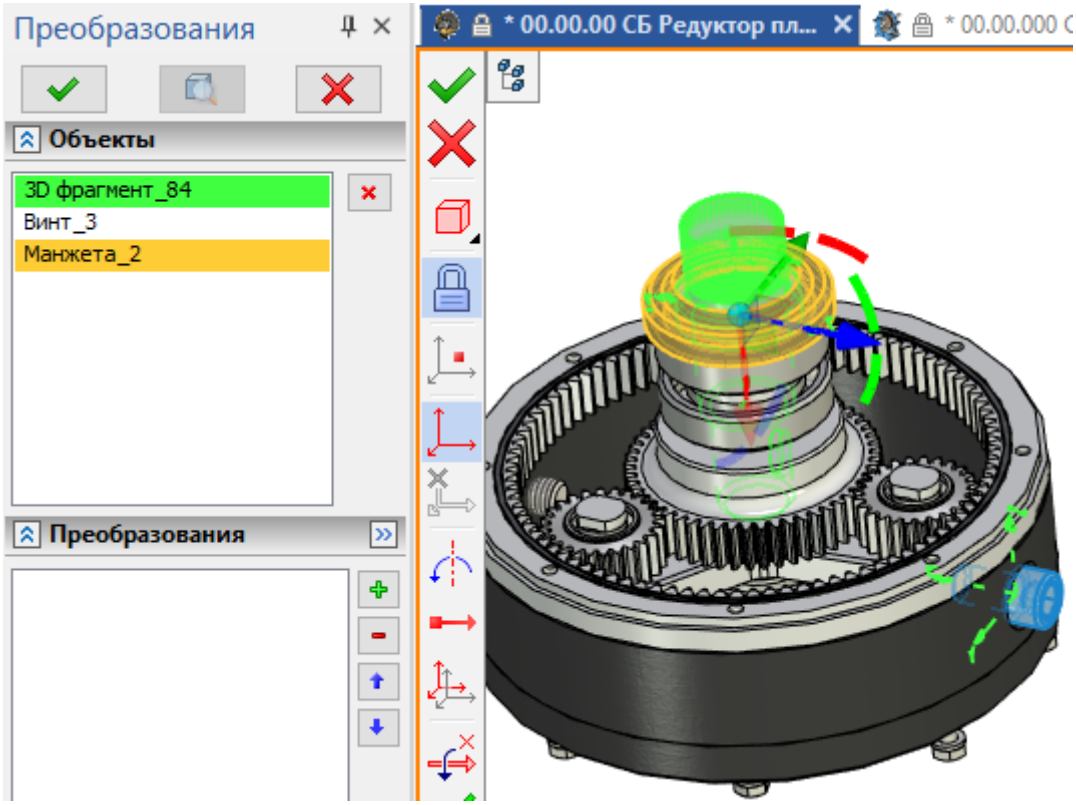
Выбранные объекты отображаются в списке на вкладке **Объекты** в окне **Параметры**. Объект, выбранный первым становится главным, а последующие - зависимыми.

Даже если вместо данной опции активна опция выбора объектов для индивидуального преобразования, можно выбрать объекты для группового преобразования с помощью горячих клавиш:

- - выбор главного объекта, расформирование предыдущих групп;
- + **<Shift>** -включение зависимого объекта в группу;
- + **<Ctrl>** -включение зависимого объекта в группу, если объект отсутствует в этой группе; исключение из группы, если объект уже в группе.

Горячие клавиши работают как в 3D сцене, так и в списке объектов. При исключении главного объекта из группы система автоматически назначает главным тот объект группы, который находится выше остальных в списке.

Главный объект, в системе координат которого выполняется преобразование, выделен зеленым цветом в списке на вкладке **Объекты** и в 3D окне. Все остальные **зависимые** члены группы выделены оранжевым цветом. Объекты, добавленные в список, но не участвующие в групповом преобразовании не подсвечиваются в списке, а 3D окне подсвечиваются синим цветом.



Применение групповых преобразований

При групповом преобразовании вкладки **Основные преобразования, Масштабирование** и **Преобразования сопряжений** в окне **Параметры** не отображаются. Вкладка **Преобразования** содержит список преобразований, которые будут применены ко всем объектам группы после выбора опции автоменю:

<Enter> Применить групповое преобразование объектов

Применённые преобразования добавляются в последнюю группу преобразований каждого объекта.

Очистить список без применения преобразований можно с помощью опции автоменю:

<U> Очистить групповое преобразование объектов

После выбора любой из вышеупомянутых опций система продолжает оставаться в режиме группового преобразования. Для перехода к режиму индивидуального преобразования просто выберите нажатием любую из строк списка объектов или новый объект в 3D сцене.

Если сначала задать (не применяя) групповые преобразования для одного набора объектов, а затем изменить состав группы объектов (или расформировать её), то все ранее заданные не примененные преобразования автоматически применяются .

Системы координат групповых преобразований

Все преобразования в списке преобразований отображаются в исходной СК главного (зелёного) объекта. По умолчанию данная СК является общей для всех объектов группы и активна опция автоменю:

<G> Режим задания преобразований для выбранных объектов в общей системе координат

В этом режиме зависимые объекты (оранжевые) перемещаются в той же СК, что и главный объект. Затем при применении групповых преобразований все преобразования из списка применяются к главному объекту как есть, а при применении к зависимым объектам пересчитываются в их исходные СК таким образом, чтобы сохранить положение объекта, заданное в режиме группового преобразования.

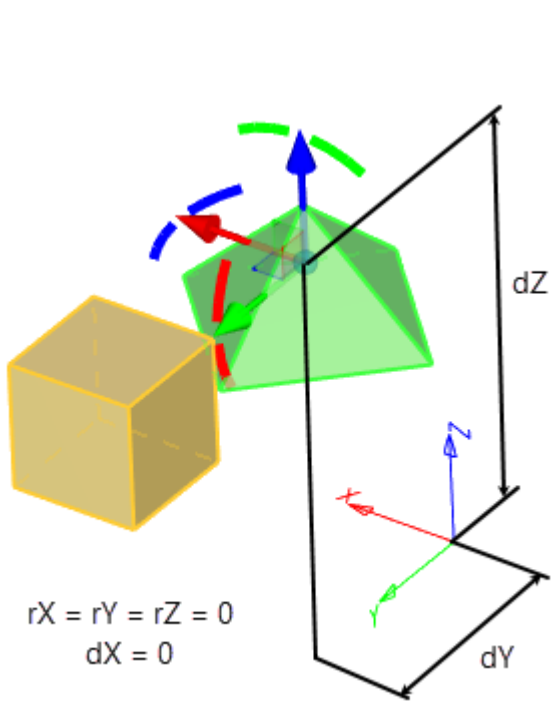
В случае отключения **Режима задания преобразований для выбранных объектов в общей системе координат** групповые преобразования в списке окна **Параметры** всё еще отображаются в исходной СК главного объекта, но к зависимым объектам применяются в их исходных СК. Таким образом, для объектов с разной ориентацией исходных СК применение одних и тех же преобразований приводит к перемещениям и поворотам в разных направлениях.

Задание групповых преобразований

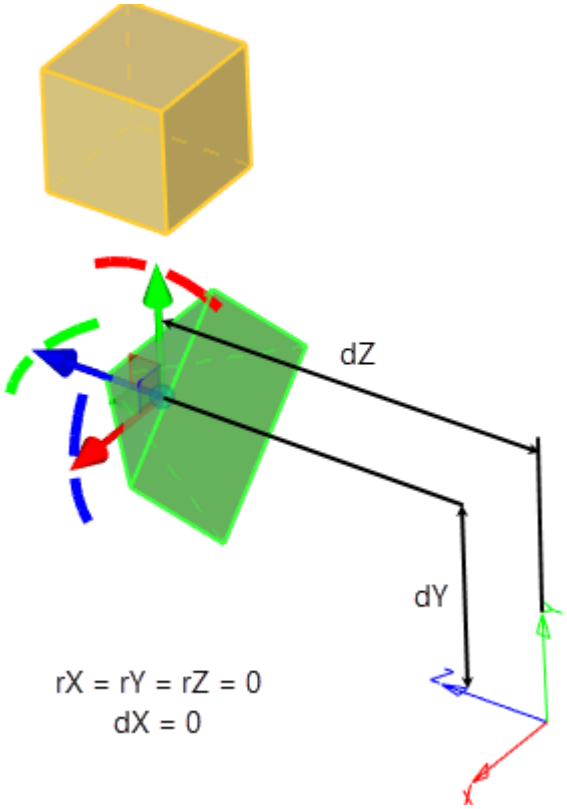
Осуществляется аналогично индивидуальным преобразованиям с помощью контекстного меню, манипуляторов ЛСК и опций автоменю. Подробная информация приведена в разделе Виды 3D преобразований. В данном режиме недоступны опции **Симметрия** и **Масштабирование**, но присутствует новая опция:

<S> Задать расположения исходной и целевой систем координат

После выбора данной опции следует последовательно выбрать две существующие системы координат в 3D сцене. Преобразования высчитываются таким образом, чтобы разница между конечным положением СК главного объекта и второй выбранной СК соответствовала разнице между исходным положением СК главного объекта и первой выбранной СК.



Исходное положение СК главного объекта относительно первой выбранной СК



Конечное положение СК главного объекта относительно второй выбранной СК

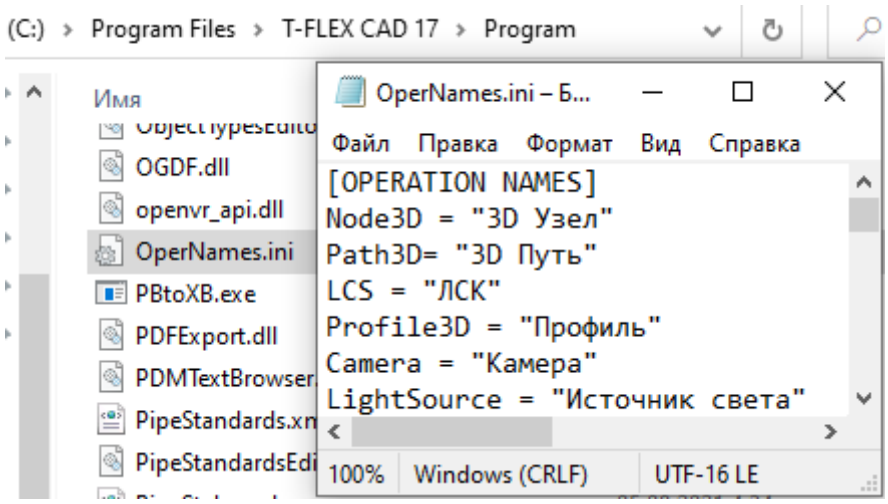
В отличие от индивидуальных преобразований в групповом режиме создаются только элементарные перемещения и повороты относительно осей исходной СК. Опции автоменю и контекстного меню манипуляторов для создания других типов преобразований доступны, но создаваемые ими преобразования пересчитываются в элементарные перемещения и повороты относительно осей исходной СК.

Наиболее эффективно групповые преобразования могут использоваться в режиме разборки. Подробную информацию по использованию преобразований в режиме разборки можно найти в разделе Управление разборкой.

Настройка имён 3D элементов

В системе T-FLEX CAD предусмотрена возможность настройки имён 3D элементов и 3D операций. Имена по умолчанию хранятся в специальном файле **OperNames.ini**, расположенном в папке **Program** (по умолчанию **C:/Program Files/T-FLEX CAD 17/Program**). Каждая строка файла **OperNames.ini** имеет вид:
OperationName = "Имя операции"
Где **OperationName** - неизменяемый внутренний идентификатор операции, а **Имя операции** - имя, назначаемое по умолчанию элементам, создаваемым данной операцией.
Имя 3D элемента отображаемое в интерфейсе CAD формируется следующим образом: **Имя операции_№** (номером № является число равное количеству существующих в модели элементов данного типа на момент его создания). Например: **3D узел_1**, **Выталкивание_0** и т.п.
При необходимости вы можете изменить содержимое этого файла, задав собственные имена 3D элементов по умолчанию.

Например, для того чтобы вместо **Выталкивание_№** получать **Выдавливание_№** нужно в файле **OperNames.ini** изменить строку **Extrusion = "Выталкивание"** на **Extrusion = "Выдавливание"**.



Для уже созданного элемента имя можно изменить в его диалоге параметров

При создании операций или выполнении измерений можно выбирать элементы по имени, вводя с клавиатуры имя нужного элемента в поля выбора исходных элементов в окне параметров выполняемой команды. В режиме ожидания команды можно найти элемент по имени при помощи команды **Найти** или панелей поиска. Именованные элементы, при последующем создании на их основе новых операций, сохраняют свои имена.

3D Построения. Опорная геометрия

Данный раздел содержит описание работы вспомогательных 3D элементов и элементов проволочной геометрии. Вспомогательные элементы служат для задания формы будущего тела, ориентации в пространстве, определения направлений, векторов, осей, траекторий и т.д. Каждый элемент имеет отдельную команду создания и редактирования. После запуска команды в автоменю появляется дополнительный набор пиктограмм для вызова опций. Часть опций в этом наборе является общей для всех элементов.

Общая информация о 3D элементах построения

3D узел - трехмерные точки. 3D узлы определяются в пространстве тремя координатами: по оси X, по оси Y, по оси Z. Создание 3D узлов возможно на основе 3D элементов, либо в 2D окне с использованием узлов двумерного чертежа и рабочих плоскостей. 3D узлы используются для привязки других 3D элементов (3D профилей, 3D фрагментов, 3D систем координат), задания направления (вектор выталкивания), оси вращения.

3D профиль - элемент построения, предназначенный для выделения участка поверхности. 3D профиль является одним из основных элементов, ведь именно он используется как исходный элемент для многих операций. Контур 3D профиля может быть замкнутым или разомкнутым. Замкнутый профиль несет информацию об участке поверхности фиксированной площади – он может использоваться в качестве основы для создания твёрдых тел в различных операциях. Разомкнутый профиль может быть использован в качестве основы только для создания листовых тел, так как хранит только проволочную геометрию. Для черчения 3D профиля можно использовать штриховки и линии изображения (при работе на активной рабочей плоскости).

3D путь - конечная пространственная кривая, имеющая направление. Используется в качестве направляющей при создании операций По траектории, Трубопровод, По сечениям. Может задаваться на основе штриховки, 2D путей, как набор рёбер трёхмерного тела, как кривая, построенная по последовательности 3D узлов, преобразованием существующих 3D путей и др. 3D путь может быть замкнутым. Предусмотрен отдельный тип 3D пути со скруглениями для создания трубопровода.

Трасса – 3D путь, состоящий из участков, которые сопрягаются дугами окружностей. Участки пути могут представлять собой отрезки прямых или сплайны. Данная команда предназначена в основном для прокладки коммуникаций. Большой набор опций и инструментов данной команды позволяет быстро и удобно решать подобные задачи.

Рабочая плоскость – элемент, позволяющий задавать исходные данные для 3D операций, и, прежде всего – создавать 3D профили. Без создания рабочей плоскости невозможно строить 3D модель. Рабочие плоскости могут быть заданы в 2D окне или в 3D окне различными способами: на основе видов двумерного чертежа; на основе проекции элементов 3D модели; на основе элементов 3D модели или другой рабочей плоскости.

Рабочая поверхность имеет схожий с рабочими плоскостями функциональный смысл. В данном случае в качестве геометрической основы используется не плоскость, а цилиндр, сфера или тор.

3D Сечение - элемент, в общем случае представляющий результат выталкивания на бесконечное расстояние плоской кривой или ломаной линии. Выталкивание происходит перпендикулярно плоскости, на которой лежит кривая. В частном случае 3D сечение может состоять из одной плоскости или набора плоскостей. В этом случае его можно использовать при построении двумерных разрезов. 3D сечение может учитываться при визуализации объектов 3D сцены, использоваться в операции отсечения. Сечение может быть задано: набором 3D узлов или вершин, рабочей плоскостью, 2D проекцией.

Проекция элементов - команда позволяет проецировать на активную рабочую плоскость 3D элементы сцены: Узлы, Пути, Профили, Вершины, Рёбра, Грани, пересечения с активной рабочей плоскостью указанных элементов, очерки поверхностей.
Локальная система координат - элемент, позволяющий осуществлять привязку трёхмерных объектов в пространстве. Используется при вставке 3D изображения, 3D фрагментов, в операциях копирования, для разборки сборочных 3D моделей и др. Для построения этого элемента нужно определить начальную точку и направления осей системы координат. При привязке объекта совмещается исходная (на новом объекте) и целевая (к которой осуществляется привязка) системы координат. Размер изображения ЛСК может быть задан в параметре **Размер > Система координат** на закладке 3D Параметры документа.
3D коннектор – особый вид локальных систем координат, позволяющий, помимо выполнения функций привязки, автоматически связать внешние переменные для стыкуемых параметрических элементов сборочных 3D моделей. Это значительно упрощает позиционирование деталей и подбор параметров при проектировании сборок.
Массив построений – особый составной элемент построения. Массив построений представляет собой определённым образом организованную совокупность копий любых элементов построения, кроме сечений, источников света, камер. Копии, входящие в состав такого массива, могут использоваться как обычные элементы построения. Массивы построений создаются и редактируются с помощью любой из операций создания 3D массивов.

См. также:

- Камера
- Источник света

Использование активной рабочей плоскости

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Построения > Чертить Листовой металл (3D) > Построения > Чертить Поверхности > Построения > Чертить Сварка > Построения > Чертить Примитив > Построения > Чертить Опорная геометрия > Рабочие поверхности > Чертить
Клавиатура	Текстовое меню
	Вид > Рабочая плоскость > Чертить

Режим активной рабочей плоскости предназначен для нанесения 2D элементов на плоскость в трёхмерном пространстве и последующего их использования при создании 3D модели.
Выбрать рабочую плоскость в качестве активной можно в 3D окне или в дереве 3D модели. Рабочие плоскости, используемые для работы в данном режиме, должны располагаться **на отдельных страницах чертежа**. Черчение на рабочих плоскостях, не отвечающих этому требованию, производится в окне 2D вида, а затем с помощью 3D команд создаются необходимые 3D элементы. В качестве рабочей плоскости можно также использовать любую плоскую грань тела. При этом система создаст рабочую плоскость на основе соответствующей грани и отдельную страницу чертежа, куда будут наноситься все элементы, принадлежащие ей.

Перейти в режим работы на активной рабочей плоскости можно одним из следующих способов.

- Вызовите команду **Чертить на рабочей плоскости** из ленты, текстового меню или контекстного меню, вызываемого по нажатию на пустом месте в 3D сцене в режиме ожидания команды. Далее нужно выбрать желаемую плоскость или плоскую грань в 3D сцене, дереве модели или в списке существующих в модели рабочих плоскостей (список отображается в окне **Параметры**).
- Укажите курсором мыши на рабочую плоскость или плоскую грань (она подсветится) и нажмите . Вы можете сразу начать создание элементов, используя команды 2D черчения (при вызове первой команды включается режим активной рабочей плоскости).
- Укажите курсором мыши на рабочую плоскость или плоскую грань (она подсветится) и нажмите . Затем вызовите команду **Чертить** из ленты.
- Укажите курсором мыши на рабочую плоскость (она подсветится) и нажмите . В контекстном меню выберите пункт **Чертить на рабочей плоскости**.
- Укажите курсором мыши на плоскую грань (она подсветится) и нажмите . В появившемся меню выберите пункт **Чертить на грани**.
- Укажите курсором мыши на плоскую грань, принадлежащую фрагменту, создаваемому с помощью проектирования сборок методом «Сверху вниз» и нажмите . В появившемся меню выберите пункт **Чертить на грани исходного фрагмента** (см. подробное описание в разделе Работа в контексте сборки.

При запуске **черчения на грани** автоматически создаётся совпадающая с гранью рабочая плоскость и черчение происходит на этой плоскости. Контуры исходной грани автоматически проецируются на плоскость в виде вспомогательных линий. Работая в командах 2D черчения, вы можете привязывать элементы построения и изображения к линиям проекции контура и к точкам их сочленения.

- Укажите курсором мыши на плоскую грань, по которой ранее уже были созданы рабочие плоскости, совпадающие с ней, или параллельные ей, и нажмите . В появившемся меню наведите курсор на пункт **Чертить на рабочей плоскости**. Появится список плоскостей, созданных на основе выбранной грани. Выберите желаемую плоскость в списке.

При входе в режим черчения на активной рабочей плоскости лента переключается на вкладку **Рабочая плоскость**, в которой доступны команды 2D черчения, а также следующие специфические команды для работы с активной рабочей плоскостью:

Завершить черчение

Отменить черчение

Проекция элементов

Развернуть перпендикулярно

Включить плоскость обрезки

Профиль

Кроме того, на панели **Вид** дополнительно становится доступной команда **Вращение сцены**.

Работая в режиме активной рабочей плоскости, вы можете использовать любые команды 2D черчения.

Вместо черчения на активной рабочей плоскости можно чертить на странице выбранный плоскости в 2D окне.

Основные темы в этом разделе:

- Управление видом в режиме черчения на активной РП
- Выход из режима черчения на активной РП
- Проекция элементов на активную РП
- Выбор профиля на активной РП
- Черчение на странице РП в 2D окне

Управление видом в режиме черчения на активной РП

В режиме черчения на активной РП можно вращать 3D сцену и использовать эту РП в качестве плоскости обрезки.

Вращение 3D сцены

По умолчанию при входе в режим черчения на активной РП направление взгляда в 3D окне совмещается с нормалью к этой РП. При выходе из режима направление взгляда возвращается в прежнее положение.

Если вы хотите, чтобы при входе в режим сохранялось текущее направление взгляда, снимите флаг **Разворачивать рабочую плоскость при активизации** в диалоге установок системы (**Установки > 3D > Вращение сцены**).

После входа в режим черчения на активной РП вращение 3D сцены обычным способом становится невозможным. Однако, для выбора 3D элементов, проецируемых на РП, может потребоваться повернуть 3D сцену. Для отмены блокировки вращения используйте следующую команду:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
	Вид > Рабочая плоскость > Вращение сцены

Команда также доступна на панели **Вид**. После вызова команды её иконка подсвечивается и становится возможным вращать 3D сцену так же как это делается вне режима черчения на активной РП. Для повторной блокировки вращения вызовите эту же команду ещё раз. Также вращение автоматически блокируется после вызова любой команды создания 2D элементов.

> Кроме того, можно временно активировать возможность вращения, зажимая клавишу **<Alt>**. После отпускания клавиши вращение блокируется.

Кроме того, в режиме черчения на активной РП, так же как и вне его, можно использовать стандартные точки взгляда и команду **Развернуть по нормали к выбранному элементу**.

Если необходимо снова привести направление взгляда в соответствие с нормалью к активной РП, воспользуйтесь следующей командой:

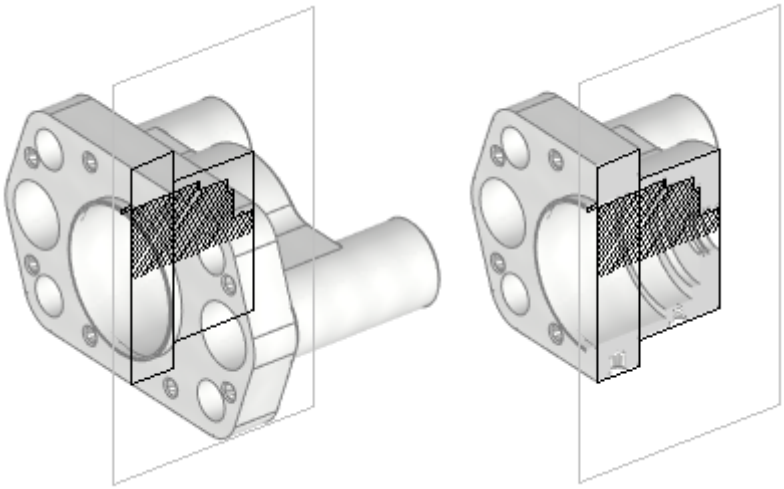
Пиктограмма	Лента
	Рабочая плоскость > Режимы > Развернуть перпендикулярно
Клавиатура	Текстовое меню
	Вид > Рабочая плоскость > Развернуть перпендикулярно

Обрезка 3D сцены по активной РП

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Рабочая плоскость > Режимы > Включить плоскость обрезки
Клавиатура	Текстовое меню
	Вид > Рабочая плоскость > Включить плоскость обрезки

Команда совмещает пользовательскую плоскость обрезки с активной РП и активирует эту плоскость обрезки.



Выход из режима черчения на активной РП

Из режима черчения на активной РП можно выйти с сохранением внесённых изменений или с отменой изменений.

Сохранение изменений

Пиктограмма	Лента
	Рабочая плоскость > Управление > Завершить
Клавиатура	Текстовое меню
<Shift> + <End>	Вид > Рабочая плоскость > Завершить

Команда также доступна в контекстном меню, вызываемом по нажатию на пустом пространстве активной РП.

При завершении работы на активной рабочей плоскости будут сохранены все созданные на ней 2D элементы, после чего система автоматически создаёт 3D профиль, используя следующие элементы:

- контур **штриховки**;
- линии изображения, созданные командами **Эскиз** и **Изображение;**
- текст формата **TrueType**.

> Для создания сразу нескольких 3D профилей на одной плоскости можно использовать линии изображения или штриховки разного цвета.

Если на рабочей плоскости будут обнаружены линии изображения разного цвета, система при выходе из режима черчения на плоскости предложит пользователю создать несколько 3D профилей – по числу использованных цветов. При положительном ответе каждый из созданных профилей войдут линии одного определённого цвета. В противном случае будет создан единственный профиль.

Работая в режиме активной рабочей плоскости вы можете вызвать команды создания 3D операций. При этом система завершит черчение на рабочей плоскости и, если в операции необходим выбор 3D профиля и на РП присутствует только один контур, то 3D профиль, созданный по этому контуру будет автоматически выбран для создания операции.

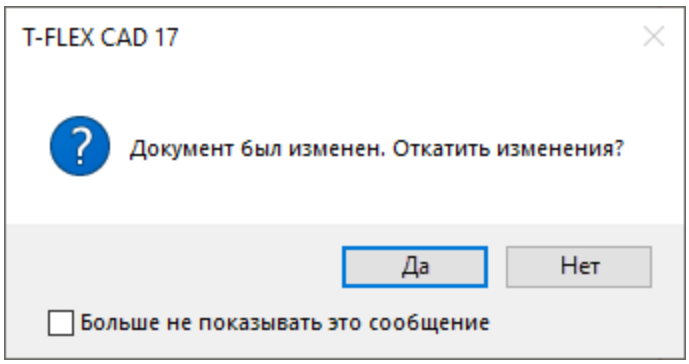
Отмена изменений

Пиктограмма	Лента
	Рабочая плоскость > Управление > Отменить
Клавиатура	Текстовое меню
<Alt>+<End>	Вид > Рабочая плоскость > Отменить

Команда также доступна в контекстном меню, вызываемом по нажатию на пустом пространстве рабочего окна в режиме черчения на активной РП.

При отмене черчения на рабочей плоскости будет задан вопрос об отказе от внесённых изменений.

> При положительном ответе будут отменены ВСЕ изменения, внесённые после входа в режим черчения на активной РП, включая изменения, не относящиеся к самой рабочей плоскости.



Проекция элементов на активную РП

Команда **Проекция элементов** становится доступной в режиме активной рабочей плоскости.

Пиктограмма	Лента
	Рабочая плоскость > Режимы > Проекция элементов
Клавиатура	Текстовое меню
	Вид > Рабочая плоскость > Проекция элементов

Команда позволяет проецировать на активную рабочую плоскость 3D элементы сцены: Узлы, Пути, Профили, Вершины, Рёбра, Грани, пересечения с активной рабочей плоскостью указанных элементов, очерки поверхностей. Полученные при проецировании линии или точки могут использоваться для создания 3D элементов, либо для позиционирования других линий на основе которых в свою очередь будут созданы 3D элементы. В последнем случае, полученную при проецировании линию нужно сделать вспомогательной.

> Все созданные проекционные линии и точки ассоциативно перестраиваются при изменении спроецированных 3D элементов.

В команде **Проекция элементов** есть три основных режима проецирования. Каждому режиму соответствует своя кнопка в окне параметров:

Проекция элементов на рабочую плоскость

Пересечение элементов с рабочей плоскостью

Проекция линий очерка элементов на рабочую плоскость

Для завершения команды и построения линий согласно указанным параметрам нужно нажать в автоменю команды или **<Ctrl>+<Enter>**.
При работе с командой может потребоваться изменить направление взгляда. Доступные способы вращения 3D сцены описаны в разделе Управление видом в режиме черчения на активной РП.

Основные темы в этом разделе:

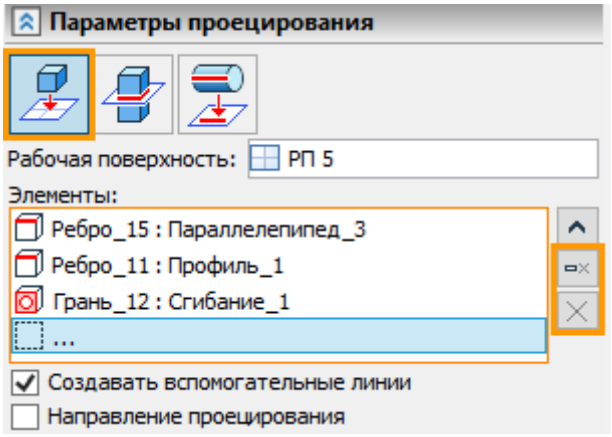
- Проекция элементов на РП
- Пересечение элементов с РП
- Проекция линий очерка на РП
- Комбинирование режимов проецирования на РП
- Автоматическое проецирование элементов на РП

Проекция элементов на РП

Находясь в режиме активной рабочей плоскости можно спроецировать на плоскость Грань, Ребро, Вершину, Профиль, Путь, 3D узел. Для этого в Ленте вызываем команду **Проекция элементов** и выбираем режим **Проекция элементов на рабочую плоскость** (активен по умолчанию).
Панель фильтров по умолчанию отображает перечень всех возможных для проецирования данным способом 3D элементов.

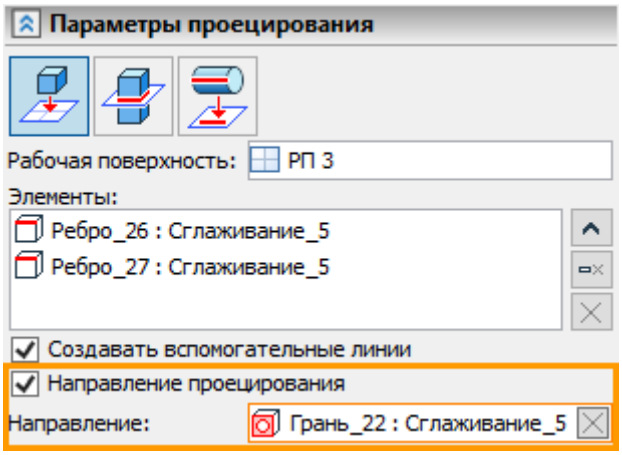
В параметрах команды нужно выбрать вариант проецирования (в данном случае первый), автоматически указывается активная рабочая плоскость, перечень выбранных элементов. Список выбранных элементов можно полностью очистить при помощи пиктограммы , или отменить выбор поэлементно при помощи .

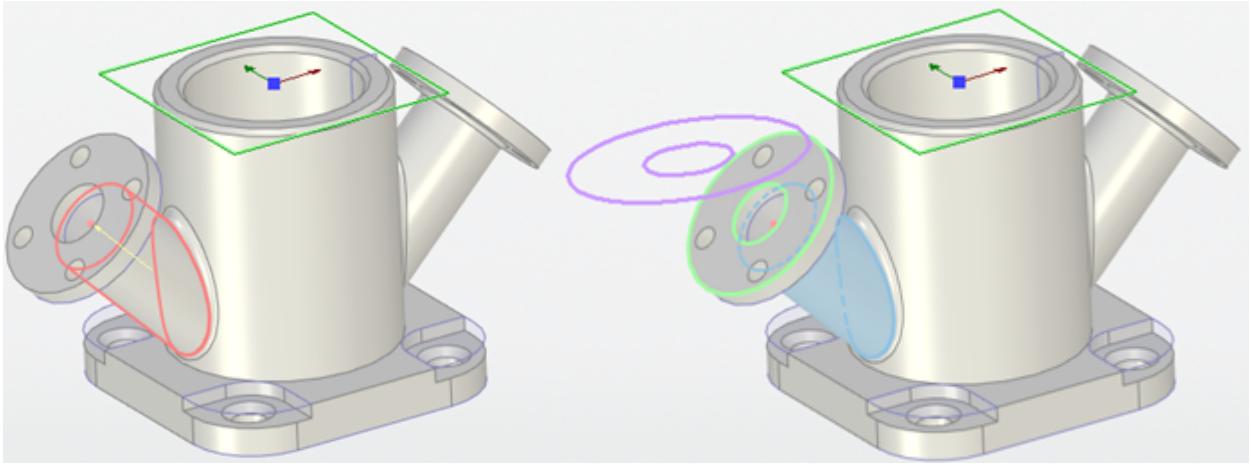
Также доступны две опции: **Создавать вспомогательные линии** и **Направление проецирования**. В случае указания флага первой опции – все созданные при проецировании линии будут вспомогательными.



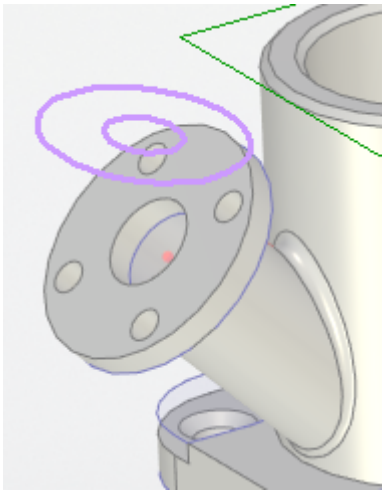
Если вторая опция не указана, то проецирование выполняется по нормали к рабочей плоскости. Если опция выбрана, то необходимо указать направление проецирования элемента на рабочую плоскость. Направление может задавать ребро, нормаль к грани или ось цилиндрической поверхности.

Например, можно спроецировать рёбра фланца патрубка в направлении его оси. Тогда в поле опции **Направление проецирования** нужно выбрать цилиндрическую грань: ось цилиндрической грани будет задавать направление проецирования.

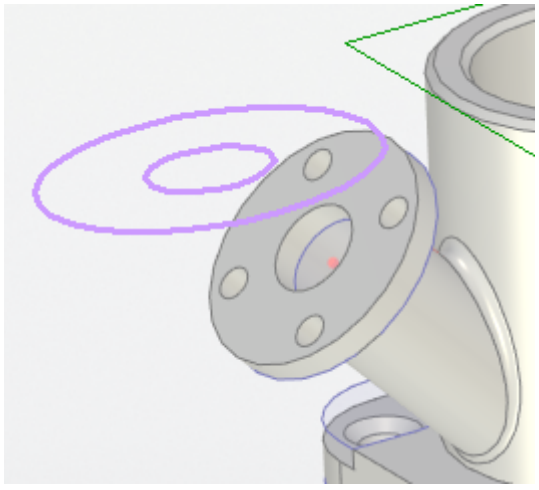




В результате, на активной рабочей плоскости будут созданы проекционные линии. В данном случае вспомогательные – т.к. мы указали соответствующую опцию.



Проецирование по нормали (без использования опции Направление проецирования)



Проецирование по направлению (с использованием опции Направление проецирования)

Пересечение элементов с РП

При помощи данного режима команды **Проекция элементов** можно спроецировать на активную рабочую плоскость элементы, образующиеся при пресечении активной рабочей плоскости с

гранями, рёбрами, профилями, путями или другими рабочими плоскостями и рабочими поверхностями. Перечисленные элементы выбираются с помощью соответствующих фильтров.

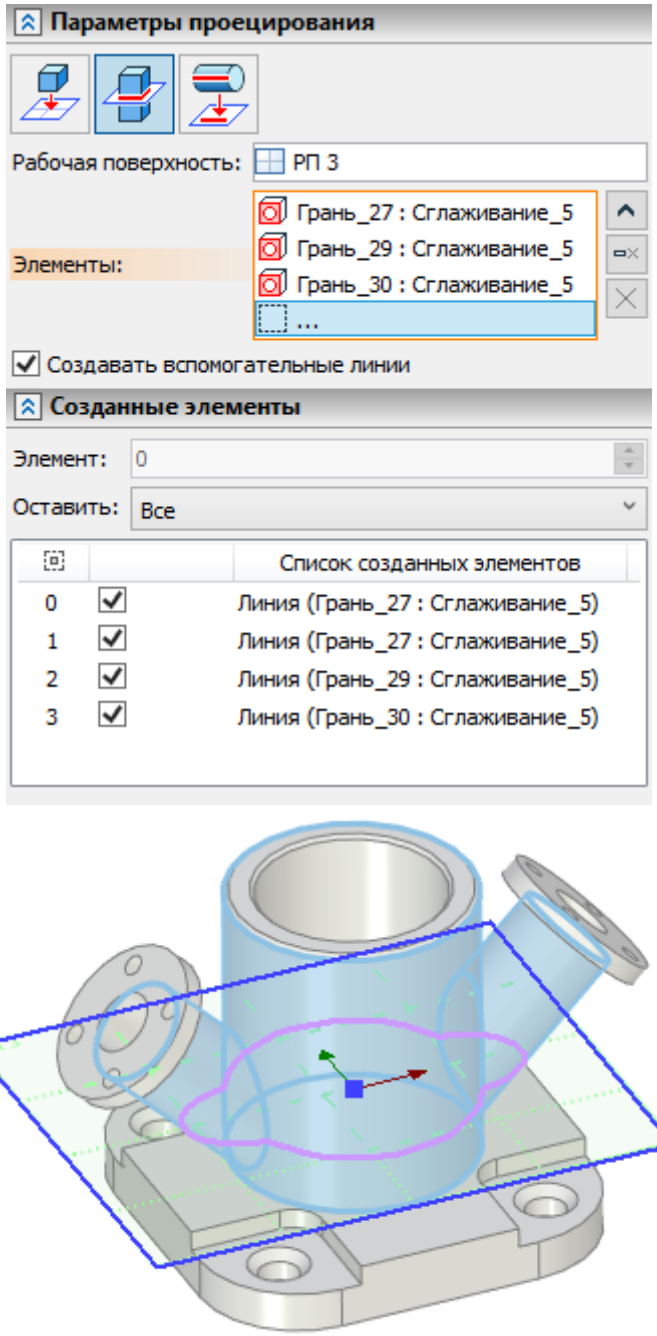
При пересечении активной рабочей плоскости с гранями, профилями или другими рабочими плоскостями и рабочими поверхностями проекцией будут линии, при пересечении активной рабочей плоскости с рёбрами или путями – точки.

Например, можно получить линии пересечений граней патрубка с рабочей плоскостью проходящей через тело патрубка. Для сначала сделаем рабочую плоскость активной. Затем вызовем из ленты команду **Проекция элементов** и выберем в окне параметров режим **Пересечение элементов с рабочей плоскостью**. Далее нужно выбрать грани патрубка.

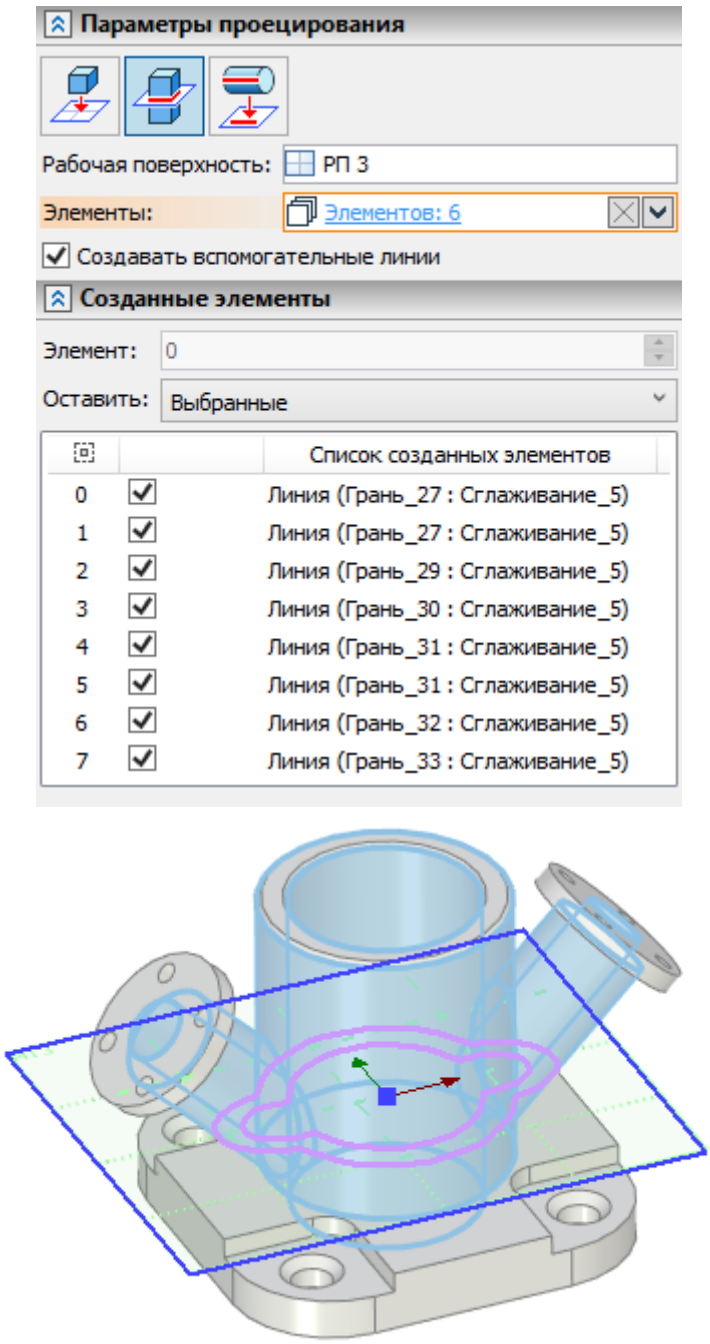
В окне параметров на вкладке **Параметры проецирования** в поле **Рабочая поверхность** отображается имя активной РП, а в поле **Элементы** - имена выбранных элементов и их родительских операций. С помощью кнопок, расположенных в правой части поля **Элементы**, его можно **Развернуть**, **Свернуть**, **Очистить** или **Удалить элемент из списка**.

В нижней части вкладки доступен флаг **Создавать вспомогательные линии**. По умолчанию он установлен, в результате чего все создаваемые линии будут вспомогательными и не будут использоваться для создания 3D профилей.

Выбрав внешние грани, мы получаем внешний контур сечения патрубка рабочей плоскостью.



Выбрав и внешние и внутренние грани – мы получаем полный контур сечения патрубка рабочей плоскостью.

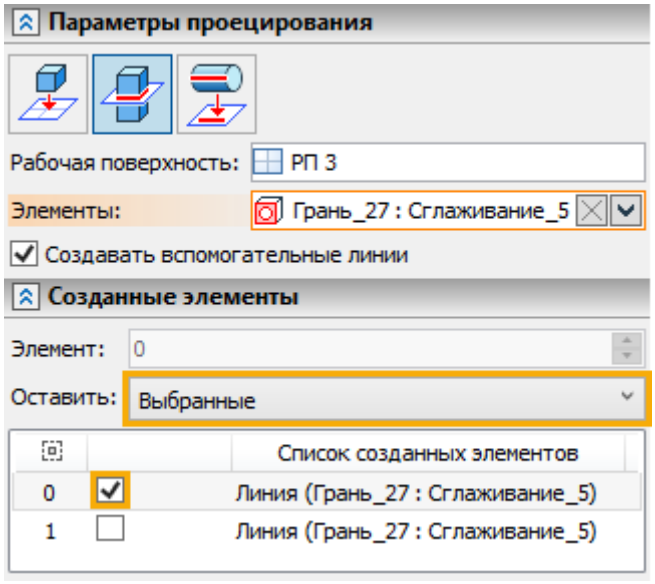


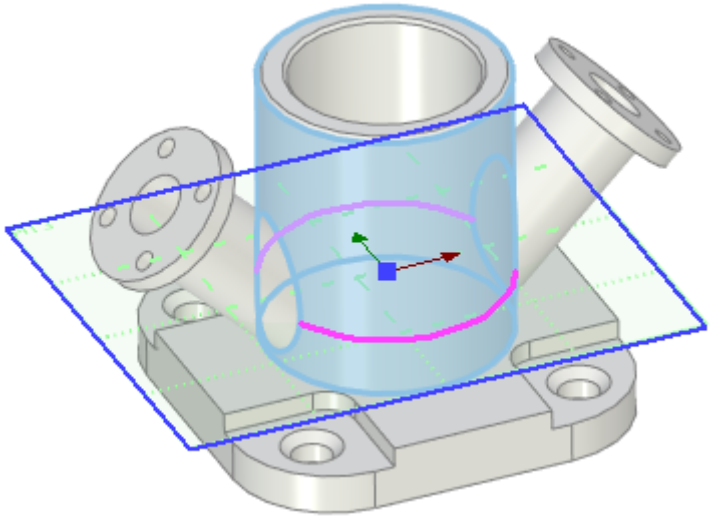
Один элемент может давать несколько линий или точек пересечения с РП. Если нужны не все пересечения, то следует воспользоваться вкладкой **Созданные элементы** в окне параметров. В нижней части вкладки расположен список пересечений (линий и точек) РП с выбранными элементами. Нажатие на строке пересечения в списке выбирает его. Выбранный элемент подсвечивается более ярким цветом в 3D окне. Также у каждого пересечения в списке есть флаг. В зависимости от состояния параметра **Оставить** и флагов пересечений по завершении команды (с помощью или **<Ctrl>+<Enter>**) могут быть созданы некоторые отдельные линии и точки вместо полного набора пересечений. В выпадающем списке параметра **Оставить** доступны следующие опции:

- **Текущий**
  По завершении команды будет создано пересечение, строка которого выбрана в списке (независимо от состояния флагов пересечений). При выборе данной опции в верхней части вкладки **Созданные элементы** становится активным поле **Элемент**. Данное поле содержит

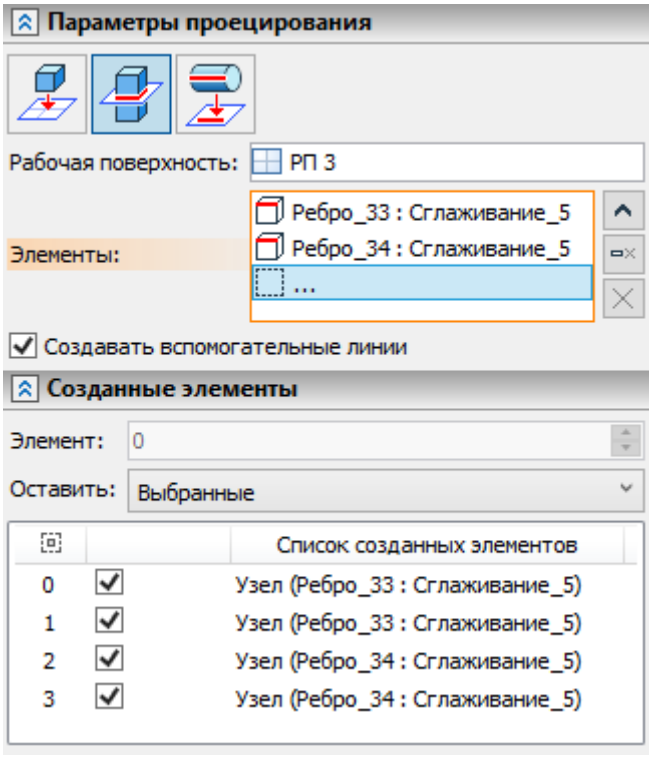
порядковый номер пересечения, выбранного в списке. Изменение значения в поле переключает выбор в списке.

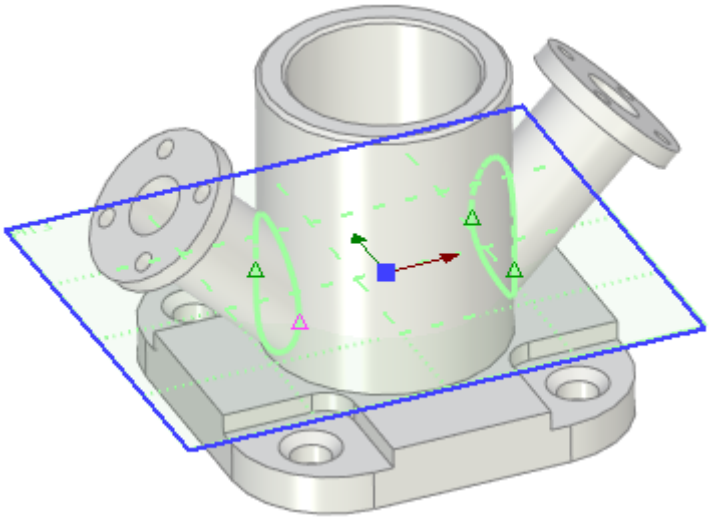
- **Все**
  По завершении команды будут созданы все возможные пересечения независимо от состояния их флагов.
- **Выбранные**
  По завершении команды будут созданы пересечения, флаги которых установлены.
- **Все, кроме выбранных**
  По завершении команды будут созданы пересечения, флаги которых сняты.





Если вместо граней выбрать ребра патрубка, то результатом выполнения команды будут 2D узлы.





Как видно из примера, два выбранных ребра дают проекции четырёх точек, т.к. каждое ребро имеет два пересечения с активной рабочей плоскостью. В случае, если нужна только одна точка пересечения из нескольких, то нужно воспользоваться вкладкой **Созданные элементы**, как описано выше.

Проекция линий очерка на РП

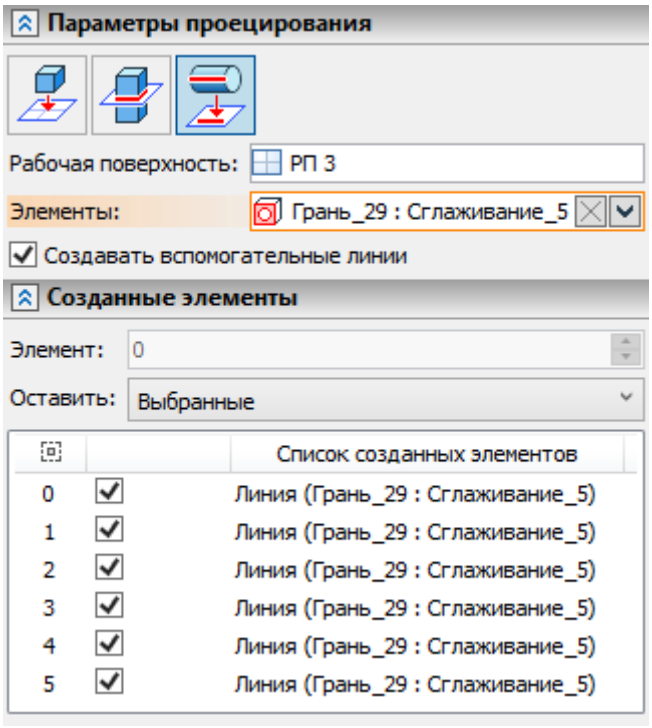
При помощи данной режима команды **Проекция элементов** можно спроецировать по нормали на активную рабочую плоскость очерк граней тела. В фильтре выбора проецируемых элементов данной опции доступны только грани.

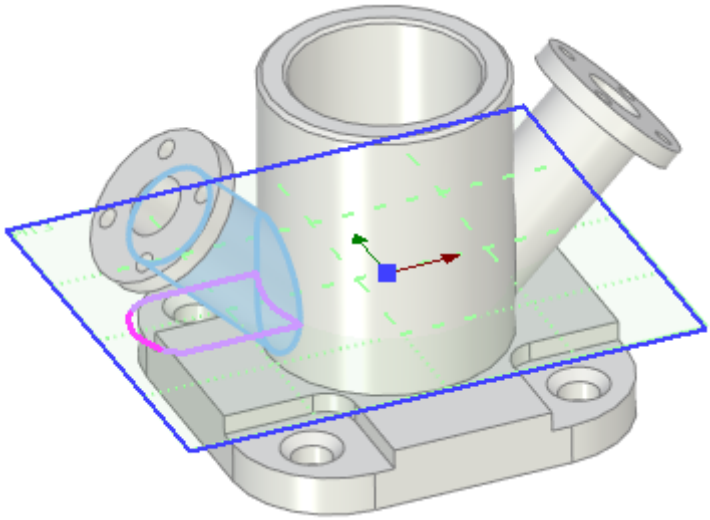
Например, построим проекцию очерка наклонной цилиндрической грани патрубка на горизонтальную рабочую плоскость. Для этого сначала делаем рабочую плоскость активной. Затем вызываем из ленты команду **Проекция элементов** и выбираем в окне параметров режим **Проекция линий очерка элементов на рабочую плоскость**. Далее выбираем нужную грань в 3D окне.

В окне параметров на вкладке **Параметры проецирования** в поле **Рабочая поверхность** отображается имя активной РП, а в поле **Элементы** - имена выбранных граней и их родительских

операций. С помощью кнопок, расположенных в правой части поля **Элементы**, его можно **Развернуть**, **Свернуть**, **Очистить** или **Удалить элемент из списка**.

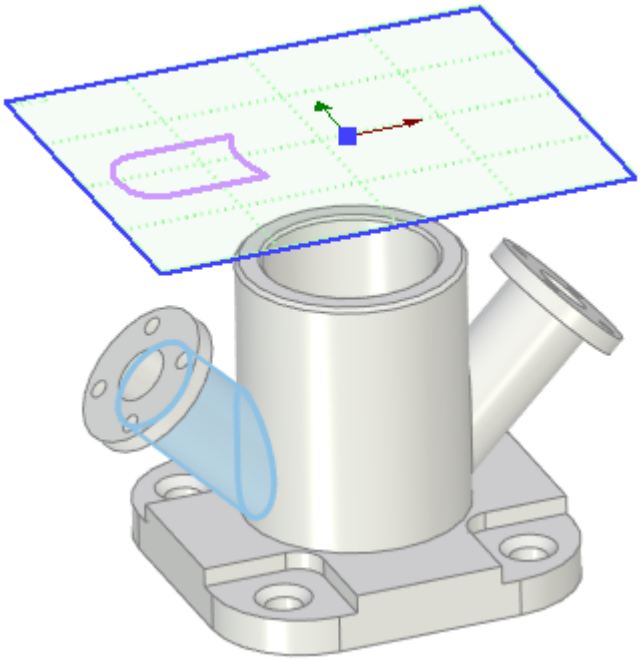
В нижней части вкладки доступен флаг **Создавать вспомогательные линии**. По умолчанию он установлен, в результате чего все создаваемые линии будут вспомогательными и не будут использоваться для создания 3D профилей.





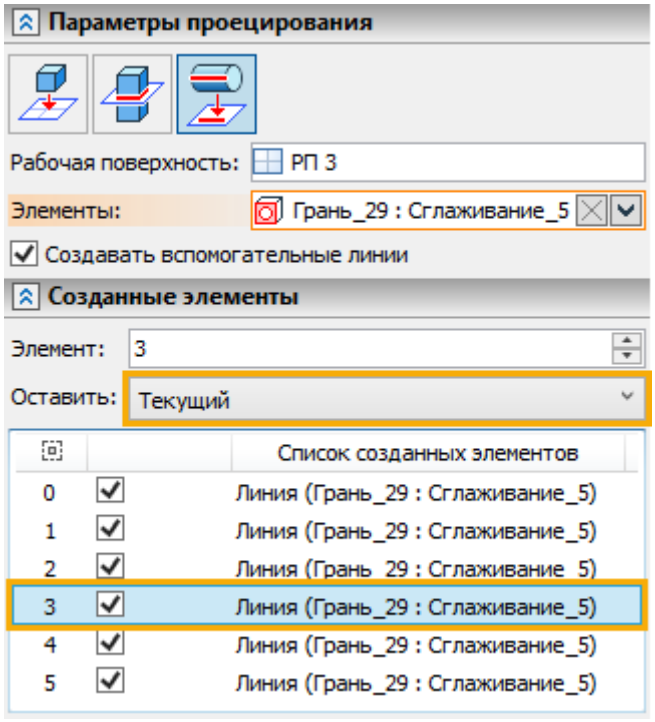
Если нужен полный контур очерка выбранной грани, то на этом проецирование можно завершить с помощью или **<Ctrl>+<Enter>**.

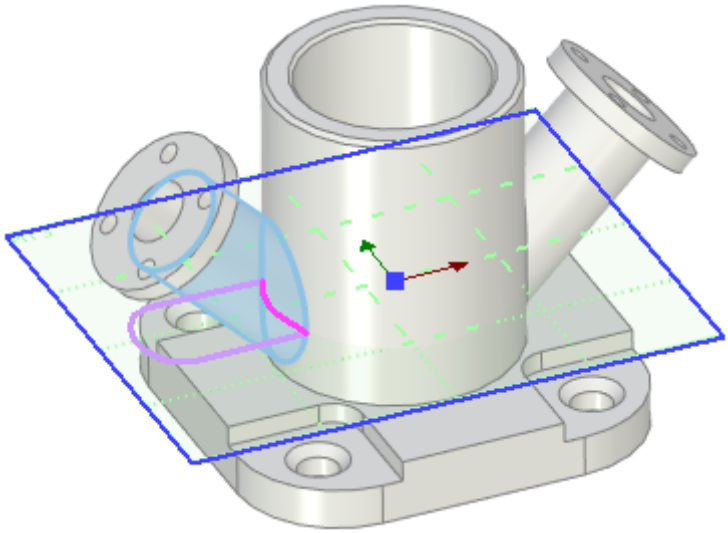
Активная рабочая плоскость может как пересекать грань, так и не пересекать. В любом случае будет построен полный контур очерка.



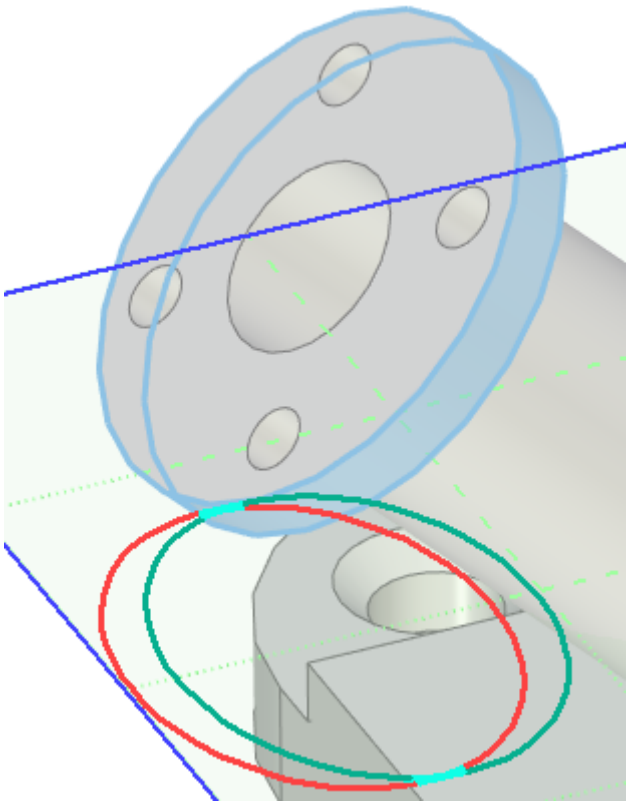
Если нужны не все линии очерка выбранной грани, то следует воспользоваться вкладкой **Созданные элементы** в окне параметров. В нижней части вкладки расположен список всех линий, создаваемых по умолчанию при проецировании выбранной грани. Нажатие на строке линии в списке выбирает её. Выбранная линия подсвечивается более ярким цветом в 3D окне. Также у каждой линии в списке есть флаг. В зависимости от состояния параметра **Оставить** и флагов линий, а также от того, какая линия выбрана в списке, по завершении команды (с помощью или **<Ctrl>+<Enter>**) могут быть созданы некоторые отдельные линии вместо полного контура очерка. В выпадающем списке параметра **Оставить** доступны следующие опции:

- **Текущий**
  По завершении команды будет создана линия, строка которой выбрана в списке (независимо от состояния флагов линий). При выборе данной опции в верхней части вкладки **Созданные элементы** становится активным поле **Элемент**. Данное поле содержит порядковый номер линии, выбранной в списке. Изменение значения в поле переключает выбор в списке.
- **Все**
  По завершении команды будут созданы все возможные линии независимо от состояния их флагов.
- **Выбранные**
  По завершении команды будут созданы линии, флаги которых установлены.
- **Все, кроме выбранных**
  По завершении команды будут созданы линии, флаги которых сняты.



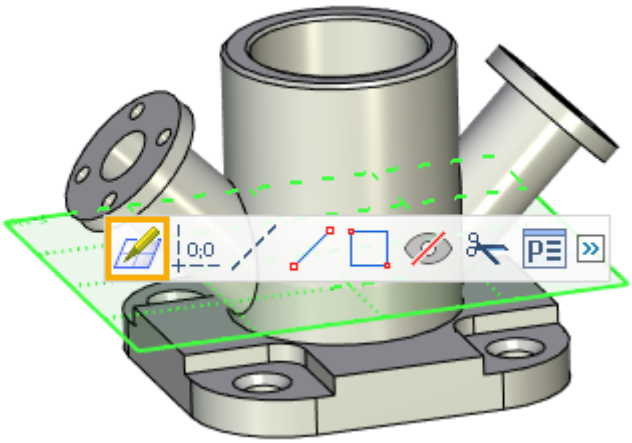


Проецируются не только внешние контуры габаритов граней, но и внутренние линии очерка граней, кроме тех, которые заслоняет сама грань. Это хорошо демонстрирует пример проекции очерка цилиндрической грани фланца патрубка. Линии красного цвета соответствуют очерку грани по верхнему ребру, линии зелёного цвета - очерку грани по нижнему ребру, на бирюзовом участке очерки обоих рёбер совпадают. Цвета линий на рисунке были изменены специально для пояснения принципа проецирования – подобная цветовая градация не является опцией команды.

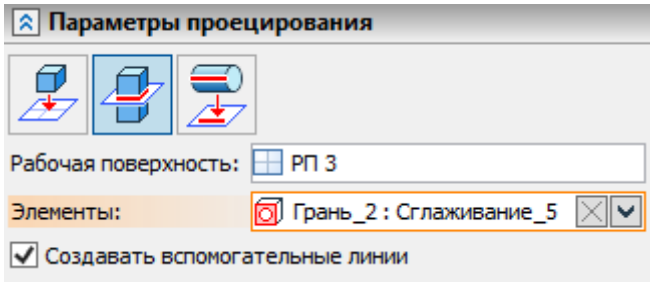


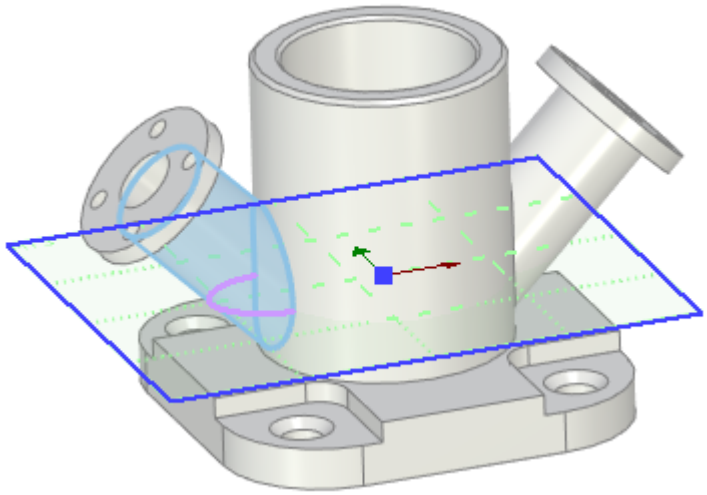
Комбинирование режимов проецирования на РП

Различные режимы команды **Проекция элементов** можно сочетать для получения на рабочей плоскости нужных построений. Например, построим профиль, который будет представлять собой часть очерка грани наклонного патрубка, находящуюся под рабочей плоскостью, которая пересекает указанную грань. Для этого сначала сделаем активной рабочую плоскость, пересекающую наклонную цилиндрическую грань патрубка.



Запускаем в ленте команду **Проекция элементов** и выбираем в окне параметров режим **Пересечение элементов с РП** и выбираем в 3D окне грань патрубка.

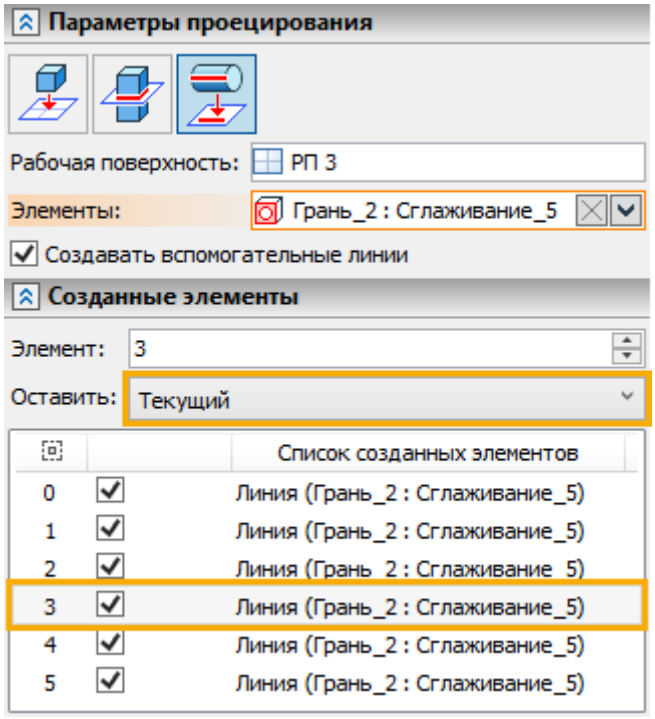


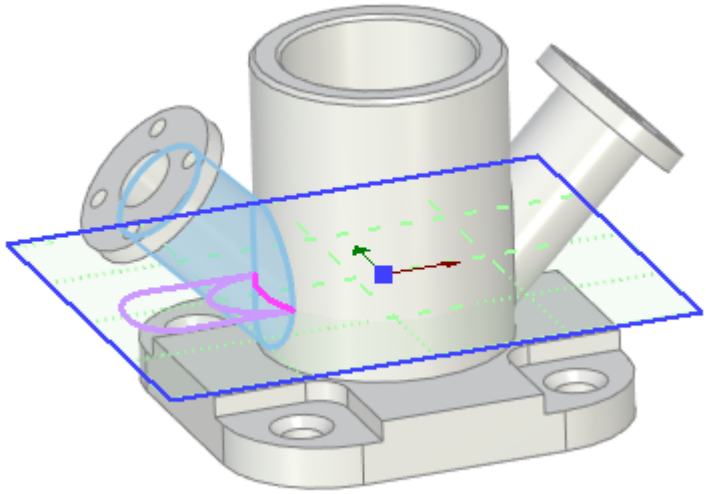


Подтверждаем проецирование с помощью или **<Ctrl>+<Enter>**.

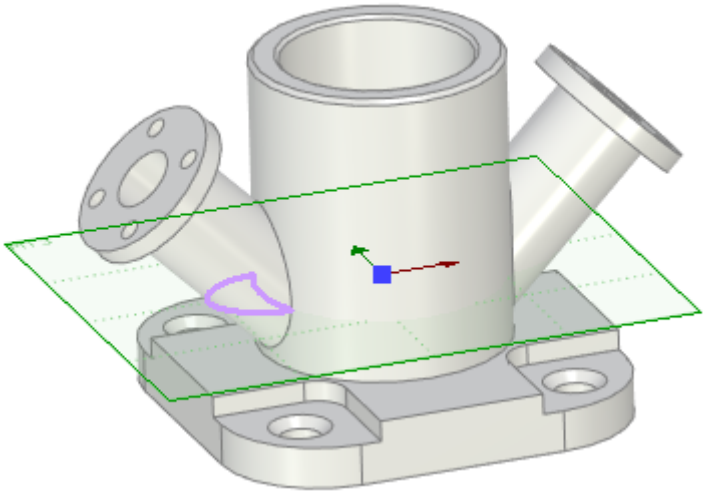
Далее снова запускаем команду **Проекция элементов**, но теперь выбираем режим **Проекция линий очерка элементов на РП** и вновь выбираем ту же грань патрубка.

В окне параметров на вкладке **Созданные элементы** устанавливаем значение **Текущий** для параметра **Оставить** и выбираем нужное ребро в списке элементов.





Подтверждаем проецирование с помощью или **<Ctrl>+<Enter>**.
Созданный таким образом контур соответствует проекции очерка части грани, находящейся под активной рабочей плоскостью.

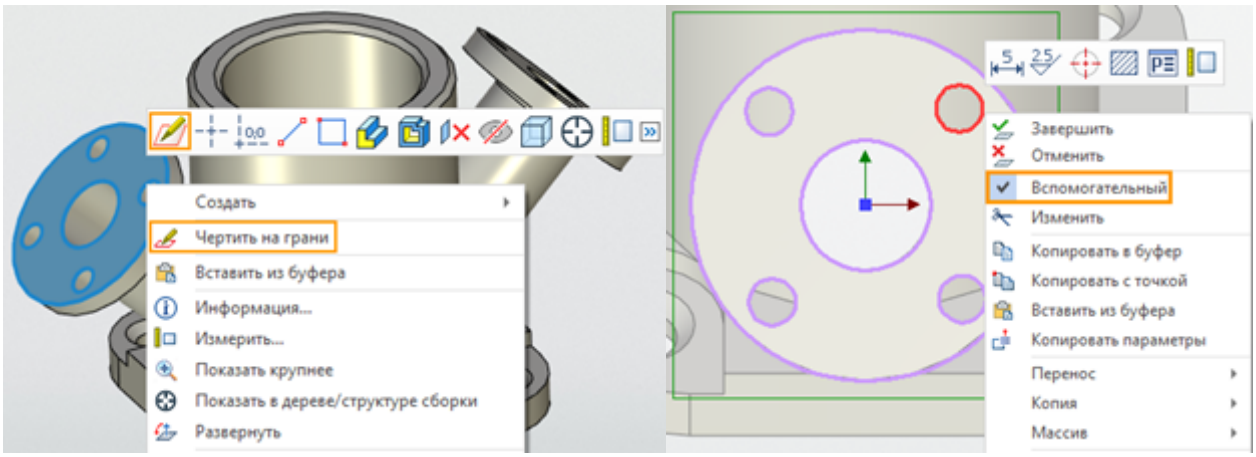


Автоматическое проецирование элементов на РП

В некоторых случаях удобно автоматическое создание проекций 3D элементов сцены на активную рабочую плоскость.

Автоматическое создание проекционных линий

При выборе команды **Чертить на грани**, на автоматически созданной рабочей плоскости создаются проекционные линии контуров грани.

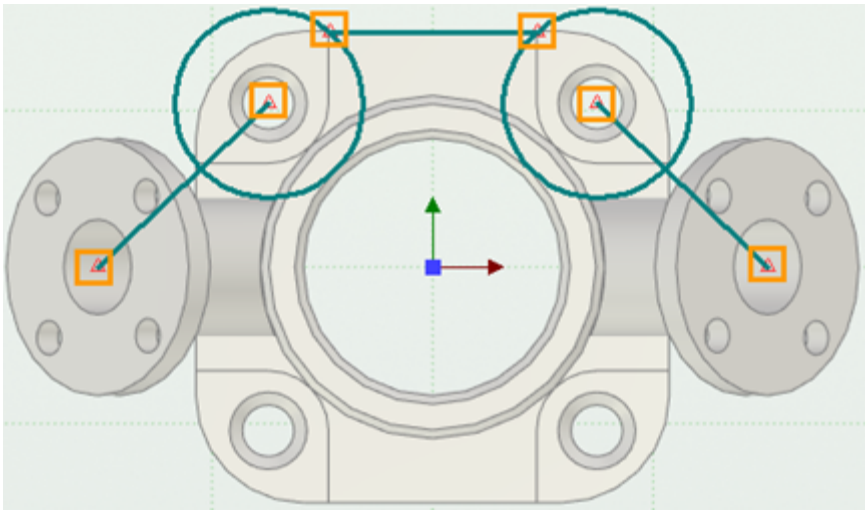


Данные линии всегда по умолчанию вспомогательные.

Автоматически созданные проекционные линии контура грани обладают всеми свойствами линий проекции: они ассоциативно перестраиваются при изменении грани, их можно делать основными, на их основе можно создавать профили и другие 3D элементы, между проекционными линиями и другими линиями можно создавать ограничения. Автоматически созданные проекционные линии можно удалять. В случае необходимости их можно будет повторно создать при помощи команды **Проекция элементов** и её опции **Проекция элементов на рабочую плоскость**.

Автоматическое создание проекционных точек

При создании линий эскиза и линий построения в панели привязок доступна пиктограмма **Привязка к 3D элементам**. При активной пиктограмме можно привязаться к проекциям точек 3D элементов. Проецируются центры рёбер, представляющих собой окружности, а также середины и крайние точки рёбер, представляющих собой отрезки и дуги. Точки проецируются по нормали к активной рабочей плоскости, на которой автоматически создаётся 2D точка. На рабочей плоскости 2D точки, созданные на основе проекций 3D элементов, обозначаются красной треугольной пиктограммой .



Привязка линий эскиза и линий построения к таким точкам сохраняется без создания **Ограничений**. Спроецированные точки ассоциативно перестраиваются в случае изменения 3D модели.
Если необходимо осуществить более сложную привязку построений к 3D элементам нужно применить команду **Проекция элементов** и использовать Ограничения.

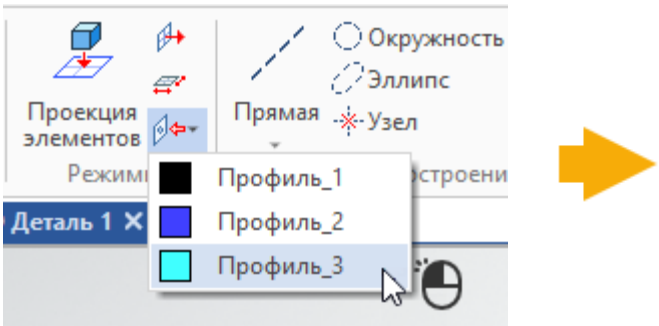
Выбор профиля на активной РП

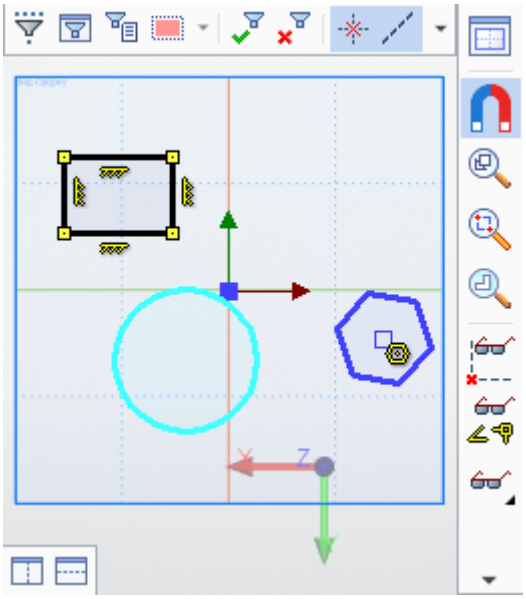
Вызов команды:

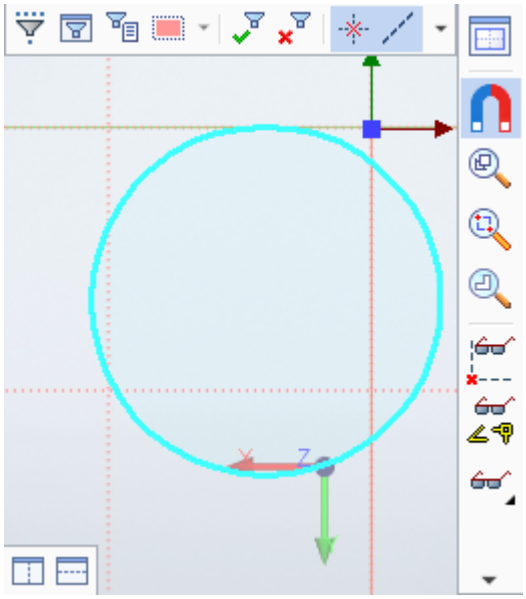
Пиктограмма	Лента
	Рабочая плоскость > Режимы > Профиль
Клавиатура	Текстовое меню

Команда содержит выпадающий список 3D профилей, построенных по линиям изображения данной плоскости. Если выбрать в этом списке один из профилей, камера наводится на формирующие его линии изображения, и для вновь создаваемых линий устанавливается цвет выбранного профиля.

> 2D элементы, созданные в текущей сессии черчения на активной РП, не влияют на содержимое списка профилей, т.к. 3D профили создаются в момент выхода из режима черчения на активной РП,







Черчение на странице РП в 2D окне

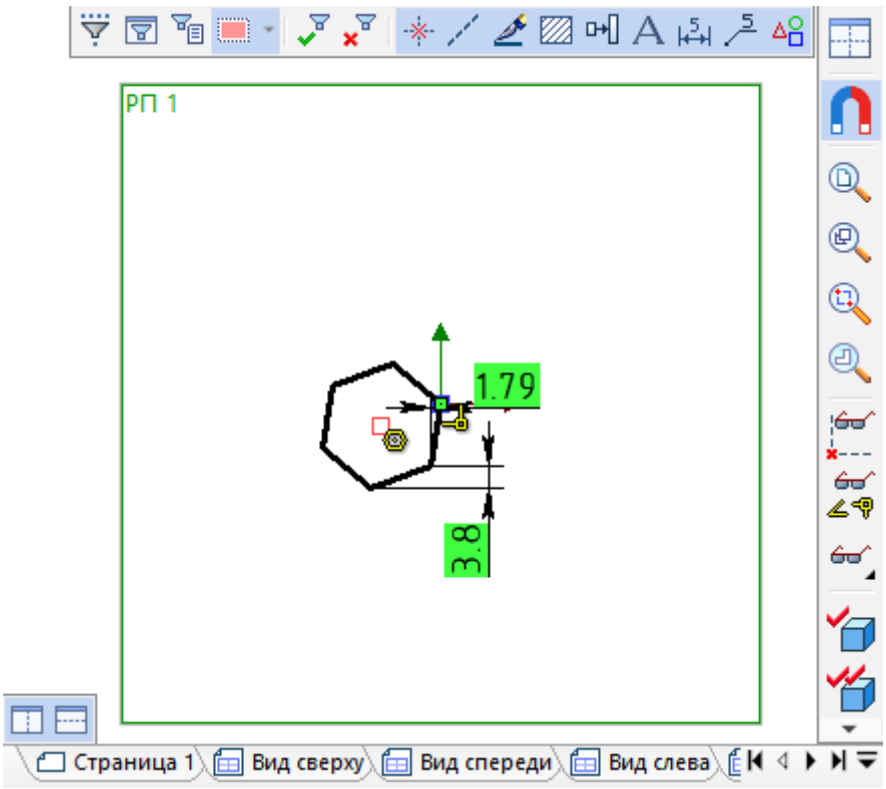
Для каждой рабочей плоскости (и рабочей поверхности) в документе, кроме РП на основе 2D проекции, автоматически создаётся собственная страница. По умолчанию такие страницы не отображаются на закладках страниц, но их отображение можно включить с помощью команды **Страницы**.

В контекстном меню, вызываемом по нажатию на РП в 3D окне или служебных окнах системы, доступна команда **Открыть 2D окно**.

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
	Вид > Рабочая плоскость > Открыть 2D окно

С её помощью можно открыть страницу выбранной РП. Если в команде **Страницы** выключено отображение страниц РП и/или в текущем окне документа нет ни одного 2D окна, то команда **Открыть 2D окно** откроет 2D окно со страницей выбранной РП в новом окне документа. Если в команде **Страницы** включено отображение страниц РП и в текущем окне документа открыто 2D окно, то команда **Открыть 2D окно** откроет страницу выбранной РП в имеющемся 2D окне.

Кроме того, в режиме черчения на активной РП команда **Открыть 2D окно** заменяет собой команду **Размещение видов** в верхней части панели **Вид**. Вызов команды из панели **Вид** всегда открывает 2D окно со страницей выбранной РП в новом окне документа.



Со страницами рабочих плоскостей можно работать в 2D окне так же, как и с обычными страницами чертежа. Для них доступен тот же набор команд черчения и тот же набор параметров страницы. При этом недоступны команды для работы с активной РП.

> Имейте в виду, что для выбора страниц РП в диалоге параметров документа следует включить их в **Фильтр.** При вызове диалога с одной из страниц РП они включаются в фильтр автоматически.

В отличие от режима черчения на активной РП, черчение на странице РП в 2D окне не приводит к автоматическому созданию 3D профилей по созданным линиям изображения. В таком случае 3D профили можно создать вручную с помощью команды **3D профиль по 2D элементам**. Кроме того, если войти в режим черчения на активной РП, то при выходе из него 3D профили будут автоматически созданы по всем линиям изображения выбранной РП, включая линии, созданные в 2D окне.

Рабочая плоскость

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Построения > Плоскость Чертёж > 3D Модель > Плоскость Сборка > Построения > Плоскость Листовой металл (3D) > Построения > Плоскость Поверхности > Построения > Плоскость Сварка > Построения > Плоскость

	Примитив > Построения > Плоскость
Клавиатура	Текстовое меню
<3W>	Построения > Рабочая плоскость

Команда предназначена для построения рабочих плоскостей, являющихся исходными элементами для создания вспомогательных 3D элементов.
Кроме того, рабочие плоскости используются как вспомогательные элементы во многих 3D операциях. Например, с их помощью может задаваться плоскость рассечения тела в операции Отсечение или положение секущей плоскости при создании сечения. Нормалью к рабочей плоскости может быть определено направление выталкивания или ось вращения, и т.п.
В системе предусмотрены механизмы, позволяющие ускорять создание рабочих плоскостей и черчение на них: создание рабочих плоскостей в прозрачном режиме, создание плоскостей, параллельных уже существующим рабочим плоскостям с помощью специальных манипуляторов, черчение прямо в 3D сцене в режиме активной рабочей плоскости.
Доступные типы создания рабочих плоскостей:

<L> На основе системы координат

<1> Смещенная плоскость

<3> Через плоское ребро или точки

<7> Перпендикулярно пути

<E> Между двумя плоскостями

<S> Стандартная плоскость

<8> Касательно к поверхности в точке

<J> На основе 2D проекции

<9> Параллельно экрану

<2> В координатах

Следует различать рабочие плоскости, построенные в 2D и в 3D окне. Положение рабочих плоскостей в трёхмерном пространстве определяется либо глобальной системой координат (стандартные плоскости), либо элементами 3D модели. При создании в окне 2D вида рабочая плоскость привязывается к элементам двумерного чертежа. Каждой заданной в 3D окне рабочей плоскости ставится в соответствие отдельная страница чертежа, а задаваемая в 2D окне рабочая плоскость занимает определённую область на текущей странице чертежа. Если на одной странице расположено больше одной рабочей плоскости, то эти рабочие плоскости не могут быть использованы для работы в режиме активной рабочей плоскости.
Заметим, что хотя для рабочих плоскостей и указаны границы в окне 3D вида, используются они только для отображения плоскостей. В действительности же рабочие плоскости бесконечны.

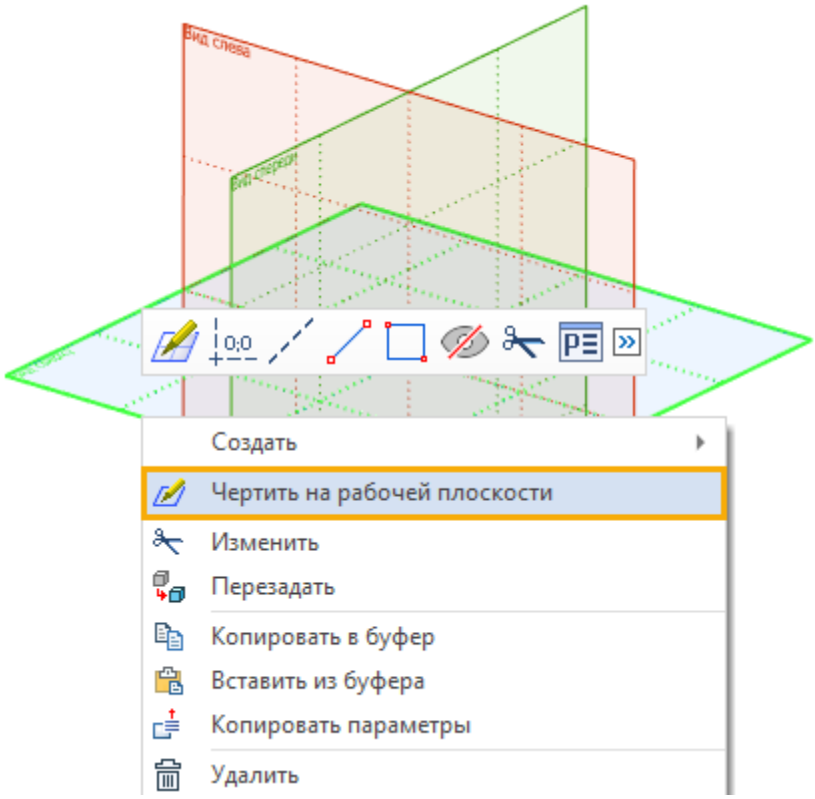
Внешние границы рабочей плоскости в 3D окне рисуются сплошной линией, а внутренние линии – тонкой пунктирной линией. Размер визуальных границ всех рабочих плоскостей, созданных без привязки к 2D построениям, можно изменить с помощью манипуляторов размеров, которые появляются при нажатии на требуемую рабочую плоскость.

> При изменении визуальных границ рабочей плоскости будут меняться и границы 2D страницы, созданной для этой плоскости.

Если подвести курсор к границам плоскости, она подсветится. Нажав , плоскость можно выбрать для каких-либо действий, а нажав – вызвать для неё контекстное меню.
Выбрать рабочую плоскость можно и в дереве 3D модели, в папке **Рабочие плоскости** или в части дерева, иллюстрирующей историю создания какого-либо 3D элемента, основанного на рабочей плоскости.

Допустим, что необходимо создать на рабочей плоскости **Вид сверху** 3D профиль, который послужит основой создания 3D тела.

Для этого необходимо нажать на рабочую плоскость **Вид сверху** в 3D окне или дереве модели. В появившемся контекстном меню необходимо выбрать пункт **Чертить на рабочей плоскости**.



Основные темы в этом разделе:

- Общие сведения о рабочей плоскости
- Манипуляторы редактирования рабочей плоскости без вызова команд
- Манипуляторы стороны черчения на рабочей плоскости
- Система координат рабочей плоскости
- Отображение рабочей плоскости в 3D сцене
- Размер и положение рабочей плоскости
- Работа с рабочими плоскостями с помощью линеек 3D окна
- Сетка рабочих плоскостей

- Типы рабочих плоскостей
- Параметры рабочей плоскости
- Редактировать рабочую плоскость

Общие сведения о рабочей плоскости

Рабочая плоскость - это ориентированная в пространстве плоскость, с которой связаны 2D и 3D элементы трёхмерной модели. В зависимости от типа рабочей плоскости и способа её построения её создание производится в окне 2D или 3D вида.
При создании рабочей плоскости в **3D окне** её положение пространстве определяется либо глобальной системой координат (стандартные плоскости), либо элементами 3D модели. При этом рабочей плоскости ставится в соответствие отдельная страница чертежа.
При создании в окне **2D вида** рабочая плоскость привязывается к элементам двумерного чертежа и занимает область на текущей странице чертежа. То есть возможно расположение нескольких рабочих плоскостей на одной странице чертежа.
Используя режим активной рабочей плоскости, вы можете создавать 2D элементы, принадлежащие выбранной рабочей плоскости, в 3D окне.

Создание рабочих плоскостей в окне 3D вида

1. Стандартные рабочие плоскости соответствуют шести стандартным видам, используемым в черчении. Стандартными рабочими плоскостями являются фронтальный вид, вид сзади, вид сверху, вид снизу, вид слева, вид справа.
2. Рабочие плоскости, построенные на основе элементов твёрдого тела (граней, вершин, рёбер) или 3D элементов (3D узлов, 3D путей). Используя соответствующие опции команды **Плоскость**, вы можете задать положение рабочей плоскости в пространстве с помощью перечисленных выше 3D элементов.
Существует особый способ создания рабочей плоскости на основе грани тела. Укажите на грань курсором мыши (выбранная грань подсветится) и нажмите . В появившемся меню выберите пункт **Чертить на грани**. При этом система автоматически создаст рабочую плоскость на основе соответствующей грани. При выборе грани, на основе которой уже созданы рабочие плоскости, в меню будет доступен пункт **Чертить на рабочей плоскости**, содержащий список рабочих плоскостей, созданных на основе этой грани.
3. Рабочие плоскости, построенные на основе другой рабочей плоскости.
Выбрав существующую рабочую плоскость, можно задать положение новой рабочей плоскости относительно исходной, либо задав смещение, либо создать её копию, указав исходную и целевую систему координат. Смещение рабочей плоскости определяется привязкой к 3D элементам или в параметрах рабочей плоскости. Таким образом, задавая смещение, можно получить рабочую плоскость, параллельную исходной:

- с заданным значением смещения;
- проходящую через 3D точку;
- касательную к поверхности.

Создание рабочих плоскостей в окне 2D вида

1. Стандартные рабочие плоскости соответствуютшести стандартным видам, используемым в черчении. Стандартными рабочими плоскостями являются фронтальный вид, вид сзади, вид сверху, вид снизу, вид слева, вид справа.
2. Дополнительные рабочие плоскости соответствуют видам по стрелкам, применяемым в черчении (вид А-А, вид Е-Е повернуто). Дополнительные рабочие плоскости могут быть построены

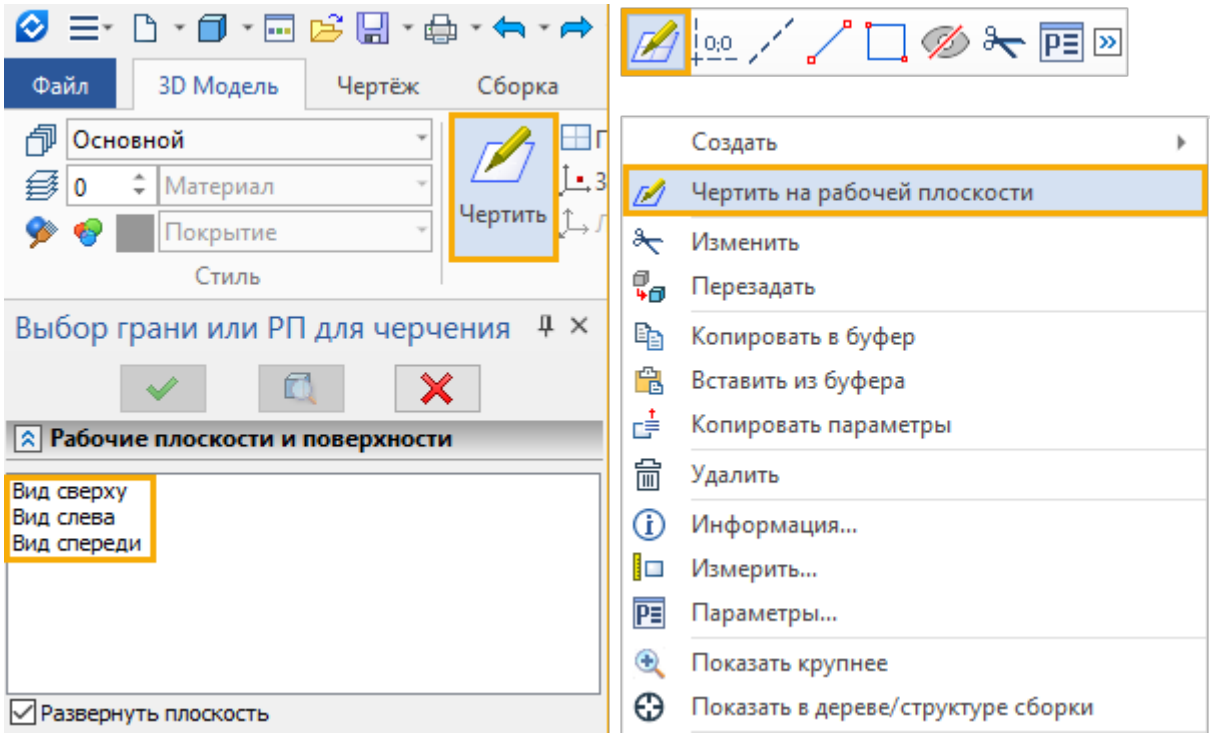
только когда задана хотя бы одна рабочая плоскость. При построении дополнительных рабочих плоскостей используются только прямолинейные виды по стрелкам, то есть без изгибов.

3. Рабочие плоскости по 2D проекции определяются исходя из направления взгляда, по которому была задана 2D проекция. Этот метод весьма нагляден, так как позволяет использовать элементы 3D модели для определения положения рабочей плоскости. Например, можно построить 2D проекцию какой-либо грани 3D модели и задать рабочую плоскость через эту проекцию. Затем можно продолжить двумерные построения, используя проекцию грани в качестве основы. Таким образом можно, к примеру, построить новый профиль, который будет использован для создания нового 3D объекта. Этот 3D объект будет лежать непосредственно на грани, которая была использована в 2D проекции.

4. Рабочие плоскости по 3D системе координат определяются на основе положения одной из трех основных плоскостей локальной системы координат. Этот метод интересен тем, что достаточно эффективно позволяет спозиционировать рабочую плоскость в любой необходимой точке и под любым углом.

Режим активной рабочей плоскости

Для перехода в режим активной рабочей плоскости вызовите контекстное меню нажатием правой кнопки мыши и выберите пункт **Чертить на рабочей плоскости**. Затем выберите необходимую рабочую плоскость из списка всех рабочих плоскостей модели. Либо укажите курсором мыши на рабочую плоскость (она подсветится) и в контекстном меню также выберите соответствующий пункт меню.

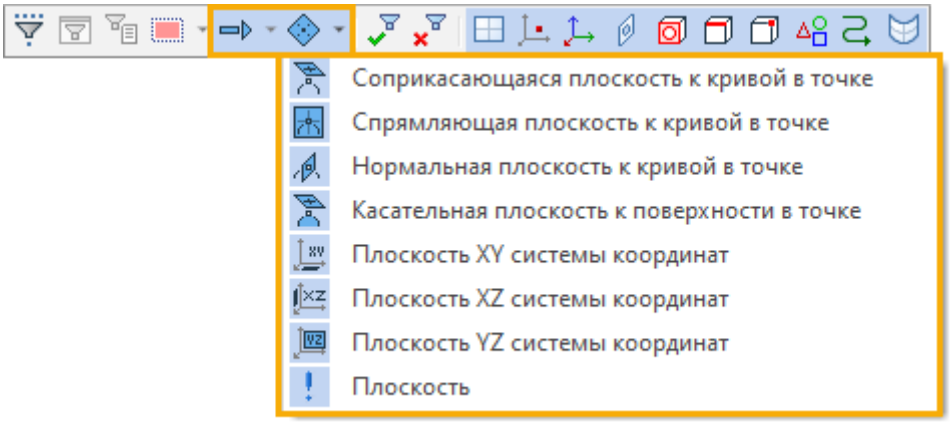


Текущая рабочая плоскость становится активной.

Работая в режиме активной рабочей плоскости, вы можете использовать любые команды построения и создания 2D элементов (см. Использование активной рабочей плоскости).

Выбор объектов

На этапе выбора объектов на основе которых будет создана рабочая плоскость доступен расширенный фильтр выбора типа геометрии.



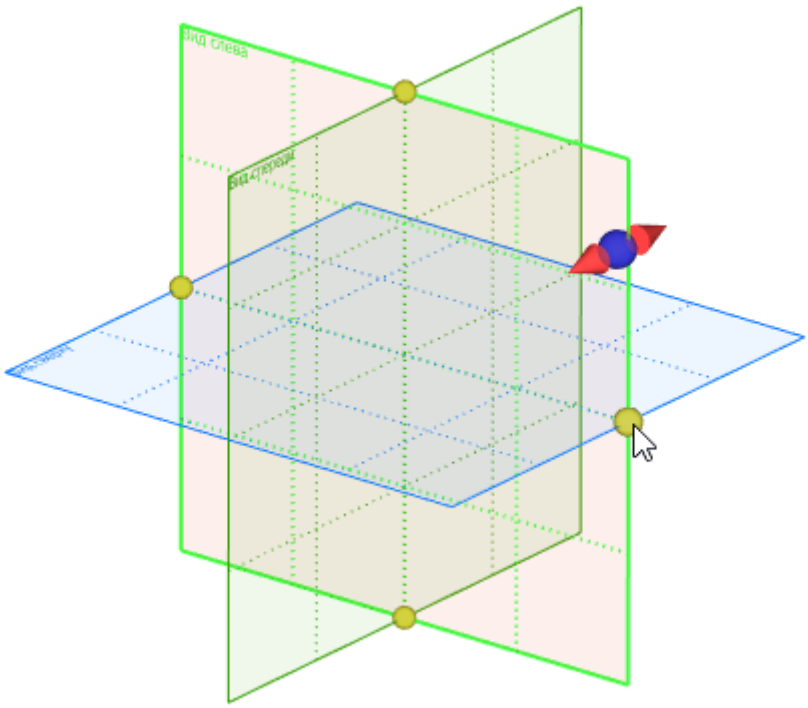
Остальные фильтры определяют набор допустимых для выбора типов элементов (например, грань, профиль, путь и т.д.).

Манипуляторы редактирования рабочей плоскости без вызова команд

Для удобства работы с рабочими плоскостями в T-FLEX CAD можно использовать специальные манипуляторы.

При выборе рабочей плоскости в 3D сцене в режиме ожидания команды на прямоугольнике её изображения появятся специальные манипуляторы.

Маленькие манипуляторы в виде шариков, расположенных в серединах сторон прямоугольника рабочей плоскости, позволяют быстро изменить видимые границы рабочей плоскости.

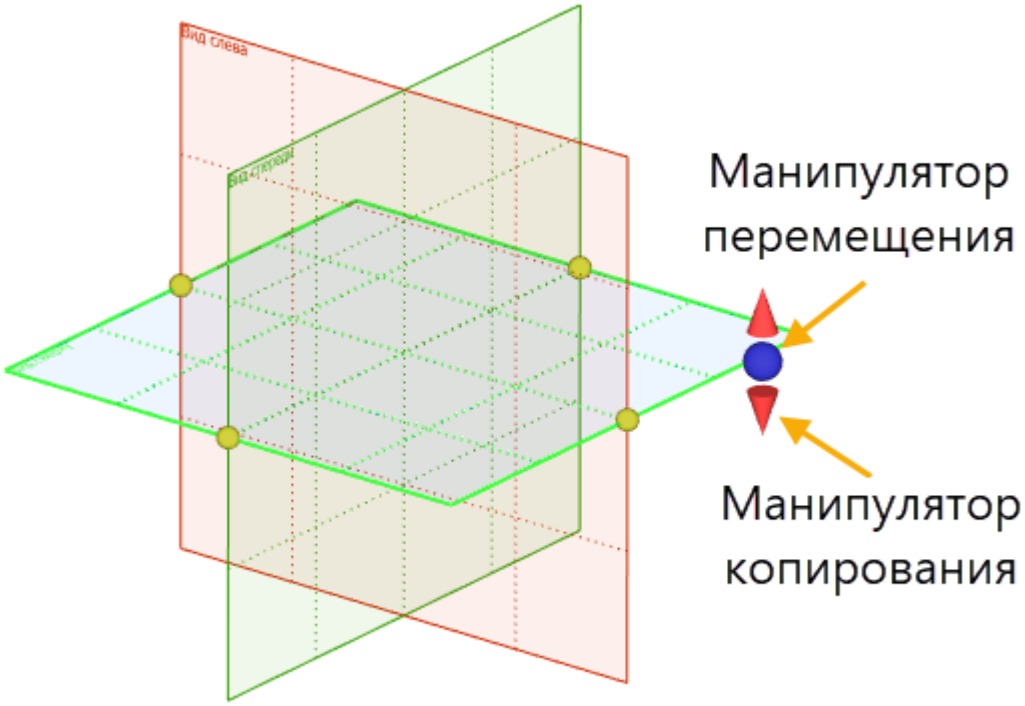


При подведении курсора к такому манипулятору он немного увеличивается в размере. Работать с манипулятором можно двумя способами. Во-первых, можно, указав на манипулятор, нажать .

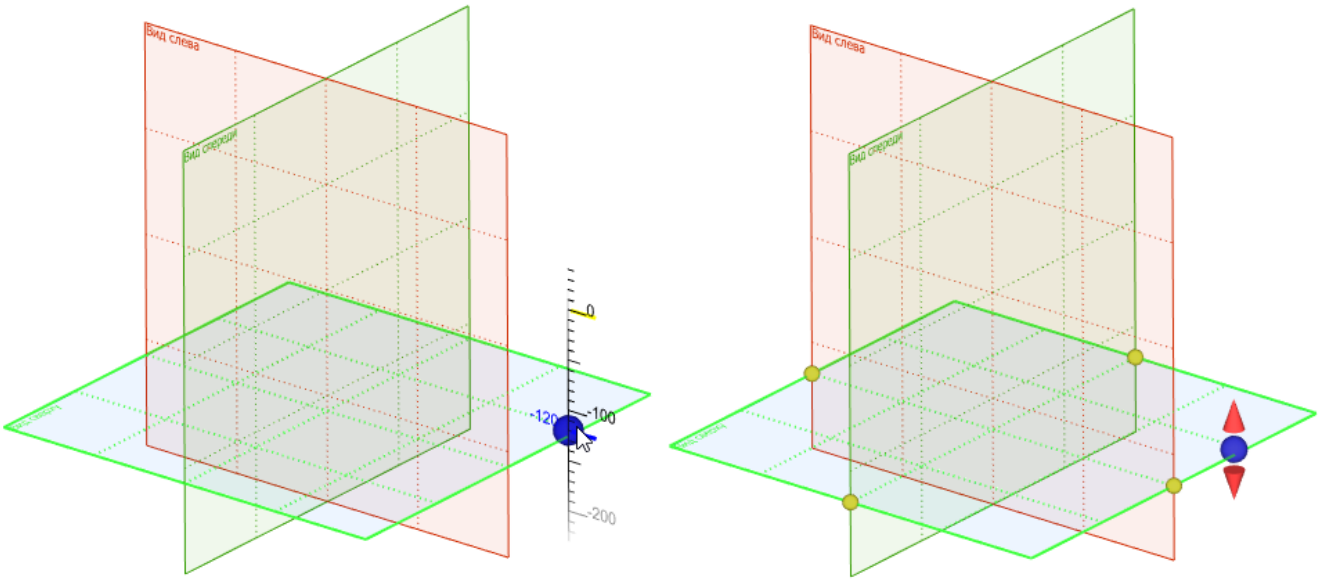
Выбранная граница плоскости начнёт двигаться вслед за курсором. Повторное нажатие зафиксирует новое положение границы рабочей плоскости. Второй способ – указав на манипулятор, нажать и, не отпуская нажатой клавиши мыши, переместить выбранную границу плоскости в нужное положение. В этом случае для фиксации нового размера рабочей плоскости достаточно отпустить нажатую клавишу мыши.

В обоих случаях при активизации манипулятора в системной панели появляются дополнительные элементы для точного задания нового положение редактируемой границы плоскости.

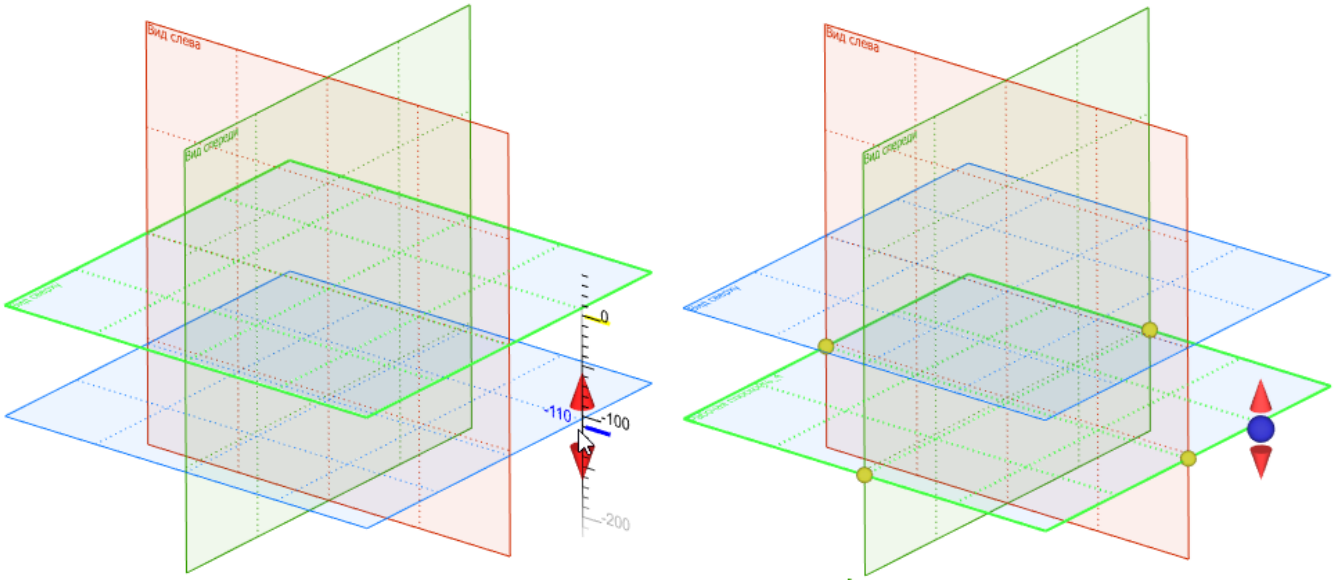
Большой манипулятор, появляющийся в том месте, где находился курсор на момент выбора рабочей плоскости, позволяет быстро перемещать плоскость, а также создавать новые рабочие плоскости. Данный манипулятор фактически состоит из двух: шар в центре – **манипулятор перемещения** – служит для перемещения выбранной плоскости параллельно её исходному положению; конусы – **манипуляторы копирования** – позволяют создать новые плоскости, параллельные выбранной.



После активизации манипулятора перемещения плоскости изображение редактируемой плоскости начинает динамически перемещаться вслед за курсором. Рядом прорисовывается линейка, отслеживающая величину смещения плоскости. После повторного нажатия (или после отжатия нажатой клавиши мыши) рабочая плоскость перемещается в заданное положение. Как и в случае изменения границ плоскости, точное значение смещения можно задать в системной панели или панели фильтров.

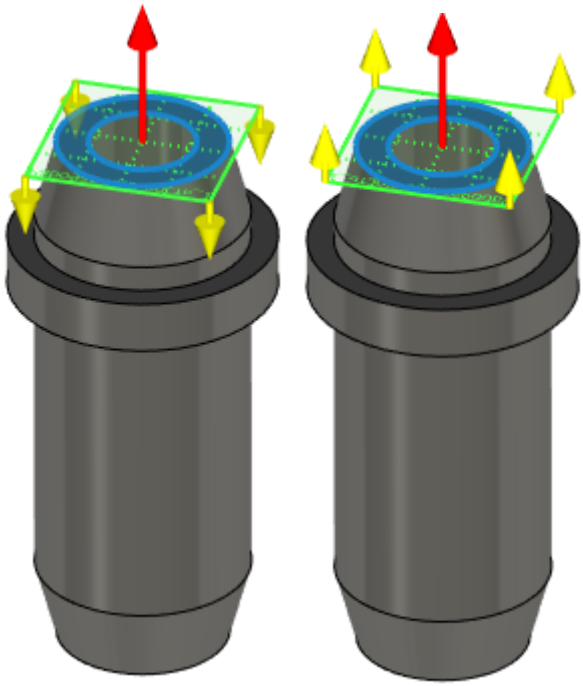


Работа с манипулятором копирования осуществляется схожим образом. Отличие только в том, что в результате в заданное положение помещается не исходная плоскость, а её копия. Таким образом можно создавать любое количество параллельных плоскостей.



Манипуляторы стороны черчения на рабочей плоскости

Во время создания рабочих плоскостей некоторых типов, на краях создаваемой плоскости отображаются желтые манипуляторы, которые показывают сторону черчения на активной рабочей плоскости. Нажатие на манипулятор меняет направление на противоположное.



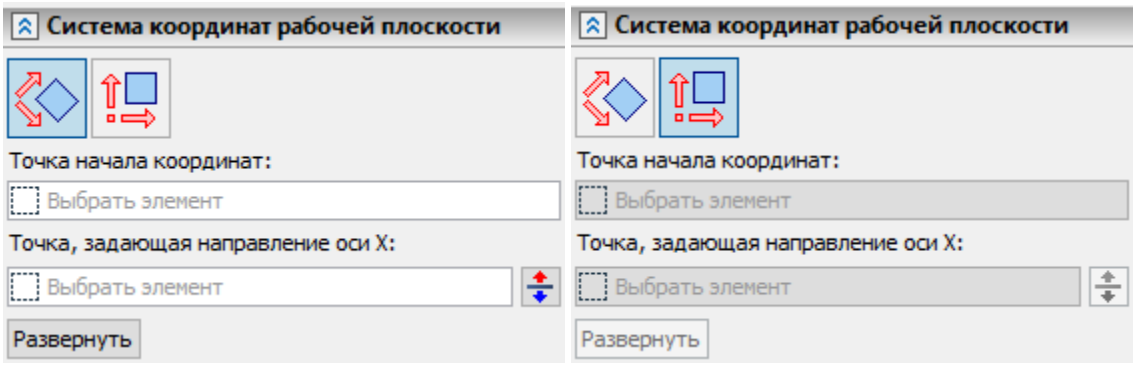
Прочие манипуляторы, доступные в командах создания и редактирования РП, зависят от типа РП и описаны отдельно для каждого типа.

Система координат рабочей плоскости

Локальная система координат (ЛСК) рабочей плоскости используется для расчёта 2D элементов, созданных в режиме черчения на этой рабочей плоскости.
Начало ЛСК стандартной рабочей плоскости совпадает с проекцией начала глобальной системы координат (ГСК) на эту плоскость. Направления осей ЛСК в этом случае параллельны направлениям осей ГСК, при этом они могут совпадать или быть противоположными.
ЛСК рабочей плоскости на основе системы координат определяется ЛСК, на основе которой создана эта плоскость.
ЛСК рабочей плоскости на основе 2D проекции определяется ЛСК 2D проекции, на основе которой создана эта плоскость.
ЛСК рабочих плоскостей остальных типов можно задать на вкладке **Система координат рабочей плоскости** в окне параметров команды создания или редактирования плоскости. При этом доступно два типа СК:

Пользовательская система координат

Глобальная система координат



Глобальная система координат

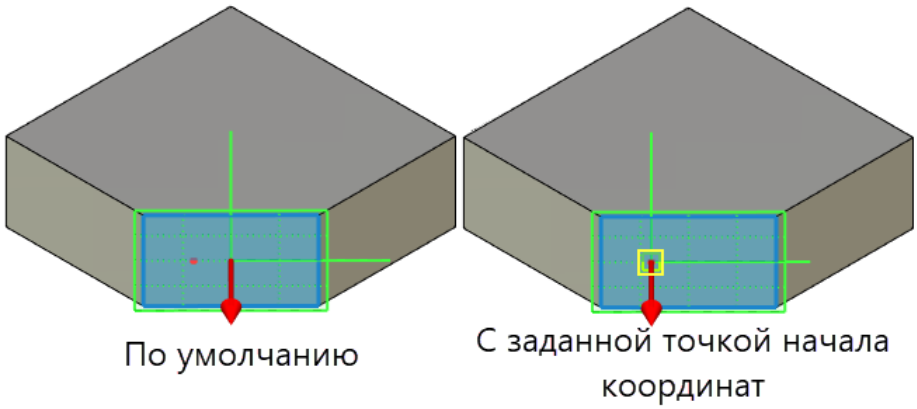
При выборе данного типа СК положение точки начала координат и ориентация осей системы координат рабочей плоскости определяются проекцией глобальной СК на данную плоскость.

> Для плоскости параллельной экрану направление осей в этом случае совпадает с осями системы координат экрана (ось X направлена горизонтально вправо, ось Y - вертикально вверх).

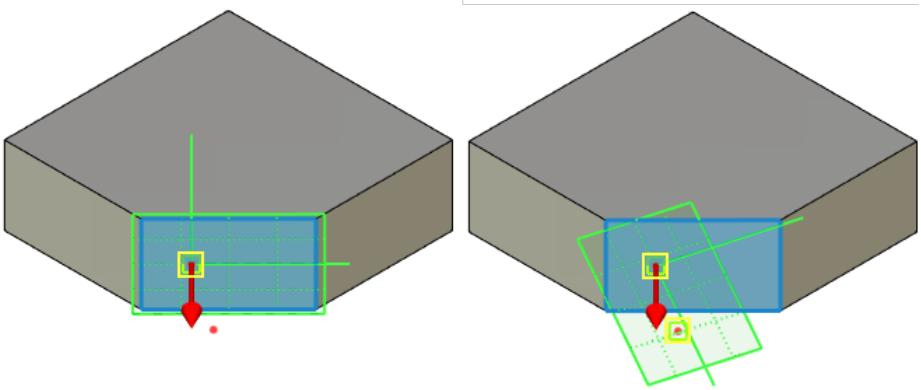
Остальные элементы управления на вкладке **Система координат рабочей плоскости** становятся неактивны после выбора глобальной системы координат.

Пользовательская система координат

Данный тип СК позволяет задать 3D точки, **проекции** которых на создаваемую рабочую плоскость будут определять положение и ориентацию осей системы координат рабочей плоскости.
С помощью опции **Точка начала координат** выбирается 3D точка, проекция которой на рабочую плоскость и будет являться новой точкой начала координат.



Опция **Точка, задающая направление оси X** позволяет выбрать 3D точку, проекция которой на рабочую плоскость будет задавать направление оси X её системы.



С заданной точкой начала координат

С заданной точкой начала координат и точкой, задающей направление оси X

Развернуть рабочую плоскость

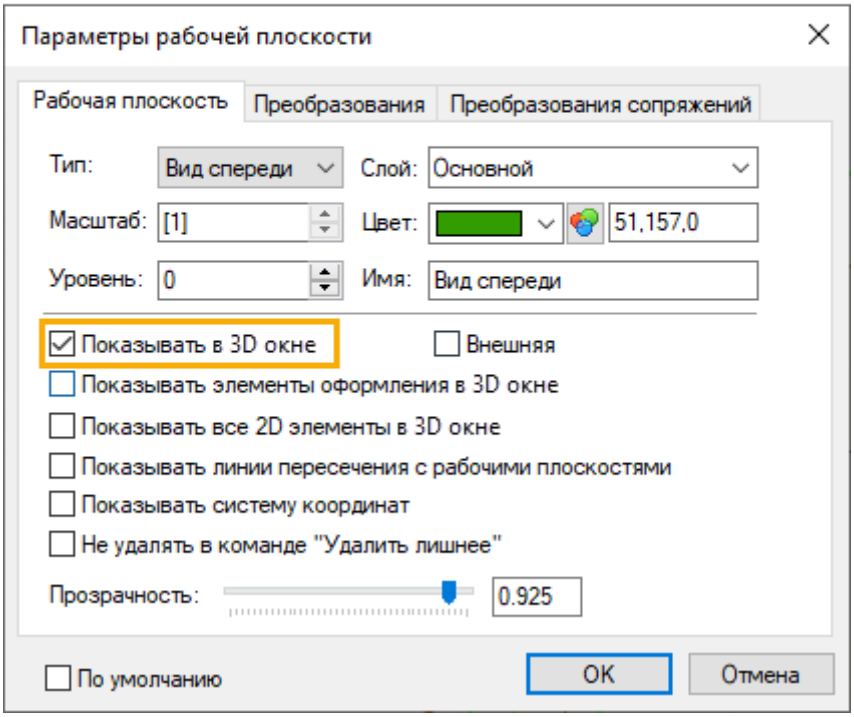
Помимо опций для задания СК на вкладке **Система координат рабочей плоскости** окна **Параметры** доступна кнопка **Развернуть.** Нажатие данной кнопки меняет направление нормали РП на противоположное.

См. также:

- Глобальная система координат
- Локальные системы координат

Отображение рабочей плоскости в 3D сцене

Возможность отображения рабочей плоскости в 3D окне зависит от установленного в её параметрах состояния флага **Показывать в 3D окне**.



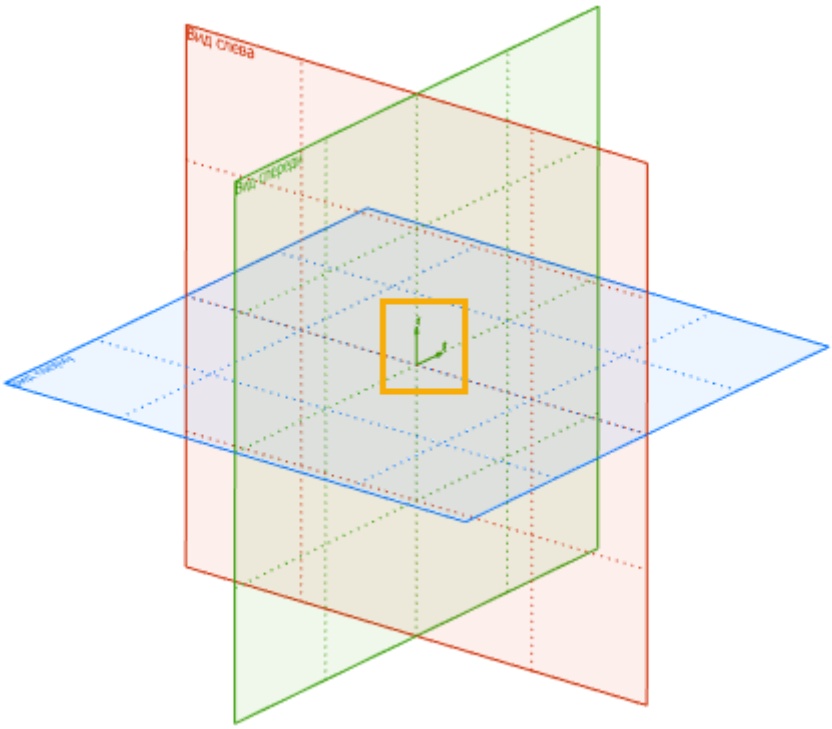
Внешний вид рабочих плоскостей в 3D сцене управляется набором параметров в установках системы, параметрах документа и параметрах самой рабочей плоскости.

Прежде всего, можно управлять прозрачностью рабочих плоскостей (от полной прозрачности до полной непрозрачности). Параметр, регулирующий степень прозрачности отдельной рабочей плоскости, доступен в диалоге параметров данной плоскости (см. раздел Параметры рабочей плоскости).

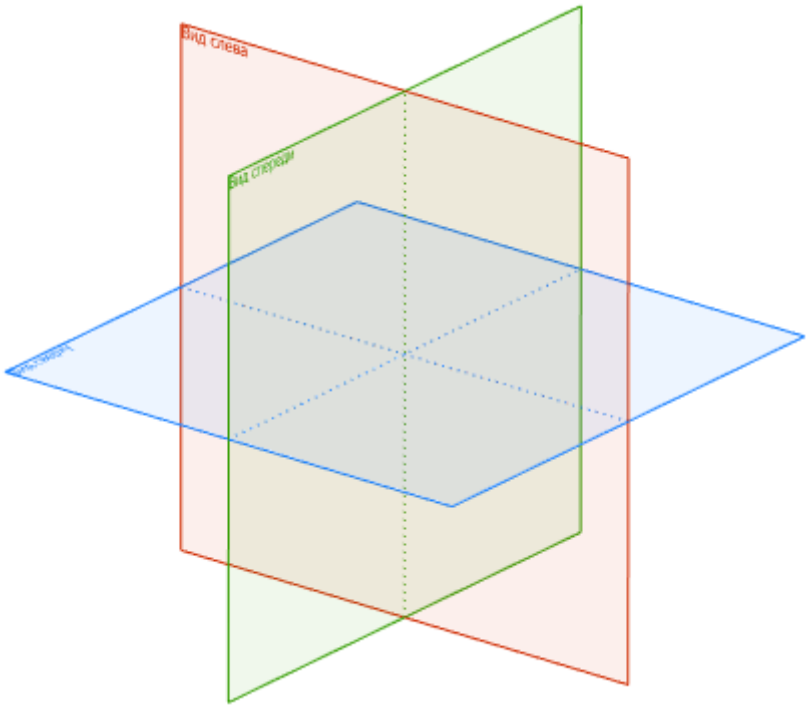
В углу прямоугольника, изображающего рабочую плоскость, обычно указано имя данной плоскости или её тип. Показать или скрыть их можно с помощью параметра **Рабочие плоскости/Имя и тип** в диалоге команды Параметры документа закладка **3D**. Шрифт, который используется для отображения имени рабочей плоскости, задаётся в команде Установки системы, на закладке **3D**.

Размер шрифта рабочей плоскости можно задать с помощью параметра **Шрифт рабочей плоскости** на закладке **3D** в диалоге команды Параметры документа. Чем больше значение данного параметра, тем крупнее будет шрифт надписи.

Внутри прямоугольника рабочей плоскости может отображаться система координат данной плоскости. Управляет видимостью системы координат параметр **Показывать системы координат** в диалоге параметров данной плоскости (см. раздел Параметры рабочей плоскости).

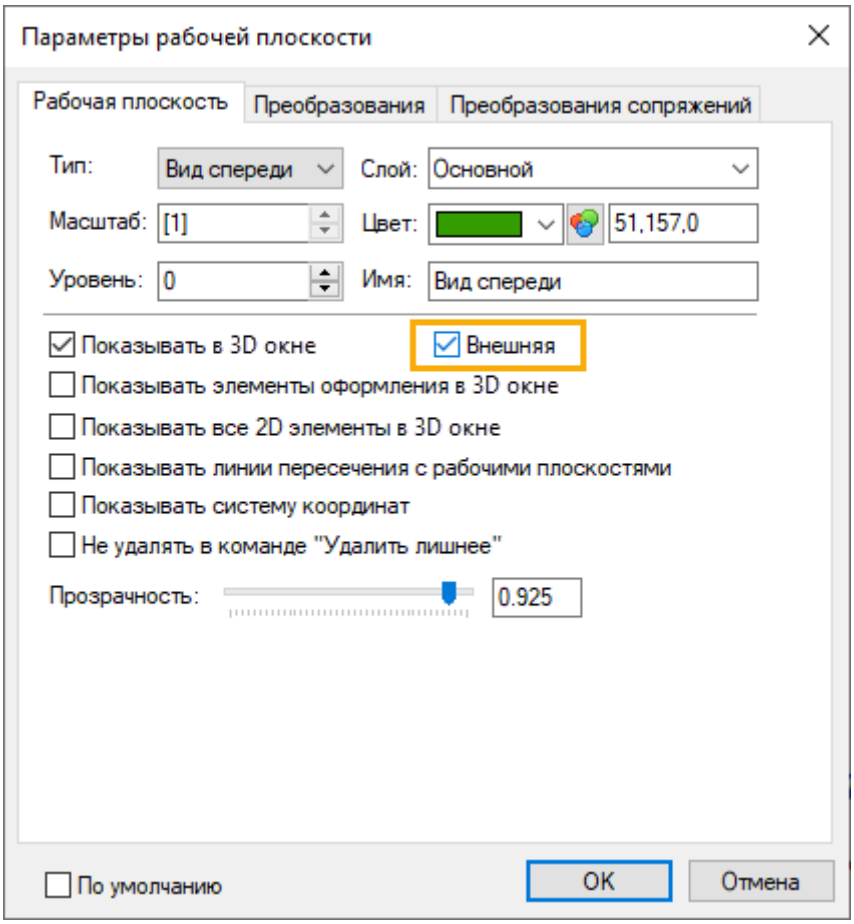


По умолчанию система координат рабочей плоскости не отображается.
В команде Установки системы, на закладке **3D**, также можно указать желаемое количество внутренних линий на изображении рабочей плоскости (параметр **Рабочие плоскости\Количество линий**). Здесь же можно задать способ выбора рабочих плоскостей – только по линиям внешнего прямоугольника или по всем линиям изображения плоскости (параметр **Рабочие плоскости\Выбор по всем линиям**).



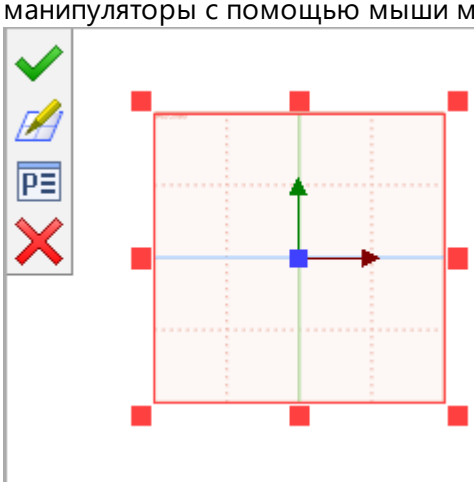
После изменения параметров **Количество линий** или **Выбор по всем линиям** необходимо выполнить полный пересчет.

Если необходимо обеспечить доступ в сборочной модели к рабочим плоскостям, созданным во фрагментах, то в документе фрагмента у рабочей плоскости надо установить параметр **Внешняя**.



Размер и положение рабочей плоскости

Помимо манипуляторов размер и положение прямоугольника рабочей плоскости в 3D сцене можно изменить с помощью команды **Размер и положение**, доступной в контекстном меню плоскости. После вызова команды вид ориентируется по нормали к плоскости, а по краям её прямоугольника отображаются манипуляторы в виде красных квадратов. Перетягивая манипуляторы с помощью мыши можно установить желаемую конфигурацию.



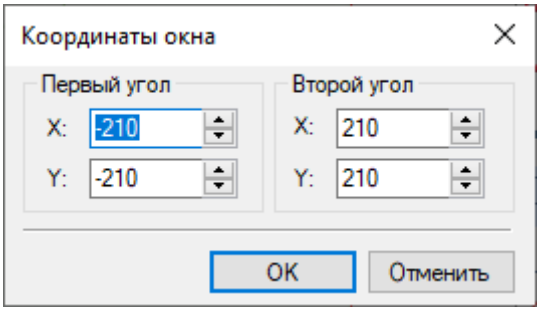
Помимо стандартных опций для выхода из команды с подтверждением или без подтверждения внесённых изменений, в автоменю команды **Размер и положение** доступны следующие опции:

<W> Чертить на рабочей плоскости

Данная опция активирует режим черчения на активной рабочей плоскости.

<P> Установить размеры страницы

Данная опция вызывает диалог, в котором можно задать глобальные координаты **X** и **Y** левой нижней (**Первый угол**) и правой верхней (**Второй угол**) вершин прямоугольника рабочей плоскости.



Кроме того, размеры прямоугольника рабочей плоскости можно изменить в параметрах документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Лист** > **Начало координат**).

> Для доступа к параметрам рабочих плоскостей воспользуйтесь фильтром и выпадающим списком, расположенными в верхней части диалога параметров документа.

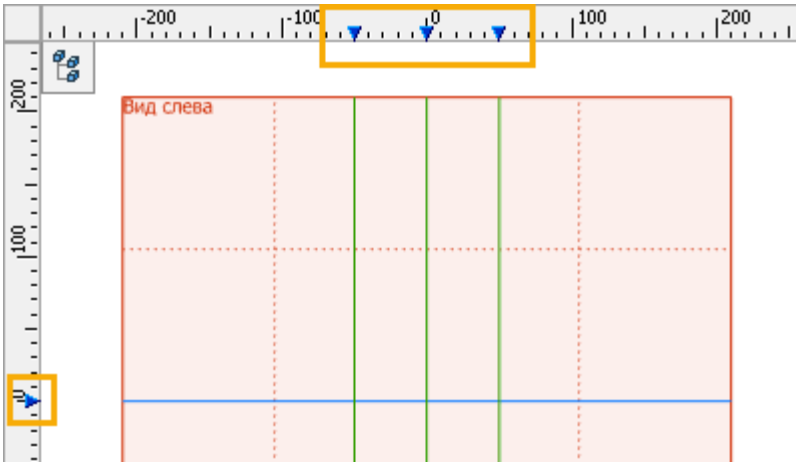
Работа с рабочими плоскостями с помощью линеек 3D окна

При работе в 3D окне с включенными линейками существуют дополнительные возможности для быстрого перемещения и копирования рабочих плоскостей.

> Видимостью линеек в 3D окне можно управлять с помощью команды **Линейка** из вкладки ленты **Вид**, группы **Окно**.

> Линейки в 3D окне позволяют быстро оценивать размеры и расстояния в 3D сцене. Координаты, отображаемые на линейках, представляют собой координаты на воображаемой плоскости, параллельной плоскости экрана.

В случае, когда рабочая плоскость расположена ортогонально плоскости текущего 3D вида и занимает в нём вертикальное или горизонтальное положение, специальная метка-маркер на линейке (▸ или ▾) отмечает положение рабочей плоскости.



Метка рабочей плоскости тесно связана с самой рабочей плоскостью. При поведении курсора к знаку метки она меняет цвет на красный. При этом подсвечивается и сама рабочая плоскость. Нажатие на знаке метки вызывает контекстное меню для плоскости, соответствующей данной метке.

При выборе метки с помощью активизируется режим перемещения/копирования рабочей плоскости.

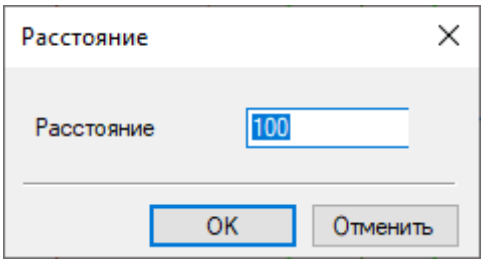
Перемещение выбранной плоскости осуществляется, если после выбора метки с помощью передвигать курсор, не отпуская нажатой клавиши мыши. Для фиксации нового положения рабочей плоскости достаточно отпустить клавишу мыши. Точное значение смещения можно задать в системной панели или панели фильтров.

Создание новой рабочей плоскости – копирование – происходит, если после выбора метки с помощью нажатую клавишу мыши отпустить. Повторное нажатие в этом случае зафиксирует положение уже новой рабочей плоскости – копии исходной.

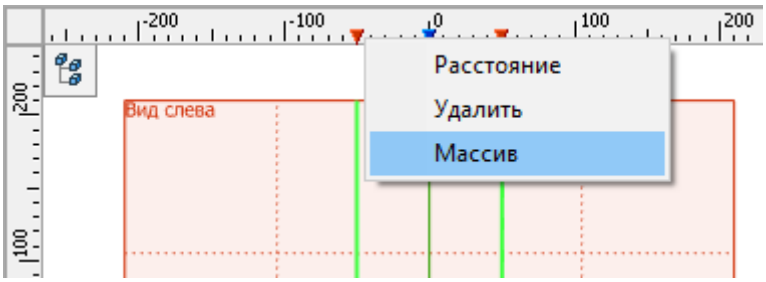
Используя клавиши <**Shift**> и <**Ctrl**>, можно выбрать сразу несколько меток. Перемещение и копирование в случае множественного выбора осуществляются так же, как и при выборе одной метки. В контекстном меню будут доступны дополнительные команды:

- **Расстояние** (доступна только при выборе двух меток) – команда для быстрого изменения расстояние между рабочими плоскостями. При вызове команды появляется окно **Расстояние**, в котором необходимо указать требуемое значение расстояния. После нажатия

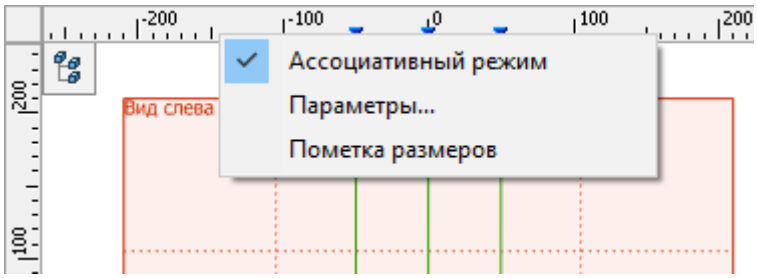
OK система смещает соответствующие рабочие плоскости таким образом, чтобы расстояние между ними стало равно заданному;



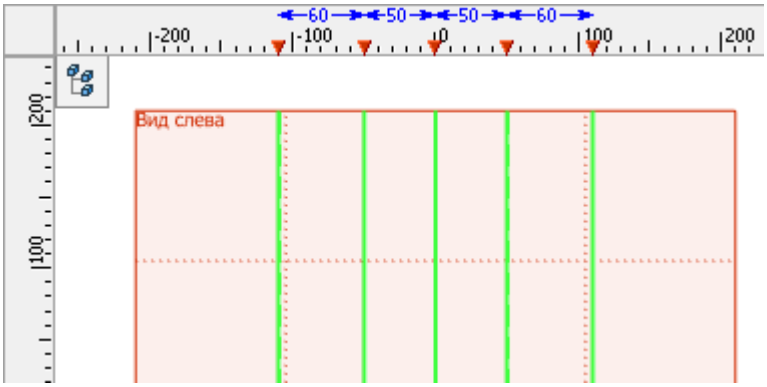
- **Равномерно** (*доступна при выборе трёх и более меток*) – данная команда смещает плоскости, связанные с выбранными метками, таким образом, чтобы расстояние между всеми соседними плоскостями стало одинаковым;
- **Массив** – создать массив плоскостей (*только при выборе двух меток плоскостей*).



В контекстном меню линейки 3D окна доступны две дополнительных команды – **Ассоциативный режим** и **Пометка размеров**.

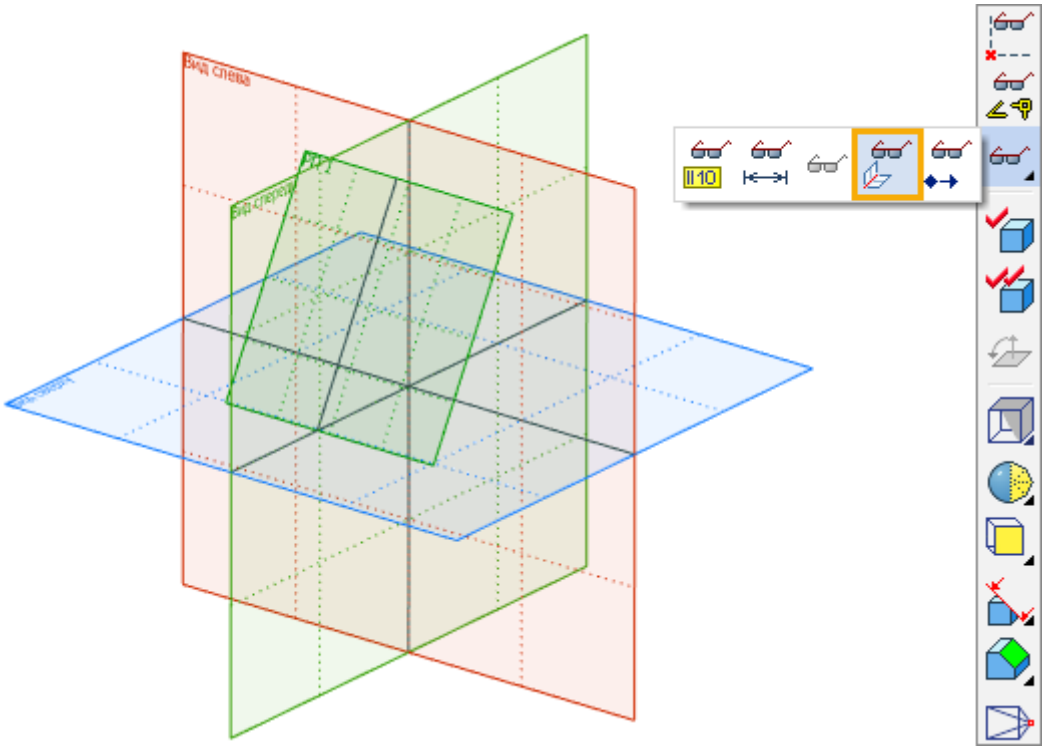


Флажок **Ассоциативный режим** управляет режимом создания рабочих плоскостей с помощью меток на линейках. При установленном флажке новая рабочая плоскость создаётся со смещением относительно исходной рабочей плоскости. При отключенном флажке положение новой плоскости будет зафиксировано в абсолютных координатах, без привязки к исходной рабочей плоскости.
Режим **Пометка размеров** управляет отображением расстояний между плоскостями. При включенном флажке на линейке в виде размеров показываются расстояния выбранных рабочих плоскостей между собой (если выбрано несколько) и до крайних рабочих плоскостей по данной оси.



Сетка рабочих плоскостей

В T-FLEX CAD существует ещё один вспомогательный инструмент для работы с рабочими плоскостями – **сетка рабочих плоскостей**.
Сетка рабочих плоскостей – это совокупность линий пересечения всех рабочих плоскостей модели. Пересечения показываются в виде серых линий. Видимостью сетки управляет команда инструментальной панели **Вид** – **Погасить сетку рабочих плоскостей**. По умолчанию сетка не отображается.



Узлы сетки рабочих плоскостей можно использовать для привязки, выбирая их в качестве геометрических точек в различных 3D операциях. При этом в узлах сетки будут автоматически создаваться 3D узлы.

Типы рабочих плоскостей

С помощью опций автоменю в команде **Рабочая плоскость** можно создавать рабочие плоскости следующих типов:

	<L>	На основе системы координат
	<1>	Смещенная плоскость
	<3>	Через плоское ребро или точки
	<7>	Перпендикулярно пути
	<E>	Между двумя плоскостями
	<S>	Стандартная плоскость
	<8>	Касательно к поверхности в точке

<J> На основе 2D проекции

<9> Параллельно экрану

<2> В координатах

Основные темы в этом разделе:

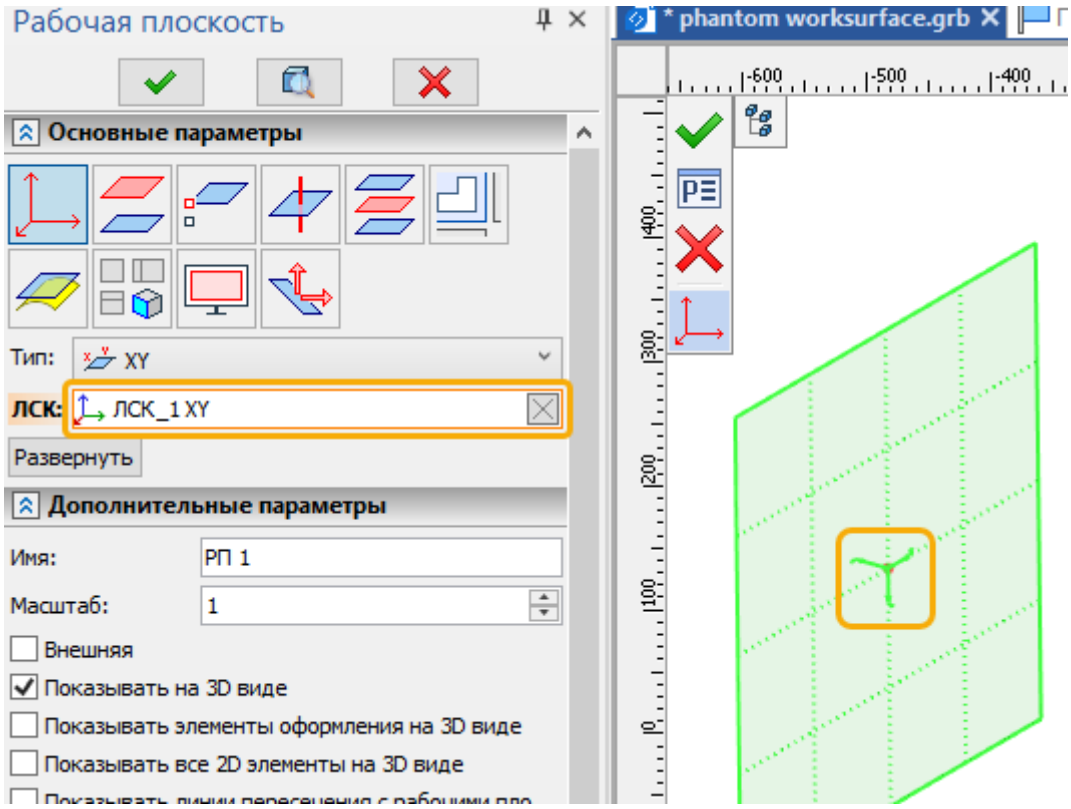
- Плоскость на основе системы координат
- Смещенная плоскость
- Плоскость через плоское ребро или точки
- Плоскость перпендикулярно пути
- Плоскость между двумя плоскостями
- Стандартная плоскость
- Плоскость касательная к поверхности в точке
- Плоскость на основе 2D проекции
- Параллельная экрану плоскость
- Плоскость в координатах

Плоскость на основе системы координат

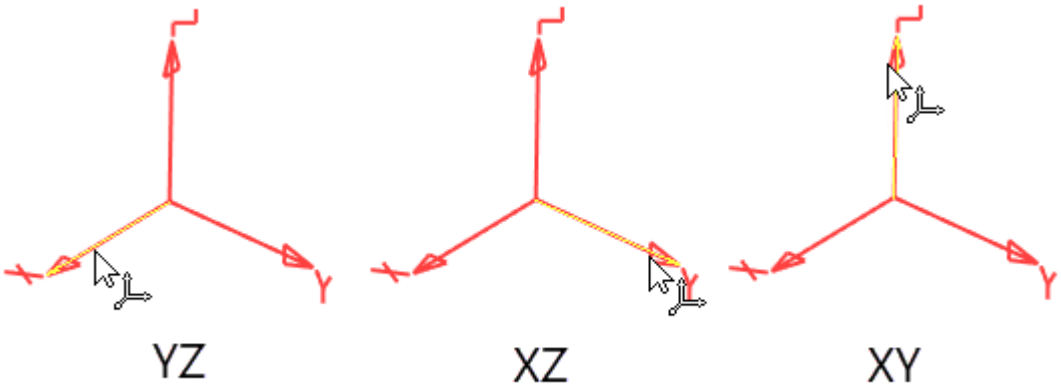
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > Рабочие поверхности > Плоскость на основе системы координат
Клавиатура	Текстовое меню
<3KSL>	
Автоменю команды <3W> Рабочая плоскость	
<L>	На основе системы координат

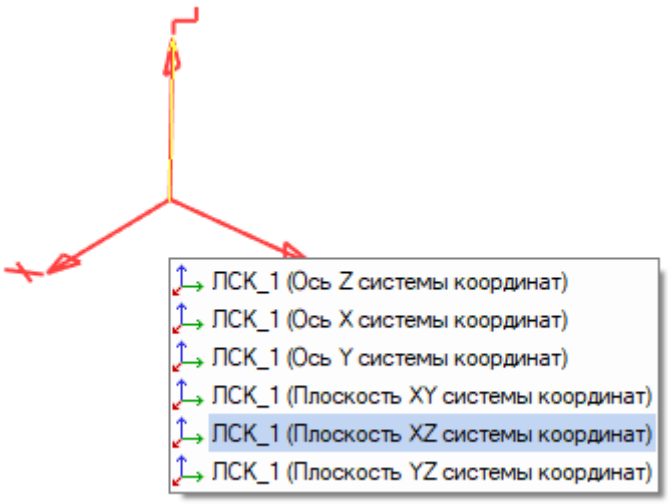
Данная команда позволяет создать рабочую плоскость **на основе ЛСК**.
Рабочие плоскости по 3D системе координат удобно использовать, когда рабочая плоскость имеет сложный угол ориентации в пространстве.
При этом угол ориентации определяется в соответствии с ориентацией одной из основных плоскостей 3D системы координат - **XY, XZ, YZ, YX, ZX, ZY**.



Кроме выбора соответствующей плоскости в окне параметров в выпадающем списке **Тип**, можно осуществить её выбор либо наведением мыши желаемую плоскость...



... или выбором ее из выпадающего списка:



Дополнительные параметры команды описаны в соответствующем разделе.

Порядок построения

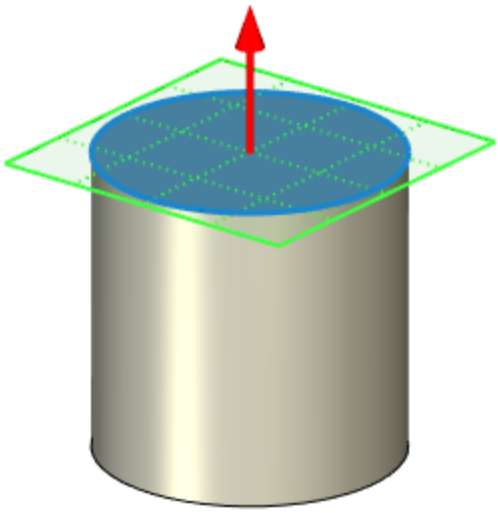
1. Создайте необходимую систему координат с помощью команды ЛСК.
2. Вызовите команду **Плоскость на основе системы координат.**
3. Выберите созданную ЛСК.
4. Выберите при необходимости **Тип** плоскости в выпадающем списке.
5. Задайте дополнительные параметры (необязательное действие).
6. Подтвердите создание рабочей плоскости.

Смещённая плоскость

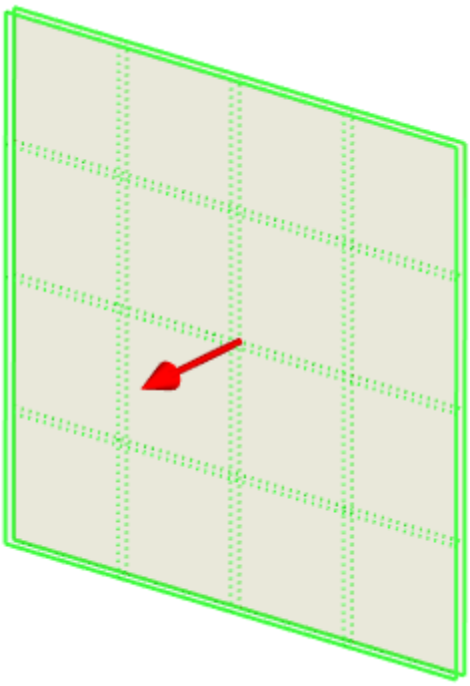
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > Рабочие поверхности > Смещённая плоскость
Клавиатура	Текстовое меню
<3KSO>	
Автоменю команды **<3W>** Рабочая плоскость	
<1>	Смещенная плоскость

Данная опция позволяет построить рабочую плоскость относительно объекта, геометрия которого позволяет системе определить исходную плоскость и сместить ее на заданное значение.
После выбора 3D элемента в 3D сцене появляется новая рабочая плоскость.



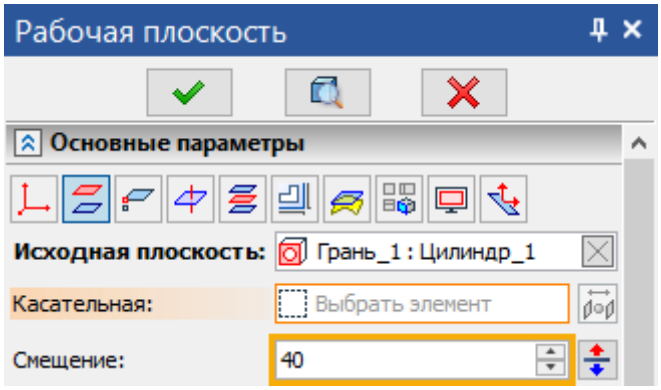
Начальное положение созданной плоскости совпадает с положением геометрической плоскости, определяемой родительским 3D элементом. Исключение составляет случай создания рабочей плоскости относительно другой рабочей плоскости – тогда по умолчанию задаётся небольшой начальный отступ.



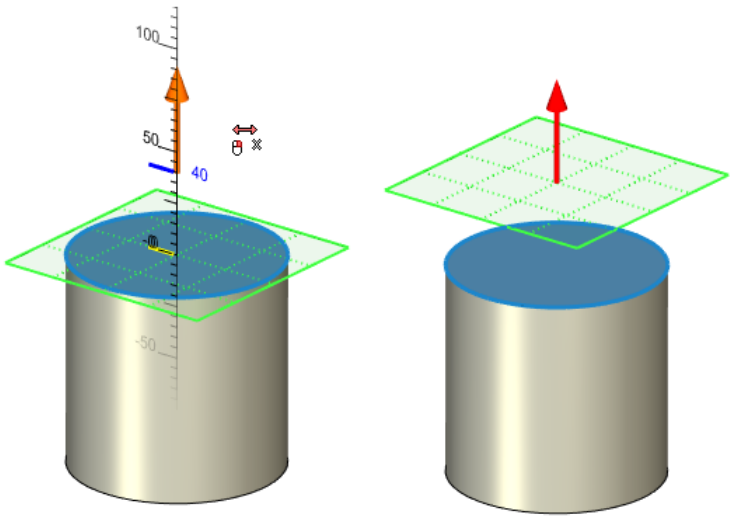
Окончательное положение создаваемой плоскости можно задать величиной смещения или точкой.

Задание положения плоскости величиной смещения

Величина смещения относительно исходной плоскости вводится в поле **Смещение:** в окне параметров команды.



При необходимости можно **Сменить направление** смещения плоскости с помощью кнопки . Величину смещения можно задать и прямо в 3D сцене с помощью манипулятора, аналогично заданию перемещения вдоль оси исходной СК преобразований.



Исходное положение создаваемой плоскости (смещение 0)

Новое положение создаваемой плоскости, заданное с помощью курсора (смещение 40)

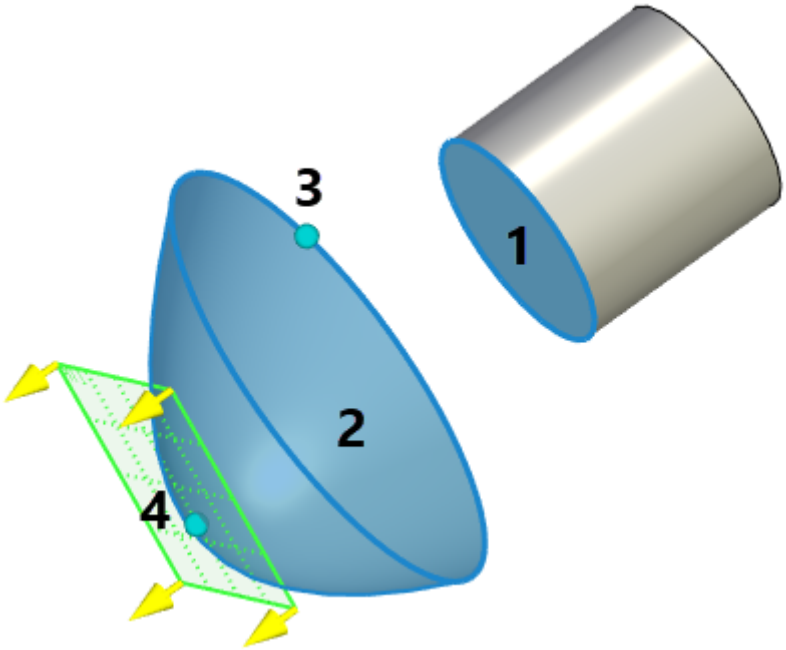
Задание положения плоскости точкой

Кроме поля **Смещение:** в окне параметров команды доступно поле **Касательная:.** Активация данного поля включает фильтры выбора точек, граней и плоскостей на панели фильтров.

При выборе точки смещённая плоскость строится параллельно исходной плоскости через выбранную точку.

При выборе плоскости смещённая плоскость строится параллельно исходной плоскости через начало координат выбранной плоскости.

При выборе грани (неважно плоской или нет) в 3D окне отображаются манипуляторы самой ближней и самой дальней точки выбранной грани относительно исходной плоскости. Манипуляторы имеют вид бирюзовых шариков. Можно переключаться между ними нажатием кнопки **Изменить положение рабочей поверхности** в окне параметров команды или выбирая нужный манипулятор 3D сцене нажатием . Смещённая плоскость строится параллельно исходной плоскости через выбранную точку.



1 - Исходная плоскость

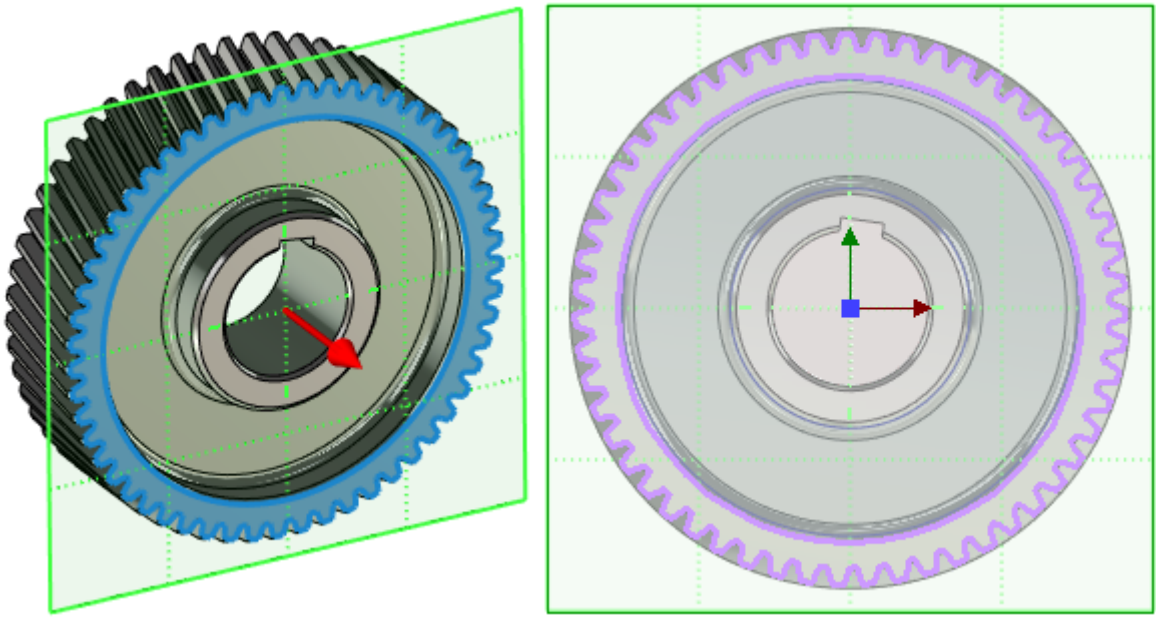
2 - "Касательная" грань

3 - Самая ближняя точка "касательной" грани

4 - Самая дальняя точка "касательной" грани

Дополнительные параметры

Для смещенной плоскости на вкладке **Дополнительные параметры** окна **Параметры** доступен флаг **Спроецировать выбранную грань на РП**. Если флаг установлен, то на создаваемую рабочую плоскость будет автоматически спроецирована грань, выбранная в качестве исходной плоскости. Остальные элементы вкладки **Дополнительные параметры** являются общими для всех типов плоскостей и описаны в разделе Параметры рабочей плоскости.



Порядок построения

1. Вызовите команду.
2. Выберите исходную плоскость.
3. Выберите касательную (необязательное действие).
4. Задайте смещение (необязательное действие).
5. Задайте сторону рисования эскиза (необязательное действие).
6. Задайте систему координат рабочей плоскости (необязательное действие).
7. Задайте дополнительные параметры (необязательное действие).
8. Подтвердите создание рабочей плоскости.

Плоскость через плоское ребро или точки

Вызов команды:

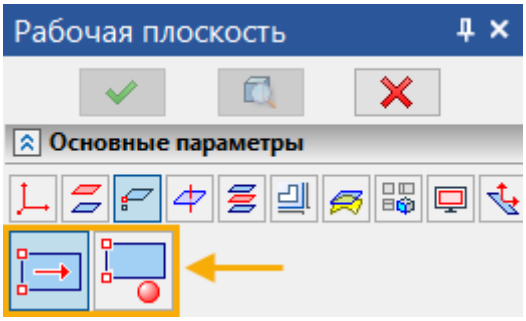
Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > Рабочие поверхности > Плоскость через плоское ребро или точки
Клавиатура	Текстовое меню
<3KSF>	
Автоменю команды **<3W>** Рабочая плоскость	
<3>	Через плоское ребро или точки

Данная команда позволяет построить рабочую плоскость **по точкам или плоскому ребру**. В качестве точек можно выбирать вершины, ребра, 3D узлы, ЛСК и др.
На основе выбранной 3D точки можно построить следующие виды рабочих плоскостей:

- через 3D точку и прямое ребро;
- через две 3D точки;
- через две 3D точки и заданное направление (или через две точки со смещением на угол относительно заданного направления);
- через две 3D точки под углом к плоскости;

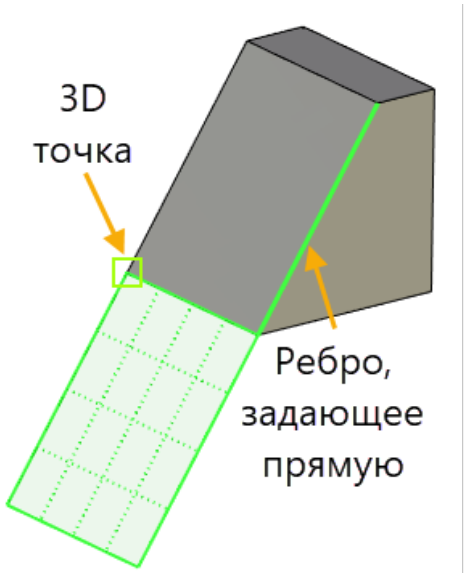
- через три 3D точки.
- через 3D точку касательно к поверхности (конической или цилиндрической);
- через две 3D точки касательно к поверхности (конической, цилиндрической или сферической);
- через ось касательно к поверхности (конической, цилиндрической или сферической);

Команда включает два режима создания рабочей плоскости - **По точкам**, **По касательной.**

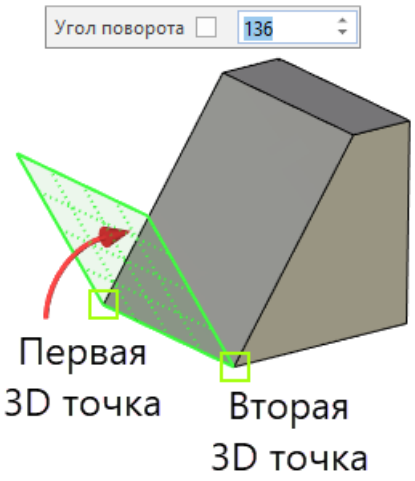


Режим По точкам

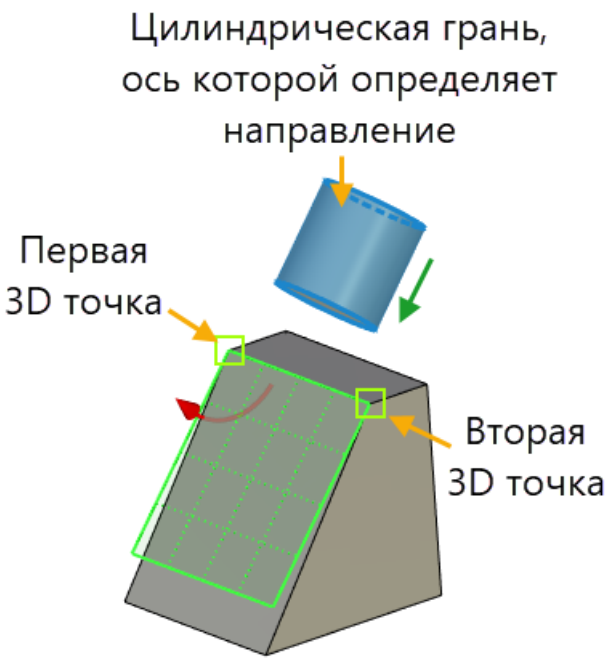
Для построения рабочей плоскости, **проходящей через 3D точку и прямое ребро**, необходимо выбрать 3D точку (опция **Точки**) и доопределить положение рабочей плоскости в пространстве, указав объект (опция **Положение**), геометрия которого может определить прямую (ось X на РП будет направлена вдоль выбранной прямой, ось У перпендикулярна ей и проходит через точку начала системы координат) или задав ещё две 3D точки, определяющие направление осей X и У.



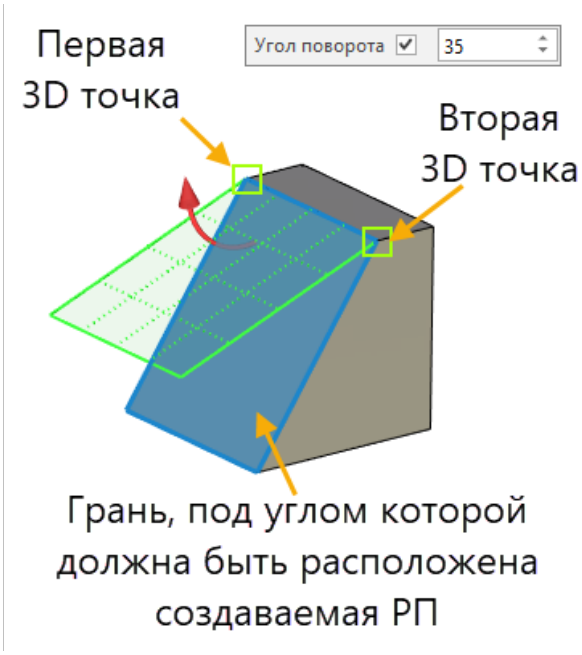
Для построения рабочей плоскости, **проходящей через две 3D точки**, необходимо просто выбрать две 3D точки (опция **Точки**). Рабочая плоскость строится как проходящая через ось, заданную выбранными 3D точками. Положение рабочей плоскости в пространстве выбирается системой произвольно. При необходимости положение рабочей плоскости можно изменить, повернув её на заданный угол относительно исходного положения. Угол задаётся в окне параметров команды либо прямо в 3D окне с помощью манипулятора.



Для построения рабочей плоскости, **проходящей через две 3D точки и заданное направление**, необходимо выбрать две 3D точки (опция **Точки**) и 3D элемент, определяющий направление (опция **Положение**). Направление может быть задано плоским ребром или 3D путём, нормалью к поверхности, осью цилиндрической или конической поверхности и т.п.
При необходимости можно задать угол смещения рабочей плоскости от заданного направления (в окне параметров или в 3D окне с помощью манипулятора).

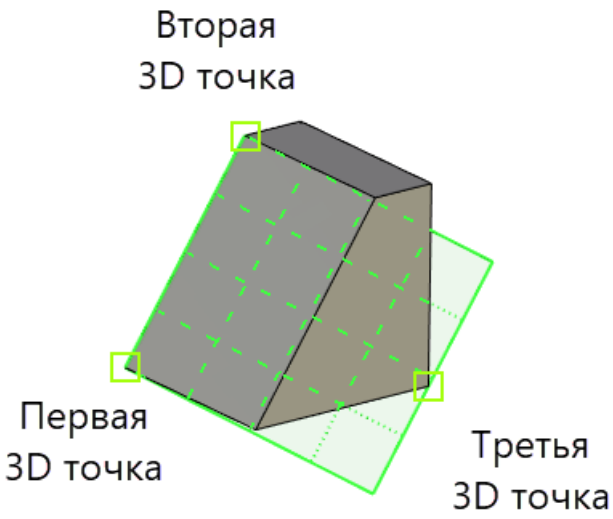


Для построения рабочей плоскости, **проходящей через две 3D точки под углом к плоскости**, необходимо выбрать две 3D точки (опция **Точки**) и плоскость (опция **Положение**). Для задания плоскости можно выбрать другую рабочую плоскость, плоскую грань, плоское ребро, ЛСК и т.п. Как и в предыдущих случаях, угол задаётся в окне параметров или в 3D окне с помощью манипулятора.



Если задать положение по грани, то создаваемая рабочая плоскость примет форму этой грани.

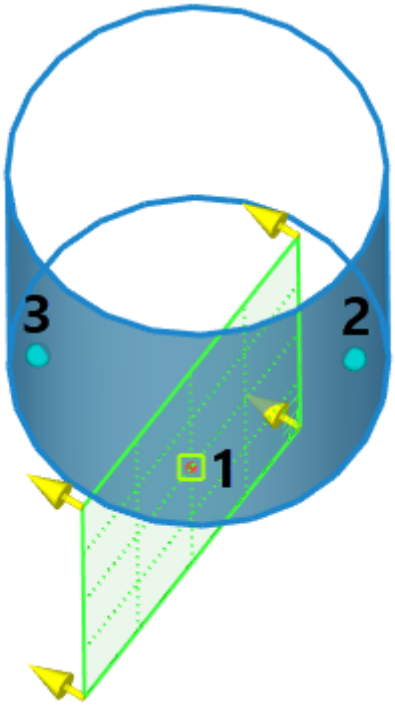
Для построения рабочей плоскости, **проходящей через три 3D точки**, необходимо просто выбрать три 3D точки (опция **Точки**). Ось X системы координат созданной рабочей плоскости будет направлена от первой выбранной точки ко второй, а ось Y будет ей перпендикулярна.



Режим По касательной

В данном режиме отображаются манипуляторы в виде бирюзовых шариков, символизирующие возможные варианты касания. Переключаться между вариантами можно, указав нужный манипулятор. Касательная поверхность подсвечивается в 3D сцене синим цветом.

Для построения рабочей плоскости, **проходящей через 3D точку касательно к конической или цилиндрической поверхности**, после задания 3D точки (опция **Точки**) необходимо выбрать нужную поверхность (опция **Касательная**). Из двух возможных вариантов касания будет выбрана то, что ближе к положению курсора при выборе поверхности.

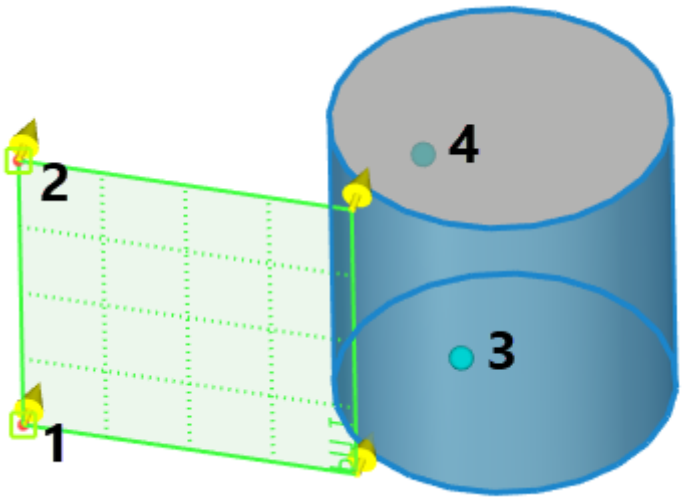


1 - Выбранная точка

2 - Манипулятор выбранного варианта касания

3 - Манипулятор альтернативного варианта касания

Для построения рабочей плоскости, **проходящей через две 3D точки касательно к поверхности (конической, цилиндрической или сферической)**, необходимо выбрать две 3D точки (опция **Точки**) и поверхность (опция **Касательная**). По умолчанию ось X системы координат созданной рабочей плоскости будет направлена от первой выбранной точки ко второй.



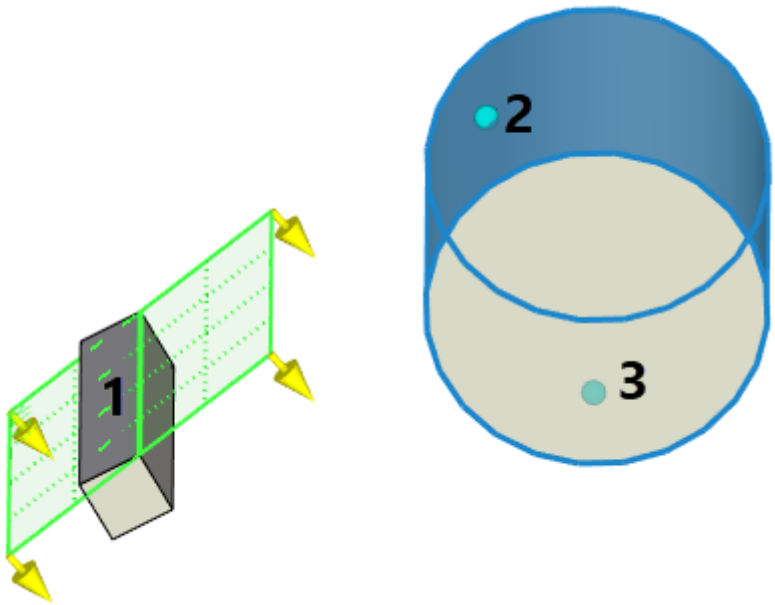
1 и 2 - Выбранные точки

3 - Манипулятор выбранного варианта касания

4 - Манипулятор альтернативного варианта касания

При выборе конической или цилиндрической поверхности касания результат построения может быть аналогичен построению рабочей плоскости по одной 3D точке с касанием к поверхности. Задание второй точки поможет лишь уточнить вариант касания.

Для построения рабочей плоскости, **проходящей через ось касательно к поверхности (конической, цилиндрической или сферической)**, необходимо выбрать ось (опция **Точки**) и поверхность (опция **Касательная**). По умолчанию ось X системы координат созданной рабочей плоскости будет совпадать с направлением выбранной оси.



1 - Выбранная ось

2 - Манипулятор выбранного варианта касания

3 - Манипулятор альтернативного варианта касания

Дополнительные параметры команды описаны в соответствующем разделе.

Порядок построения

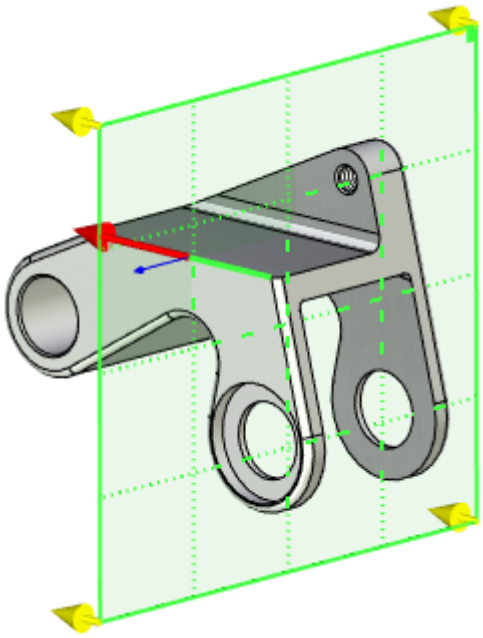
1. Вызовите команду **Плоскость через плоское ребро или точки.**
2. Выберите тип **По точкам** или **По касательной**.
3. Укажите точки.
4. Задайте положение/касательную (необязательное действие).
5. Задайте сторону рисования эскиза (необязательное действие).
6. Задайте систему координат рабочей плоскости (необязательное действие).
7. Задайте дополнительные параметры (необязательное действие).
8. Подтвердите создание рабочей плоскости.

Плоскость перпендикулярно пути

Вызов команды:

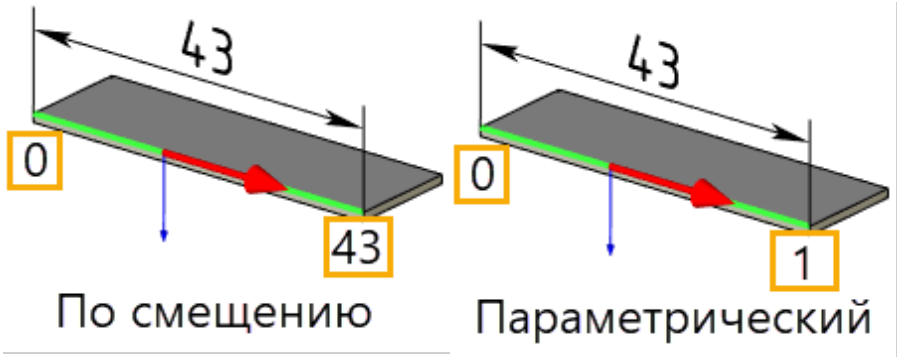
Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > Рабочие поверхности > Плоскость перпендикулярно пути
Клавиатура	Текстовое меню
<3KSP>	
Автоменю команды **<3W>** Рабочая плоскость	
<7>	Перпендикулярно пути

Данная команда позволяет построить рабочую плоскость, **проходящую через выбранную точку 3D пути**. По умолчанию создаваемая плоскость **перпендикулярна выбранному пути**, т.е. нормаль плоскости параллельна касательной к этому пути в выбранной точке. При необходимости можно задать любое другое направление нормали.
После выбора траектории система создаст рабочую плоскость в выбранной точке на траектории. Положение этой точки определяется координатой **Смещение**.



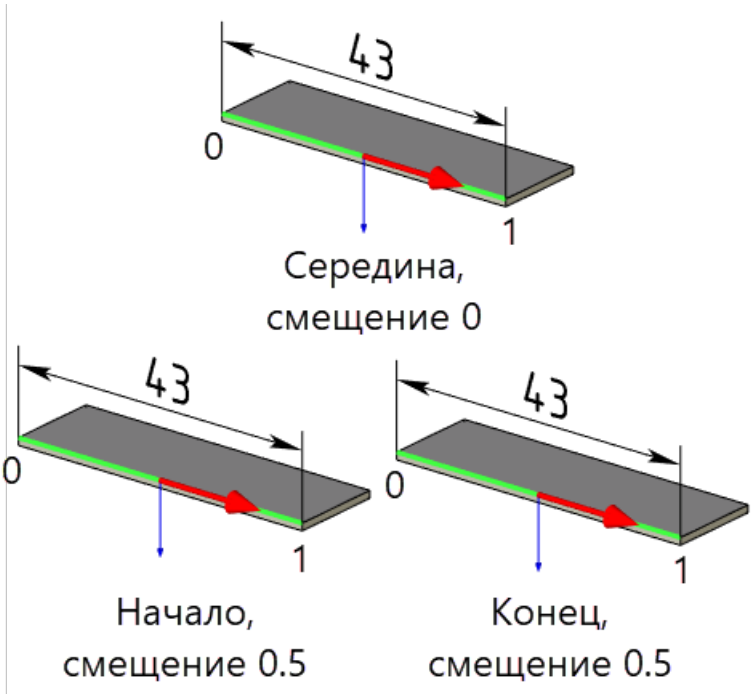
В выпадающем списке **Тип координат** можно выбрать один из двух способов отсчета координаты **Смещение**:

- **По смещению**. При данном типе значение имеет размерность длины;
- **Параметрический**. При данном типе значение имеет безразмерный вид (доля от длины) от 0 до 1.



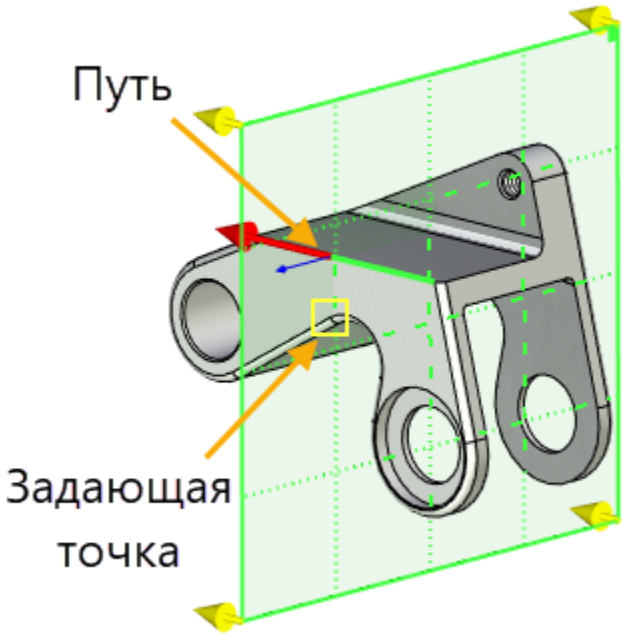
Система также предусматривает возможность выбора **Точки отсчёта** координаты **Смещение**:

- **Начало.** В данном случае точкой отсчёта является начальная точка исходного объекта;
- **Середина.** В данном случае точкой отсчёта является средняя точка исходного объекта;
- **Конец.** В данном случае точкой отсчёта является конечная точка исходного объекта;

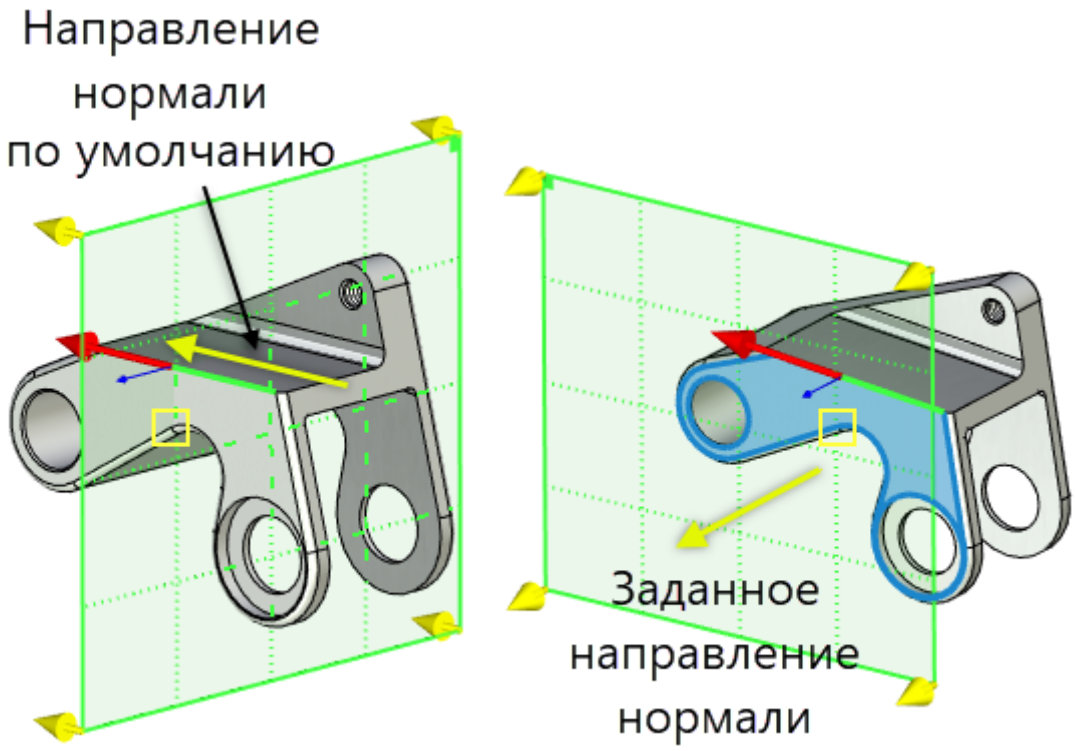


Смещение можно задавать как с помощью окна параметров команды, так и с помощью манипулятора в 3D сцене.

Существует возможность выбрать **Задающую точку**.
Если задающая точка лежит на пути, то она становится точкой отсчёта смещения
Если задающая точка не лежит на пути, то точкой отсчёта смещения становится точка пути, ближайшая к задающей.



Также можно задать произвольное **Направление нормали** создаваемой рабочей плоскости.



Дополнительные параметры команды описаны в соответствующем разделе.

Порядок построения

1. Вызовите команду **Плоскость - Перпендикулярно пути.**
2. Выберите ребро или путь, перпендикулярно которому будет располагаться рабочая плоскость.
3. Укажите 3D точку, через которую будет проходить рабочая плоскость (необязательное действие).
4. Задайте тип координат, точку отсчета и смещение (необязательное действие).
5. Задайте сторону рисования эскиза (необязательное действие).
6. Задайте систему координат рабочей плоскости (необязательное действие).

7. Задайте дополнительные параметры (необязательное действие).
8. Подтвердите создание рабочей плоскости.

Плоскость между двумя плоскостями

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > Рабочие поверхности > Плоскость между двумя плоскостями
Клавиатура	Текстовое меню
<3KSS>	
Автоменю команды **<3W>** Рабочая плоскость	
<E>	Между двумя плоскостями

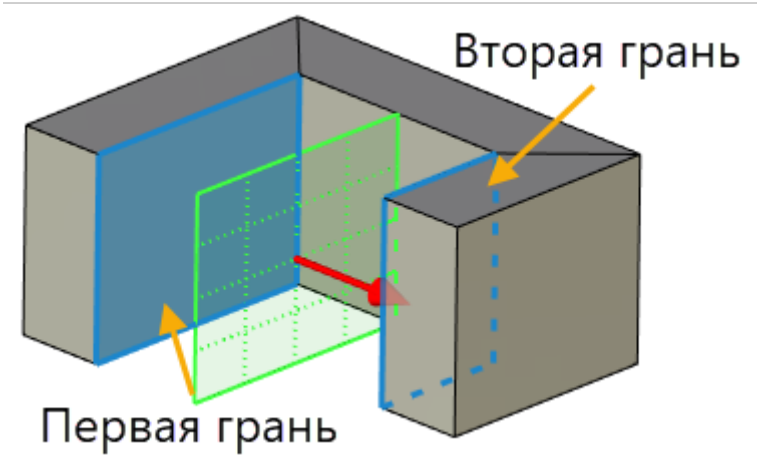
Данная команда позволяет создать рабочую плоскость **между двумя плоскостями или гранями**. Результат зависит от того, параллельны ли выбранные плоскости/грани друг другу, и от величины параметра **Отношение.** По умолчанию **Отношение** равно **0.5.** Величину **Отношения** можно изменить либо в окне параметров команды, либо при помощи манипулятора в 3D окне.

Параллельные плоскости

Если исходные плоскости параллельны, результирующая плоскость также параллельна им, а расстояние между первой исходной плоскостью и результирующей будет равно расстоянию между исходными плоскостями, умноженному на **Отношение.** Положительные значения откладываются по направлению от первой исходной плоскости ко второй, отрицательные - противоположно. Знак **Отношения** можно изменить с помощью кнопки **Сменить направление.**
Таким образом:

- При значении **Отношения "0"** результирующая плоскость совпадает с **первой** из исходных.
- При значении **Отношения "1"** результирующая плоскость совпадает со **второй** из исходных.
- При значениях **Отношения между "0" и "1"** результирующая плоскость делит расстояние между исходными плоскостями в пропорции, соответствующей данному значению.
- При значениях **Отношения меньше "0"** результирующая плоскость располагается по одну сторону от обеих исходных плоскостей. Расстояние от ближайшей (**первой**) исходной плоскости до результирующей соответствует расстоянию между исходными плоскостями, умноженному на модуль **Отношения**.
- При значениях **Отношения больше "1"** результирующая плоскость располагается по одну сторону от обеих исходных плоскостей. Расстояние от ближайшей (**второй**) исходной плоскости до результирующей соответствует расстоянию между исходными плоскостями, умноженному на разность между **Отношением** и единицей.

После выбора двух параллельных плоскостей также появляется возможность задать **Точку**.
При выборе точки положение результирующей плоскости будет определяться следующим образом. Через выбранную точку строится плоскость, параллельная исходным, которая затем смещается относительно этой точки на произведение расстояния между исходными плоскостями на **Отношение**.

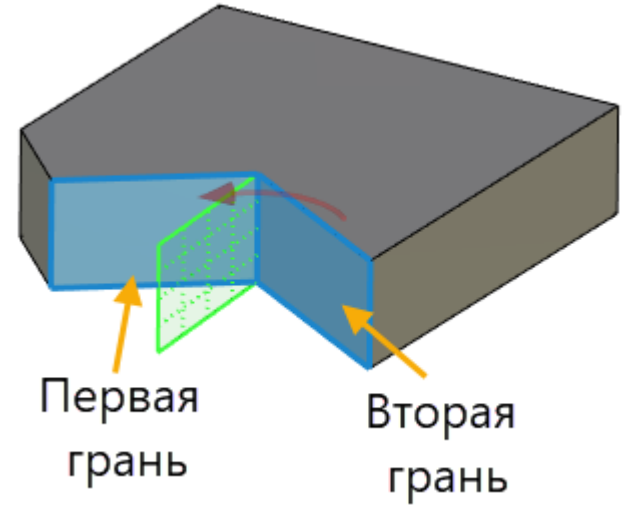


Непараллельные плоскости

Если исходные плоскости не параллельны, угол между первой исходной плоскостью и результирующей будет равен углу между первой и второй исходными плоскостями, умноженному на **Отношение.**

По умолчанию положительные значения откладываются по направлению кратчайшего поворота от первой исходной плоскости ко второй, отрицательные - противоположно.

Можно переключить направления положительных и отрицательных значений с помощью кнопки **Сменить направление.** Знак **Отношения** при этом не изменится.



Дополнительные параметры команды описаны в соответствующем разделе.

Порядок построения

1. Вызовите команду **Плоскость - Между двумя плоскостями.**
2. Выберите первую плоскость.
3. Выберите вторую плоскость.
4. Выберите точку (необязательное действие).
5. Задайте отношение (необязательное действие).
6. Задайте систему координат рабочей плоскости (необязательное действие).
7. Задайте дополнительные параметры (необязательное действие).
8. Подтвердите создание рабочей плоскости.

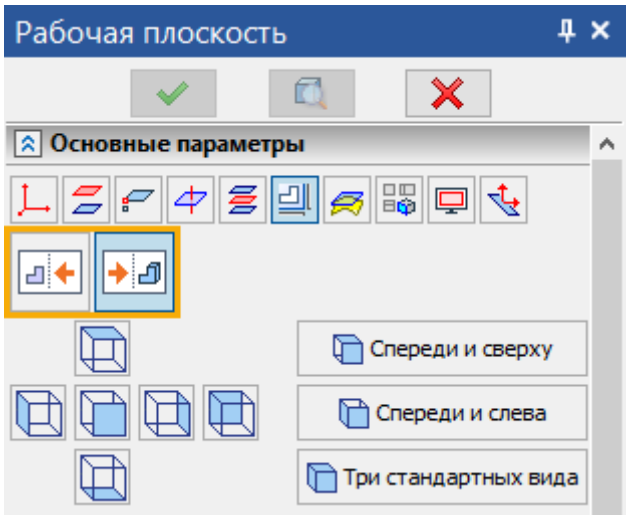
Стандартная плоскость

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Построения > Стандартная плоскость Опорная геометрия > Рабочие поверхности > Стандартная плоскость
Клавиатура	Текстовое меню
<3DS>	
Автоменю команды <3W> Рабочая плоскость	
<S>	Стандартная плоскость

Данная команда позволяет создать **стандартную рабочую плоскость или набор стандартных плоскостей.** Стандартная плоскость - это плоскость параллельная одной из плоскостей глобальной системы координат (ГСК).

Режимы создания стандартных плоскостей



С помощью кнопок в окне параметров можно переключаться между двумя режимами создания стандартных плоскостей:

Стандартная РП на 2D чертеже

Стандартная РП в 3D окне

Необходимый режим нужно установить до выбора конкретного вида стандартной рабочей плоскости. Плоскости, созданные на чертеже, видны и в 3D.

Виды стандартных рабочих плоскостей

Для создания стандартной рабочей плоскости необходимо выбрать её вид с помощью кнопок в окне параметров. Вид определяет, какой плоскости глобальной системы координат (ГСК) будет параллельна создаваемая плоскость. При этом направление нормали плоскости и ориентация ЛСК плоскости зависит от того, какая ориентация координат установлена в параметрах документа (**Параметры документа > Документ > 3D > Рабочие плоскости > Ориентация координат**). При смене ориентации координат направление нормали и ориентация ЛСК ранее созданных плоскостей

меняются автоматически. Результат применения опций, создающих несколько стандартных плоскостей одновременно, зависит от стандарта, выбранного в установках системы (**Установки** > **3D** > **Рабочие плоскости** > **Стандарт**). Доступны следующие виды:

Вид спереди

Создаваемая плоскость параллельна плоскости **XZ** ГСК.

По умолчанию в параметрах документа установлена ориентация координат согласно **ЕСКД**, в результате чего направление нормали к создаваемой плоскости совпадает с направлением оси **Y** ГСК. Если сменить ориентацию координат на **XY-Вид сверху**, направление нормали к создаваемой плоскости станет противоположным направлению оси **Y** ГСК.

Вид сзади

Создаваемая плоскость параллельна плоскости **XZ** ГСК.

По умолчанию в параметрах документа установлена ориентация координат согласно **ЕСКД**, в результате чего направление нормали к создаваемой плоскости противоположно направлению оси **Y** ГСК. Если сменить ориентацию координат на **XY-Вид сверху**, направление нормали к создаваемой плоскости будет совпадать с направлением оси **Y** ГСК.

Вид сверху

Создаваемая плоскость параллельна плоскости **XY** ГСК, направление нормали к создаваемой плоскости совпадает с направлением оси **Z** ГСК, независимо от установленной ориентации координат. При этом, если выбрана ориентация **XY-Вид сверху,** направления осей системы координат плоскости **Вид сверху** совпадают с направлениями одноимённых осей ГСК, а если выбрана ориентация ЕСКД - не совпадают.

Вид снизу

Создаваемая плоскость параллельна плоскости **XY** ГСК, направление нормали к создаваемой плоскости противоположно направлению оси **Z** ГСК, независимо от установленной ориентации координат

Вид слева

Создаваемая плоскость параллельна плоскости **YZ** ГСК.

По умолчанию в параметрах документа установлена ориентация координат согласно **ЕСКД**, в результате чего направление нормали к создаваемой плоскости совпадает с направлением оси **X** ГСК. Если сменить ориентацию координат на **XY-Вид сверху**, направление нормали к создаваемой плоскости станет противоположным направлению оси **X** ГСК.

Вид справа

Создаваемая плоскость параллельна плоскости **YZ** ГСК.

По умолчанию в параметрах документа установлена ориентация координат согласно **ЕСКД**, в результате чего направление нормали к создаваемой плоскости противоположно направлению оси **X** ГСК. Если сменить ориентацию координат на **XY-Вид сверху**, направление нормали к создаваемой плоскости будет совпадать с направлением оси **X** ГСК.

Спереди и сверху

Создаётся сразу две плоскости. По умолчанию в установках системы для рабочих плоскостей выбран стандарт **ЕСКД**, в результате чего опция создаёт плоскости **Вид**

спереди и **Вид сверху**. Если сменить стандарт на **ANSI**, опция будет создавать плоскости **Вид спереди** и **Вид снизу** (см. выше).

Спереди и слева
Создаётся сразу две плоскости. По умолчанию в установках системы для рабочих плоскостей выбран стандарт **ЕСКД**, в результате чего опция создаёт плоскости **Вид спереди** и **Вид слева**. Если сменить стандарт на **ANSI**, опция будет создавать плоскости **Вид спереди** и **Вид справа** (см. выше).

Три стандартных вида (только при создании РП в 3D окне)
Создаётся сразу три плоскости. По умолчанию в установках системы для рабочих плоскостей выбран стандарт **ЕСКД**, в результате чего опция создаёт плоскости **Вид спереди, Вид слева** и **Вид сверху**. Если сменить стандарт на **ANSI**, опция будет создавать плоскости **Вид спереди, Вид справа** и **Вид снизу** (см. выше).

По умолчанию направления стандартных точек взгляда и направления проецирования соответствующих им стандартных проекций противоположны направлениям нормалей к одноимённым стандартным плоскостям, т.к. в параметрах документа для ориентации видов выбрана глобальная система координат (**Параметры документа** > **Документ** > **3D** > **3D** > **Ориентация видов**). Выбор другой системы координат для ориентации видов не влияет на стандартные рабочие плоскости, т.к. они всегда строятся относительно глобальной системы координат. Точки взгляда и проекции доступны независимо от того, присутствуют ли одноимённые плоскости в 3D модели.

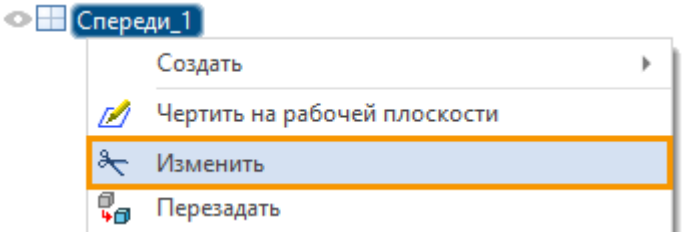
Создание стандартной рабочей плоскости в 3D окне

После вызова команды и входа в режим **Стандартная РП в 3D окне** выберите желаемый вид плоскости.
После выбора вида, в 3D сцене автоматически появится предварительное изображение создаваемой рабочей плоскости.
По умолчанию положение создаваемой плоскости и начало её системы координат определяется началом глобальной системы координат. Изменить положение можно, задав **Связь с 3D узлом**. В этом случае начало координат плоскости будет совпадать с выбранным узлом.

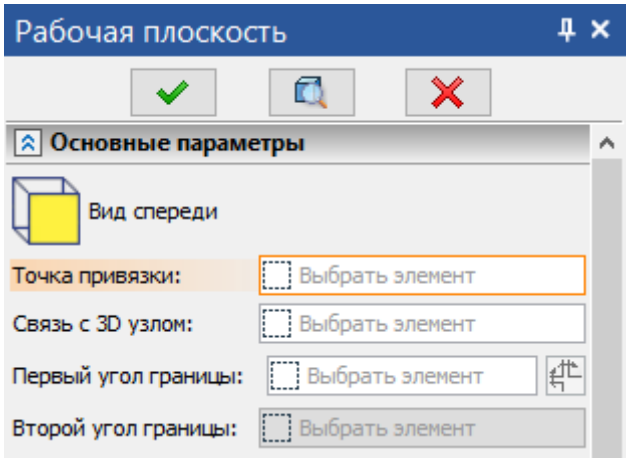
Для подтверждения создания плоскости необходимо нажать кнопку .

Изменение стандартной рабочей плоскости в 3D окне

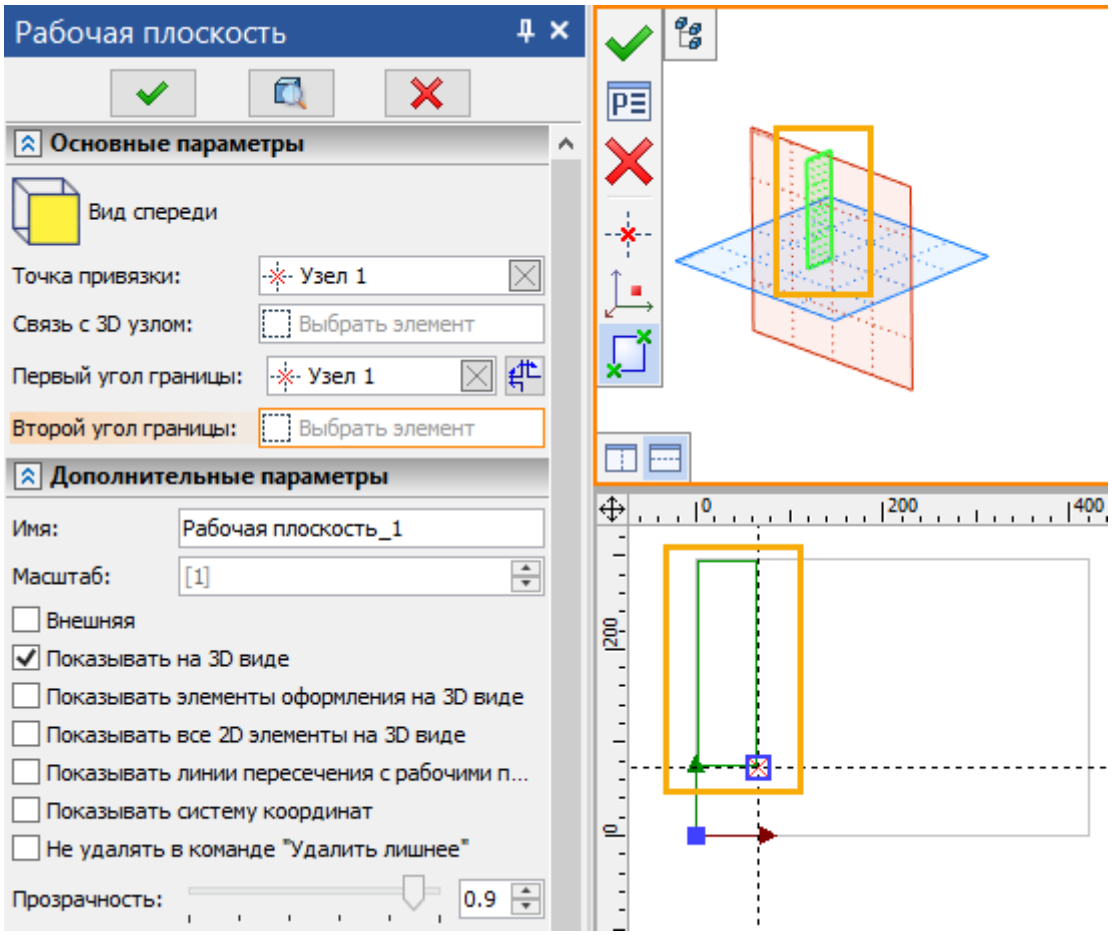
Нажмите на имеющейся плоскости и выберите в контекстном меню пункт **Изменить**.



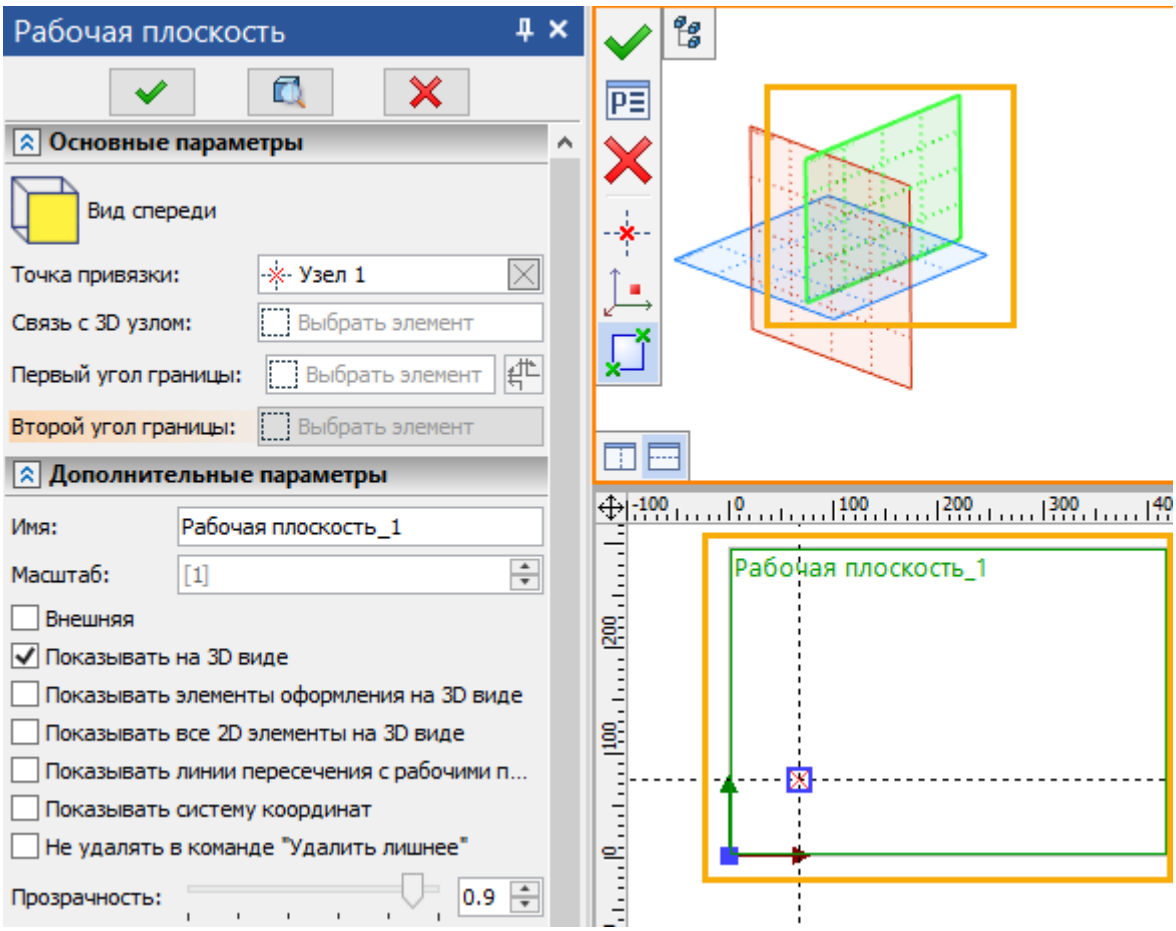
В окне **Параметры** появятся опции для установления проекционной связи выбранной плоскости и других элементов модели.



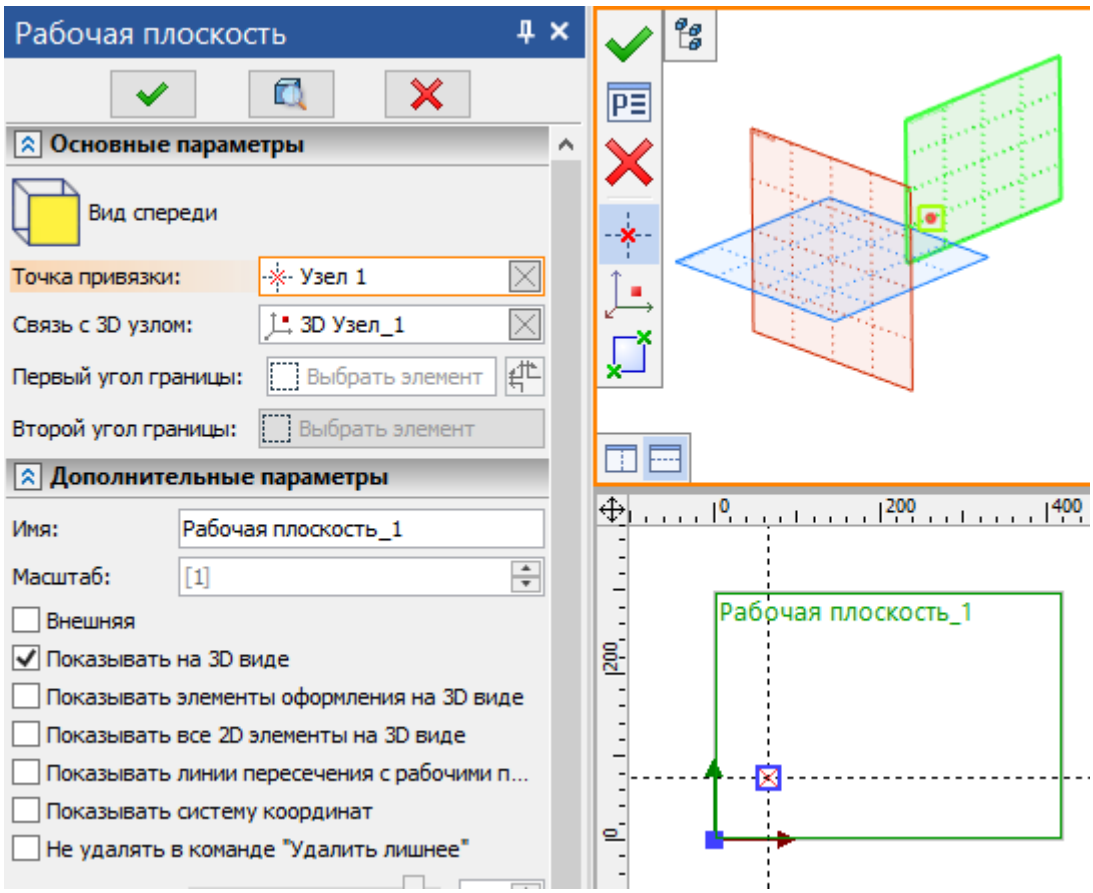
Система предложит выбрать 2D узел (опция **Точка привязки**), принадлежащий изображению, находящемуся на новой рабочей плоскости, который будет являться точкой начала координат данного вида в 2D окне. **Точка привязки**, выбранная в 2D окне, является проекцией 3D узла, выбранного в 3D окне для **Связи с 3D узлом.** Если связь с 3D узлом не задана, точка привязки является проекцией нулевой точки глобальной системы координат. После выбора 2D узла в качестве точки привязки, система автоматически выберет этот же узел в качестве **Первого угла границы**.



Если в этом нет надобности, то можно сбросить выбор первого угла границы:



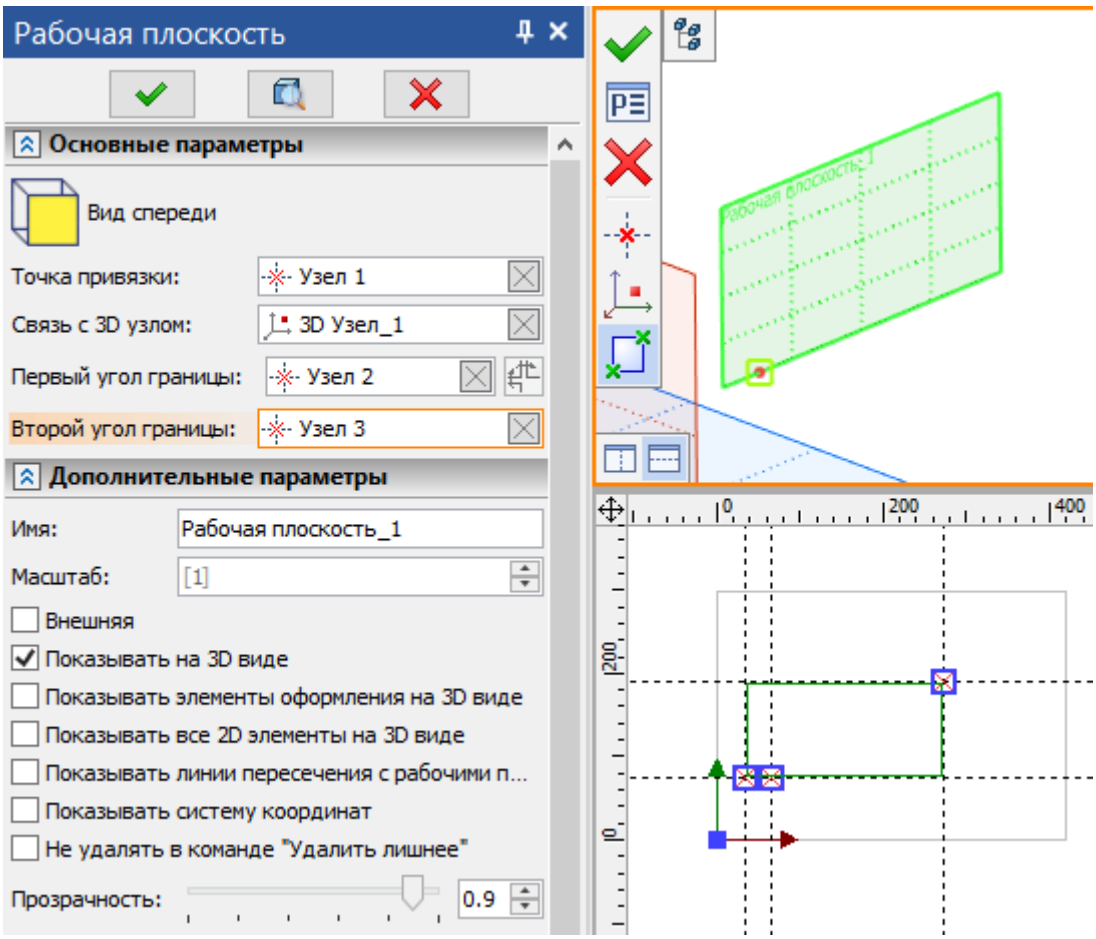
При необходимости можно задать или изменить **Связь с 3D узлом**.



Также вы можете с помощью выбора двух 2D узлов (опции **Первый/Второй угол границы**) переопределить границы новой стандартной рабочей плоскости. По умолчанию границы рабочей плоскости определяются узлом, выбранным на первом шаге, и ближайшей из угловых точек границ чертежа (вид спереди - верхняя левая, вид снизу - нижняя левая, вид слева - верхняя правая).

Если выбран только узел, определяющий первый угол границы, то можно использовать кнопку **Изменить границы рабочей плоскости**. При нажатии кнопки граница будет менять свое направление по часовой стрелке от узла.

Границы рабочей плоскости используются для выбора рабочей плоскости при построении 3D элементов и определения принадлежности 2D элементов к конкретной рабочей плоскости.

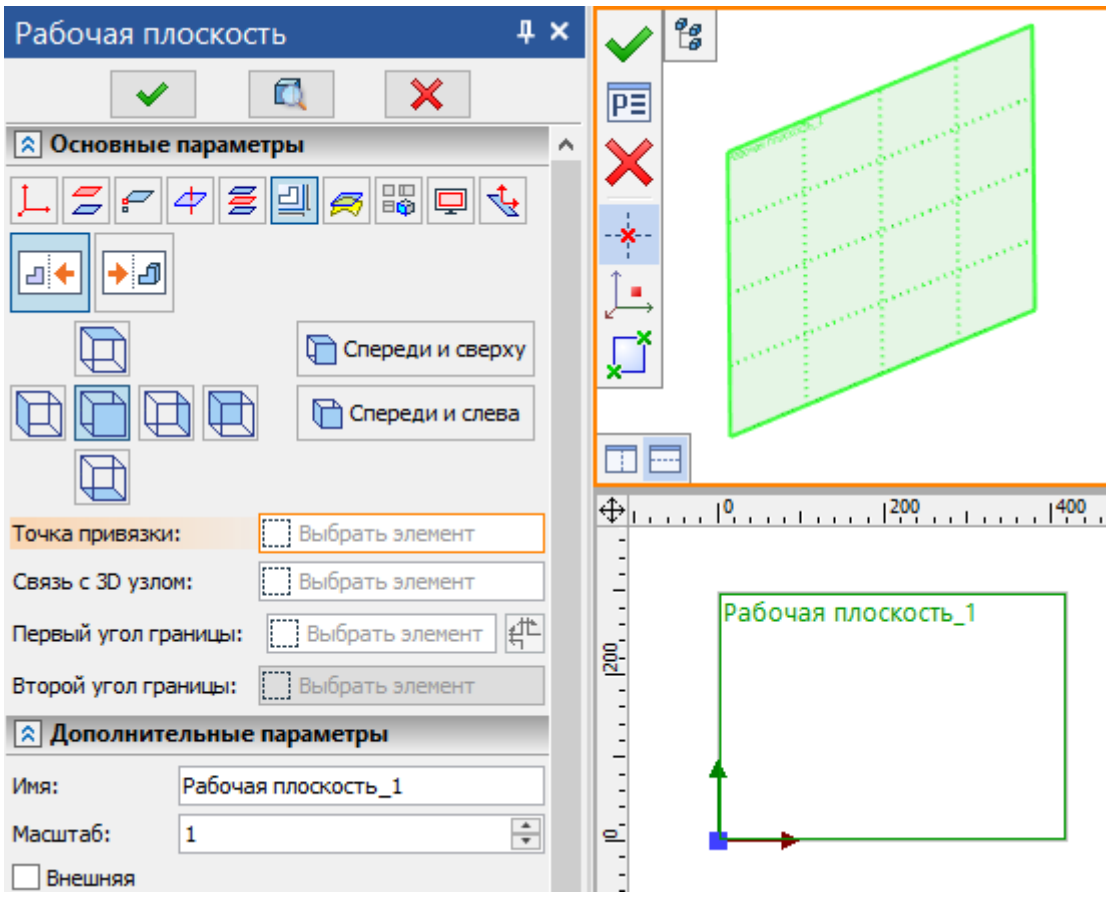


Для подтверждения создания новой стандартной рабочей плоскости нажмите . Если 3D узел не будет выбран, то система будет считать выбранный на первом шаге 2D узел проекцией точки начала координат (0, 0, 0).

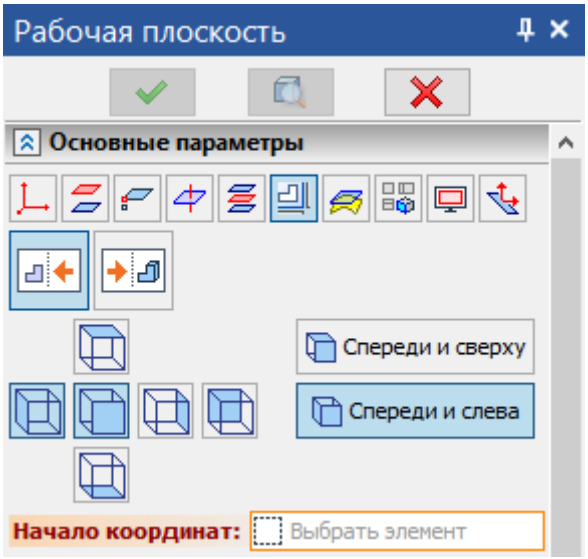
> Тип стандарта (ANSI или ЕСКД), задаваемый в команде Установки > 3D, влияет на работу системы только при построении набора рабочих плоскостей.

Создание рабочей плоскости на 2D чертеже

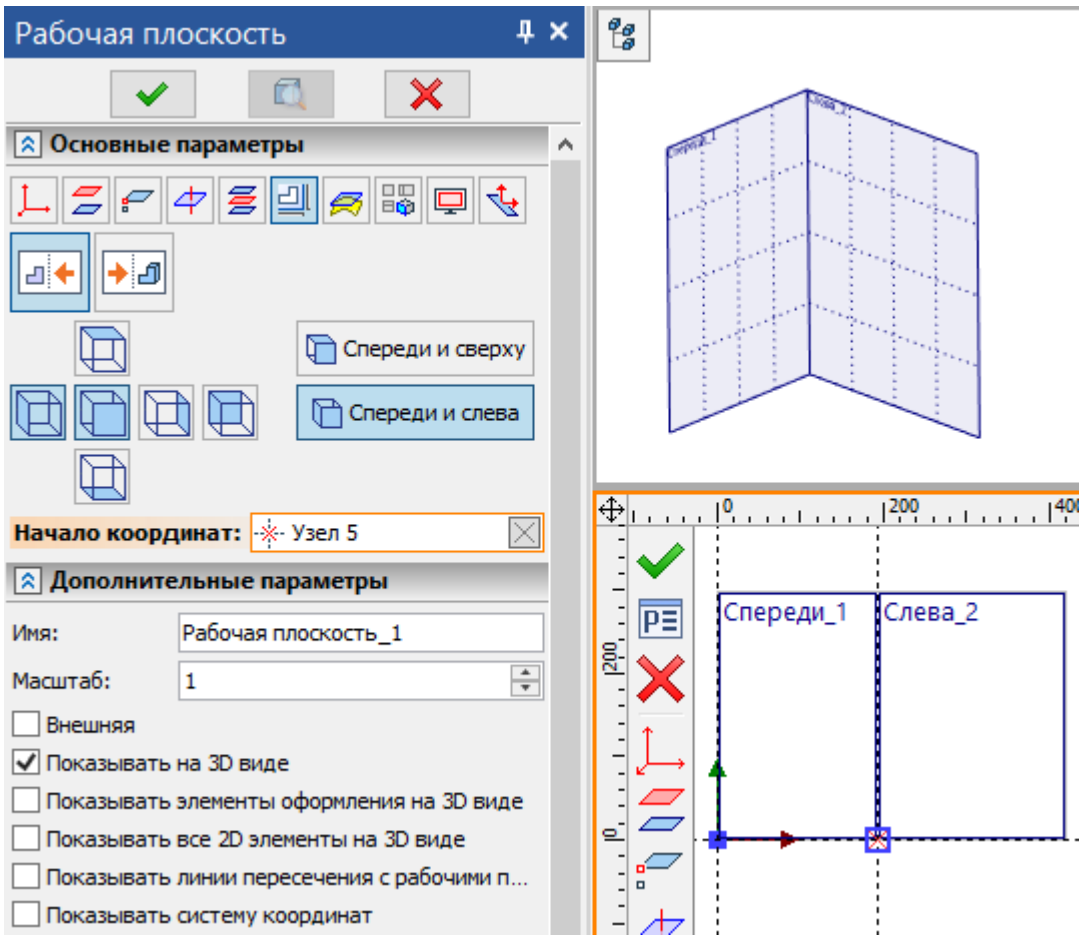
После вызова команды и входа в режим **Стандартная РП на 2D чертеже** выберите вид создаваемой плоскости. Опция **Три стандартных вида** в данном режиме недоступна.
Если создается одна рабочая плоскость в окне **2D чертежа**, и на текущей странице чертежа не существует других рабочих плоскостей, то рабочая плоскость займёт все рабочее поле чертежа и система предложит установить проекционную связь новой стандартной плоскости и уже созданных рабочих плоскостей, т.е. выбрать **Точку привязки**, задать **Связь с 3D узлом** и выбрать **Первый** и **Второй углы границы** аналогично редактированию уже готовой рабочей плоскости (см. **Изменение стандартной рабочей плоскости в 3D окне**).



Если создается две рабочие плоскости в окне 2D вида, то система предложит выбрать **Начало координат**, указав при этом 2D узел.



В таком случае результат будет выглядеть следующим образом:



Как видно выше, при создании двух рабочих плоскостей в 2D окне, они будут располагаться на одной странице чертежа. В этом случае их невозможно использовать в режиме активной рабочей плоскости.

Дополнительные параметры команды описаны в соответствующем разделе.

Порядок построения

1. Вызовите команду **Стандартная плоскость.**
2. Выберите вид, на котором будете создавать рабочую плоскость - **Стандартная РП на 2D чертеже** или **Стандартная РП в 3D окне**.
3. Если вы выбрали режим создания РП в 3D окне, то нужно выбрать интересующие виды и, опционально, связь с 3D узлом.

   Если вы выбрали режим создания РП на 2D чертеже, то нужно выбрать интересующие виды, задать точку привязки и, опционально, связь с 3D узлом и углы границы.
4. Задайте дополнительные параметры (необязательное действие).
5. Подтвердите создание рабочей плоскости.

См. также:

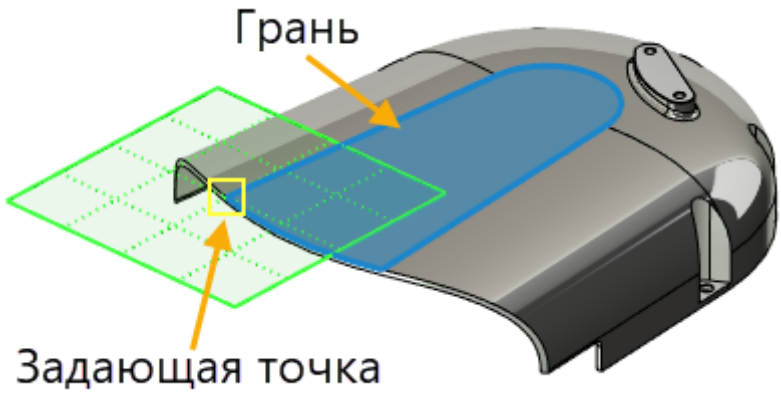
- Глобальная система координат
- Стандартные точки взгляда
- Стандартные проекции

Плоскость касательная к поверхности в точке

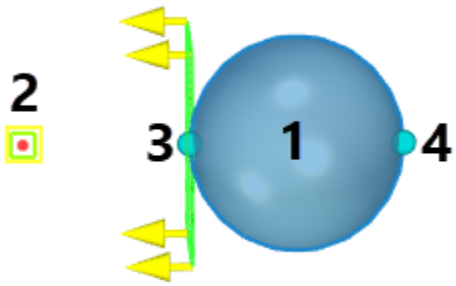
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > Рабочие поверхности > Касательная к поверхности в точке плоскость
Клавиатура	Текстовое меню
<3KST>	
Автоменю команды <3W> Рабочая плоскость	
<8>	Касательно к поверхности в точке

Данная команда позволяет построить рабочую плоскость, **касательную к выбранной поверхности в точке.**



Первым шагом при создании рабочей плоскости данным способом является выбор поверхности. Затем необходимо указать 3D точку, проекция которой на исходную поверхность будет задавать положение точки касания создаваемой рабочей плоскости (проецирование происходит по наименьшему расстоянию до неё). При выборе замкнутой поверхности можно выбрать между проекцией на ближнюю или дальнюю сторону поверхности. В этом случае в 3D окне отображаются манипуляторы в виде бирюзовых шариков, соответствующие данным проекциям. Переключаться между проекциями можно, указав нужный манипулятор.



1 - Поверхность

2 - Задающая точка

3 - Выбранная проекция задающей точки

4 - Альтернативная проекция задающей точки

Дополнительные параметры команды описаны в соответствующем разделе.

Порядок построения

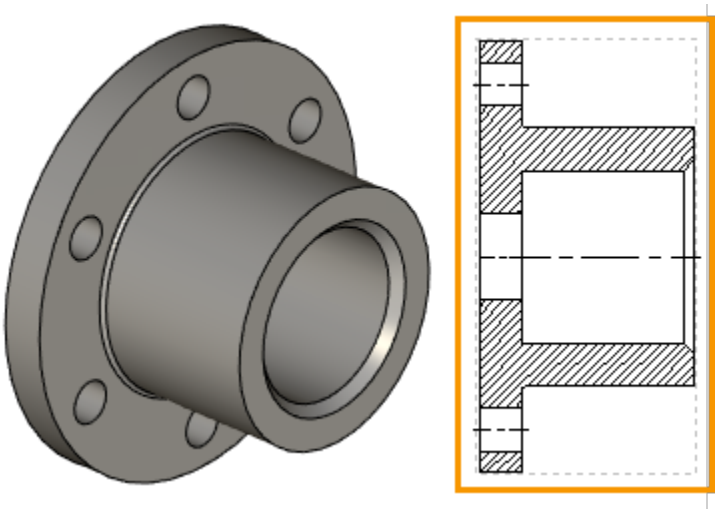
1. Вызовите команду **Плоскость касательная к поверхности в точке.**
2. Выберите **грань**, касательно к которой будет проходить рабочая плоскость.
3. Выберите задающую 3D точку, проекция которой будет определять положение **точки касания**.
4. Задайте сторону рисования эскиза (необязательное действие).
5. Задайте систему координат рабочей плоскости (необязательное действие).
6. Задайте дополнительные параметры (необязательное действие).
7. Подтвердите создание рабочей плоскости.

Плоскость на основе 2D проекции

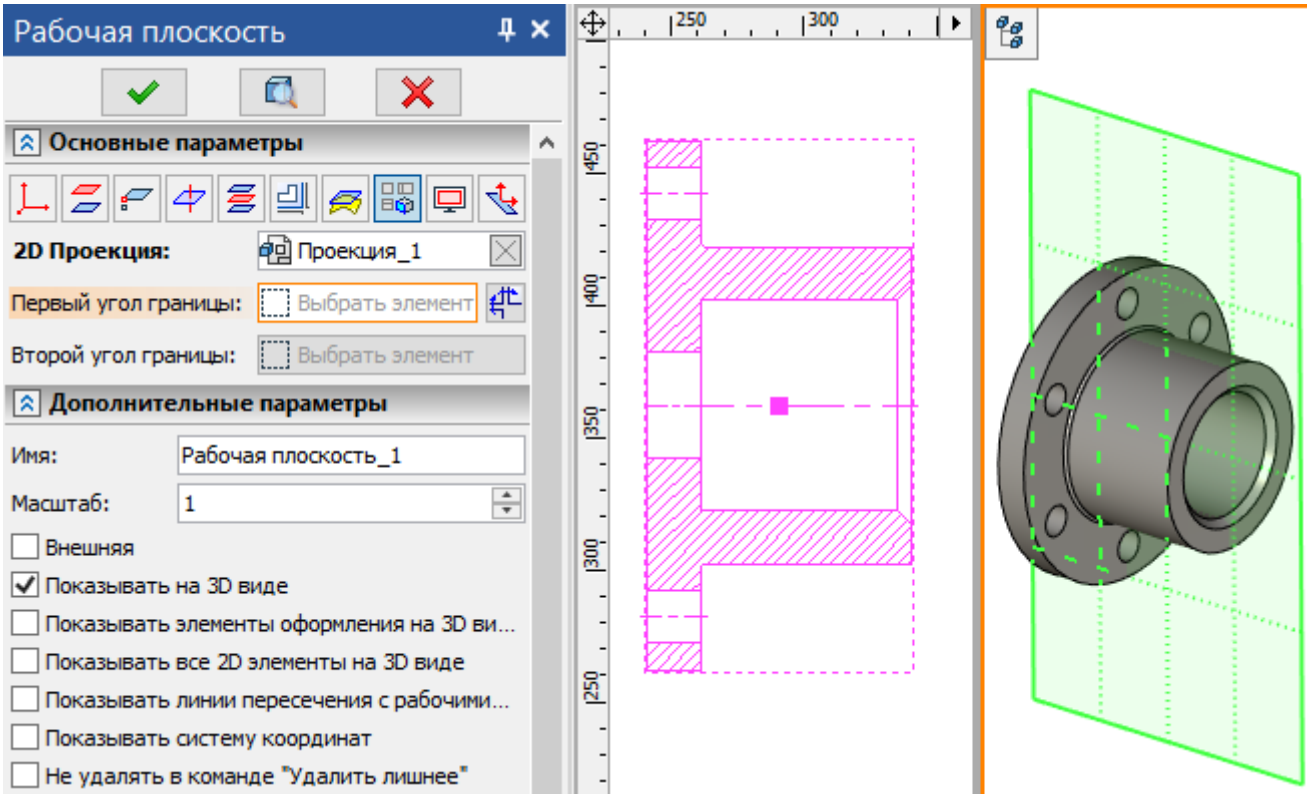
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > Рабочие поверхности > Плоскость на основе 2D проекции
Клавиатура	Текстовое меню
<3KSJ>	
Автоменю команды **<3W>** Рабочая плоскость	
<J>	На основе 2D проекции

Данная команда позволяет построить рабочую плоскость на **основе существующей 2D проекции.**
При создании 2D проекции производится выбор плоскости проецирования. При создании рабочей плоскости на основе 2D проекции её положение в пространстве задаётся плоскостью проецирования выбранной поверхности (гранью, сечением и т.д.)
Общая схема создания рабочих плоскостей по 2D проекции выглядит следующим образом. Сначала, с помощью команды Проекция строится необходимая 2D проекция. Можно спроецировать все тело, либо грань, либо другие элементы.



Затем, в команде **Плоскость на основе 2D проекции** просто выбирается построенная 2D проекция.



При использовании построенной по 2D проекции рабочей плоскости, элементы (3D профили, 3D пути, 3D узлы), заданные на основе этой рабочей плоскости, будут располагаться в соответствии с положением элементов, которые были спроецированы. При этом следует отметить, что от того, каким образом была задана 2D проекция, будет зависеть положение рабочей плоскости относительно тела. Если направление проецирования было задано с грани, то рабочая плоскость будет лежать на этой грани. Если направление проецирования было задано сечением, то рабочая плоскость будет располагаться в плоскости этого сечения.

При необходимости можно задать **Первый** и **Второй углы границы** аналогично описанному для Стандартной плоскости.

Дополнительные параметры команды описаны в соответствующем разделе.

Порядок построения

1. Создайте 2D проекцию, на основе которой будет построена рабочая плоскость.
2. Вызовите команду **Плоскость на основе 2D проекции.**

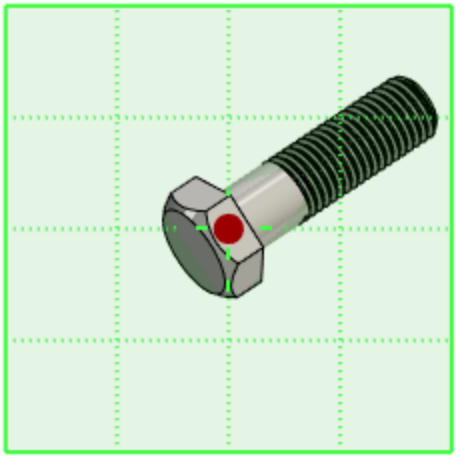
3. Выберите **2D проекцию**.
4. Задайте **Первый** и **Второй углы границы** новой рабочей плоскости (необязательное действие).
5. Задайте дополнительные параметры (необязательное действие).
6. Подтвердите создание рабочей плоскости.

Параллельная экрану плоскость

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > Рабочие поверхности > Параллельная экрану плоскость
Клавиатура	Текстовое меню
<3KSV>	
Автоменю команды **<3W>** Рабочая плоскость	
<9>	Параллельно экрану

Данная команда позволяет создать рабочую плоскость **параллельно текущей точке взгляда**.



Во время запущенной команды можно в любой момент изменить точку взгляда, нажав кнопку **Перестроить**.
По умолчанию плоскость строится через начало глобальной системы координат. Можно вместо него выбрать произвольную **Точку**.
Также есть возможность задать **Смещение** относительно выбранной точки или начала глобальной СК. Направление смещения можно изменить нажатием кнопки **Сменить направление**.
Независимо от выбора точки в **Основных параметрах** команды, по умолчанию начало системы координат плоскости располагается в точке проекции на эту плоскость начала глобальной СК. Оси при этом ориентированы по экрану (X - горизонтально вправо, Y - вертикально вверх). При необходимости можно задать систему координат плоскости вручную.
Дополнительные параметры команды описаны в соответствующем разделе.

Порядок построения

1. Вызовите команду **Параллельная экрану плоскость.**
2. Выставите желаемую ориентацию вида и нажмите кнопку **Перестроить** (необязательное действие).
3. Задайте точку и смещение (необязательное действие).
4. Задайте систему координат рабочей плоскости (необязательное действие).

5. Задайте дополнительные параметры (необязательное действие).
6. Подтвердите создание рабочей плоскости.

Плоскость в координатах

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > Рабочие поверхности > Плоскость в координатах
Клавиатура	Текстовое меню
<3KSM>	
Автоменю команды **<3W>** Рабочая плоскость	
<2>	В координатах

Данная команда позволяет создать рабочую плоскость **по координатам X, Y, Z**.
При вызове команды в 3D сцене отображаются манипуляторы ЛСК, а в автоменю появляются опции:

<A> Повернуть систему координат вокруг оси X на 90°

<O> Повернуть систему координат вокруг оси Y на 90°

<Z> Повернуть систему координат вокруг оси Z на 90°

<8> Циклический поворот системы координат

Работа с манипуляторами и опциями автоменю осуществляется аналогично описанному для команды **Преобразования**.
Также можно ввести координаты в поля **X:, Y:, Z:** на вкладке **Основные параметры** окна параметров команды.
Дополнительные параметры команды описаны в соответствующем разделе.

Порядок построения

1. Вызовите команду **Плоскость в координатах.**
2. Задайте необходимые координаты.
3. Задайте систему координат рабочей плоскости (необязательное действие).

> Имейте в виду, что для этого типа РП, начало координат не совпадает с проекцией выбранной точки, а смещено относительно неё на координаты, указанные в **Основных параметрах**.

4. Задайте дополнительные параметры (необязательное действие).
5. Подтвердите создание рабочей плоскости.

Параметры рабочей плоскости

Дополнительные параметры рабочей плоскости

В процессе создания рабочей плоскости окно **Параметры** всегда содержит вкладку **Дополнительные параметры**. Содержимое этой вкладки за некоторыми исключениями одинаково

для всех типов РП. Общие параметры для всех типов плоскостей описаны ниже. Специфические параметры описаны в разделах с описанием соответствующего типа плоскости.

Имя. Можно сразу задать пользовательское имя создаваемой плоскости или оставить имя по умолчанию. Подробная информация об именах по умолчанию приведена в разделе Настройка имён 3D элементов.

Масштаб. Задаёт величину масштаба для построений, создаваемых в режиме черчения на этой рабочей плоскости. Например, при значении "**5**", то построения будут в масштабе **1:5**, а при значении **"0.5" - 2:1**.

Подавить. Установка флага исключает плоскость из расчёта 3D модели и устанавливает в поле ввода значение "**1**". Снятие флага включает плоскость в расчёт 3D модели и устанавливает в поле ввода значение "**0**". Значение можно ввести с клавиатуры или задать вещественной переменной для управления подавлением при помощи Параметризации. Плоскость будет подавлена, если значение переменной не равно нулю. Подавленная плоскость не отображается в 3D сцене.

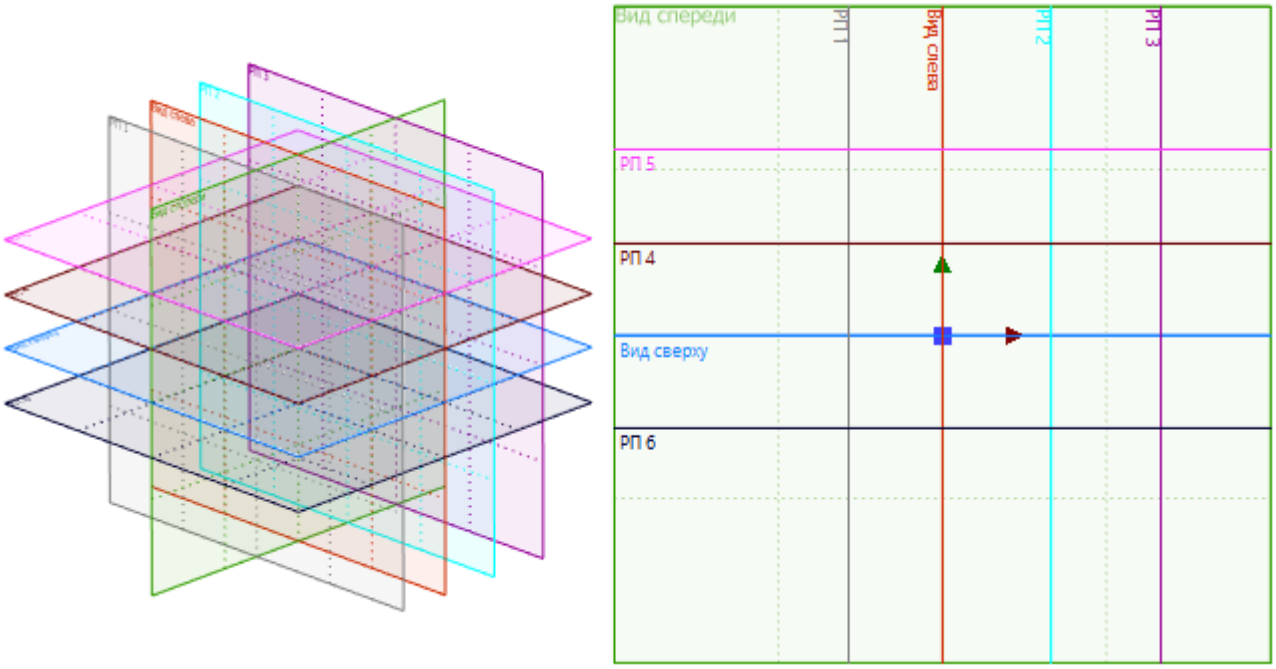
Внешняя. При установленном флаге рабочая плоскость становится доступной в сборочной модели при вставке текущего файла в качестве фрагмента.

Показывать в 3D окне. При установленном флаге видимость плоскости в 3D окне управляется специальными командами. При снятом флаге плоскость не отображается в 3D окне, независимо от команд управления видимостью элементов.

Показывать элементы оформления в 3D окне. При установленном флаге элементы оформления (размеры, обозначения, текст), созданные пользователем в режиме черчения на этой рабочей плоскости, отображаются в 3D окне и вне этого режима. Таким образом, можно, например, менять размеры элементов, формирующих 3D профиль, не заходя в режим черчения на РП.

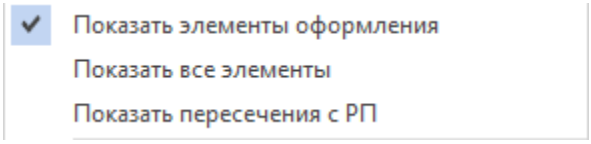
Показывать все 2D элементы в 3D окне. При установленном флаге штриховки, линии изображения и другие элементы 2D изображений, созданные пользователем в режиме черчения на рабочей плоскости, отображаются в 3D окне и вне этого режима.

Показывать линии пересечения с рабочими плоскостями. Когда флаг установлен, на странице рабочей плоскости отображаются не только границы самой рабочей плоскости, но и линии пересечения с другими рабочими плоскостями модели.

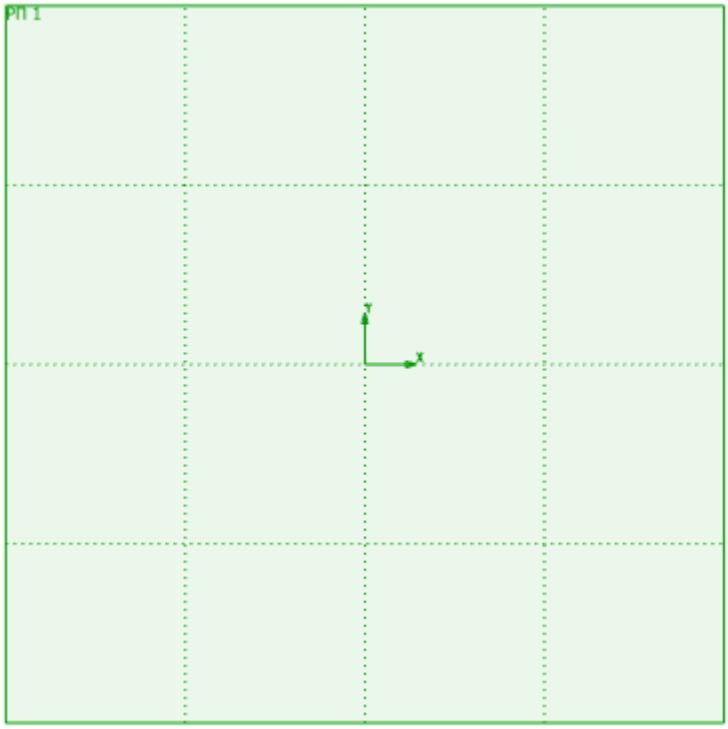


Линии пересечения плоскостей могут быть выбраны для создания линий построения.

Последние три флага также доступны в контекстном меню плоскости.



Показывать систему координат. Параметр управляет отображением собственной системы координат рабочей плоскости на её изображении в 3D сцене. По умолчанию параметр отключен, т.е. система координат не показывается.



Не удалять в команде "Удалить лишнее". Когда флаг установлен плоскость не будет удалена, даже если не используется для создания операций.
Прозрачность. Данный параметр позволяет регулировать уровень прозрачности прямоугольника рабочей плоскости в 3D окне.
Размер названия. Размер шрифта, которым отображается название плоскости в её верхнем левом углу в 2D и 3D окнах.

Диалог параметров имеющейся рабочей плоскости.

Параметры, представленные на вкладках **Преобразования** и **Преобразования сопряжений**, часть параметров на вкладке **Рабочая плоскость**, а также флаг **По умолчанию**, работают одинаково для всех типов 3D построений. Подробная информация о таких параметрах приведена в разделе Диалог параметров 3D построения.
Также на вкладке **Рабочая плоскость** диалога параметров имеющейся РП присутствуют те же параметры, что и на вкладке **Дополнительные параметры** окна **Параметры** при создании новой РП. Такие параметры описаны выше.
Выпадающий список **Тип** присутствует в диалоге параметров всех рабочих плоскостей, но доступен для редактирования только для стандартной плоскости и плоскости на основе СК.
В нём можно изменить ориентацию плоскости относительно выбранной или глобальной системы координат. Например, заменить **Вид спереди** на **Вид слева** или плоскость **XY** на **XZ**.
Кроме того, для некоторых типов РП в диалоге параметров могут присутствовать специфические параметры:

- **Смещение по нормали**
  Параметр доступен для Смещённой плоскости и соответствует **Смещению** относительно **Исходной плоскости**.
- **Угол**
  Параметр доступен для плоскости через плоское ребро или точки, построенной с заданием угла.
- **Отношение**
  Параметр доступен для плоскости между двумя плоскостями.

Редактировать рабочую плоскость

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<3EW>	Правка > Построения > Рабочая плоскость

Команда предназначена для редактирования рабочих плоскостей.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

Кроме перечисленных опций выбора (выбрать все, выбрать по имени) существует возможность выбора рабочей плоскости для редактирования из 2D окна, либо из 3D окна (в случае, когда в параметрах рабочей плоскости установлен флаг **Показывать в 3D окне**) при помощи мыши.
Если вы выбрали один элемент для редактирования, то его можно удалить, изменить его параметры, воспользовавшись опцией **<P>**, выбрать другой ближайший элемент, приступить к редактированию (перезаданию). Перезадание и редактирование элемента полностью совпадают с командой Рабочая

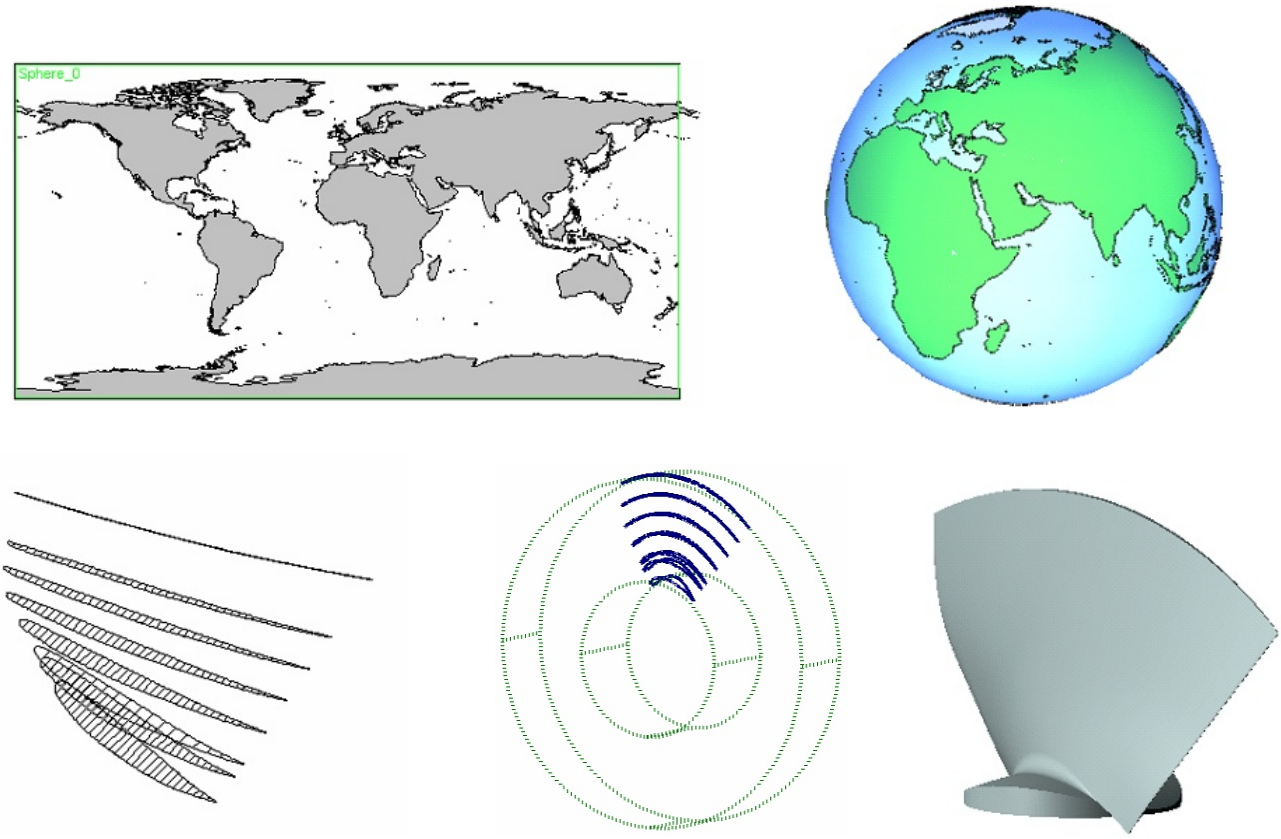
плоскость. Отличие перезадания от редактирования состоит в том, что при перезадании параметры команды сбрасываются к значениям по умолчанию.

Рабочая поверхность

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Построения > Поверхность Чертёж > 3D Модель > Поверхность Сборка (3D) > Построения > Поверхность Листовой металл (3D) > Построения > Поверхность Поверхности > Построения > Поверхность Сварка > Построения > Поверхность Примитив > Построения > Поверхность Опорная геометрия > Рабочие поверхности > Поверхность
Клавиатура	Текстовое меню
<3SU>	Построения > Рабочая поверхность

Рабочие поверхности – это вспомогательные 3D элементы, представляющие собой образ геометрической поверхности определённого типа. В качестве таких поверхностей могут использоваться цилиндр, сфера и тор. По функциональному назначению рабочие поверхности схожи с рабочими плоскостями. В основном они предназначены для переноса 2D объектов чертежа в 3D пространство. Каждая рабочая поверхность всегда связана с параметрической областью, расположенной на странице 2D чертежа. На основе плоского 2D изображения, лежащего на данной странице, можно создать вспомогательные 3D элементы (3D узлы, 3D профили, 3D пути), которые будут лежать на соответствующей рабочей поверхности – цилиндре, сфере или торе.
Основное назначение рабочих поверхностей - построение вспомогательных объектов (3D профилей, 3D путей, 3D узлов) для создания деталей с поверхностями двойной кривизны: лопаток турбин, гребных винтов, корпусов кораблей, фюзеляжей летательных аппаратов. Для лучшего понимания работы рабочих поверхностей можно ознакомиться с примерами.



Вызов данной команды доступен только в том случае, если в документе присутствует хотя бы один элемент, позволяющий задать рабочую поверхность, например два 2D узла.

Основные темы в этом разделе:

- Общие сведения о рабочей поверхности
- Параметрическая область
- Создание рабочей поверхности
- Параметры рабочей поверхности
- Редактировать рабочую поверхность
- Примеры создания рабочей поверхности

Общие сведения о рабочей поверхности

Рабочие поверхности определяются с помощью специальных параметрических систем координат:

- **цилиндрической**;
- **сферической**;
- **тороидальной**.

Отсчёт параметрических координат (их смысл и диапазон зависят от типа поверхности) всегда ведётся относительно ортогональной (декартовой) системы координат. В качестве таковой может использоваться как глобальная система координат, так и специально выбранная локальная система координат (ЛСК).

В **цилиндрической системе координат** положение точки определяется тремя параметрами – величиной радиуса цилиндра, смещением вдоль оси цилиндра (оси Z) и углом (или длиной дуги) между осью X и проекцией радиус-вектора точки на плоскость XY.

В **сферической системе координат** положение точки определяется тремя параметрами – величиной радиуса сферы, углом между осью X и проекцией радиус-вектора точки на плоскость XY, углом между радиус-вектором и осью Z.

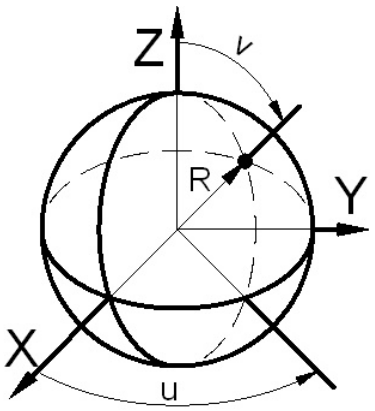
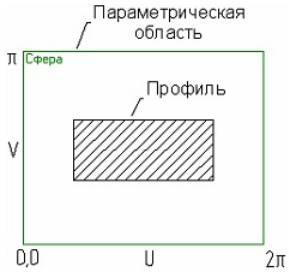
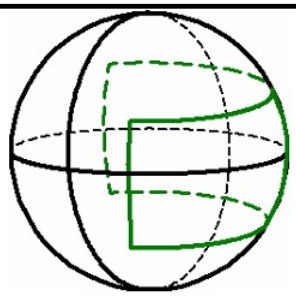
В **тороидальной системе координат** положение точки определяется четырьмя параметрами – двумя определяющими радиусами тора, углом между осью X и проекцией радиус-вектора на плоскость XY, углом в плоскости Z-радиус-вектор.

Параметры, задающие радиус цилиндра, сферы, два радиуса тора являются **фиксированными**, т.е. совпадают у точек, принадлежащих одной и той же поверхности. Это константная характеристика данной поверхности. У цилиндра и сферы – один фиксированный параметр-радиус, у тора – два (два радиуса тора).

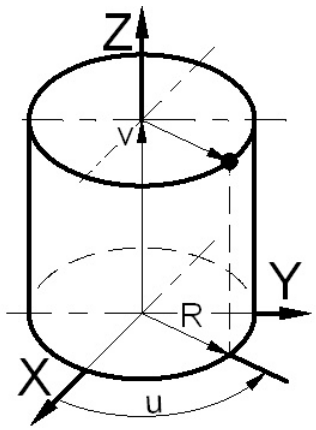
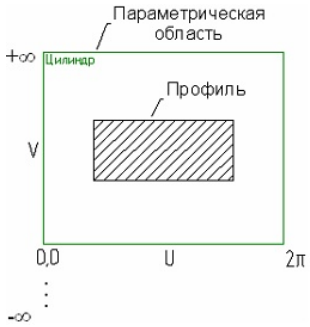
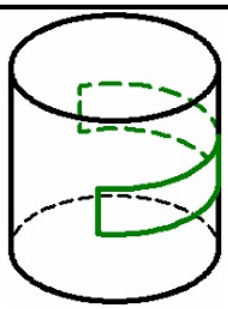
Таким образом, положение точки поверхности любого типа в специальной системе координат фактически определяется двумя параметрическими ортогональными координатами (U и V). Благодаря этому любую из специальных систем координат можно связать с прямоугольной областью на плоскости (**параметрической 2D областью**). 2D область будет представлять собой "развертку" поверхности на плоскость (согласно формулам преобразования UV-координат в декартовы координаты для выбранного типа поверхности), играя ту же роль, что и изображение рабочей плоскости на странице 2D чертежа. Кроме того, 2D область будет определять диапазон изменения UV-координат.

Введение параметрической 2D области позволяет работать с поверхностью как с обычной рабочей плоскостью.

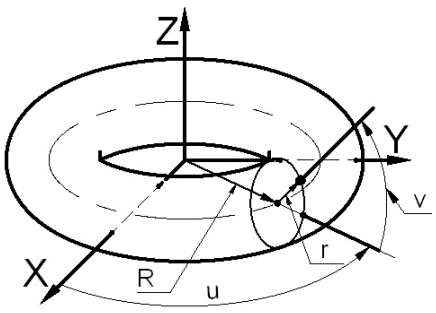
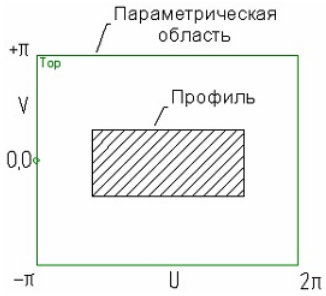
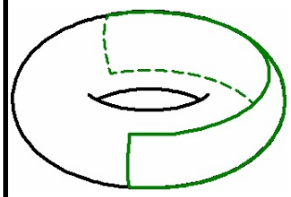
Сферическая система координат

Графическая Иллюстрация	Параметрическая 2D область	Профиль в 3D
	 U – угол от оси X (0-2p) V – угол от оси Z (0-p) R – радиус сферы	

Цилиндрическая система координат

Графическая Иллюстрация	Параметрическая 2D область	Профиль в 3D
	 U – угол от оси X (0-2p) или длина дуги от оси X (0-2pR) V - координата Z (-Ґ,+Ґ) R – радиус цилиндра	

Тороидальная система координат

Графическая Иллюстрация	Параметрическая 2D область	Профиль в 3D
	 U – угол от оси X (0-2p) V – угол от радиус-вектора R в плоскости ZOR (-p, +p) R – большой радиус тора, r – малый радиус тора	

Данные, необходимые для создания рабочей поверхности

При создании рабочей поверхности любого типа задаются:

- Параметрическая 2D область (прямоугольная область на 2D чертеже) – развёртка создаваемой поверхности на плоскость;
- Значение фиксированного параметра для данной поверхности (радиуса сферы или цилиндра, двух радиусов тора);
- Исходная декартова система координат (глобальная система координат или произвольная ЛСК), относительно которой задаются параметрические координаты поверхности.

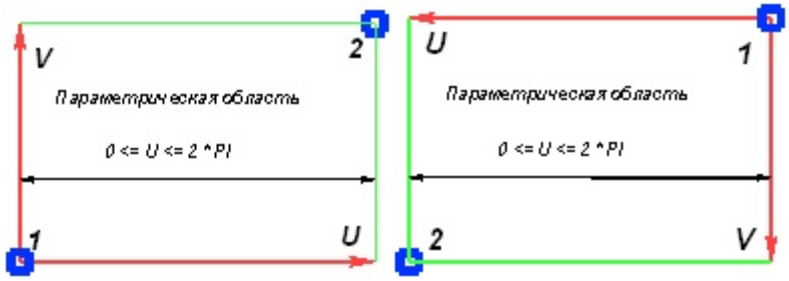
Отображение рабочих поверхностей в 3D окне

Возможность отображения рабочей поверхности в 3D окне зависит от установленного в её параметрах состояния флага **Показывать в 3D окне**.

Параметрическая область

Параметрическая 2D область рабочей поверхности задаётся на одной из 2D страниц текущего документа. Размер и положение параметрической области в единицах чертежа определяются системой автоматически либо задаются пользователем (указанием двух 2D узлов как противолежащих углов области). Размеры области в параметрических координатах всегда постоянны и зависят от типа создаваемой поверхности (приведены в таблице выше). Диапазон области по оси X отображается в допустимый диапазон параметра U, по оси Y – в V (допускается также обратный вариант).

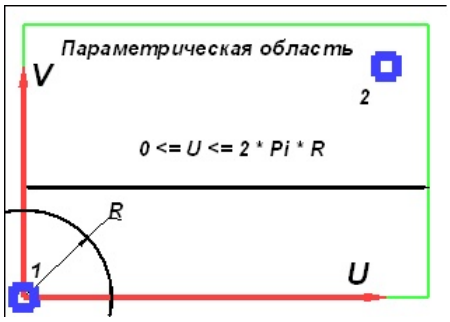
В тех случаях, когда положение и размер параметрической области задаются пользователем (выбором двух 2D узлов), направление осей рабочей поверхности определяется порядком выбора и положением узлов. На рисунках ниже приведены варианты направления UV-осей в зависимости от порядка выбора узлов.



При автоматическом задании параметрической 2D области рабочей поверхности оси всегда направлены как на рисунке справа.

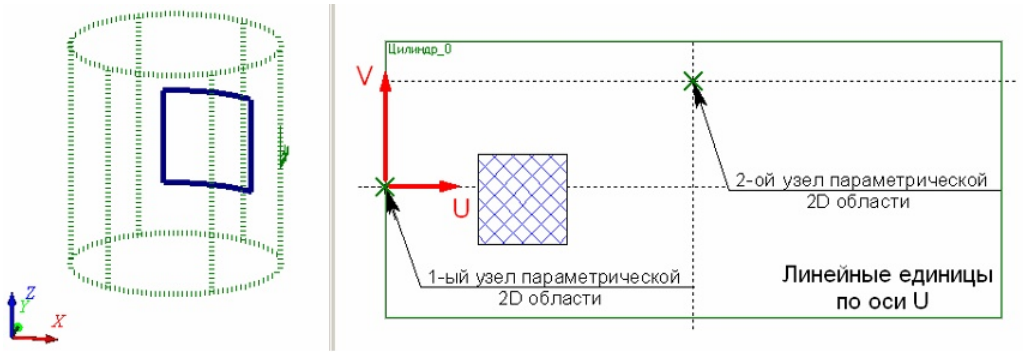
В сферической и тороидальной системах координат по обеим параметрическим осям откладываются угловые координаты. Цилиндрическая система координат – исключение. Благодаря тому, что цилиндр "разворачивается" в плоскость без искажений, в цилиндрической системе координат есть возможность использовать линейные величины. По её оси V линейные единицы откладываются всегда, а единицы оси U могут быть как угловыми (угол между радиус-вектором и осью X), так и линейными (U – линейное расстояние на развертке цилиндра).

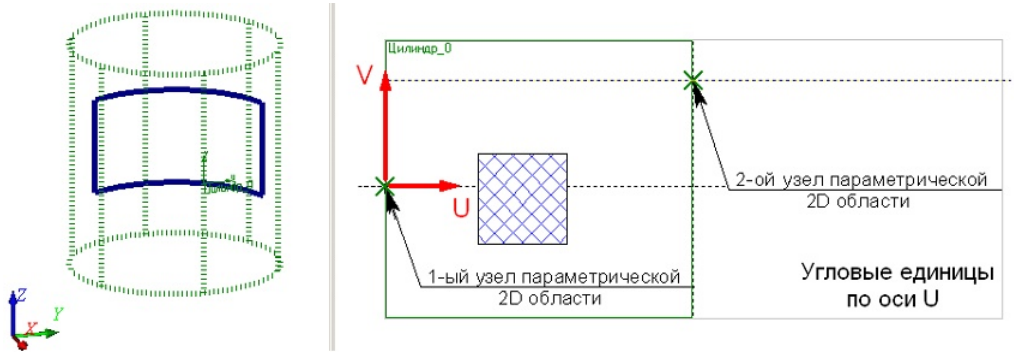
При использовании линейных единиц по оси U цилиндрической системы координат второй 2D узел задаёт только ориентацию осей. Размер параметрической области по оси U в таком случае равен 2pR, где R – радиус окружности. На рисунке ниже приведён вариант задания параметрической области для цилиндрической поверхности, когда по обеим осям её системы координат откладываются линейные единицы.



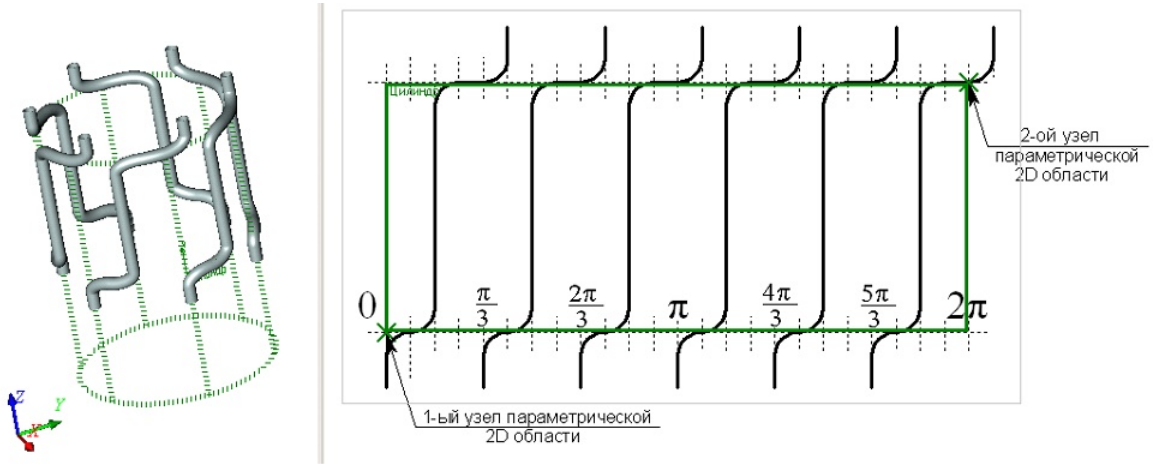
При работе с угловыми единицами по оси U в цилиндрической системе координат используются оба узла. Линейное расстояние между двумя узлами вдоль оси U считается равным угловому расстоянию 2p. Все линейные координаты в этом направлении будут пересчитываться в угловые с учётом этой величины.

Выбор используемых единиц по оси U – линейных или угловых – зависит от конкретной задачи. Если 2D построения, которые требуется перенести на цилиндрическую рабочую поверхность, описаны в линейных единицах, удобнее задавать линейные единицы по обеим осям цилиндрической системы координат. В этом случае 2D построения будут перенесены в 3D пространство с сохранением всех соотношений между ними. Использование угловых единиц в такой ситуации приведёт к появлению искажений при переходе от 2D к 3D. В качестве иллюстрации можно рассмотреть простой пример с созданием 3D профиля на цилиндрической рабочей поверхности по 2D штриховке квадратной формы. Хорошо видно, что при использовании угловых единиц по оси U форма профиля далека от квадрата, в то время как при линейных единицах 3D профиль повторяет форму штриховки.



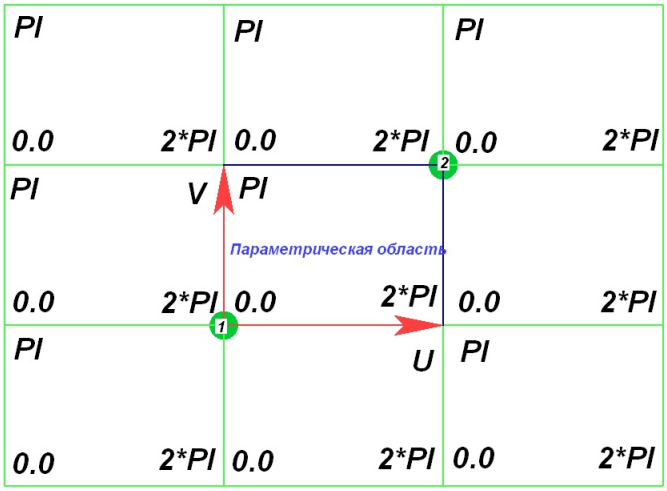


Угловые единицы по оси U цилиндрической системы координат имеет смысл использовать в тех случаях, когда исходные 2D построения описаны с использованием угловых величин. Например, в следующем примере исходные 2D данные для построения модели теплообменника были заданы в угловых расстояниях по окружности цилиндра. Использование угловых единиц (при правильном задании границ параметрической области рабочей поверхности) позволяет легко получить требуемый результат.

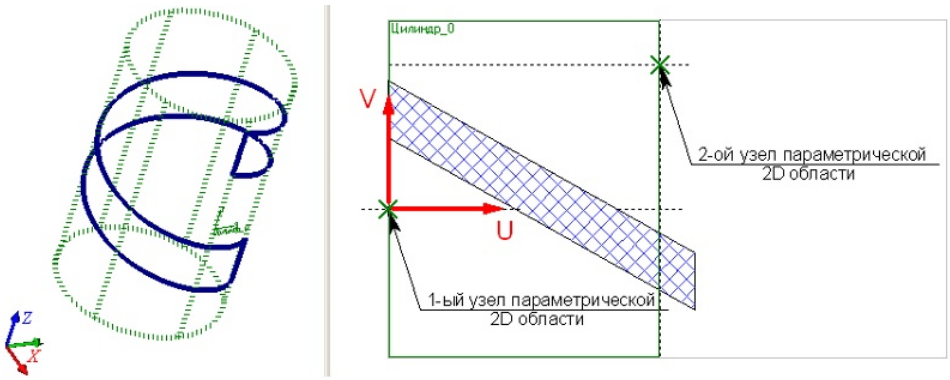


Для удобства работы с угловыми единицами расстояние между 2D узлами вдоль оси U должно быть таково, чтобы суммарная ширина параметрической области по оси U (т.е. соответствующее расстояние между задающими её границы узлами) была кратна 360 (при работе в градусах) или 2p (при использовании радиан).

При работе с рабочими поверхностями любого типа следует учитывать следующее: все рабочие поверхности – цилиндр, тор, сфера – являются периодическими по одному или обоим UV-параметрам. Поэтому параметрическая область в направлении, по которому поверхность периодична, циклически повторяется. Рисунок ниже иллюстрирует повторяемость параметрической 2D области для сферической и тороидальной поверхностей.



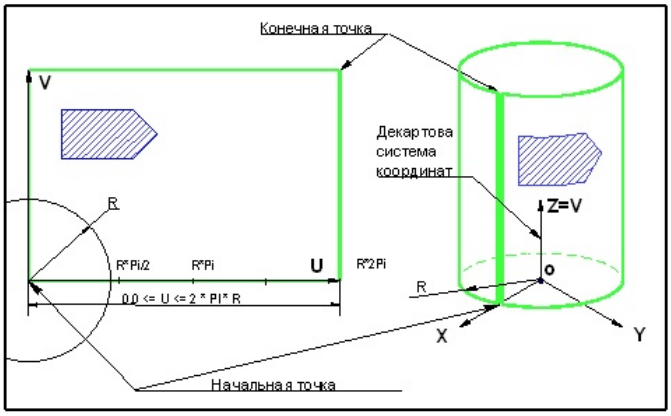
У цилиндрической поверхности параметрическая 2D область повторяется только по оси U.



Фиксированный параметр и декартова система координат рабочей поверхности

Значение фиксированного параметра (в случае тора – двух параметров) задаётся числовым значением. При построении рабочей поверхности по существующей геометрической поверхности значение фиксированного параметра определяется заданным смещением относительно радиуса исходной геометрической поверхности.

Положение рабочей поверхности в пространстве задаётся выбором декартовой системы координат, относительно которой будут отсчитываться параметрические координаты. В качестве такой системы может быть выбрана произвольная ЛСК. Если локальная система координат не указана, то используется глобальная система координат.



В случае построения рабочей поверхности по существующей геометрической поверхности в качестве декартовой системы координат используется система координат исходной геометрической поверхности.

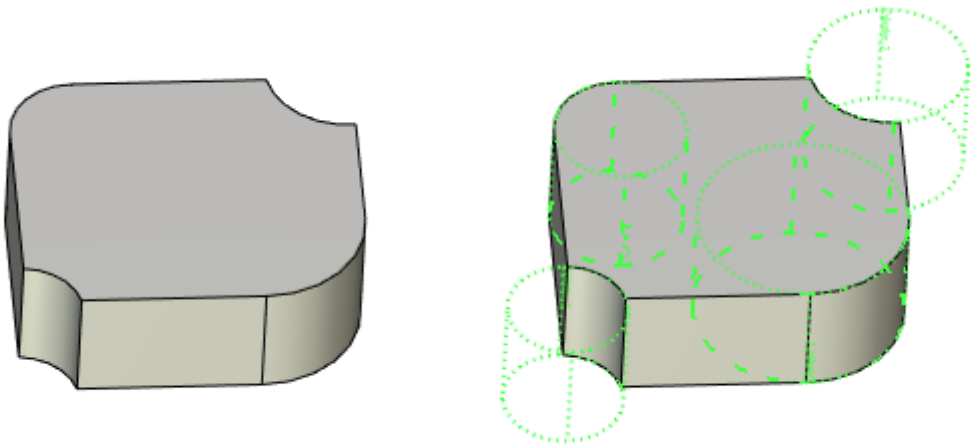
Создание рабочей поверхности

Существует три способа создания рабочей поверхности:

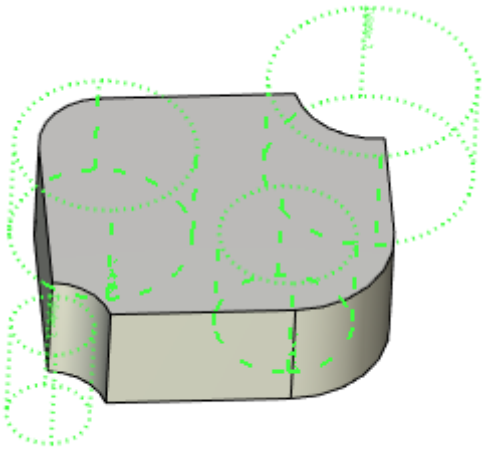
1. Создание рабочей поверхности по существующей геометрической поверхности соответствующего типа (поверхности под гранью, 3D профилем, другой рабочей поверхностью). Этот способ был применён в описанных выше примерах.
2. Создание произвольной рабочей поверхности (т.е. без привязки к имеющимся в 3D модели геометрическим поверхностям) в 3D окне.
3. Создание произвольной рабочей поверхности на основе 2D построений (в 2D окне).

Рабочая поверхность на основе существующей геометрической поверхности

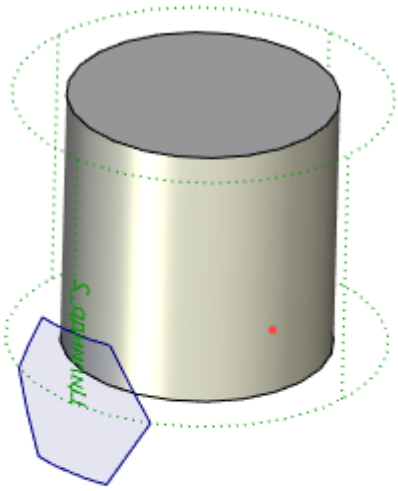
Создание рабочей поверхности по существующей геометрической поверхности осуществляется в 3D окне. В качестве исходных данных указывается 3D объект, связанный с данной геометрической поверхностью. В результате создаётся рабочая поверхность, совпадающая с исходной геометрической поверхностью.

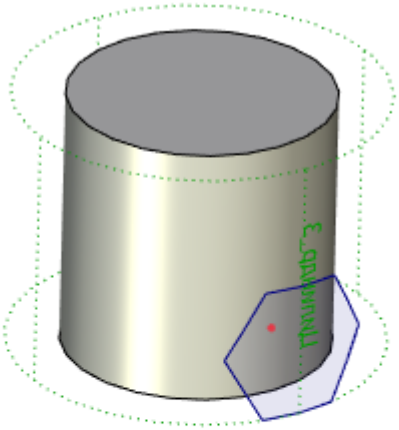


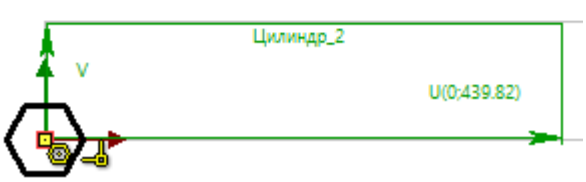
Дополнительно можно указать величину смещения (для тора – двух смещений), определяющего разницу между радиусом исходной и создаваемой поверхностей. В этом случае будет создана рабочая поверхность, эквидистантная к исходной геометрической поверхности.

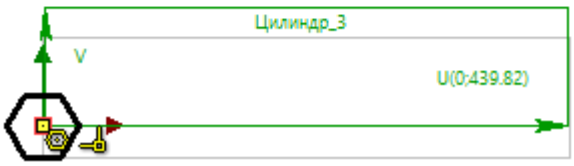


В качестве декартовой системы координат для созданной рабочей поверхности используется система координат исходной геометрической поверхности. Уточнить положение системы координат создаваемой рабочей поверхности можно выбором дополнительной 3D точки - точки начала отсчёта. Точка начала отсчёта будет определять начало координат рабочей поверхности (т.е. направление оси X её декартовой системы координат). Для сферической рабочей поверхности задаются две 3D точки – точка начал отсчёта и полюс; одна определяет направление оси X, а вторая уточняет направление Z (и, соответственно, оси Y).









Цилиндрическая РП
без выбора точки начала отсчёта

Аналогичная цилиндрическая РП
с выбором точки начала отсчёта

Для созданной рабочей поверхности автоматически создаётся отдельная 2D страница типа Рабочая плоскость. Размер страницы системой определяется автоматически по размеру 3D объекта, с помощью которого была задана исходная геометрическая поверхность. Параметрическая 2D область рабочей поверхности также создаётся автоматически. Её размер совпадает с размером страницы.

Созданная рабочая поверхность по умолчанию отображается в 3D окне.

Произвольная рабочая поверхность

Произвольная рабочая поверхность также создаётся в 3D окне. Для создания рабочей поверхности этим способом необходимо указать тип и радиус (для тора – два радиуса) создаваемой поверхности.

Дополнительно можно указать ЛСК, относительно которой будут отсчитываться параметрические координаты рабочей поверхности.

Как и в предыдущем способе, для такой рабочей поверхности автоматически создаётся отдельная 2D страница типа **Рабочая плоскость** и размещённая на ней параметрическая 2D область рабочей поверхности. Размеры страницы и параметрической 2D области рабочей поверхности определяются системой автоматически.

Рабочие поверхности этого типа также по умолчанию отображается в 3D окне.

Рабочая поверхность на основе 2D построений (в 2D окне)

Создание рабочей поверхности этого типа осуществляется в 2D окне, на уже существующей странице чертежа любого типа. Для создания поверхности необходимо задать границы (два противолежащих угла) её параметрической 2D области. Границы области задаются с помощью двух 2D узлов. Расположение и порядок выбора 2D узлов определяют направление параметрических

осей рабочей поверхности. Кроме того, задаётся радиус (для тора – два радиуса) создаваемой поверхности.
Дополнительно можно указать ЛСК, относительно которой будут отсчитываться параметрические координаты рабочей поверхности.
Рабочая поверхность данного типа может быть создана на 2D странице, уже связанной с другими рабочими поверхностями или плоскостями. В этом случае границы параметрической 2D области используются системой для автоматического определения принадлежности лежащих на данной странице 2D элементов конкретной рабочей поверхности/плоскости (при создании 3D элементов – 3D профилей, 3D путей).
Если со страницей 2D чертежа связано несколько рабочих поверхностей/плоскостей, активизировать их невозможно.

Правила создания рабочих поверхностей

После вызова команды необходимо выбрать тип создаваемой поверхности с помощью одной из следующих опций автоменю:

	<S>	Выбрать поверхность
	<1>	Сферическая система координат
	<2>	Цилиндрическая система координат
	<3>	Тороидальная система координат

Первая опция – – позволяет построить рабочую поверхность по существующей геометрической поверхности.

Остальные три опции – , и – используются для построения как произвольной рабочей поверхности в 3D окне, так и рабочей поверхности на основе 2D построений (в 2D окне). То, каким образом будет создаваться рабочая поверхность, зависит от того, откуда была вызвана команда – из 3D окна или из 2D окна.
Также данные опции доступны в виде отдельных команд:

Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > Рабочие поверхности > Сферическая поверхность
Клавиатура	Текстовое меню
<3SV>	

Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > Рабочие поверхности > Цилиндрическая поверхность
Клавиатура	Текстовое меню
<3SB>	

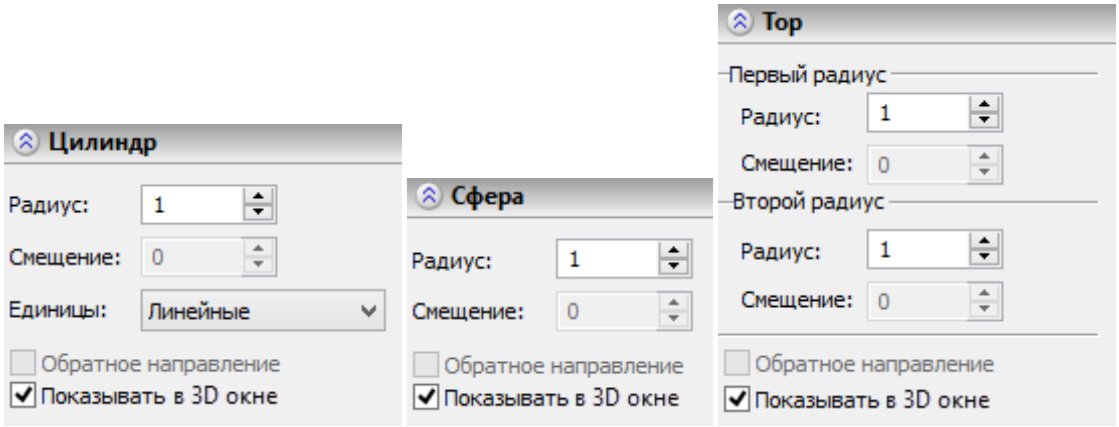
Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > Рабочие поверхности > Тороидальная поверхность
Клавиатура	Текстовое меню
<3SN>	

Создание рабочей поверхности по существующей геометрической поверхности

Для того, чтобы создать рабочую поверхность по уже существующей геометрической поверхности, используется опция . Она включена по умолчанию. При включенной опции выберите в 3D окне или в дереве модели 3D объект, способный определить поверхность цилиндрического, сферического или тороидального типа. Это может быть грань соответствующего типа, 3D профиль, уже существующая рабочая поверхность.

После выбора исходного 3D объекта система самостоятельно определит, рабочая поверхность какого типа будет создана. В окне параметров команды появится диалог для задания параметров данной рабочей поверхности. В зависимости от типа создаваемой рабочей поверхности в окне параметров можно задать значения одного или двух смещений. Смещения определяют разницу между радиусом исходной геометрической поверхности и радиусом создаваемой рабочей поверхности.

Исходное направление осей координат рабочей поверхности совпадает с направлением осей исходной поверхности. Установив флажок **Обратное направление** в окне параметров, можно быстро изменить направления обеих осей на противоположные.



В автоменю дополнительно доступна опция выбора 3D точки для задания начала координат рабочей поверхности:

<1> Выбрать точку начала отсчёта

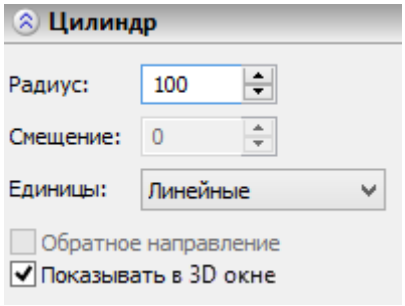
<2> Выбрать полюс

<D> Отменить выбор точек, задающих ориентацию поверхности

Создание произвольной рабочей поверхности (в 3D окне)

Для создания рабочей поверхности такого типа команда **Рабочая поверхность** должна быть вызвана из 3D окна. После входа в команду необходимо указать тип создаваемой поверхности, выбрав соответствующую опцию автоменю (, и).

После выбора типа поверхности команда войдёт в режим создания рабочей поверхности выбранного типа. В окне параметров команды необходимо задать радиус создаваемой поверхности (или два радиуса – для тора). После задания радиуса(-ов) можно сразу завершить создание поверхности, нажав (в автоменю или в окне параметров команды).



Для задания ЛСК, относительно которой будут отсчитываться параметрические координаты рабочей поверхности, используется опция:

<L> Выбрать систему координат

Отменить выбор локальной системы координат позволяет опция:

<D> Отменить выбор системы координат

Параметрическую 2D область создаваемой рабочей поверхности система задаст самостоятельно (на отдельной странице чертежа типа **Рабочая плоскость**). При необходимости границы параметрической 2D области создаваемой рабочей поверхности можно задать самостоятельно с помощью узлов на той же или другой 2D странице. Для этого используются те же опции, что и при создании рабочей поверхности на основе 2D построений.

Создание произвольной рабочей поверхности на основе 2D построений (в 2D окне)

Для создания рабочей поверхности такого типа необходимо вызвать команду **Рабочая поверхность** из 2D окна. После входа в команду, так же как и в предыдущем случае, надо указать тип создаваемой поверхности (опция , и).

После этого необходимо задать параметрическую 2D область создаваемой рабочей поверхности. Если на текущей 2D странице ещё нет рабочих поверхностей или плоскостей, то система выберет границы области самостоятельно по размеру форматки страницы. Если же текущая страница чертежа уже связана с рабочими поверхностями или плоскостями, или когда выбор системы не удовлетворяет, границы параметрической 2D области задаются выбором двух 2D узлов с помощью опций:

<N> Выбрать 2D узел как начало координат параметрической области

<N> Выбрать 2D узел, задающий вторую границу области

При выборе начальной и конечной точек их координаты не должны совпадать. Иначе невозможно будет определить ориентацию осей U и V.

По умолчанию диапазон параметрической области по оси X отображается в диапазон параметра U, по оси Y – в V. Изменить это можно с помощью опции:

<3> Изменить соответствие координатных осей и параметров

Значение фиксированного параметра создаваемой рабочей поверхности (радиуса поверхности) задаётся в окне параметров команды.

Если рабочая поверхность должна быть создана относительно какой-то локальной системы координат, нужно воспользоваться опцией:

<L> Выбрать систему координат

Отменить выбор локальной системы координат позволяет опция:

<D> Отменить выбор системы координат

Визуальные границы рабочей поверхности на чертеже по умолчанию совпадают с заданными границами параметрической 2D области. Изменить визуальные границы можно с помощью опций:

<B> Задать границы рабочей поверхности

<Tab> Изменить границы рабочей поверхности

<K> Отменить границы

Данные опции работают точно так же, как и для обычных рабочих плоскостей.

Завершение создания поверхности

Завершить создание рабочей поверхности можно, нажав (в автоменю или в окне параметров команды).

Параметры рабочей поверхности

Общесистемные параметры

Слой. Задаёт имя слоя, которому принадлежит плоскость.
Цвет. Задаёт цвет рабочей плоскости. Этим цветом рисуется прямоугольник, отмечающий визуальные границы рабочей плоскости.
Уровень. Задаёт значение уровня видимости.

Параметры, общие для 3D элементов

Имя. Для специальных рабочих поверхностей в зависимости от их типа по умолчанию создаются следующие имена: Сфера_0, Цилиндр_1, Тор_0 и т.д..

Специальные параметры

Радиус. Значение фиксированного параметра. Это значение может браться как радиус выбираемой окружности или задаваться конкретным значением. Если выбрана окружность, то в поле отображается значение радиуса этой окружности и оно не доступно для редактирования.
Единицы. Может принимать два значения **Угловые** и **Линейные**.
Тип. Задаёт тип системы координат:

- **Сферическая**.
- **Цилиндрическая.**
- **Тороидальная**.

Радиус тора (используется для тороидальной системы). Задаёт значение второго фиксированного параметра (малый радиус). Это значение может браться как радиус выбираемой окружности или задаваться конкретным значением. Если выбрана окружность, то в поле отображается значение радиуса этой окружности и оно не доступно для редактирования.
Показывать в 3D окне. При установленном флаге видимость поверхности в 3D окне управляется специальными командами. При снятом флаге поверхность не отображается в 3D окне, независимо от команд управления видимостью элементов.
По умолчанию. Данный набор параметров будет установлен для последующих создаваемых поверхностей.

Редактировать рабочую поверхность

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<3ESU>	Правка > Построения > Рабочая поверхность

Команда предназначена для редактирования рабочих плоскостей.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, <Ctrl>+<E>	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

Кроме перечисленных опций выбора (выбрать все, выбрать из списка) существует возможность выбора рабочей плоскости для редактирования из 2D окна, либо из 3D окна (в случае, когда в параметрах рабочей поверхности установлен флаг **Показывать в 3D окне**) при помощи мыши.
Если вы выбрали один элемент для редактирования, то его можно удалить, изменить его параметры (воспользовавшись опцией **<P>**, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию).Перезадание элемента полностью совпадает с командой «Рабочая поверхность».
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Отметим, что для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** (комбинация **<Ctrl>** отменяет выбор).
Вызов данной команды редактирования возможен также одним из следующих способов:

- Когда система находится в режиме ожидания команды надо в 3D окне подвести курсор к 3D элементу и нажать правую кнопку мыши. Далее, из появившегося меню выберите пункт **Изменить**, после чего и произойдёт вызов команды редактирования 3D элемента.
- Когда система находится в режиме ожидания команды возможно выбрать элемент в дереве операций в окне**Структура 3D модели** и нажать правую кнопку мыши. Далее, из

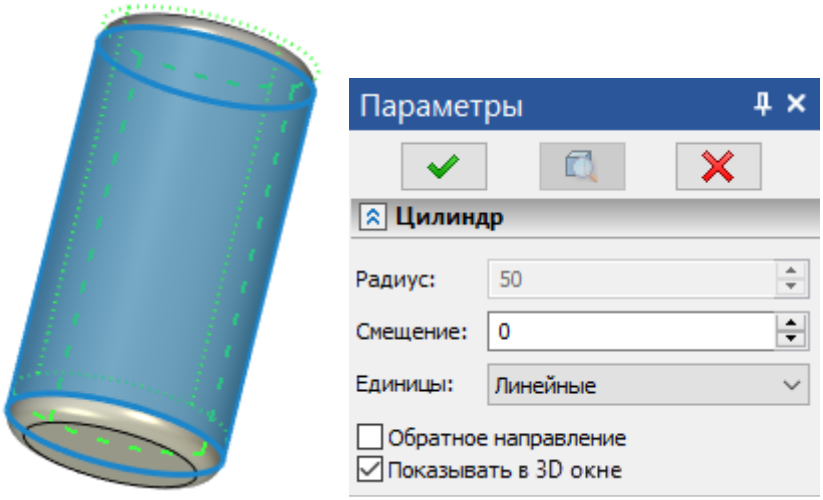
появившегося меню выберите пункт **Изменить**, после чего и произойдёт вызов команды редактирования 3D элемента.

Пример создания рабочей поверхности

Пример 1

Допустим, нам необходимо нанести текст на цилиндрическую грань тела. Чтобы сделать это, построим цилиндрическую рабочую поверхность, совпадающую с поверхностью цилиндрической грани тела. Затем на этой поверхности можно создать 2D элемент-текст, а по нему сделать 3D профиль и тело, имитирующее текст.

Для создания рабочей поверхности вызовите команду **Поверхность** и выберите в 3D окне цилиндрическую грань исходного тела.

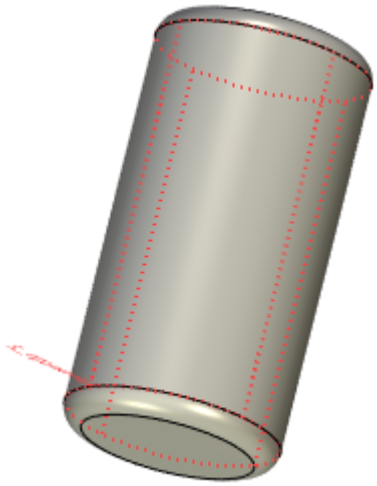


В окне параметров команды отражаются параметры создаваемой поверхности. Менять их не нужно.

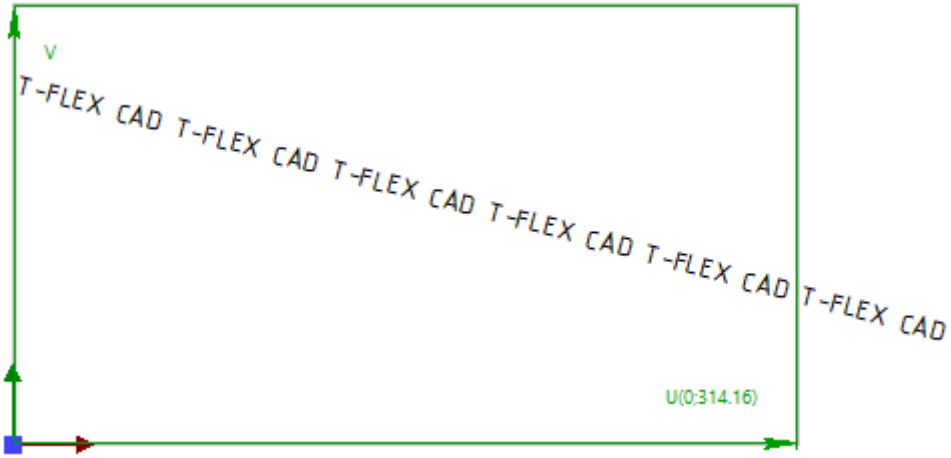
Параметр **Смещение** задаёт разницу в радиусе исходной грани и создаваемой поверхности. По умолчанию стоит нужное нам значение 0.

Параметр **Единицы** определяет, какие единицы будут откладываться по оси U. Здесь также нужно оставить установленное по умолчанию значение **Линейные**.

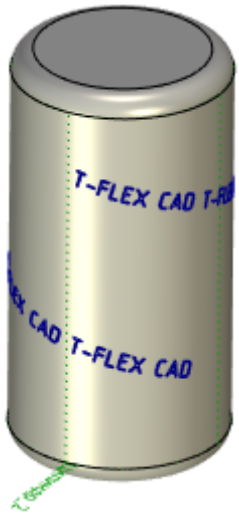
Для создания рабочей поверхности достаточно нажать . В результате будет создана цилиндрическая рабочая поверхность, совпадающая по радиусу и положению в пространстве с исходной гранью, точнее – с её геометрической поверхностью.



Итак, рабочая поверхность создана. Теперь нужно создать на ней 3D профиль-текст. Для этого выберите созданную поверхность и вызовите для неё с помощью контекстное меню. В меню надо выбрать команду **Чертить на рабочей плоскости**. Откроется отдельное окно с 2D страницей чертежа, соответствующей выбранной рабочей поверхности.



Рамкой на странице будет обозначена параметрическая 2D область рабочей поверхности. Создадим на 2D странице требуемый текст (шрифт, которым выполнен текст, должен быть формата **TrueType**). Завершим режим черчения на активной рабочей поверхности. При выходе из режима черчения на активной рабочей поверхности на основе 2D текста будет автоматически создан 3D профиль.



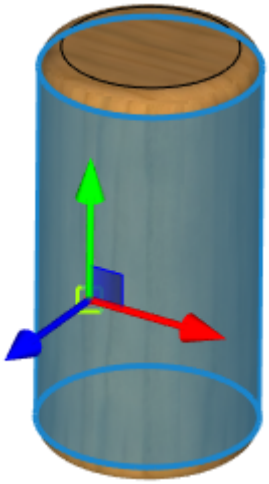
Осталось вытолкнуть 3D профиль на требуемую высоту и выполнить булеву операцию сложения для получившегося тела и исходного цилиндра.

Пример 2

Рассмотрим ещё один пример. В нём необходимо нанести текст на табличку цилиндрической формы с отступом на заданное расстояние от краёв таблички.

В этом примере будут использованы две рабочие поверхности. Первую построим по цилиндрической грани исходного тела. На ней создадим 3D профиль контура таблички. Вторую рабочую поверхность построим по внешней грани таблички. На этой рабочей поверхности будет создан 3D профиль-текст.

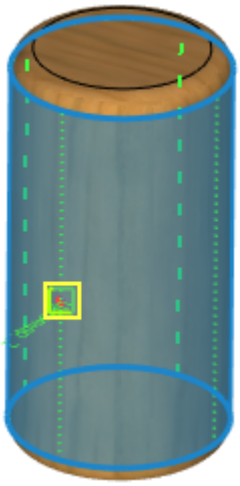
Отличием этого примера от предыдущего является то, что в данном случае необходимо точно знать, как расположены друг относительно друга рабочие поверхности и их исходные грани. Без этого невозможно будет точно разместить табличку на цилиндрическом теле и текст – на табличке. Для точной привязки рабочей поверхности можно использовать дополнительную 3D точку. В эту точку помещается начало координат поверхности. Создадим на грани исходного тела 3D узел в том месте, где должен быть расположен левый нижний угол таблички.



Далее необходимо, как в предыдущем примере, вызвать команду **Поверхность** и создать поверхность на основе цилиндрической грани.
Параметры создаваемой рабочей поверхности, установленные по умолчанию, менять снова не будем. Но прежде чем подтвердить создание поверхности, включим в автоменю опцию:

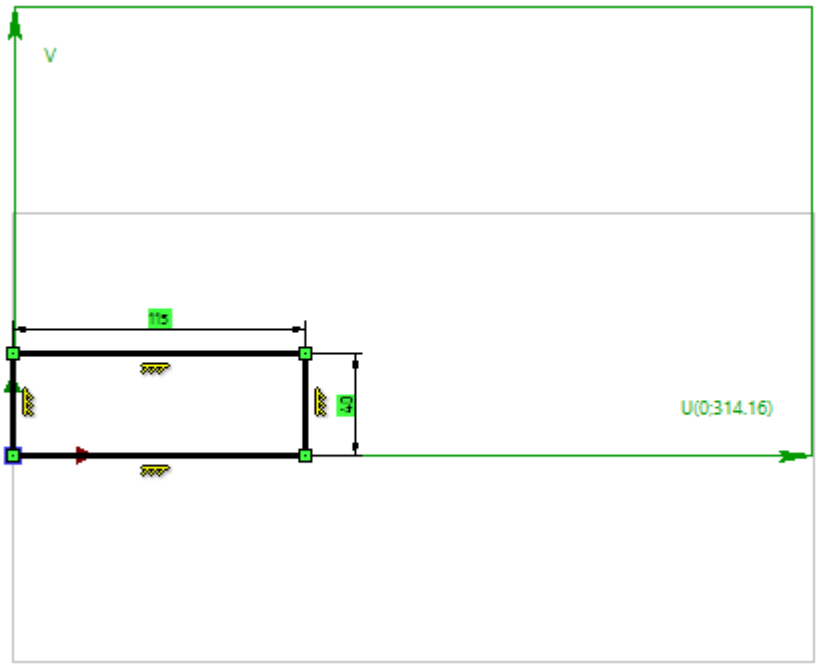
<1> Выбрать точку начала отсчёта

С помощью данной опции выберем созданный ранее 3D узел.

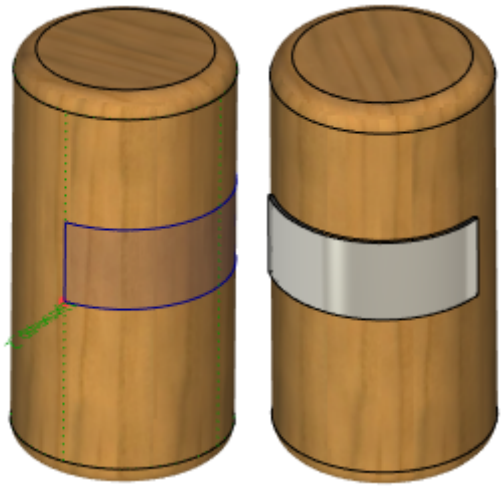


В точки его проекции на поверхность будет расположено начало координат поверхности. После выбора 3D узла можно завершить создание рабочей поверхности нажатием . После этого выберем рабочую поверхность и вызовем из её контекстного меню команду **Чертить на рабочей плоскости**. Как и в предыдущем примере, после вызова команды откроется отдельное окно с 2D страницей чертежа, соответствующей выбранной рабочей поверхности. Рамкой на странице будет обозначена параметрическая 2D область рабочей поверхности. Начало координат рабочей поверхности (левый нижний угол рамки) соответствует 3D узлу, задающему положение левого нижнего угла будущей таблички.

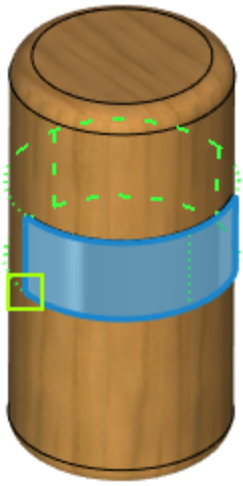
Взяв левый нижний угол рамки за базовую точку, создадим необходимые 2D построения для создания контура таблички. Для создания 3D профиля необходимо нанести контур любым удобным способом.



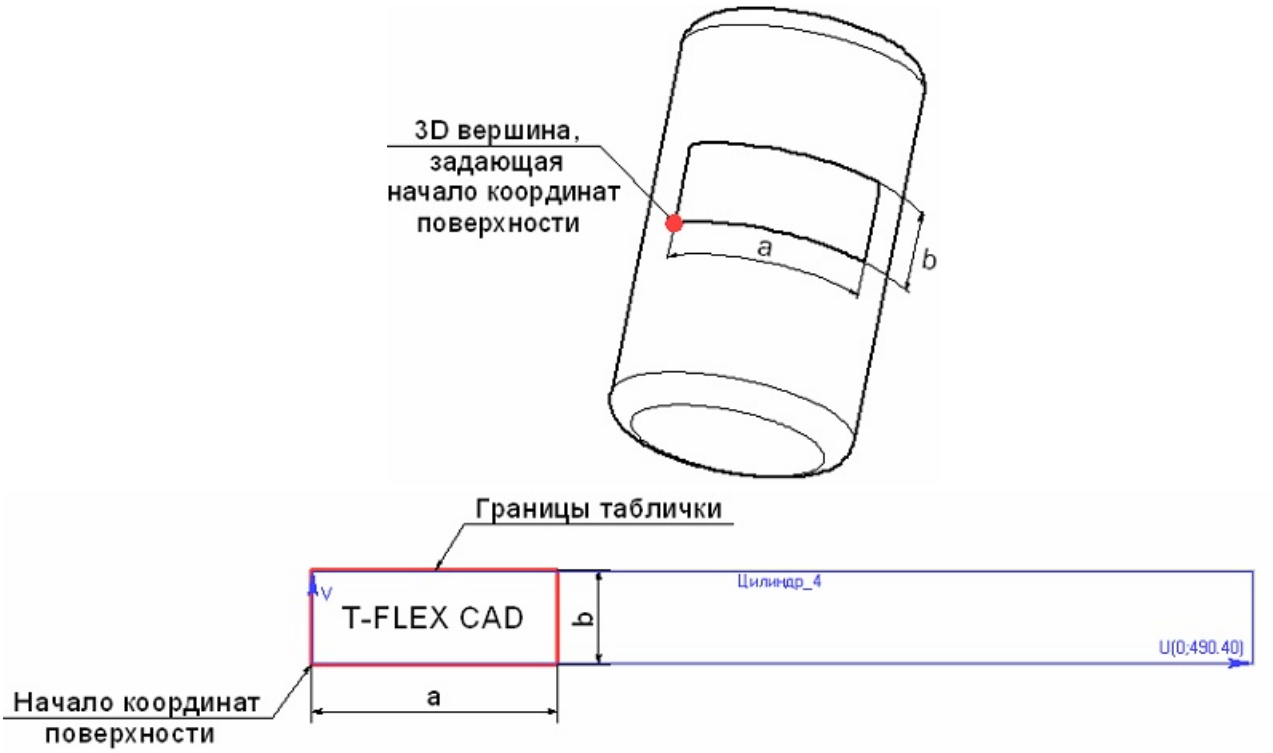
Завершим работу в режиме черчения на активной рабочей поверхности. При выходе из режима черчения на рабочей поверхности автоматически будет создан 3D профиль для таблички. Тело таблички создаётся выталкиванием полученного 3D профиля.



Для создания текста на табличке построим вторую рабочую поверхность. Построение будет происходить так же, как и в предыдущем случае. Для задания начала координат поверхности выберем одну из вершин (левую нижнюю) верхней грани таблички.



После создания второй рабочей поверхности войдём в режим черчения на ней (команда **Чертить на рабочей плоскости** в контекстном меню поверхности). На странице рабочей поверхности отметим границы таблички. Затем в требуемом месте таблички нанесём 2D текст.



Дальше на основе 2D текста создаётся 3D профиль на рабочей поверхности. Профиль выталкивается и выполняется булева операция сложения с телом таблички. В описанном примере для точного расположения контура 3D профиля на рабочей поверхности мы использовали выбор 3D точки в качестве начала координат рабочей поверхности. Той же цели можно было добиться, если использовать другой способ. Работа в режиме черчения на активной рабочей поверхности (команда **Чертить на рабочей плоскости** в контекстном меню) почти во всём аналогична работе в подобном режиме с рабочей плоскостью. Разница лишь в том, что чертить на рабочей плоскости можно как в 2D окне, так и прямо в 3D окне. Для рабочей поверхности доступен лишь режим черчения в 2D окне. Однако все остальные возможности данного режима доступны и для рабочей поверхности, в том числе и возможность спроецировать 3D точку на активную плоскость/поверхность.

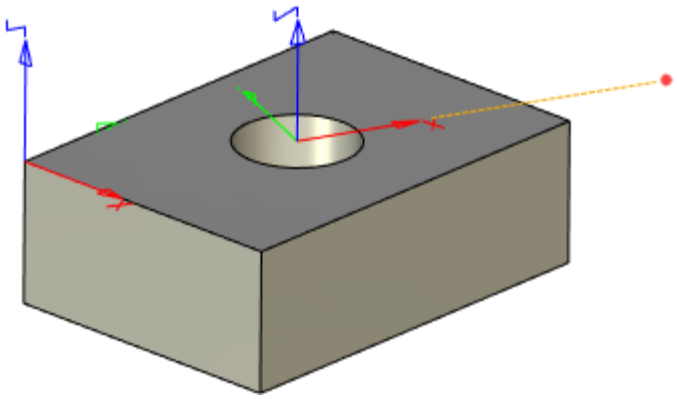
Для нашего примера можно было не выбирать дополнительные 3D узлы в качестве начала координат рабочих поверхностей, а проецировать их в режиме черчения на поверхности. Далее можно создавать все базовые построения контуров 3D профилей относительно получившихся 2D узлов-проекций.

Локальные системы координат

По умолчанию положение и ориентация всех 3D элементов документа рассчитывается в его глобальной системе координат (ГСК). Вместо ГСК для расчёта отдельных 3D элементов можно использовать локальные системы координат (ЛСК). ЛСК создаются с помощью следующей команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Построения > ЛСК Сборка (3D) > Построения > ЛСК Листовой металл (3D) > Построения > ЛСК Поверхности > Построения > ЛСК Сварка > Построения > ЛСК Коммуникации > Построения > ЛСК Примитив > Построения > ЛСК Опорная геометрия > ЛСК > Система координат
Клавиатура	Текстовое меню
<3O>	Построения > Система координат

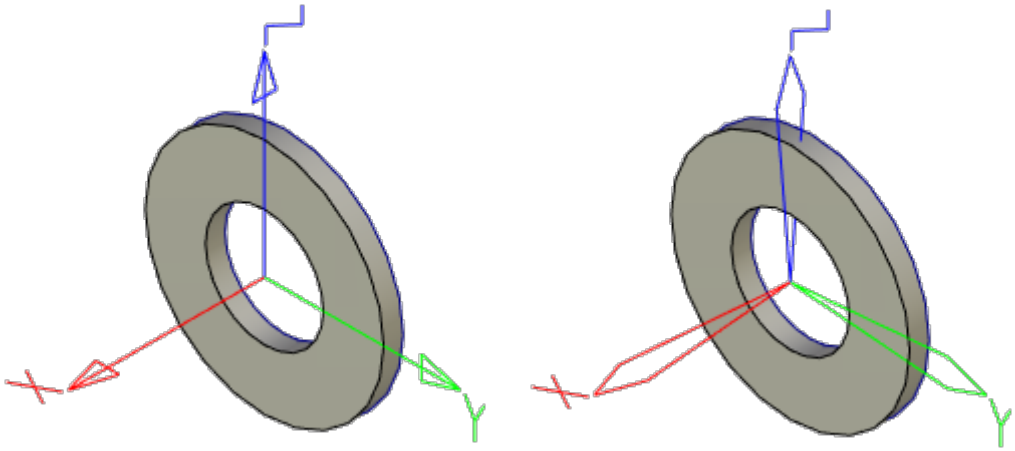
Локальная система координат (ЛСК) – вспомогательный 3D элемент построения, позволяющий осуществлять привязку 3D объектов в пространстве. ЛСК широко используются при 3D моделировании, например, для построения сборочных 3D моделей, копирования 3D тел, задания преобразований и т.п.



Размер изображения ЛСК регулируется в команде Параметры документа (закладка **3D > Вид**, параметр **Размер > Система координат**).

На базе ЛСК также можно создавать специальные 3D элементы построения T-FLEX CAD – **3D коннекторы**. 3D коннекторы используются для привязки фрагментов при создании 3D сборок. Они представляют собой ЛСК особого вида, способную (помимо выполнения собственно функции привязки фрагментов) передавать значения переменных одного 3D фрагмента в другой фрагмент. Использование 3D коннекторов значительно упрощает позиционирование деталей и согласование параметров фрагментов при проектировании сборок.

Изображение 3D коннектора в 3D окне аналогично изображению обычной ЛСК, однако оси обозначаются объёмными стрелками.



ЛСК 3D коннектор

Основные темы в этом разделе:

- Общие сведения о ЛСК
- ЛСК и работа со сборками
- Создание ЛСК
- 3D коннектор
- Специальные системы координат
- Диалог параметров ЛСК
- Редактировать ЛСК

См. также:

- Точка подключения
- Глобальная система координат

Общие сведения о ЛСК

Правила создания локальных систем координат

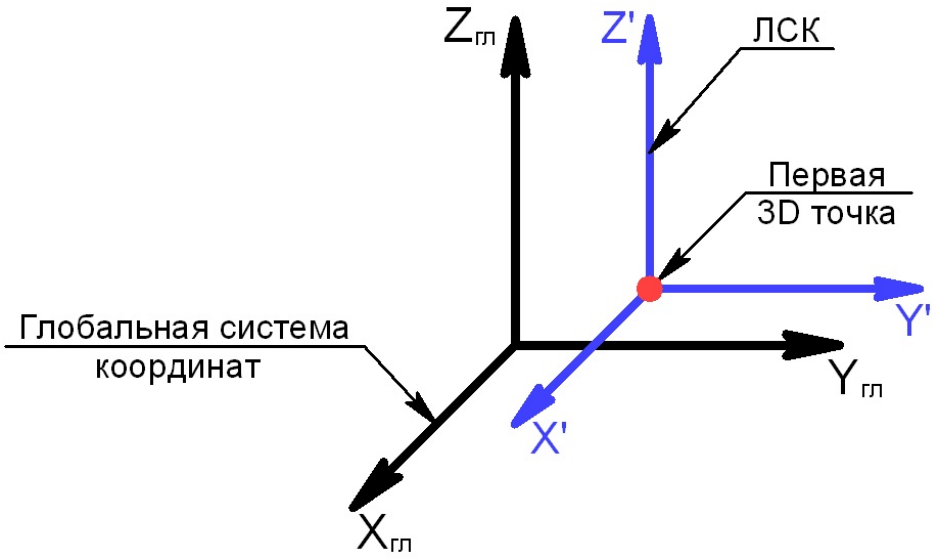
Создание ЛСК в общем случае состоит из следующих шагов:

1. **Выбор начала координат ЛСК**. В выбранной точке начала координат создаётся локальная система координат с такой же ориентацией осей, как у глобальной системы координат.
2. **Выбор направления оси X**. Ось X ЛСК, полученной на предыдущем этапе, поворачивается в заданном направлении.
3. **Выбор направления оси Y**. Ось Y ЛСК, полученной на предыдущем этапе, поворачивается в заданном направлении.
4. **Выбор поверхности доворота**. ЛСК, полученная на предыдущем этапе, доворачивается таким образом, чтобы её ось X была направлена на ближайшую точку заданной поверхности.
5. **Выбор поверхности касания**. ЛСК, полученная на предыдущем этапе, перемещается до касания с заданной гранью/поверхностью.
6. **Выбор необходимых преобразований ЛСК**. ЛСК, полученная на предыдущем этапе, поворачивается вокруг её осей.
7. **Задание дополнительных негеометрических характеристик ЛСК** (ассоциированные элементы, видимость в сборке и т.п.).

Часть шагов может быть пропущена. Единственным обязательным действием является выбор начала координат ЛСК.

Определение начала координат ЛСК

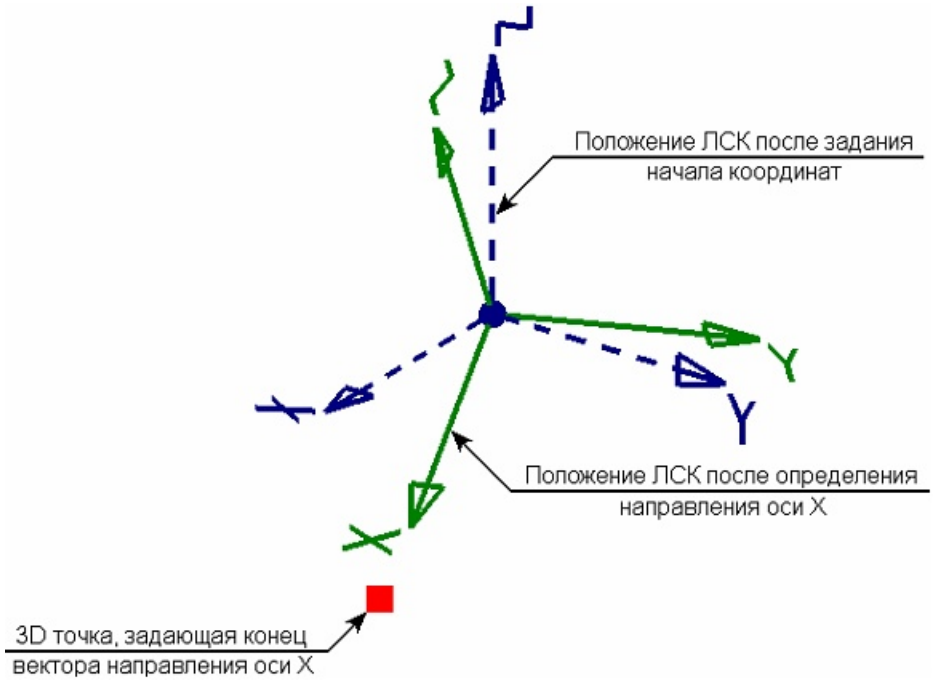
Начало координат ЛСК определяется 3D точкой. В выбранной 3D точке создаётся ЛСК, ориентация осей которой (X', Y', Z' на рисунке) совпадает с ориентацией осей глобальной системы координат.



Определение направления оси X ЛСК

Для определения направления оси X создаваемой ЛСК задаётся либо сам вектор направления, либо его конечная 3D точка (в качестве первой точки вектора используется 3D точка, определяющая начало координат ЛСК). В результате система координат поворачивается таким образом, чтобы ось X приняла требуемое положение.

> Ось поворота определяется следующим образом: через два положения оси X – старое (полученное на предыдущем шаге) и новое (заданное на данном этапе) строится плоскость. Нормаль к этой плоскости, проходящая через начало координат ЛСК, и будет осью поворота.

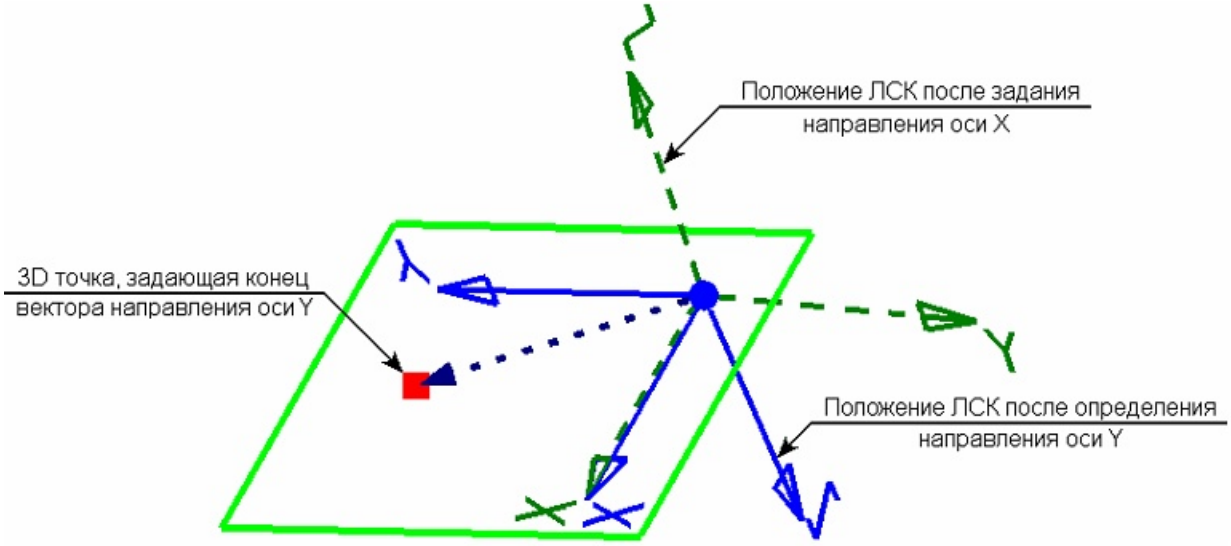


Определение направления оси Y ЛСК

Направление оси Y задаётся, как и в случае оси X, либо самим вектором направления, либо его конечной 3D точкой (в качестве первой точки вектора используется 3D точка, определяющая начало координат ЛСК).

> Данный шаг выполняется только при условии выполнения предыдущего, т.е. выбора направление оси X. Задать направление оси Y, не указав направления оси X, нельзя.

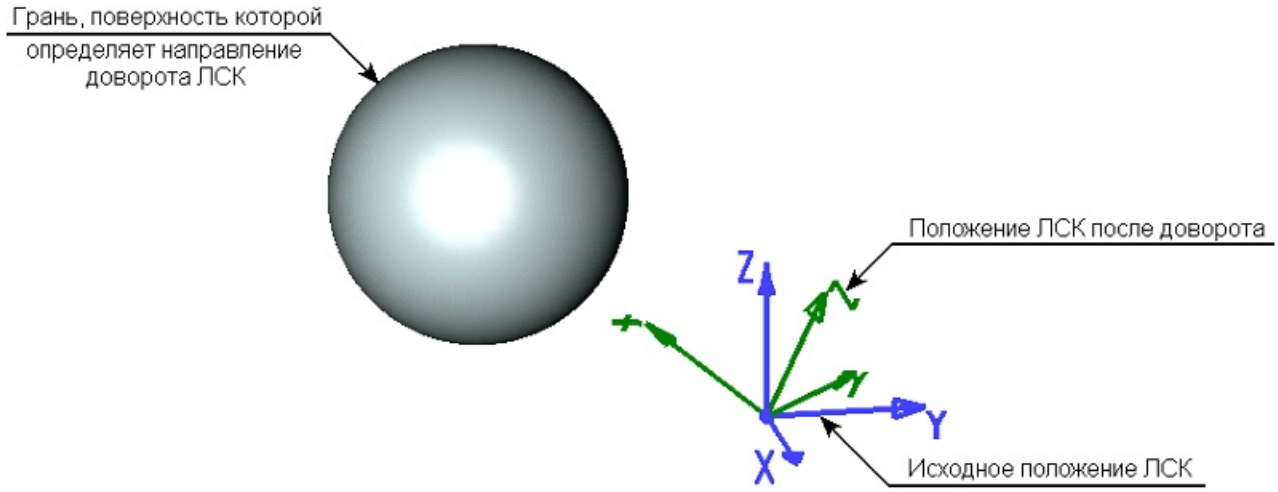
Вектор направления оси Y задаёт не само направление оси Y, а положение плоскости XY, в которой эта ось должна быть расположена. Плоскость будет проходить через ось X ЛСК и заданный вектор направления оси Y. В результате ось X ЛСК сохраняет своё положение, ось Y располагается в заданной плоскости под углом 900 к оси X. Направление оси Z определяется автоматически на основе осей X и Y.



Доворот оси X ЛСК до ближайшей точки выбранной поверхности

Доворот оси X ЛСК до ближайшей точки поверхности применяется в том случае, когда не удаётся добиться требуемого положения ЛСК выбором вектора направления оси X.

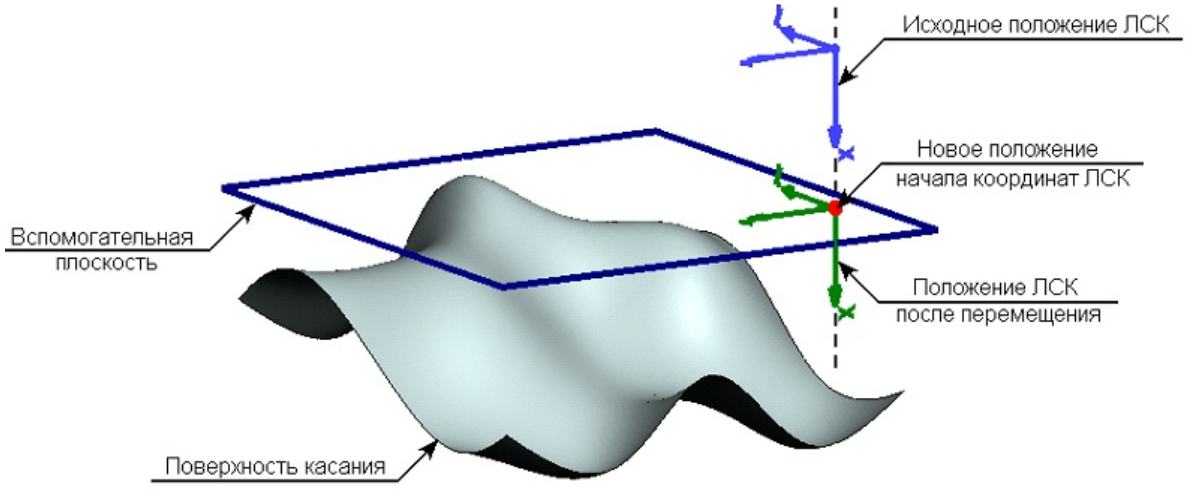
При выборе поверхности доворота создаваемая ЛСК доворачивается таким образом, чтобы её ось X была направлена к ближайшей от начала координат ЛСК точке выбранной поверхности.



В качестве поверхности доворота может использоваться рабочая поверхность или плоскость. Можно также выбрать грань, плоское ребро или простое тело (тело, все грани которого лежат на одной поверхности). В этом случае в качестве поверхности доворота используется геометрическая поверхность, на которой лежит выбранный элемент.
Доворот ЛСК осуществляется аналогично повороту ЛСК при задании основного направления оси X.

Перемещение ЛСК до касания с поверхностью

Перемещение ЛСК до касания с гранью позволяет уточнить положение начала координат создаваемой ЛСК.
Новое положение начала координат ЛСК определяется следующим образом: строится вспомогательная плоскость, параллельная плоскости YZ ЛСК и касательная к выбранной поверхности. Если таких плоскостей несколько, выбирается ближайшая к началу координат ЛСК. Точка пересечения вспомогательной плоскости и оси X будет новым началом координат ЛСК.



Поверхность касания задаётся так же, как и поверхность доворота. Для этого можно выбрать рабочую поверхность или плоскость, грань, плоское ребро или простое тело. Однако в данном случае существуют ограничения:

- если в качестве поверхности касания используется плоскость (рабочая плоскость, плоскость под плоской гранью или плоским ребром), она должна быть перпендикулярна оси X ЛСК;
- если поверхность касания задана цилиндрической гранью – ось цилиндра должна быть перпендикулярна оси X ЛСК.

Изменение ориентации осей локальной системы координат

Для изменения ориентации осей локальной системы координат необходимо использовать пошаговое вращение ЛСК вокруг любой из её осей. За один шаг ЛСК поворачивается на 900 вокруг выбранной оси. Кроме того, существует возможность циклического изменения ориентации осей ЛСК.

Если используются оба этих способа изменения ориентации осей ЛСК (вращения вокруг одной оси и циклическое вращение), то сначала осуществляются заданные повороты вокруг отдельных осей, а затем применяется циклический поворот.

ЛСК и работа со сборками

Кроме геометрических параметров, определяющих положение и ориентацию осей локальной системы координат, для ЛСК можно задать ряд дополнительных характеристик, необходимых при использовании данной ЛСК для привязки 3D фрагментов в сборке.

Видимость ЛСК в сборке

Для ЛСК, создаваемой в документе 3D фрагмента, можно задавать четыре режима видимости в сборочном документе (задаётся параметром **Внешняя** в параметрах ЛСК):

- **Невидимая в сборке**. Данный режим установлен по умолчанию. ЛСК, созданная в документе фрагмента, будет недоступна в сборочном документе. ЛСК фрагмента будет не видна ни в 3D окне, ни в списке ЛСК сборочной модели;
- **Видимая в сборке на один уровень**. Данная ЛСК будет видна в сборочной модели и доступна для привязки к ней при условии, что содержащий её фрагмент является фрагментом 1-ого уровня вложенности. Положение такой системы координат определяется положением 3D фрагмента. ЛСК можно использовать для привязки других 3D фрагментов, а также при создании любых элементов построения и операций сборочной модели;
- **Видимая в сборке на всех уровнях**. ЛСК будет видна в сборочном документе и доступна для привязки к ней при любом уровне вложенности её фрагмента;
- **Внешне невидимая в сборке, но доступная для привязки к ней**. Данный режим чаще всего используется для работы 3D коннекторов. В данном режиме ЛСК фрагмента по умолчанию не отображается в 3D окне сборочной модели. Однако при подводе курсора к ней (или к её ассоциативным элементам) ЛСК проявится в сборочной модели и её можно выбрать для привязки. Такая ЛСК также отображается в списке локальных систем координат сборки (серым цветом, как невидимая).

Связь параметра **Внешняя** можно восстановить из параметров ЛСК для детали и сборки.

Видимость ЛСК фрагмента в дереве модели в сборке

Видимыми в дереве сборки могут быть только ЛСК типа – **На один уровень**, **На все уровни**, **Коннектор**.

Ограничения:

- ЛСК тип **Коннектор** или **На все уровни** невидимы в дереве сборки, пока к ним не привязаны другие элементы. В контекстном меню дерева модели можно отключить опцию **Скрывать коннекторы фрагментов**, чтобы показать эти ЛСК.
- ЛСК будут скрыты в дереве модели, если в параметрах фрагмента включена опция **Не показывать системы координат в дереве модели**.

Исходная ЛСК 3D фрагмента

Положение 3D фрагмента в сборке определяется совмещением двух систем координат: исходной – принадлежащей фрагменту, и целевой – расположенной в сборочной модели. В качестве исходной и

целевой систем координат обычно используются ЛСК, созданные в документе фрагмента и в документе сборки.

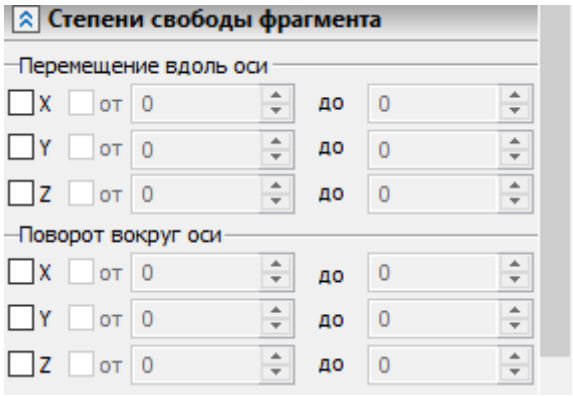
Однако не все ЛСК, созданные в документе 3D фрагмента, можно выбрать в качестве исходной системы координат фрагмента. В качестве исходной системы координат можно будет выбрать только те ЛСК, в параметрах которых установлен флаг **Использовать как исходную ЛСК**.

Степени свободы

Для ЛСК, которая будет использоваться как исходная система координат при привязке 3D фрагмента, можно задать дополнительные условия в виде разрешенных степеней свободы. Они определяют поведение 3D фрагмента относительно ЛСК привязки. При вставке 3D фрагмента условия со степенями свободы копируются из параметров ЛСК в параметры 3D фрагмента и впоследствии учитываются при расчёте комплекса сопряжений спроектированной сборочной 3D модели.

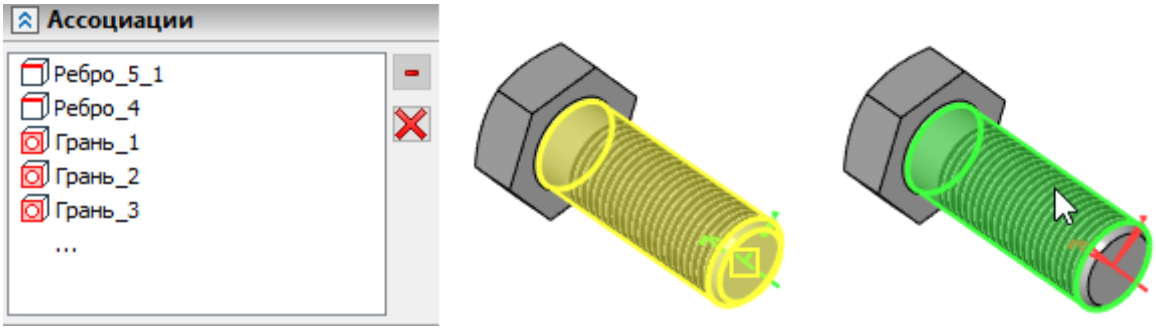
Всего существует 6 степеней свободы фрагмента – по 3 на перемещения и на повороты относительно осей ЛСК.

Для каждой степени свободы фрагмента можно указать допустимые границы перемещения фрагмента.



Ассоциированные элементы

Для ЛСК можно назначить ассоциированные, т.е. связанные с ней, элементы (вершины, грани, рёбра и т.п.). Это позволит в дальнейшем осуществлять привязку к данной ЛСК, указывая не на саму ЛСК, а на связанные с ней элементы. Например, если для внешней ЛСК, созданной во фрагменте болта, назначить в качестве ассоциированных элементов грани и рёбра болта, то при привязке в сборке гайки к этому болту для задания целевой системы координат достаточно будет указать курсором на любую грань или ребро болта – в результате будет подсвечена и выбрана связанная с ними ЛСК.



Правила вставки 3D фрагмента при привязке к данной ЛСК

Для ЛСК, которую планируется использовать как целевую ЛСК при привязке 3D фрагментов, можно задать так называемые правила вставки. Они определяют необходимость задания дополнительных преобразований при вставке фрагмента с привязкой к данной ЛСК.

Например, при привязке гайки к ЛСК болта, обычно необходимо задать дополнительное перемещение гайки вдоль оси болта. Поэтому при проектировании модели болта можно в правилах вставки для его ЛСК указать необходимость перемещения вдоль оси X.

Создание ЛСК

При создании ЛСК совместно используются окно параметров и автоменю команды.
Для выбора геометрического элемента, определяющего какую-либо характеристику ЛСК (начало координат, направления осей X и Y, поверхность доворота и т.п.) можно просто поместить фокус ввода в соответствующее поле окна параметров. В автоменю при этом автоматически станет активной опция задания данной характеристики. И наоборот: при активизации одной из опций автоменю фокус ввода в окне параметров команды автоматически переходит в поле характеристики ЛСК, соответствующей данной опции. Для каждой опции можно настроить фильтры типа геометрии и типа элементов в панели фильтров.

Задание геометрических характеристик ЛСК

Обратите внимание, что выбирать геометрические элементы, определяющие различные характеристики ЛСК (начало координат, направления осей X и Y, поверхность доворота и т.п.), можно в произвольном порядке. Однако применяться они будут в порядке, описанном в начале данного раздела.
Геометрически характеристики и прочие параметры можно скопировать с другой ЛСК с помощью следующей опции автоменю:

<C> Формат по образцу

После активации данной опции необходимо выбрать существующую ЛСК. В результате все параметры выбранной ЛСК, кроме значений коннектора и положения начала координат, будут применены к текущей ЛСК.
Для выбора 3D точки, определяющей начало координат ЛСК, необходимо поместить фокус ввода в поле **Начало координат** окна параметров. В автоменю станет активной опция:

<1> Выбрать точку, задающую начало координат

Как только выбрана 3D точка начала координат, в 3D окне появляется изображение создаваемой ЛСК. По мере задания остальных характеристик направление осей ЛСК может меняться. Для задания направления оси X используется поле **Направление оси X** окна параметров и опция автоменю:

<2> Выбрать точку или направление, задающие направление оси X

Направление оси Y ЛСК задаётся с помощью поля окна параметров **Направление оси Y** и опции автоменю:

<3> Выбрать точку или направление, задающие направление оси Y

Поверхность, до ближайшей точки которой следует довернуть ось X ЛСК, указывается в поле **Направление доворота**. Ему соответствует опция автоменю:

<4> Выбрать поверхность, к ближайшей точке которой должна быть направлена ось X

Для выбора поверхности касания используются поле окна параметров **Касательная поверхность** и опция автоменю:

<5> Переместить систему координат до касания с поверхностью

Выбранные геометрические элементы (3D узел, вершина, ребро и т.п.) указываются в соответствующих полях окна параметров.
Для отказа от одного из элементов необходимо установить фокус в данное поле и нажать кнопку **Удалить**. Кроме того, нажатием или **<Esc>** можно последовательно отменить выбор всех элементов.
Для изменения ориентации осей локальной системы координат применяются следующие опции.

<A> Повернуть систему координат вокруг оси X на 90°

<O> Повернуть систему координат вокруг оси Y на 90°

<Z> Повернуть систему координат вокруг оси Z на 90°

Циклическое изменение ориентации осей ЛСК осуществляется с помощью опции:

<Tab> Циклический поворот системы координат

Для быстрого создания подряд нескольких ЛСК с одинаковой ориентацией можно использовать следующую опцию:

<K> Запоминать заданные повороты

При активации данной опции все повороты, примененные к текущей ЛСК с помощью опций , , , и , запоминаются системой и будут автоматически применены к следующей создаваемой ЛСК после завершения создания текущей.

> Имейте в виду, что данная опция не распространяется на повороты, примененные в результате выбора элементов, указывающих направление осей.

После получения желаемой ЛСК необходимо подтвердить её создание с помощью (в окне параметров или автоменю команды).
Отказаться от создания данной ЛСК можно с помощью опции автоменю:

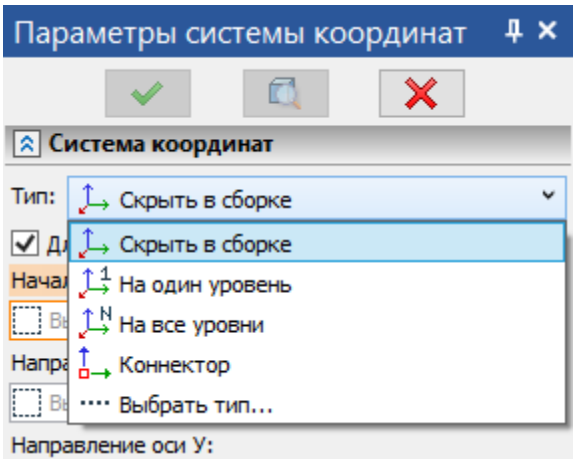
<F> Отменить выбор системы координат

До подтверждения создания ЛСК с помощью в окне параметров команды можно указать характеристики ЛСК (см. ниже), необходимые для привязки 3D фрагментов.

Выбор режима видимости ЛСК в сборке

Для выбора режима видимости ЛСК при вставке текущего документа как 3D фрагмента в сборку используется выпадающий список параметра **Внешняя** в разделе **Система координат** окна параметров команды:

- **Скрыть в сборке**. ЛСК всегда будет невидимой в сборке;
- **На один уровень**. ЛСК будет видима в сборке на один уровень;
- **На все уровни**. ЛСК будет видна в сборке на всех уровнях;
- **Коннектор**. ЛСК будет невидима в сборке, но доступна для привязки к ней (данный вариант обычно используется для 3D коннекторов).
- **Выбрать тип**. Данный вариант используется для 3D коннекторов с заранее созданными параметрами. ЛСК будет невидима в сборке, но доступна для привязки к ней.

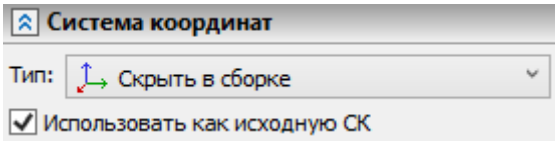


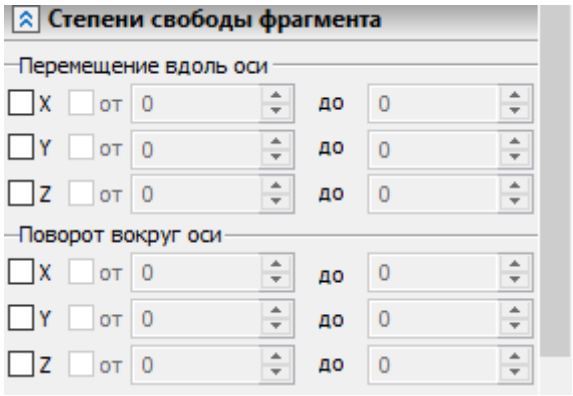
ЛСК как исходная система координат 3D фрагмента. Задание степеней свободы

Для использования создаваемой ЛСК в качестве исходной СК фрагмента (при вставке текущего документа как 3D фрагмента в сборку), необходимо убедиться в том, что в окне параметров команды в разделе **Система координат** установлен флаг **Использовать как исходную СК**. При создании новой СК он установлен по умолчанию.

При включенном флажке **Использовать как исходную СК** в разделе **Степени свободы фрагмента** можно дополнительно указать степени свободы 3D фрагмента при использовании данной ЛСК как исходной ЛСК привязки.

Всего существует 6 степеней свободы фрагмента – по 3 на перемещения и на повороты относительно осей ЛСК. По умолчанию все степени свободы запрещены – об этом свидетельствуют отключенные флажки рядом со строками всех степеней свободы.





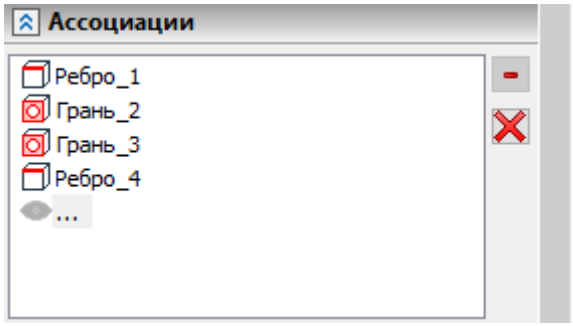
Для разрешения какой-либо из степеней свободы необходимо установить флажок слева от соответствующей строчки. В этом случае фрагмент сможет двигаться вдоль данной оси ЛСК (или вращаться вокруг данной оси ЛСК) без ограничений.
Для задания начальной и/или конечной границы допустимого движения по разрешённой степени свободы необходимо установить флажки перед полями **от** и/или **до** и задать нужное значение в открывшемся поле ввода.
Обратите внимание, что для поворотов вокруг осей ЛСК обязательно задаются сразу обе (начальная и конечная) границы движения. Для перемещений вдоль осей границы можно задавать независимо (например, только начальную, или только конечную границу).

Выбор ассоциированных элементов

Для задания ассоциированных элементов можно использовать окно параметров команды (раздел **Ассоциации**) и автоменю.
Для задания ассоциированных элементов с помощью автоменю необходимо включить опцию:

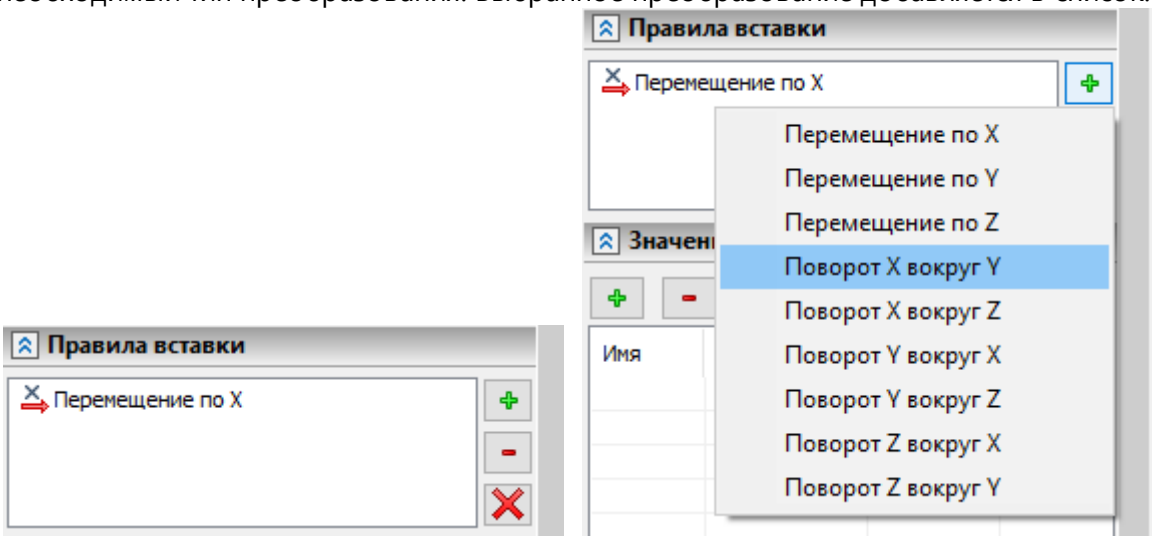
<E> Выбрать ассоциированные элементы

Данная опция позволяет выбирать для ЛСК ассоциированные элементы, просто выбирая их в 3D окне. Выпадающий список опции содержит фильтры для выбора элементов. Выбранные 3D элементы заносятся в список Ассоциации.
Опцию можно активизировать, просто установив курсор на строку списка, содержащую ….
Для удаления выбранных элементов используются кнопки справа от списка. Кнопка позволяет удалить один элемент – выбранный в списке на момент нажатия кнопки. При нажатии кнопки удаляются сразу все выбранные ассоциированные элементы ЛСК.



Задание правил вставки 3D фрагмента при привязке к данной ЛСК

Дополнительные преобразования перемещения/поворота, которые система автоматически предложит выполнить пользователю при привязке фрагмента к данной ЛСК, можно задать в разделе **Правила вставки** окна параметров команды. Для создания нового правила необходимо нажать кнопку . При нажатии кнопки появляется выпадающее меню, в котором надо выбрать необходимый тип преобразования. Выбранное преобразование добавляется в список.



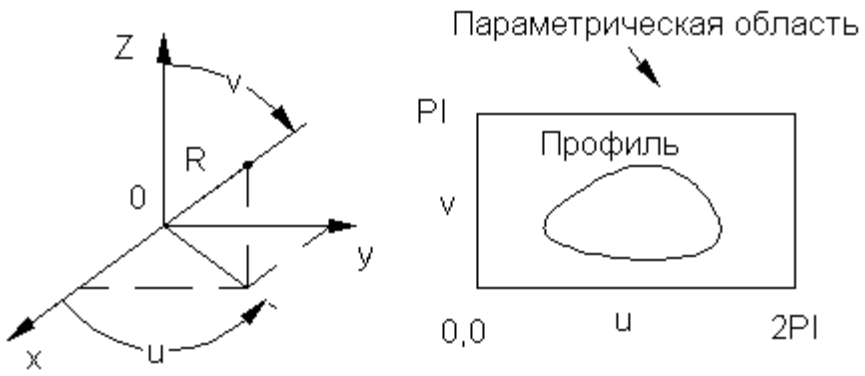
Для удаления одного из заданных преобразований надо выбрать его в списке и нажать кнопку . Нажатие кнопки приведёт к удалению сразу всех преобразований.

Специальные системы координат

Специальные системы координат как и рабочие плоскости предназначены для задания трехмерных элементов и их правильного расположения в пространстве. В качестве поверхностей, которые могут быть использованы для задания специальных систем координат поддерживаются цилиндр, сфера и тор. Такой способ задания геометрии используется часто при построении сложных поверхностей, например, при проектировании гребных винтов. Суть способа заключается в том, что плоское изображение, например, профиль штриховки посредством преобразования располагается на цилиндре, сфере или торе. Для привязки специальных систем координат в пространстве используется локальная система координат.

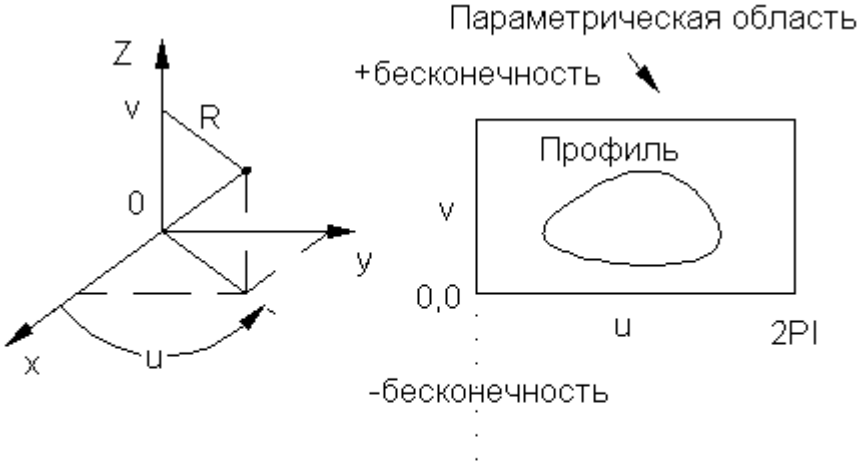
Специальные системы координат определяются в пределах параметрической области, представляющей собой "развертку" поверхности на плоскость. Параметрическая область определена в координатах u и v. Диапазоны изменения координат и смысл, вкладываемый в координаты, зависят от типа поверхности, используемой для задания специальной системы координат.

Сферическая система координат



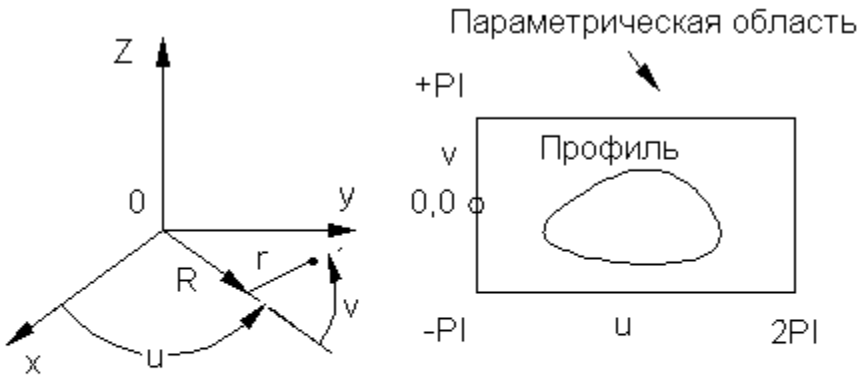
u - угол от оси X (0- 2PI)
v - угол от оси Z (0-PI)

Цилиндрическая система координат



u - угол от оси X (0- 2PI)
v - координата z (-бесконечность, +бесконечность)

Тороидальная система координат

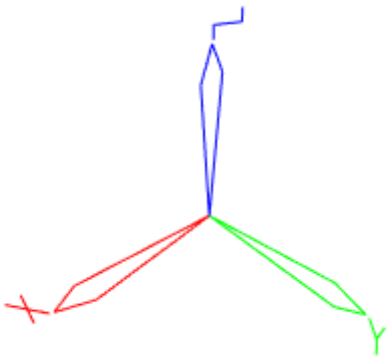


u - угол от оси X (0- 2PI)
v - угол от радиус-вектора R в плоскости z0R (-PI, +PI)

R - радиус цилиндра, сферы или большой радиус тора
r - малый радиус тора
Параметрические области сферических и тороидальных систем координат имеют ограничения снизу и сверху. Цилиндрические системы координат по вертикали не ограничены. Кроме того, цилиндрические системы координат могут быть заданы как в угловых, так и в линейных единицах.

3D коннектор

3D коннектор представляет собой ЛСК, которой присвоены **именованные значения**. Именованные значения содержат информацию (значения переменных), которую 3D коннектор должен передать подключаемым к нему 3D фрагментам. Например, во фрагментах болтов, входящих в библиотеку стандартных элементов T-FLEX CAD, созданы 3D коннекторы, содержащие данные о текущем диаметре болта. При подключении к этому 3D коннектору 3D фрагмента-шайбы (из той же библиотеки) диаметр шайбы будет автоматически заменён на значение, взятое из 3D коннектора.
Изображение 3D коннектора отличается от изображения обычной ЛСК видом стрелок осей. Задание положения и направления осей 3D коннектора осуществляется также, как и при создании обычной ЛСК.



3D коннектор имеет несколько вариантов изображения в 3D окне. Изображение зависит от типа 3D коннектора:

- **По умолчанию** – выглядит как 3D коннектор, роль осей зависит от контекста использования.
- **Type A** – есть одно выделенное направление, ориентация остальных осей непринципиальна. (характерно для подключений одиночных проводов и т.п.)

- **Type B** – есть два выделенных направления. (характерно для подключений типа розетка – вилка сети переменного тока (т.е. допустима смена полярности) и т.п.)
- **Type C** – имеют значения все три направления. (характерно для кабельных подключений с ключом… (шлейф – разъем) и т.п.)

Подробную информацию по использованию типов A, B и C коннекторов можно получить в главе Коммуникации.

Работа с 3D коннекторами

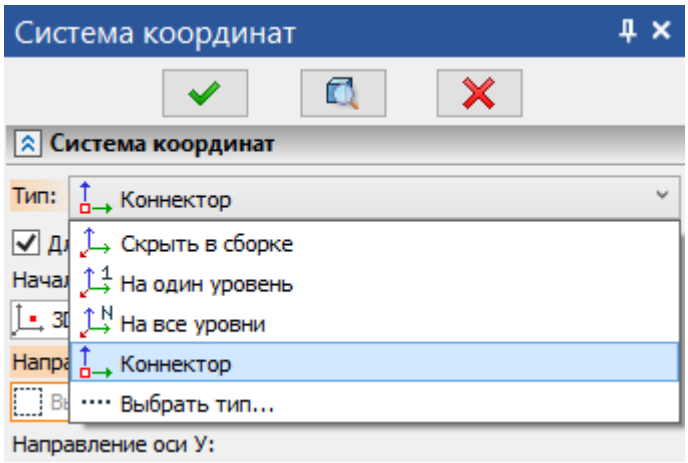
При подключении 3D фрагмента (например, шайбы) к 3D коннектору другого 3D фрагмента (например, к болту) диаметру шайбы будет автоматически присвоено значение, считанное с 3D коннектора. Для успешной автоматической связи переменных с 3D коннектором должны выполняться некоторые условия:

1. 3D коннектору должны быть присвоены именованные значения (см. Задание именованных значений для 3D коннектора ниже). Имена этих значений в последствии будут являться связующим звеном между переменными 3D фрагмента, имеющего 3D коннектор (болт) и переменными подключаемого 3D фрагмента (шайба).
2. Для соответствующей переменной 3D фрагмента должно быть задано именованное значение, соответствующее значению сопрягаемого 3D коннектора (см. Задание имён значений для связи с 3D коннектором ниже). Задать имя значения 3D коннектора для переменной нужно заранее в файле 3D фрагмента в редакторе переменных путём изменения её параметров.
3. При вставке 3D фрагмента нужно выбрать 3D коннектор. В момент привязки система ищет совпадение имени значения 3D коннектора (п.1) исходного фрагмента (болта) с именованным значением 3D коннектора одной из внешних переменных (п.2) подключаемого 3D фрагмента (шайбы). В случае нахождения совпадения, внешней переменной присваивается значение переменной, передаваемой через 3D коннектор. Связь с 3D коннектором будет сохранена. При необходимости можно разорвать связь с 3D коннектором (см. Разрыв связи с 3D коннектором).

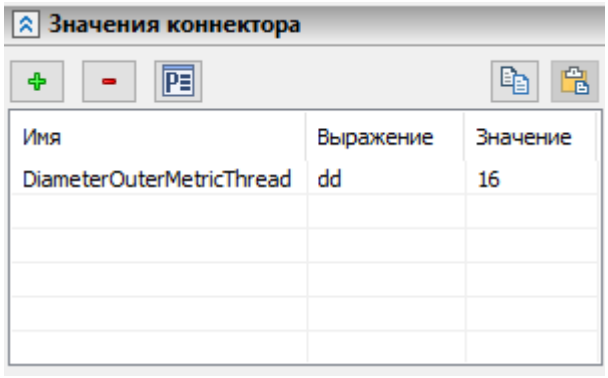
> См. конкретный пример работы с 3D коннекторами в разделе Использование 3D коннекторов главы **Создание сборочных 3D моделей**.

Задание именованных значений для 3D коннектора

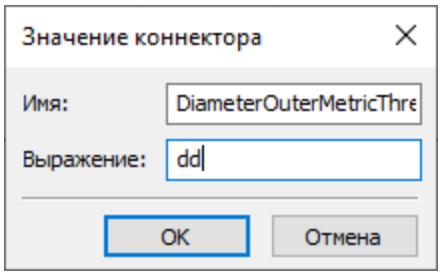
Именованные значения 3D коннектора задаются в окне параметров ЛСК. Ввод становится доступным после выбора типа ЛСК - **Коннектор** (раздел **Значения коннектора**).



В списке, размещённом в данном разделе окна параметров, указываются имена значений 3D коннектора, их выражения и текущие значения. Для заполнения списка именованных значений используются кнопки, расположенные над списком.



Для добавления нового именованного значения в список используется кнопка . После её нажатия появляется окно **Значение коннектора**, в котором необходимо задать имя создаваемого значения и присваиваемое ему выражение. В выражении могут использоваться как константные значения, так и переменные текущего документа. После нажатия **OK** в списке появляется заданное именованное значение.



Рекомендуется задавать для именованных значений 3D коннектора смысловые имена, придерживаясь во всех 3D моделях одних и тех же правил составления имён. Это упростит налаживание связей между значениями 3D коннектора и внешними переменными подключаемых к нему 3D фрагментов. Например, используемые в стандартных библиотеках T-FLEX CAD на первый взгляд сложные имена типа **DiameterOuterMetricThread**, **ThreadPitchMetric**, **LengthInnerMetricThread**, **LengthInnerInchThread** на самом деле составлены по общим для всех библиотек правилам и точно показывают, какую информацию передаёт данное значение 3D коннектора.

В системе T-FLEX CAD приняты следующие наименования 3D коннекторов:

- **DiameterOuterMetricThread** - Номинальный диаметр наружной метрической резьбы
- **DiameterOuterMetric** - Диаметр наружной цилиндрической поверхности в миллиметрах
- **DiameterInnerMetricThread** - Номинальный диаметр внутренней метрической резьбы
- **DiameterInnerMetric** - Диаметр внутренней цилиндрической поверхности в миллиметрах
- **DiameterOuterInchThread** - Номинальный диаметр наружной дюймовой резьбы
- **DiameterOuterInch** - Диаметр наружной цилиндрической поверхности в дюймах
- **DiameterInnerInchThread** - Номинальный диаметр внутренней дюймовой резьбы
- **DiameterInnerInch** - Диаметр внутренней цилиндрической поверхности в дюймах

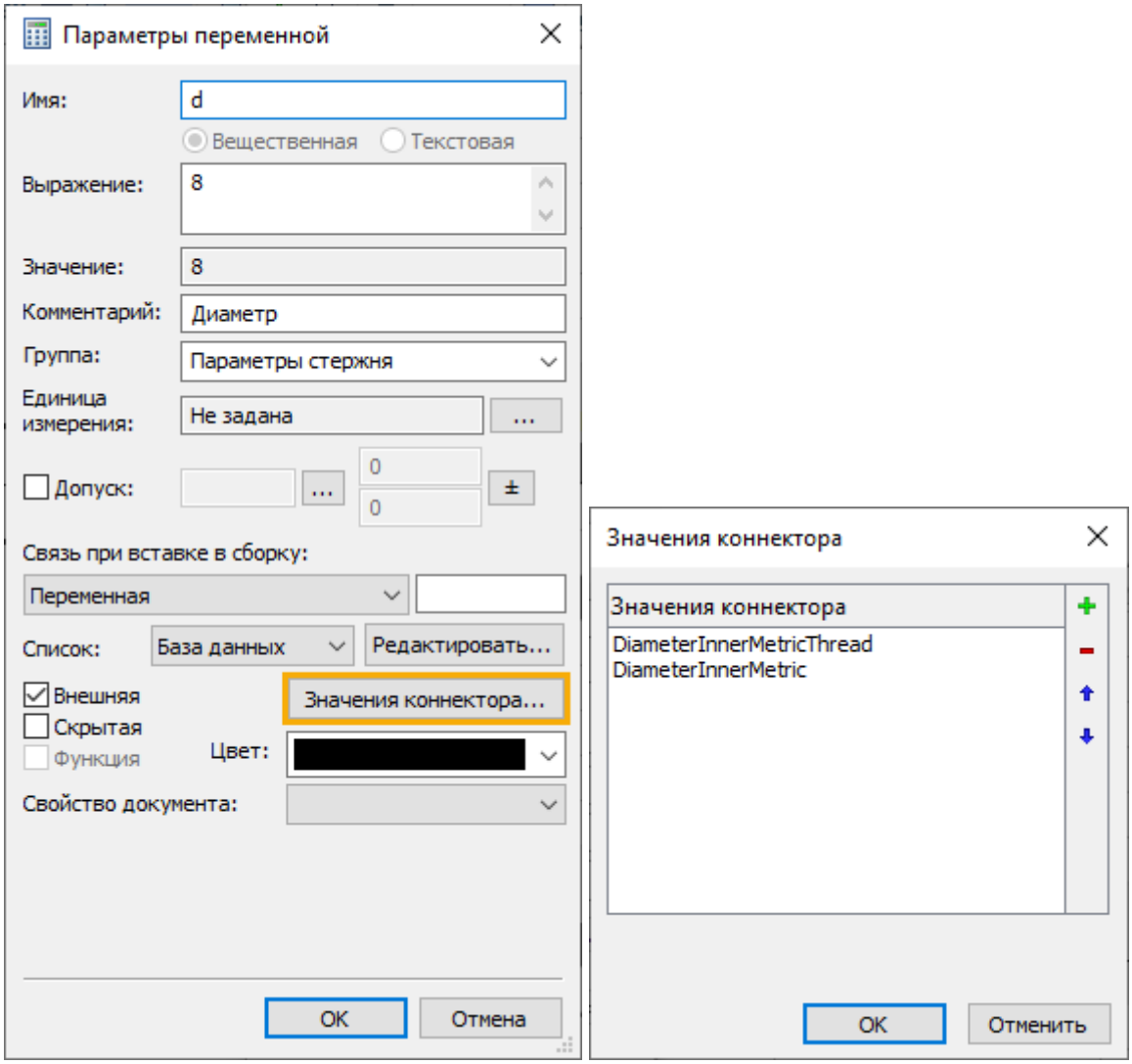
Нажатие кнопки удаляет именованное значение, выбранное в списке на момент нажатия кнопки. Изменить имя уже созданного именованного значения 3D коннектора или заданное для него выражение можно, нажав кнопку .

Кнопки позволяет скопировать в буфер все именованных значений 3D коннектора и их выражения. Кнопка добавляет в список именованных значений строки, находящиеся в буфере системы (если в списке нет именованных значений с такими же именами). Копирование именованных значений через буфер работает в рамках одного приложения T-FLEX CAD. Таким образом можно

копировать именованные значения из одного документа в другой. Кроме того, в список значений коннектора можно вставлять из буфера переменные, скопированные в редакторе или в окне **Переменные**.

Задание имён значений для связи с 3D коннектором

Имя значения сопрягаемого 3D коннектора для переменной задаётся в файле подключаемого 3D фрагмента в редакторе переменных путём изменения параметров переменной (см. подробности в главе Создание переменной). Одной переменной может быть присвоено несколько значений 3D коннектора.



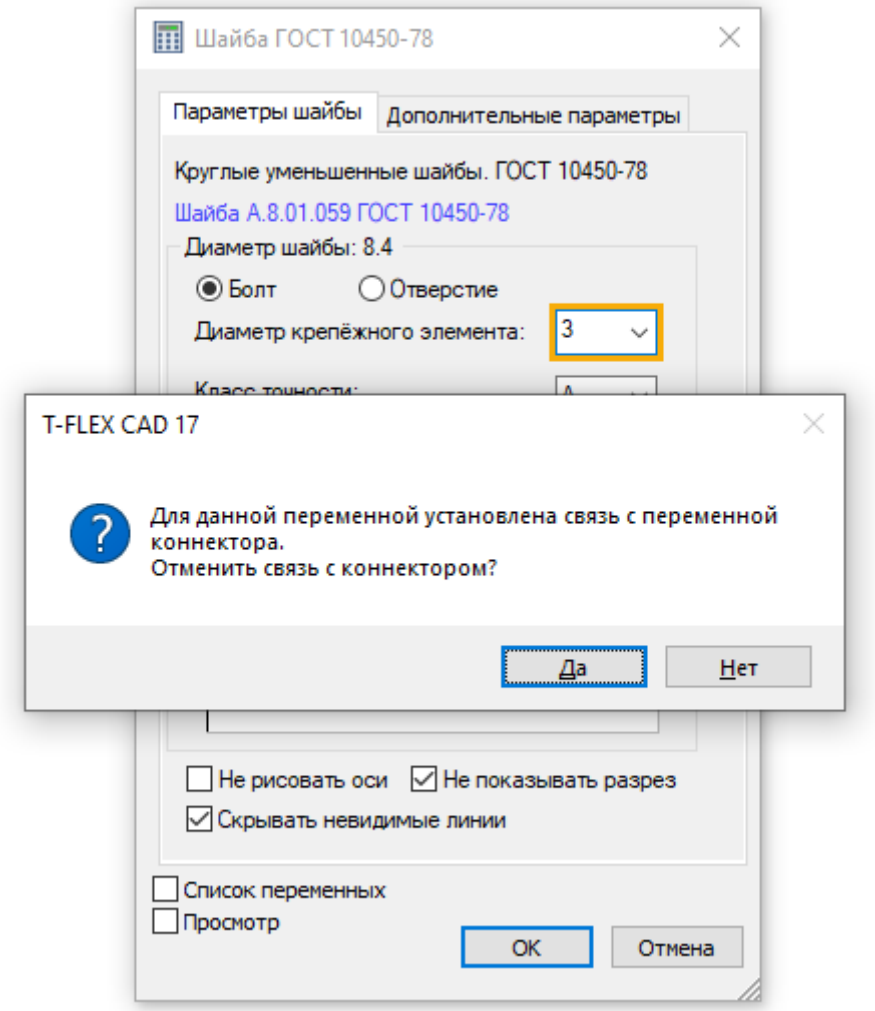
Разрыв связи с 3D коннектором

Связь с 3D коннектором сохраняется до тех пор, пока не будет разорвана. Это означает, что если изменяются значения исходного 3D фрагмента (диаметр болта), то значения подключённого 3D фрагмента (диаметр шайбы) также будут изменены.

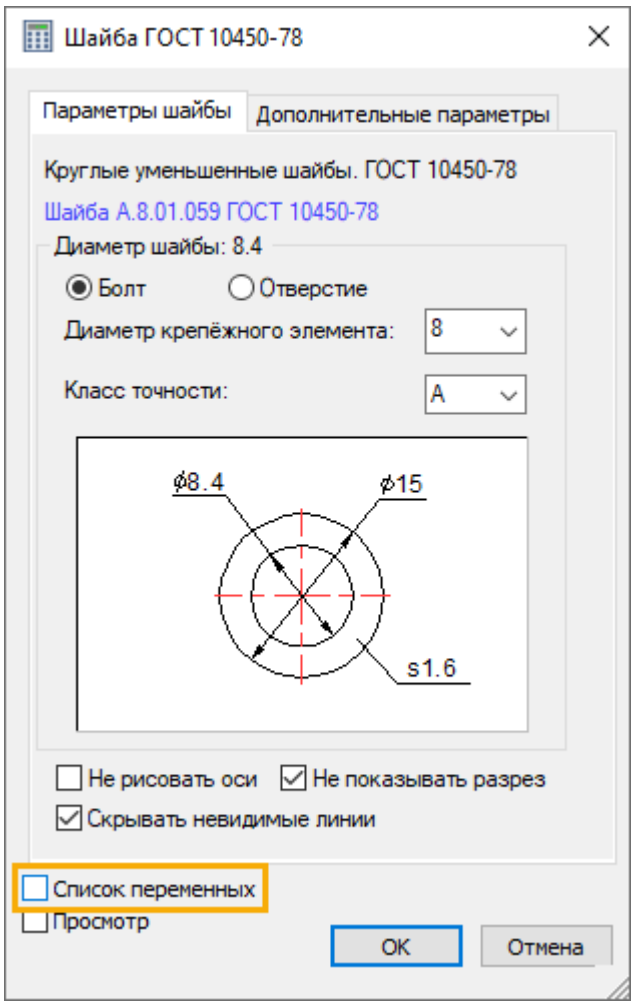
Информацию об актуальности связи можно посмотреть в диалоге переменных подключаемого 3D фрагмента. Диалог можно открыть с помощью вызова опции **Переменные** из контекстного меню дерева модели для подключаемого 3D фрагмента, либо в команде создания/редактирования 3D фрагмента (вкладка **Переменные**).

> Если для подключаемого фрагмента не создан диалог переменных, то будет открыт список переменных подключаемого 3D фрагмента, где также отображается связь с 3D коннектором (см. ниже).

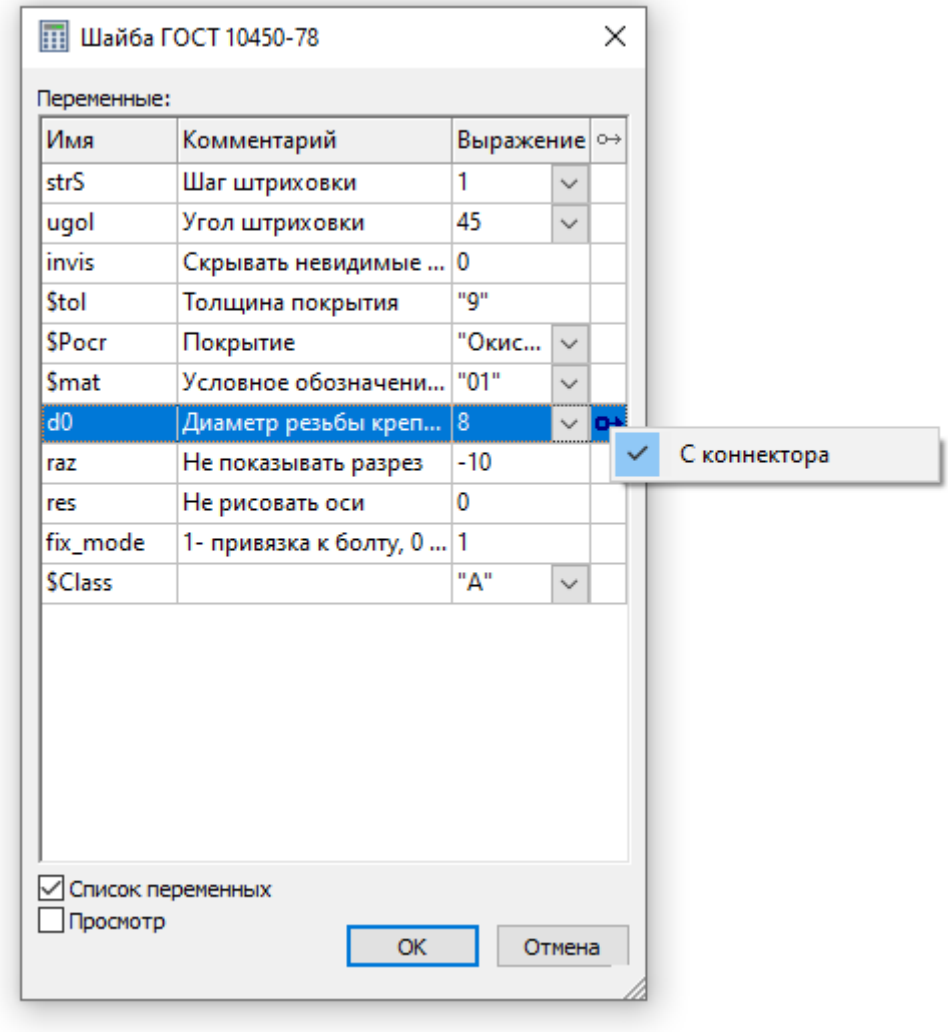
Чтобы разорвать связь с 3D коннектором, следует вручную изменить значение связанной внешней переменной подключаемого 3D фрагмента. В этом случае появляется окно с подтверждением разрыва связи.



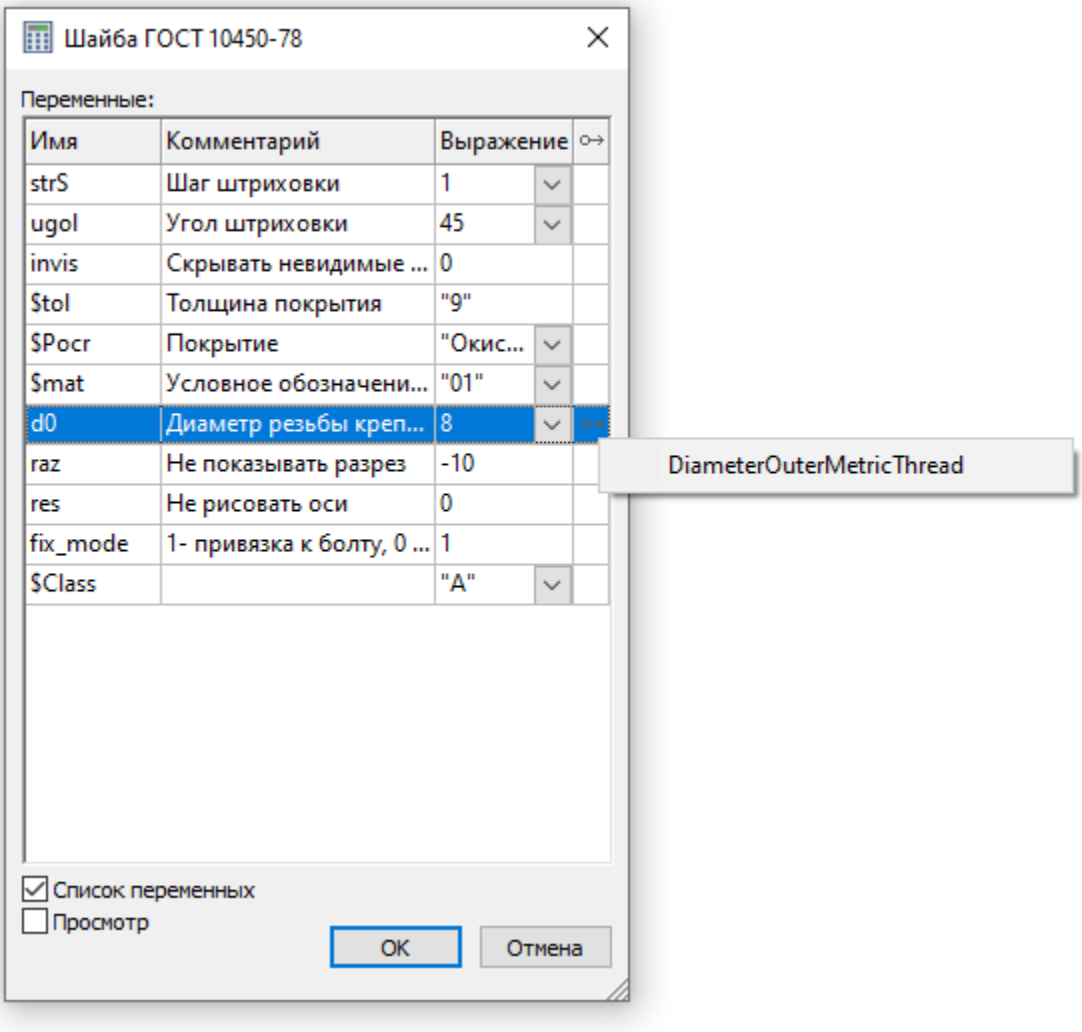
Также разорвать связь с 3D коннектором можно переключившись на список переменных (флажок **Список переменных**).



Связь с 3D коннектором отображается специальным символом . Для разрыва связи необходимо нажать на символ и отключить опцию **С коннектора**.



После нажатия, символ станет серым, и связь будет разорвана. Для восстановления связи нужно повторно нажать на символ 3D коннектора и выбрать требуемое именованное значение.

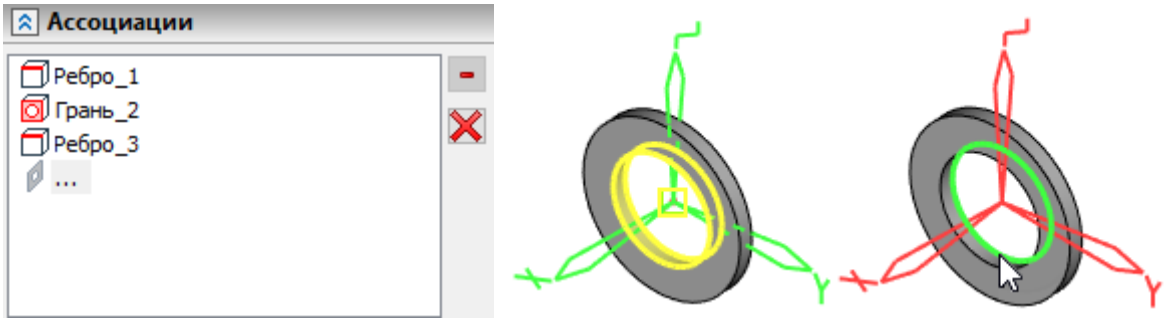


Задание ассоциированных элементов для 3D коннектора

Для задания ассоциированных с 3D коннектором элементов нужно использовать опцию:

<E> Выбрать ассоциированные элементы

После выбора опции система входит в режим для выбора элементов, которые будут активировать 3D коннектор при наведении на них курсора. Для присоединения элементов к 3D коннектору их нужно выбрать при помощи курсора в 3D окне. Выбранные элементы попадают в список ассоциированных элементов в окне параметров.



Доступен выбор 3D узлов, операций, граней, рёбер, циклов и вершин.

Правила вставки

Для 3D коннектора могут быть дополнительно определены так называемые «правила вставки». Это дополнительные преобразования перемещения или поворота относительно координатных осей 3D коннектора, которые система автоматически предложит выполнить пользователю при привязке фрагмента к данному 3D коннектору. Например, привязывая шайбу к 3D коннектору болта, на практике всегда требуется задать дополнительное перемещение шайбы вдоль оси болта. Поэтому при проектировании модели болта нужно задать в правилах вставки для его 3D коннектора необходимость перемещения вдоль оси X 3D коннектора.

Диалог параметров ЛСК

Параметры локальной системы координат задаются в окне диалога, вызываемом с помощью опции:

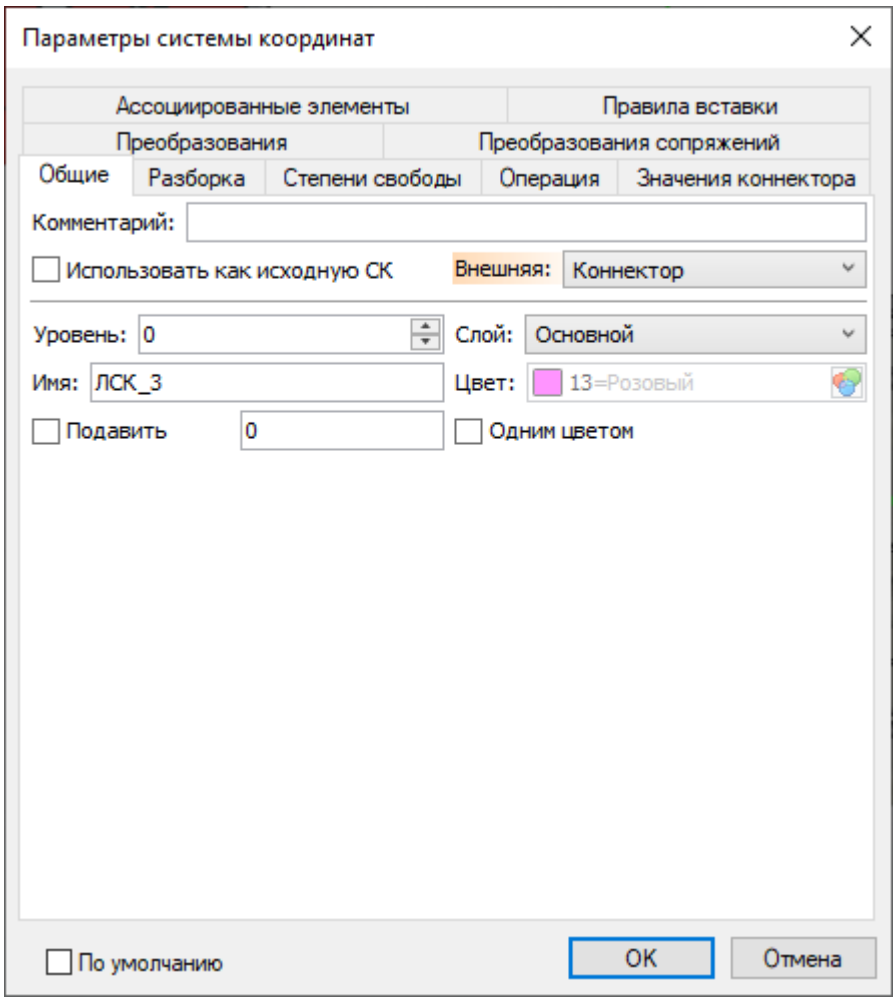
<P> Задать параметры

Часть параметров данного диалога являются общими для всех 3D элементов.

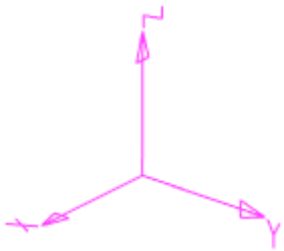
Другие параметры данного диалога дублируют уже описанные выше параметры окна параметров ЛСК. Поэтому ниже приведены описания только тех параметров ЛСК, которые ещё не были упомянуты.

На закладке **Общие** можно задать следующие параметры ЛСК:

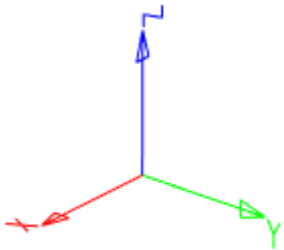
- **Комментарий**. Данный параметр позволяет задать текстовую строку – описание данной ЛСК. Комментарий облегчает выбор системы координат из списка используемых для привязки при нанесении 3D фрагмента.



- **Одним цветом**. Данный флажок отвечает за внешний вид ЛСК. Когда он снят, оси ЛСК рисуются разными цветами. Цвета осей (красный, зелёный, синий) совпадают с цветами осей глобальной системы координат. При установленном флажке ЛСК отображается одним цветом (параметр **Цвет**).



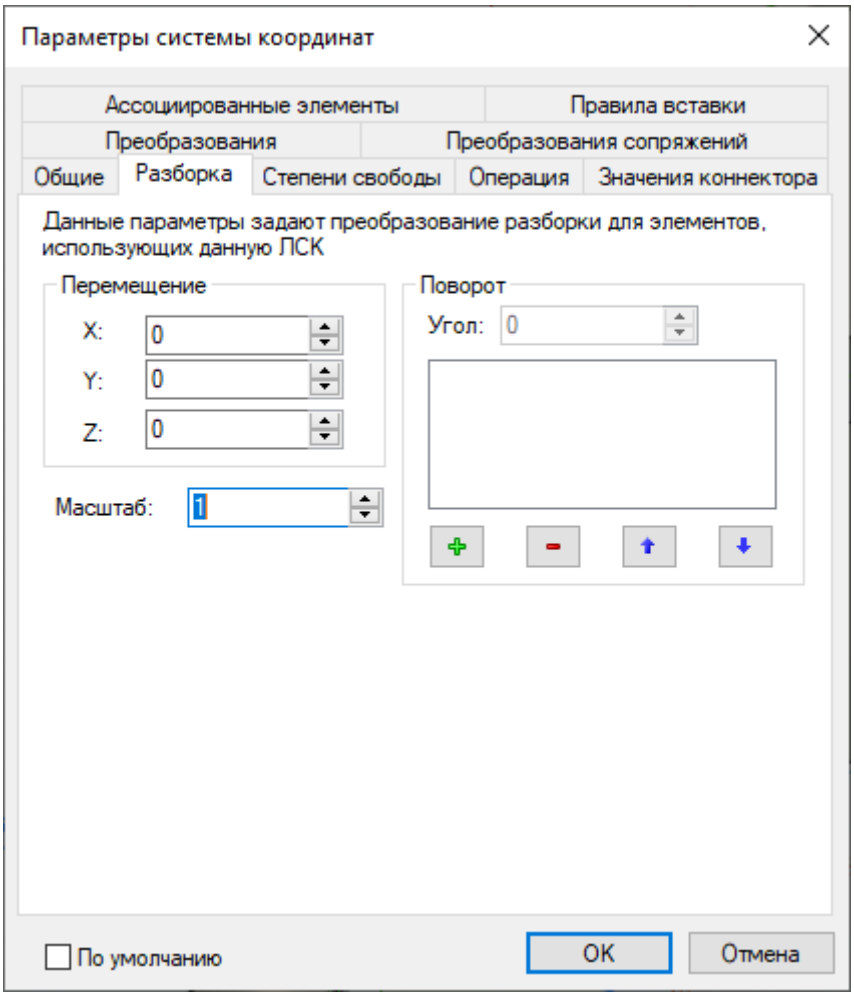
Отображение ЛСК одним цветом



Отображение ЛСК разными цветами

- **Использовать как исходную СК**. Позволяет использовать данную ЛСК как исходную СК фрагмента при вставке текущего документа в сборку.
- **Внешняя**. Регулирует видимость в сборке (см. ЛСК и работа со сборками).
- **Уровень**. Значение уровня видимости.
- **Слой**. Имя слоя, которому принадлежит система координат.
- **Цвет**. Цвет, которым ЛСК рисуется в 3D окне.
- Имя. По умолчанию генерируются следующие имена («ЛСК_1», «ЛСК_2» и т.д.).
- **По умолчанию**. Выбранная опция означает, что заданные общие параметры будут использованы для всех последующих операций.

На закладке **Разборка** можно указать преобразования, которые будут применяться к фрагментам, привязанныи по данной ЛСК в режиме разборки (команда Разборка - **Сервис** > **Разборка**).



Редактировать ЛСК

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<ЗЕО>	Правка > Построения > Система координат

Команда предназначена для редактирования трехмерной системы координат.
Доступные опции:

<Esc> Отменить выбор всех элементов

<A> Выбрать все элементы

<Z> Выбор элемента по имени

	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, <Ctrl>+<E>	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды

Вы выбрали один элемент для редактирования.
Элемент можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию). Перезадание элемента полностью совпадает с командой «Создание ЛСК».
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Отметим, что для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** (комбинация **<Ctrl>** отменяет выбор).

3D узел

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Построения > 3D узел Чертёж > 3D Модель > 3D узел Сборка > Построения > 3D узел Листовой металл (3D) > Построения > 3D узел Поверхности > Построения > 3D узел Сварка > Построения > 3D узел Коммуникации > Построения > 3D узел Примитив > Построения > 3D узел Рабочая плоскость > 3D Модель > 3D узел
Клавиатура	Текстовое меню
<3N>	Построения > 3D узел

3D узел – это элемент T-FLEX CAD, обозначающий точку в трёхмерном пространстве. Основное применение 3D узлы находят в качестве точек для привязки других трёхмерных объектов: дополнительных рабочих плоскостей, профилей, локальных систем координат и т.д. С помощью 3D узлов можно задавать объекты, необходимые для выполнения операций, например, вектор выталкивания, ось вращения.
Размер 3D узлов при отображении их в 3D сцене устанавливается в команде **Задать параметры документа > 3D > Вид > Размер > 3D узел.**
Данная команда предполагает следующие способы создания 3D узлов:

<A> [В абсолютных координатах]

<P> [На пути]

<S> [На поверхности]

<M> [В центре масс]

<R> [По наименьшему расстоянию между элементами]

<Q> [На пересечении элементов]

<K> [На пересечении трёх плоскостей]

<O> [По граням и смещениям]

<J> [По двум проекциям]

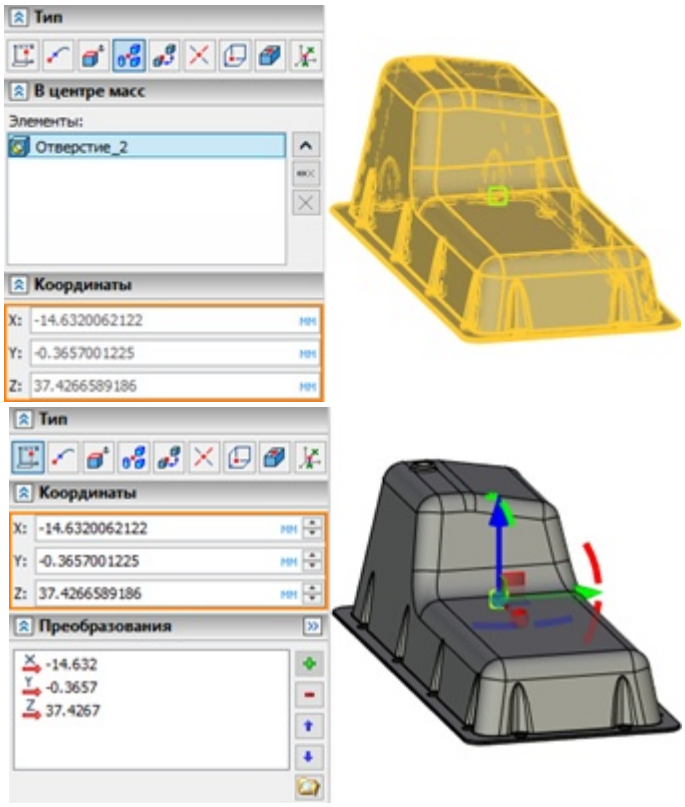
В общем случае процесс создания 3D узла любым вышеупомянутым способом включает в себя следующие шаги:

- Выбор способа создания 3D узла. Каждому способу соответствует отдельная опция в автоменю либо на закладке **Тип** в окне параметров команды.
- Указание исходных объектов и задание требуемых параметров.
- Подтверждение операции создания с помощью в автоменю или в окне параметров команды. Также подтверждение команды осуществляется двойным кликом в свободном месте 3D сцены.

Если сразу после запуска команды выбрать тот или иной объект модели, то система автоматически подберёт способ создания 3D узла в соответствии со следующими правилами:

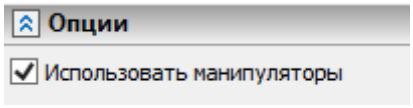
- При выборе 2D узлов активируется способ **По двум проекциям**;
- При выборе 3D узлов, вершин, ЛСК – способ **В координатах**;
- При выборе рёбер, 3D путей, 3D профилей – способ **На пути**;
- При выборе граней, рабочих плоскостей, поверхностей – способ **На поверхности**;
- При выборе твёрдых тел – способ **В центре масс**.

Переход от любого способа создания 3D узла к способу **В координатах** позволяет пересчитать создаваемый 3D узел в абсолютные координаты.



Манипуляторы 3D узлов

При создании и изменении 3D узлов в окне параметров на вкладке **Опции** доступен флаг **Использовать манипуляторы**. По умолчанию флаг установлен, и в 3D сцене отображаются манипуляторы, позволяющие задать положение узла. При снятом флаге манипуляторы не отображаются. Вид манипуляторов и задаваемые ими параметры зависят от типа создаваемого узла. Для ряда типов узлов манипуляторы недоступны. Описание работы с манипуляторами приведено в разделах с описаниями отдельных типов узлов.



Основные темы в этом разделе:

- 3D узел в координатах
- 3D узел на пути
- 3D узел на поверхности
- 3D узел в центре масс
- 3D узел по наименьшему расстоянию
- 3D узел на пересечении элементов
- 3D узел на пересечении трёх плоскостей
- 3D узел по граням и смещениям
- 3D узел по двум проекциям
- Создание 3D узлов без вызова команд
- Диалог параметров 3D узла
- Редактировать 3D узла

3D узел в координатах

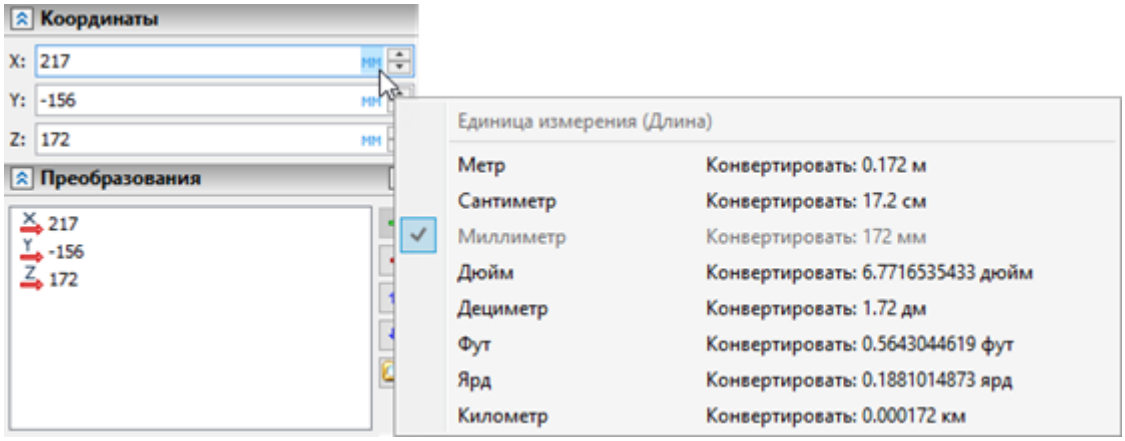
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > 3D узел > 3D узел в координатах
Клавиатура	Текстовое меню
<3KNC>	
Автоменю команды **<3N>** 3D узел	
<A>	В абсолютных координатах

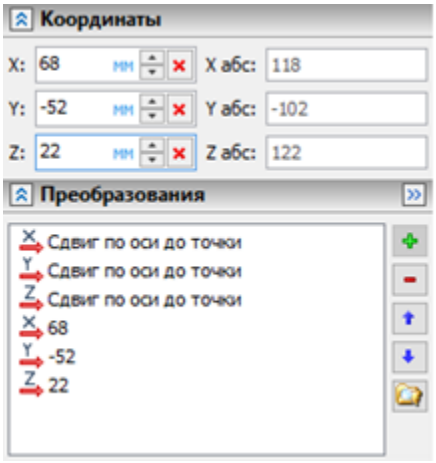
Команда позволяет создать 3D узел путём задания абсолютных либо относительных координат.

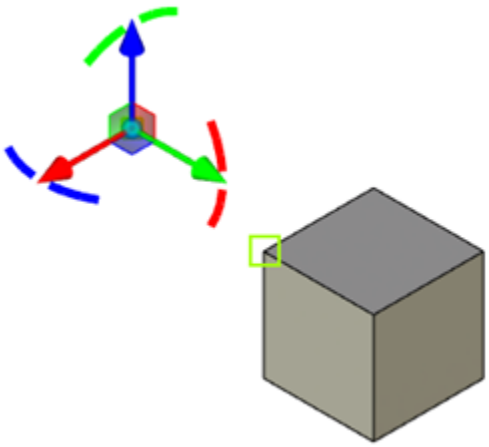
Абсолютные координаты отсчитываются от постоянного нуля глобальной системы координат; относительные координаты отсчитываются от заданной геометрической точки. Направление осей координат в обоих случаях определяется ориентацией манипулятора.

По умолчанию после вызова команды на вкладке **Координаты** окна параметров отображаются поля ввода значений абсолютных координат **X, Y, Z**.



При этом на панели фильтров доступны активны фильтры различных геометрических типов. При выборе точки команда переключается в режим задания относительных координат. Поля **X, Y, Z** на вкладке **Координаты** окна параметров теперь предназначаются для ввода координат относительно выбранной точки, а справа от них появляются недоступные для редактирования поля **X абс, Y абс, Z абс**, отображающие абсолютные координаты узла. В правой части полей **X, Y, Z** появляются кнопки , позволяющие переключить отдельное поле обратно в режим задания абсолютных координат.





Независимо от того, какие координаты используются (абсолютные или относительные), в окне параметров помимо вкладки **Координаты** отображается вкладка **Преобразования**, аналогичная отображаемой в команде **Преобразования 3D элементов**, а в 3D сцене отображаются манипуляторы ЛСК преобразований. После ввода значений на вкладке **Координаты**, на вкладку **Преобразования** автоматически добавляются преобразования, соответствующие введенным значениям. Кроме того, для задания положения узла можно добавлять и редактировать преобразования вручную с помощью расположенных на данной вкладке элементов управления, а также с помощью манипуляторов. В целом, работа с преобразованиями осуществляется аналогично описанному для команды **Преобразования 3D элементов**. Разница состоит лишь в отсутствии характерных для этой команды опций автоменю, из-за чего некоторые виды преобразований недоступны (**Циклическая смена осей,** **Перемещение вдоль оси,** **Поворот вокруг оси,** **Плоскость симметрии**). Выбор точек и систем координат для создания преобразований **Сдвиг по оси до точки** и **Система координат** при этом возможен без использования автоменю.

> Помните, что выбор объектов, отличных от точек и СК, запускает команды создания других типов 3D узлов.

3D узел на пути

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > 3D узел > 3D узел на пути
Клавиатура	Текстовое меню
<3KNP>	
Автоменю команды **<3N>** 3D узел	
<P>	На пути

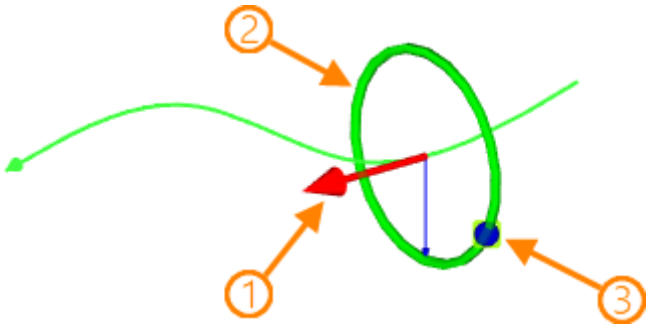
Данный способ предполагает создание 3D узла на элементах проволочной геометрии. К таким элементам относятся рёбра, 3D профили, 3D пути и трассы.

После вызова команды на панели фильтров становится доступным фильтр выбора элементов проволочной геометрии . Выберите в 3D сцене и в дереве модели элемент, на котором хотите построить узел. Выбранный элемент может быть как незамкнутым, так и замкнутым.

После выбора исходного элемента на закладке **Координаты** окна параметров появляются поля ввода значений координат, а в 3D окне - манипуляторы для их изменения.
Положение узла задаётся следующими цилиндрическими координатами:

- **U** – координата узла или его нормальной проекции на исходном элементе относительно точки отсчёта;
  в зависимости от выбранного **Типа координат** измеряется либо в абсолютных единицах длины, либо в долях длины исходного элемента;
- **V** – угол поворот узла вокруг исходного объекта по окружности, центр которой задан координатой **U**, а радиус - координатой **R**;
- **R** (радиус) – смещение узла по нормали от исходного элемента в точке, определяемой координатой **U**, по направлению, определяемому координатой **V**.

По умолчанию узел создаётся непосредственно на исходном элементе без смещения по нормали, т.е. **R = 0**, а начальное значение координаты **U** соответствует положению курсора в момент выбора исходного элемента.



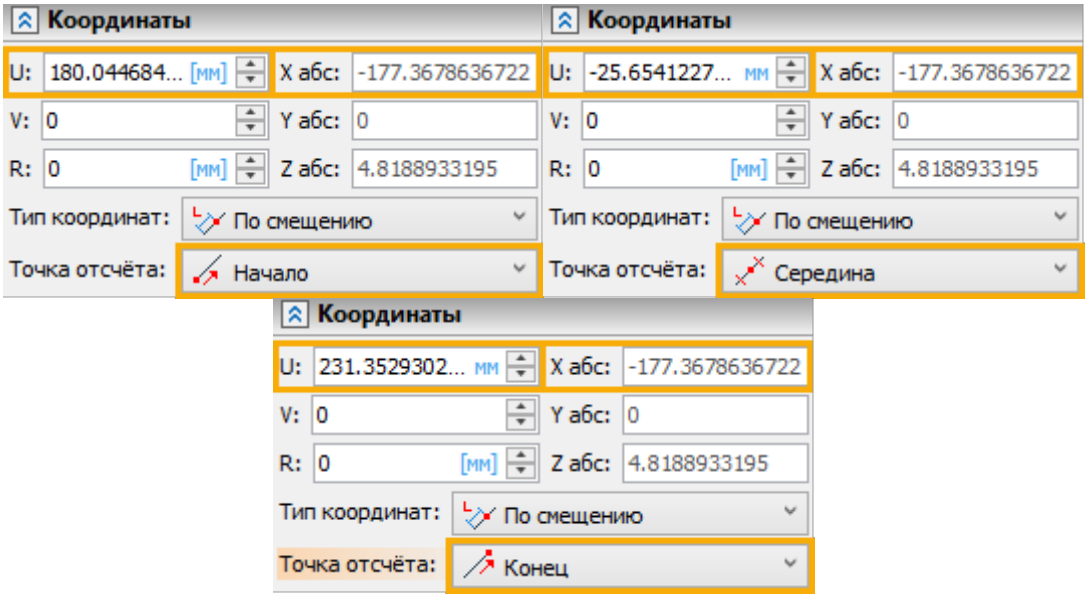
1 – манипулятор координаты **U**;
2 – манипулятор радиуса **R**;
3 – манипулятор угла поворота **V**

Для изменения координат с помощью манипуляторов наведите курсор мыши на манипулятор желаемой координаты и нажмите . Манипулятор и положение узла в соответствующем направлении начнут следовать за курсором. Установите желаемое положение узла и снова нажмите для подтверждения изменений.

В выпадающем списке **Тип координат** в окне параметров можно выбрать одну из следующих опций:

По смещению
Координата **U** имеет размерность длины.

Параметрический
Координата **U** измеряется в долях длины исходного элемента от 0 до 1.

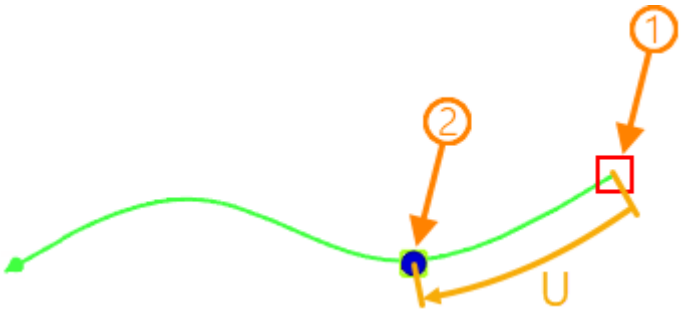


Одно и то же положение узла, заданное с использованием разных точек отсчёта

В выпадающем списке **Точка отсчёта** можно выбрать начало отсчёта координаты **U**:

Начало

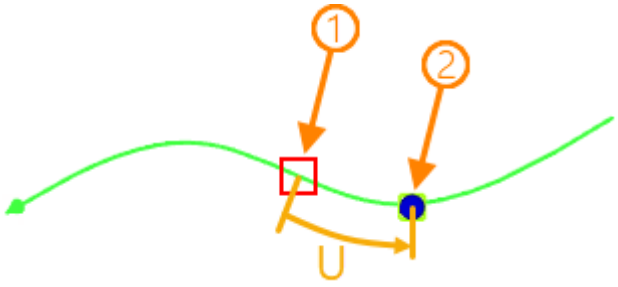
Координата **U** отсчитывается от начальной точки исходного элемента.



1 – точка отсчёта; 2 – создаваемый 3D узел

Середина

Координата **U** отсчитывается от средней точки исходного элемента.



1 – точка отсчёта; 2 – создаваемый 3D узел

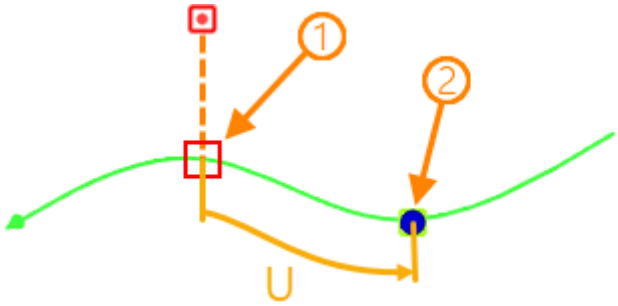
Конец

Координата **U** отсчитывается от конечной точки исходного элемента.

1 – точка отсчёта; 2 – создаваемый 3D узел

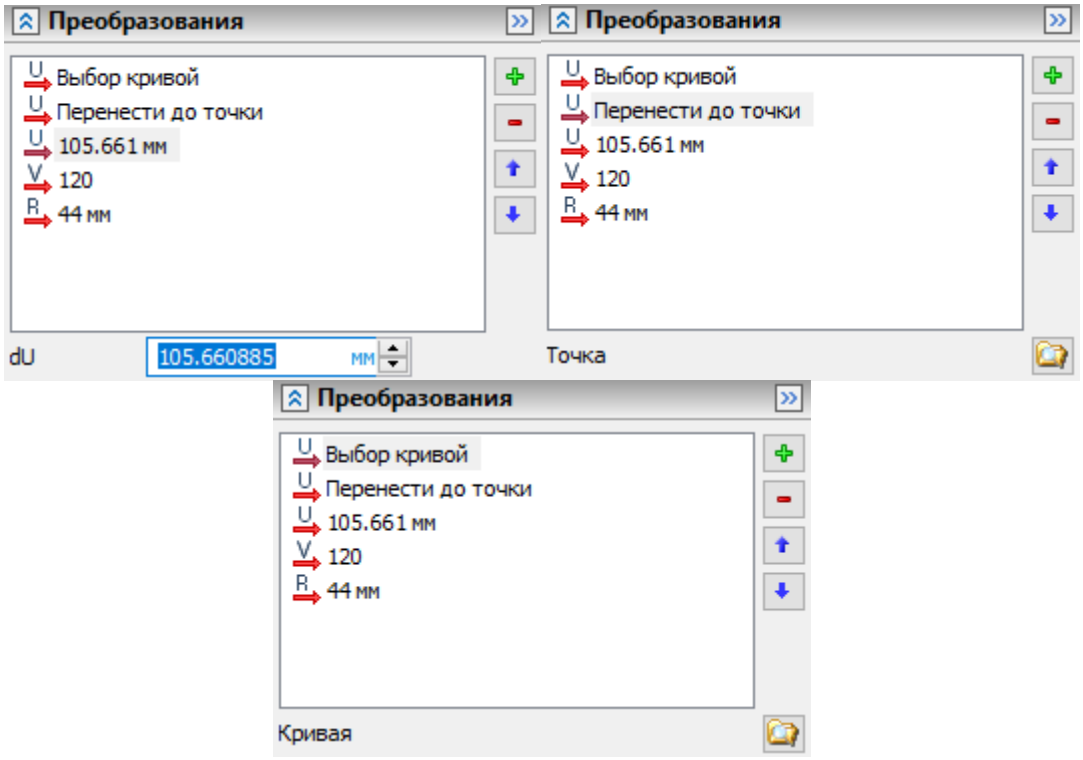
Кроме того, можно выбрать произвольную точку отсчёта координаты **U.** После выбора исходного элемента на панели фильтров становится доступным фильтр выбора точек в дополнение к изначально активному фильтру выбора проволочных элементов . В результате можно выбрать в 3D сцене или дереве модели либо новый исходный элемент вместо уже выбранного, либо произвольную точку. При выборе точки, лежащей на исходном элементе, она становится точкой отсчёта координаты **U**; при выборе точки, не лежащей на исходном элементе, точкой отсчёта становится её нормальная проекция на исходный элемент.

Также для выбора произвольной точки отсчёта, можно нажать на манипуляторе координаты **U** и в появившемся контекстном меню выбрать опцию **Положение в ближайшей точке**. После выбора данной опции на панели фильтров остаётся доступным только фильтр выбора точек .



1 – точка отсчёта; 2 – создаваемый 3D узел

Изменения положения 3D узла отображаются в окне параметров на вкладке **Преобразования**. Работа с данной вкладкой осуществляется аналогично описанному для команды **Преобразования 3D элементов.**



При изменении положения точки отсчёта положение 3D узла в пространстве сохраняется, а значение координаты U пересчитывается в соответствии с новой точкой отсчёта.

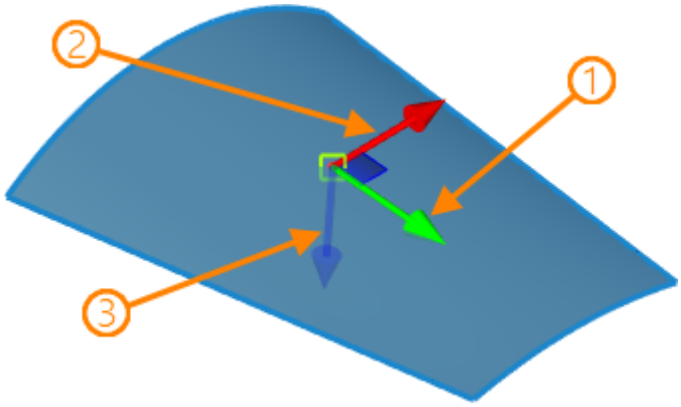
Если в выпадающем списке **Точка отсчёта** выбрана опция **Начало** или **Середина,** то положительным направлением отсчёта координаты **U** считается направление от начальной точки исходного элемента к конечной. Если выбрана опция **Конец**, то положительным направлением считается направление от конечной точки к начальной. Данное правило справедливо в том числе и при выборе произвольной точки отсчёта: в таком случае значение в выпадающем списке **Точка отсчёта** не определяет положение точки отсчёта, но всё ещё определяет направление.

3D узел на поверхности

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > 3D узел > 3D узел на поверхности
Клавиатура	Текстовое меню
<3KNS>	
Автоменю команды **<3N>** 3D узел	
<S>	На поверхности

Данный способ позволяет создать 3D узел на различных поверхностях: замкнутых и незамкнутых гранях твёрдых и листовых тел, 3D профилях, рабочих плоскостях и поверхностях. Положение 3D узла на поверхности определяется координатами U, V. При этом результирующий 3D узел может как принадлежать исходной поверхности, так и находится на некотором удалении от неё. Смещение узла от исходной поверхности задаётся координатой N. Управление координатами также допускается осуществлять при помощи манипуляторов в 3D сцене.



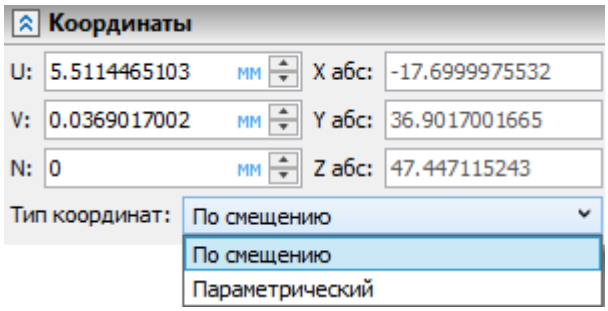
1 – манипулятор изменения координаты V; 2 – манипулятор изменения координаты U;
3 – манипулятор изменения координаты N

Система предполагает два типа значений координат:

- **По смещению**. При данном типе значение имеет размерность длины;
- **Параметрический**. При данном типе значение имеет безразмерный вид (доля от длины) от 0 до 1.

После выбора данного способа создания 3D узла необходимо указать исходную поверхность в 3D сцене (с помощью) либо в дереве модели.

После выбора исходной поверхности на закладке **Координаты** окна параметров активируются поля ввода значений координат, а также параметр **Тип координат**.

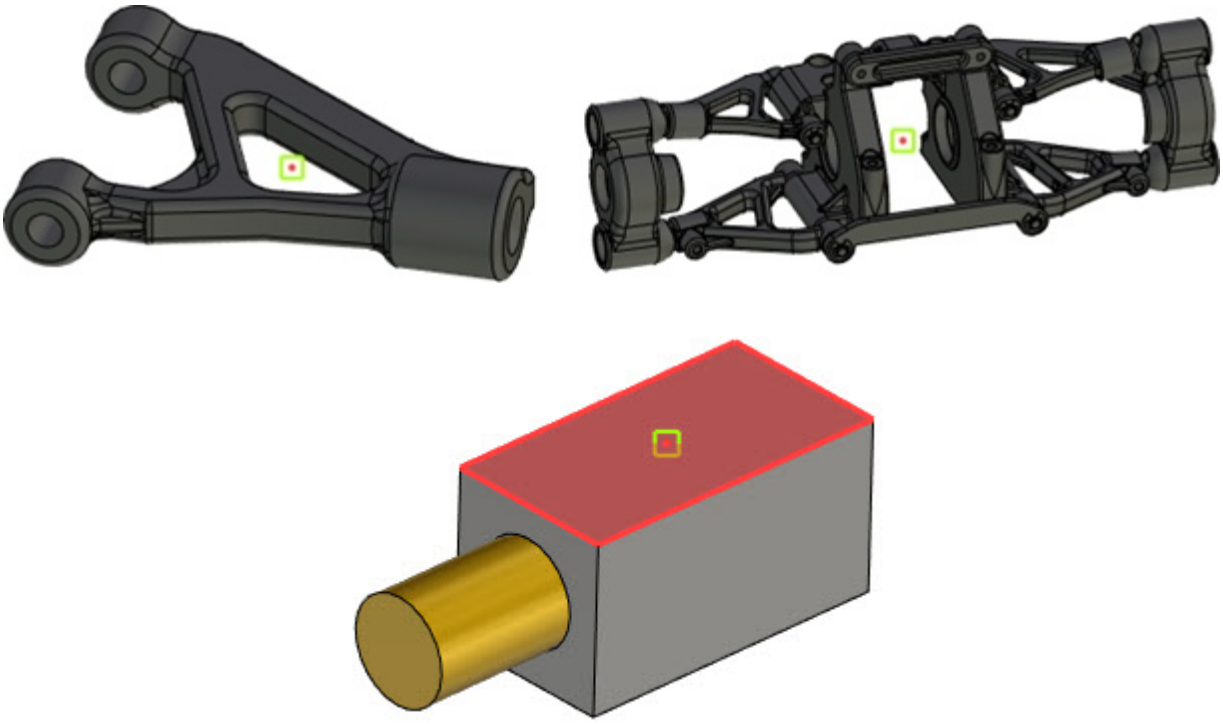


3D узел в центре масс

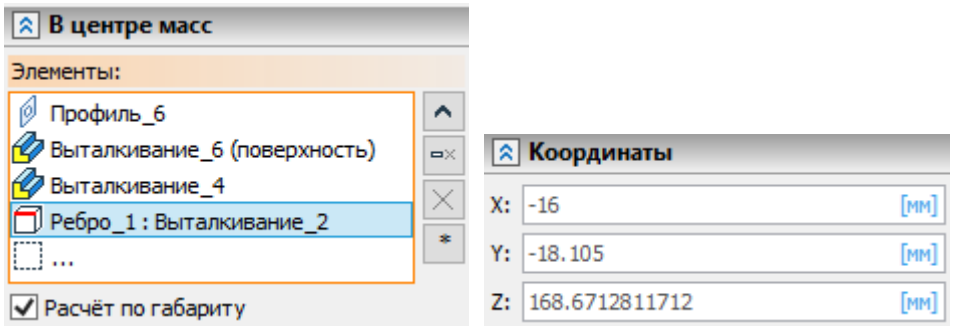
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > 3D узел > 3D узел в центре масс
Клавиатура	Текстовое меню
<3KNM>	
Автоменю команды **<3N>** 3D узел	
<M>	В центре масс

Данный способ предполагает создание 3D узла в центре масс выбранных элементов (3D профили, операции, грани, рёбра, циклы, 3D пути, рабочие поверхности). При определении массы твёрдых тел учитываются характеристики их материалов.



После активации данного способа создания 3D узла необходимо исходные элементы, в центре масс которых вы хотите создать узел. Выбор осуществляется в 3D сцене (с помощью) либо в дереве модели. Для выбора доступны твёрдые тела, поверхности, элементы проволочной геометрии.
Все выбранные объекты отображаются в виде списка в разделе **В центре масс** окна параметров. Управление списком осуществляется при помощи кнопок **Развернуть**, **Свернуть**, **Удалить элемент из списка**, **Очистить**, **Выбрать все операции**. Текущие абсолютные координаты создаваемого 3D узла (в глобальной системе координат) отображаются в разделе **Координаты** окна параметров.



Доступны два метода расчета координат узла:

- **По геометрическим центрам сечений**
  Данный метод используется по умолчанию. При его использовании невозможен расчет центра для одновременно выбранных элементов разного типа (твёрдое тело, поверхность, проволочная геометрия). При наличии твёрдых тел в числе выбранных элементы других типов игнорируются. Если выбраны поверхности и элементы проволочной геометрии, последние игнорируются.

Замкнутые 3D профили считаются поверхностями, незамкнутые - проволочной геометрией.

- **По центру ограничивающего параллелепипеда**
  Для использования данного метода необходимо установить флаг **Расчёт по габариту** в

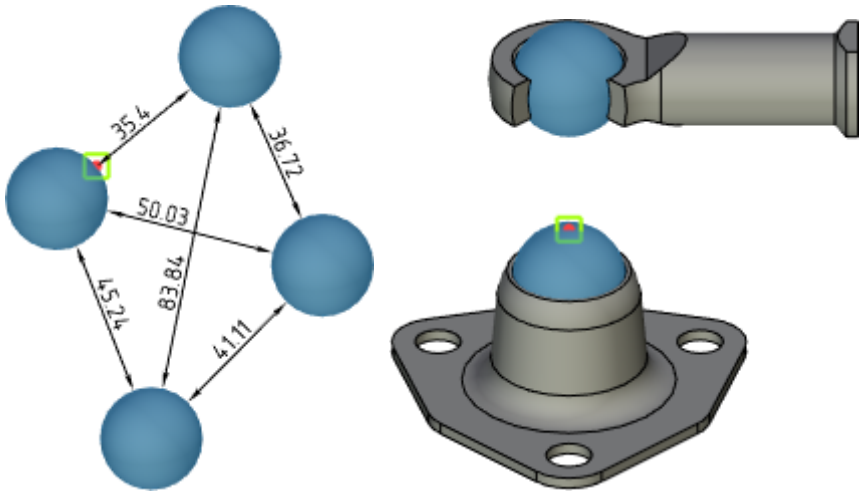
нижней части раздела **В центре масс** окна параметров команды. при использовании данного метода тип выбранных элементов не имеет значения.

3D узел по наименьшему расстоянию

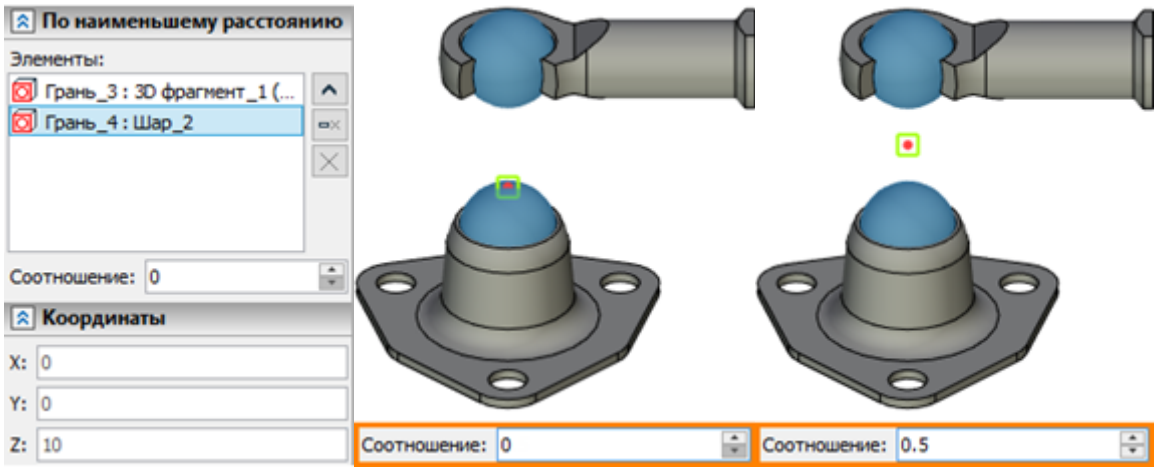
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > 3D узел > 3D узел по наименьшему расстоянию
Клавиатура	Текстовое меню
<3KNR>	
Автоменю команды **<3N>** 3D узел	
<R>	По наименьшему расстоянию между элементами

Данный способ предполагает создание 3D узла следующим образом. Система анализирует набор выбранных элементов с целью найти среди них пару с минимальной дистанцией и на этой дистанции строит 3D узел. По умолчанию созданный 3D узел лежит на одном из элементов найденной пары. При необходимости его можно перенести в направлении второго объекта пары, задав значение смещения в безразмерном виде (в долях длины) от 0 до 1.



После активации данного способа создания 3D узла необходимо выбрать исходный набор элементов. Выбор осуществляется в 3D сцене (с помощью) либо в дереве модели.
Все выбранные элементы отображаются в виде списка на закладке **По наименьшему расстоянию** окна параметров. Смещение 3D узла от первого элемента пары задаётся параметром **Соотношение**.



Текущие абсолютные координаты создаваемого 3D узла (в глобальной системе координат) отображаются на закладке **Координаты** окна параметров.

3D узел на пересечении элементов

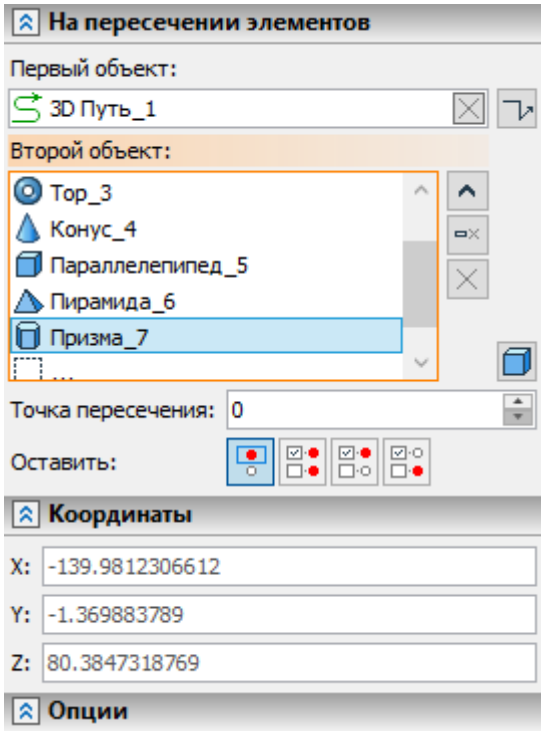
Вызов команды:

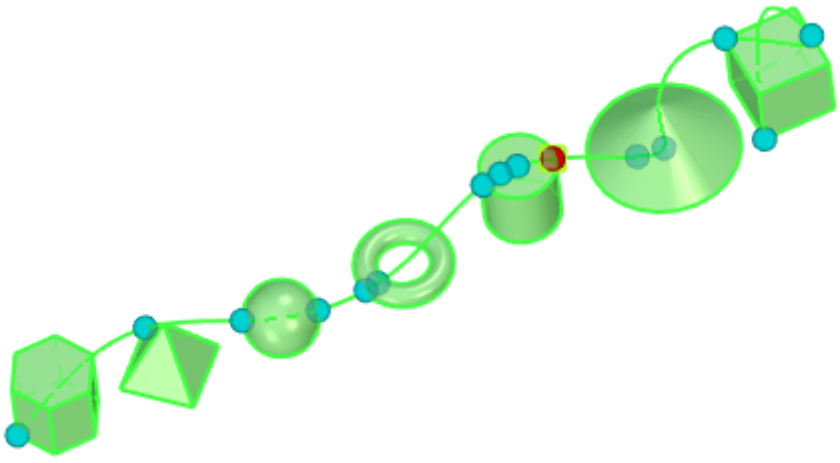
Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > 3D узел > 3D узел на пересечении элементов
Клавиатура	Текстовое меню
<3KNI>	
Автоменю команды <3N> 3D узел	
<Q>	На пересечении элементов

Команда позволяет построить 3D узлы на пересечениях одного 3D элемента с набором других 3D элементов. Выбор осуществляется с помощью в 3D сцене, либо в дереве модели. Первый выбранный элемент отображается в поле **Первый объект** на вкладке **На пересечении элементов** в окне параметров. Выбор можно **Очистить** с помощью кнопки, расположенной в правой части поля. Список остальных выбранных элементов отображается в поле **Второй объект** на той же вкладке. Управление списком осуществляется при помощи следующих кнопок: **Развернуть**, **Свернуть**, **Удалить элемент из списка**, **Очистить**.
Рядом с полями исходных объектов отображается иконка, обозначающая геометрический тип выбранного объекта. Допустимость выбора тех или иных 3D элементов определяется возможностью получения пересечения между ними в виде точки. В связи с этим, для исключения ситуаций, когда пересечение заданных элементов не является точкой, в качестве первого элемента допускается выбирать только объекты геометрических типов **Ось** и **Проволочное тело**, а в качестве второго элемента – **Ось**, **Проволочное тело**, **Геометрическая поверхность**, **Поверхность**, **Тело**. При выборе вторых объектов можно одновременно выбирать только элементы одного и того же геометрического типа.

Если при выборе элементов образуется несколько пересечений, то по умолчанию выбирается точка, ближайшая к месту нажатия при первом выборе второго объекта.

По умолчанию на вкладке **Опции** в окне параметров установлен флаг **Использовать манипуляторы**. В результате, точки пересечения обозначаются манипуляторами в виде шариков в 3D окне. Манипулятор точки, выбранной в данный момент, отображается ярко-красным цветом, манипуляторы невыбранных точек - светло-бирюзовым. Для выбора другой точки наведите курсор на её манипулятор и нажмите . Кроме того, можно переключаться между точками, изменяя значение в поле **Точка пересечения**, расположенном под списком вторых объектов. Оно определяет порядковый номер выбранной точки. Значение в данном поле можно задать переменной. Точки нумеруются в зависимости от порядка выбора вторых объектов и близости к месту нажатия при выборе второго объекта, формирующего данную точку.
Координаты выбранной точки пересечения отображаются в окне параметров на вкладке **Координаты**.





При наличии нескольких точек пересечения количество и положение создаваемых узлов зависят от параметра **Оставить**, расположенного в нижней части вкладки **На пересечении элементов** в окне параметров. Для данного параметра доступны следующие опции:

Текущий (по умолчанию)
Узел создаётся только в выбранной точке пересечения.

Все

Узлы создаются во всех точках пересечения.

Выбранные

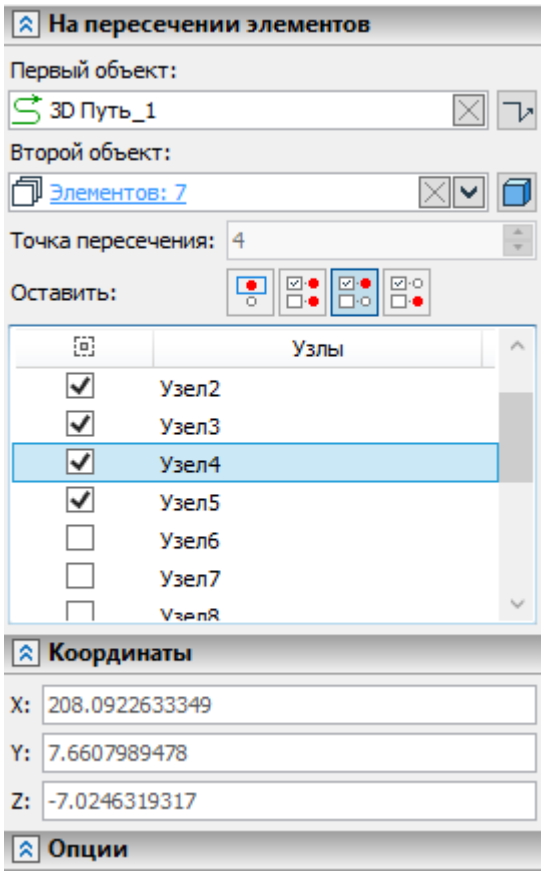
При выборе данной опции в нижней части вкладки **На пересечении элементов** в окне параметров отображается список узлов (точек пересечения). Узлы будут созданы только в тех точках, для которых установлены флаги в списке.

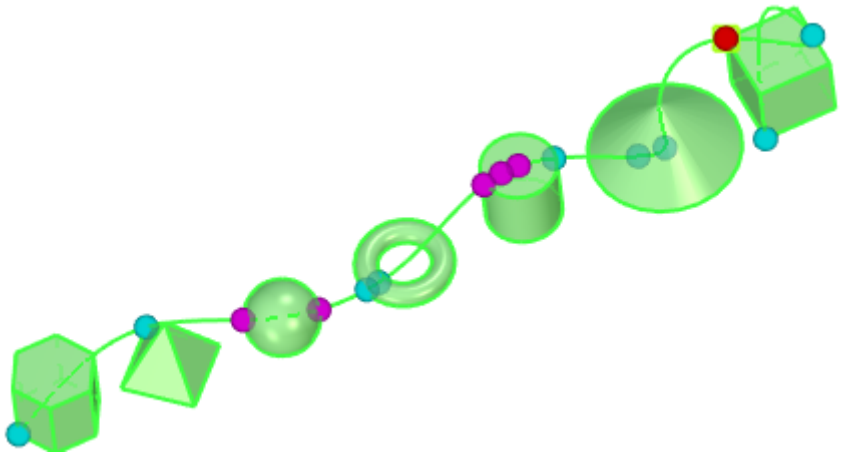
Все, кроме выбранных

При выборе данной опции в нижней части вкладки **На пересечении элементов** в окне параметров отображается список узлов (точек пересечения). Узлы будут созданы только в тех точках, для которых не установлены флаги в списке.

Имена узлов в списке точек пересечения отражают порядковые номера пересечений и не соответствуют именам узлов, создаваемых в результате операции.

Устанавливать и снимать флаги точек можно как в окне параметров, так и в 3D окне. Нажатие на манипуляторе точки в 3D окне переключает состояние её флага в списке. Манипуляторы точек, флаги которых установлены, отображаются розовым цветом. При отключенных манипуляторах выбор и индикация точек в 3D окне невозможны; показывается только предварительное изображение точки, выбранной в данный момент.



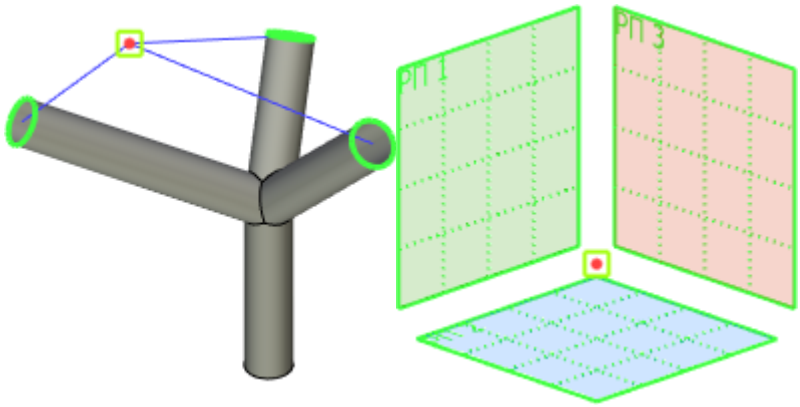


3D узел на пересечении трёх плоскостей

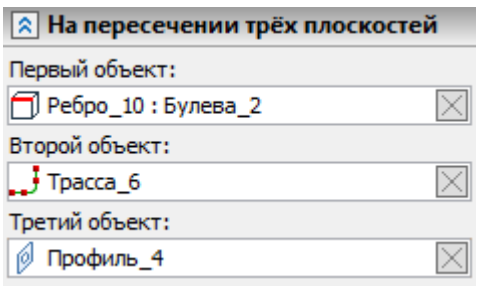
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > 3D узел > 3D узел на пересечении трёх плоскостей
Клавиатура	Текстовое меню
<3KNT>	
Автоменю команды **<3N>** 3D узел	
<K>	На пересечении трёх плоскостей

Данный способ позволяет построить 3D узел в точке пересечения трёх плоскостей. Система позволяет выбрать любой 3D объект, способный определить плоскость в пространстве – плоское ребро, плоский 3D путь, грань, цикл, рабочая плоскость, ЛСК и т.п. При выборе 3D объектов следует обращать внимание на состояние фильтров выбора элементов.



После активации данного способа необходимо выбрать исходный набор элементов. Выбор осуществляется в 3D сцене (с помощью) либо в дереве модели.
Выбранные объекты отображаются в соответствующих полях на закладке **На пересечении трёх плоскостей** в окне параметров. Отмена выбранного объекта и повторный выбор осуществляется при помощи кнопки **Очистить** . Текущие абсолютные координаты создаваемого 3D узла (в глобальной системе координат) отображаются на закладке **Координаты** окна параметров.



3D узел по граням и смещениям

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > 3D узел > 3D узел по граням и смещениям

Клавиатура	Текстовое меню
<3KNO>	
Автоменю команды **<3N>** 3D узел	
<O>	По граням и смещениям

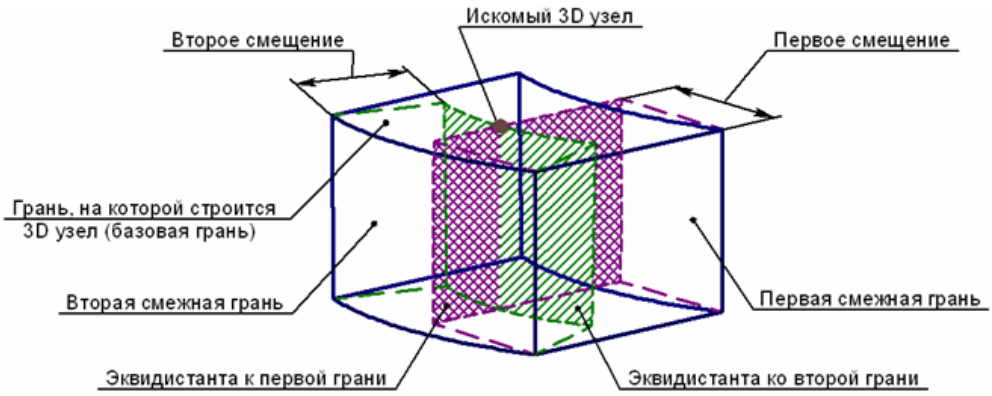
Данный способ создания 3D узла является частным случаем создания 3D узла на поверхности. В этом случае требуемое положение узла на базовой поверхности задаётся с помощью двух дополнительных граней того же тела, смежных (имеющих общее ребро) с базовой, и смещений для них. При создании узла для дополнительных граней строятся эквидистанты с заданными смещениями. Узел определяется как точка пересечения базовой грани с эквидистантами.

Все три грани могут иметь подложенную поверхность любой формы (плоскость, тор, сфера, конус, сплайн-поверхность). Дополнительные грани можно выбирать, указывая вместо них рёбра, соединяющие их с базовой гранью.

Построение 3D узла в этом режиме выполняется следующим образом:

- строятся эквидистанты для дополнительных граней. Смещения эквидистант определяются значениями, заданными для этих граней. При положительном смещении эквидистанта строится внутрь тела, при отрицательном – наружу.
- находится пересечение базовой грани и эквидистант к дополнительным граням. Полученное пересечение и будет являться точкой создания 3D узла.

В простых случаях может быть построено продолжение поверхностей граней (базовой и эквидистант) за их границами. Для плоскости и конуса это продолжение бесконечно, а для тора или сферы – замкнуто. Это позволяет, например, строить узел за границами базовой грани, но лежащий на её поверхности (при отрицательном смещении эквидистант). Или строить 3D узел в ситуациях, когда эквидистанты дополнительных боковых граней не пересекаются с базовой гранью.



После активации данного способа необходимо выбрать исходную поверхность, на которой будет лежать 3D узел, а также дополнительные грани. Вместо дополнительных граней допускается выбирать определяющие их рёбра исходной поверхности. Выбор осуществляется в 3D сцене (с помощью) либо в дереве модели.

Выбранные объекты отображаются в соответствующих полях на закладке **По граням и смещениям** в окне параметров. Отмена выбранного объекта и повторный выбор осуществляется при помощи кнопки **Очистить** . Поля ввода значений **X** и **Y** предназначены для задания смещений эквидистант к боковым граням, определяющих положение создаваемого 3D узла. При установке дополнительного флажка **Обратить** направление отсчёта смещений эквидистант меняется:

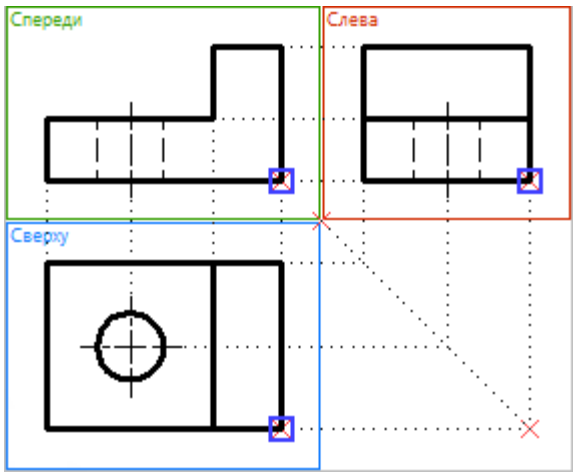
положение узла на базовой поверхности будет соответствовать отрицательным значениям смещений. При снятом флажке положительные смещения откладываются внутрь тела, т.е. узел создаётся на поверхности.

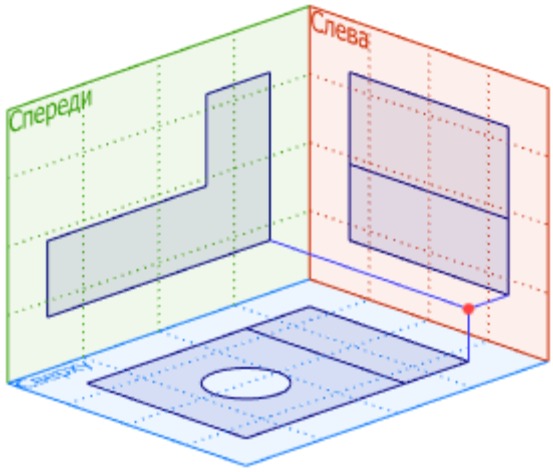
3D узел по двум проекциям

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > 3D узел > 3D узел по двум проекциям
Клавиатура	Текстовое меню
<3KNJ>	
Автоменю команды **<3N>** 3D узел	
<J>	По двум проекциям

Данный способ предполагает создание 3D узла на основе его 2D проекций – 2D узлов, лежащих на рабочих плоскостях (поверхностях).





Система предполагает два варианта создания 3D узла:

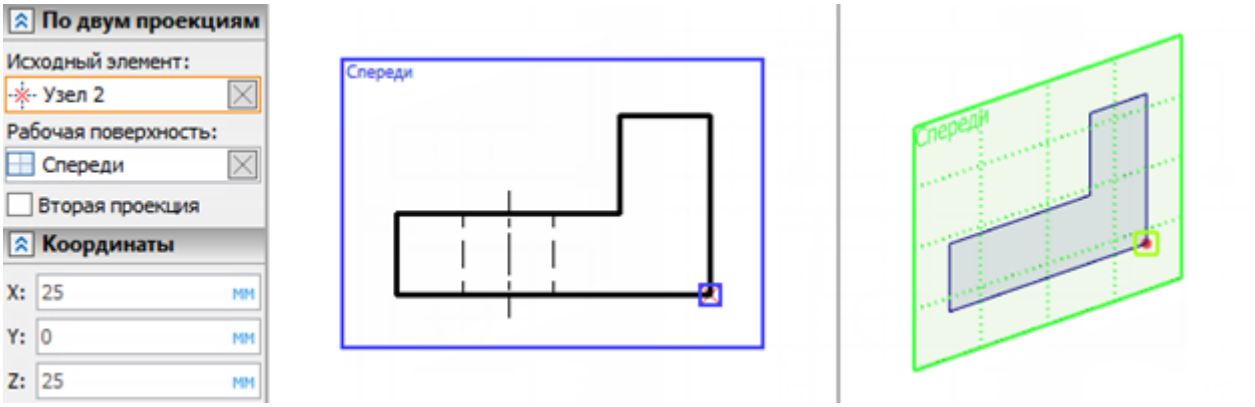
- На основе одной проекции;
- На основе двух проекций.

После активации данного способа в окне параметров появляются поля задания исходных объектов. Текущие абсолютные координаты создаваемого 3D узла (в глобальной системе координат) отображаются на закладке **Координаты** окна параметров.

3D узел на основе одной проекции

Для создания 3D узла необходимо указать 2D узел на рабочей плоскости (поверхности) либо в окне **Элементы модели**. Выбранный 2D узел отображается в поле **Исходный элемент** на закладке **По двум проекциям** окна параметров. Отмена выбранного узла и повторный выбор осуществляется при помощи кнопки **Очистить**.

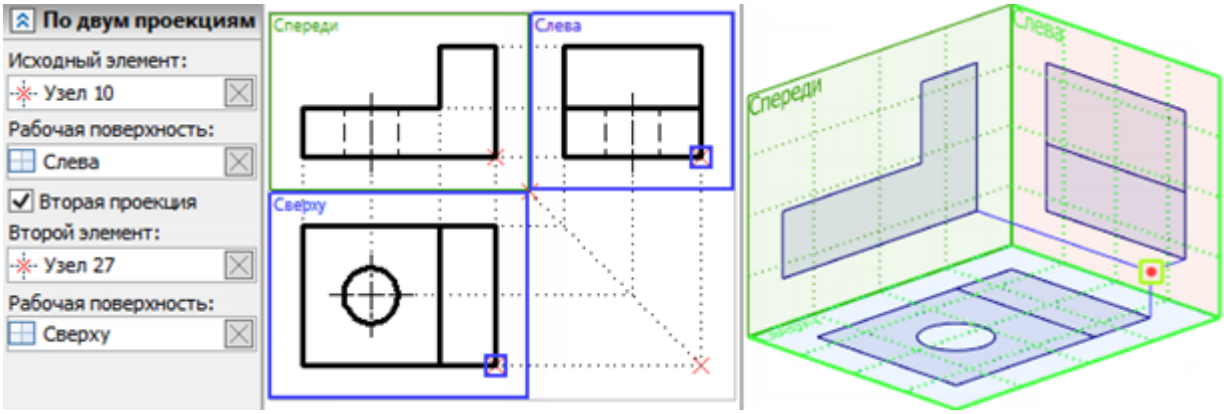
По умолчанию система стремится автоматически определить рабочую плоскость (поверхность), которой принадлежит выбранный 2Dузел. Найденная плоскость (поверхность) отображается в поле **Рабочая поверхность** в окне параметров, отмена и повторный выбор которой осуществляется также при помощи кнопки **Очистить**.



3D узел на основе двух проекций

Для создания 3D узла необходимо выбрать 2D узел первой проекции, затем установить флаг **Вторая проекция** и выбрать 2D узел второй проекции. Указанные 2D узлы отображаются в соответствующих полях окна параметров, отмена и повторный выбор которых осуществляется при помощи кнопки **Очистить**.

Аналогично предыдущему варианту создания 3D узла (на основе одной проекции) система стремится автоматически определить рабочие плоскости (поверхности), которым принадлежат выбранные 2D узлы. Найденные плоскости (поверхности) отображаются в соответствующих полях окна параметров, отмена и повторный выбор которых осуществляется также при помощи кнопки **Очистить**.

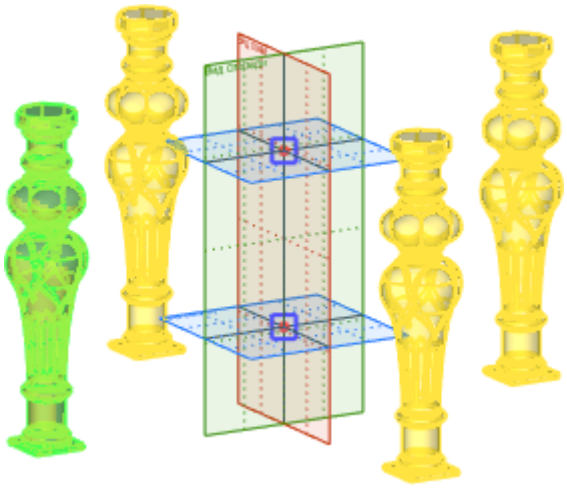


При данном варианте создания 3D узла возможно возникновение ошибочных ситуаций. 3D узел формируется на пересечении перпендикуляров к рабочим плоскостям, проходящих через выбранные 2D узлы. Если перпендикуляры не пересекаются, в окне диагностики появляется сообщение «Проекции не определяют 3D точку».

Создание 3D узлов без вызова команды

Создание 3D узлов по сетке рабочих плоскостей

При создании/редактировании 3D операций, в ситуациях, когда требуется выбор 3D точки, существует возможность прозрачного построения 3D узла по сетке рабочих плоскостей (без обращения к команде Построить 3D узел). При включённом отображении сетки во всех операциях, где требуется выбор геометрической точки, можно выбирать точки в узлах сетки рабочих плоскостей, а также точки пересечения путей и плоскостей. В узлах сетки в этом случае автоматически создаётся 3D узел.



Создание 3D узлов в режиме измерения элементов

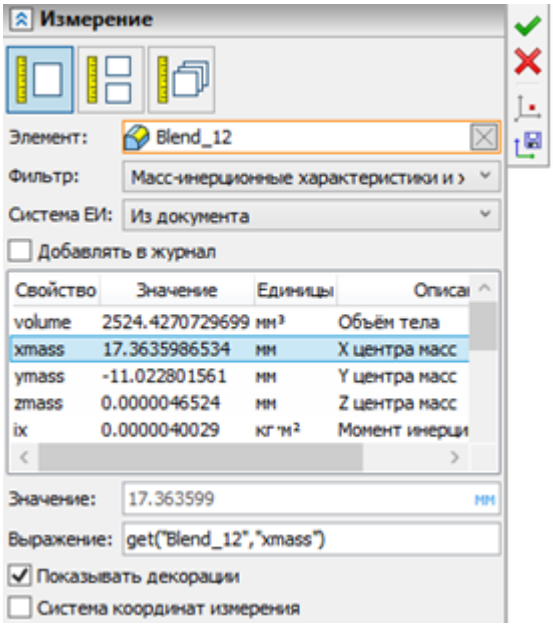
В режиме измерения элементов модели существует возможность создания 3D узла по результатам измерений для следующих свойств измеряемых элементов:

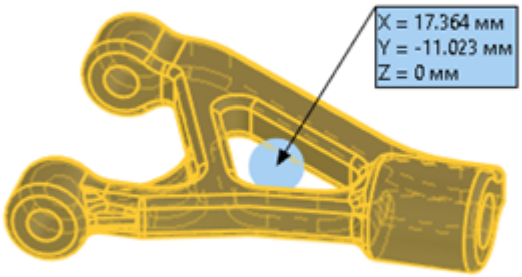
- для свойств: StartX, StartY, StartZ, EndX, EndY, EndZ – создаётся 3D узел на пути, в начале или конце пути соответственно;
- для свойств: LocationX, LocationY, LocationZ – создаётся 3D узел на поверхности в начальной точке поверхности;
- для свойств Xmass, Ymass, Zmass – создаётся 3D узел в центре масс;
- для свойства Distance – создаётся 3D узел на первой точке отрезка, представляющего собой минимальное расстояние между выбранными элементами (первая точка отрезка принадлежит первому выбранному элементу).

При выборе одного из вышеперечисленного свойства в автоменю появляется дополнительная опция:

<N> Создать 3D узел

При использовании данной опции создаётся 3D узел.





Диалог параметров 3D узла

При создании 3D узла диалог его параметров можно вызвать с помощью опции:

<P> Задать параметры элемента

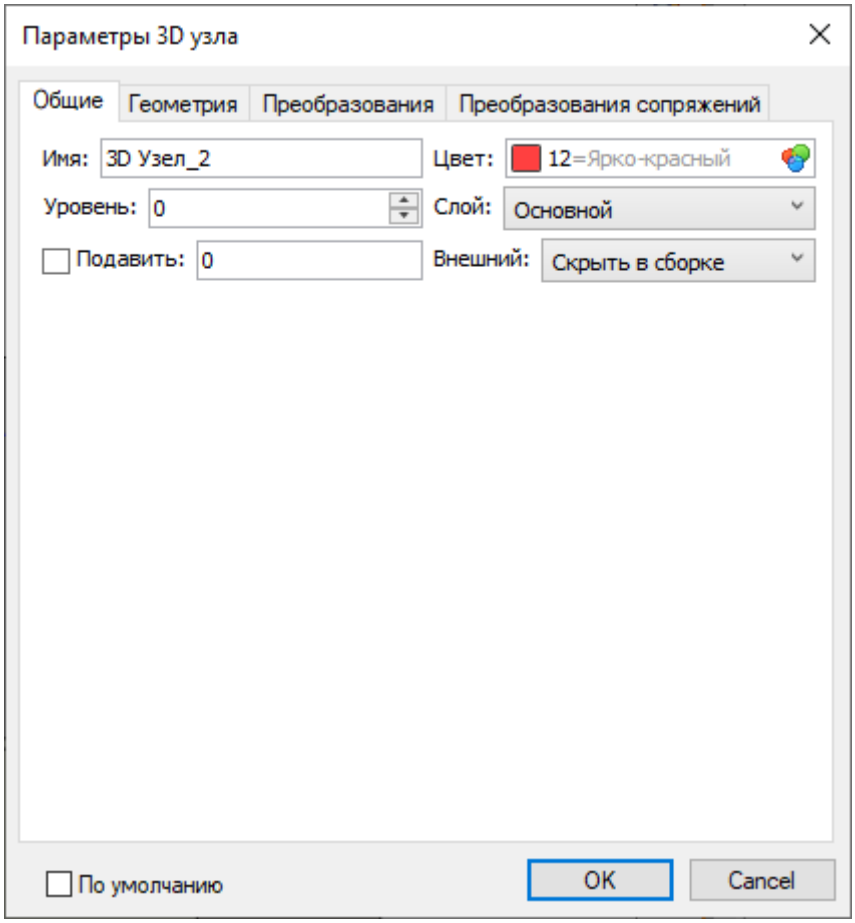
Для уже созданного узла диалог параметров можно вызвать двойным нажатием на узле или выбором пункта **Параметры** в контекстном меню.

Диалог параметров 3D узла содержит следующие вкладки:

- **Общие**
  Информация о содержимом данной вкладки приведена ниже.
- **Геометрия**
  Функционал данной вкладки полностью соответствует функционалу окна **Параметры**, отображаемому при создании 3D узла, и может отличаться в зависимости от типа узла. Подробная информация приведена на страницах с описаниями каждого типа узлов.
- **Преобразования**
  Содержит информацию о преобразованиях, применённых к данному элементу. Функционал вкладки соответствует функционалу окна **Параметры**, описанному для команды **Преобразования**, за исключением отсутствия параметров **Преобразования сопряжений**, которые вынесены в отдельную вкладку, а также невозможности задавать симметрию и привязку сопряжений к 3D элементам.
- **Преобразования сопряжений**
  Содержит информацию о преобразованиях сопряжений, применённых к данному элементу. Функционал вкладки полностью соответствует функционалу одноимённой вкладки окна **Параметры**, описанному для команды **Преобразования.**

Кроме того, в нижней части диалога независимо от активной вкладки отображается флаг **По умолчанию.** Если его установить, параметры выбранного элемента будут применяться по умолчанию для всех вновь создаваемых элементов такого же типа.

Общие параметры 3D узла



Имя

Все элементы модели имеют уникальное имя. Пользователь может самостоятельно задавать имя. В этом случае система следит только за уникальностью вводимого имени. При попытке ввести имя, которое уже назначено другому элементу данной модели, внесенные изменения не будут применены. Если пользователь не задаёт имя, то система генерирует имя автоматически. Подробная информация об автоматически присваиваемых именах приведена в разделе Настройка имён 3D элементов.

Цвет

Цвет, которым рисуется узел в 3D окне. Выбор цвета описан в разделе Цвет

Уровень

Информация о данном параметре приведена в разделе Уровни.

Слой

Информация о данном параметре приведена в разделе Слои

Подавить

Эта опция отвечает за исключение данного узла из расчёта 3D модели. Подавленный узел не отображается в 3D сцене. Установка флага **Подавить** исключает узел из расчёта 3D модели и устанавливает в поле ввода значение "**1**". Снятие флага включает узел в расчёт 3D модели и устанавливает в поле ввода значение "**0**". Значение в поле ввода можно ввести с клавиатуры или задать вещественной переменной для управления подавлением при помощи Параметризации. Узел будет подавлен, если значение переменной не равно нулю. Любые целые значения, отличные от нуля, при подстановке в поле заменяются на единицу. Дробные значения недопустимы.

> Имейте в виду, что подавление родительского элемента приводит к ошибкам при пересчете дочерних.

Внешний
В выпадающем списке доступны опции **Скрыть в сборке** и **На один уровень**. Если модель используется в качестве 3D фрагмента, то узлы, у которых применена опция **На один уровень**, доступны в сборочной модели. Положение такого узла определяется положением фрагмента. Диалог параметров узла, отображаемого в сборке из 3D фрагмента, содержит только вкладку **Общие**, а к имени узла добавляется имя фрагмента в качестве префикса. Для узла в сборке также можно выбрать данную опцию и использовать в сборочных моделях следующего уровня.

См. также:

- Параметры по умолчанию
- Задание параметров элемента

Редактировать 3D узел

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<3EN>	Правка > Построения > 3D узел

Команда предназначена для редактирования «3D узлов».
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды

Если вы выбрали один элемент для редактирования, то его можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию). Перезадание элемента полностью совпадает с командой «3D узел».
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Отметим, что для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** (комбинация **<Ctrl>** отменяет выбор).

3D путь

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Построения > 3D путь Чертёж > 3D Модель > 3D путь Сборка > Построения > 3D путь Листовой металл (3D) > Построения > 3D путь Поверхности > Построения > 3D путь Сварка > Построения > 3D путь Коммуникации > Построения > 3D путь Примитив > Построения > 3D путь Рабочая плоскость > 3D Модель > 3D путь
Клавиатура	Текстовое меню
<3PA>	Построения > 3D путь

3D путь является одним из основных элементов проволочной геометрии, представляющий собой пространственную кривую, состоящую из одного либо нескольких сегментов различного типа, главным образом предназначенную для использования во многих операциях моделирования в качестве вспомогательного 3D элемента.
Любой 3D путь имеет направление и, соответственно, начальную и конечную точки. Направление 3D пути будет влиять на результат его использования в различных операциях.
3D путь может быть разомкнутым и замкнутым. У замкнутого 3D пути начальная и конечные точки совпадают.
Можно как создавать новые 3D пути так и редактировать созданные ранее.
Ниже описаны опции, которые становятся доступны после вызова команды:

	<Ctrl>+<Enter>	Закончить ввод
	<P>	Задать параметры элемента
	<I>	Выбрать другой ближайший элемент
	<X>	Выйти из команды.
	<F5>	Предварительный просмотр результата операции
	<H>	По 2D элементам
	<S>	Сплайн по 3D точкам
	<T>	Составной 3D путь

	<Q>	По двум проекциям
	<J>	Проекция 3D пути на грань или тело
	<M>	Создать копию
	<B>	Пересечение элементов
	<A>	Параметрическое изменение 3D узла
	<O>	Линия очерка
		Кривая смещения
	<L>	Спиральный путь
	<K>	Разделение пути
	<X>	Ось
	<C>	Переходный путь
	<I>	Изопараметрическая кривая
	<W>	Коническая кривая
	<N>	3D Путь по формуле

В общем случае процесс создания 3D пути любым вышеупомянутым способом включает в себя следующие шаги:

- Выбор способа создания 3D пути.
  Каждому способу соответствует отдельная опция основного автоменю команды. После выбора той или иной опции в автоменю становятся доступны вспомогательные опции, соответствующие данному способу создания 3D пути. Некоторые способы создания 3D пути могут быть выбраны системой автоматически, если сразу после вызова команды указать в 3D сцене или дереве 3D модели исходный объект соответствующего типа. Например, при выборе 3D узла включается режим создания 3D пути по 3D точкам, при выборе 3D пути – режим создания составного 3D пути.
- Указание исходных объектов и задание требуемых параметров в зависимости от выбранного способа создания 3D пути.
- Подтверждение операции создания с помощью в автоменю или в окне параметров команды. Также подтверждение команды осуществляется двойным кликом в свободном месте 3D сцены.

Основные темы в этом разделе:

- 3D путь по 2D элементам
- Сплайн по 3D точкам
- Составной 3D путь

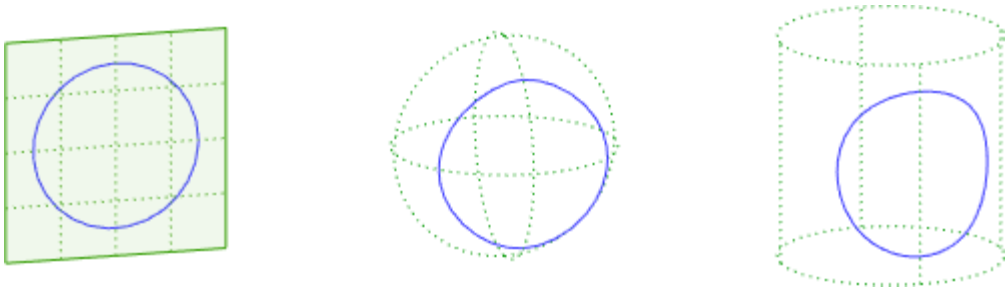
- 3D путь по двум проекциям
- Проекция 3D пути на грань или тело
- Копия 3D пути
- 3D путь на пересечении элементов
- Параметрическое изменение 3D узла
- Линия очерка
- 3D Кривая смещения
- Спиральный 3D путь
- Разделение 3D пути
- 3D Ось
- Переходный 3D путь
- Изопараметрическая кривая
- Коническая кривая
- 3D путь по формуле
- Модификация пути
- Диалог параметров 3D пути
- Редактировать 3D путь

3D путь по 2D элементам

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > 3D путь > 3D путь по 2D элементам
Клавиатура	Текстовое меню
<ЗКРЕ>	
Автоменю команды **<ЗРА>** 3D путь	
<Н>	По 2D элементам

К 2D элементам, на основе которых допускается создавать 3D пути относятся штриховки, элементы построения (2D пути, окружности, эллипсы, сплайны, кривые смещения и функции), а также линии изображения и эскиза, расположенные на страницах, связанных с рабочими плоскостями или рабочими поверхностями. При использовании 2D элементов, лежащих на странице рабочей плоскости, получившийся 3D путь будет плоским. 3D путь, созданный на основе 2D элементов, лежащих на рабочей поверхности, будет повторять форму использованной поверхности.

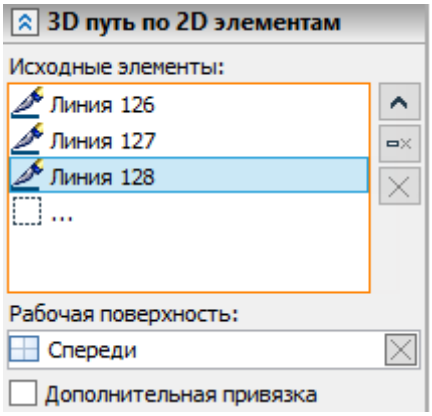


Выбор 2D элементов, на основе которых необходимо создать 3D путь, осуществляется при помощи следующей опции автоменю:

<H> Выбрать исходные элементы

Создание 3D пути по незамкнутым элементам построения, линиям изображения и эскиза предполагает их последовательное соединение: на основе каждого следующего выбранного объекта строится очередной участок создаваемого пути; все полученные участки объединяются в один 3D путь.

При использовании штриховок, замкнутых элементов построения, линий изображения или эскиза в качестве исходных результирующий путь строится по контуру выбранного объекта. В данном случае 3D путь всегда будет замкнутым.



Все выбранные объекты отображаются в соответствующих полях в окне параметров команды. Для управления списком исходных элементов используются кнопки **Развернуть**, **Свернуть**, **Удалить элемент из списка**, **Очистить**.

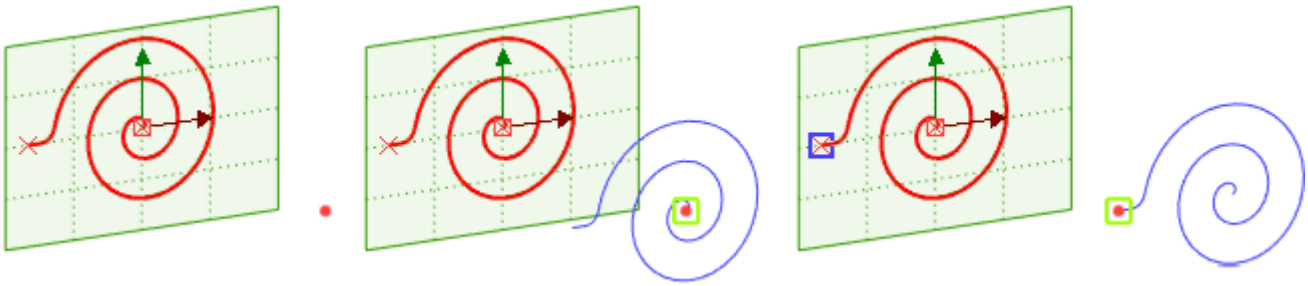
Отмена выбранного объекта в качестве рабочей поверхности осуществляется при помощи кнопки **Очистить**.

По умолчанию система стремится автоматически определить рабочую поверхность, которой принадлежат выбранные 2D элементы. Найденная рабочая поверхность отображается в соответствующем поле в окне параметров. Если автоматический выбор оказался неверен либо необходимо выбрать другую рабочую поверхность, которой должен принадлежать результирующий путь, следует воспользоваться следующей опцией автоменю:

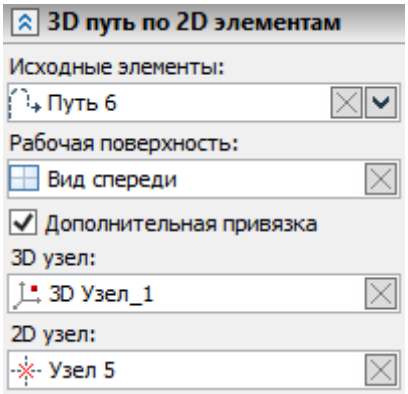
<W> Выбрать рабочую поверхность

Дополнительная привязка

По умолчанию 3D путь, созданный на основе 2D элементов, принадлежащих текущей рабочей поверхности, будет совпадать с ней в пространстве. Однако в системе предусмотрена возможность изменения положения 3D пути. Это достигается за счёт использования дополнительной привязки к 3D узлу, через который будет проходить поверхность создаваемого профиля. Помимо этого, допускается уточнить положение 3D пути в пространстве, задав 2D узел (на текущей рабочей поверхности), который должен быть совмещён с выбранным 3D узлом.



Изменение положения 3D пути осуществляется после активации параметра Дополнительная привязка с последующим выбором 3D узла в 3D сцене либо дереве модели и, при необходимости, указания 2D узла на активной рабочей поверхности. Отмена и повторный выбор узлов осуществляется при помощи кнопки **Очистить** .



Сплайн по 3D точкам

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > 3D путь > Сплайн по 3D точкам
Клавиатура	Текстовое меню
<3KPS>	
Автоменю команды **<3PA>** 3D путь	
<S>	Сплайн по 3D точкам

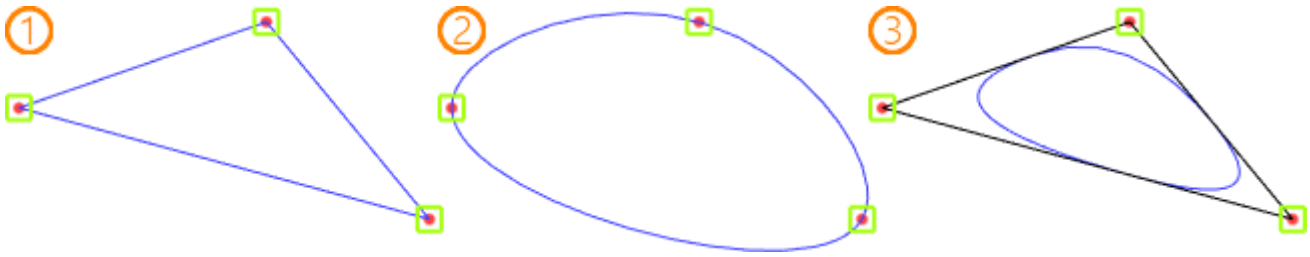
3D путь в виде сплайна строится на основе исходных (контрольных) 3D точек. В качестве исходных (контрольных) могут быть использованы любые геометрические точки модели – 3D узлы, вершины, характерные точки рёбер, граней, тел.

Система позволяет строить 3D сплайны трёх типов:

- 3D полилиния;
- 3D сплайн через узлы;
- 3D сплайн по ломаной.

Любой тип 3D сплайна может открытым либо закрытым (периодическим). В случае периодического сплайна последняя выбранная геометрическая точка автоматически соединяется с первой.

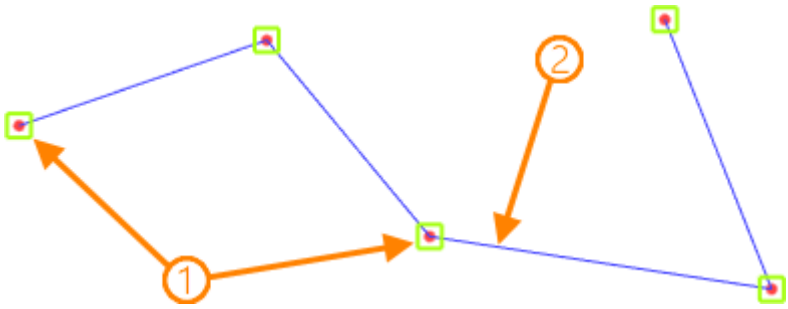
> Для построения замкнутого сплайна любого типа необходимо не менее трёх контрольных точек.



1 – замкнутая 3D полилиния; 2 – замкнутый 3D сплайн по точкам; 3 – замкнутый 3D сплайн по ломаной

3D полилиния

3D полилиния представляет собой пространственную ломаную, состоящую из отрезков прямых, соединяющих точки исходного набора.

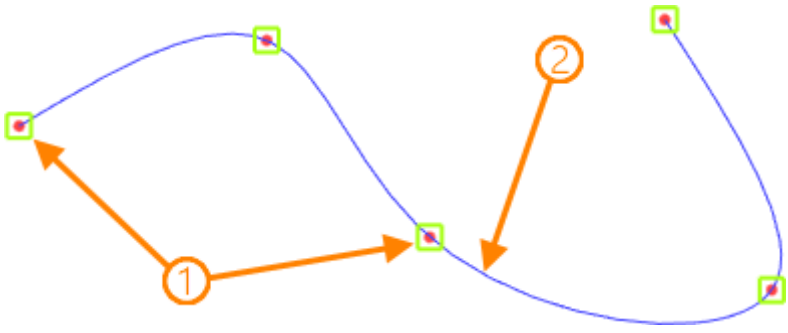


1 – исходные геометрические точки; 2 – 3D полилиния

По умолчанию полилиния является частным случаем 3D сплайна первой степени.

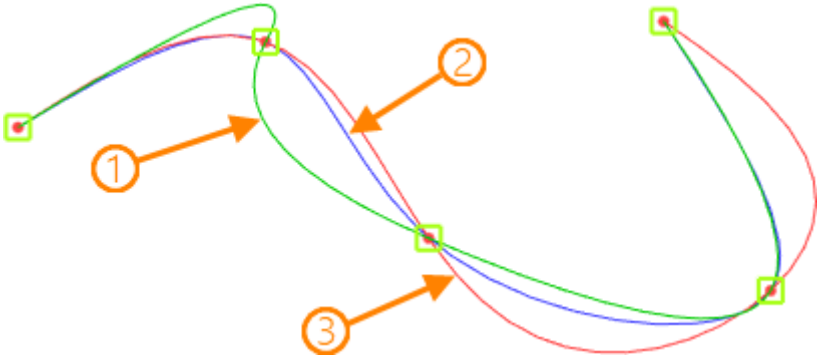
3D сплайн через узлы

3D сплайн через узлы – сплайн, проходящий через все контрольные точки (узлы). В данном случае контрольными точками (узлами) являются выбранные геометрические точки модели.



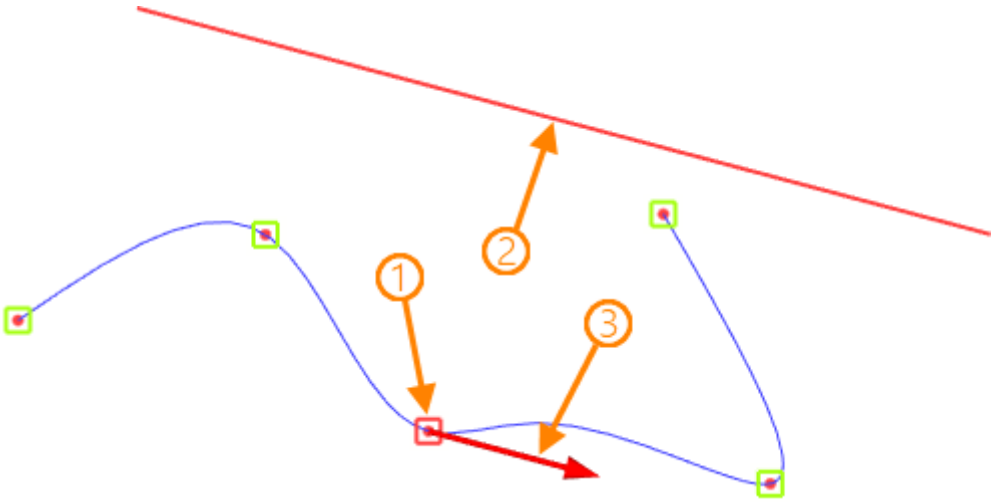
1 – исходные геометрические точки; 2 – 3D сплайн через узлы

Основным параметром данного типа сплайна является его **Степень** – степень полиномов кусочно-непрерывной функции, которыми он описывается. Максимально допустимое значение степени на единицу меньше контрольных точек (узлов) сплайна. Для сплайнов с количеством (узлов) контрольных точек больше четырёх по умолчанию используются полиномы третьей степени.



Форма 3D сплайна через узлы в зависимости от его степени: 1 – сплайн второй степени; 2 – сплайн третьей степени; 3 – сплайн четвёртой степени

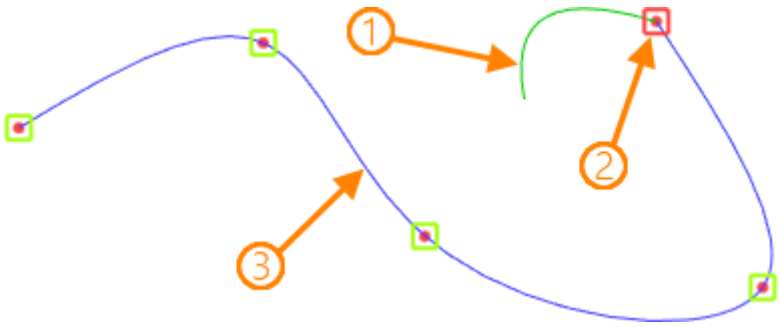
Также к особенностям данного типа сплайна относится возможность задания его направления в каждой контрольной точке (узле). Направление определяется по специальному объекту – касательной. Таким образом результирующий сплайн будет касаться заданного направления в текущей точке (узле).



1 – текущая точка; 2 – касательная, задающая направление сплайна в текущей точке; 3 – вектор направления сплайна в текущей точке

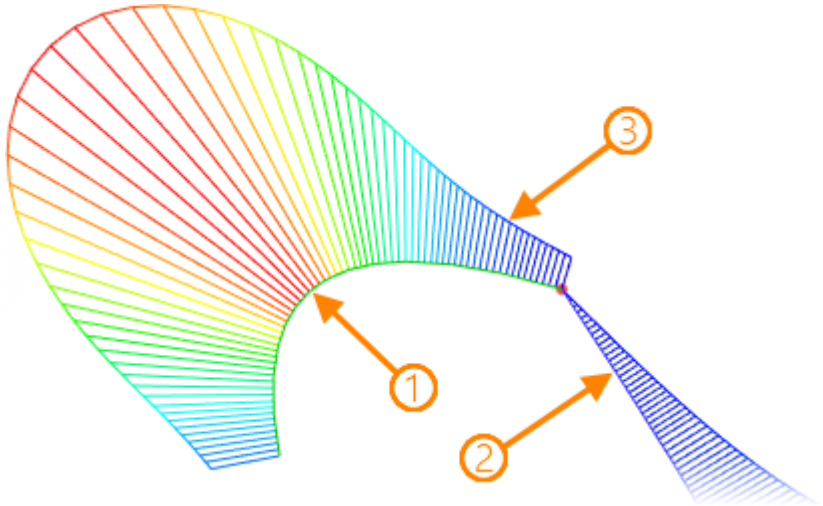
Контрольная точка (узел) сплайна не обязательно должна принадлежать направляющему объекту.

В контрольных точках (узлах) сплайна по узлам, соприкасающихся с другими кривыми, допускается определить характер сопряжения. Предусмотрены следующие варианты:



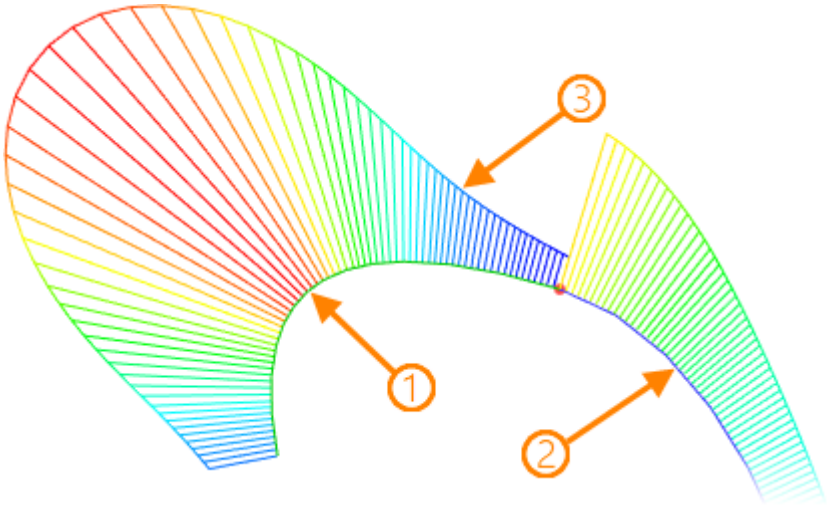
1 – исходная кривая для сопряжения; 2 – точка сопряжения; 3 – 3D сплайн через узлы

- Непрерывность G0 – предполагает совпадение в пространстве сопрягающихся кривых в текущей точке (узле).



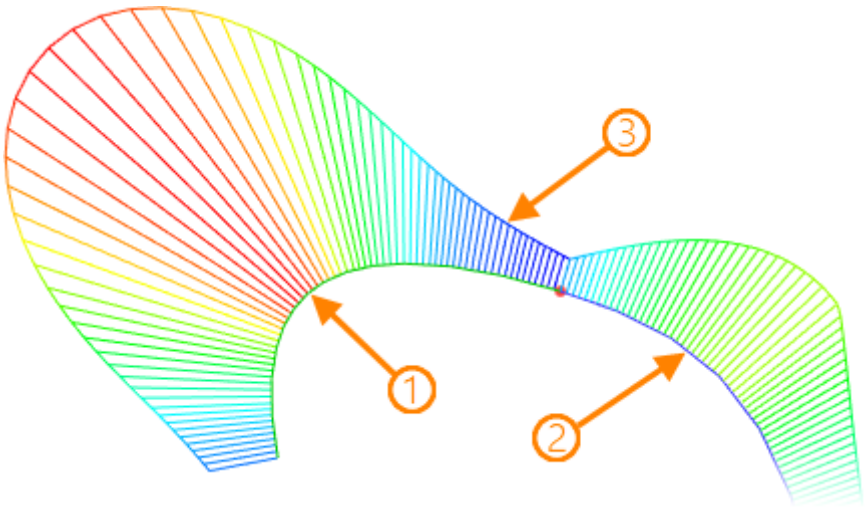
Сопряжение 3D сплайна с исходной кривой с непрерывностью G0: 1 – исходная кривая для сопряжения; 2 – результирующий 3D сплайн через узлы; 3 – эпюра кривизны

- Непрерывность G1 – предполагает совпадение направлений касательных сопрягающихся кривых в текущей точке (узле).



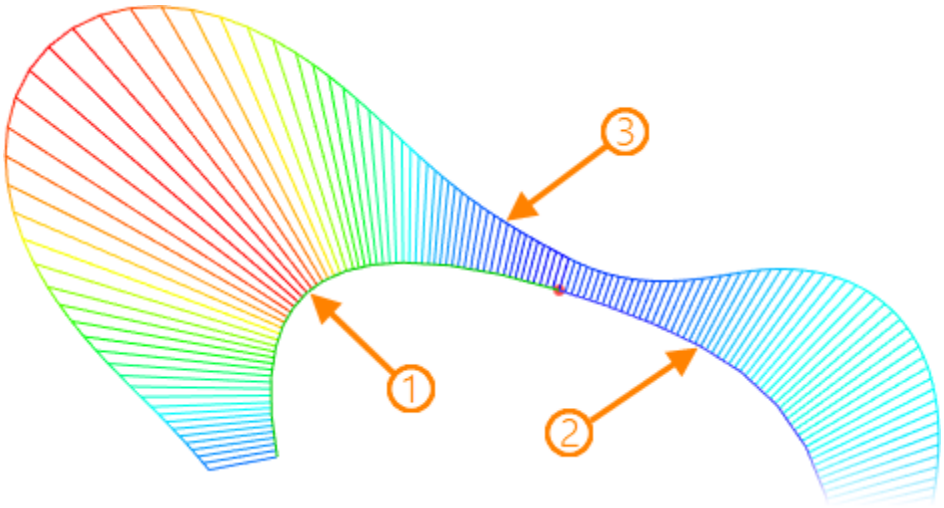
Сопряжение 3D сплайна с исходной кривой с непрерывностью G1: 1 – исходная кривая для сопряжения; 2 – результирующий 3D сплайн через узлы; 3 – эпюра кривизны

- Непрерывность G2 – предполагает совпадение направлений касательных сопрягающихся кривых и равенство их кривизны в текущей точке (узле).



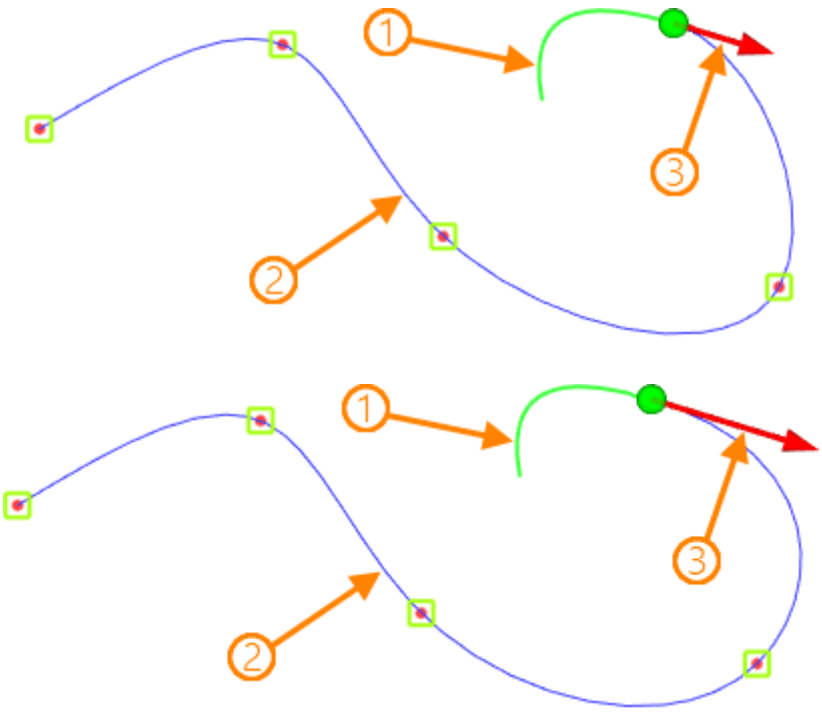
Сопряжение 3D сплайна с исходной кривой с непрерывностью G2: 1 – исходная кривая для сопряжения; 2 – результирующий 3D сплайн через узлы; 3 – эпюра кривизны

- Непрерывность G3 – предполагает совпадение направлений касательных сопрягающихся кривых, равенство их кривизны, а также сохранение гладкости кривизны в текущей точке.



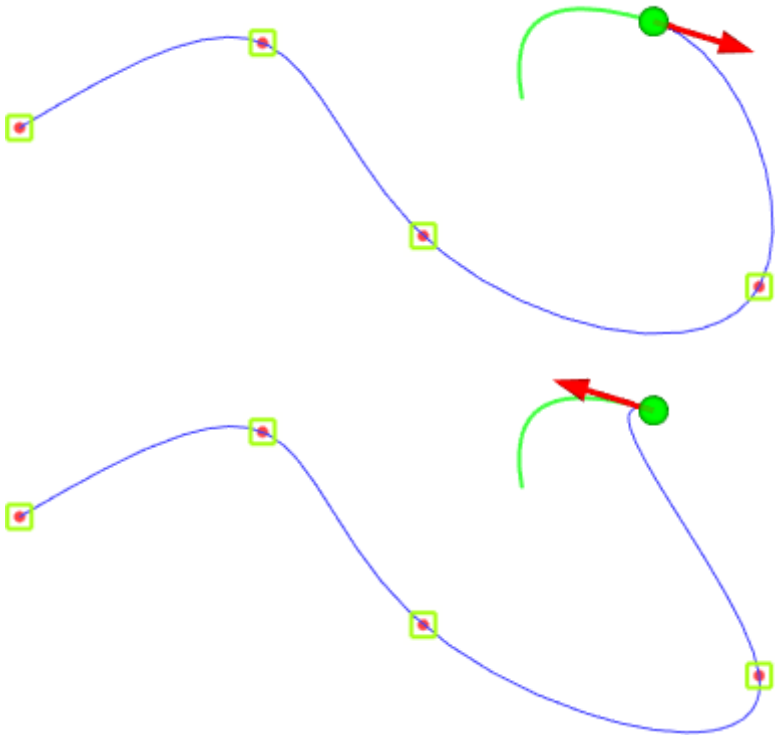
Сопряжение 3D сплайна с исходной кривой с непрерывностью G3: 1 – исходная кривая для сопряжения; 2 – результирующий 3D сплайн через узлы; 3 – эпюра кривизны

При непрерывности G1 G2 G3 допускается устанавливать значение **Модуля касательной** – коэффициента, масштабирующего значение длины касательного вектора. По умолчанию значение равно [1]. Удобство управления модулем касательной достигается за счёт использования специального манипулятора – стрелки – в 3D сцене.



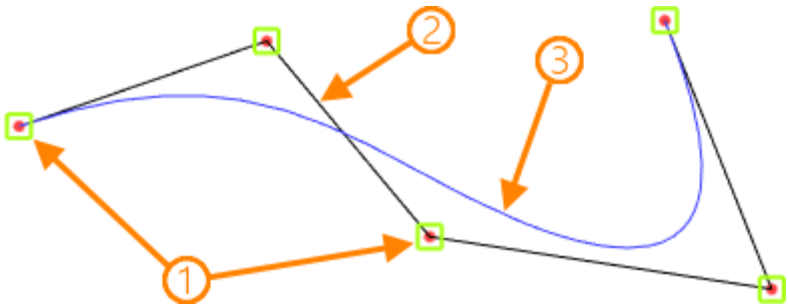
1 – исходная кривая для сопряжения; 2 – результирующий 3D сплайн через узлы; 3 – манипулятор управления модулем касательной

Направление касания сплайна в точке сопряжения с другой кривой допускается изменить на противоположное.



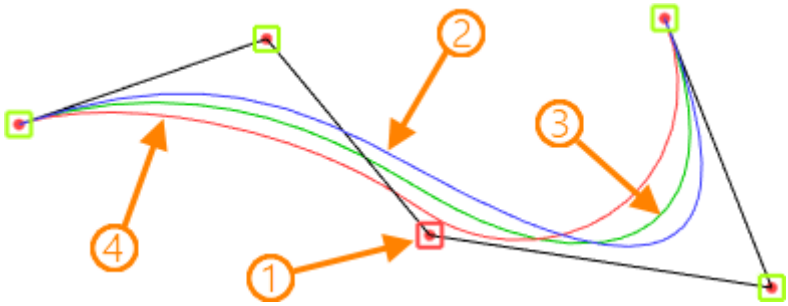
3D сплайн по ломаной

3D сплайн по ломаной (NURBS-сплайн – неоднородный рациональный B-сплайн) – сплайн произвольной степени по управляющей ломаной. Выбранные геометрические точки модели используются для построения управляющей ломаной. Сам сплайн через них не проходит (за исключением первой и последней точек в случае разомкнутого (открытого) сплайна).



1 – исходные геометрические точки; 2 – управляющая ломаная; 3 – 3D сплайн по ломаной

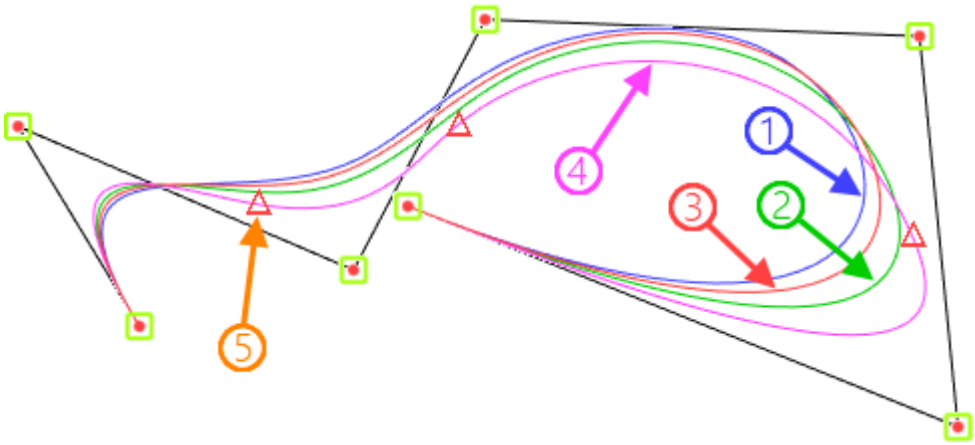
Помимо Степени одной из основных характеристик данного типа сплайна является **Вес** – весовой коэффициент управляющей точки. Чем больше вес точки, тем ближе к ней проходит кривая. По умолчанию для всех управляющих точек вес равен [1].



1 – управляющая вершина; 2 – 3D сплайн с весом [1] в контрольной точке; 3 – 3D сплайн с весом [2] в контрольной точке; 4 – 3D сплайн с весом [3] в контрольной точке

Ещё одним параметром данного типа сплайна, влияющим на его геометрию, является **тип параметризации**, определяющий интервалы между математическими узлами сплайна. Предусмотрены следующие типы:

- **По длине хорды** – размещение математических узлов пропорционально расстояниям между каждой связанной парой контрольных точек.
- **Однородная** – математические узлы размещаются на равном расстоянии друг от друга независимо от расстояния между контрольными точками. Так как форма кривой не адаптируется к длинам сегментов управляющей ломаной, на маленьких сегментах могут получаться складки и петли.
- **Центростремительная** – размещение математических узлов пропорционально квадратному корню расстояния между каждой связанной парой контрольных точек.
- **Вручную**. Данный тип параметризации предполагает самостоятельное определение положения математических узлов. Для удобства в 3D сцене предназначены специальные манипуляторы.

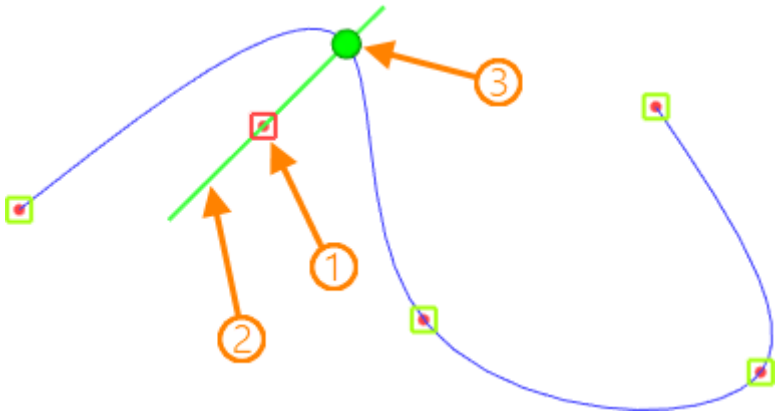


Форма сплайна в зависимости от типа параметризации: 1 – по хорде; 2 – однородная; 3 – центростремительная; 4 – вручную; 5 – манипуляторы управления узлами параметризации.

Любая контрольная точка 3D пути может быть смещена относительно исходного положения. Для этого она должна принадлежать пространственной кривой. Таким образом смещение контрольной точки осуществляется вдоль этой кривой.

> Если исходная геометрическая точка не принадлежит кривой, то в качестве контрольной точки сплайна будет использоваться проекция геометрической точки на эту кривую.

В качестве кривой может быть выбран любой проволочный объект модели. Управление смещением контрольной точки относительно начала выбранной кривой может осуществляться окне параметров, а также непосредственно в 3D сцене за счёт использования специального манипулятора в виде сферы.



1 – исходная контрольная точка; 2 – кривая для смещения исходной контрольной точки; 3 – манипулятор смещения

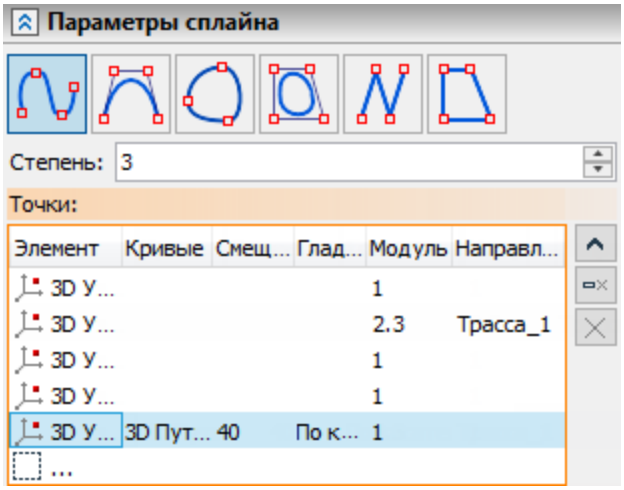
> Для 3D пути как сплайна через узлы выбранная кривая по умолчанию является также и его касательной (ссылка на касательную) в текущей контрольной точке.

Создание 3D пути как 3D сплайна по 3D точками

Создание 3D сплайна обычно начинается с указания набора 3D точек, по которым будет строиться сплайн. Для выбора 3D точек используется опция:

<M> Добавить 3D точку в сплайн

Все выбранные 3D точки последовательно заносятся в соответствующий список контрольных точек сплайна в окне параметров. Для каждой контрольной точки в зависимости от типа сплайна отображаются заданные дополнительные параметры. Управление списком осуществляется с помощью кнопок **Развернуть** , **Свернуть** , **Удалить элемент из списка** , **Очистить** .



Выбор типа результирующего 3D сплайна осуществляется с помощью соответствующих пиктограмм в окне параметров:

3D сплайн через узлы

3D сплайн по ломаной

Периодический 3D сплайн через узлы

Периодический 3D сплайн по ломаной

Полилиния

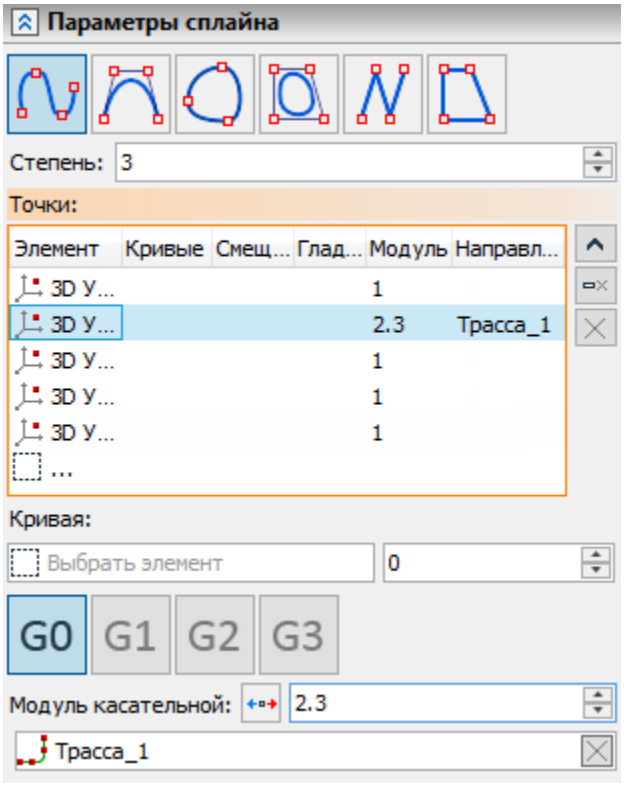
Периодическая полилиния

Степень 3D сплайна задаётся в соответствующем поле в окне параметров.
Задание объекта, определяющего направление 3D сплайна через узлы в текущей контрольной точке, осуществляется с помощью следующей опции автоменю:

<T> Выбрать касательную

Выбор осуществляется в 3D сцене (при помощи) либо в дереве модели. При этом важно обращать внимание на состояние фильтров выбора элементов.

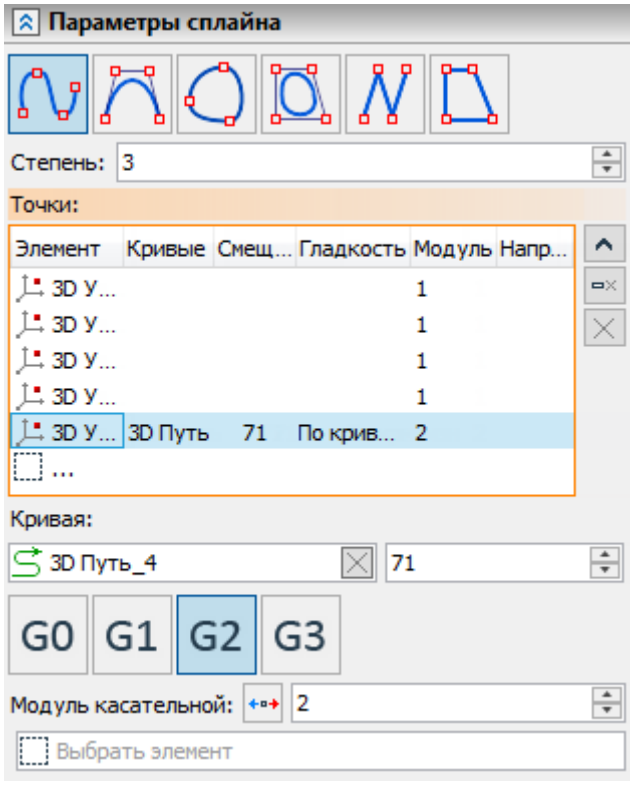
Выбранный объект отображается в поле **Касательная** окна параметров. Отмена и повторный выбор осуществляется при помощи кнопки **Очистить** .



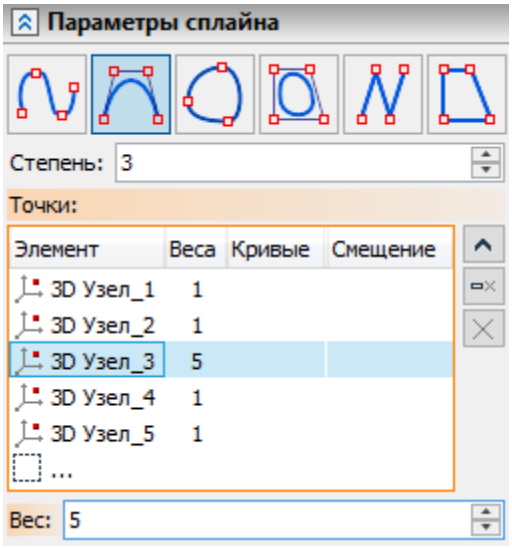
Выбор кривой, вдоль которой необходимо сместить текущую контрольную точку, осуществляется при помощи следующей опции автоменю:

<C> Выбрать кривую

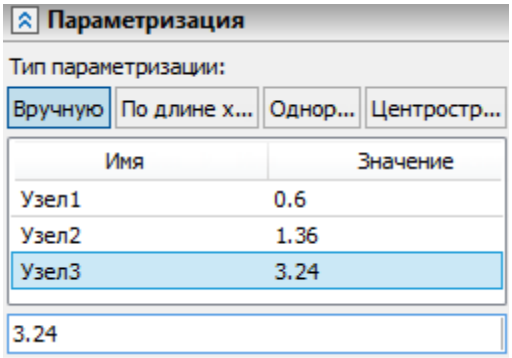
Объект, указанный в качестве кривой смещения, отображается в поле **Кривая** окна параметров. Значение смещения контрольной точки задаётся в единицах модели в соседнем поле.



Пиктограммы предназначены для определения типа сопряжения 3D сплайна с исходной кривой в текущей контрольной точке. Модуль касательной управляется с помощью манипулятора в виде стрелки в 3D сцене либо путём изменения значения в окне параметров. Смена направления касания осуществляется с помощью пиктограммы .
Значение весового коэффициента текущей управляющей вершины сплайна по ломаной задаётся после её выбора в специальном поле **Вес**.



Выбор типа параметризации сплайна по ломаной осуществляется на специальной вкладке окна параметров. На данной вкладке также отображается количество и интервалы математических узлов сплайна. В режиме **Вручную** интервалы между узлами допускается изменять – при помощи специальных манипуляторов в треугольников в 3D сцене либо в специальном поле в окне параметров.

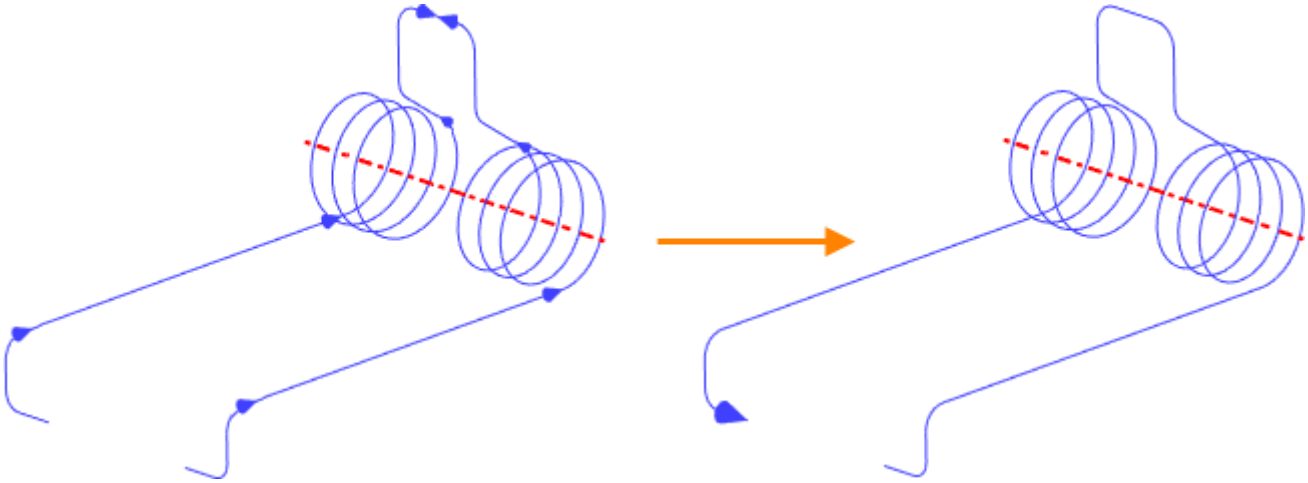


Составной 3D путь

Вызов команды:

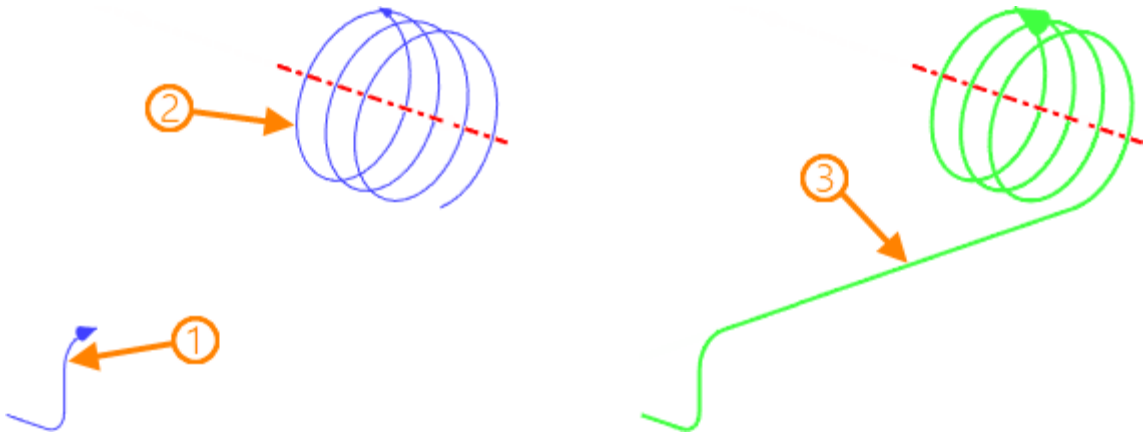
Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > 3D путь > Составной 3D путь
Клавиатура	Текстовое меню
<ЗКРО>	
Автоменю команды **<ЗРА>** 3D путь	
<Т>	Составной 3D путь

Данный способ позволяет создавать 3D путь за счёт объединения различных элементов проволочной геометрии. К таким элементам относятся рёбра 3D путей, листовых и твёрдых тел и непосредственно 3D пути. Исходные элементы при этом не должны быть замкнутыми. Направление результирующего пути определяется направлением первого выбранного элемента.
В общем случае 3D путь формируется по односвязной последовательности элементов, при этом направление результирующего пути определяется направлением первого элемента этой последовательности; направление остальных элементов определяется автоматически.



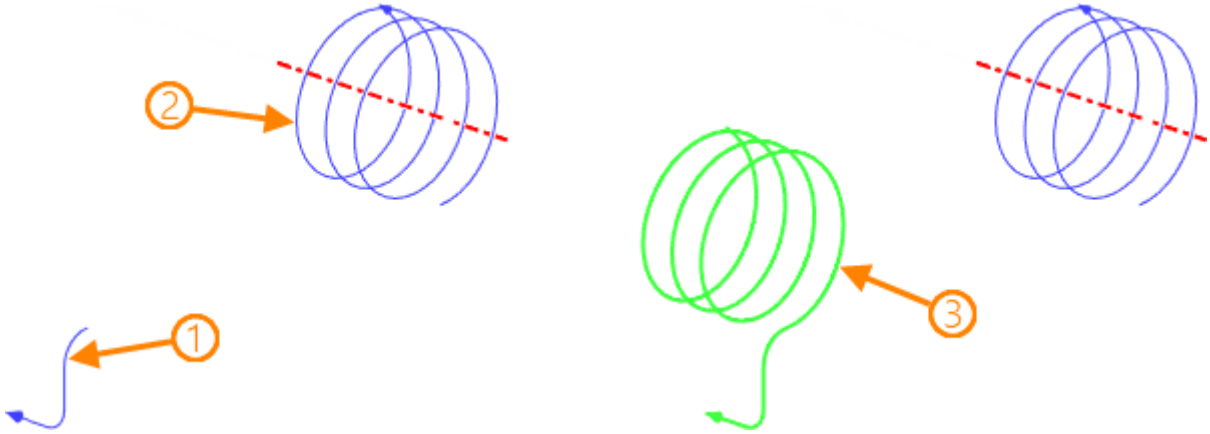
В случае, если в формировании 3D пути используются несвязанные элементы (т.е. элементы, не имеющие общих вершин), система предусматривает три режима их связывания:

- **Автоматическое связывание** . В данном режиме начало несвязанного элемента соединяется с концом предыдущего участка прямым отрезком.



1, 2 – исходные элементы в порядке выбора; 3 – результирующий 3D путь

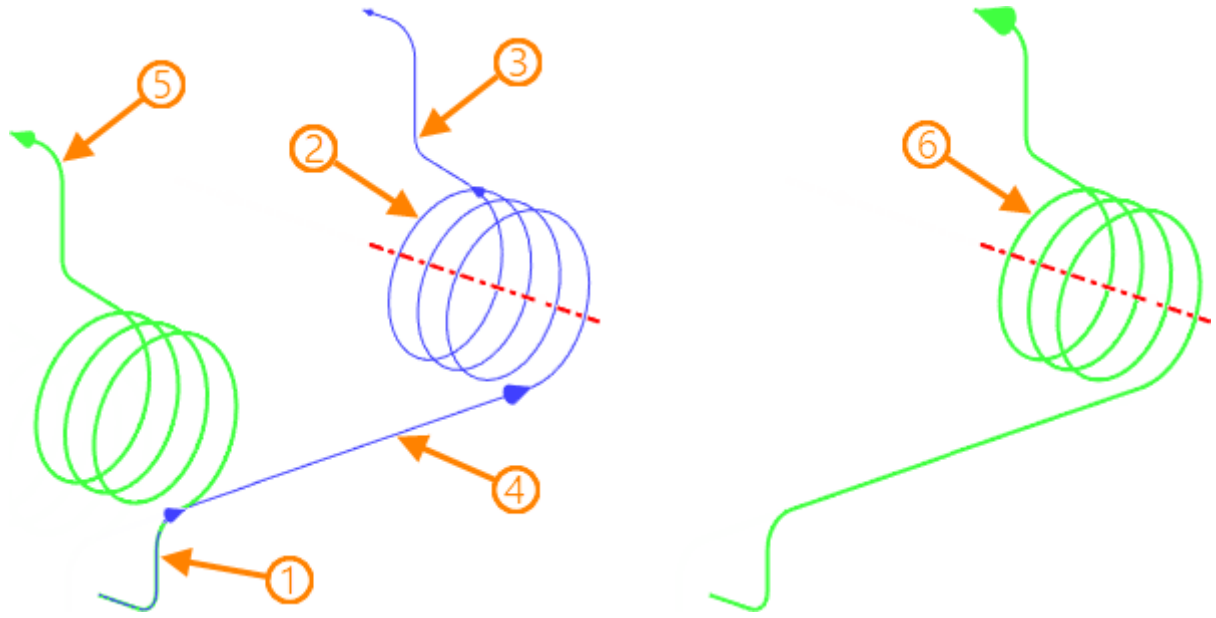
- **Перенос** . В данном режиме начало несвязанного элемента соединяется с началом предыдущей последовательности методом параллельного переноса.



1, 2 – исходные элементы в порядке выбора; 3 – результирующий 3D путь

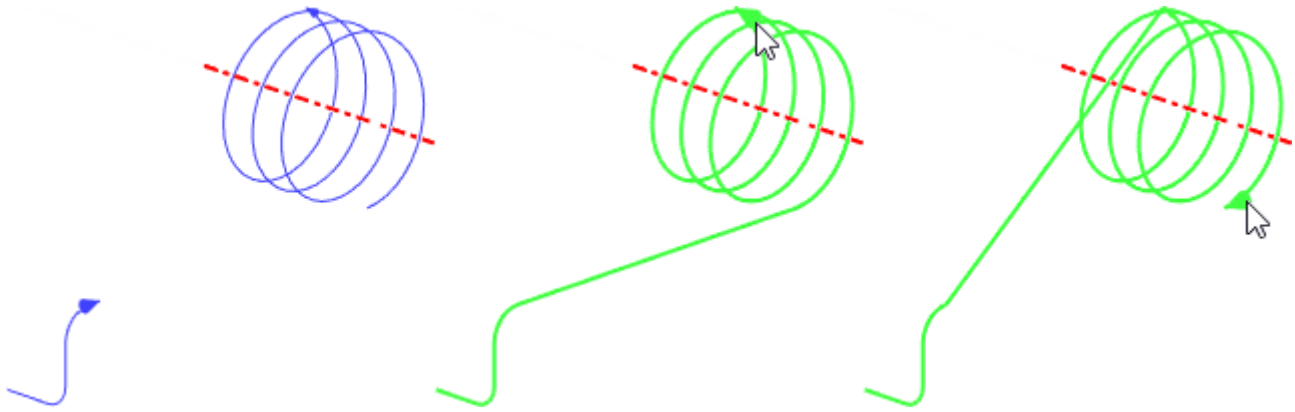
- **Автоматически**

. В данном режиме система анализирует набор выбранных элементов на предмет образования односвязной последовательности, независимо от их очередности. В противном случае элементы в порядке их выбора с учётом исходного направления связываются методом параллельного переноса.



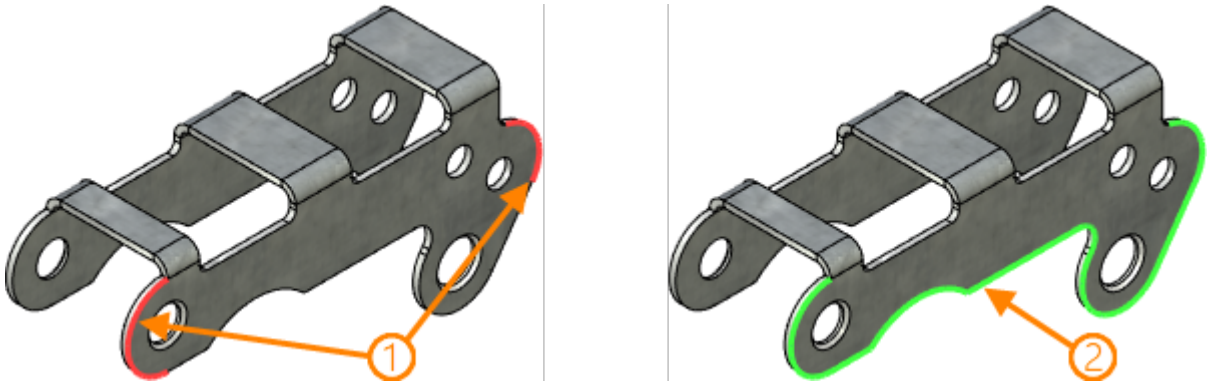
1, 2, 3, 4 – исходные элементы в порядке выбора; 5 – результирующий 3D путь при выборе первых трёх элементов; 6 – результирующий путь при выборе всех элементов

В режимах **Автоматическое связывание** и **Перенос** направление несвязанных элементов определяется положением курсора при их выборе в 3D сцене: край элемента, к которому ближе курсор в момент выбора, является концом. При необходимости направление несвязанных элементов можно изменить на противоположное.



Все выбранные элементы заносятся в список. Порядок, в котором соединяются участки 3D пути, соответствует их положению в списке. Перемещая необходимый элемент по списку, изменяется порядок соединения.

В режиме **Автоматическое связывание** доступна функция **Найти соединяющую последовательность**, предназначенная для автоматического поиска последовательности с минимальным набором рёбер между выбранными рёбрами одного тела.



1 – исходные рёбра тела; 2 – результирующий 3D путь по найденной последовательности

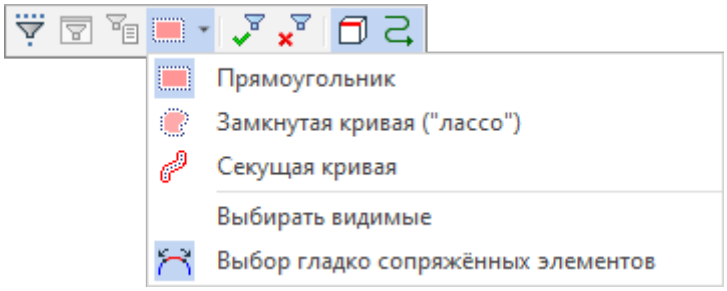
Создание составного 3D пути

Выбор режима связывания осуществляется при помощи соответствующих пиктограмм в окне параметров команды.

Выбор элементов осуществляется в 3D сцене (с помощью) или в дереве 3D модели при включенной опции:

<T> Выбрать элемент

Выбор последовательности гладко сопряжённых элементов осуществляется при включении соответствующей опции в установках селектора.

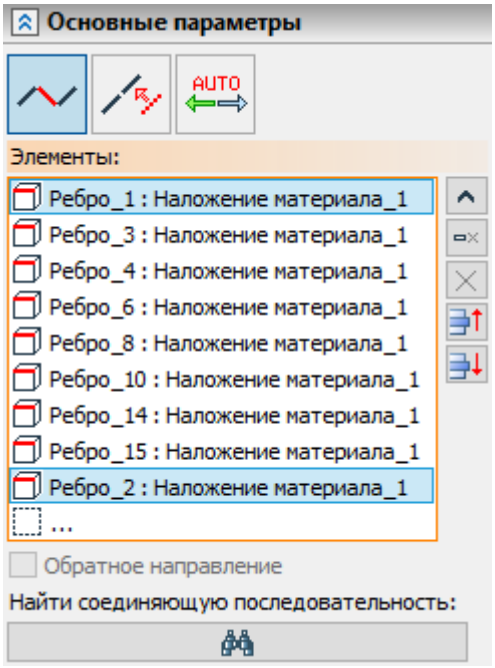


После включения данной опции достаточно указать любой элемент, входящий в требуемую последовательность. Остальные элементы будут выбраны автоматически.

Все выбранные элементы отображаются в соответствующем списке в окне параметров команды. Для управления списком используются кнопки **Развернуть** , **Свернуть** , **Удалить элемент из списка** , **Очистить** . Перемещение выбранного элемента по списку осуществляется при помощи кнопок **Переместить вверх** , **Переместить вниз** .

Флаг **Обратное направление** предназначен для реверса направления текущего несвязанного элемента.

Функция **Найти соединяющую последовательность** активируется в режиме **Автоматическое связывание**.

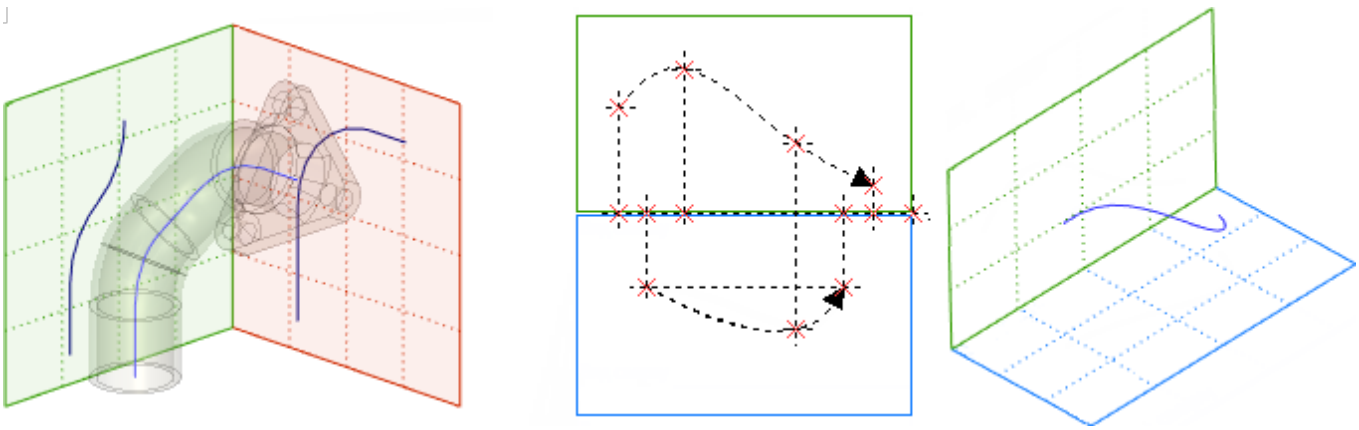


3D путь по двум проекциям

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > 3D путь > 3D путь по двум проекциям
Клавиатура	Текстовое меню
<3KPJ>	
Автоменю команды **<3PA>** 3D путь	
<Q>	По двум проекциям

Данный способ позволяет создать 3D путь на основе двух проекций, расположенных в непараллельных плоскостях. В качестве проекций могут использоваться линии изображения, 2D пути и 3D пути, а также 3D профили и рёбра. 3D путь строится на пересечении двух воображаемых поверхностей, образованных перемещением проекций в заданных направлениях.



Данные примеры находятся в библиотеке «Примеры 17», папка «3D Построения/3D Путь/».

После активации данного способа в автоменю появляются следующие опции:

<F> Выбрать первую проекцию 3D пути (2D путь)

<S> Выбрать вторую проекцию 3D пути (2D путь)

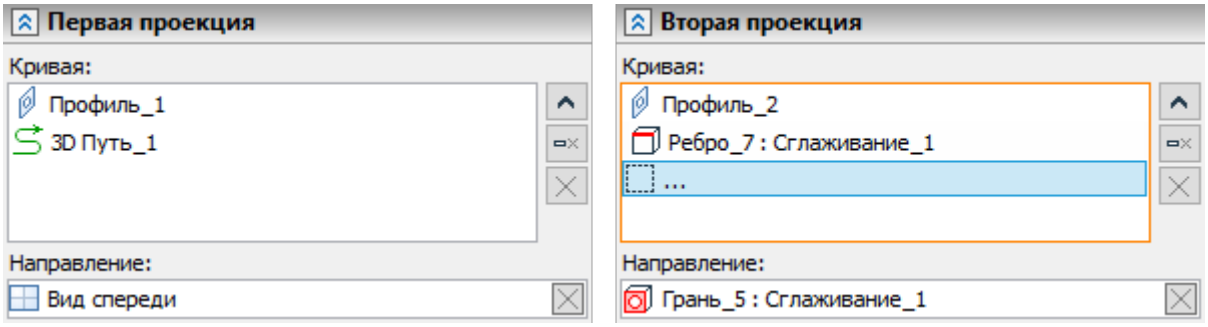
Данные опции позволяют выбрать объекты в качестве проекций создаваемого пути.

Каждая проекция может включать в себя несколько объектов.

По умолчанию система стремится автоматически найти объекты, определяющие направление проецирования таким образом, чтобы результирующий путь был ортогонален плоскостям, в которых лежат проекции. При необходимости допускается явно указать объекты (плоскость, грань, профиль), определяющие направление проецирования. Выбор в таком случае осуществляется в 3D сцене (с помощью) или в дереве 3D модели при включенной опции:

<W> Выбрать другую рабочую плоскость

Все выбранные объекты отображаются в соответствующих полях в окне параметров команды. Управление списками объектов проекций осуществляется при помощи кнопок **Развернуть** , **Свернуть** , **Удалить элемент из списка** , **Очистить** .



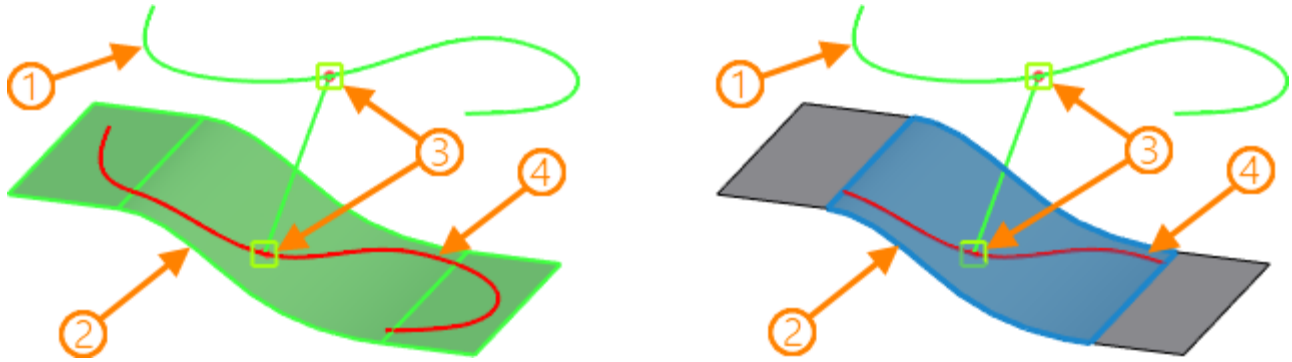
Проекция 3D пути на грань или тело

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > 3D путь > Проекция 3D пути на грань или тело
Клавиатура	Текстовое меню
<3KPF>	
Автоменю команды **<3PA>** 3D путь	
<J>	Проекция 3D пути на грань или тело

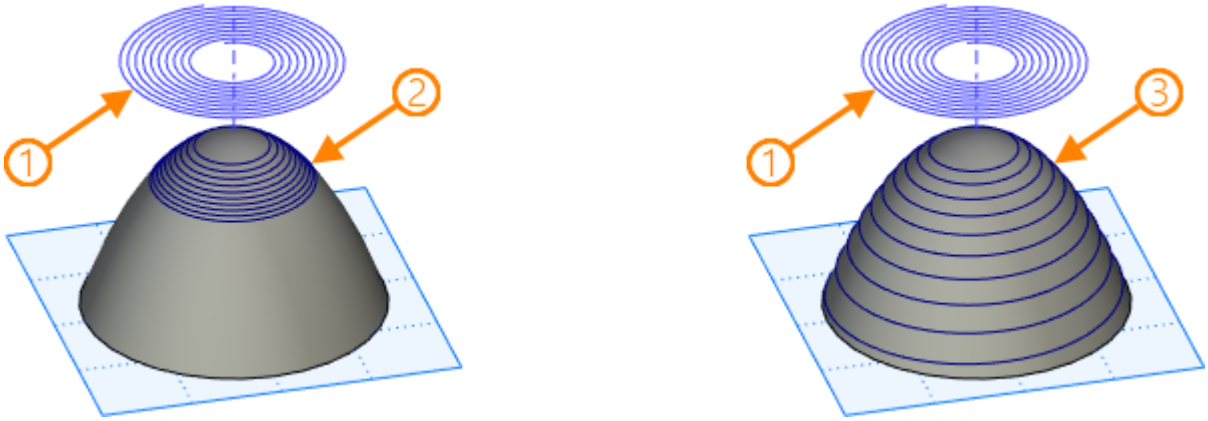
Данный способ предполагает создание 3D пути как проекции существующего 3D пути на грань либо набор смежных граней листового или твёрдого тела. Исходный путь при этом может быть неплоским, а его проекция не обязательно должна целиком умещаться на выбранных гранях. Вектор проецирования задаётся либо одним 3D объектом, способным определить направление (прямой 3D

путь, ребро, ЛСК, рабочая плоскость и др.), либо с помощью двух геометрических точек (3D узлов, вершин и т.п.). В случае выбора тела происходит проецирование 3D пути на каждую его грань. Полученные элементы (результаты проецирования 3D пути на выбранные грани либо тело) объединяются в один 3D путь. Элементы, которые не удаётся соединить, отбрасываются.



1 – исходный 3D путь; 2 – исходное тело (грань); 3 – объекты, определяющие вектор проецирования; 4 проекция исходного пути

Если вектор проецирования не задан, то проекция строится по нормали к выбранной грани, а в случае выбора набора граней – по нормали к ближайшей грани.



1 – исходный 3D путь; 2 – проекция исходного пути по нормали к грани; 3 – проекция исходного пути в заданном направлении (по нормали к плоскости)

Создание 3D пути начинается с выбора тела или грани, на которые будет выполняться проецирование. Для их выбора используются следующие опции:

<B> Выбрать операцию

<F> Выбрать грань, на которую проецируется 3D путь

Грань или тело выбираются в 3D сцене с помощью . Тело операции можно также выбрать в дереве 3D модели, указав в нём соответствующую операцию.
Исходный 3D путь указывается с помощью опции:

<T> Выбрать 3D путь для проецирования

Задать вектор проецирования двумя 3D точками можно с помощью опций:

<M> Выбрать первую точку, задающую направление проецирования

<S> Выбрать вторую точку, задающую направление проецирования

Задать вектор проецирования одним 3D объектом можно с помощью опций:

<L> Выбрать направление проецирования

Отказаться от выбранного направления можно с помощью опции:

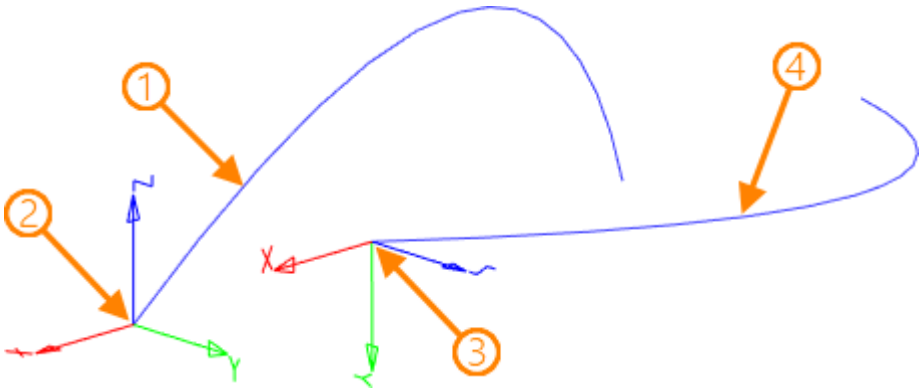
<K> Отменить выбор направления проецирования

Копия 3D пути

Вызов команды:

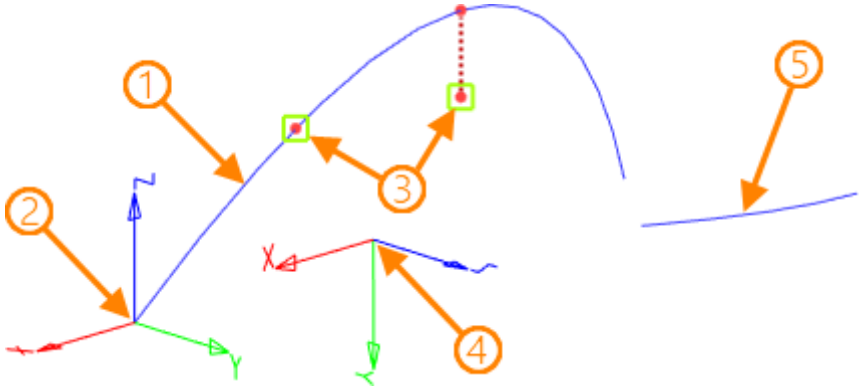
Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > 3D путь > Копия 3D пути
Клавиатура	Текстовое меню
<3КРС>	
Автоменю команды **<3РА>** 3D путь	
<M>	Создать копию

Данный способ предполагает создание 3D пути как копии существующего пути либо его отдельного участка.
По умолчанию, если не задана исходная и целевая системы координат, новый путь совпадает пространстве с исходным 3D путём. При указании исходной и целевой системы координат копирование осуществляется методом переноса исходной системы координат вместе со связанным с ней исходным 3D путём в положение, которое занимает целевая система координат.



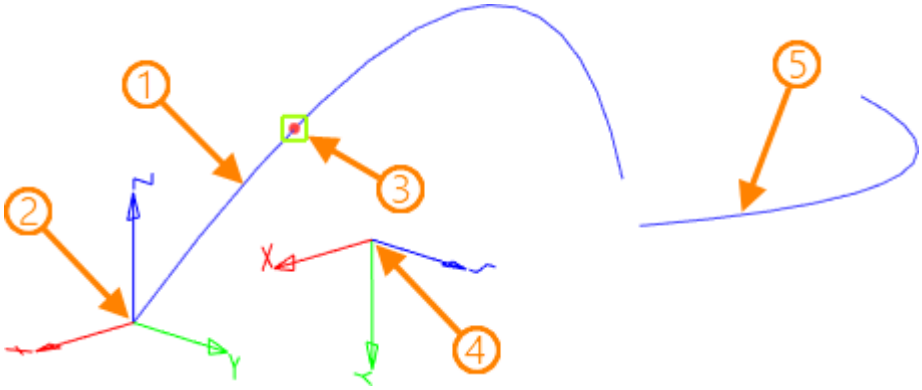
1 – исходный 3D путь; 2 – исходная система координат; 3 – целевая система координат; 4 – результирующий 3D путь

Процесс создания копии лишь отдельного участка исходного 3D пути предполагает указание начальной и конечной границы копирования, заданных в виде двух геометрических точек. Если точки не принадлежат исходному пути, то в качестве границы копируемого участка используются их проекции на исходный путь, лежащие на минимальном расстоянии.



1 – исходный 3D путь; 2 – исходная система координат; 3 – объекты, определяющие границы копирования; 4 целевая система координат; 4 – результирующий 3D путь

Если одна из границ копирования не задана, то вместо неё используется соответствующий конец исходного пути.



1 – исходный 3D путь; 2 – исходная система координат; 3 – объект, определяющий начальную границу копирования; 4 целевая система координат; 4 – результирующий 3D путь

Создание пути-копии начинается с выбора исходного 3D пути. 3D путь выбирается либо прямо в 3D сцене, либо в дереве 3D модели. Для этого используется опция автоменю:

<T> Выбрать 3D путь

Для выбора исходной и целевой системы координат служат следующие опции:

<1> Выбрать исходную систему координат

<2> Выбрать целевую систему координат

Если исходная или целевая системы координат не существуют, их можно быстро создать с помощью следующих опций:

<F> Выбрать точку для создания исходной СК

<W> Выбрать точку для создания целевой СК

В результате будут автоматически созданы ЛСК с вершинами в указанных 3D точках и такой же ориентацией осей, как у глобальной системы координат.
Отменить выбор исходной и целевой систем координат можно с помощью опции:

<Y> Отменить выбор системы координат

Границы копирования задаются с помощью следующих опций:

<S> Задать начальную границу копирования

<E> Задать конечную границу копирования

<D> Удалить границы копирования

3D путь на пересечении элементов

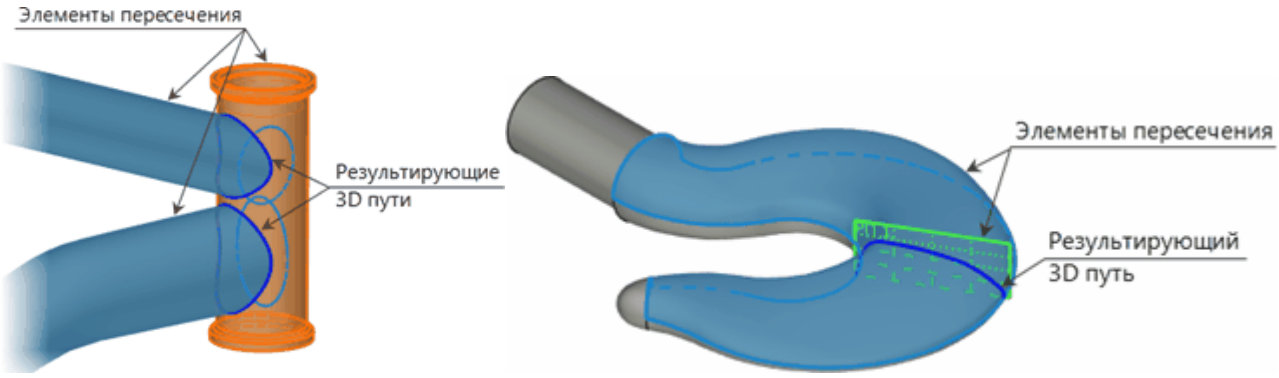
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > 3D путь > 3D путь на пересечении элементов
Клавиатура	Текстовое меню
<3KPG>	
Автоменю команды **<3PA>** 3D путь	
<B>	Пересечение элементов

Данный способ позволяет создавать 3D пути на пересечении элементов. В качестве элементов пересечения могут быть использованы поверхности (рабочие плоскости, рабочие поверхности, грани и тела-поверхности), а также твёрдые тела.

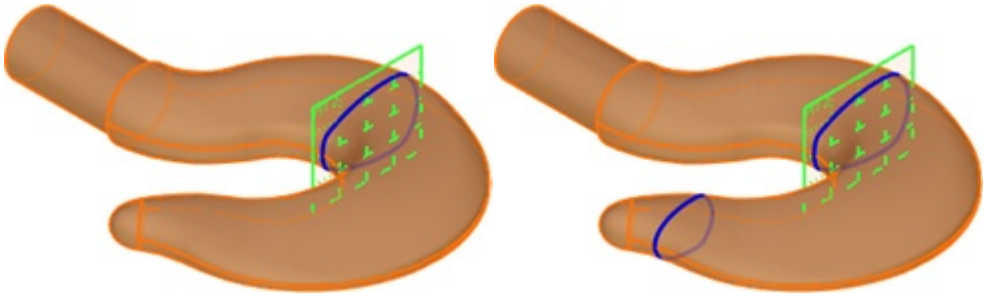
Первый элемент может быть задан только одним объектом, второй – набором объектов.

В случае, если при пересечении элементов образуется несколько участков, допускается определять, по каким из них будут построены 3D пути.



В результате пересечения нескольких поверхностей формируются незамкнутые участки. Если в качестве одного из элементов пересечения использовать твёрдое тело, то полученные смежные участки автоматически объединятся в один. При пересечении нескольких твёрдых тел результирующие контуры, образованные наборами смежных участков, будут замкнутыми.

При создании 3D пути на пересечении элементов с использованием рабочих поверхностей бывают случаи, когда необходимо рассматривать один из элементов пересечения без учёта его ограничивающих контуров – как внешних, так и внутренних (т.е. поверхность считается бесконечной). Это позволяет создавать 3D путь, ограниченный лишь контурами второго элемента.



С учётом ограничивающих контуров Без учёта ограничивающих контуров

В автоменю команды доступны опции для выбора объектов в качестве пересекаемых элементов:

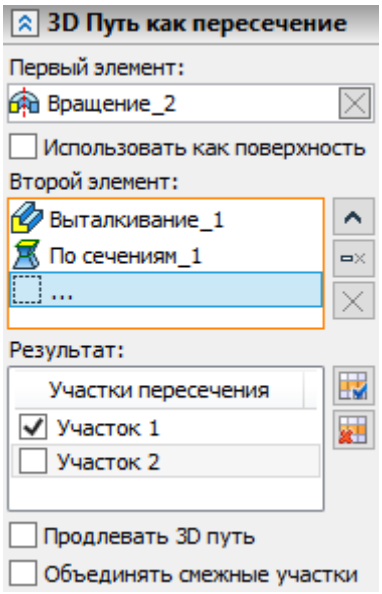
<A> Выбор первого элемента

<S> Выбор второго элемента

Отмена всех выбранных элементов осуществляется при помощи опции автоменю:

<F> Отменить выбор всех элементов

Выбранные объекты отображаются в соответствующих полях в окне параметров команды. Для управления списком объектов, выбранных в качестве второго элемента, используются кнопки **Развернуть** , **Свернуть** , **Удалить элемент из списка** , **Очистить** .
Возможность использования листового объекта, выбранного в качестве первого элемента, без учёта его контуров обеспечивается включением флажка **Использовать как поверхность**.
Результирующие участки, полученные при пересечении элементов, отображаются в поле **Результат**. Установленный флаг свидетельствует о создании 3D пути по данному участку после подтверждения команды. Установка и снятие одновременно всех флажков осуществляется кнопками **Выделить все** , **Очистить все** .



Параметр **Продлевать 3D путь** позволяет расширить результирующий участок до границ первого элемента.

> В случае, если первый элемент используется как поверхность, при включении данного параметра результирующие участки будут иметь бесконечную длину.

Параметр **Объединять смежные участки** предназначен для объединения результирующих смежных участков при пересечении нескольких листовых объектов.

Параметрическое изменение 3D узла

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента

	Опорная геометрия > 3D путь > Параметрическое изменение 3D узла
Клавиатура	Текстовое меню
<3KPP>	
Автоменю команды **<3PA>** 3D путь	
<A>	Параметрическое изменение 3D узла

Способ создания 3D пути с параметрическим изменением 3D точки используется для создания траекторий со сложной геометрией.
Пространственная кривая пути получается в результате *движения* 3D точки по произвольной или специально заданной пространственной траектории. *Движение* точки осуществляется за счёт многократного копирования исходной 3D точки. Полученный набор точек объединяется сплайном и формируется 3D путь. Результирующий 3D путь может быть замкнутым.

> При построении такого пути используется универсальный механизм, позволяющий получать конечный результат на основе параметрического копирования исходного элемента. Этот механизм используется в операции «Тело по параметрам» – при создании тела на основе *движения* (копирования) профиля. Он же используется в операции «Параметрический массив», где результатом выполнения операции является набор параметрически изменяющихся копий исходного объекта.

Наиболее полно работа этого алгоритма описана в главе «Тело по параметрам». В данной главе приведено лишь краткое описание и некоторые примеры применения данного механизма.
Для создания 3D пути с параметрическим изменением точки необходимо определить закон, по которому будут строиться копии исходной 3D точки.
Для каждой копии точки рассчитывается так называемая **система координат текущей копии**. Копирование 3D точки осуществляется в направлении от исходной системы координат к рассчитанной целевой системе координат текущей копии. В качестве исходной системы координат пользователь может выбрать одну из локальных систем координат модели. Если локальная система координат не выбрана, то в качестве исходной системы координат используется, в зависимости от способа расчёта системы координат текущей копии, либо глобальная система координат, либо система координат первой копии.
Система координат текущей копии (т.е. её начало и ориентация осей) может определяться одним из двух способов:

- *Свободная ориентация копии*. Законы изменения параметров системы координат текущей копии 3D точки описываются с помощью выражений.
- *Ориентация копии по 3D кривым или поверхностям*. Для определения положения в пространстве системы координат текущей копии используются существующие 3D кривые или поверхности других тел. Управляя системой координат копии, пользователь управляет положением каждой копии 3D точки.

Управление системой координат копии осуществляется через параметры операции. Параметры подразделяются на два типа - **управляемые параметры** и **управляющие параметры**.
Управляемые параметры – параметры, значения которых рассчитываются автоматически в процессе создания копии точки. Для считывания значений таких параметров можно назначить независимые переменные.
Управляющие параметры – поля, зависимости в которых задаются пользователем. В поля управляющих переменных вписываются произвольные выражения, в которые можно включить

любую переменную системы. Например, если включить в такое выражение переменную, отвечающую за номер копии 3D точки, значение данного параметра будет зависеть от номера копии.
Некоторые параметры операции могут быть как управляющими, так и управляемыми. Ведущий параметр **Номер копии** всегда является управляемым. Для него обязательно нужно выбрать независимую переменную, которой будет присваиваться текущее значение номера копии при расчёте операции. Номер копии автоматически изменяется в процессе расчёта от 1 до указанного количества с шагом 1.
Расчёт выполняется в следующем порядке: присваивается следующее значение номеру копии, рассчитываются управляющие параметры, вычисляются остальные управляемые параметры (если они есть), выполняется копирование. Все полученные копии 3D точки объединяются в один сплайн.

После вызова команды становятся доступными следующие действия:

	<R>	Выбрать 3D точку
	<1>	Выбрать кривую, задающую положение начала координат
	<2>	Выбрать кривую, задающую направление оси X
	<3>	Выбрать кривую, задающую направление оси Y
	<4>	Выбрать поверхность, задающую ориентацию оси X
	<5>	Выбрать поверхность, задающую ориентацию оси Y
	<6>	Выбрать исходную систему координат
	<7>	Отменить выбор элементов, задающих систему координат

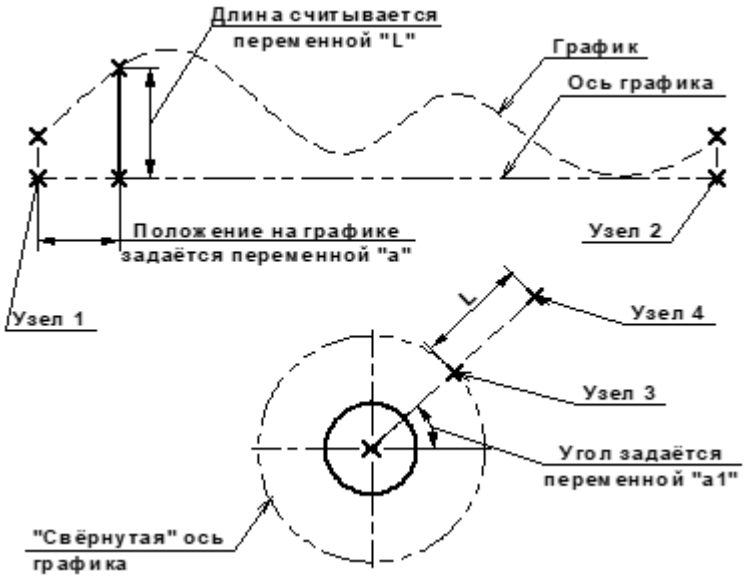
Как уже отмечалось выше, можно выделить два способа создания пути с параметрическим изменением 3D точки. Рассмотрим на примерах каждый из них.

Способ свободной ориентации копии

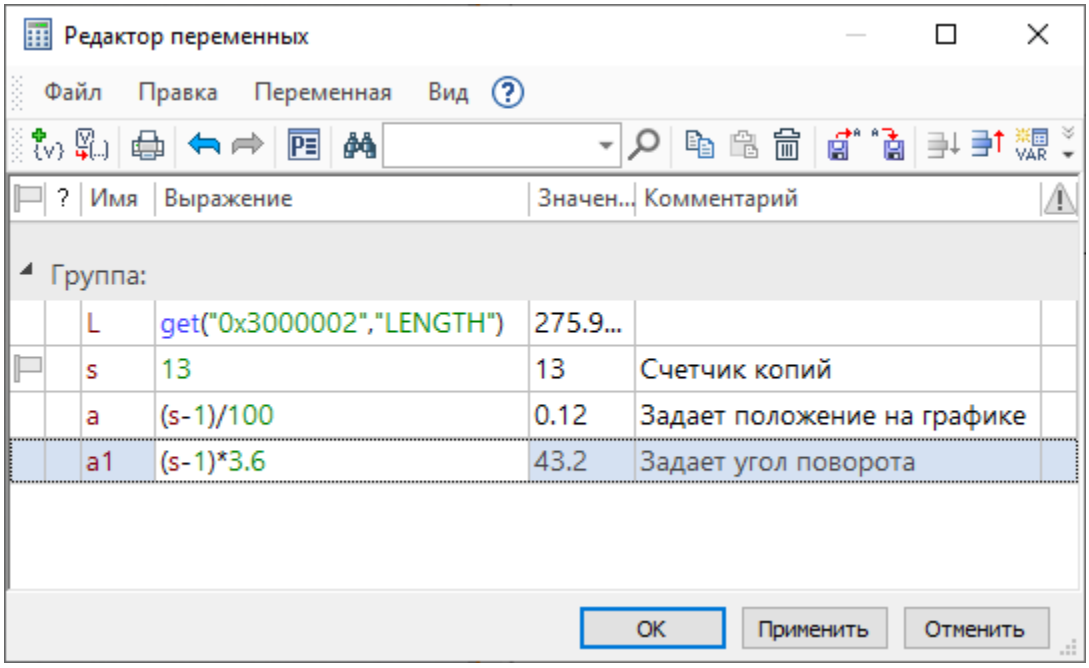
При создании пути таким способом достаточно выбрать 3D узел, задать количество копий и назначить независимую переменную на параметр **Номер копии**. Используя переменную, принимающую значения номеров копий, можно создать определённые зависимости в полях управляющих переменных, а также в 2D или 3D построениях, от которых, в свою очередь, будет зависеть положение исходной 3D точки.

Пример 1

Рассмотрим применение параметрического пути на примере создания модели кулачка. Данный пример находится в библиотеке *«Примеры 16»*, в папке *«3D Построения/3D Путь/Кулачок.grb»* Исходными данными является график, задающий поверхность кулачка.

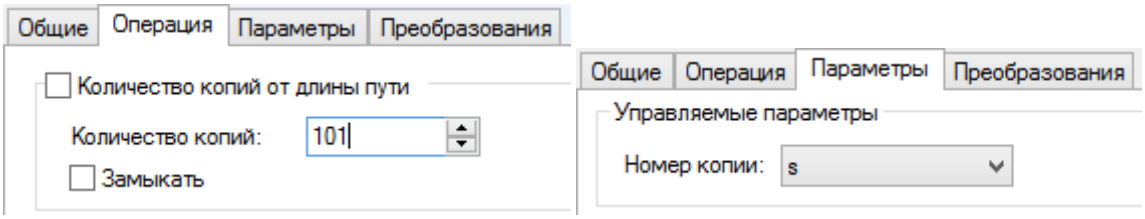


Между узлами 1 и 2 построена пропорциональная прямая. Её положение определяется значением переменной *a* в пределах от 0 до 1 включительно. При изменении значения переменной *a* прямая будет двигаться от точки 1 к точке 2. Полученная прямая пересекает ось графика и кривую графика. Между этими точками можно построить отрезок. Его длина будет равна текущему значению функции графика. Считанное (с помощью функции *get*) значение длины отрезка хранит переменная *L*.
Для построения 3D пути, повторяющего контур поверхности кулачка, необходимо создать такой 3D узел, который бы при изменении одной переменной (назначенной на счётчик копий) изменял своё пространственное положение в соответствии с заданным законом на графике. Такой узел удобно создать, если добавить ещё несколько 2D построений с использованием уже полученных данных.
Для того чтобы получился кулачок нужных размеров, ось графика должна быть «свёрнута» в окружность заданного радиуса. В данном примере построена окружность радиусом 50 мм. Через центр окружности под углом к горизонтали нужно построить новую прямую. На параметр, задающий угол наклона этой прямой, нужно назначить переменную *a1*.
На пересечении окружности и наклонной прямой построен узел 3. Относительно узла 3, вдоль наклонной прямой построен узел 4 на расстоянии *L*. По 2D узлу 4 построен 3D узел. Для этого на существующей странице предварительно создана рабочая плоскость «Вид спереди».
Теперь нужно связать все переменные между собой таким образом, чтобы при изменении счетчика копий перестраивался 3D узел. Этого можно добиться, если вместо конкретных значений некоторых переменных ввести следующие выражения, задающие зависимость от номера копий.
Теперь нужно связать все переменные между собой таким образом, чтобы при изменении счетчика копий перестраивался 3D узел. Этого можно добиться, если вместо конкретных значений некоторых переменных ввести выражения, задающие зависимость от номера копий.

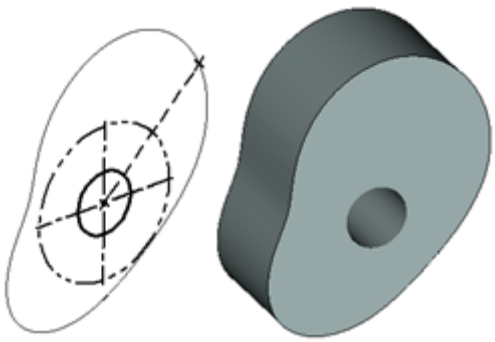


Поскольку значения параметра **Номер копии** всегда начинаются с единицы, иногда требуется вводить поправку (–1) в выражения, где участвует переменная **Номер копии**.

Теперь можно строить параметрический 3D путь. В диалоге параметров нужно определить два параметра: задать количество копий, и назначить переменную, которая будет выполнять функцию счётчика копий. В данном примере на параметр **Номер копии** назначена переменная *s*.



Первая копия 3D узла будет совпадать по положению со 101-й. В результате получится замкнутый 3D путь. Его геометрия будет соответствовать форме кулачка.
Далее для получения тела кулачка нужно вытолкнуть путь по нормали на 50 единиц и на основе получившейся листовой поверхности создать твёрдое тело с помощью операции «Сшивка».
В завершение можно сделать цилиндрическое отверстие по оси кулачка (выталкивание окружности с автоматическим вычитанием из основного тела).



Способ ориентации копии по путям или поверхностям

Способ ориентации копии по путям или поверхностям удобно использовать, когда не удаётся точно описать закон изменения параметров копии с помощью выражений. В таких случаях бывает удобно

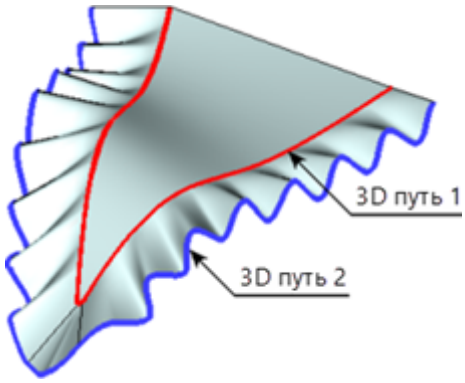
использовать различные 3D кривые или поверхности для определения положения и ориентации системы координат текущей копии.

Пример 2

В качестве примера применения параметрического 3D пути с ориентацией копии по путям или поверхностям можно рассмотреть построение 3D пути, определяющего внешний край «волнистой» поверхности. На рисунке он обозначен как 3D путь 2.

Для построения такого пути необходимы:

- исходный 3D узел, положение которого должно меняться при создании пути в зависимости от номера создаваемой копии;
- 3D путь, определяющий положение начала системы координат каждой копии;
- поверхность, определяющая ориентацию оси X системы координат каждой копии.



Создаваемый путь должен повторять форму внешнего края исходного листового тела. Поэтому для задания начала системы координат копий необходимо использовать 3D путь, построенный по рёбрам исходного листового тела – 3D путь 1.

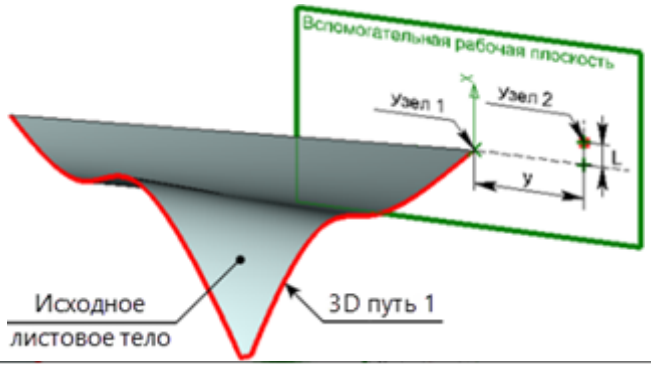
Для получения исходного 3D узла построена вспомогательная рабочая плоскость, перпендикулярная 3D пути 1 и проходящая через одну из вершин исходного листового тела.

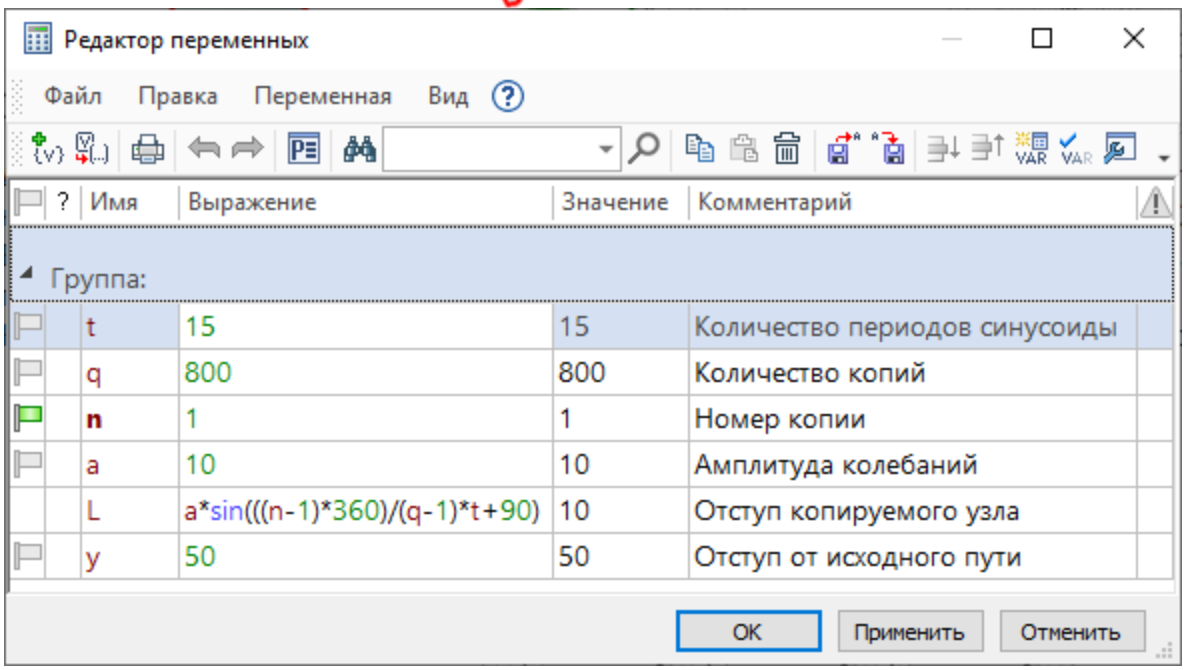
На рабочей плоскости созданы необходимые 2D построения. Искомый 3D узел создан по 2D узлу на рабочей плоскости – Узлу 2.

Узел 2 был построен следующим образом: на рабочей плоскости построен Узел 1 с координатами (0,0) (соответствует той вершине исходного листового тела, через которую проходит рабочая плоскость). Через данный узел проведена горизонтальная прямая.

Перпендикулярно горизонтальной прямой, на расстоянии *y* от Узла 1, проведена вертикальная прямая. Узел 2 лежит на данной прямой на расстоянии *L* от точки пересечения прямых.

Значение переменной *L* задано так, чтобы оно менялось при изменении счётчика копий 3D пути. Таким образом, при построении 3D пути, в зависимости от номера текущей копии по синусоидальному закону меняется положение 2D Узла 2 и построенного на его основе 3D узла.

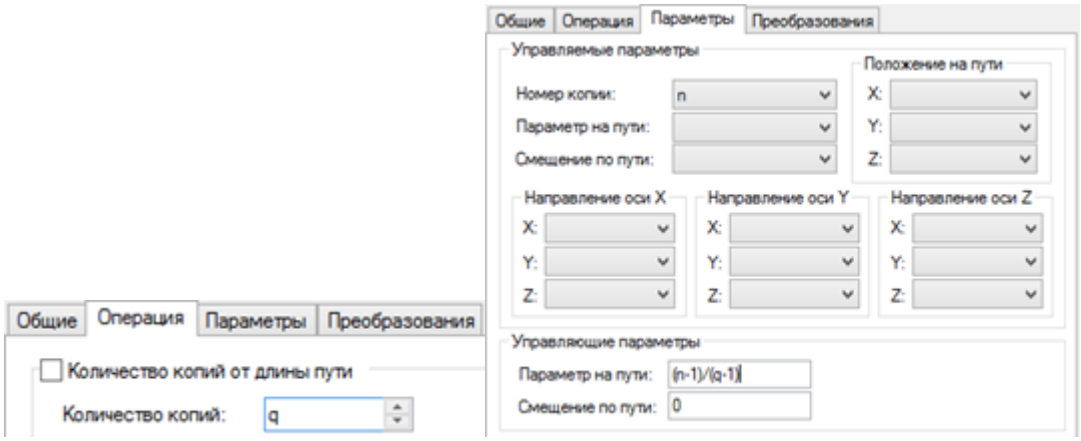




Для задания ориентации оси X системы координат копий при построении параметрического пути необходимо указать само исходное листовое тело. Если поверхность не выбирать, то ориентация осей будет определяться на основе вектора кривизны 3D пути 1, направление которого может резко меняться.

В диалоге параметров пути нужно определить: количество копий (переменная *q*), переменную-счётчик копий (в данном примере это переменная *n*) и управляющий параметр **Параметр на пути**.

Когда 3D путь 2 создан, можно построить на его основе «волнистую» поверхность с помощью операции «По сечениям».



Данный пример находится в библиотеке *«Примеры 17»*: *«3D Построения/3D Путь/ Параметрический путь с ориентацией копий по пути и поверхности.grb»*.

Линия очерка

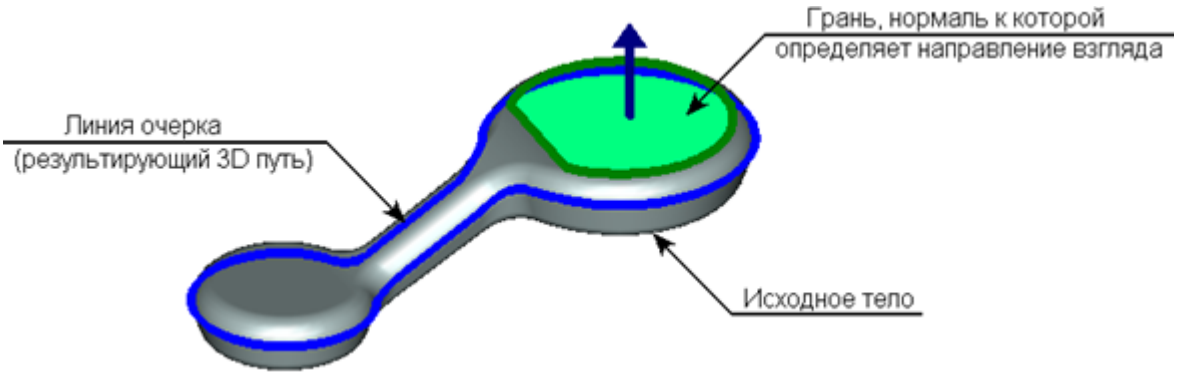
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > 3D путь > Линия очерка
Клавиатура	Текстовое меню
<ЗКСО>	
Автоменю команды **<ЗРА>** 3D путь	
<О>	Линия очерка

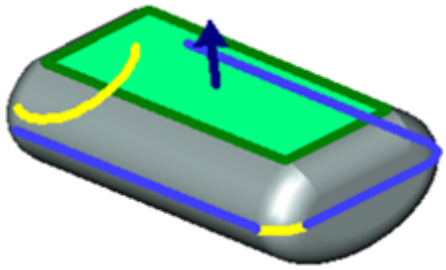
Создание 3D пути как *линии очерка* может быть использовано для определения линии разъёма при проектировании пресс-форм.

Построение линии очерка тела условно можно описать следующим образом: через каждую точку на поверхности тела проводится пространственная прямая, параллельная направлению взгляда. Те точки поверхности тела, в которых такая прямая лишь касается тела (не пересекая его), являются потенциальными точками линии очерка.

Для создания 3D пути указываются исходное тело и направление взгляда. Система анализирует поверхность тела в поисках точек, удовлетворяющих определению линии очерка. Полученный набор точек объединяется в единую кривую – 3D путь.

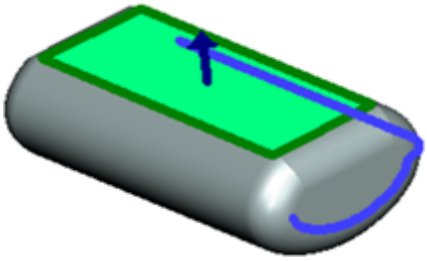


Если объединить все найденные точки в одну кривую не удаётся, система возвращает набор отдельных сегментов линии очерка. Пользователю предоставляется право выбрать тот сегмент, по которому будет построен результирующий 3D путь. Можно выбрать одновременно и несколько сегментов линии очерка. В этом случае будет создан не один, а несколько 3D путей – по числу выбранных сегментов.

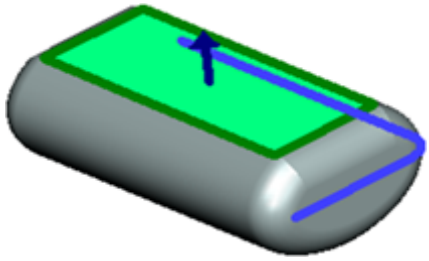


Направление взгляда задано нормалью к верхней грани. Найденные системой отрезки линии очерка показаны линиями жёлтого и голубого цвета.

Возможна ситуация, когда вектор направления взгляда параллелен какой-либо грани тела. В этом случае все точки данной грани удовлетворяют определению линии очерка, т.е. вместо линии система находит поверхность очерка. Из этого положения система выходит, строя линию очерка по первым встреченным ей точкам данной грани. В результате чаще всего линия очерка на такой грани строится по одному из боковых рёбер. Более оптимальная форма линии очерка будет получена, если применить *режим обработки вертикальных граней*. В этом режиме система строит линию очерка по прямой через грань.



Построение линии очерка без использования режима обработки вертикальных граней



Построение линии очерка с использование режима обработки вертикальных граней

Режим обработки вертикальных граней включается в окне параметров команды.

Тело, для которого будет строиться линия очерка, выбирается с помощью опции:

<1> Выбрать тело

Направление взгляда задаётся либо двумя 3D точками, либо одним 3D элементом, способным определить вектор:

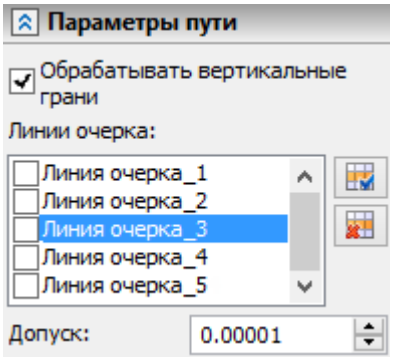
<2> Выбрать первую точку задающую направление

<3> Выбрать вторую точку задающую направление

<4> Выбрать направление

После задания исходного тела и направления взгляда в 3D сцене появляется изображение построенной линии очерка.

В случае, когда системе не удаётся создать единую кривую очерка, в 3D сцене отразится один из найденных участков линии очерка. Для создания 3D пути на его основе достаточно подтвердить создание пути с помощью .
В окне параметров команды отображается полный список найденных участков линии очерка. Чтобы создать 3D путь на основе другого участка линии очерка, можно выбрать нужный участок в окне параметров или воспользоваться дополнительной опцией:



<Tab> Сменить линию очерка

Данная опция позволяет циклически перебирать найденные системой участки линии очерка (при нажатии опции на экране отображается следующий участок линии очерка). Выбранный в списке участок отображается в 3D сцене *голубым* цветом.
Для создания 3D пути по нескольким участкам линии очерка необходимо найти в списке и отметить галочками все требуемые участки, а затем подтвердить создание пути с помощью .

3D Кривая смещения

3D кривые смещения можно создать следующими способами:

Кривая смещения к плоскому 3D пути

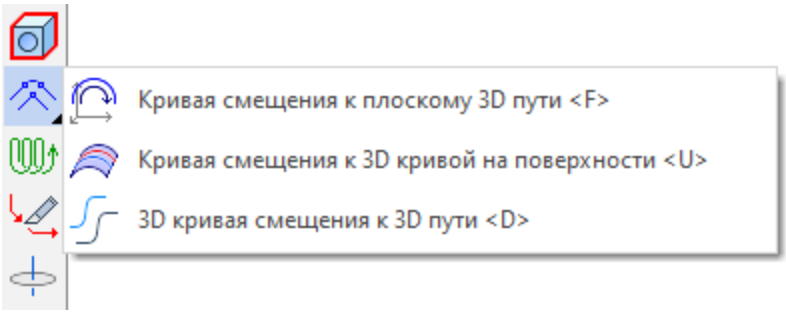
Кривая смещения к 3D кривой на поверхности

3D кривая смещения к 3D пути

В автоменю команды **3D путь** все способы создания 3D пути как кривой смещения к другому 3D пути объединены в опции:

Кривая смещения

Выпадающий список данной опции содержит три вышеупомянутых способа создания 3D пути.



При создании 3D кривой смещения любого типа её можно обрезать проекцией одной или двух точек.

Кривая смещения к плоскому 3D пути

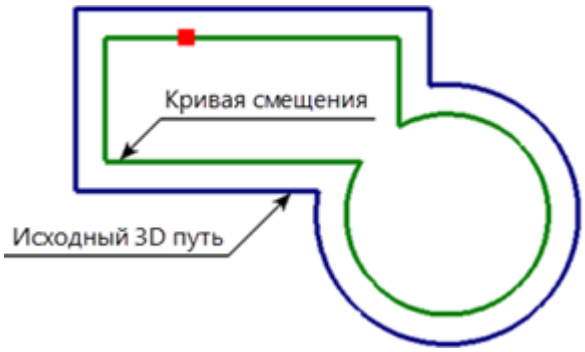
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > 3D путь > Кривая смещения к плоскому 3D пути
Клавиатура	Текстовое меню
<3KCF>	
Автоменю команды **<3PA>** 3D путь	
<F>	Кривая смещения к плоскому 3D пути

Для создания кривой смещения к плоскому 3D пути необходимо выбрать исходный путь и задать смещение относительно исходного 3D пути. Смещение можно задать двумя способами:

- Заданием 3D точки, через которую будет проходить результирующая кривая. Точка должна лежать в плоскости исходного пути.
- Числовым значением смещения кривой от исходного пути.

На рисунке представлен пример создания кривой смещения по 3D точке.



Создание такого пути аналогично созданию 3D профиля как кривой смещения к другому плоскому 3D профилю (см. главу «3D профили»).

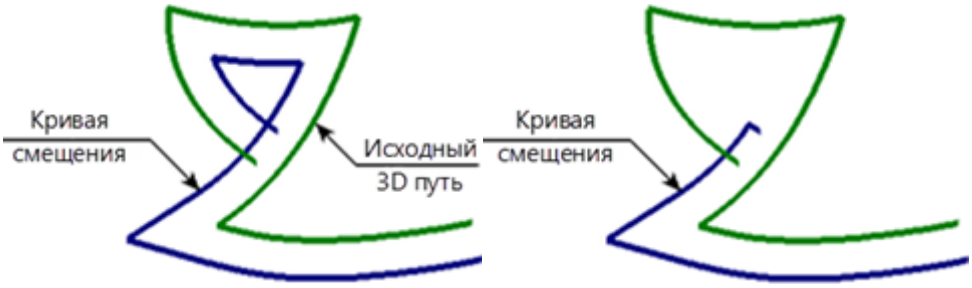
Зазоры, возникающие в линиях эквидистантного пути, могут быть обработаны тремя способами:

- **Продолжить** – строится продолжение кривых, образующих исходный путь. Прямая линия продолжается прямой, окружность - окружностью.
- **Скруглить** – строится скругление между конечными точками соседних сегментов создаваемого пути.

- **Удлинить** – из точек разрыва строятся прямые линии, касательные к линиям пути в точках разрыва.

Продолжить Скруглить Удлинить

При создании кривой смещения к пути сложной формы в контуре нового пути могут образоваться петли. Дополнительный *режим обрезки петель* позволяет автоматически удалять их.



Без удаления петель С удалением петель

Первым шагом создания 3D пути является выбор исходного плоского 3D пути с помощью опции:

<T> Выбор плоского пути

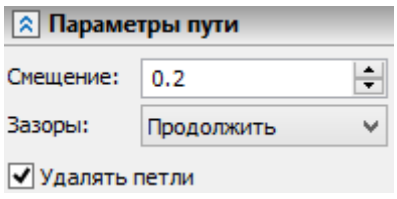
Затем необходимо задать требуемое смещение 3D точкой или числовым значением. 3D точка выбирается с помощью опции:

<N> Выбрать точку в плоскости выбранного пути

Для отказа от выбранного узла можно использовать опцию:

<K> Отменить выбор узла

Числовое значение смещения указывается в окне параметров команды. Здесь же задаются другие параметры результирующей кривой. Способ обработки зазоров, возникающих при создании пути, определяется параметром **Зазоры**. Режим удаления петель включается при установке флажка **Удалять петли**.



См. также:

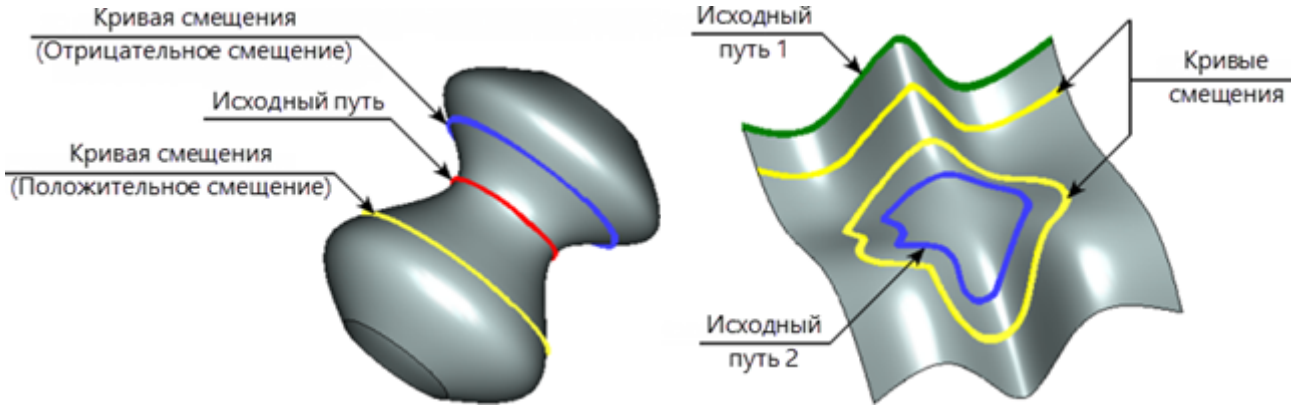
- Обрезка 3D кривой смещения

Кривая смещения к 3D кривой на поверхности

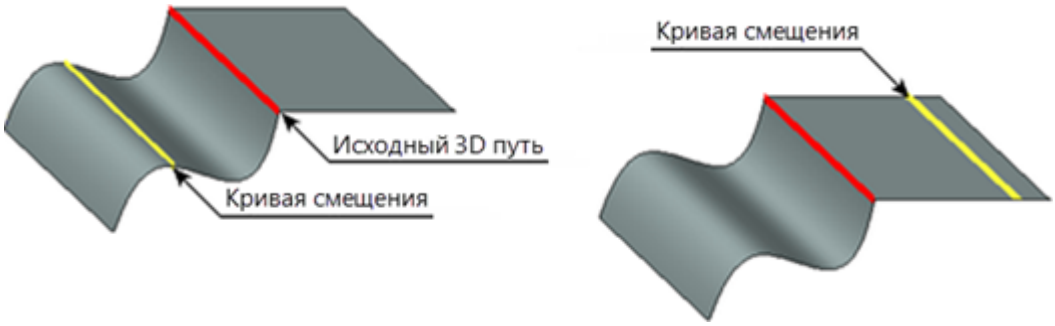
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > 3D путь > Кривая смещения к 3D кривой на поверхности
Клавиатура	Текстовое меню
<3KCS>	
Автоменю команды **<3PA>** 3D путь	
<U>	Кривая смещения к 3D кривой на поверхности

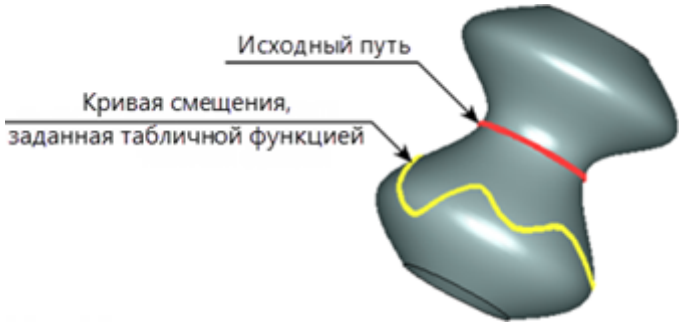
Для создания 3D пути как кривой смещения к 3D кривой на поверхности необходимо указать исходную кривую – 3D путь. Результирующая кривая будет создаваться смещением точек исходной кривой на заданное расстояние по поверхности грани, на которой лежит исходная кривая. Исходный 3D путь обязательно должен лежать на грани тела.



Грань, на которой лежит выбранный 3D путь, система определяет самостоятельно. В том случае, когда это возможно (например, если 3D путь был создан по ребру, разделяющему две грани тела), пользователю предоставляется возможность изменить выбор системы.



Смещение результирующей кривой от исходной может быть задано числовым значением или табличной функцией. С помощью табличного задания смещения можно построить путь с неравномерным смещением от исходной кривой. Таблица смещений задаёт положение контрольных точек на исходном пути и значения смещений для них.



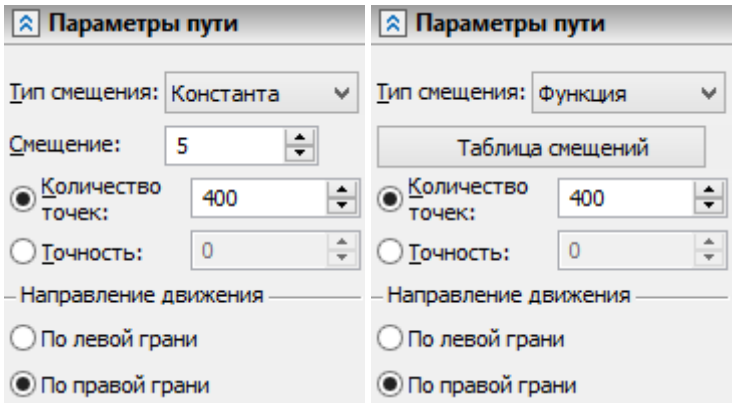
Точность построения результирующего 3D пути задаётся либо **количеством точек**, по которым строится путь, либо **точностью кривой**. При использовании **точности кривой** путь строится так, чтобы результирующая кривая отстояла от хорд, соединяющих любую последовательную пару точек, на величину, не превышающую заданное значение точности. Чем больше **количество точек**, установленное для кривой смещения, или выше заданная точность, тем точнее будет построен путь.

После вызова команды необходимо выбрать исходный 3D путь с помощью опции:

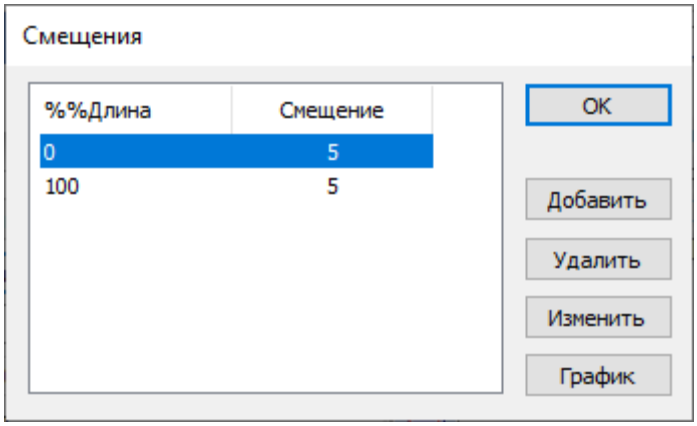
<Z> Выбрать путь на поверхности

Смещение кривой и точность её построения задаются в окне параметров или в диалоге параметров пути (опция).

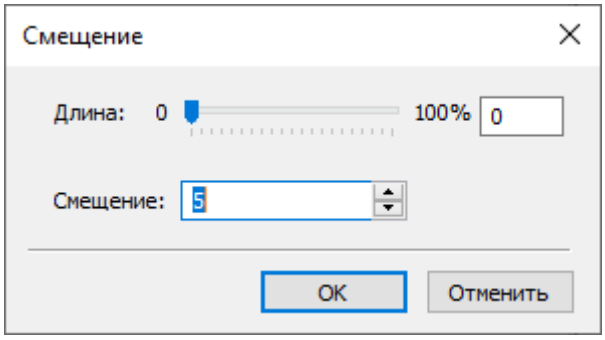
Для того, чтобы задать смещение числовым значением, необходимо установить **Тип смещения** в значение **Константа** и задать в поле **Смещение** требуемое значение. Для использования переменного смещения у параметра **Тип смещения** устанавливается значение **Функция**. Переменное смещение может задаваться индивидуально для каждой из точек исходной кривой в зависимости от положения данной точки на длине кривой. Зависимость смещения от длины задаётся в таблице смещений.



При выборе типа смещения **Функция** поле **Смещение** заменяется на кнопку **Таблица смещений**, вызывающую окно диалога **Смещения**.



В левой части диалога **Смещения** отображается таблица смещений, в правой - кнопки для её редактирования.
Для добавления новой строки необходимо нажать кнопку **Добавить**. На экране появится окно диалога **Смещение**. В нём необходимо указать положение новой контрольной точки (параметр **Длина**) и величину смещения для неё (параметр **Смещение**).



Диалог **Смещение** используется и для редактирования уже существующей строки таблицы при нажатии кнопки **Изменить**.
Кнопка **Удалить** позволяет удалить выбранную строку из таблицы смещений.

Зависимость смещения от длины можно задавать и с помощью графика. Для этого используется кнопка **График**. При нажатии на кнопку открывается окно редактирования графика.

Более подробную информацию о работе с графиками можно найти в разделе Графики.

Для задания точности построения результирующего пути необходимо в окне параметров выбрать используемый для этого параметр – **Количество точек** или **Точность** – и ввести в поле справа значение выбранного параметра.
Изменить грань, на которой создаётся кривая смещения, можно опцией:

<Tab> Выбрать другую смежную грань

Ту же функцию выполняет переключатель **Направление движения** в окне параметров.

См. также:

- Обрезка 3D кривой смещения

3D кривая смещения к 3D пути

Вызов команды:

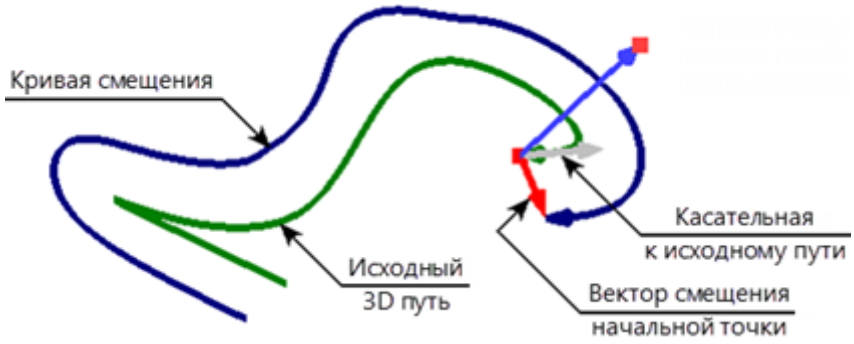
Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > 3D путь > 3D кривая смещения к 3D пути
Клавиатура	Текстовое меню
<ЗКСР>	
Автоменю команды **<ЗРА>** 3D путь	
<D>	3D кривая смещения к 3D пути

Для создания 3D пути как 3D кривой смещения достаточно указать исходный 3D путь (произвольной формы), величину и направление смещения. По полученным в результате смещения точкам формируется единый 3D сплайн.

Создание 3D пути как 3D кривой смещения можно использовать, например, при работе с ЧПУ для построения траекторий движения инструмента с учётом коррекции на его радиус; при проектировании пресс-форм для создания поверхности разъёма (по линии очерка и кривой смещения к ней).

Существует два способа задания направления смещения кривой:

- Направляющим вектором. Для всей кривой задаётся единый направляющий вектор –двумя 3D точками, прямым ребром, нормалью к плоской грани или рабочей плоскости. Для создания кривой каждая точка исходного 3D пути смещается на заданное расстояние вдоль вектора, определяемого как векторное произведение касательной к пути в этой точке и заданного направляющего вектора смещения. Т.е. точка кривой смещается в направлении, перпендикулярном направляющему вектору и касательной к исходному пути.

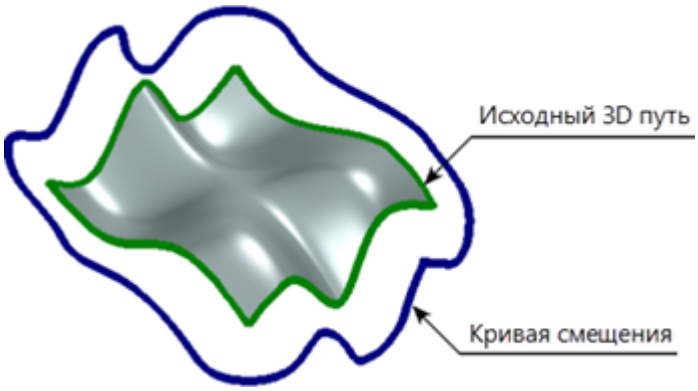


Направляющий вектор (на рисунке показан голубой стрелкой, в 3D сцене не отображается) задан двумя 3D узлами

- Направлением с тела. Данный способ создания 3D кривой смещения ориентирован на создание 3D пути как *продолжения* поверхности листового тела (по касательной). Направление кривой смещения задаётся телом операции, поверхность которого необходимо продлить. Исходный 3D путь должен лежать на том же теле.

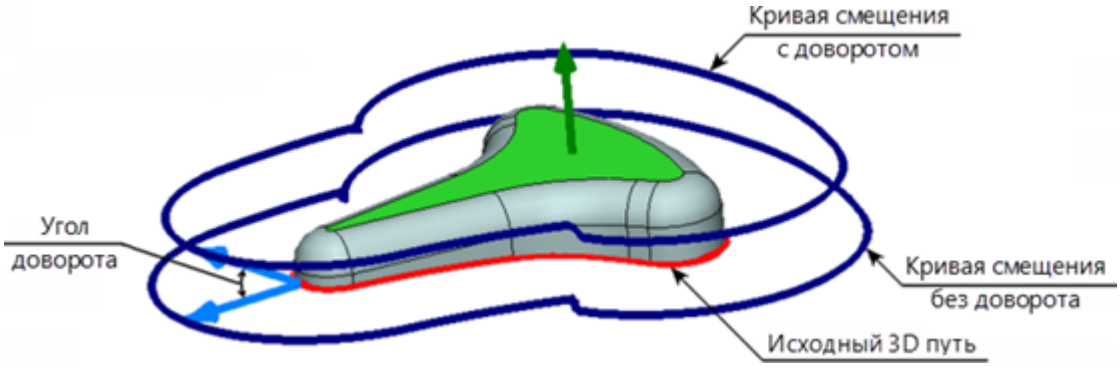
Рекомендуется в качестве исходного использовать листовое тело, лежащее на одной поверхности, а в качестве исходного пути – 3D путь, построенный по охватывающим рёбрам этого листового тела. При других исходных данных результат построения кривой смещения не определён.

Для создания кривой каждая точка исходного 3D пути смещается на заданное расстояние вдоль вектора, определяемого как векторное произведение касательной к пути и нормали к направляющей поверхности в этой точке.



Направление кривой смещения задано листовым телом

Дополнительный режим *смещения с доворотом* можно использовать при любом способе создания кривой. В этом режиме вектор смещения, вычисляемый для каждой точки исходного пути, дополнительно поворачивается вокруг касательной к пути в этой точке на заданный угол. 3D кривая смещения с доворотом может понадобиться, например, при работе с ЧПУ – для построения ориентирующего пути, задающего наклон инструмента.



Направление кривой смещения задано нормалью к плоской грани

Первым шагом создания кривой смещения является выбор исходного 3D пути с помощью опции:

<A> Выбрать 3D путь

Затем необходимо задать направление смещения. Для задания направления с помощью направляющего вектора используются следующие опции:

<B> Выбрать первую точку, задающую направление

<C> Выбрать вторую точку, задающую направление

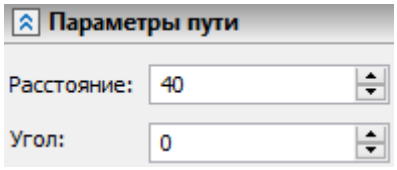
<D> Выбрать направление

Первые две опции (и) позволяют задать направляющий вектор двумя 3D точками. Опция позволяет выбрать 3D объект, способный сразу определить направляющий вектор.

Для задания направления кривой смещения с тела используется опция:

<G> Выбрать тело

Величина смещения кривой указывается в окне параметров команды либо в диалоге параметров пути (опция). Смещение кривой задаётся параметром **Расстояние**. Здесь же осуществляется (при необходимости) включение режима смещения с доворотом. Для этого достаточно указать в поле параметра **Угол** требуемое значение угла доворота (по умолчанию стоит значение [0]).



См. также:

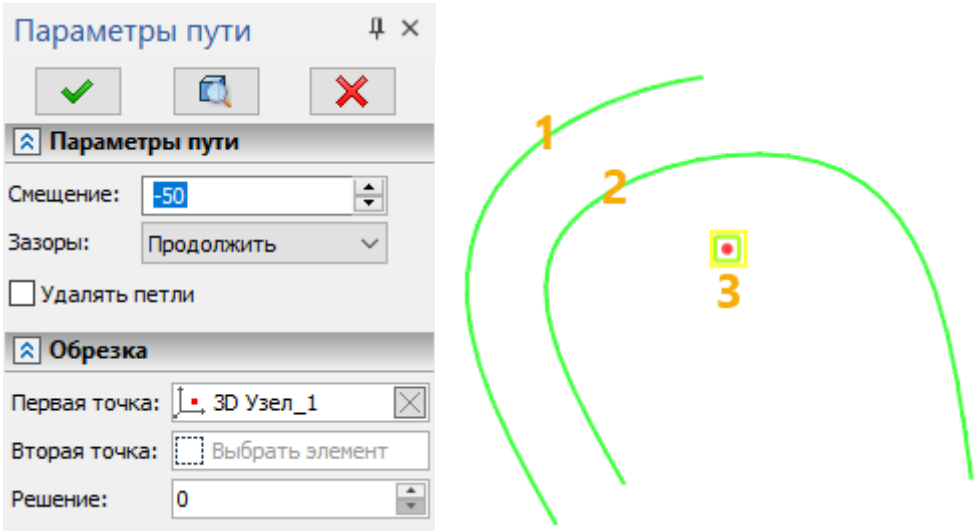
- Обрезка 3D кривой смещения

Обрезка 3D кривой смещения

При создании 3D кривой смещения любого типа её можно обрезать с помощью вкладки **Обрезка** окна параметров. Вкладка содержит поля выбора точек обрезки и переключатель решений.

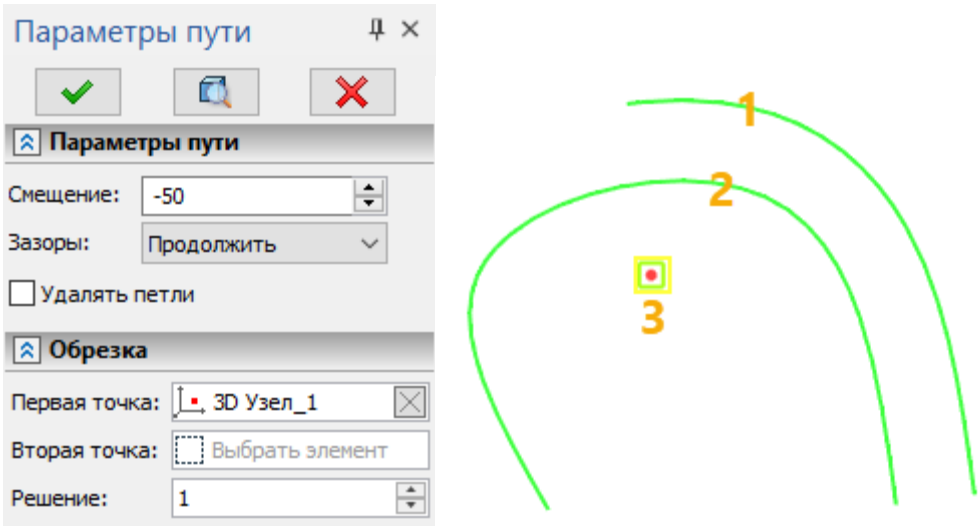
Наведите курсор на поле **Первая точка** и нажмите . Поле будет подсвечено, а в панели фильтров станет активным фильтр выбора геометрических точек, после чего можно выбрать желаемую точку в 3D окне или в дереве модели. Кривая смещения будет обрезана проекцией выбранной точки.

Для обрезки одной точкой необходимо пользоваться именно полем **Первая точка**. Если выбрана только **Вторая точка**, то обрезка не осуществляется.



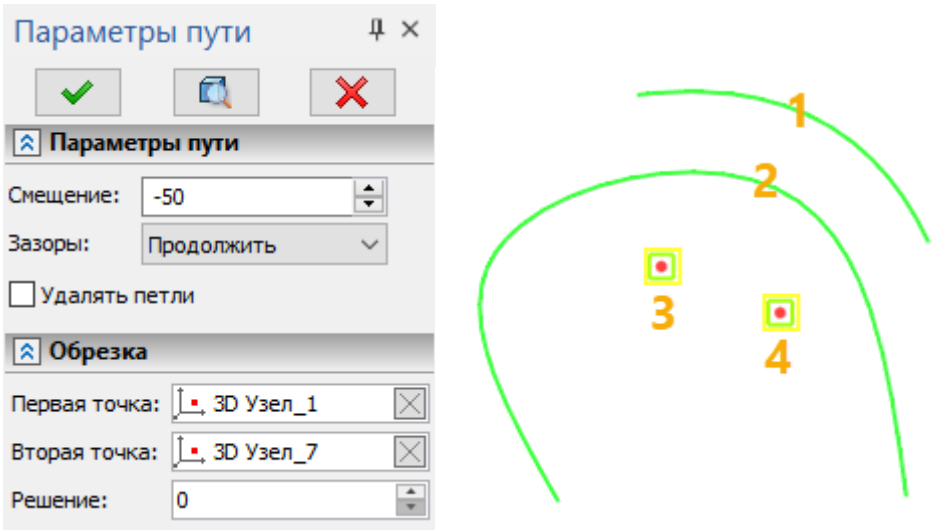
1 - Кривая смещения; 2 - Исходный путь; 3 - Первая точка обрезки

При выборе одной точки возможны два варианта обрезки. Один из них будет произвольно выбран по умолчанию. Для переключения на второй возможный вариант смените значение в поле **Решение** с нуля на единицу. В качестве значения можно ввести переменную. Значения отличные от нуля и единицы приведут к ошибке.



1 - Кривая смещения; 2 - Исходный путь; 3 - Первая точка обрезки

Для обрезки двумя точками после выбора первой точки аналогичным способом выберите вторую. При обрезке двумя точками доступно только одно решение - сохраняемый сегмент кривой лежит между проекциями выбранных точек. Поэтому в таком случае любое значение **Решения**, отличное от нуля приведёт к ошибке.



1 - Кривая смещения; 2 - Исходный путь; 3 - Первая точка обрезки; 4 - Вторая точка обрезки

Спиральный 3D путь

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Построения > Спиральный 3D путь Сборка (3D) > Построения > Спиральный 3D путь Листовой металл (3D) > Построения > Спиральный 3D путь Поверхности > Построения > Спиральный 3D путь Сварка > Построения > Спиральный 3D путь

	Примитив > Построения > Спиральный 3D путь Опорная геометрия > 3D путь > Спиральный 3D путь
Клавиатура	Текстовое меню
<3PH>	Построения > Спиральный 3D путь
Автоменю команды **<3PA>** 3D путь	
<L>	Спиральный путь

Спиральный путь – это специальный тип 3D пути, который позволяет получить коническую, цилиндрическую, плоскую или параметрическую винтовую кривую вокруг выбранной оси.

Типы спиральных путей

Существует 3 типа спиральных путей:

Вдоль оси

По грани

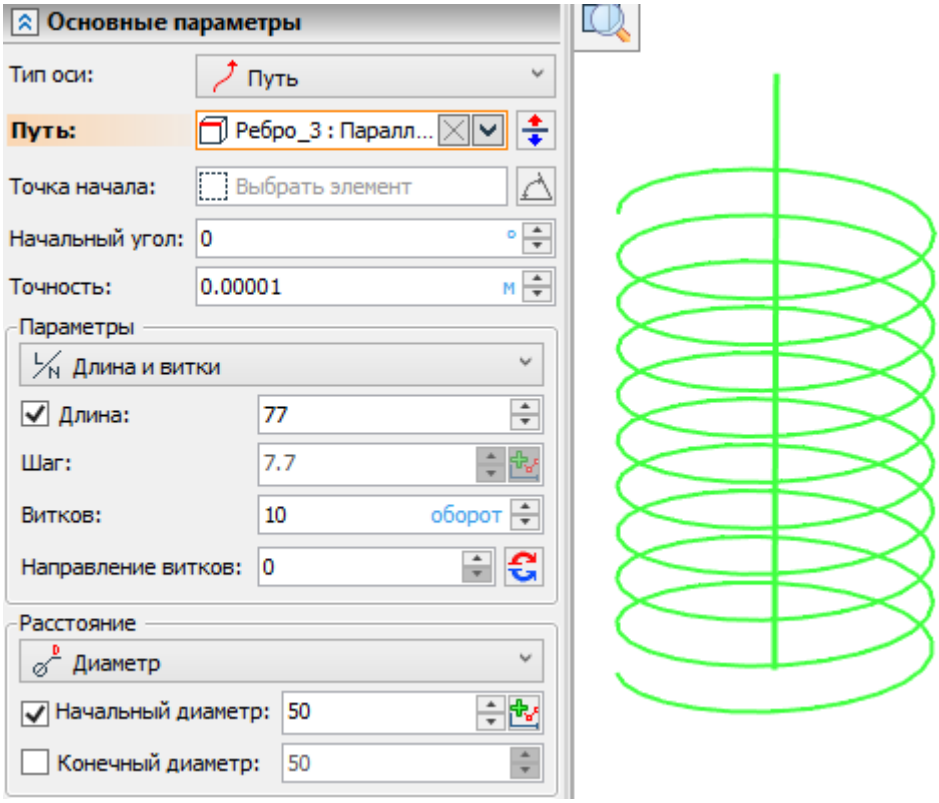
Плоский

Способ задания каждого типа описан в соответствующих подразделах.

Спиральный 3D путь вдоль оси

Данный тип 3D пути создается с помощью следующей опции в команде **Спиральный 3D путь**:

Вдоль оси



Создание спирального 3D пути вдоль оси

Необходимо выполнить следующие действия:

- Выбрать тип оси.
- Задать ось 3D пути.
- Выбрать стартовую точку и/или начальный угол (необязательное действие).
- Задать длину, шаг, число и направление витков (необязательное действие).
- Задать радиусы или диаметры (необязательное действие).
- Подтвердить создание операции .

Ниже приведено описание параметров команды.
Общие теоретические сведения о данном типе пути доступны по ссылке.

Ось, точка начала, начальный угол

Доступны следующие **Типы оси**:

- **Две точки**
- **Путь**
- **Ось**
- **Точка и направление**

В зависимости от выбранного типа оси появляются поля **Первая точка, Вторая точка, Путь, Ось** и **Направление**, активируя которые можно выбрать в 3D сцене или дереве модели объекты, определяющие ось.
По умолчанию спираль строится от начала к концу оси на всю длину оси или вектора направления. Однако, это можно изменить, задав дополнительные параметры.
Для всех вышеперечисленных вариантов доступна кнопка **Развернуть**, позволяющая сменить направление спирали относительно оси. Для всех типов осей кроме варианта **Путь** данная кнопка позволяет переключаться между построением спирали по направлению к концу оси и противоположно, начало спирали при этом не меняется. Для **Пути** данная кнопка переключает не только направление, но и начало спирали (начальная или конечная точка оси).

Точка начала позволяет выбрать начало генерации спирали. Если точка лежит в плоскости начала оси пути (нормаль к оси через её первую точку), начало спирали будет лежать на прямой, проходящей через точку начала по нормали к оси. Если точка не лежит в плоскости начала оси, результат зависит от состояния опции **Только для задания отсчёта угла**. При выключенной опции (по умолчанию) плоскость начала оси пути сдвигается до точки начала, после чего начало спирали определяется аналогично описанному выше. При включенной опции точка начала проецируется на плоскость начала оси. Если точка начала не выбрана, система автоматически выбирает в качестве начала спирали произвольную точку на плоскости начала оси пути.
Если не задан начальный радиус или диаметр, то радиус/диаметр спирали определяется положением точки начала.

Начальный угол - угол поворота начальной точки спирали вокруг оси. Если задана **Точка начала**, угол отсчитывается от неё, в противном случае от автоматически выбранной в качестве начала произвольной точки.

Точность - значение допуска, при котором объекты аппроксимируются или считаются совпадающими.

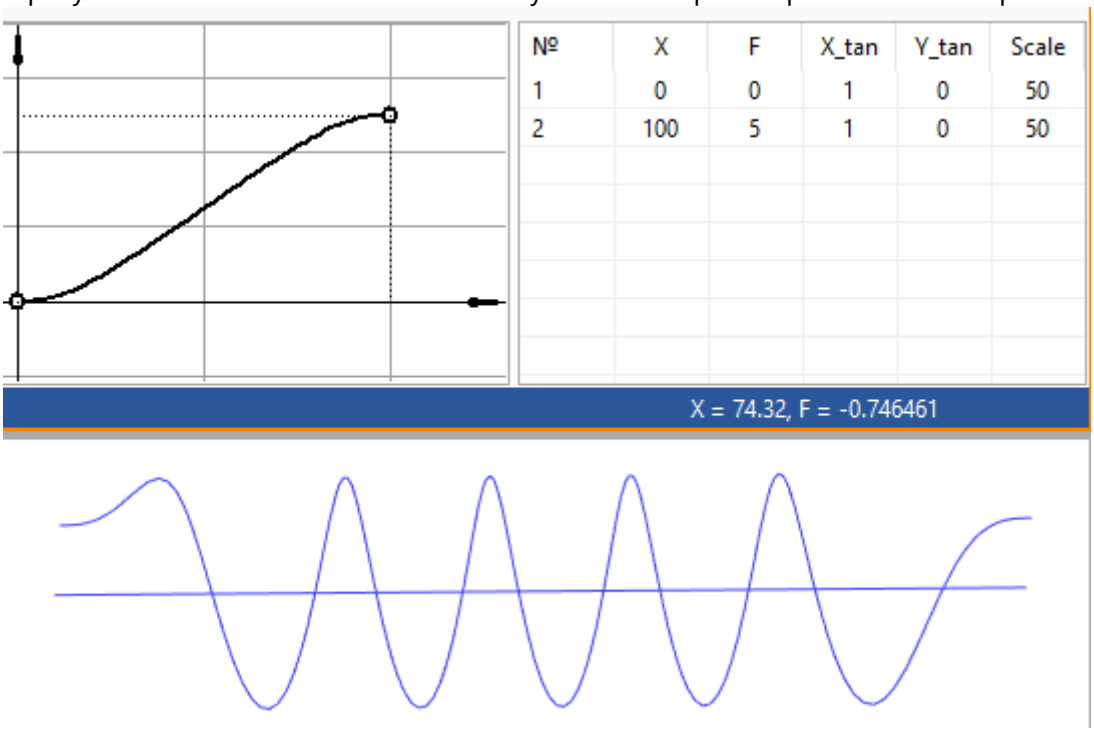
Длина, шаг, число и направление витков

В группе **Параметры** можно выбрать сочетание параметров, по которому будет строиться путь. Доступны следующие варианты:

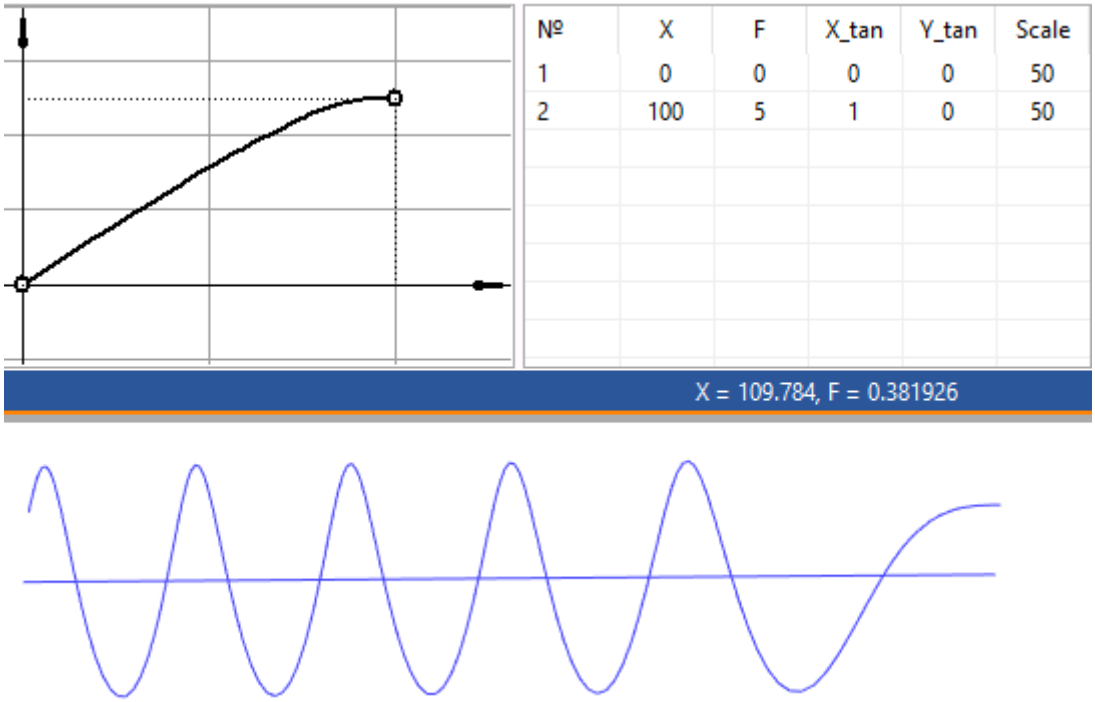
- **Длина и витки** (по умолчанию)
- **Длина и шаг**
- **Шаг и витки**

В зависимости от выбора будут доступны для редактирования только два из трех параметров (**Длина**, **Шаг** и **Витки**). Третий параметр рассчитывается системой автоматически, исходя из значений остальных параметров. Для вариантов и **Длина** по умолчанию определяется длиной оси, а для применения пользовательского значения длины следует установить флаг слева от поля ввода. Данные параметры должны быть больше нуля.
При выборе варианта , шаг можно задавать как постоянным значением, так и графиком зависимости от длины спирали. Для добавления графика нажмите кнопку **Создать график**, находящуюся справа от поля ввода параметра. Подробная информация доступна в разделе Использование графиков в 3D операциях.

При использовании графика шага, значение функции определяет количество витков на участке соответствующей длины от начала спирали. Параметры сплайна графика, создаваемого по умолчанию, таковы, что на начальном и конечном участках значение функции почти не изменяется. В результате на начальном и конечном участках спираль строится почти параллельно своей оси.



Избавиться от участков спирали, параллельных оси, можно, изменив параметры касания сплайна так, чтобы значение функции изменялось более интенсивно. Ниже изображена та же спираль, что и на предыдущей иллюстрации, отличающаяся лишь значением **X_tan** для начальной точки графика шага.



Параметр **Направление витков** и кнопка **Обратное направление витков** служат для переключения направления витков по или против часовой стрелки. По умолчанию кнопка не нажата и значение параметра равно нулю. Нажатие кнопки меняет значение на единицу. Также можно вводить значения вручную или с помощью переменных. Допустимы только целые положительные значения. Значения больше единицы равнозначны ей.

Радиус/диаметр

В группе параметров **Расстояние** можно задать изменение радиуса/диаметра спирали с каждым новым витком. Сначала надо выбрать нужный способ задания расстояния из двух вариантов:

- **Радиус**
- **Диаметр**

В зависимости от выбора будут доступны поля **Начальный** и **Конечный радиус** или **Начальный** и **Конечный диаметр.** Для применения данных параметров нужно установить флаг слева от требуемого параметра. Если флаг для начального радиуса/диаметра снят, то требуется задать точку начала, положением которой будет определяться начальный радиус/диаметр спирали. При этом всё ещё можно задавать **Конечный радиус/диаметр**.

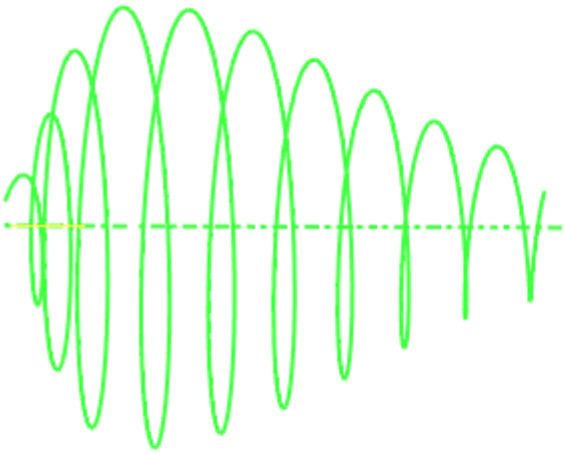
> Если не заданы ни начальный радиус/диаметр, ни точка начала, операция выдаст ошибку.

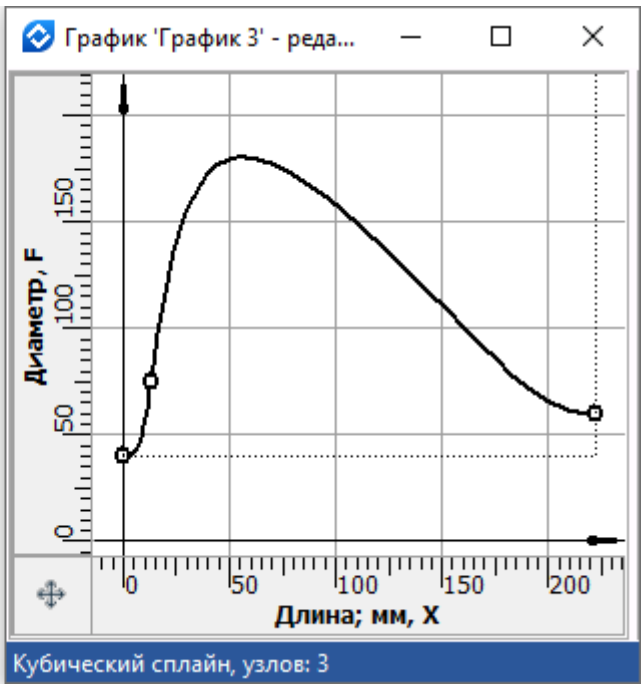
По умолчанию радиус/диаметр изменяется линейно от начального к конечному значению вдоль длины спирали.

Зависимость изменения **диаметра/радиуса** спирали от длины (вдоль оси) можно задать с помощью графика. Для этого нужно установить флаг только у параметра **Начальный радиус/диаметр** и нажать кнопку **Создать график**, находящуюся справа от поля ввода параметра. Подробная информация доступна в разделе Использование графиков в 3D операциях.

> Начало и конец графика по оси X могут выходить за пределы длины спирали. Главное, чтобы график был определен на протяжении всей длины спирали, в противном случае система выдаст ошибку.

> При использовании **Полилинии** в качестве графика у неё может быть только две точки - начальная и конечная. В противном случае система выдаст ошибку.

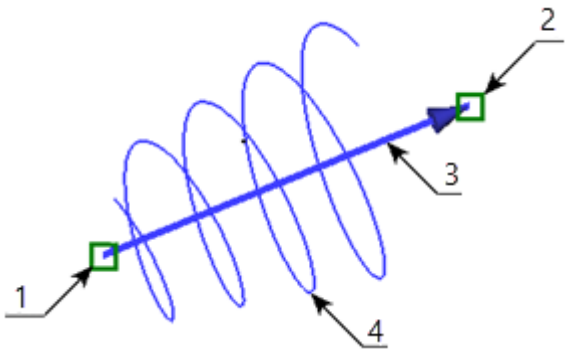




Общие сведения о Спиральном 3D пути вдоль оси

Ось спирального 3D пути вдоль оси

Винтовая кривая строится вокруг оси спирали. Ось может быть прямой или криволинейной.
Прямая ось может быть задана двумя 3D точками: начальной и конечной. 3D точки могут задаваться 3D узлами, а также любым 3D объектом, способным определить точку в пространстве. Вектор, задающий ось спирали, будет направлен от первой точки ко второй (соответственно будут определяться начало и конец). Также прямую ось можно задать точкой и направлением или выбрать непосредственно саму ось.



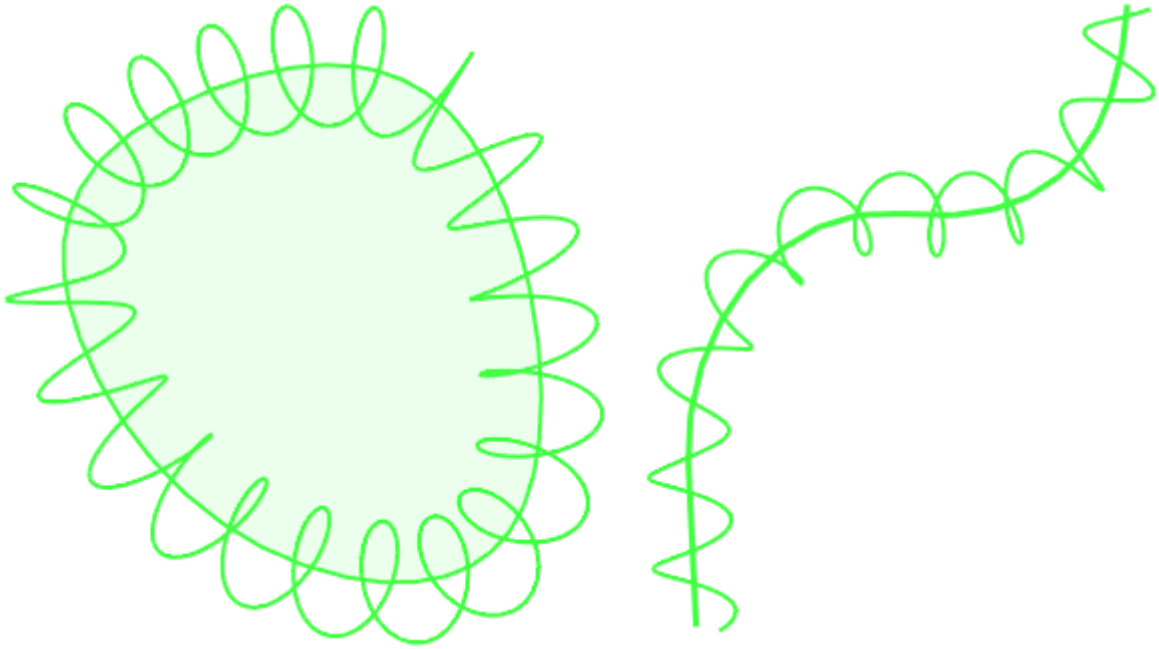
1 - Первая точка оси

2 - Вторая точка оси

3 - Ось

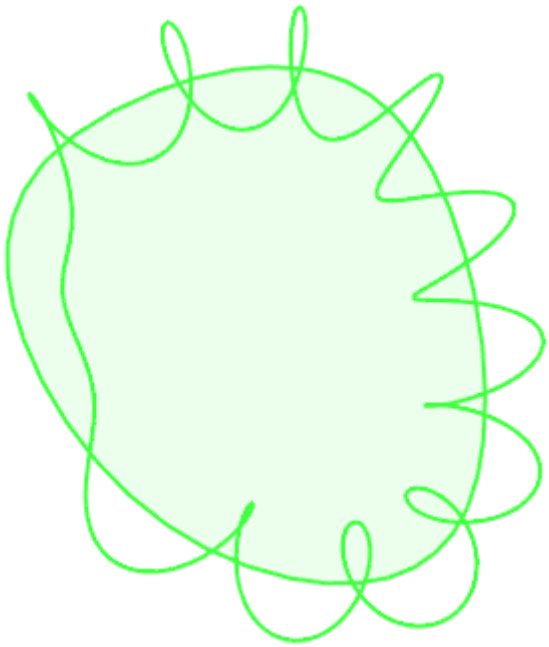
4 - Винтовая кривая

Криволинейная ось может быть задана 3D путями, 3D профилями, циклами, рёбрами. Допускается множественный выбор объектов. Главное, чтобы выбранные объекты составляли неразрывный контур гладко сопряженных линий. Контур оси может быть как замкнутым так и незамкнутым.



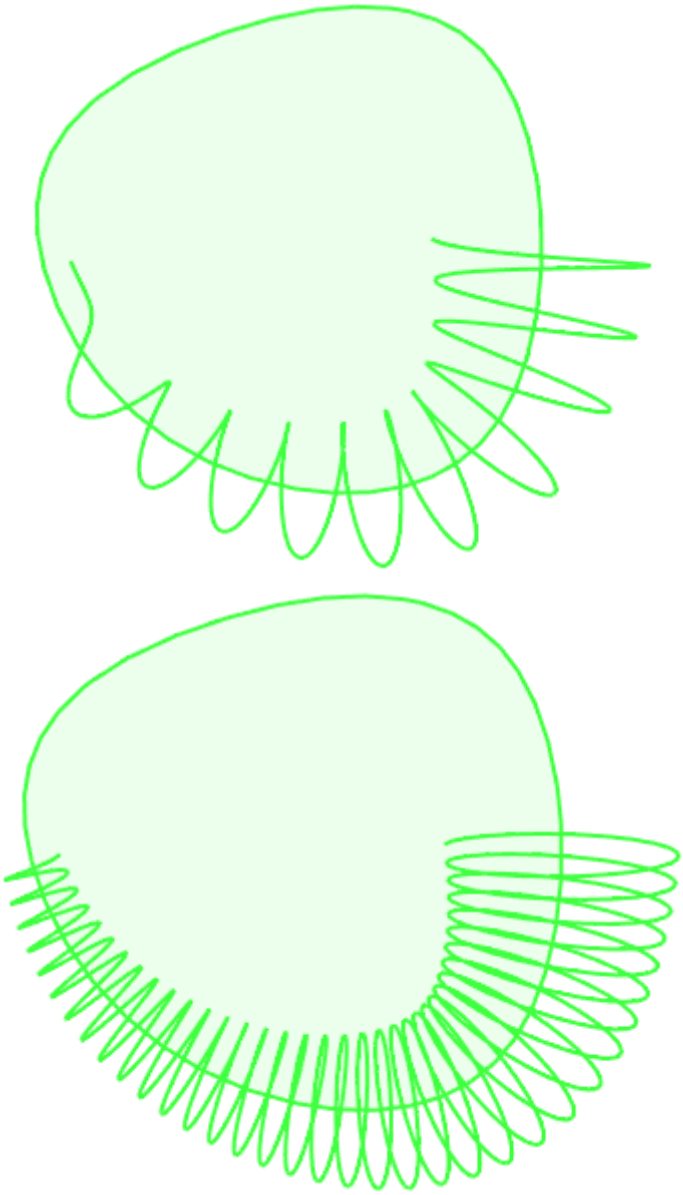
По умолчанию по замкнутой оси строится замкнутый путь.

При построении замкнутого пути существует ряд ограничений. В частности, радиус/диаметр винтовой кривой должны совпадать в начале и в конце пути, а параметр **X_tan** в начальной и конечной точках графика шага должен быть больше нуля.



Замкнутый спиральный 3D путь, построенный с использованием графика шага

При необходимости построить незамкнутый путь по замкнутой оси уменьшите длину пути. На незамкнутый путь, построенный по замкнутой оси вышеуказанные ограничения не распространяются.

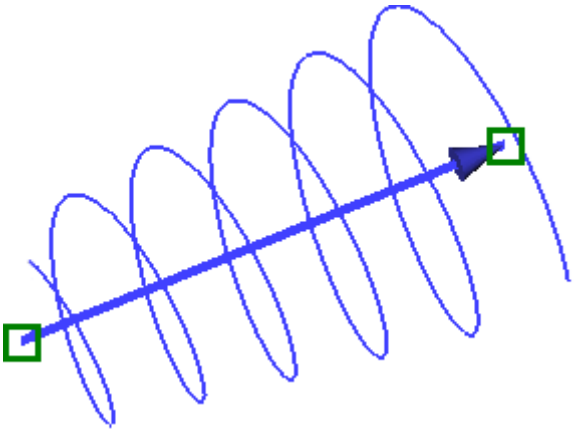


Параметры винтовой кривой спирального 3D пути вдоль оси

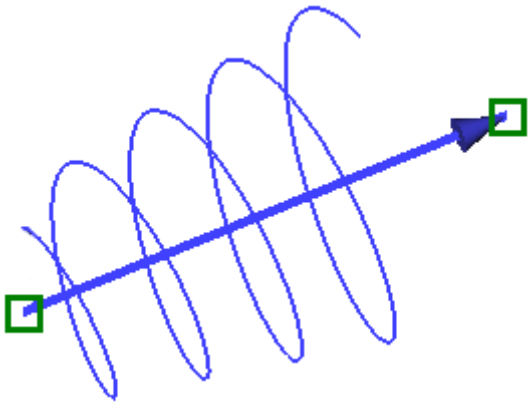
К основным параметрам винтовой кривой спирали относятся следующие величины:

- **Радиус/диаметр**
  По умолчанию создается цилиндрическая спираль, т.е. такая, у которой радиус/диаметр постоянен по всей длине. Можно задать разные значения радиуса/диаметра в начале и в конце. Тогда он будет изменяться линейно от начального к конечному значению. Третий вариант - задать график изменения радиуса по длине спирали.
- **Начальный угол и/или точка начала**
  Определяют начало винтовой кривой (см. ниже).
- **Направление витков спирали**
  По умолчанию используется направление по часовой стрелке (относительно направления оси); при необходимости можно сменить направление навивки на противоположное.
- **Шаг, количество витков и длина**
  Спираль можно создать, используя одну из следующих комбинаций параметров: **Длина и витки, Длина и шаг, Шаг и витки**.
  Третий параметр будет вычислен автоматически, исходя из значений двух других. По умолчанию в качестве длины используется расстояние между начальной и конечной точкой

оси спирали. При необходимости можно ввести значение длины вручную.
При выборе комбинации **Длина и шаг,** шаг можно задавать как постоянным значением, так и графиком в зависимости от длины спирали.



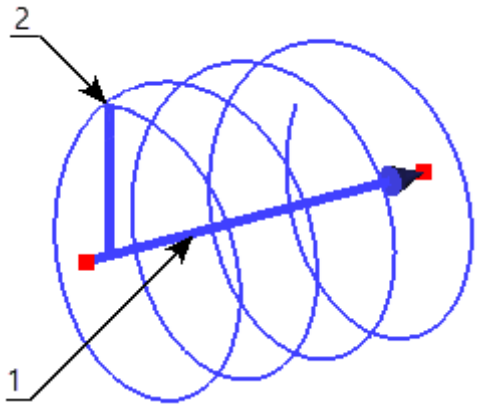
Длина винтовой кривой определена расстоянием между 3D узлами, задающими ось (дополнительно задан шаг винтовой кривой)



Длина винтовой кривой определена на основе заданных значений шага и количества витков (n=4) винтовой кривой

Начало винтовой кривой спирального 3D пути вдоль оси

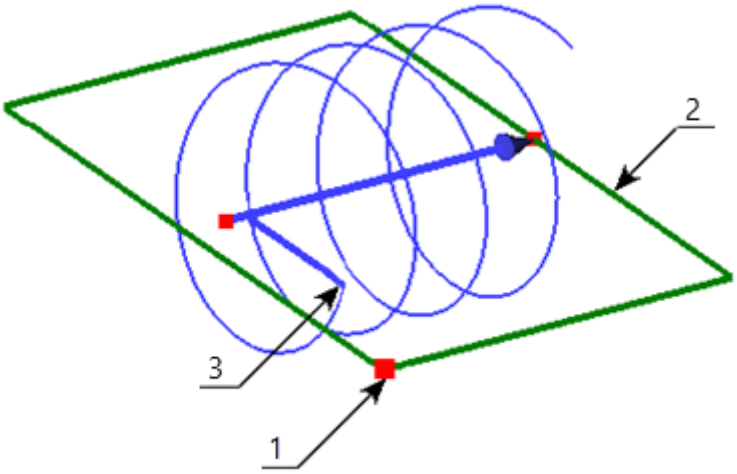
По умолчанию начало винтовой кривой выбирается системой произвольно. При необходимости его можно изменить, задав требуемое положение с помощью дополнительной 3D точки - **точки начала**. Дополнительно можно указать числовое значение **начального угла** поворота винтовой кривой.



1 - Ось

2 - Положение по умолчанию точки начала винтовой кривой

При задании точки начала, начало винтовой кривой переместится по заданному начальному радиусу на плоскость, проходящую через выбранную точку и ось пути.

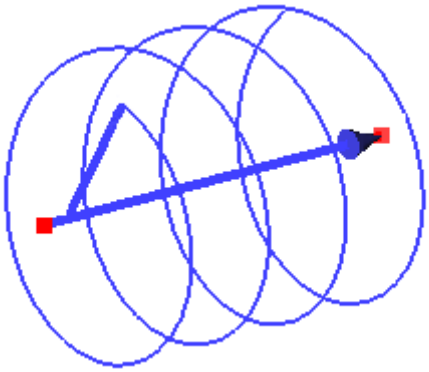


1 - Выбранная точка начала

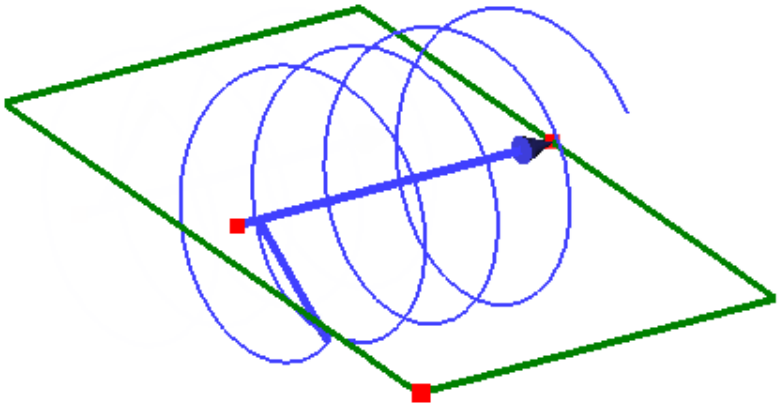
2 - Плоскость, проходящая через ось пути и точку начала

3 - Начало винтовой кривой

При одновременном задании точки начала и числового значения начального угла, угол откладывается от плоскости, проходящей через ось пути и точку начала.



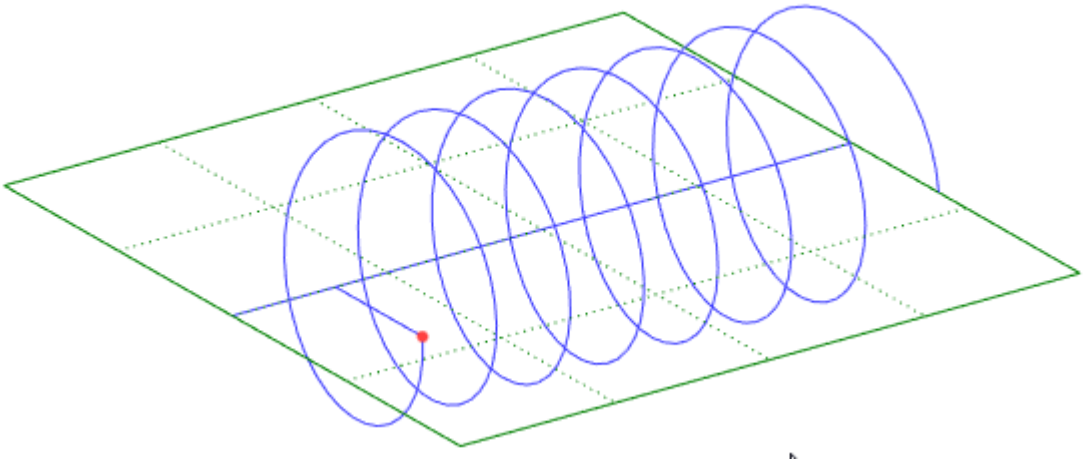
Задание начала винтовой кривой числовым значением начального угла (30°) без выбора точки начала



Задание начала винтовой кривой с помощью точки начала и числового значения начального угла (30°)

Использование точки начала для задания радиуса/диаметра

Если задать точку начала и снять флаг параметра начальный радиус/диаметр, то начальный радиус/диаметр винтовой кривой будет определяться положением точки начала. Это позволяет получить ассоциативную связь между точкой начала и радиусом/диаметром кривой, т.е. кривая будет перестраиваться при изменении положения точки начала.

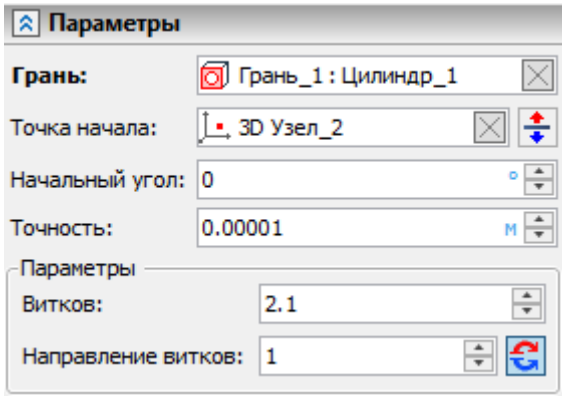


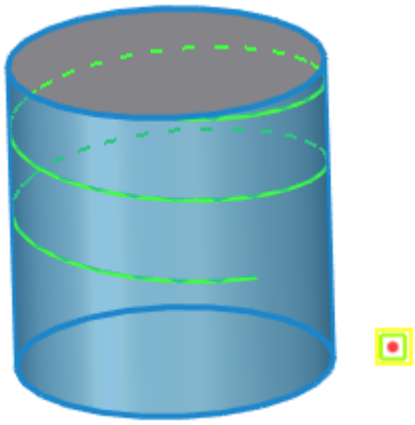
Радиус/диаметр винтовой кривой задан точкой начала

Спиральный 3D путь по грани

Данный тип 3D пути создается с помощью следующей опции в команде **Спиральный 3D путь**:

По грани





Создание спирального 3D пути по грани

Необходимо выполнить следующие действия:

- Выбрать грань.
- Выбрать точку начала и/или начальный угол (необязательное действие).
- Задать число и направление витков (необязательное действие).
- Подтвердить создание операции .

В качестве **Грани** можно выбрать криволинейную грань любого тела вращения. Грань определяет как диаметры спирали, так и протяженность.

Точка начала позволяет выбрать начало генерации спирали. Если точка не лежит на грани, то в качестве начала будет использована её проекция на грань. Если точка начала не выбрана, система автоматически выбирает произвольную точку грани в качестве начала спирали.

Кнопка **Сменить направление** изменяет направление спирали вдоль оси грани относительно точки начала.

Начальный угол - угол поворота начальной точки спирали вокруг оси грани.

Точность - значение допуска при котором объекты аппроксимируются или считаются совпадающими.

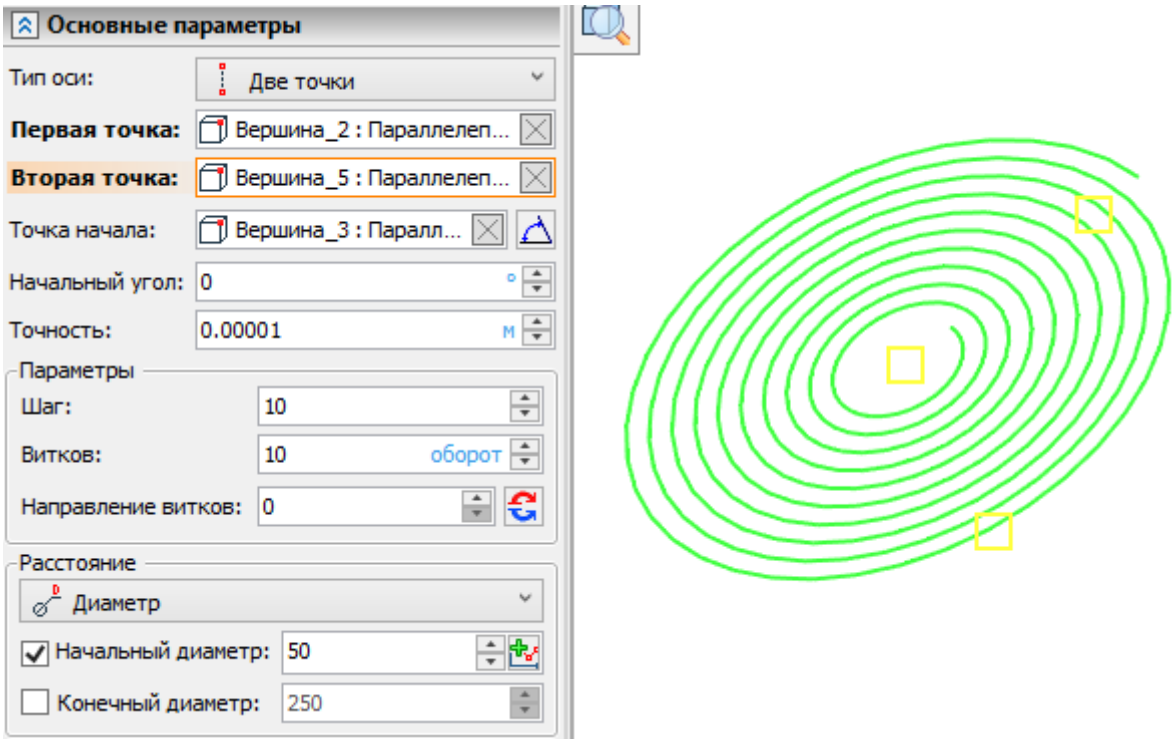
Также можно задать количество **Витков** спирали. Количество витков должно быть больше нуля.

Параметр **Направление витков** и кнопка **Обратное направление витков** служат для переключения направления витков по или против часовой стрелки. По умолчанию кнопка не нажата и значение параметра равно нулю. Нажатие кнопки меняет значение на единицу. Также можно вводить значения вручную или с помощью переменных. Допустимы только целые положительные значения. Значения больше единицы равнозначны ей.

Плоский спиральный 3D путь

Данный тип 3D пути создается с помощью следующей опции в команде **Спиральный 3D путь**:

Плоский



Создание плоского спирального 3D пути

Необходимо выполнить следующие действия:

- Выбрать тип оси.
- Задать ось 3D пути.
- Выбрать стартовую точку и/или начальный угол (необязательное действие).
- Задать шаг, число и направление витков (необязательное действие).
- Задать радиусы или диаметры (необязательное действие).

- Подтвердить создание операции .

Ось, точка начала, начальный угол

Для плоского пути ось определяет направление нормали и положение плоскости, в которой строится путь.

Доступны следующие **Типы оси**:

- **Две точки**

  Первая точка задает положение плоскости, **Вторая точка** - направление нормали.

- **Ось**

  Плоскость пути располагается в начальной точке оси.

- **Точка и направление**

  Первая точка задает положение плоскости, **Направление** - направление нормали.

В зависимости от выбранного типа оси появляются поля **Первая точка, Вторая точка, Ось** и **Направление**, активируя которые можно выбрать в 3D сцене или дереве модели объекты, определяющие ось.

Точка начала позволяет выбрать начало генерации спирали. Если точка лежит в плоскости пути, начало спирали будет лежать на прямой, проходящей через эту точку по нормали к оси пути. Если точка не лежит в плоскости пути, результат зависит от состояния опции **Только для задания отсчёта угла**. При выключенной опции (по умолчанию) плоскость пути сдвигается до точки начала, после чего начало спирали определяется аналогично описанному выше. При включенной опции точка начала проецируется на плоскость пути. Если точка начала не выбрана, система автоматически выбирает произвольную точку в качестве начала спирали.

Начальный угол - угол поворота начальной точки спирали вокруг оси. Если задана **Точка начала**, угол отсчитывается от неё, в противном случае от автоматически выбранной в качестве начала произвольной точки.

Точность - значение допуска при котором объекты аппроксимируются или считаются совпадающими.

Шаг, число и направление витков

В группе **Параметры** можно задать **Шаг** и количество **Витков** спирали. Данные параметры должны быть больше нуля.

Параметр **Направление витков** и кнопка **Обратное направление витков** служат для переключения направления витков по или против часовой стрелки. По умолчанию кнопка не нажата и значение параметра равно нулю. Нажатие кнопки меняет значение на единицу. Также можно вводить значения вручную или с помощью переменных. Допустимы только целые положительные значения. Значения больше единицы равнозначны ей.

Радиус/диаметр

В группе параметров **Расстояние** можно задать изменение радиуса/диаметра спирали с каждым новым витком. Сначала надо выбрать нужный способ задания расстояния из двух вариантов:

- **Радиус**

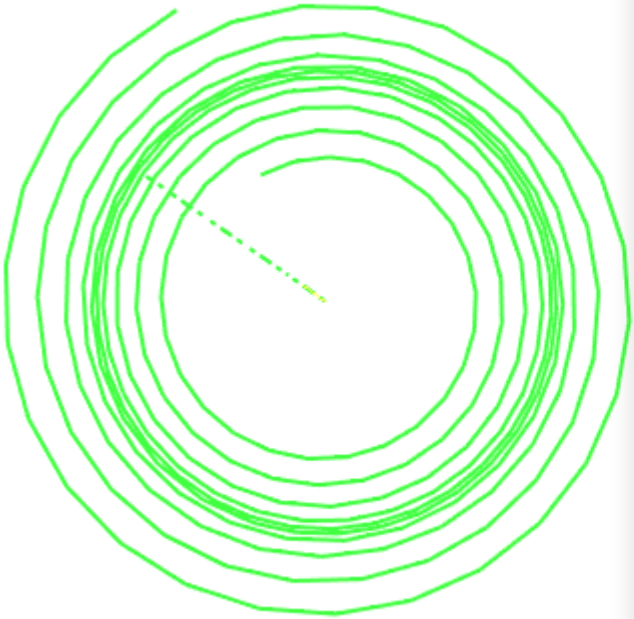
- **Диаметр**

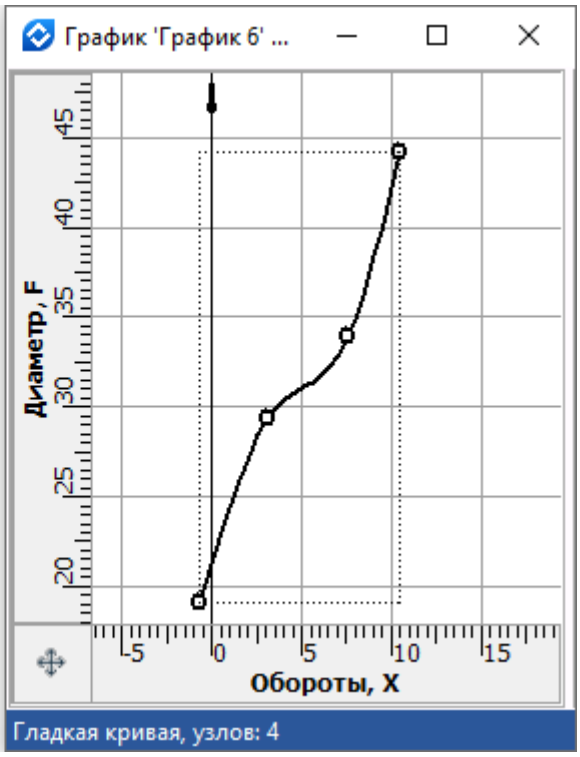
В зависимости от выбора будут доступны поля **Начальный** и **Конечный радиус** или **Начальный** и **Конечный диаметр.** Для применения данных параметров нужно установить флаг слева от требуемого параметра.
При применении **Начального** и **Конечного диаметра/радиуса** одновременно становится недоступным для редактирования поле **Шаг**, т.к в этом случае шаг рассчитывается автоматически, исходя из **диаметров/радиусов** и количества **витков**.

Зависимость изменения **диаметра/радиуса** спирали от номера витка можно задать с помощью графика. Для этого нужно установить флаг только у параметра **Начальный радиус/диаметр** и нажать кнопку **Создать график**, находящуюся справа от поля ввода параметра. Подробная информация доступна в разделе Использование графиков в 3D операциях.

При задании графика для данных параметров плоского пути следует иметь в виду, что функция должна всегда возрастать. В противном случае операция выдаст ошибку.

Начало графика по оси X может не совпадать с единицей, а конец - с числом оборотов спирали. Система все равно будет считать начало графика первым оборотом, а конец - последним.





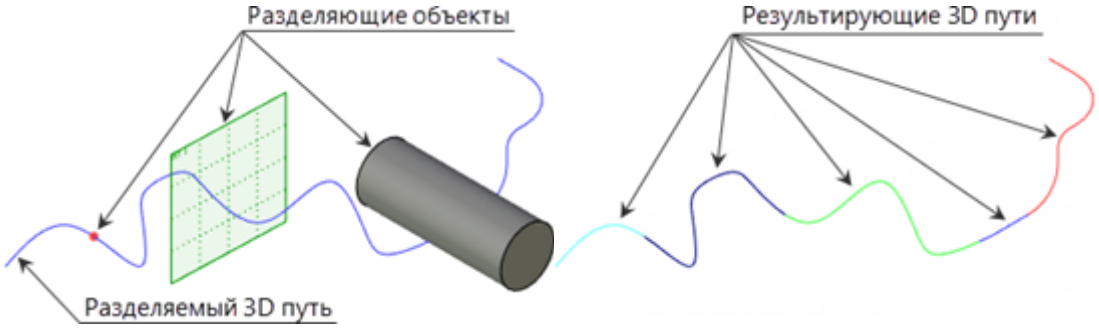
Разделение 3D пути

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > 3D путь > Разделение пути
Клавиатура	Текстовое меню

<3KPD>	
Автоменю команды <3PA> 3D путь	
<K>	Разделение пути

Данный способ позволяет создавать 3D путь методом разделения существующего на части другими объектами модели. Исходный 3D путь при этом может быть как замкнутым, так и разомкнутым. В качестве разделяющих объектов могут использоваться 3D точки, лежащие на исходном 3D пути, а также линейные объекты, листовые объекты и твёрдые тела, пересекающие исходный 3D путь. Допускается указывать несколько разделяющих объектов для разделяемого пути.
В результате выполнения операции, создаются копии исходного 3D пути, соответствующие участкам между объектами, используемыми для разделения.



Выбор разделяемого 3D пути осуществляется в 3D сцене или в дереве модели при включенной опции:

<G> Выбрать 3D путь

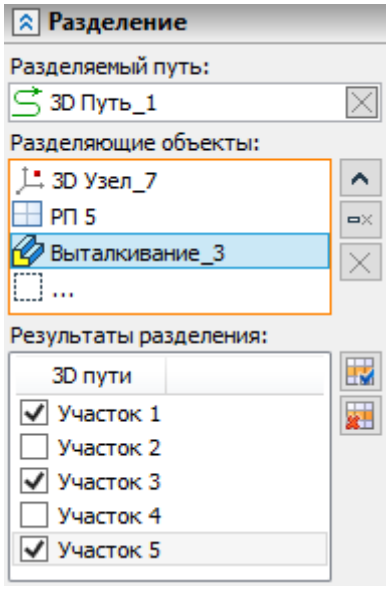
Выбор разделяющих объектов осуществляется аналогично выбору разделяемого 3D пути при включенной опции:

<S> Выбор разделяющих элементов

Отмена всех выбранных элементов осуществляется при помощи опции автоменю:

<F> Отменить выбор всех элементов

Выбранные объекты отображаются в соответствующих полях в окне параметров команды. Для управления списком разделяющих объектов используются кнопки **Развернуть** , **Свернуть** , **Удалить элемент из списка** , **Очистить** .
Участки, полученные при разделении выбранного 3D пути, отображаются в поле **Результат разделения**. Установленный флаг свидетельствует о создании 3D пути по данному участку после подтверждения команды. Установка и снятие одновременно всех флажков осуществляется кнопками **Выделить все** , **Очистить все** .

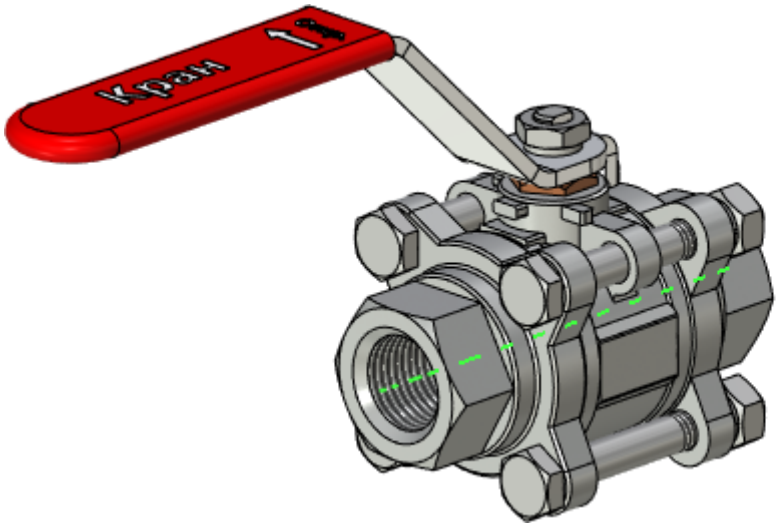


3D Ось

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Построения > 3D ось Чертёж > 3D Модель > 3D ось Сборка > Построения > 3D ось Листовой металл (3D) > Построения > 3D ось Поверхности > Построения > 3D ось Сварка > Построения > 3D ось Примитив > Построения > 3D ось Опорная геометрия > 3D путь > 3D ось
Клавиатура	Текстовое меню
<3PX>	Построения > 3D ось
Автоменю команды **<3PA>** 3D путь	
<X>	Ось

Команда предназначена для создания 3D осей на основе поверхностей вращения и рёбер. Созданные таким образом оси сохраняют ассоциативную связь с исходными элементами.



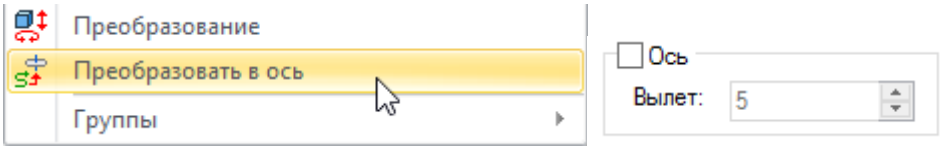
Основные сведения и возможности

Данная команда позволяет создавать прямолинейные оси на основе поверхностей вращения (цилиндрических, конических, тороидальных), а также круговых рёбер. В качестве дополнительных элементов для задания габаритов создаваемой оси, можно выбрать любые другие элементы модели.

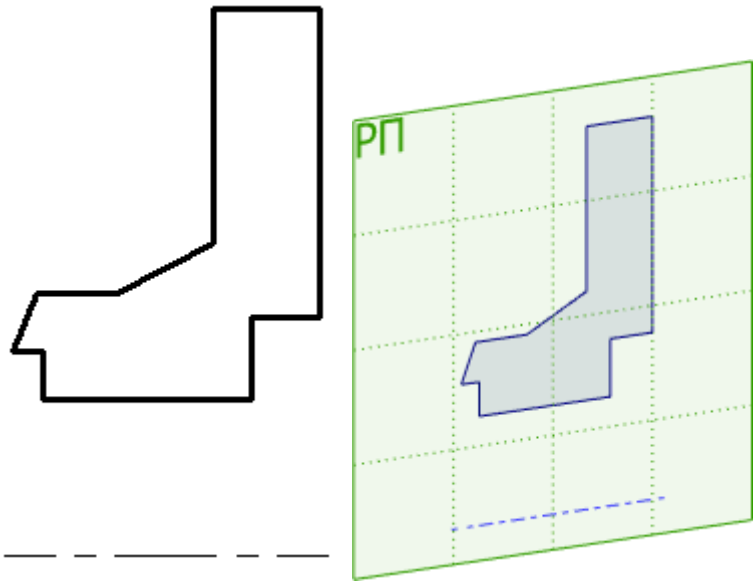
Объект **3D ось** обладает следующими возможностями для использования:

- в качестве оси вращения или элемента направления при создании различных операций (выталкивания, вращения, массива и т.п.);
- в качестве объекта для простановки 3D размеров (между осями, от оси до плоскости, ребра и т.п.).

Любой 3D путь или трассу можно преобразовать в объект **3D ось** при помощи команды контекстного меню **Преобразовать в ось** или поставив галочку напротив соответствующего параметра в диалоговом окне параметров



3D ось автоматически создаётся на основе осевых линий изображения или эскиза рабочих плоскостей и проекций.



Также 3D ось может использоваться в качестве объекта для проецирования.

Создание 3D оси

Вызываем команду **3D ось.**

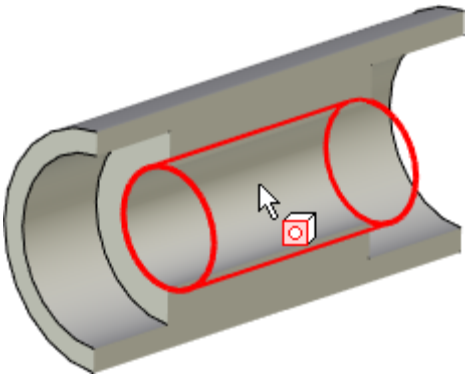
Выбор элемента, на основе которого будет создана 3D ось, осуществляется при помощи опции автоменю:

<M> Основной элемент

Данная опция становится активной сразу при входе в команду. Она содержит список фильтров выбора 3D элементов, которые можно использовать в качестве основы для создания 3D оси. При выборе элементов следует обращать внимание на активные фильтры. О работе с данными фильтрами подробнее написано в главе «Основные принципы и понятия 3D моделирования в T-FLEX CAD».

Для задания основного элемента необходимо в 3D окне подвести курсор к нужному объекту. Указанный объект будет подсвечен, у курсора появится подсказка с его названием. Для выбора необходимо нажать . Отмена выбора основного элемента, осуществляется кнопкой **Очистить** в соответствующем списке в окне параметров либо нажатием .

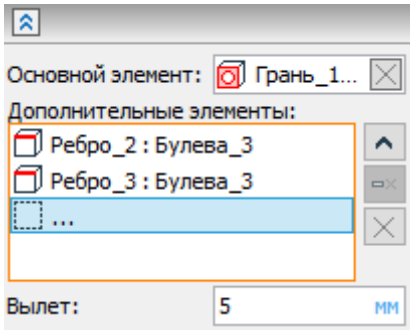
В качестве пределов 3D оси используются перпендикуляры, опущенные из крайних точек выбранного элемента на ось. Если в качестве основного элемента выбрано круговое ребро, то создаётся 3D ось нулевой длины, увеличенная с обоих концов в соответствии со значением параметра **Вылет**.



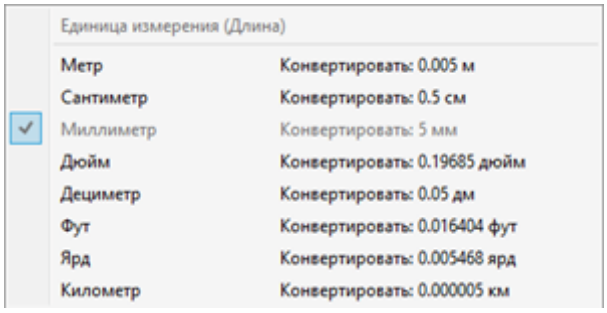
Чтобы продлить 3D ось с одной или двух сторон, необходимо выбрать дополнительные элементы, определяющие габариты этой оси, воспользовавшись следующей опцией автоменю:

<G> Дополнительные элементы

Выбранные элементы будут автоматически добавлены в соответствующий список в окне параметров. Для редактирования списка дополнительных элементов используются кнопки:**Развернуть** , **Свернуть** , **Удалить элемент из списка** , **Очистить** .
В этом случае пределами 3D оси будут выступать перпендикуляры, опущенные из крайних точек дополнительных элементов на ось, с учётом значения параметра **Вылет**.



По умолчанию единицами измерения параметра **Вылет** являются миллиметры. При необходимости изменить единицы измерения, нужно нажать на соответствующую иконку и выбрать из выпадающего списка требуемые.



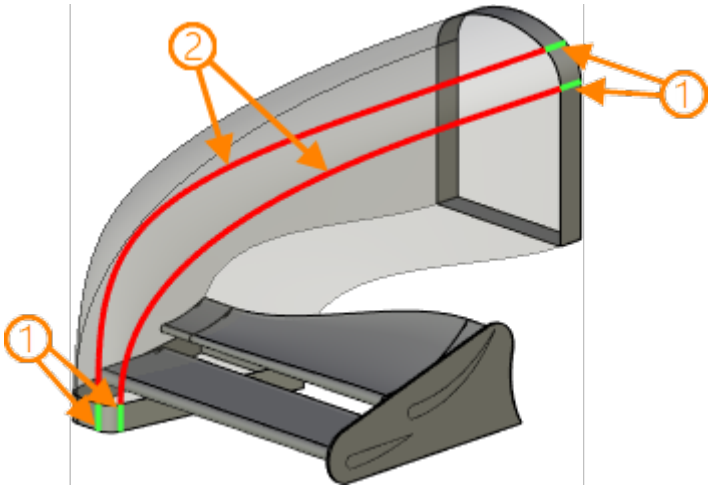
Переходный 3D путь

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента

	Опорная геометрия > 3D путь > Переходный 3D путь
Клавиатура	Текстовое меню
<ЗКСВ>	
Автоменю команды **<ЗРА>** 3D путь	
<С>	Переходный путь

Данный способ используется для соединения двух элементов с проволочной геометрией переходным 3D путём с возможностью управления параметрами сопряжения и границами крайних точек. К элементам с проволочной геометрией относятся все линейные объекты – рёбра, 3D пути, циклы, некоторые виды 3D профилей. Такие элементы могут быть как замкнутыми, так и разомкнутыми.



1 – исходные элементы проволочной геометрии; 2 – результирующие 3D пути

Первым шагом создания 3D пути является определение формы результирующей кривой: **сплайн** или **скругление** . Выбор осуществляется при помощи соответствующих иконок в окне параметров. По умолчанию система устанавливает сплайновую форму кривой.

Выбор исходных проволочных объектов, между которыми необходимо построить переходный 3D путь, осуществляется в 3D сцене или в дереве 3D модели при включении соответствующих опций:

<Q> Выбор начала

<E> Выбор окончания

Крайние точки исходных объектов, соединяемые 3D путём, выбираются аналогично выбору самих объектов при помощи соответствующих опций автоменю:

<W> Выбор начальной геометрии

<R> Выбор геометрии окончания

Все выбранные объекты отображаются в соответствующих полях в окне параметров команды. Отмена выбранного объекта осуществляется при помощи кнопки **Очистить** .

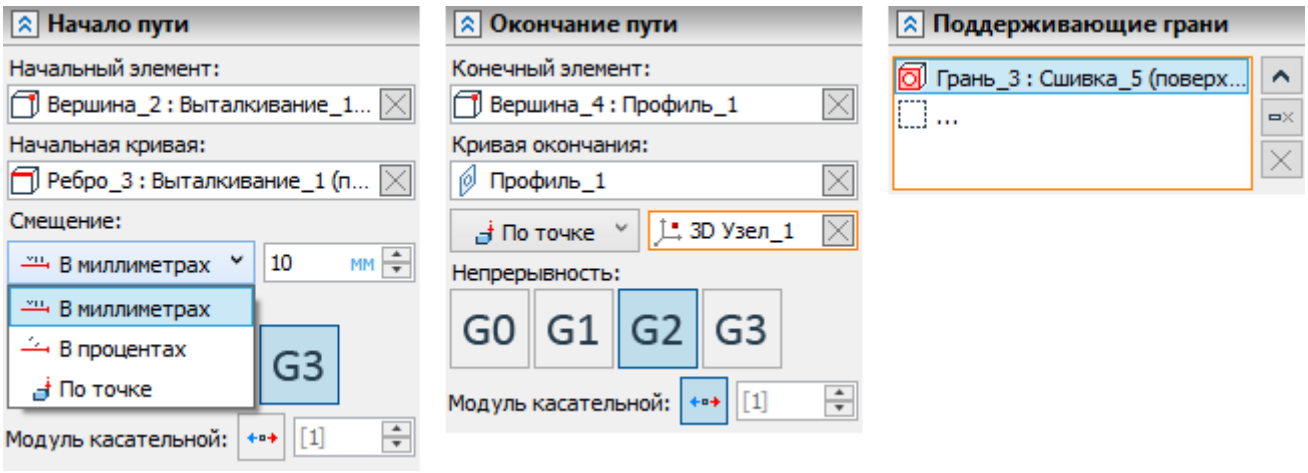
Смещение границ переходного 3D пути вдоль исходных объектов может быть задано тремя способами:

- Значением **в миллиметрах** либо других единицах измерения;
- **В процентах** от длины исходного объекта;
- **По точке**, лежащей на исходном объекте.

Для *сплайновой формы* кривой характер сопряжения на границе перехода от исходного объекта к результирующему 3D пути определяется условием непрерывности:

- Непрерывность **по точке G0** – совпадение точек в пространстве;
- Непрерывность **по касательной G1** – геометрическая непрерывность по первой производной;
- Непрерывность **по кривизне G2** – геометрическая непрерывность по второй производной;
- Непрерывность **по потоку G3** – геометрическая непрерывность по третьей производной.

Для условий непрерывности G1, G2 и G3 допускается задавать значение **Модуля касательной** – коэффициента, масштабирующего значение производной в заданном направлении. По умолчанию значение равно [1].



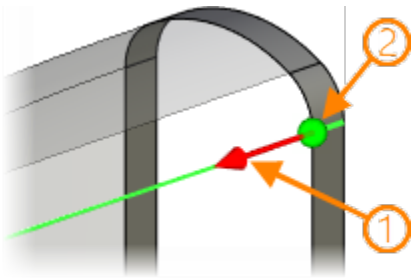
Первоначально переходная кривая строится таким образом, чтобы в результате образовывать прямое касание с исходным объектом. Смена направления касания на противоположное осуществляется при помощи кнопки .

При создании переходного 3D пути сплайновой формы допускается назначать **поддерживающие поверхности** (поверхности, на которых должна лежать результирующая кривая). Выбор осуществляется при помощи следующей опции автоменю:

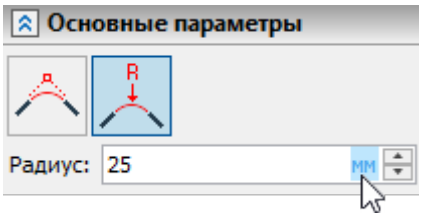
<T> Выбор поддерживающей поверхности

Все выбранные поверхности отображаются в соответствующем списке окна параметров команды.

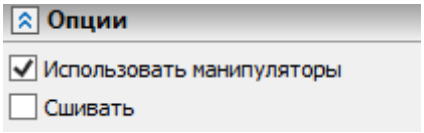
Управление параметрами **смещение** и **модуль касательной** допускается осуществлять в 3D сцене при помощи одноимённых манипуляторов, отображение которых при желании можно отключить на вкладке **Опции** окна параметров.



Сопряжение исходных объектов кривой *формы скругления* определяется параметром **Радиус**. По умолчанию значение задаётся в миллиметрах, при необходимости допускается изменить единицы измерения.



Для объединения результирующей переходной кривой и исходных объектов в один 3D путь предназначена опция **Сшивать**.

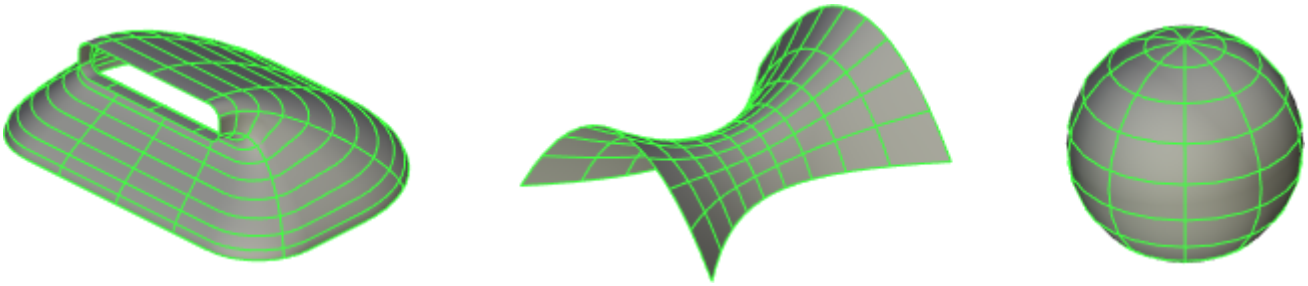


Изопараметрическая кривая

Вызов команды:

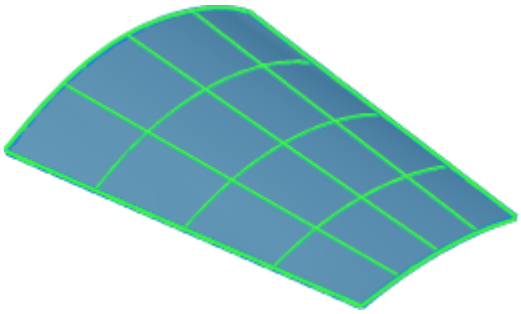
Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > 3D путь > Изопараметрическая кривая
Клавиатура	Текстовое меню
<3KCU>	
Автоменю команды **<3PA>** 3D путь	
<I>	Изопараметрическая кривая

Данный способ предназначен для генерации изопараметрических кривых (изокривых) на выбранной поверхности (в том числе импортированной). Под изопараметрическими кривыми следует понимать кривые, представляющие собой каркас любой поверхности. Таким образом сгенерированные изопараметрические кривые могут быть использованы в качестве привязки к выбранной поверхности.

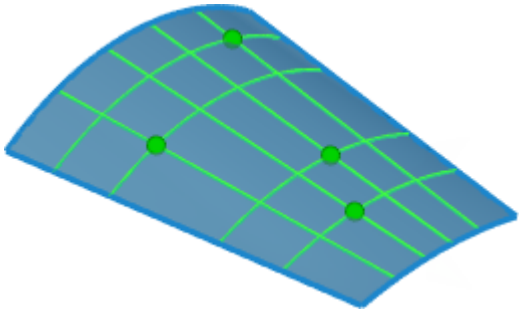


Данный способ предполагает несколько вариантов положения изокривых:

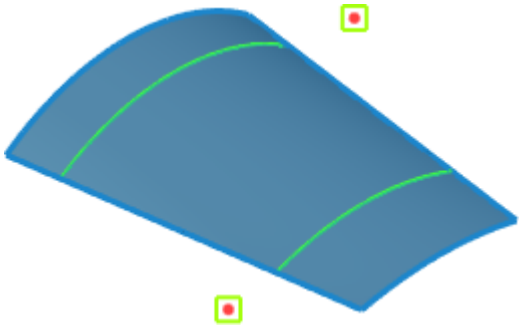
- **Равномерное**. В этом случае заданное количество изопараметрических кривых располагается равномерно по всей поверхности в указанных направлениях.



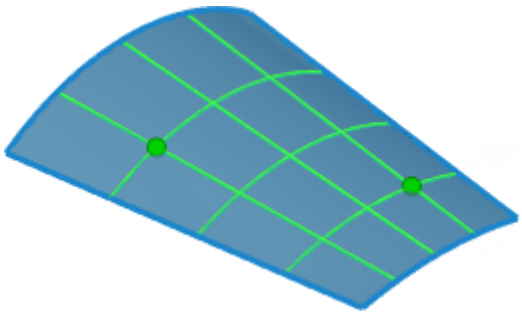
- **Через точки**. В этом случае положение изокривых определяется параметрическими точками. Точки определяются значениями параметров U и V. Помимо этого в качестве параметрических точек могут использоваться любые геометрические точки модели – 3D узлы, вершины, центры рёбер.



В случае использования в качестве параметрических точек, определяющих положение изокривых, геометрических точек модели, последние не обязательно должны принадлежать выбранной поверхности.



- **Между точками**. В этом случае заданное количество изопараметрических кривых располагается равномерно между двумя параметрическими точками.



После активации данной команды нужно выбрать поверхность, на которой необходимо получить кривые. Выбор осуществляется в 3D сцене (с помощью) или в дереве 3D модели при включенной опции:

<S> Выбрать поверхность

Выбранный объект отображается в поле **Грань** в окне параметров. Отмена выбранного объекта осуществляется при помощи кнопки **Очистить** .
Следующим шагом генерации изокривых является определение их направления: по направлению U, V либо UV. Для этого в окне параметров предназначены соответствующие кнопки.

По горизонтали

По вертикали

Сетка

Выбор варианта расположения изокривых осуществляется также в окне параметров при помощи соответствующих кнопок. В зависимости от выбранного варианта активируются необходимые параметры и опции автоменю.

Равномерно

Через точки

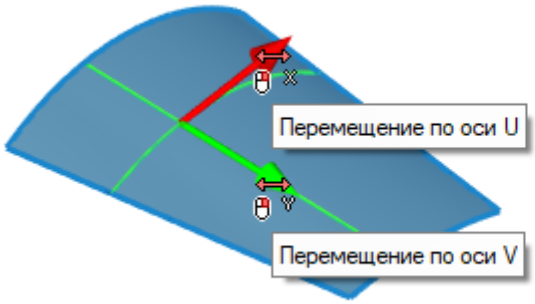
Между точками

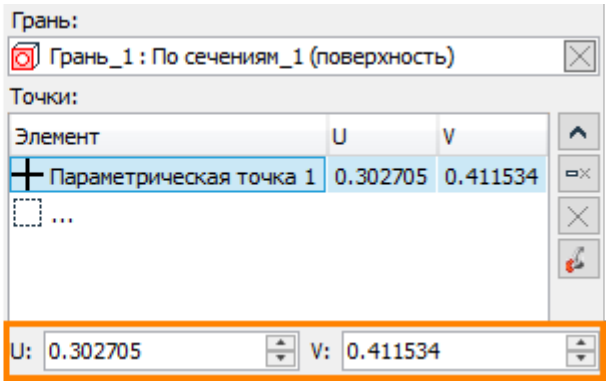
При равномерном положение изокривых необходимо указать их количество.
При варианте положения изокривых **Через точки** задание параметрической точки осуществляется при включенной опции автоменю:

<B> Выбрать точку

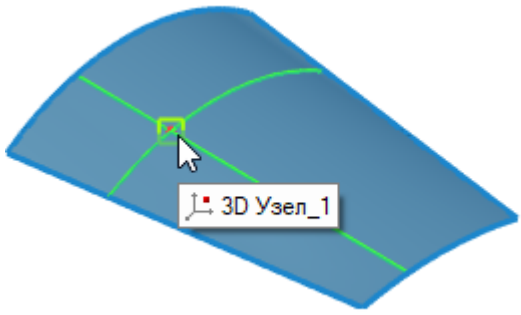
Задание параметрической точки осуществляется при помощи клика курсора в любом месте выбранной поверхности с последующим изменением параметров U и V. Удобство управления параметрами U, V достигается за счёт использования манипуляторов в 3D сцене, отображение

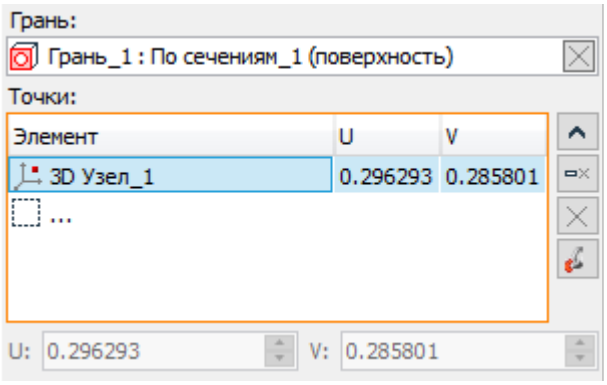
которых при желании можно отключить на вкладке **Опции**. Значения перемещений точки вдоль U, V осей отображаются в соответствующих полях окна параметров.



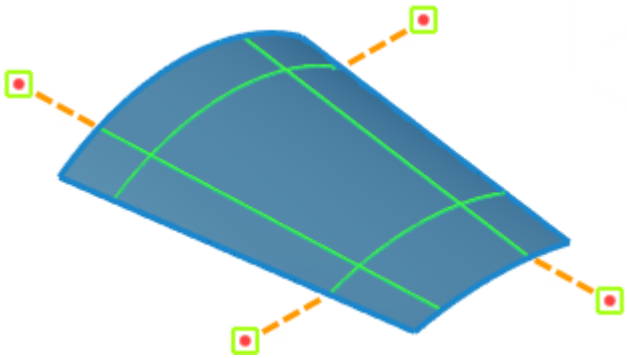


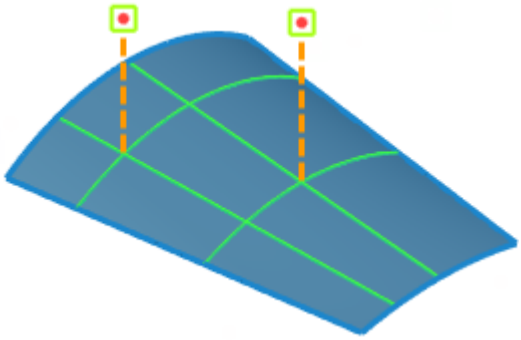
Выбор геометрической точки модели в качестве параметрической точки осуществляется в 3D сцене (с помощью) или в дереве 3D модели.





В случае использования в качестве параметрических точек, определяющих положение изокривых, геометрических точек модели, последние не обязательно должны принадлежать выбранной поверхности.



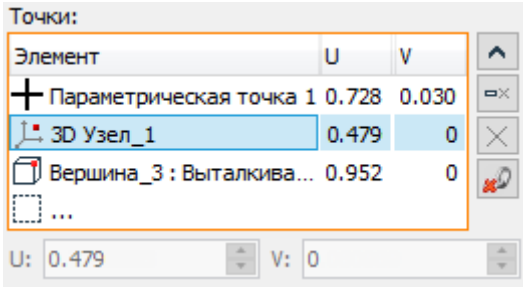


<N> Добавить точку

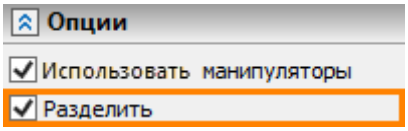
При данном варианте расположения изокривых допускается добавлять неограниченное количество параметрических точек.

Все заданные точки отображаются со значениями параметров U, V в соответствующем списке в окне параметров. Управление списком точек осуществляется с помощью кнопок **Развернуть** ,

Свернуть , **Удалить элемент из списка** , **Очистить** . Кнопка **Удалить геометрическую привязку** предназначена для удаления привязки параметрической точки к геометрической.



При варианте положения изокривых **Между точками** необходимо задать две параметрических точки, между которыми будут сгенерированы кривые, а также необходимое количество кривых.
По умолчанию результирующий набор сгенерированных изопараметрических кривых создаётся в виде отдельных 3D путей. При необходимости допускается не разделять набор изокривых на отдельные 3D пути. Для этого необходимо снять флаг **Разделить** во вкладке **Опции** в окне параметров команды.



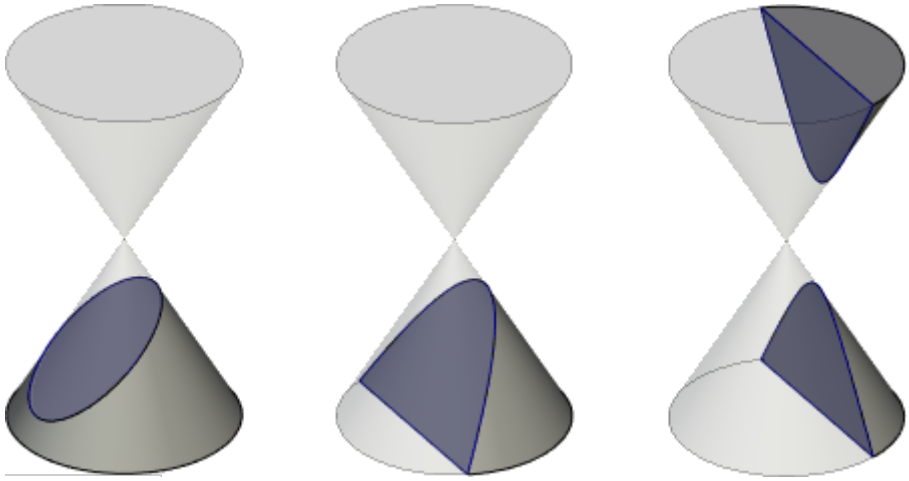
Коническая кривая

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Опорная геометрия > 3D путь > Коническая кривая
Клавиатура	Текстовое меню
<3КСС>	
Автоменю команды **<3РА>** 3D путь	
<W>	Коническая кривая

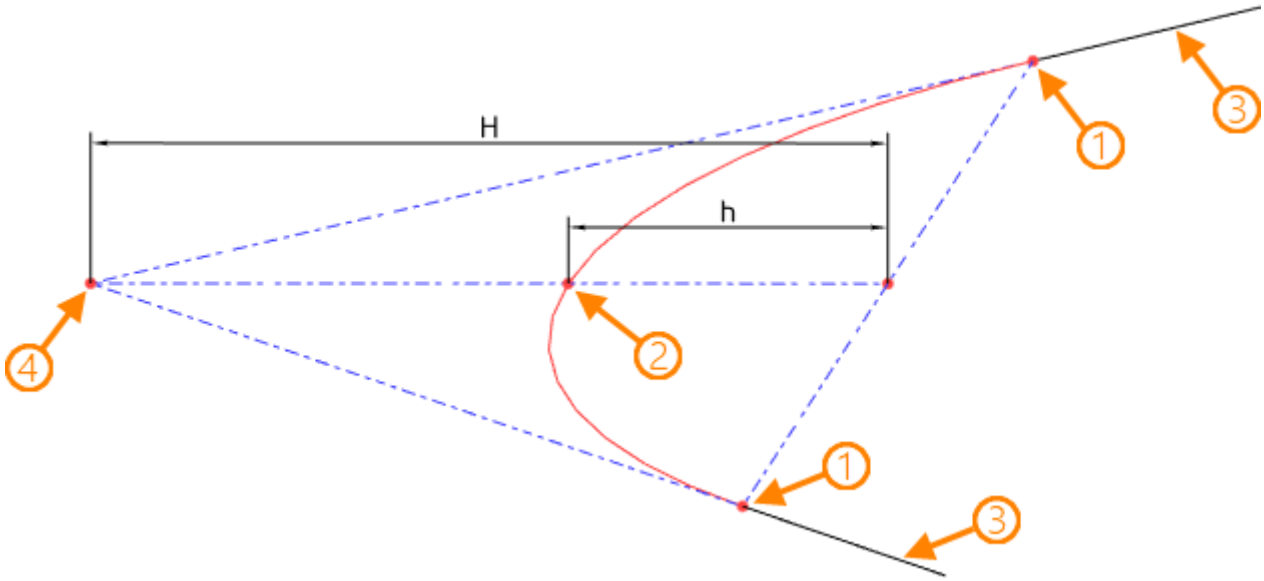
Конические кривые – кривые конических сечений, т.е. получаемые в результате пересечения прямого кругового конуса плоскостями, не проходящими через его вершину.
В зависимости от положения секущей плоскости различают следующие типы конических кривых:

- Если секущая плоскость пресекает все образующие конуса в точках одной его полости, то в результате линией пересечения является замкнутая кривая – эллипс. Окружность является частным случаем эллипса, когда секущая плоскость перпендикулярна оси конуса.
- Если секущая плоскость параллельна одной из касательных плоскостей конуса, то в результате линией пересечения является незамкнутая, уходящая в бесконечность кривая – парабола, целиком лежащая на одной полости конуса.
- Если секущая плоскость пересекает обе полости конуса, то в результате линией пересечения является гипербола – две одинаковых незамкнутых, простирающихся в бесконечность части (ветви гиперболы), каждая из которых лежит на свой полости конуса.



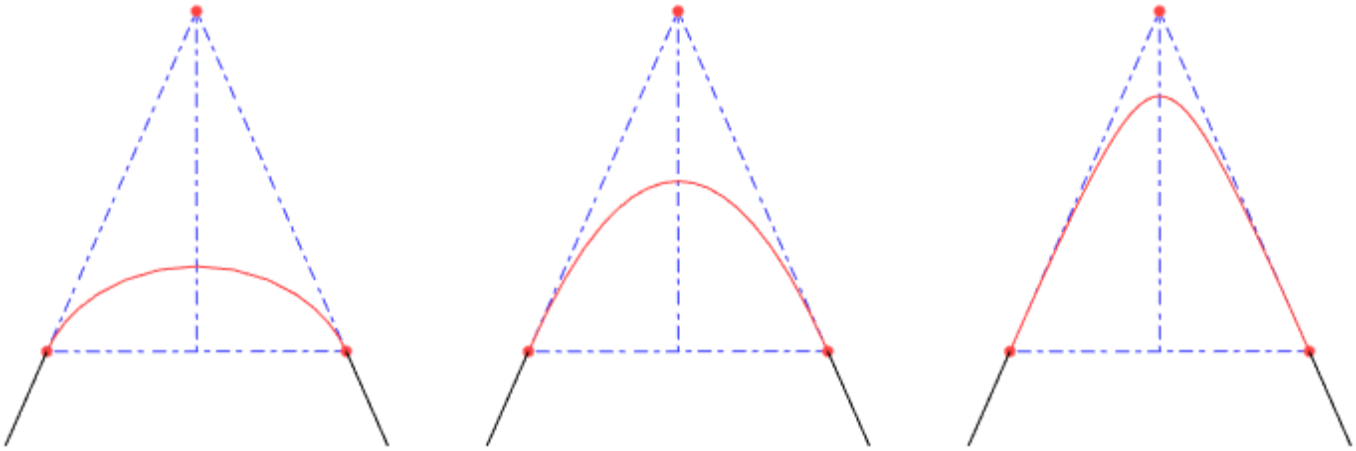
Для формирования любого типа конической кривой достаточно пяти геометрических условий. Этими условиями могут быть:

- Крайние точки конической кривой;
- Внутренние точки конической кривой;
- Направляющие конической кривой в её крайних точках;
- Вершина – точка пересечения направляющих конической кривой;
- Инженерный дискриминант – коэффициент, характеризующий степень выпуклости конической кривой. Равен отношению части медианы, ограниченной кривой (h), к длине всей медианы (H) треугольника, образованного вершиной и крайними точками кривой.



1 – крайние точки; 2 – внутренняя точка; 3 – направляющие; 4 – вершина

Таким образом значение инженерного дискриминанта изменяется в пределах от 0 до 1. При значении больше 0,5 результирующая кривая имеет форму гиперболы; при значении, равном 0,5 – форму параболы; при значении меньше 0,5 – форму эллипса.



В зависимости от комбинации геометрических условий в системе предусмотрено шесть режимов построения конической кривой:

По пяти точкам

По двум точкам, двум направляющим и дискриминанту

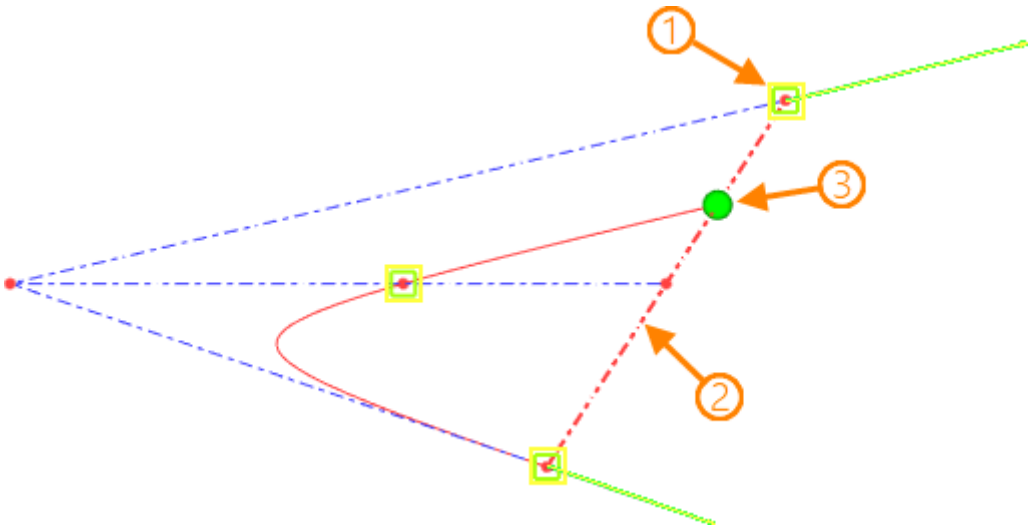
По трём точкам и двум направляющим

По двум точкам, вершине и дискриминанту

По трём точкам и вершине

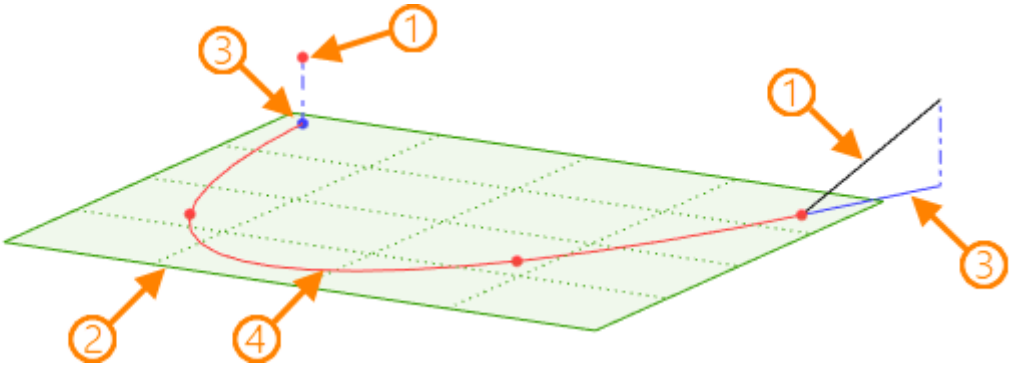
По четырём точкам и касательной

Для каждой характерной точки конической кривой допускается указать дополнительную кривую, вдоль которой точка может быть смещена. Смещение при этом задаётся относительно ближайшего конца указанной кривой в окне параметров. Удобство управления смещением достигается за счёт использования манипулятора в виде точки в 3D сцене.



1 – характерная точка конической кривой; 2 – кривая смещения; 3 – манипулятор смещения

Результирующая коническая кривая лежит в плоскости, определяемой системой автоматически. При необходимости допускается явно указать плоскость, которой должна принадлежать кривая. В таком случае все объекты, не принадлежащие указанной плоскости, проецируются на неё, и кривая формируется на основе их проекций.

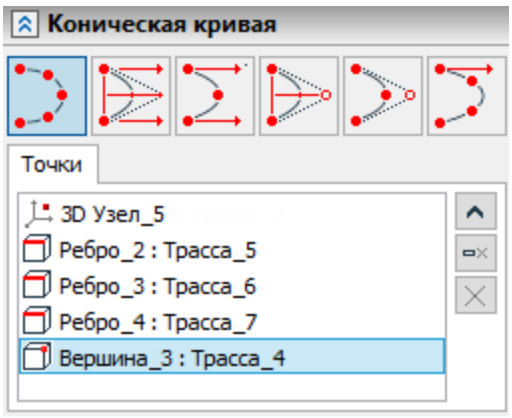


1 – исходные объекты, не лежащие в целевой плоскости; 2 – целевая плоскость; 3 – проекции исходных объектов на целевую плоскость; 4 – результирующая кривая.

Выбор режима построения конической кривой осуществляется в окне параметров. В зависимости от выбранного режима изменяется набор исходных данных и состав окна.
Для выбора геометрических точек модели в качестве характерных точек (начальной, внутренних, конечной) конической кривой необходимо воспользоваться следующей опцией:

<P> Выбрать точки конической кривой

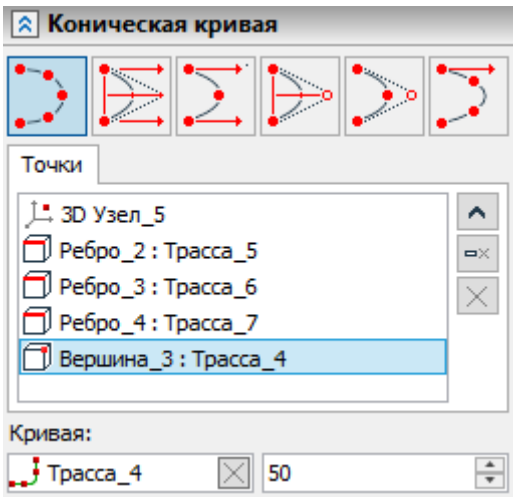
Выбор объектов осуществляется в 3D сцене (с помощью) или в дереве 3D модели.
Все выбранные точки отображаются в виде списка в окне параметров в соответствующей последовательности. Управление списком точек осуществляется с помощью кнопок **Развернуть** , **Свернуть** , **Удалить элемент из списка** , **Очистить** .



Для замены объекта, использующегося в качестве одной из характерных точек конической кривой, необходимо выбрать его в списке, а затем указать новый геометрический объект.
Указание кривой для смещения вдоль неё текущей характерной точки осуществляется в 3D сцене либо дереве модели с помощью следующей опции автоменю:

<C> Выбрать кривую

Выбранный объект отображается в поле **Кривая** в окне параметров. Отмена и повторный выбор осуществляется по кнопке **Очистить** . Значение смещения задаётся в единицах модели в соседнем поле либо с помощью манипулятора в 3D сцене.

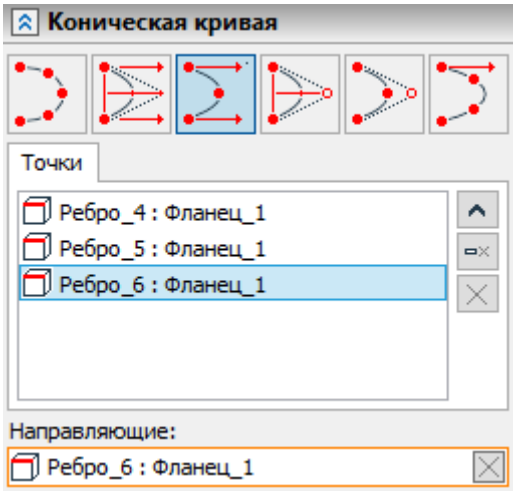


Если выбранная точка конической кривой принадлежит конкретному проволочному объекту (ребру, 3D пути и др.), то последний автоматически выбирается в качестве кривой смещения.

Задание направляющей конической кривой осуществляется после выбора крайней точки в списке точек и использования следующей опции автоменю:

<T> Выбрать направляющие конической кривой

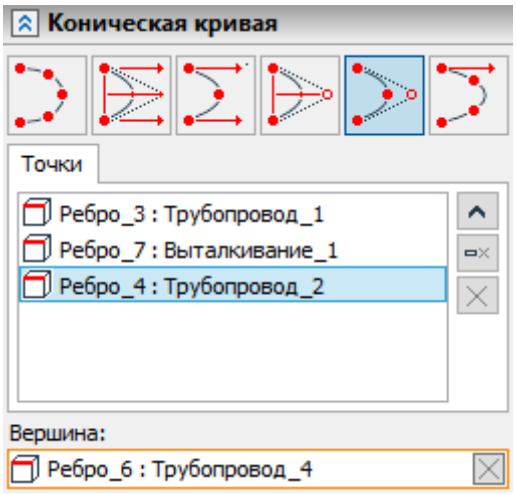
Выбор объекта осуществляется в 3D сцене (с помощью) или в дереве 3D модели.
Выбранный объект отображается в поле **Направляющие** в окне параметров. Отмена и повторный выбор осуществляется по кнопке **Очистить** .



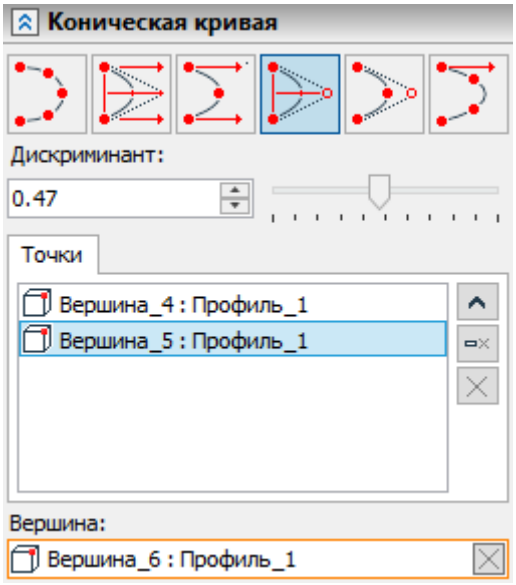
Для задания геометрической точки в качестве вершины конической кривой предусмотрена специальная опция автоменю:

<V> Выбрать вершину конической кривой

Выбор объекта осуществляется в 3D сцене (с помощью) или в дереве 3D модели.
Выбранный объект отображается в поле **Вершина** окна параметров. Отмена и повторный выбор осуществляется по кнопке **Очистить** .



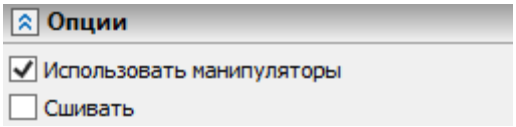
Для управления инженерным дискриминантом в окне параметров предусмотрен специальный ползунок, позволяющий изменять значение от [0] до [1] с шагом [0,01]. При необходимости допускается ввести значение вручную.



Указание целевой плоскости, которой должна принадлежать коническая кривая осуществляется с помощью следующей опции автоменю:

<L> Выбрать плоскость конической кривой

Выбранная плоскость отображается в соответствующем поле окна параметров. Отмена и повторный выбор осуществляется по кнопке **Очистить** .
Отображение манипуляторов смещения характерных точек конической кривой вдоль кривых в 3D сцене осуществляется с помощью опции **Использовать манипуляторы**.



Опция **Сшивать** предназначена для объединения конической кривой с кривыми смещения крайних точек в один 3D путь.

3D Путь по формуле

Вызов команды:

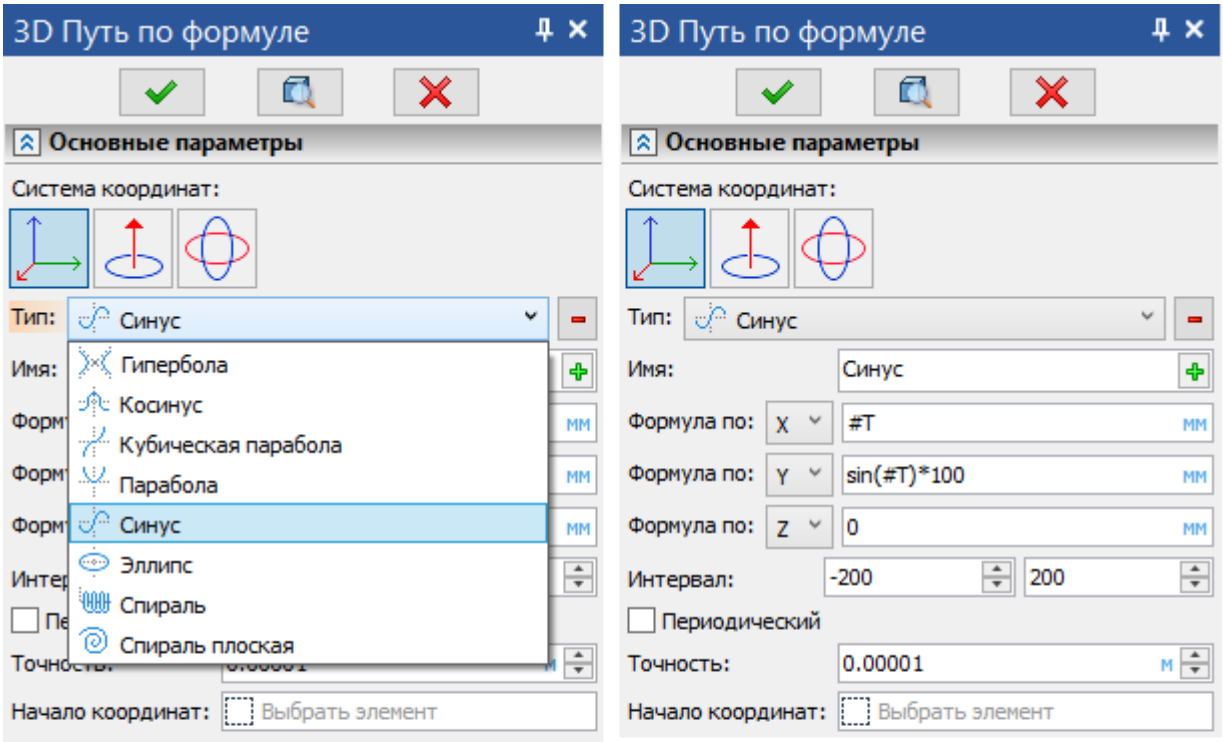
Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Построения > 3D путь по формуле Сборка (3D) > Построения > 3D путь по формуле Листовой металл (3D) > Построения > 3D путь по формуле Поверхности > Построения > 3D путь по формуле Сварка > Построения > 3D путь по формуле Примитив > Построения > 3D путь по формуле Опорная геометрия > 3D путь > 3D путь по формуле
Клавиатура	Текстовое меню

<3PL>	Построения > 3D путь по формуле
Автоменю команды <3PA> 3D путь	
<N>	3D Путь по формуле

Данная команда позволяет построить 3D путь по формуле в заданной системе координат.

Доступно 3 типа систем координат – **Декартова**, **Цилиндрическая**, **Сферическая**. Для каждой системы координат доступен свой набор параметров. Так, например, для декартовой системы координат предлагается задать формулы по **X**, **Y**, **Z**, для цилиндрической по **ρ**, **φ**, **Z**, а для сферической по **ρ**, **θ**, **φ**.

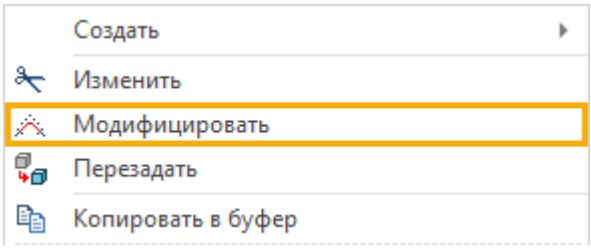
Для всех типов систем координат существует возможность выбора, создания и удаления типа формулы.



Для каждого типа системы координат существует возможность задания интервала, точности и выбора точки начала координат 3D пути. Также можно замкнуть 3D путь с помощью опции **Периодический**.

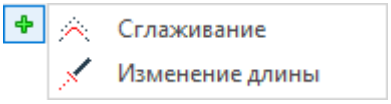
Модификация 3D пути

Команда модификации пути может быть вызвана выбором пункта **Модифицировать** в контекстном меню пути:

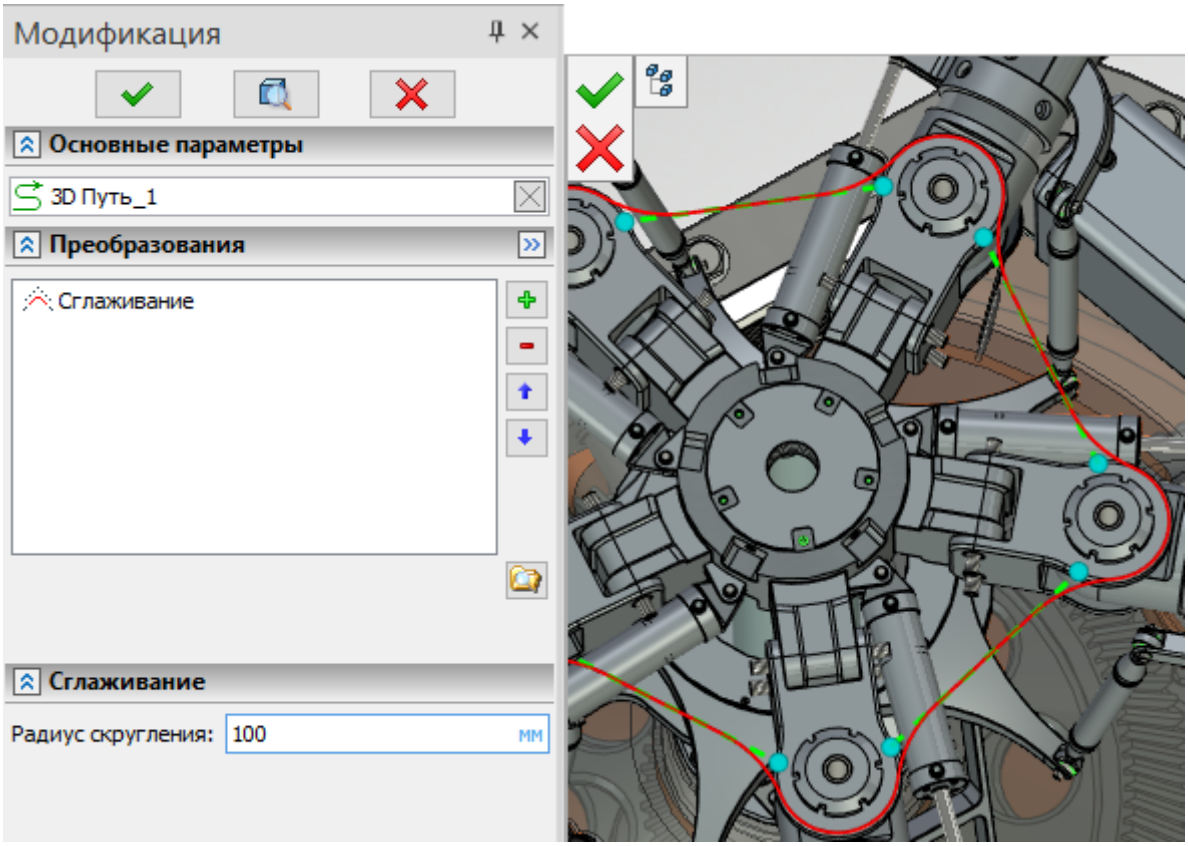


Окно параметров содержит следующие вкладки:

- **Основные параметры**
  Отображает имя и иконку выбранного пути.
- **Преобразования**
  Отображает список модификаций, применённых к выбранному пути. Модификации в списке можно выбирать нажатием . С помощью кнопок, расположенных справа от списка можно **Добавить** новую модификацию, а также **Удалить** или переместить **Вверх** и **Вниз** по списку выбранную модификацию. При нажатии на кнопку добавления модификации появляется выпадающее меню, в котором следует выбрать типа модификации.



- Сглаживание или Изменение длины
  Отображает параметры модификации, выбранной в списке.



Доступно два типа модификации: Сглаживание и Изменение длины. Для каждого пути можно назначить не более одной модификации каждого типа.
Помимо добавления модификаций с помощью команды **Модифицировать**, доступны отдельные команды для добавления модификаций каждого типа.

Основные темы в этом разделе:

- Изменение длины 3D пути
- Сглаживание 3D пути

Изменение длины 3D пути

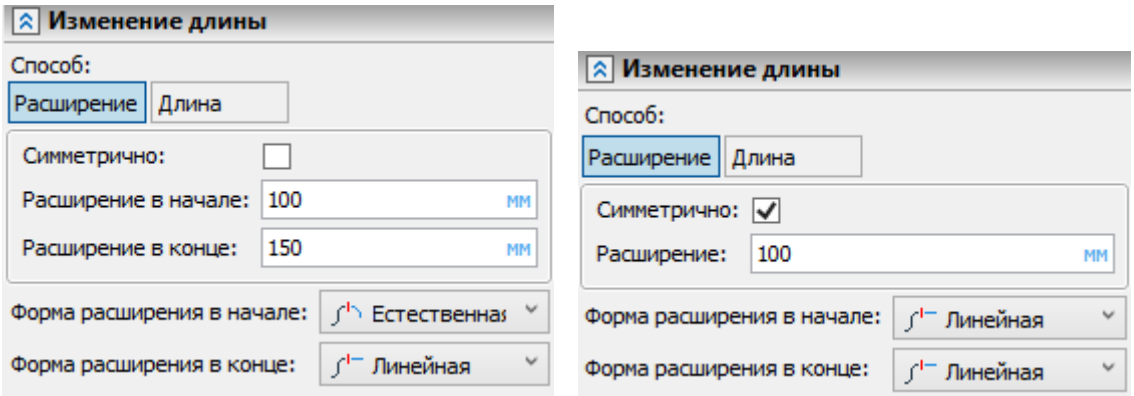
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Построения > Изменить длину 3D пути Сборка > Построения > Изменить длину 3D пути Листовой металл (3D) > Построения > Изменить длину 3D пути Поверхности > Построения > Изменить длину 3D пути Сварка > Построения > Изменить длину 3D пути Примитив > Построения > Изменить длину 3D пути Опорная геометрия > 3D путь > Изменить длину 3D пути
Клавиатура	Текстовое меню
<3KPL>	Построения > Изменить длину 3D пути

Команда **Изменить длину 3D пути** является подрежимом общей команды **Модификация 3D пути**, добавляющим модификацию соответствующего типа. Вкладки **Основные параметры** и **Преобразования**, отображаемые в верхней части окна параметров команды, являются общими для всех модификаций и описаны в описании команды Модификация 3D пути. Вкладка **Изменения длины**, содержащая параметры текущей модификации, описана ниже.

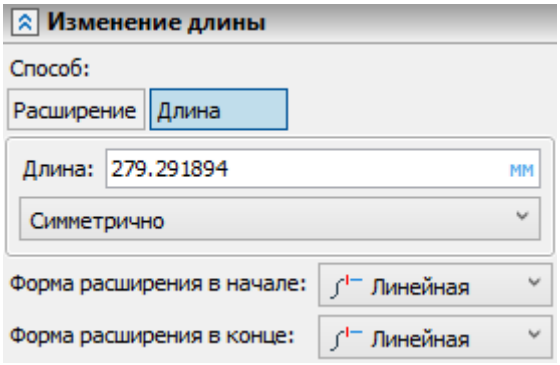
После выбора пути можно выбрать один из следующих режимов с помощью кнопок, расположенных в верхней части вкладки параметров изменения длины:

- **Расширение**



Позволяет добавить к началу и/или к концу выбранного пути участок заданной длины. По умолчанию флаг **Симметрично** снят и длина вводится отдельно для начала и конца. При установленном флаге доступно только одно общее поле ввода длины, а к началу и концу пути добавляются участки с длиной, равной половине введённого значения.

- **Длина**



Позволяет задать общую длину пути. В выпадающем списке можно выбрать способ изменения длины: **Зафиксировать начало** (длина будет изменена добавлением или удалением участка относительно конечной точки) **Зафиксировать конец** (длина будет изменена добавлением или удалением участка относительно начальной точки) или **Симметрично** (длина будет изменена добавлением или удалением участков одинаковой длины в начальной и конечной точках).

В обоих режимах изменения длины можно выбрать форму участков, добавляемых к пути в начальной и конечной точках (**форма расширения**). Доступны следующие формы:

- **Линейная**
  Будет добавлен прямой участок
- **Симметричная**
  Будет добавлен участок, симметричный исходному пути относительно начальной или конечной точки.
- **Естественная**
  Добавляемый участок будет соответствовать закону изменения кривизны исходного пути.

Сглаживание 3D пути

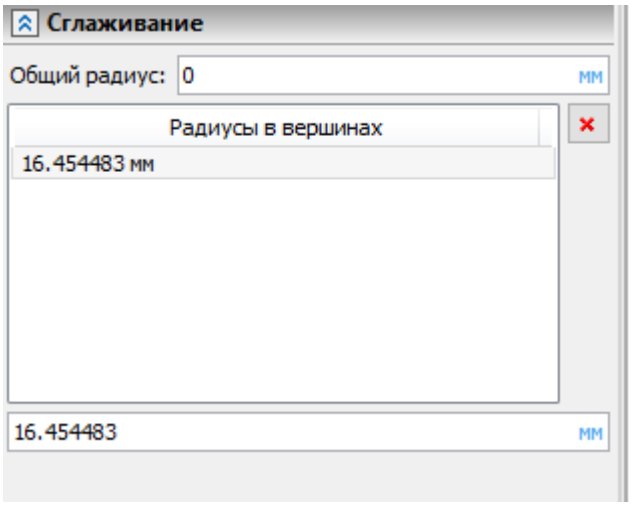
Вызов команды:

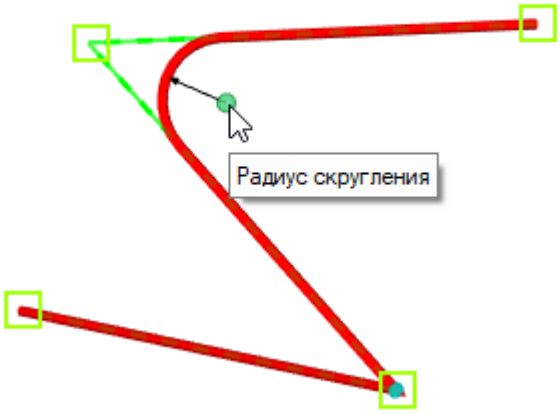
Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Построения > Сгладить 3D путь Сборка > Построения > Сгладить 3D путь Листовой металл (3D) > Построения > Сгладить 3D путь Поверхности > Построения > Сгладить 3D путь Сварка > Построения > Сгладить 3D путь Примитив > Построения > Сгладить 3D путь Опорная геометрия > 3D путь > Сгладить 3D путь
Клавиатура	Текстовое меню
<ЗКРВ>	Построения > Сгладить 3D путь

Сглаживание позволяет скруглить углы в вершинах пути.

Команда **Сгладить 3D путь** является подрежимом общей команды **Модификация 3D пути**, добавляющим модификацию соответствующего типа. Вкладки **Основные параметры** и **Преобразования**, отображаемые в верхней части окна параметров команды, являются общими для

всех модификаций и описаны в описании команды Модификация 3D пути. Вкладка **Сглаживание**, содержащая параметры текущей модификации, описана ниже.
В верхней части вкладки параметров сглаживания после выбора пути можно задать **Общий радиус**, который будет применён ко всем вершинам. Ниже находится список исключений, т.е. вершин, к которым не применяется **Общий радиус.** Для добавления вершины в список нажмите на её манипуляторе, имеющем вид бирюзового шарика. Затем, перемещая мышь при зажатой , установите желаемый радиус скругления в выбранной вершине и отпустите . Вершина будет добавлена в список. Вершины в списке можно выбирать нажатием . В поле под списком можно ввести с клавиатуры точное значение радиуса для выбранной вершины. Для удаления вершины из списка исключений нажмите кнопку , расположенную справа от списка.





Диалог параметров 3D пути

При создании 3D пути диалог его параметров можно вызвать с помощью опции автоменю:

<P> Задать параметры элемента

Для уже созданного пути диалог параметров можно вызвать двойным нажатием на пути или выбором пункта **Параметры** в его контекстном меню.
Диалог параметров 3D пути всегда содержит следующие вкладки:

- **Общие**
  Информация о содержимом данной вкладки приведена ниже.
- **Преобразования**
  Содержит информацию о преобразованиях, применённых к данному элементу. Функционал вкладки соответствует функционалу окна **Параметры**, описанному для команды **Преобразования**, за исключением отсутствия параметров **Преобразования сопряжений**, которые вынесены в отдельную вкладку, а также невозможности задавать симметрию и привязку сопряжений к 3D элементам.
- **Преобразования сопряжений**
  Содержит информацию о преобразованиях сопряжений, применённых к данному элементу. Функционал вкладки полностью соответствует функционалу одноимённой вкладки окна **Параметры**, описанному для команды **Преобразования.**

Также, в зависимости от типа пути, в диалоге может присутствовать одна из следующих вкладок

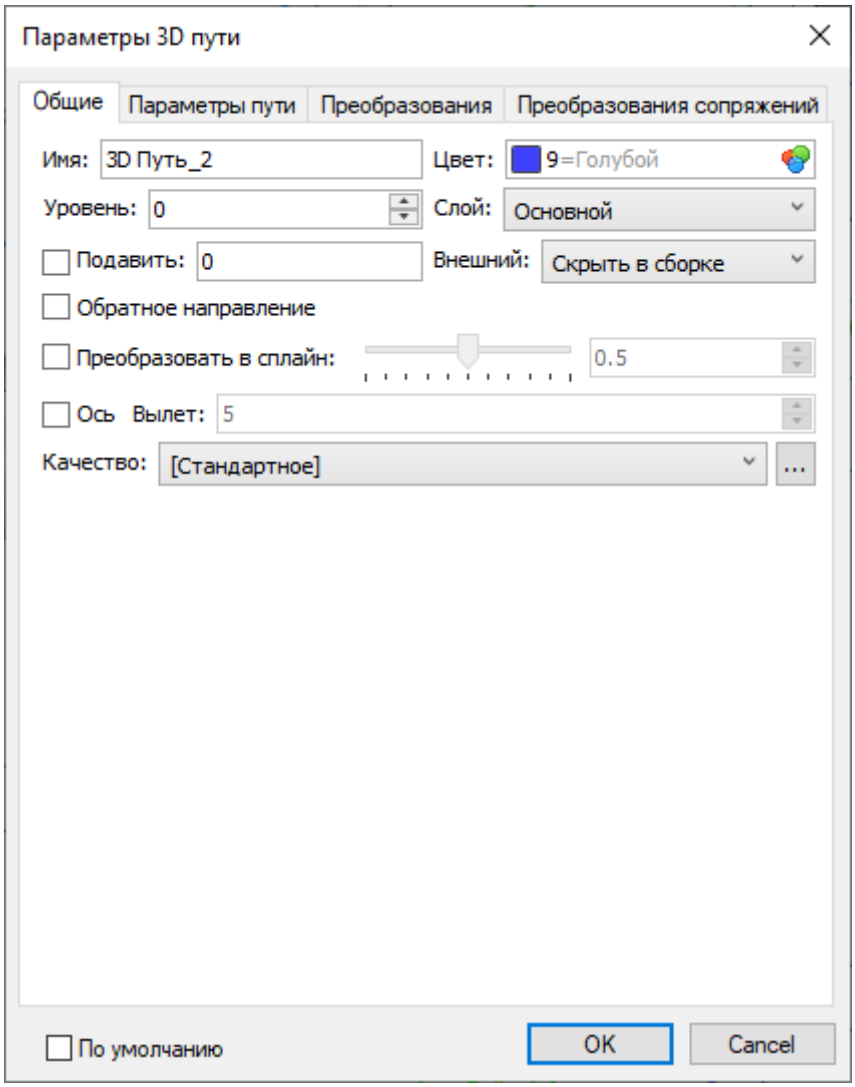
- **Параметры пути**

- **Смещение**
- **Операция**

Содержимое данных вкладок полностью или частично повторяет содержимое окна **Параметры**, отображаемое при создании 3D пути, и может отличаться в зависимости от типа пути. Подробная информация приведена на страницах с описаниями каждого типа путей.

Кроме того, в нижней части диалога независимо от активной вкладки отображается флаг **По умолчанию.** Если его установить, параметры выбранного элемента будут применяться по умолчанию для всех вновь создаваемых элементов такого же типа.

Общие параметры 3D пути



Имя

Все элементы модели имеют уникальное имя. Пользователь может самостоятельно задавать имя. В этом случае система следит только за уникальностью вводимого имени. При попытке ввести имя, которое уже назначено другому элементу данной модели, внесенные изменения не будут применены. Если пользователь не задаёт имя, то система генерирует имя автоматически. Подробная информация об автоматически присваиваемых именах приведена в разделе Настройка имён 3D элементов.

Цвет

Цвет, которым рисуется путь в 3D окне. Выбор цвета описан в разделе Цвет

Уровень

Информация о данном параметре приведена в разделе Уровни.

Слой

Информация о данном параметре приведена в разделе Слои

Подавить

Эта опция отвечает за исключение данного пути из расчёта 3D модели. Подавленный путь не отображается в 3D сцене. Установка флага **Подавить** исключает путь из расчёта 3D модели и устанавливает в поле ввода значение "**1**". Снятие флага включает путь в расчёт 3D модели и устанавливает в поле ввода значение "**0**". Значение в поле ввода можно ввести с клавиатуры или задать вещественной переменной для управления подавлением при помощи Параметризации. Путь будет подавлен, если значение переменной не равно нулю. Любые целые значения, отличные от нуля, при подстановке в поле заменяются на единицу. Дробные значения недопустимы.

> Имейте в виду, что подавление родительского элемента приводит к ошибкам при пересчете дочерних.

Внешний

В выпадающем списке доступны опции **Скрыть в сборке** и **На один уровень**. Если модель используется в качестве 3D фрагмента, то пути, у которых применена опция **На один уровень**, доступны в сборочной модели. Положение такого пути определяется положением фрагмента. Диалог параметров пути, отображаемого в сборке из 3D фрагмента, содержит только вкладку **Общие**, а к имени пути добавляется имя фрагмента в качестве префикса. Для пути в сборке также можно выбрать данную опцию и использовать в сборочных моделях следующего уровня.

Обратное направление

У 3D пути есть направление. В зависимости от способа создания пути, его направление может определяться порядком выбора опорных элементов, их геометрией или произвольно. В свою очередь, направление пути может влиять на геометрию его дочерних элементов. Установка данного флага меняет направление пути на противоположное. По умолчанию направление пути никак не визуализируется в 3D окне. Для отображения направления можно включить опцию **Рисовать стрелки у 3D путей/профилей** (**Параметры документа** > **Документ** > **3D** > **3D**).

Преобразовывать в сплайн

Геометрически 3D путь может состоять из нескольких сочленённых линий, имеющих вершины в точках сочленения. При необходимости можно преобразовать путь в сплайн с помощью данного флага. По умолчанию флаг снят и преобразование не применяется. При установленном флаге путь состоит всего из одного сегмента, промежуточные вершины ликвидируются. Точность аппроксимации можно менять в интервале от 0.0 (грубее) до 1.0 (точнее) при помощи ползунка или поля ввода значения. В некоторых случаях такие пути могут использоваться более успешно, чем многосегментные (например, в операции **По сечениям**).

Ось

Вместо создания оси с помощью команды 3D ось, можно превратить в ось 3D путь, созданный любым другим способом. Для этого необходимо установить данный флаг. Снятие флага превращает ось в обычный путь. Оси отображаются в 3D сцене штрихпунктирными линиями.

Вылет

Данный параметр доступен для редактирования при установке флага **Ось** (см. выше) и определяет расстояние, на которое ось продлевается в обе стороны относительно исходного пути.

Качество

Качество отображения пути в 3D окне. В выпадающем списке доступны варианты, аналогичные описанным в разделе Качество изображения.

Чтобы использовать один из стандартных вариантов качества как исходный для задания пользовательских параметров, выберите его в списке, затем нажмите кнопку справа от выпадающего списка. Параметры, установленные в появившемся диалоге **Качество сетки**, будут

соответствовать выбранному варианту. После установки флага **Пользовательские настройки** параметры станут доступными для редактирования.

См. также:

- Параметры по умолчанию
- Задание параметров элемента

Редактировать 3D путь

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<ЗЕРА>	Правка > Построения > 3D путь

Команда предназначена для редактирования «3D путей».

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

Вы выбрали один элемент для редактирования.
Элемент можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию). Перезадание элемента полностью совпадает с командой «3D путь».
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Отметим, что для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** (комбинация **<Ctrl>** отменяет выбор).

Трасса

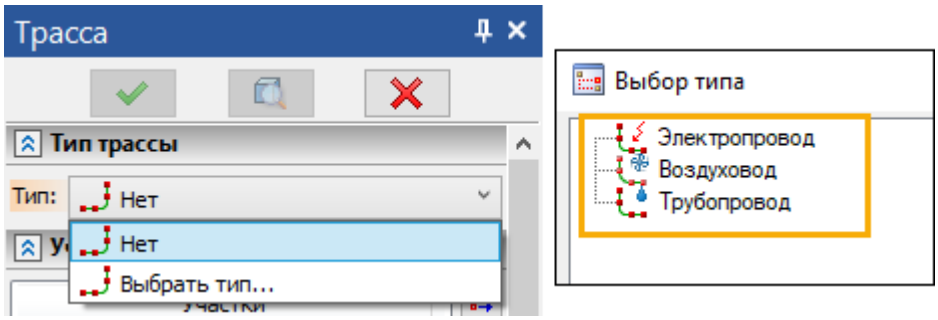
Трасса – это специальный тип 3D пути, который может состоять из нескольких участков разного типа. Соседние участки сопрягаются между собой переходной зоной, обеспечивающей их непрерывное

сопряжение. Данный тип 3D пути в основном предназначен для определения пространственной траектории, используемой при создании коммуникаций.
Вызов команды:

Пиктограмма		Лента
		3D Модель > Построения > Трасса Сборка (3D) > Построения > Трасса Листовой металл (3D) > Построения > Трасса Поверхности > Построения > Трасса Сварка > Построения > Трасса Коммуникации > Построения > Трасса Примитив > Построения > Трасса Опорная геометрия > 3D путь > Трасса
Клавиатура		Текстовое меню
<3PP>		Построения > Трасса
Автоменю команды **<3PI>** Трубопровод, Провод/кабель, Воздуховод		
	<B>	Создать/редактировать трассу

В верхней части окна параметров команды можно выбрать **Тип трассы**. От этого зависит возможность последующего использования трассы для создания коммуникации того или иного типа.

Подробная информация о типах коммуникаций доступна в разделе Коммуникации.



Также можно вызвать команду сразу в режиме создания коммуникаций определённого типа:

- В режиме **Трубопровод**:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
	Сервис > Коммуникации > Трубопровод > Трасса

- В режиме **Электропровод**:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
	Сервис > Коммуникации > Электропровод > Трасса

- В режиме **Вентиляция:**

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
	Сервис > Коммуникации > Вентиляция > Трасса

В таком случае соответствующий **Тип трассы** будет установлен по умолчанию.

Основные темы в этом разделе:

- Общие сведения о трассе
- Создание трассы
- Редактирование трассы

См. также:

- Автоматическая прокладка трассы

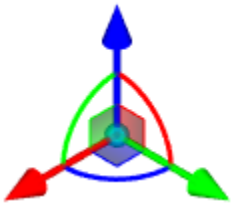
Общие сведения о трассе

Участки трассы

Система позволяет создавать трассу, состоящую из нескольких участков, построенных различными методами:

- по заданным точкам;
- используя геометрию уже существующих объектов (элементов проволочной геометрии, элементов тел).

При построении трассы по заданным точкам для каждой новой точки в сцене появляется манипулятор ЛСК, позволяющий задать её положение в абсолютных координатах либо относительно выбранной привязки (3D узел, вершина и т.д.). По умолчанию направление осей манипулятора совпадает с направлением осей глобальной системы координат.



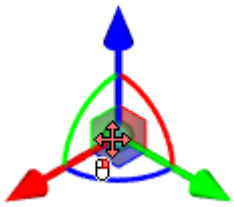
Манипулятор обеспечивает следующие преобразования:

- перемещение вдоль оси (X, Y, Z). Для активизации перемещения подведите курсор к стрелке оси.
- перемещение в плоскости (XY, XZ, YZ). Для активизации перемещения подведите курсор к изображению плоскости.

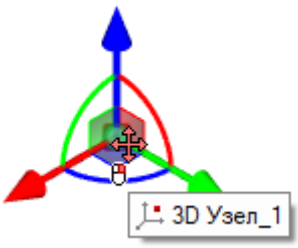
- перемещение по трём осям. Для активизации перемещения подведите курсор к сфере в центре манипулятора.
- поворот вокруг оси (X, Y, Z). Для активизации поворота подведите курсор к дуге (цвет дуги соответствует цвету оси, вокруг которой будет выполняться поворот).

Манипулятор может работать в одном из двух режимов:

- численное задание значения преобразования. Для работы в этом режиме подведите курсор мыши к манипулятору (он подсветится и появится экранная подсказка) и перемещайте мышь с нажатой левой кнопкой.

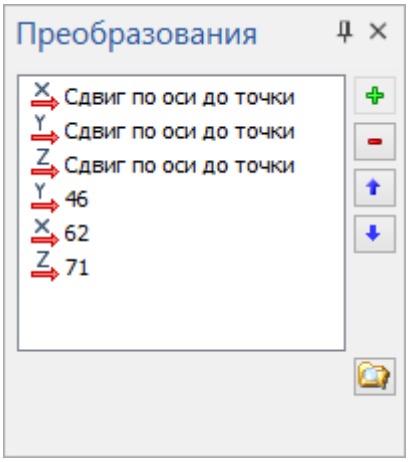


- преобразование задаётся привязкой к существующему объекту модели (например, перемещение до 3D узла). Для работы в этом режиме подведите курсор мыши к манипулятору и щёлкните . После этого при перемещении курсора будет работать объектная привязка. Таким образом можно задать перемещение до точки, середины ребра и т.п.

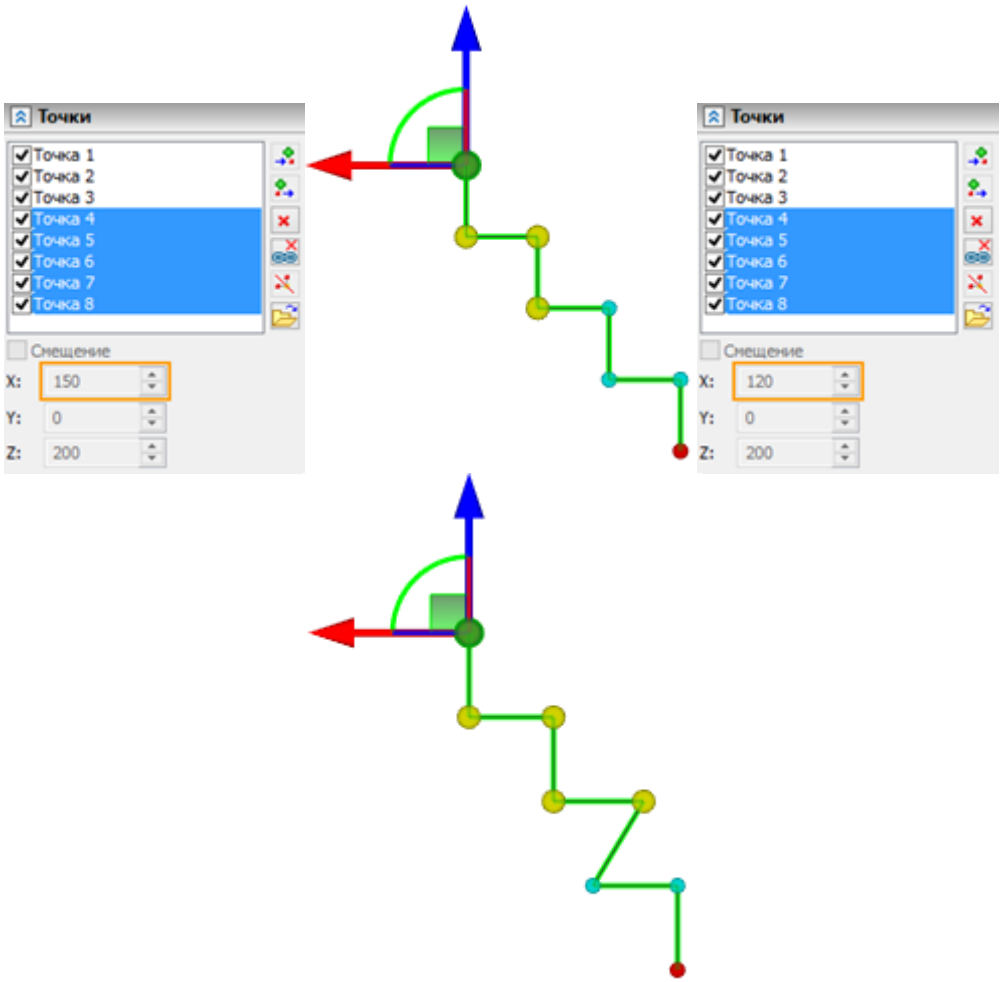


Любое изменение положения манипулятора отражается во вспомогательном окне **Преобразования**. Для каждой точки пути сохраняется отдельный список преобразований. Перемещения по осям суммируются. Преобразования с использованием объектной привязки записываются отдельной строкой. Выбранное в списке преобразование можно удалить. Объектную привязку можно перезадать, указав новый объект в 3D сцене.

Порядок преобразований можно изменять, перемещая преобразование вверх или вниз по списку при помощи кнопок со стрелками. Однако следует учесть, что не любое изменение последовательности приведёт к корректному результату.



Существует возможность множественного редактирования точек. Выбор необходимых точек осуществляется в соответствующем списке в окне параметров. После этого перемещение манипулятора будет влиять на положение всех выбранных точек.

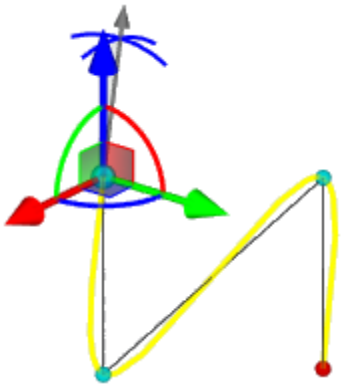


Для участка трассы, построенного по заданным точкам может быть задан тип, определяющий способ его построения:

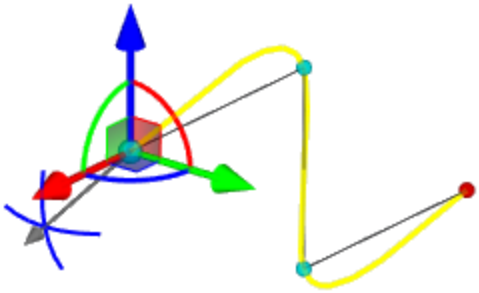
- Сплайн по точкам;
- Сплайн по ломаной;
- Полилиния.

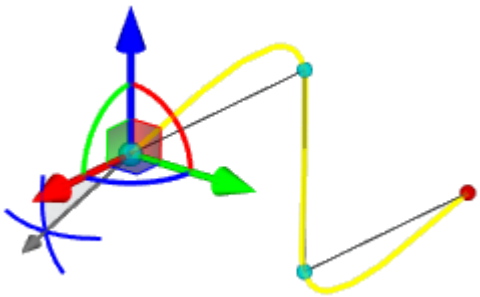
Сплайн по точкам

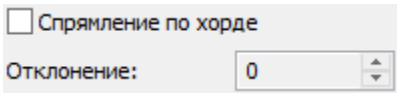
Представляет собой сплайн, проходящий через все заданные точки. Минимальная степень такого сплайна (степень полиномов, которыми он описывается) равна 3.

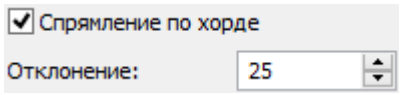


Регулировка сплайна в части поведения между соседними заданными точками определяется величиной максимального отклонения её формы от хорды между этими точками.



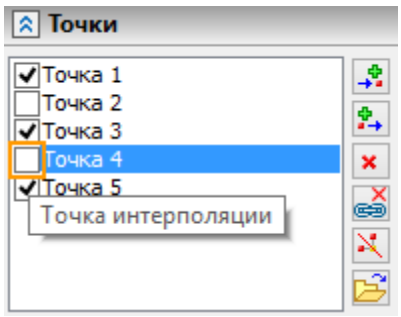


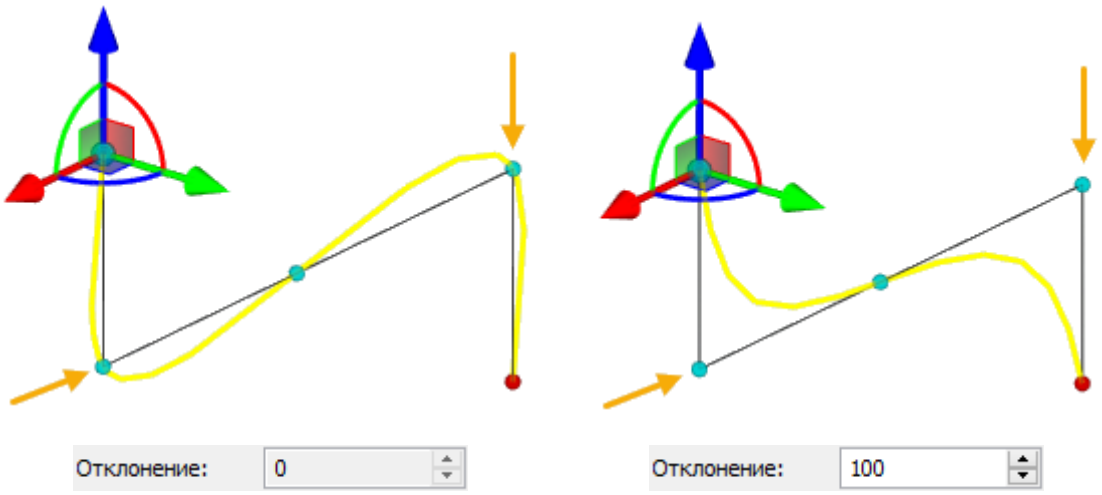




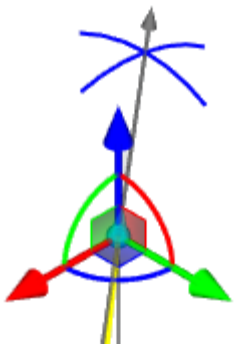
Все заданные точки по умолчанию являются точками интерполяции сплайна. В случае, когда не требуется точного прохождения кривой через точку, а достаточно лишь приближённого, необходимо снять с неё флаг **Точка интерполяции** и задать значение максимального отклонения.

Величина отклонения кривой во всех точках приближения является одинаковой на всем участке трассы

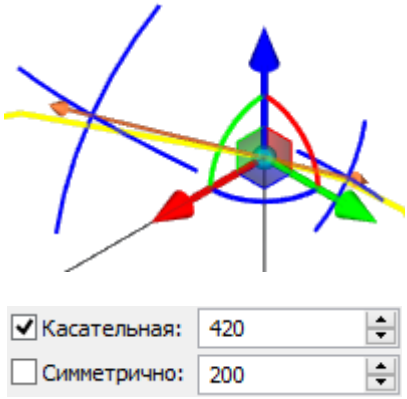




В каждой точке интерполяции допускается изменять параметры гладкости кривой, задавая направление и значения первых производных полиномов (параметр **Касательная**) сплайна.
Значение параметра **Касательная** задаётся манипулятором в виде стрелки **Касательная к кривой в точке**.
Направление касательной задаётся двумя манипуляторами в виде дуг **Направление касательной**.

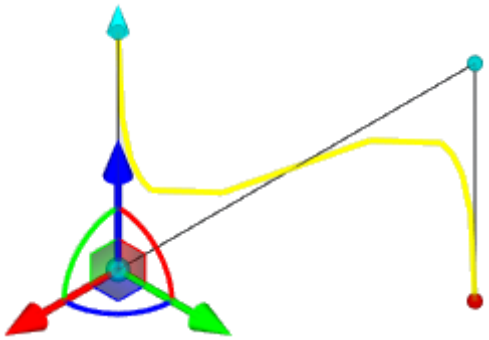


Для промежуточных точек интерполяции сплайна система автоматически выбирает направление и высчитывает оптимальные значения первой производной, соблюдая при этом условие сохранения гладкости кривизны (гладкости третьей производной полиномов сплайна). Однако допускается задавать различные значения. Следует помнить, что в этом случае нарушается условие сохранения касательности (гладкости первой производной полиномов), соответственно кривизна в таких точках будет стремиться к нулю.

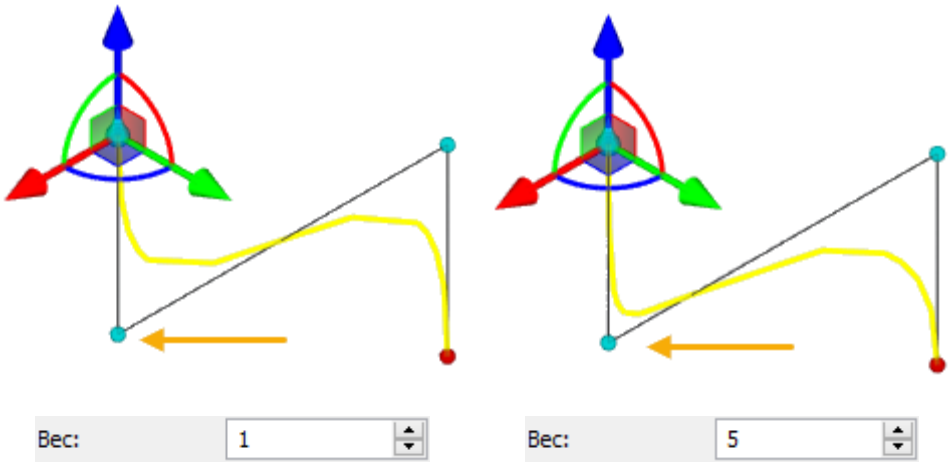


Сплайн по ломаной

Представляет собой сплайн, проходящий по управляемой ломаной, обеспечивая условие непрерывности кривизны. Ломаная линия представляет собой набор заданных точек, последовательно соединенных хордами. Сам сплайн через точки не проходит (за исключением начальной и конечной точек). По умолчанию система строит сплайн 2 степени. При необходимости, можно изменить степень сплайна, однако максимально допустимое значение степени сплайна должно быть на единицу меньше количества заданных точек.

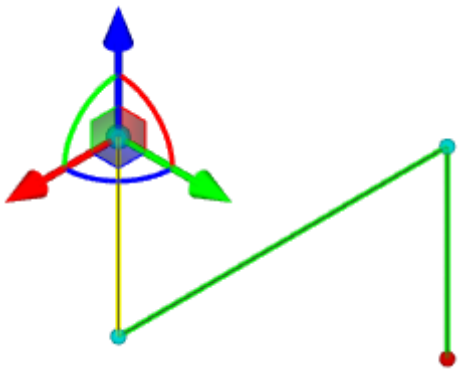


Основным параметром заданных точек является **Вес** функции кривой. Чем больше вес функции в точке, тем ближе к ней проходит кривая.

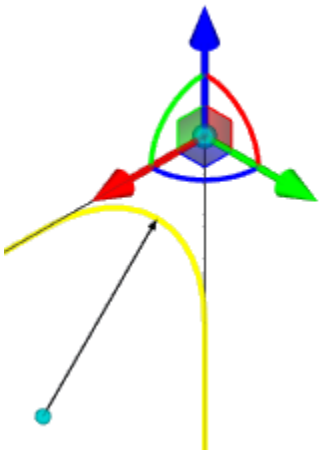


Полилиния

Представляет собой пространственную ломаную, состоящую из отрезков прямых, последовательно соединяющих набор заданных точек. Является частным случаем сплайна по ломаной 1 степени.



Для полилинии может быть задано скругление общим значением для всего участка или отдельно для каждой заданной точки.
Манипулятор скругления доступен для любой заданной точки участка кроме начальной и конечной. Перемещение манипулятора изменяет значение радиуса скругления в выбранной точке.



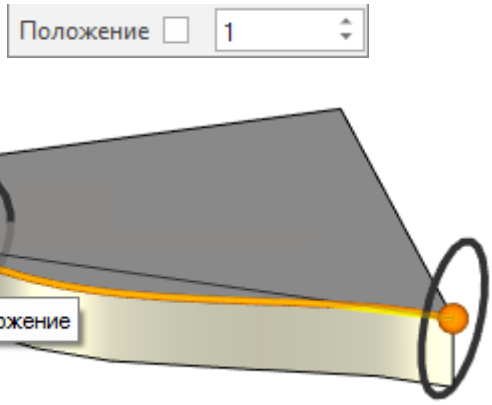
Участки на основе геометрии существующих объектов

Построение участков трассы на основе геометрии существующих объектов предполагает использование следующих типов элементов:

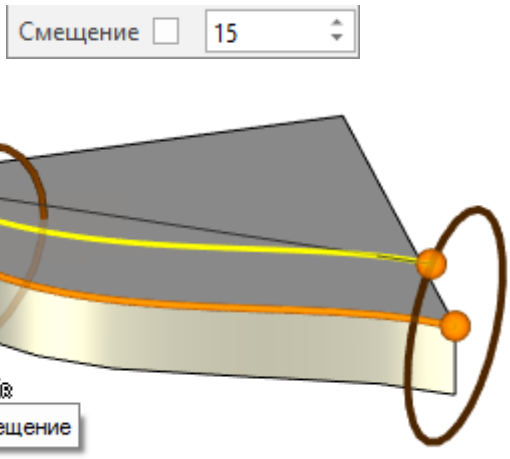
- На основе путей/рёбер;
- На основе поверхностей/граней.

При построении трассы на основе путей или рёбер создаваемый участок будет полностью с ними совпадать. Изменить положение участка, его начальной и конечной точки можно при помощи следующих манипуляторов (численные значения манипуляторов можно задать в окне параметров):

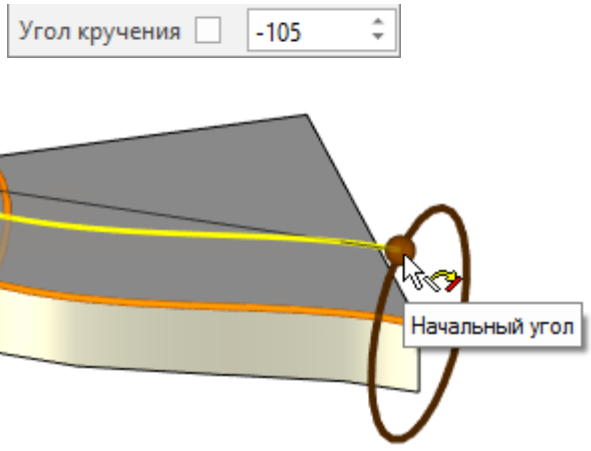
- **Положение**. Задаёт смещение от концов выбранного объекта.



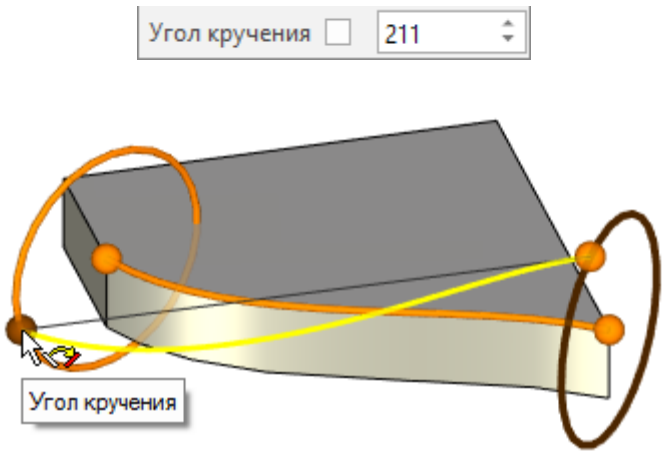
- **Смещение**. Задаёт значение эквидистанты участка пути от выбранного объекта.



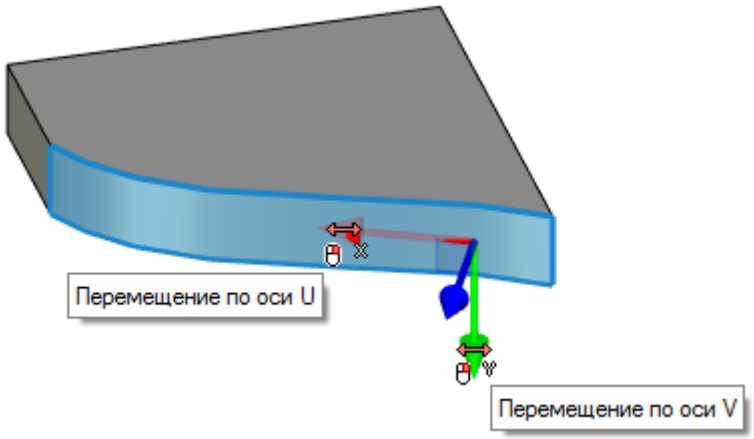
- **Начальный угол**. Задаёт угол поворота вокруг выбранного ребра/пути. Находится в начальной точке участка пути.



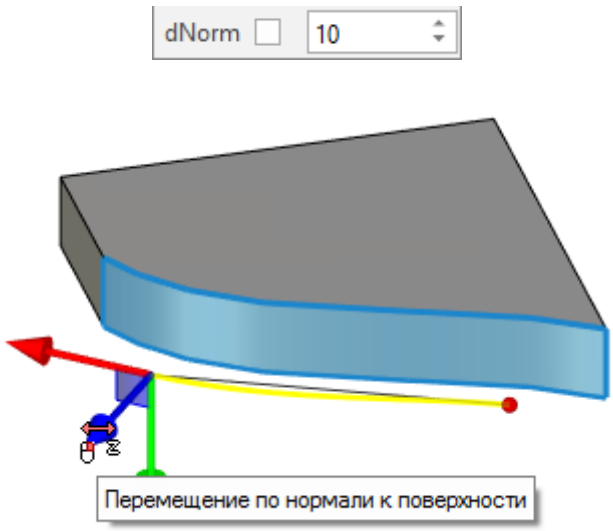
- **Угол кручения**. Задаёт угол поворота конечной точки участка относительно начальной.



При создании трассы по набору рёбер (путей) необходимо для каждого из них добавлять отдельный участок.
При построении трассы на основе граней или поверхностей начальная точка участка создаётся на поверхности объекта в месте клика мышью. После этого, добавив новую точку, можно перемещать её при помощи манипулятора или задавая координаты U, V в окне параметров.

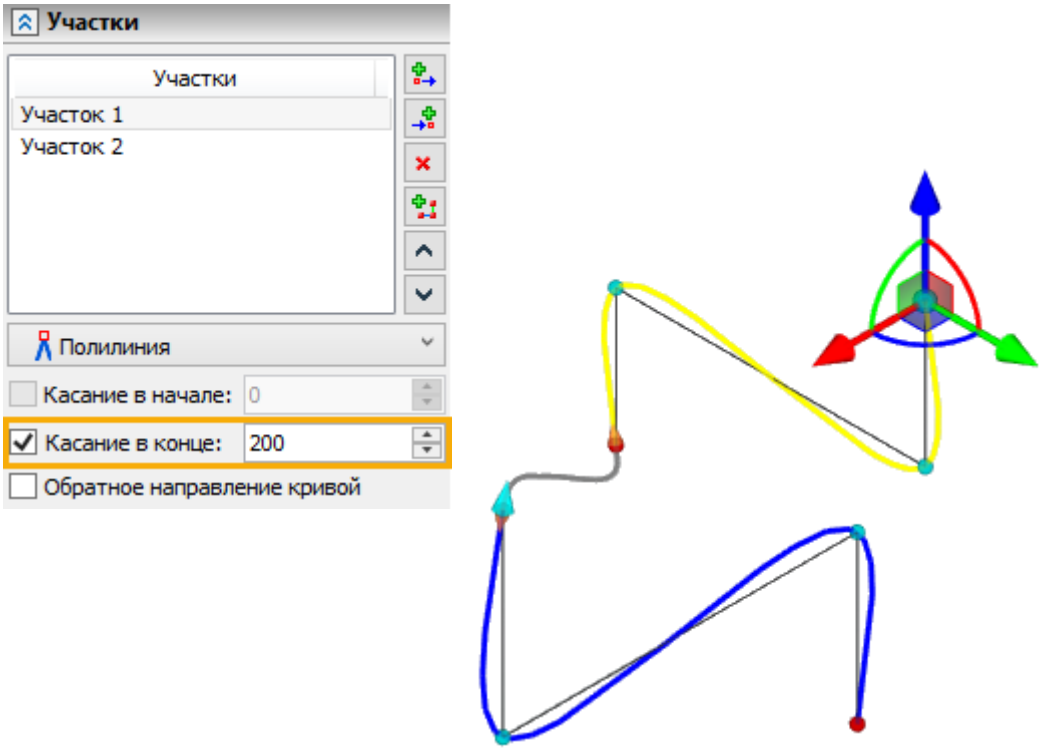


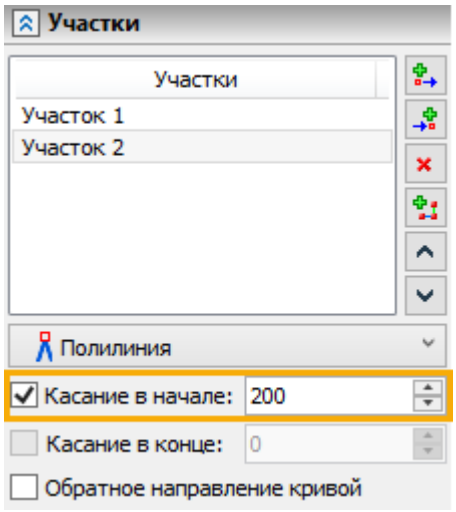
Создаваемую кривую можно перемещать по нормали к поверхности, при этом строится эквидистанта к участку, лежащему на поверхности. Численные значения допускается задавать в окне параметров.



Несмотря на различие методов построения участки могут сопрягаться между собой, образовывая единый пространственный 3D путь. Помимо этого, допускается объединять несколько 3D путей в один, а также разбивать существующий на более мелкие.

При сопряжении в одной трассе нескольких участков различных типов и при объединении нескольких трасс между участками строится зона перехода в виде дополнительной кривой, их соединяющей. При этом гладкость первой производной полиномов обеспечивается равенством значений параметров **Касание в начале**, **Касание в конце** соединяемых точек. Помимо этого, система позволяет автоматически обеспечить гладкость всех переходных зон, подбирая оптимальные значения вышеупомянутых параметров для всех сопрягаемых участков, параметром **Создавать гладкий путь**.



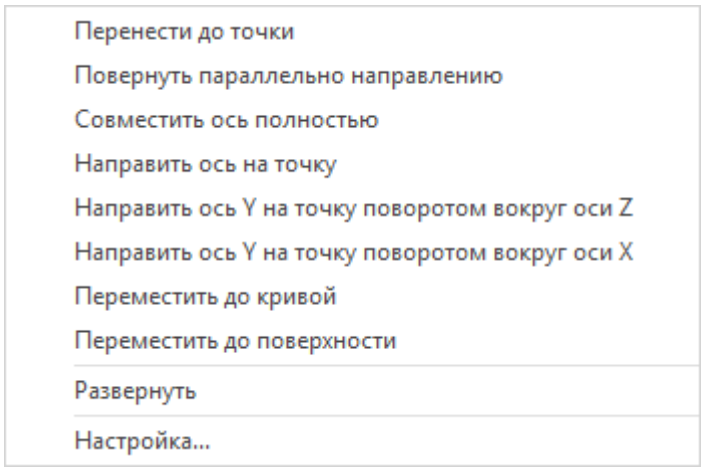


Если вновь создаваемая трасса берёт свое начало в крайней точке уже существующей трассы, то в этом случае система позволяет их гладко сопрягать, позволяя при этом изменять направление касания при помощи параметра **Развернуть внешнее касание**.
При объединении выбранного участка со следующим оба должны иметь одинаковый тип. Результирующая кривая будет наследовать параметры первого участка.
Разбиение участка на два производится по выбранной точке, разбиение трассы на несколько - по выбранному участку.
Система позволяет менять направление создаваемых участков на противоположное.

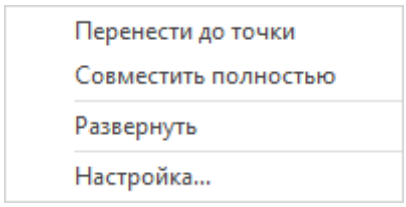
Использование контекстного меню при работе с манипулятором

При выборе манипуляторов в контекстном меню становятся доступны следующие команды:

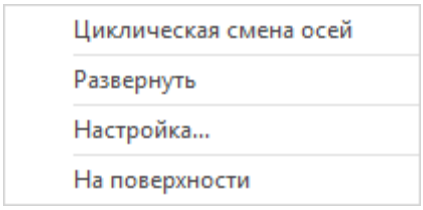
- для перемещения вдоль оси



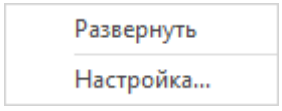
- для перемещения в плоскости



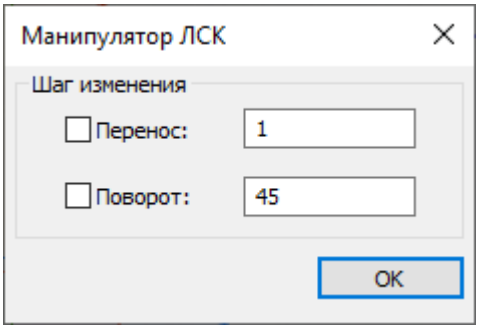
- для перемещения по трём осям



- для поворота вокруг оси



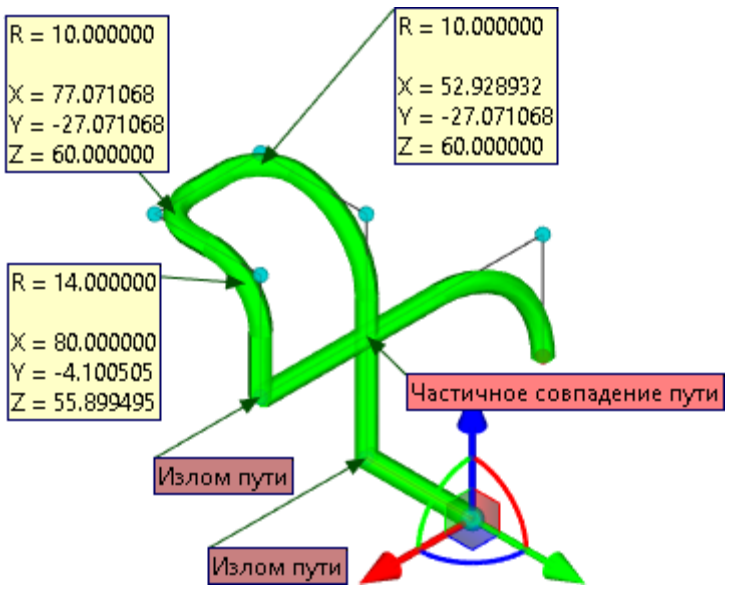
Пункт меню **Настройка** задаёт шаг изменения расстояния и угла при перемещениях и поворотах манипулятора.



Дополнительные возможности

Для удобства и наглядности работы с командой система предлагает ряд опций:

- **Диаметр трубы**. Позволяет, задавая толщину кривой, динамически отображать предварительный просмотр трассы в 3D сцене (для удобства при работе с большим количеством 3D путей в сцене).
- **Показать радиусы кривизны менее**. Выводит диагностику в 3D сцене о точках 3D пути, в которых радиус кривизны меньше заданного.
- **Показать изломы**. Выводит диагностику в 3D сцене о точках изменения направления кривой с нулевой кривизной и бесконечно большим радиусом.
- **Проверять самопересечения**. Выводит диагностику в 3D сцене о точках самопересечения 3D пути.



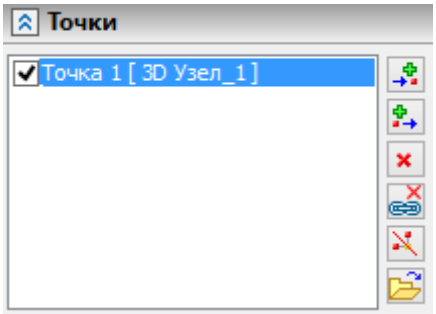
Создание трассы

Ввод и редактирование точек

После вызова команды **Трасса** автоматически создаётся первый участок с начальной точкой. Эта точка становится *активной*. Активной считается точка, которая подсвечена в списке точек в окне параметров. В 3D окне появляется манипулятор активной точки.
По умолчанию в автоменю активна опция:

<F> Выбрать точку

Данная опция позволяет осуществлять привязку точек пути к геометрическим 3D точкам модели (3D узлам, вершинам и т.д.). При этом в списке точек рядом с именем точки в скобках отобразится родительский геометрический объект.



Удаление привязки точки к геометрическому объекту реализуется при помощи следующей опции автоменю:

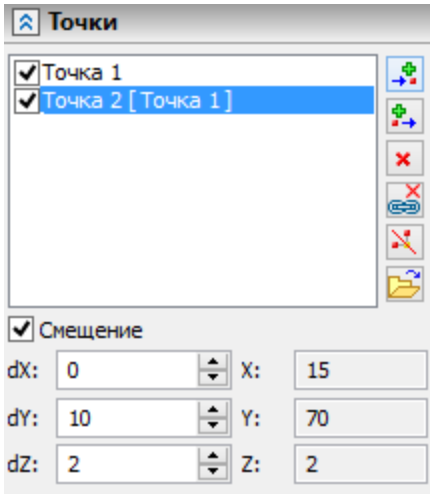
<L> Удалить привязку у точки

После удаления привязки положение точки запоминается в абсолютных координатах.
Система предлагает два режима добавления точек, выбор между которыми осуществляется кнопками автоменю:

<H> Режим добавления точек после активной

<J> Режим добавления точек перед активной

В случае добавления точек перед активной, новые точки добавляются в начало участка.
Изменение положения активной точки осуществляется при помощи манипулятора в 3D окне. Абсолютные координаты отображаются в окне параметров. Для точек участка по поверхности заполняются координаты U, V, N. Для точек участка по ребру заполняются координаты U, V, R. Значения координат можно изменять вручную.
Часто при создании или редактировании точки удобнее задавать значения смещений относительно предыдущей точки пути, а не абсолютные координаты. Для ввода смещений необходимо включить флаг **Смещение**. При создании новой точки изначально её положение совпадает с только что созданной. Задав значение смещения, активная точка перемещается относительно предыдущей. Если задавать смещения при редактировании точки, то результатом будет её перемещение относительно текущего положения. В списке точек рядом с именем точки в скобках выводятся объекты, относительно которых задаётся её положение.



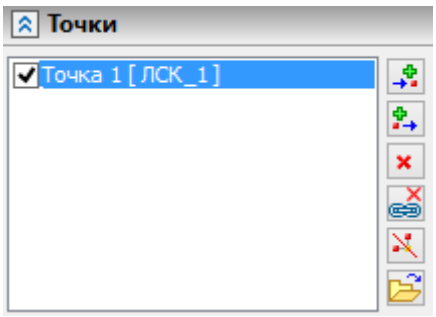
Если для точки выставлен флаг Смещение, то не рекомендуется привязывать эту точку к геометрическому объекту. Точка должна быть свободна от геометрической привязки.

Точки участка могут быть заданы в координатах произвольной ЛСК. Для выбора\отмены ЛСК в автоменю предназначены опции:

<C> Выбрать систему координат

<V> Отменить выбор системы координат

После выбора системы координат она будет использоваться для текущей точки и для всех точек, создаваемых после текущей. Отмена выбора ЛСК переводит координаты текущей точки в глобальную систему координат. Участок пути может содержать любые комбинации задания координат.



Создание новой точки осуществляется при помощи опции автоменю:

<Enter> Закончить редактирование точки и создать новую

Новая точка изначально будет расположена в тех же координатах, что и предыдущая.
Чтобы удалить активную точку, необходимо воспользоваться опцией автоменю:

<Del> Удалить точку из пути

В окне параметров рядом со списком точек расположены кнопки, которые также позволяют добавлять точки до и после активной, удалять точки , удалять привязки у точек ,

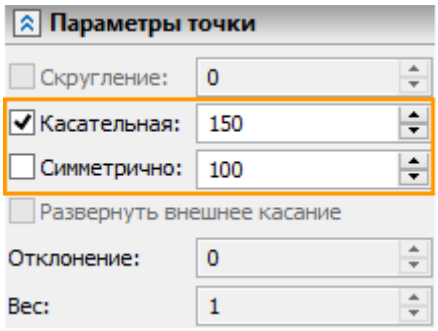
разделять участки на два в данной точке , а также импортировать точки из внешнего файла формата *.txt и *.csv .

В зависимости от выбранного типа кривой активируются соответствующие параметры точек.

Параметры точек задаются в соответствующей вкладке окна параметров в зависимости от выбранного типа участка пути.

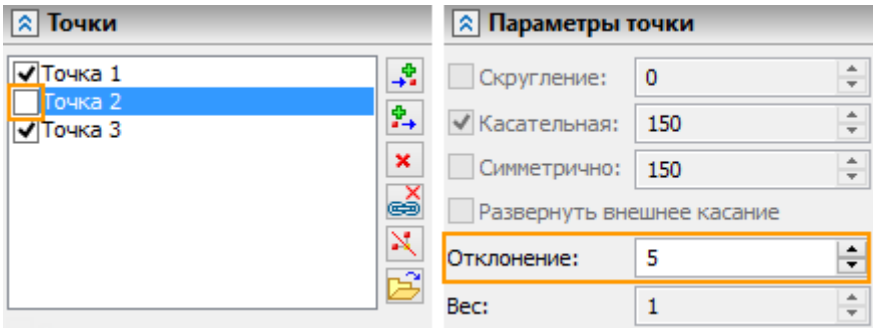
Параметр **Скругление** позволяет задать радиус скругления участка типа **Полилиния** в выбранной точке.

Параметр **Касательная** задаёт одинаковое значение первой производной полиномов кривой до и после выбранной точки. Чтобы задать разные значения, необходимо снять флаг **Симметрично**:



Параметр **Развернуть внешнее касание** используется для смены направления одной трассы при гладком сопряжении с другой.

Параметр **Отклонение** используется для типа участка **Сплайн по точкам**. Чтобы задать максимальное отклонение кривой от точки, необходимо снять флаг **Точка интерполяции** (при этом остальные параметры точки будут недоступны):



Параметр **Вес** определяет степень влияния выбранной точки на участок типа **Сплайн по ломаной**.

Создание и редактирование участков

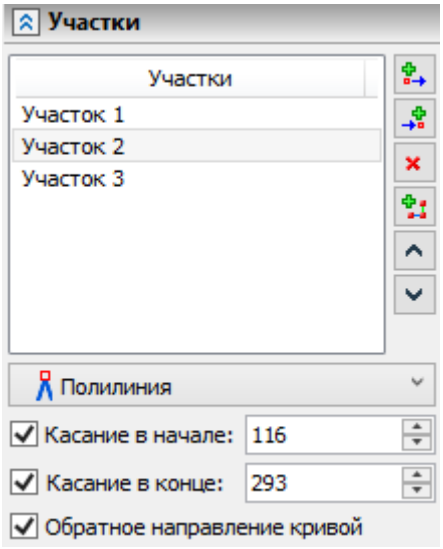
Список участков трассы отображается в соответствующей вкладе окна параметров. Для добавления нового участка используются кнопки **Добавить участок в конец пути** , **Добавить участок в начало пути** . Для удаления текущего участка – кнопка **Удалить участок** .

При удалении участка из середины списка предыдущий и последующий участок соединяются переходной зоной.

Кнопка **Объединить участок со следующим** позволяет объединить два участка одинакового типа в один.

Разделение участка осуществляется по выбранной точке при помощи кнопки **Разделить участок на два**.

Участки можно перемещать с помощью кнопок **Передвинуть вверх** и **Передвинуть вниз** .



Параметры **Касание в начале**, **Касание в конце** позволяют обеспечить гладкое сопряжение между переходной кривой и сопрягаемыми участками. Автоматически сглаживание всех переходных зон между участками обеспечивает опция **Создавать гладкий путь**, находящийся во вкладке **Опции** окна параметров.

Параметр **Обратное направление кривой** позволяет изменить направление участка на противоположное. Это удобно использовать при добавлении новых участков, чтобы обеспечить одинаковое направление кривой на всех участках трассы.

Для участка трассы, построенного по заданным точкам тип, определяющий способ его построения, выбирается в выпадающем списке на вкладке **Участки** в окне параметров.

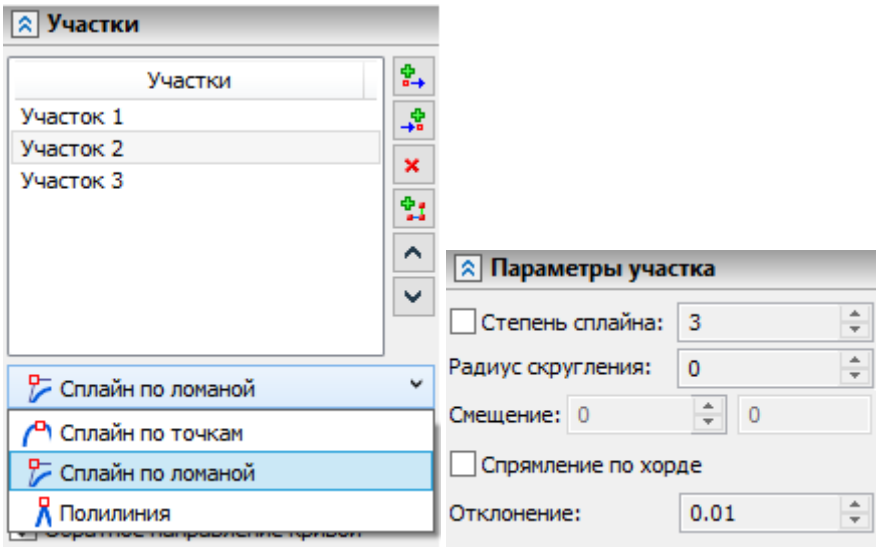
Параметры участка кривой, в зависимости от его типа, задаются в соответствующей вкладке окна параметров.

Параметр **Степень сплайна** используется для типов участка **Сплайн по точкам** и **Сплайн по ломаной**.

Параметр **Радиус скругления** задаёт общее значения скругления для всех точек участка типа **Полилиния**.

Параметр **Смещение** задаёт значение перемещения участка, создаваемого по пути/ребру и по поверхности/грани, по нормали от объекта.

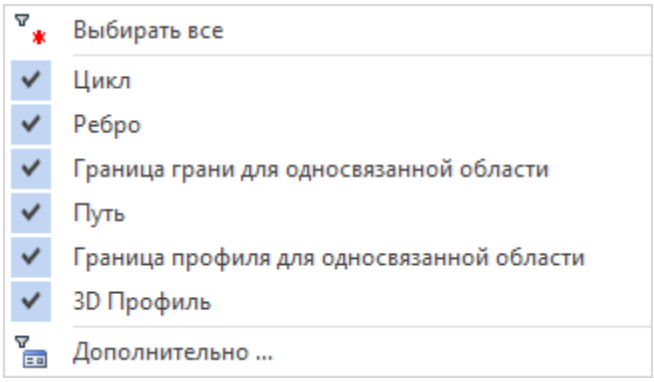
Параметр **Спрямление по хорде** позволяет задавать величину максимального отклонения формы кривой от хорды между точками интерполяции в соответствующем поле для участка типа **Сплайн по точкам**.



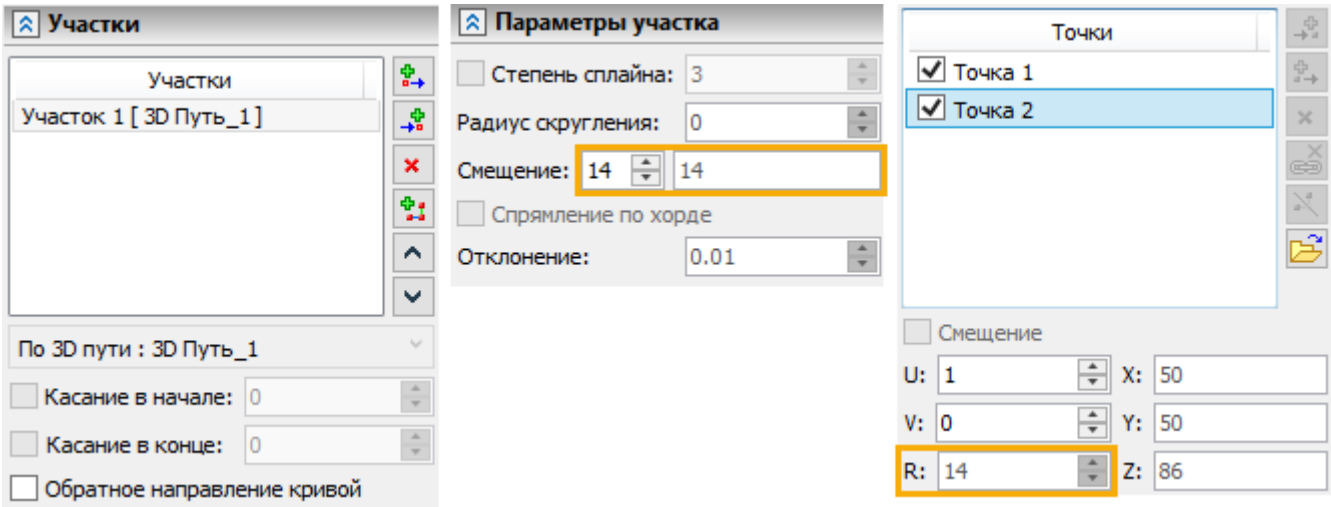
Для создания участка на основе путей или рёбер используется опция:

<E> Строить участок пути по пути/ребру

После активации опции необходимо указать объект одного из типов:



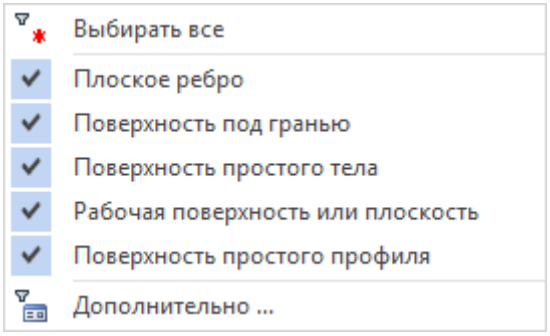
Выбранный объект будет задавать траекторию создаваемого участка. Положение участка, его начальной и конечной точки осуществляется при помощи манипуляторов или задавая координаты U, V в окне параметров. Поле R дублирует значение параметра **Смещение**.



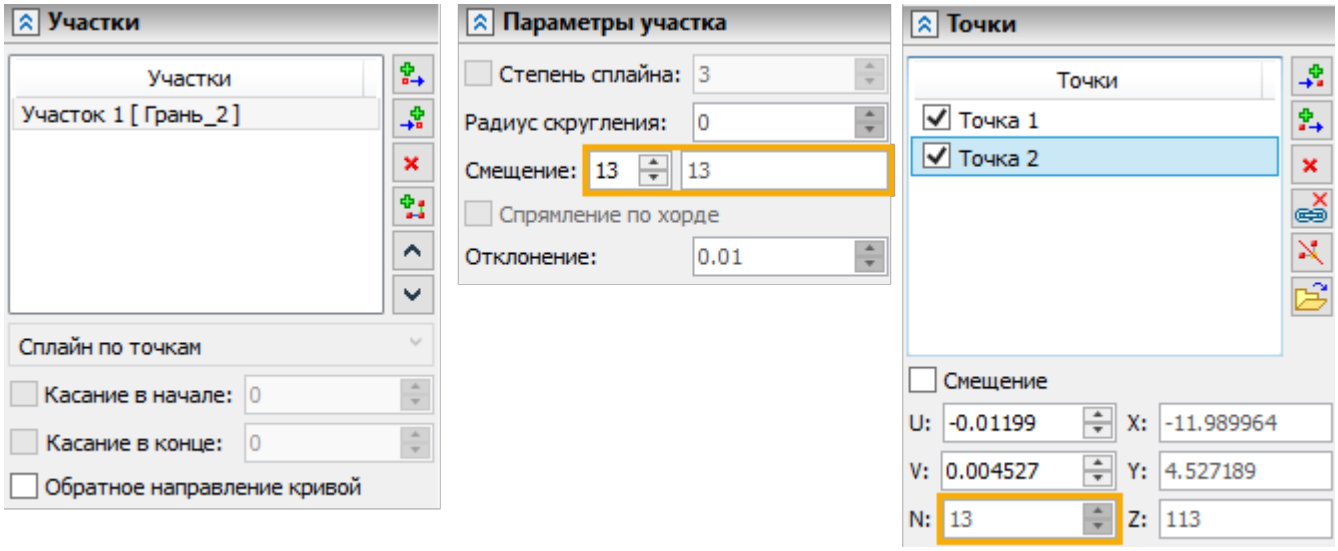
Для создания участка на основе граней или поверхностей используется опция:

<S> Строить сегмент по поверхности/грани

После активации опции необходимо указать объект одного из типов:



Начальная точка участка создаётся в месте клика мыши. После этого, добавив новую точку, можно перемещать её при помощи манипулятора или задавая координаты U, V в окне параметров. Поле N дублирует значение параметра **Смещение**.



Редактирование трассы

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<ЗЕРР>	Правка > Построения > Трасса

Чтобы объединить создаваемую трассу с существующей, используется опция:

<M> Объединить два пути

После активации опции необходимо указать целевую трассу для объединения. Если трассы не имеют общих точек, между ними будет построена переходная кривая.
Чтобы разделить трассу на две, используется опция:

<D> Разделить путь на два с текущего участка

Разделение трассы производится с текущего участка. После разделения пути переходная зона между участками удаляется, а система переходит к редактированию вновь созданной трассы.
Построение трассы, гладко сопряжённой в точке с существующей, осуществляется путём установки флага **Касание в начале** и выбором направления касания параметром **Развернуть внешнее касание**.
Для вызова диалога параметров трассы используется опция:

<Esc> Отменить выбор всех элементов

<A> Выбрать все элементы

<Z> Выбор элемента по имени

<P> Задать параметры элемента

<F4>, <Ctrl>+<E> Выполнить команду редактирования элемента

<R> Изменить способ задания

<Del> Удалить элемент

<Esc> Выйти из команды

<M> Преобразование

Вы выбрали один элемент для редактирования.
Элемент можно удалить, отредактировать его параметры, воспользовавшись окном диалога, выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию). Перезадание элемента полностью совпадает с командой «Трасса».
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Отметим, что для множественного выбора может использоваться комбинация <Shift> (комбинация <Ctrl> отменяет выбор).

3D профиль

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Построения > 3D профиль Чертёж > 3D Модель > 3D профиль Сборка > Построения > 3D профиль Листовой металл (3D) > Построения > 3D профиль Поверхности > Построения > 3D профиль Сварка > Построения > 3D профиль Примитив > Построения > 3D профиль Рабочая плоскость > 3D Модель > 3D профиль
Клавиатура	Текстовое меню
<3PR>	Построения > 3D профиль

Данная команда предполагает следующие способы создания 3D профилей:

<H> 3D профиль по 2D элементам

<L> 3D профиль по 3D элементам

<J> Проекция 3D профиля на грань

<S> Построить развертку поверхностей

3D профиль - один из наиболее важных элементов в **T-FLEX CAD**. 3D профиль – контур, который ориентирован в трёхмерном пространстве, в соответствии с ориентацией тех элементов, на основе которых он создавался.

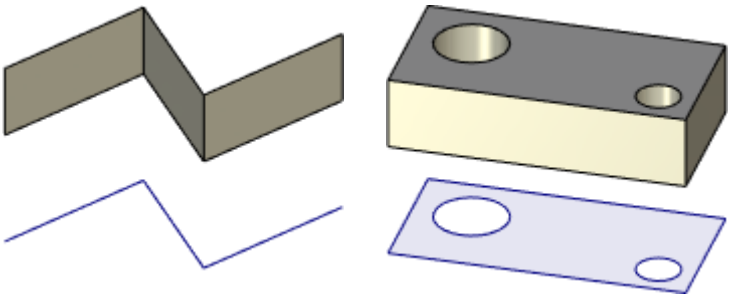
Типы геометрии профилей

3D профили создаются на основе контуров. **Контуром** называется совокупность основных элементов (линий изображения, штриховок, текстов, рёбер, циклов, 3D путей), в которой начало следующего элемента совпадает с предыдущим. Если конец последнего элемента совпадает с началом первого, такой контур считается замкнутым. Контур является плоским, если его исходные элементы лежат в одной плоскости, в противном случае контур будет пространственным. В соответствии с этим 3D профили подразделяются на:

- Плоские и пространственные;
- Замкнутые и незамкнутые;
- Одноконтурные и многоконтурные.

Перемещение профиля каким-либо образом в пространстве является основой процесса создания объёмного тела.

Тип геометрии профиля определяет геометрию объектов, созданных на его основе по умолчанию. На основе незамкнутого профиля в процессе выталкивания формируется поверхность, а на основе замкнутого – твёрдое тело.

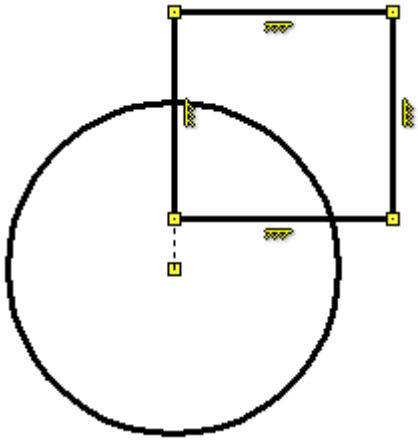


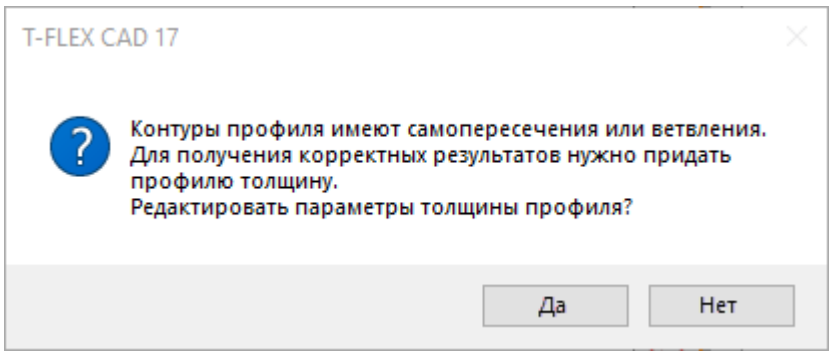
Создание 3D профиля на основе параметрического 2D контура, расположенного на странице рабочей плоскости, позволяет перенести параметрические свойства двумерных чертежей в сферу твердотельного моделирования.

Замкнутые многоконтурные профили

Возможны следующие варианты замкнутых многоконтурных профилей и результатов построения операций на их основе:

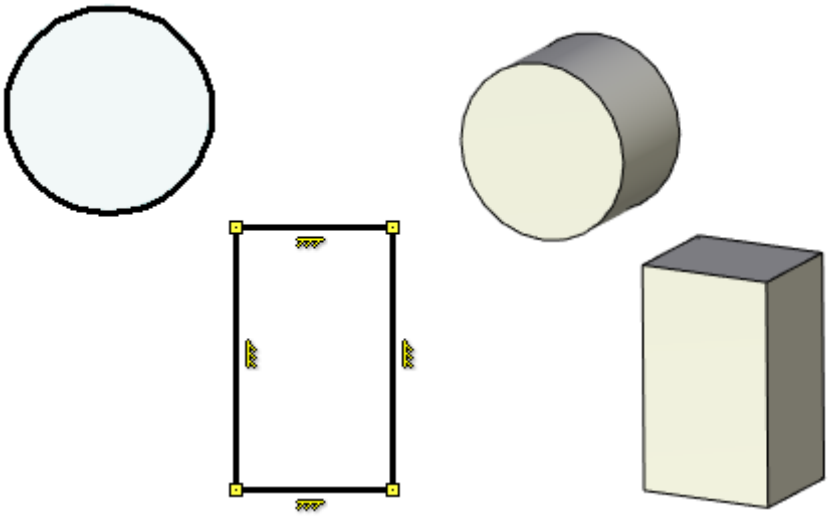
- **Взаимно пересекающиеся контуры**
  При попытке создать профиль на основе таких контуров система выдаст сообщение: "**Контуры профиля имеют самопересечения или ветвления. Для получения корректных результатов нужно придать профилю толщину. Редактировать параметры толщины профиля?**". В случае ответа "**Нет**" профиль создан не будет. В случае ответа "**Да**" будет открыт диалог параметров 3D профиля, в котором нужно будет задать величину и способ придания толщины профилю.



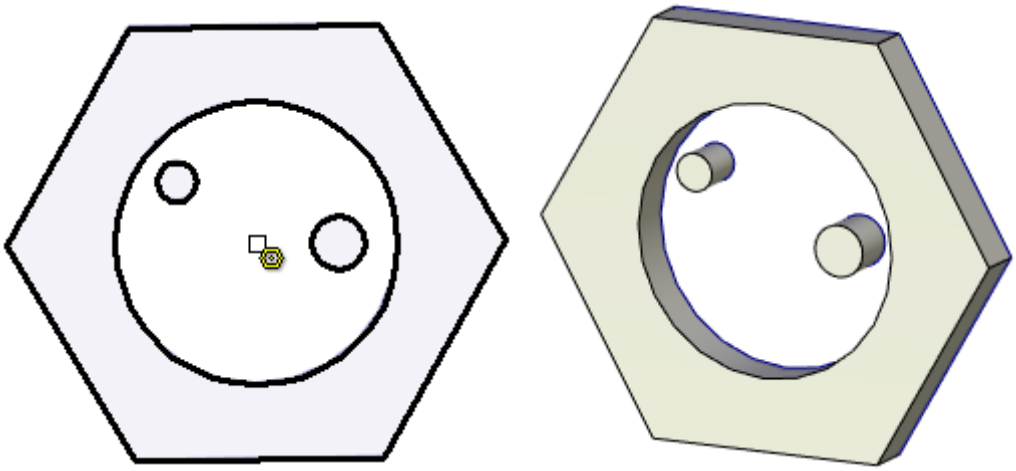


- **Взаимно непересекающиеся контуры, лежащие вне друг друга**
  При создании выталкивания или вращения на основе такого профиля по умолчанию

создаётся тело, состоящее из несвязанных друг с другом частей. В дальнейшем такое тело можно разделить.



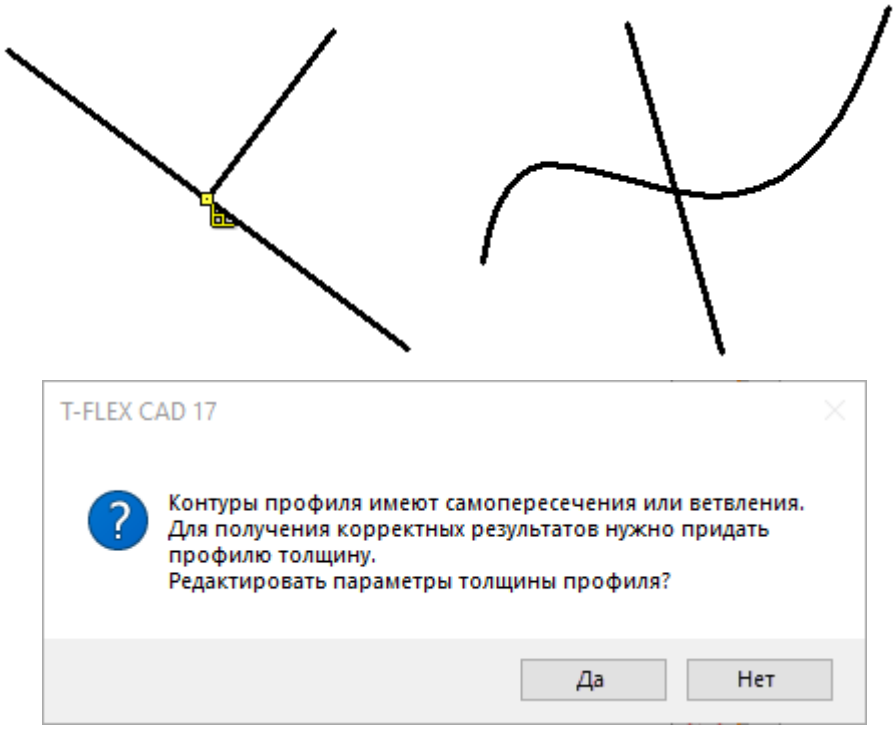
- **Взаимно непересекающиеся контуры, лежащие внутри друг друга**
  Внешний (условно первый) контур определяет границы твёрдого тела. Контур, лежащий внутри первого (условно второй), определяет границы отверстия. Контур, лежащий внутри второго снова определяет границы твёрдого тела и т.д.. При наличии нескольких контуров на одном уровне вложенности, получается несколько отверстий или несколько частей твёрдого тела. При этом результат всё равно считается единым телом даже при наличии несвязанных друг с другом частей. В дальнейшем такое тело можно разделить.



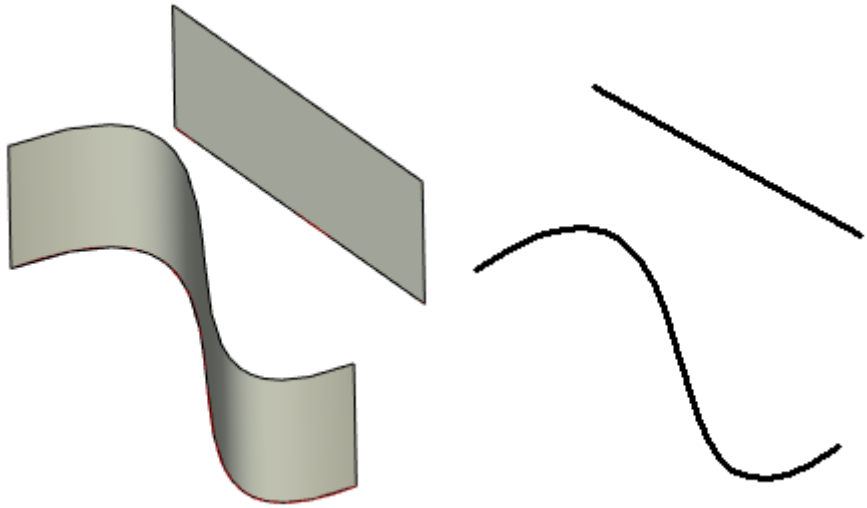
Незамкнутые многоконтурные профили

Возможны следующие варианты незамкнутых многоконтурных профилей и результатов построения операций на их основе:

- **Взаимно пересекающиеся или ветвящиеся контуры**
  При попытке создать профиль на основе таких контуров система выдаст сообщение: "**Контуры профиля имеют самопересечения или ветвления. Для получения корректных результатов нужно придать профилю толщину. Редактировать параметры толщины профиля?**". В случае ответа "**Нет**" профиль создан не будет. В случае ответа "**Да**" будет открыт диалог параметров 3D профиля, в котором нужно будет величину и способ придания толщины профилю



- **Взаимно непересекающиеся и неветвящиеся контуры**
  При создании выталкивания или вращения на основе такого профиля по умолчанию создаётся поверхность, состоящая из несвязанных друг с другом частей. В дальнейшем такую поверхность можно разделить.



Основные темы в этом разделе:

- 3D профиль по 2D элементам
- 3D профиль по 3D элементам
- Проекция 3D профиля
- 3D профиль по развёртке поверхностей
- Придание толщины 3D профилю
- Диалог параметров 3D профиля
- Редактировать 3D профиль

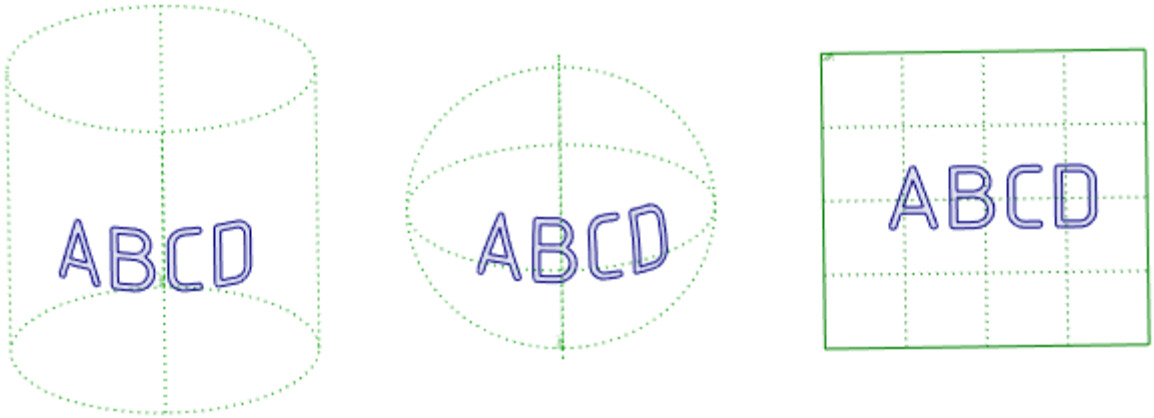
3D профиль по 2D элементам

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Построения > 3D профиль по 2D элементам Листовой металл (3D) > Построения > 3D профиль по 2D элементам Поверхности > Построения > 3D профиль по 2D элементам Сварка > Построения > 3D профиль по 2D элементам Примитив > Построения > 3D профиль по 2D элементам Опорная геометрия > 3D Профиль > 3D профиль по 2D элементам
Клавиатура	Текстовое меню
<3KRF>	Построения > 3D Профиль > 3D профиль по 2D элементам
Автоменю команды **<3PR>** 3D профиль	
<H>	3D профиль по 2D элементам

3D профили, созданные на основе 2D элементов, широко используются на всех этапах создания трёхмерной модели. Для создания профиля могут использоваться основные линии изображения и эскиза, любые типы штриховок, а также тексты со шрифтом формата TrueType (шрифты данного формата имеют специальную иконку), расположенные на рабочих плоскостях или рабочих поверхностях. При использовании 2D элементов, лежащих на рабочей плоскости, получившийся 3D профиль будет плоским. 3D профиль, созданный на основе 2D элементов, принадлежащих рабочей поверхности, будет повторять форму использованной поверхности.

Текст формата TrueType ( ) рассматривается как совокупность замкнутых контуров, где каждый символ является отдельным контуром. Таким образом, созданный в результате 3D профиль является многоконтурным. Если в тексте встречаются элементы, которые не могут быть преобразованы в линии контура профиля, они игнорируются. Например, если в текст была вставлена шероховатость, при создании линий контура будут использованы только буквы и цифры, входящие в обозначение шероховатости. Линии, образующие знак шероховатости, будут проигнорированы.



Режимы создания 3D профиля

Данный способ включает в себя несколько режимов создания 3D профиля:

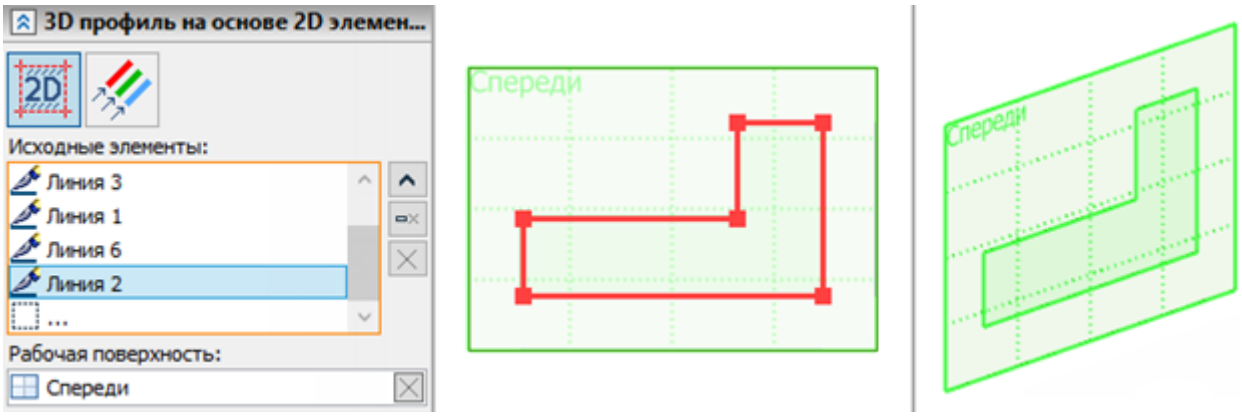
- по элементам;
- по цвету;
- автоматически.

Также можно задать дополнительную привязку.

Режим создания 3D профиля по элементам

Данный режим предполагает, что 3D профиль будет создан по выбранным 2D элементам, принадлежащим одной рабочей плоскости (поверхности). Выбираемые элементы при этом должны быть однотипными.

Активация данного режима осуществляется кнопкой **По элементам**, расположенной в верхней части окна параметров. После активации необходимо указать исходные 2D элементы. Выбор осуществляется на активной рабочей плоскости (поверхности) либо в окне **Элементы модели**.



Все выбранные **Исходные элементы** отображаются в виде списка в окне параметров. Управление списком осуществляется при помощи следующих кнопок: **Развернуть** , **Свернуть** , **Удалить элемент из списка** , **Очистить** .

По умолчанию система стремится автоматически определить рабочую поверхность, которой принадлежат выбранные 2D элементы. Найденная **Рабочая поверхность** отображается в

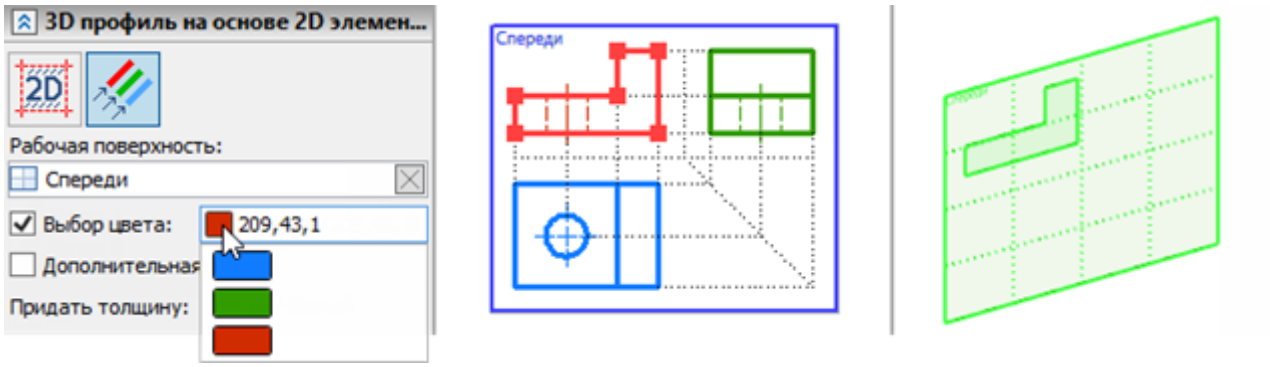
одноимённом поле в окне параметров, отмена и повторный выбор которой осуществляется также при помощи кнопки **Очистить**.

Режим создания 3D профиля по цвету

Данный режим предполагает, что 3D профиль будет создан по 2D элементам одинакового цвета, принадлежащим одной рабочей плоскости (поверхности).

> Данный режим применим только к линиям изображения.

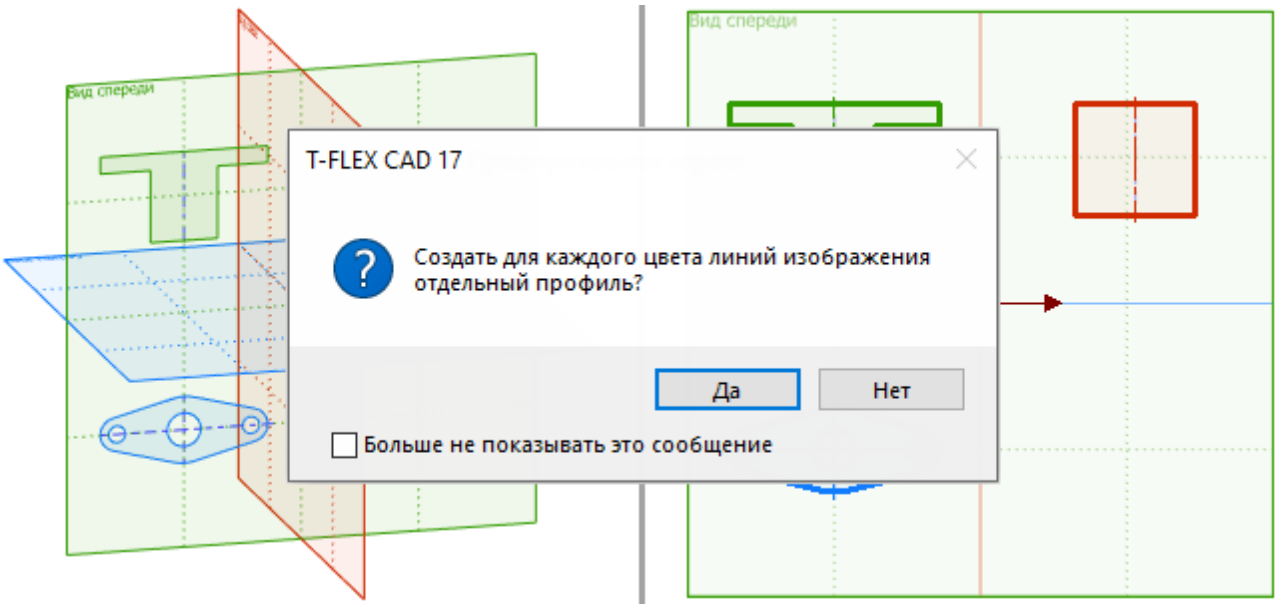
Активация данного режима осуществляется кнопкой **По цвету**, расположенной в верхней части окна параметров. После активации необходимо указать исходную рабочую плоскость (поверхность). Выбор осуществляется в 3D сцене (с помощью) либо в дереве модели. Отмена и повторный выбор **Рабочей поверхности** осуществляется при помощи кнопки **Очистить**.
После выбора рабочей плоскости необходимо указать цвет 2D элементов, на основе которых необходимо построить 3D профиль. **Выбор цвета** осуществляется из раскрывающегося списка использованных цветов при клике на цветовую иконку. Также допускается задать цвет, введя через запятую значения интенсивности трёх его составляющих.



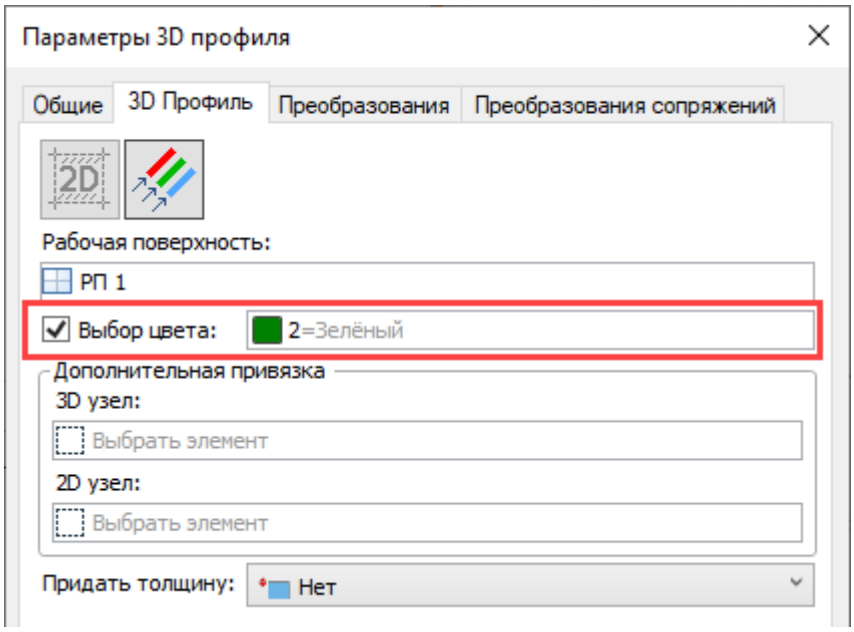
Режим автоматического создания 3D профиля

Данный режим не требует использования команды создания 3D профиля, так как 3D профиль будет создан системой автоматически по завершении черчения на активной рабочей плоскости (поверхности). При этом на рабочей плоскости должен присутствовать хотя бы один соответствующий 2D элемент. Алгоритм создания 3D профиля в таком режиме зависит от типов 2D элементов, присутствующих на рабочей плоскости:

- В случае, когда на активной рабочей плоскости присутствуют только линии изображения, система автоматически создаст новые профили (одноконтурные или многоконтурные) в зависимости от их цветов – система предложит **создать для каждого цвета линий изображения отдельный профиль** (в случае отказа будет построен профиль по всем линиям изображения активной рабочей плоскости). По умолчанию каждому профилю будет назначен тот же цвет, что и у исходных линий изображения.

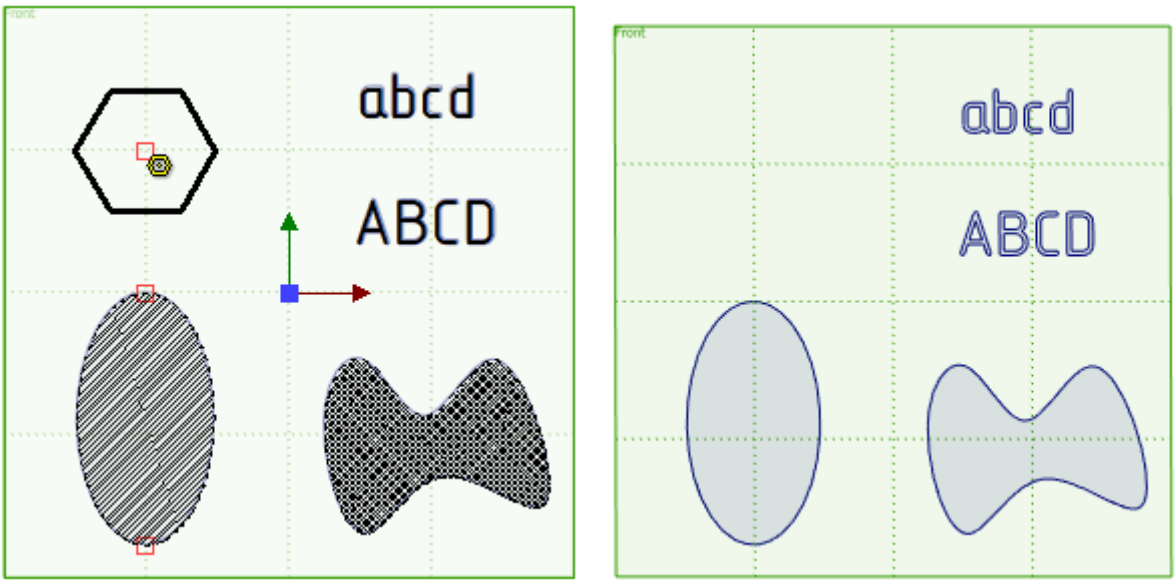


При добавлении впоследствии новых линий изображения, система автоматически добавит контуры к уже существующим профилям. В диалоге параметров каждого созданного по линиям изображения 3D профиля (на закладке **Параметры профиля**) будет помечено, на основе линий какого цвета он создан.

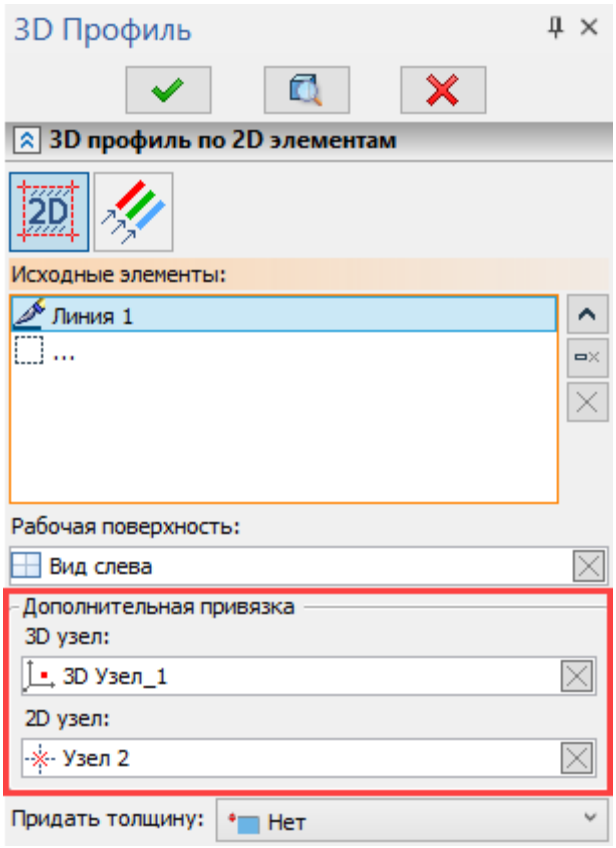


При желании допускается изменить цвет исходных линий или вообще отказаться от фильтрации линий по цвету (сняв флаг **Выбор цвета**). В последнем случае профиль будет перестроен по всем линиям изображения данной рабочей плоскости (поверхности). Если найденные линии изображения имеют пересечения, для создания 3D профиля на их основе необходимо использовать функцию придания толщины.

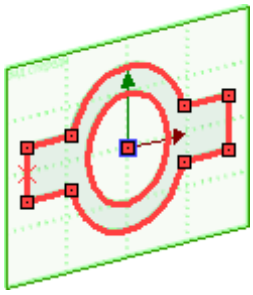
- В случае, когда на активной рабочей плоскости помимо линий изображения присутствуют 2D элементы других типов (штриховки, тексты), 3D профиль будет создаваться только по последним (линии изображения игнорируются). При этом для каждой штриховки или каждого текста будет создан отдельный 3Dпрофиль.



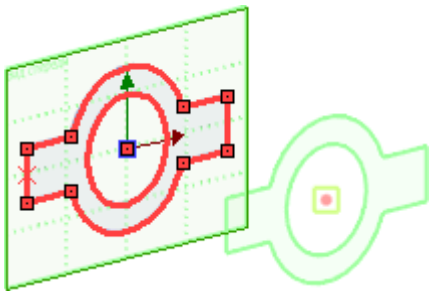
Дополнительная привязка



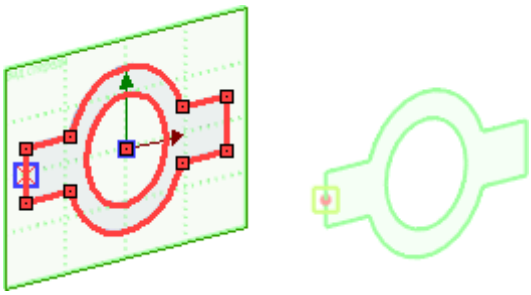
По умолчанию 3D профиль, созданный на основе 2D элементов, принадлежащих некоей рабочей плоскости, будет совпадать с ней в пространстве. Однако в системе предусмотрена возможность изменения положения 3D профиля. Это достигается за счёт использования дополнительной привязки к **3D узлу**, через который будет проходить плоскость создаваемого профиля. Помимо этого, допускается уточнить положение 3D профиля в пространстве, задав **2D узел** (на плоскости исходных 2D элементов), который должен быть совмещён с выбранным 3D узлом.



Узлы дополнительной привязки не выбраны

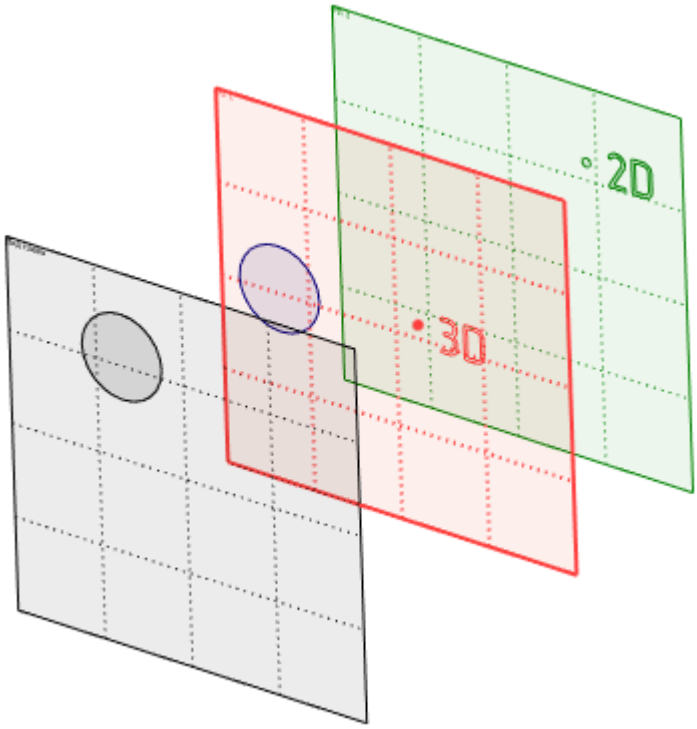


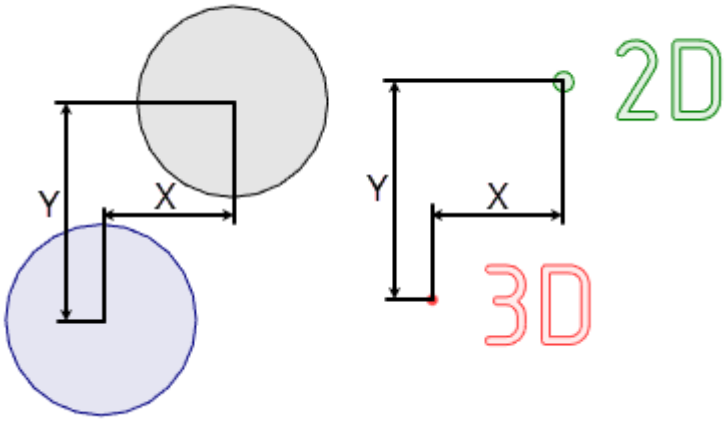
Выбран 3D узел



Выбраны 3D узел на произвольной плоскости и 2D узел на плоскости исходных элементов

2D узел также может быть задан на любой другой плоскости. Тогда расстояние между проекцией исходных 2D элементов на плоскость профиля и самим итоговым 3D профилем будет равно расстоянию между 3D узлом и проекцией на 2D узла на плоскость профиля.





Чёрный круг - исходный 2D элемент

Синий круг - итоговый 3D профиль

3D - 3D узел

2D - 2D узел

Отмена выбора узлов осуществляется при помощи кнопки **Очистить** в правой части поля соответствующего узла.

См. также

- Придание толщины

3D профиль по 3D элементам

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Построения > 3D профиль по 3D элементам Листовой металл (3D) > Построения > 3D профиль по 3D элементам Поверхности > Построения > 3D профиль по 3D элементам Сварка > Построения > 3D профиль по 3D элементам Примитив > Построения > 3D профиль по 3D элементам Опорная геометрия > 3D Профиль > 3D профиль по 3D элементам
Клавиатура	Текстовое меню
<3KRV>	Построения > 3D Профиль > 3D профиль по 3D элементам
Автоменю команды **<3PR>** 3D профиль	
<L>	3D профиль по 3D элементам

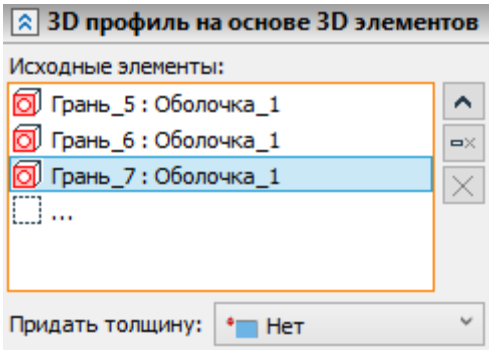
Данный способ предполагает создание 3D профиля на основе существующих 3D элементов модели. Геометрия такого профиля полностью определяется выбранными элементами модели и изменяется при изменении геометрии последних. В общем случае профиль данного типа может быть неплоским.

Режимы создания 3D профиля

В зависимости от типа 3D элементов данный способ включает в себя режимы создания 3D профиля на основе:

- существующего 3D профиля;
- граней твёрдых тел или поверхностей;
- замкнутой последовательности рёбер;
- циклов;
- замкнутых 3D путей.

Выбор осуществляется при помощи в 3D сцене, в окне элементов модели, либо в дереве модели. При указании исходных 3D элементов важно обращать внимание на состояние активных для выбора типов объектов на **панели фильтров**. Выбранные элементы отображаются в виде списка в поле **Исходные элементы** окна параметров, управление которым осуществляется кнопками **Развернуть** , **Свернуть** , **Удалить элемент из списка** , **Очистить** .



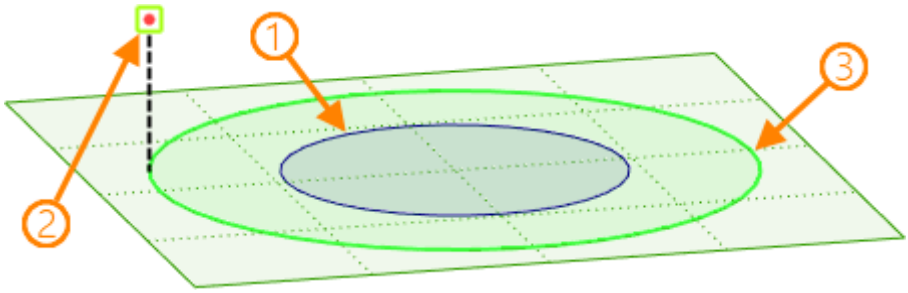
3D профиль на основе существующего 3D профиля

Результатом использования существующего 3D профиля модели в качестве исходного элемента является получение эквидистантного 3D профиля. Исходный профиль при этом может быть многоконтурным.

> Для получения эквидистантного 3D профиля в качестве исходного элемента допускается использовать только плоские 3D профили.

Смещение эквидистантного 3D профиля от исходного может быть задано двумя способами:

- Числовым значением смещения от исходного 3D профиля. Если задать нулевое значение смещения, то получится копия исходного профиля.
- Указанием любого 3D объекта, способного определить геометрическую точку в пространстве, через которую будет проходить эквидистантный профиль. Если геометрическая точка не принадлежит плоскости исходного профиля, то эквидистантный 3D профиль будет построен по её проекции на эту плоскость.



1 – исходный профиль

2 – точка

3 – результирующий профиль-эквидистанта

При создании эквидистанты возможны три варианта обработки зазоров, возникающих в линиях эквидистантного контура:

- **Скруглить** – между конечными точками соседних сегментов создаваемого контура строится скругление;
- **Удлинить** – к соседним сегментам создаваемого контура в конечных точках строятся касательные прямые;
- **Продолжить** – соседние сегменты созадаваемого контура продлеваются в соответствии с их геометрией до пересечения.

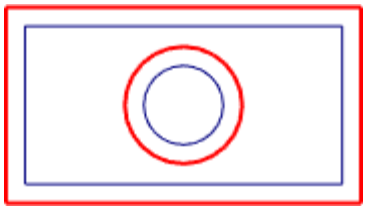
Скруглить

Удлинить

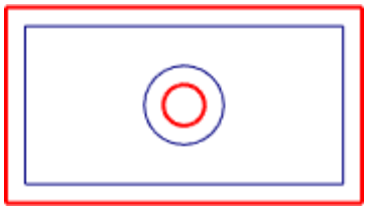
Продолжить

Если исходный 3D профиль содержит внутренние контуры, то способ их обработки определяется независимо от направления заданного смещения. Предусмотрены два варианта:

- **Расширить** – направление эквидистанты в сторону увеличения исходного контура;
- **Уменьшить** – направление эквидистанты в сторону уменьшения исходного контура.



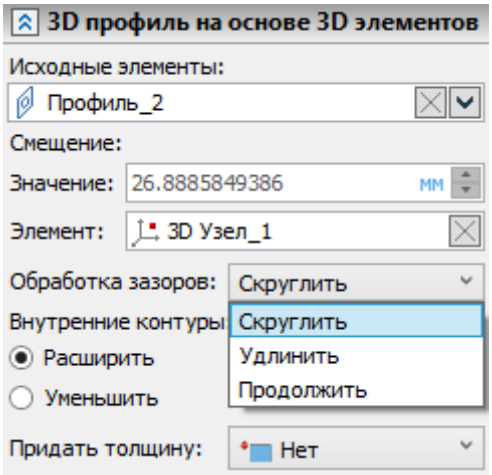
Расширить



Уменьшить

Для создания эквидистантного 3D профиля необходимо выбрать исходный профиль.
Числовое значение смещения эквидистанты задаётся в поле **Значение**, поддерживающем выбор ЕИ.

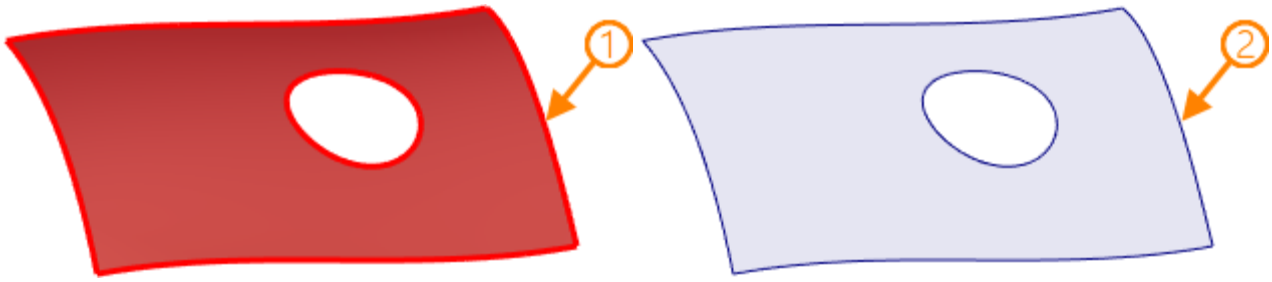
Выбор точки, определяющей смещение эквидистанты, осуществляется также при помощи в 3D сцене, дереве модели или окне Элементы модели после переноса фокуса ввода курсора в поле **Элемент**. После выбора точки фактическое значение смещения отображается в поле **Смещение**, но становится недоступным для редактирования. Для возврата к ручному вводу значения отмените выбор точки с помощью кнопки **Очистить** в правой части поля **Элемент.**
Способ обработки зазоров, а также вариант обработки внутренних контуров выбирается в списках **Обработка зазоров** и **Внутренние контуры**.



3D Профиль на основе граней твёрдого тела или поверхности

Результатом использования грани (набора граней) твёрдого тела или поверхности в качестве исходного элемента является получение 3D профиля, представляющего собой сегмент базовой

поверхности грани, ограниченный циклами (замкнутым набором рёбер, ограничивающим поверхность грани) исходной грани. В данном случае профиль будет совпадать с исходным элементом в пространстве. Выбираемый набор граней должен принадлежать одному телу, а грани между собой должны быть смежными.

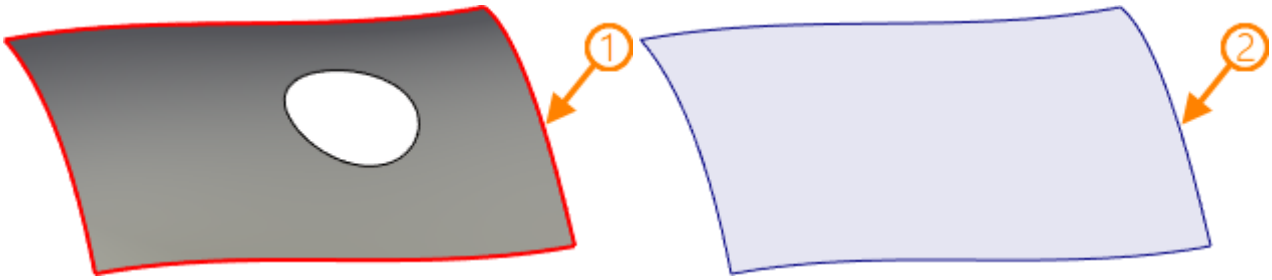


1 – исходная грань; 2 – результирующий 3D профиль

Для создания 3D профиля необходимо выбрать исходную грань (набор граней).

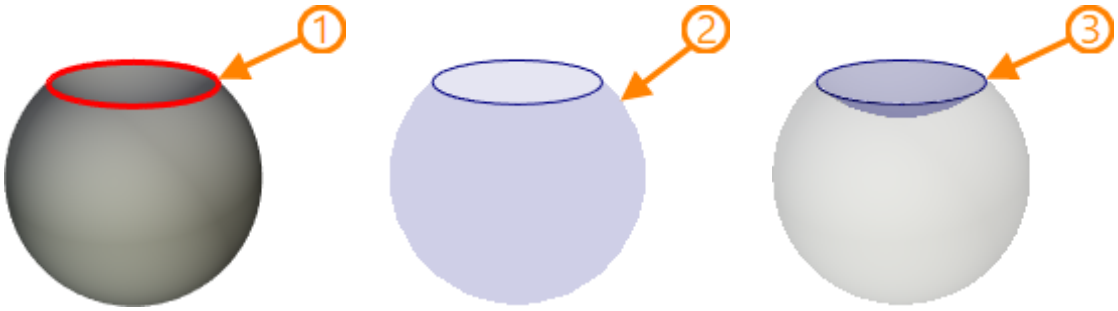
3D Профиль на основе циклов

Данный режим предполагает создание 3D профиля, повторяющего форму базовой поверхности родительской грани выбранного цикла. Отличие данного режима от предыдущего заключается в отсутствии разрывов 3D профиля внутри исходного цикла.



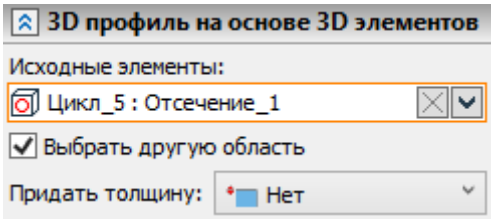
1 – исходный цикл; 2 – результирующий 3D профиль

В случае, когда исходный цикл ограничивает две базовые поверхности (как правило периодические), допускается сменить область, по которой создаётся 3D профиль.



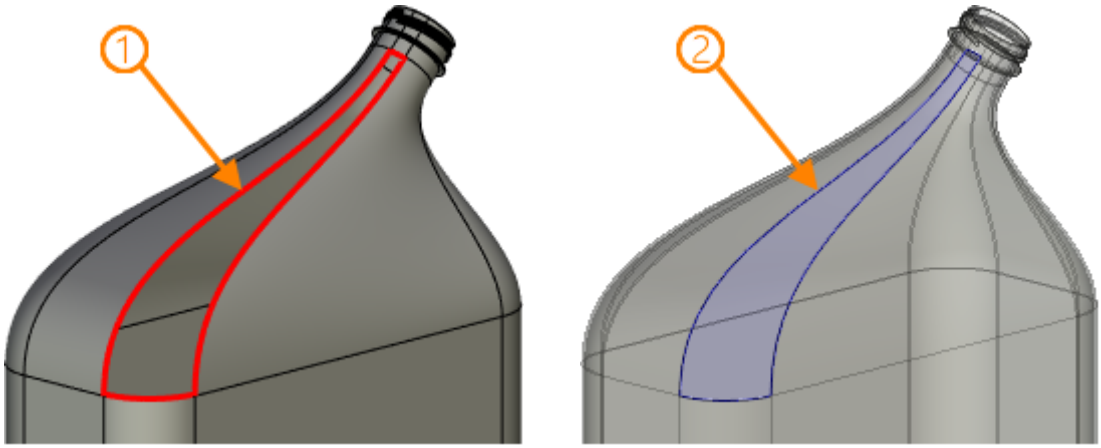
1 – исходный цикл; 2, 3 – варианты результирующего 3D профиля

Для создания 3D профиля необходимо выбрать исходный цикл.
При использовании цикла, ограничивающего две базовые поверхности, смена области создаваемого 3D профиля осуществляется при помощи флага **Выбрать другую область**.



3D Профиль на основе замкнутой последовательности рёбер

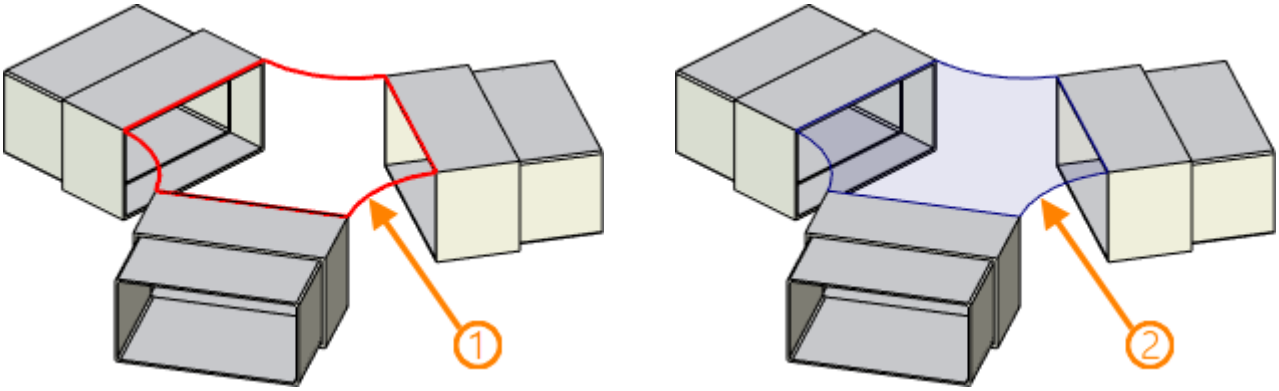
Создание данного типа 3D профиля предполагает использование рёбер, образующих односвязную замкнутую последовательность, при этом они могут как принадлежать одному объекту (в таком случае результат аналогичен 3D профилю по циклу), так и разным объектам модели, например, твёрдым телам, поверхностям, 3D путям, 3D профилям. Геометрия такого 3D профиля полностью определяется выбранным набором рёбер и их родительским элементам.



1 – исходный набор смежных рёбер; 2 – результирующий 3D профиль

3D Профиль на основе замкнутого 3D пути

В данном режиме можно создать 3D профиль на основе одного замкнутого 3D пути, который в свою очередь может быть сформирован по набору рёбер различных объектов (граней твёрдых тел и поверхностей, 3D профилей) и 3D путей.



1 – исходный замкнутый 3D путь; 2 – результирующий 3D профиль

Проекция 3D профиля

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента

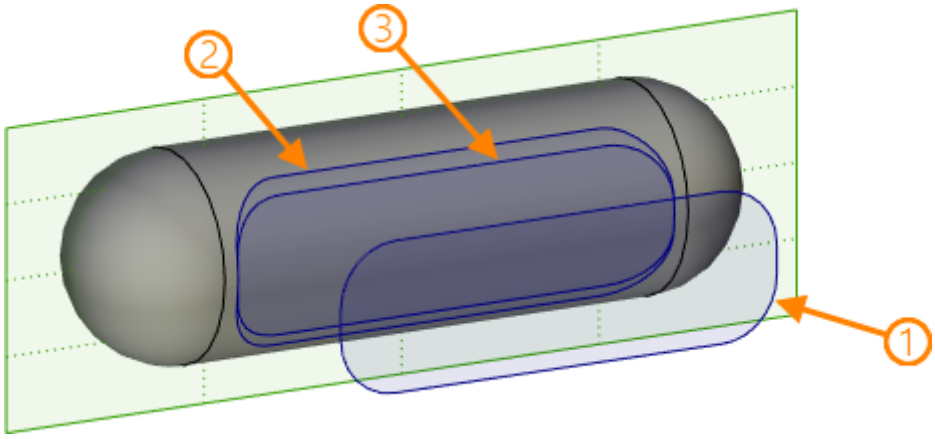
	3D Модель > Построения > Проекция 3D профиля Листовой металл (3D) > Построения > Проекция 3D профиля Поверхности > Построения > Проекция 3D профиля Сварка > Построения > Проекция 3D профиля Примитив > Построения > Проекция 3D профиля Опорная геометрия > 3D Профиль > Проекция 3D профиля
Клавиатура	Текстовое меню
<3KRJ>	Построения > 3D Профиль > Проекция 3D профиля
Автоменю команды **<3PR>** 3D профиль	
<J>	Проекция 3D профиля на грань

Данный способ позволяет создать 3D профиль путём переноса существующего 3D профиля на грань либо набор граней одного тела. Исходный профиль при этом должен быть плоским.

Первым шагом создания после вызова команды является выбор режима переноса. Предусмотрено два режима переноса 3D профиля:

- **Спроецировать 3D профиль на грань** (набор граней);
- **Постелить 3D профиль на совокупность граней** (наложить).

В зависимости от выбранного режима меняется состав управляющих параметров.

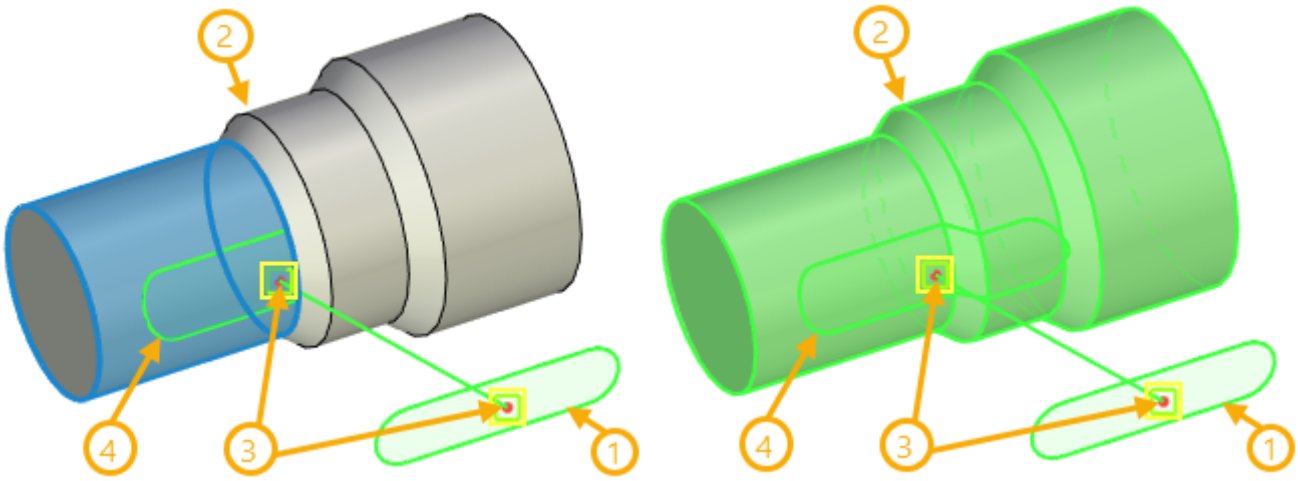


1 – исходный 3D профиль
2 – проекция исходного 3D профиля
3 – наложение исходного 3D профиля

Проецирование 3D профиля

Данный режим предполагает проецирование исходного 3D профиля на грань либо набор смежных граней твёрдого тела или поверхности. При выборе грани проекция исходного профиля не обязательно должна целиком умещаться на выбранных гранях (хотя не во всех случаях возможно

построение неполной проекции), но в ней не должно быть разрывов. При выборе тела проекция исходного профиля должна умещаться на его гранях и в ней не должно быть разрывов. Вектор проецирования исходного профиля задаётся либо одним 3D объектом, способным определить направление (прямой 3D путь, ребро, ЛСК, рабочая плоскость), либо с помощью двух геометрических точек (3D узлов, вершин тел и т.п.).



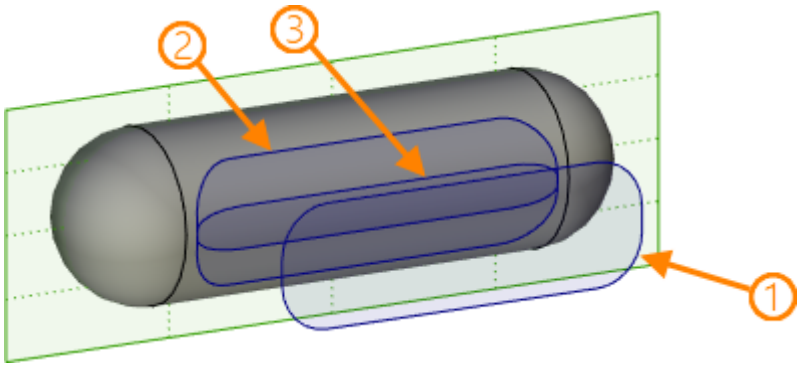
1 – исходный 3D профиль

2 – исходная грань или тело

3 – точки, определяющие вектор проецирования

4 – проекция исходного профиля

Если элементы, задающие вектор проецирования не выбраны, то проекция строится либо по нормали к выбранной грани (или ближайшей грани выбранного тела), либо по нормали к профилю.



1 – исходный 3D профиль
2 – проекция исходного профиля по нормали к профилю
3 – проекция исходного профиля по нормали к грани

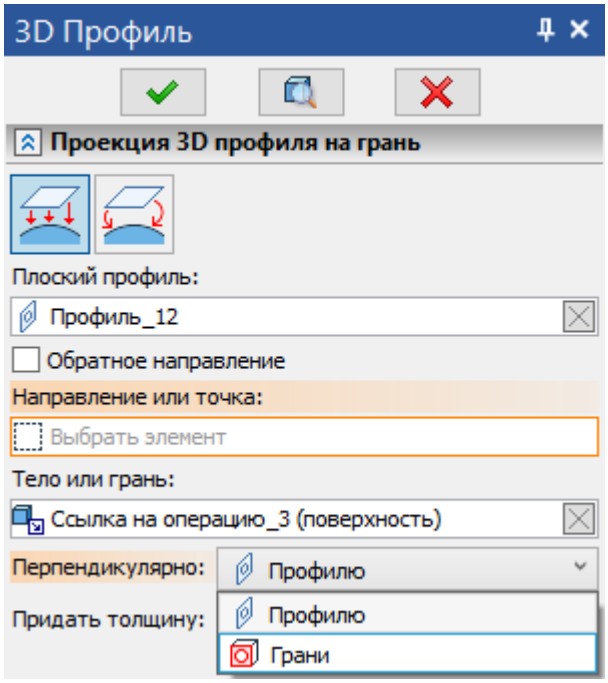
Данный режим активируется при помощи кнопки **Спроецировать 3D профиль на грань** в окне параметров. После этого необходимо последовательно указать исходный 3D профиль

(отображается в поле **Плоский профиль**) и грань либо тело, задающее набор граней, для проецирования (отображаются в поле **Тело или грань**). Выбор осуществляется при помощи в 3D сцене, в окне элементов модели, либо в дереве модели.

Выбор объектов, определяющих вектор проецирования, осуществляется после переноса фокуса ввода курсора в поле **Направление или точка**. При выборе геометрической точки появляется дополнительное поле для задания **Второй точки**, определяющей направление вектора проецирования.

Отмена и повторный выбор объектов осуществляется после использования кнопки **Очистить**, расположенной в правой части поля соответствующего объекта.

По умолчанию система стремится автоматически определить вектор проецирования таким образом, чтобы он был направлен от исходного 3D профиля в сторону выбранной грани (набора граней), автоматически снимая или устанавливая флаг **Обратное направление**. При необходимости можно изменить состояние флага вручную. Если направление не задано вектором или точкой, то в выпадающем списке **Перпендикулярно** можно выбрать направление перпендикулярно **Профилю** или **Грани**.



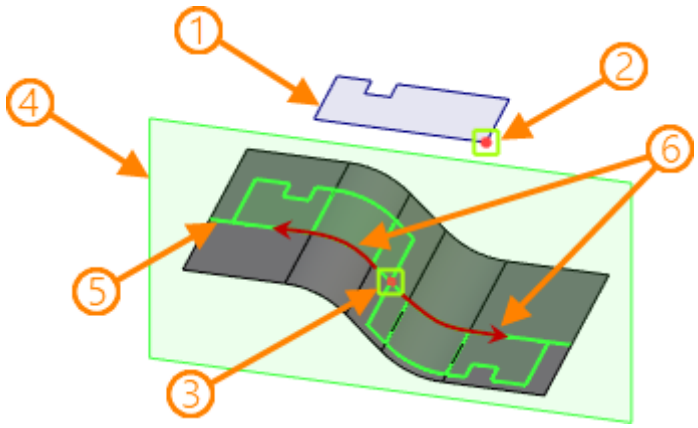
Наложение 3D профиля

Данный режим позволяет получить новый 3D профиль путём наложения существующего на грань либо набор смежных граней листового или твёрдого тела. Это достигается за счёт совмещения точки, лежащей на плоскости исходного профиля, с точкой, лежащей на базовой грани (наборе граней). В качестве точек на профиле используются 3D узлы, в качестве точек на грани - любые объекты, подходящие для задания точки. Исходный 3D профиль должен быть плоским.

Трансформация профиля выполняется без разрыва или сжатия его поверхности – площадь поверхности базового и результирующего профилей одинакова. Из этого условия вытекают некоторые ограничения, накладываемые на используемые грани или наборы граней.

Для использования доступны только те грани, которые можно получить с помощью простого выталкивания. При этом они не обязательно должны быть получены с помощью операции выталкивания (например, цилиндр можно получить и простым выталкиванием, и вращением – его использовать можно; конус, сферу, тор и т.д. использовать нельзя, потому что они не могут быть получены простым выталкиванием).

Через выбранный на грани 3D узел строится плоскость, перпендикулярная всем используемым граням одновременно. Если выбранные грани построить при помощи выталкивания, то такая плоскость была бы перпендикулярна направлению выталкивания. Профиль будет накладываться вдоль линии пересечения этой плоскости и выбранных граней. На текущий момент возможны два варианта определения направления наложения профиля вдоль линии пересечения – профиль может накладываться в две стороны от точки привязки.



1 – исходный профиль

2 – первая точка на профиле

3 – первая точка на грани

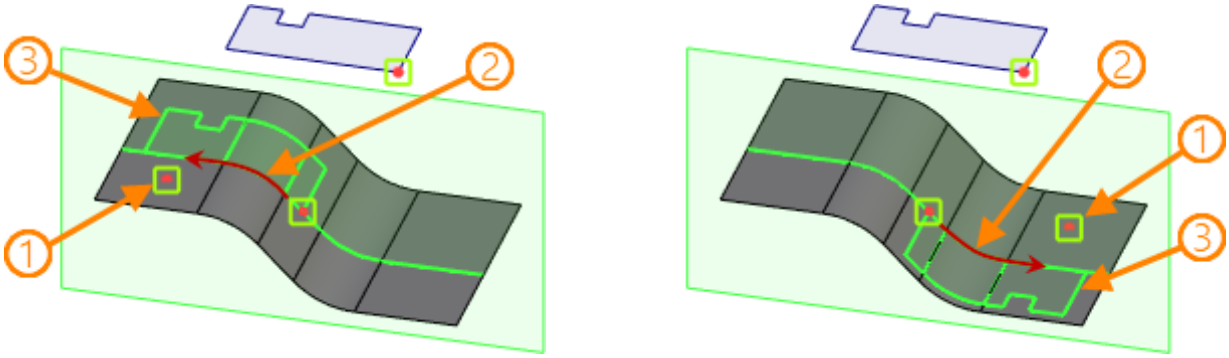
4 – условная плоскость, перпендикулярная выбранным граням

5 – условная линия пересечения граней и плоскости

6 – вектора возможных направлений наложения профиля

Плоскость, перпендикулярная выбранным граням, линия её пересечения с гранями, а также вектор направления наложения профиля в сцене не отображаются. На рисунках они показаны для наглядности.

Для окончательного определения направления наложения профиля нужно выбрать вторую точку на используемых гранях. Выбранный узел установит, какой из двух возможных векторов нужно использовать для наложения профиля.

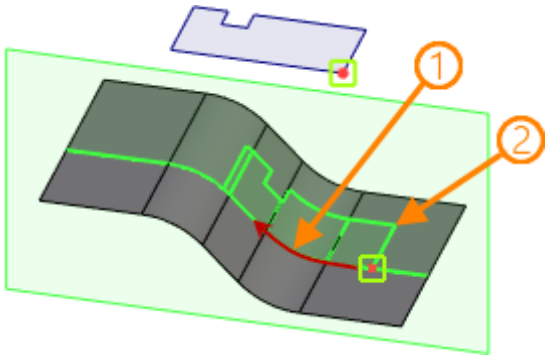


1 – вторая точка на грани, определяющая направление вектора наложения профиля

2 – вектор наложения профиля

3 – результирующий профиль

Когда выбран набор граней и первая точка принадлежит крайней грани, вектор направления наложения определяется автоматически – в сторону соседних смежных граней. Только в таком случае вторую точку на грани выбирать не обязательно.

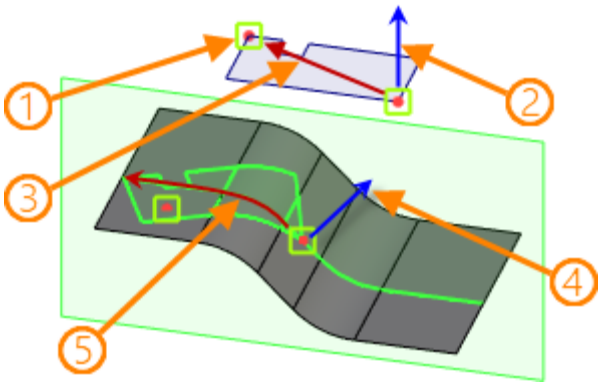


1 – вектор наложения профиля, определённый автоматически

2 – результирующий профиль

Вектор, определяющий ориентацию профиля на грани (наборе граней), может быть установлен двумя способами: с помощью второй точки на плоскости профиля или без неё. Данный вектор в сцене не отображается, а на приведённых ниже рисунках он показан для наглядности.

При использовании второй точки начало и конец нового вектора будут определяться первой и второй точкой на плоскости профиля.



1 – вторая точка на профиле

2 – нормаль к исходному профилю

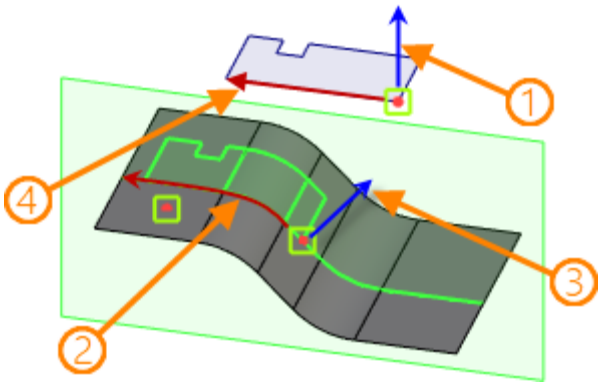
3 – вектор, ориентирующий профиль на грани

4 – нормаль к грани

5 – вектор наложения профиля

Когда вторая точка на плоскости профиля не выбирается, то построение вектора происходит по следующему алгоритму:

- Вектор направления наложения, построенный из первой точки на поверхности, проецируется на плоскость профиля. В результате получается направление нового вектора, ориентирующего профиль.
- Начало вектора, ориентирующего профиль, помещается в первую точку на плоскости профиля.



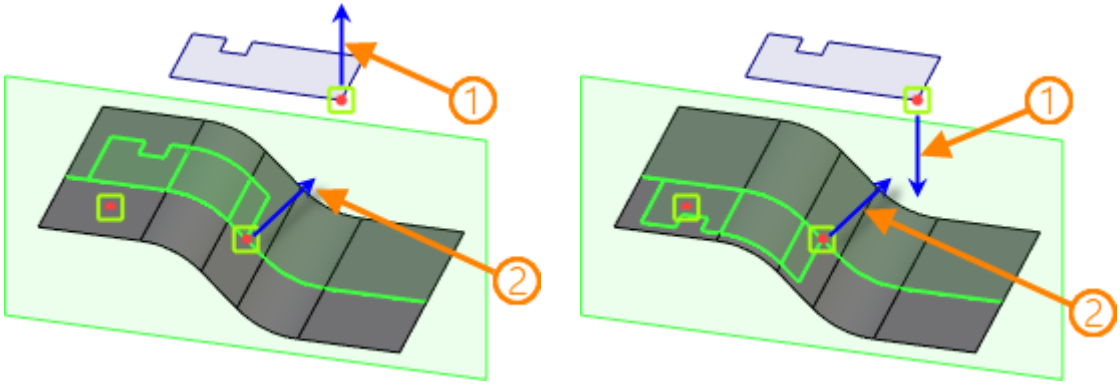
1 – нормаль к исходному профилю

2 – вектор направления наложения профиля на грань

3 – нормаль к грани

4 – вектор, ориентирующий профиль на грани

В первой точке на профиле и на грани отображаются векторы. Они показывают направление нормали к плоскости профиля и к поверхности грани. При наложении профиля направление нормали к плоскости профиля совмещается с направлением нормали к выбранной поверхности в первой выбранной точке. Направление нормали к плоскости профиля можно изменить на противоположное. Это даёт возможность переворачивать наложенный профиль на 180 градусов вокруг оси вектора наложения.

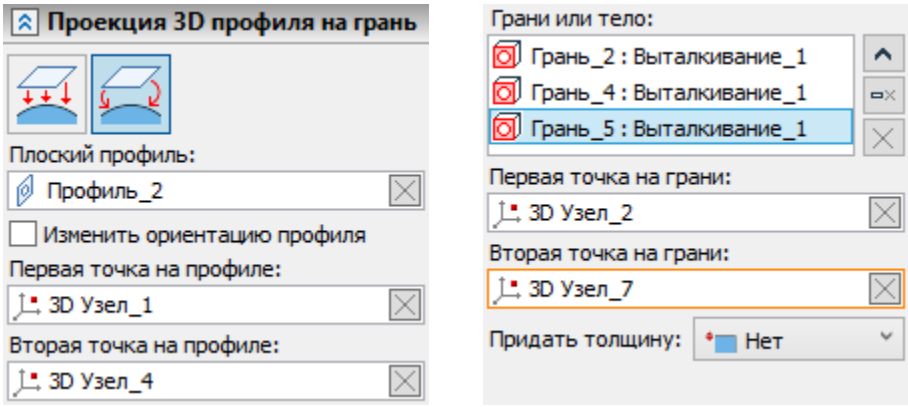


1 – нормаль к исходному профилю;

2 – нормаль к грани

Данный режим активируется при помощи кнопки **Постелить 3D профиль на совокупность граней** в окне параметров. После активации необходимо последовательно указать **Плоский профиль**, **Первую точку на профиле**, **Грани**, на которые будет накладываться профиль, **Первую точку на грани** и **Вторую точку на грани**.
Опционально можно выбрать **Вторую точку на профиле**.

Выбор объектов осуществляется при помощи в 3D сцене, в окне элементов модели, либо в дереве модели. Все выбранные объекты отображаются в соответствующих полях окна параметров. Для отмены выбранного объекта и его повторного выбора предназначена кнопка **Очистить** .



3D профиль по развёртке поверхностей

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Построения > Развёртка 3D профиля Листовой металл (3D) > Построения > Развёртка 3D профиля Поверхности > Построения > Развёртка 3D профиля Сварка > Построения > Развёртка 3D профиля Примитив > Построения > Развёртка 3D профиля Опорная геометрия > 3D Профиль > Развёртка 3D профиля
Клавиатура	Текстовое меню
<3KRS>	Построения > 3D Профиль > Развёртка 3D профиля
Автоменю команды **<3PR>** 3D профиль	
<S>	Построить развёртку поверхностей

Данный способ позволяет получить развёртку исходной грани либо набора граней в виде плоского 3D профиля. Для формирования развёртки используется два основных метода – аналитический и метод аппроксимации.

Результирующий 3D профиль строится в плоскости, касательной к поверхности исходной грани, в точке касания. Точка касания должна принадлежать исходной грани.

После активации данного способа создания 3D профиля необходимо указать исходную грань (набор граней). Выбор осуществляется в 3D сцене (при помощи) либо в дереве модели при активной опции автоменю:

<O> Выбор поверхностей

Все выбранные грани отображаются в окне параметров в списке **Элементы для развёртки**, управление которым осуществляется при помощи кнопок **Развернуть** , **Свернуть** , **Удалить элемент из списка** , **Очистить** .

Следующим шагом создания 3D профиля является выбор алгоритма формирования развёртки. В выпадающем списке **Тип алгоритма** доступны следующие опции:

- **Автоматический выбор**, при котором система стремится развернуть исходную поверхность аналитически. В противном случае запускается итерационный алгоритм;
- **Итерационный**, при котором система разворачивает сеточную аппроксимацию исходной поверхности (методом аппроксимации).

В зависимости от выбранного алгоритма формирования развёртки меняется набор параметров создаваемого 3D профиля.

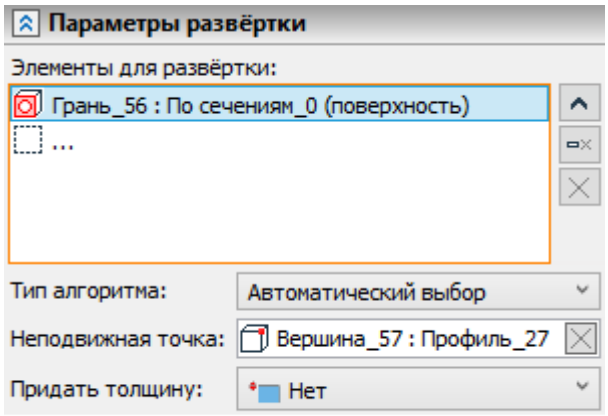
Выбор исходной точки касания профиля и грани (набора граней) осуществляется в 3D сцене (при помощи) либо в дереве модели при использовании следующей опции автоменю:

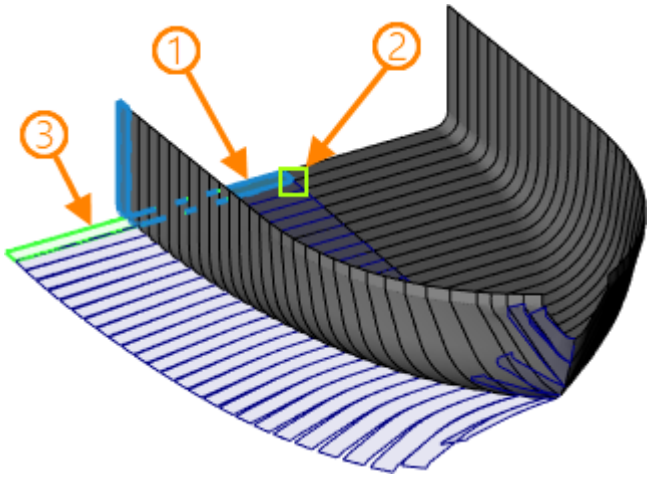
<A> Выбор точки касания профиля и исходной грани

Указанная точка отображается в поле **Неподвижная точка**, отмена и повторный выбор которой осуществляется при помощи кнопки **Очистить** .

Автоматический выбор алгоритма развёртывания

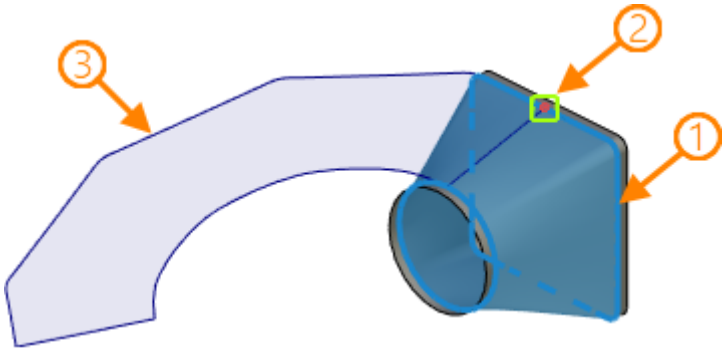
В основе данного алгоритма создания 3D профиля лежит аналитический метод развёртывания поверхности (набора поверхностей). Аналитический метод применяется для *развёртываемых* поверхностей. К *развёртываемым* относятся линейчатые поверхности, которые могут быть развёрнуты так, чтобы всеми своими точками они совмещались с плоскостью без каких-либо повреждений поверхности (разрывов или складок). При этом поверхность может быть как замкнутой (периодической), так и незамкнутой.





1 – исходная грань
2 – точка касания исходной грани и 3D профиля
3 – результирующий 3D профиль - развёртка

Точка касания создаваемого профиля и исходной грани может быть задана любым 3D объектом, способным определить точку (например, 3D узлом или вершиной тела). Заданная точка должна лежать на исходной грани.
Если исходная грань является замкнутой (периодической), заданная точка касания профиля и грани по умолчанию используется для задания линии разреза развёртки. Разрезание производится по образующей прямой, проходящей через данную точку.



1 – исходная грань
2 – точка касания исходной грани и 3D профиля
3 – результирующий 3D профиль - развёртка

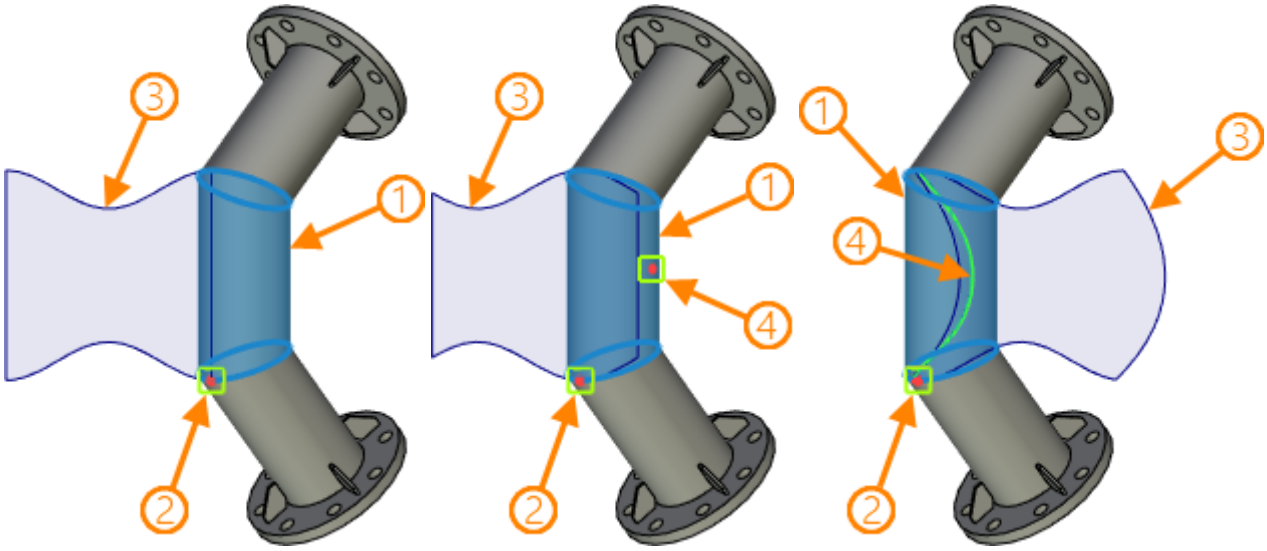
Существуют два частных случая, в которых допускается управлять линией разреза замкнутой грани: развёртка цилиндра и конуса.
В случае построения 3D профиля как развёртки замкнутой *цилиндрической* поверхности линия разреза развёртки может проходить:

- По образующей, проходящей через точку касания профиля и грани;
- По образующей, проходящей через дополнительную 3D точку;
- По 3D пути, лежащему на той же геометрической поверхности, что и разворачиваемая грань (например, можно создать произвольный 3D путь и спроецировать его на грань или построить путь в цилиндрической системе координат с тем же положением и радиусом, что и разворачиваемая грань; при этом его концы должны лежать на внешних границах грани).

Указание объекта для определения линии разреза осуществляется в 3D сцене либо дереве модели после выбора замкнутой цилиндрической грани при активации опции автоменю:

<S> Задать линию разреза

Указанный объект отображается в поле **Разделяющий элемент** в окне параметров, отмена и повторный выбор осуществляется при помощи кнопки **Очистить**.



1 – исходная замкнутая цилиндрическая грань

2 – точка касания исходной грани и 3D профиля

3 – результирующий 3D профиль-развёртка

4 – дополнительный объект, определяющий линию разреза

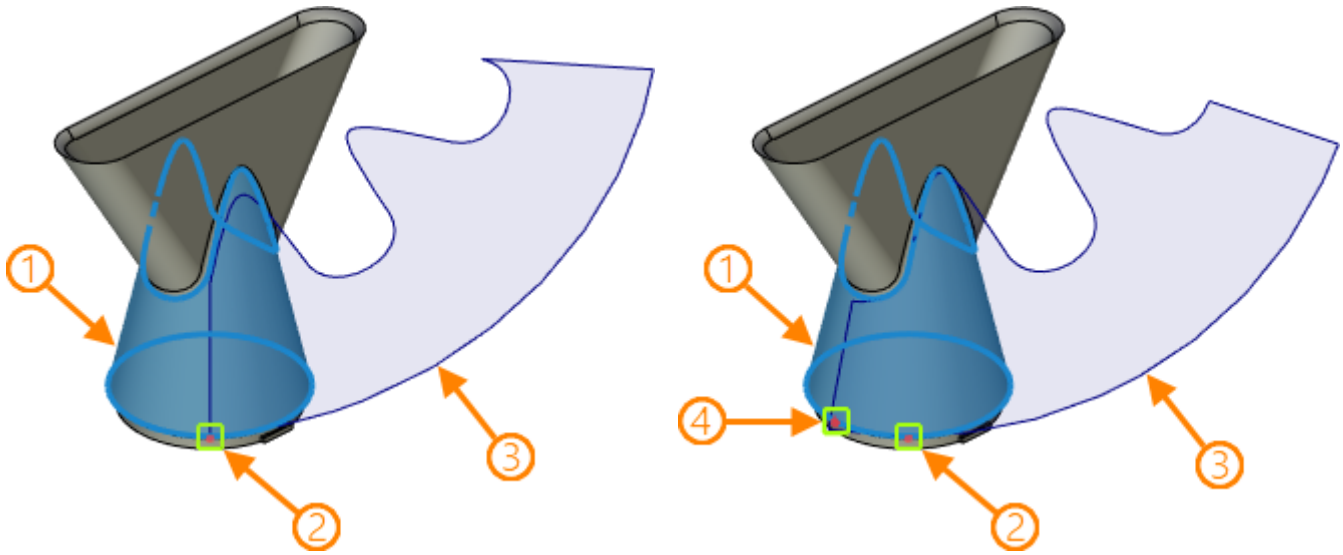
В случае построения 3D профиля как развёртки замкнутой *конической* поверхности линия разреза развёртки может проходить:

- По образующей, проходящей через точку касания профиля и грани;
- По образующей, проходящей через дополнительную 3D точку.

Указание точки для определения линии разреза осуществляется в 3D сцене либо дереве модели после выбора замкнутой конической грани при активации опции автоменю:

<S> Выбор точки для задания линии разреза

Указанный объект отображается в поле **Разделяющий элемент** в окне параметров, отмена и повторный выбор осуществляется при помощи кнопки **Очистить**.



1 – исходная замкнутая коническая грань

2 – точка касания исходной грани и 3D профиля

3 – результирующий 3D профиль-развёртка

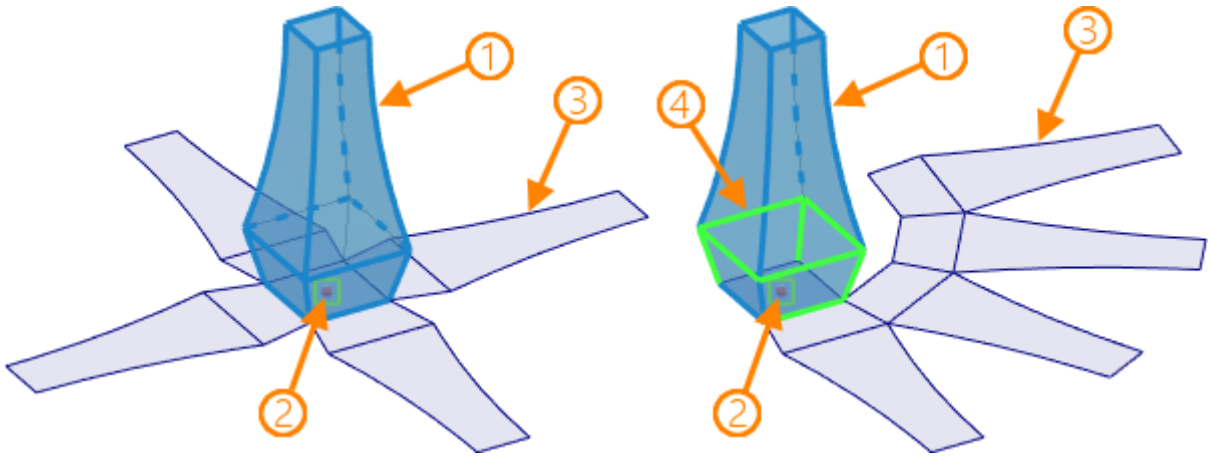
4 – дополнительная точка, определяющая линию разреза

Построение развёртки набора граней с автоматическим выбором алгоритма

При создании 3D профиля как развёртки на основе набора граней исходные грани должны иметь общие рёбра.

> Если среди набора развёртываемых граней присутствует хотя бы одна *неразвёртываемая*, система запускает итерационный алгоритм формирования развёртки.

При развёртывании исходного набора граней может возникать несколько решений. По умолчанию система самостоятельно выбирает оптимальное решение. Для получения конкретного варианта развёртки нужно указать неразрывные рёбра, которые используются в качестве линий развёртки. При задании рёбер следует указывать связи между всеми необходимыми гранями. В противном случае грань, для которой не задано неразрывное ребро, связывающее её с другими гранями набора, будет проигнорирована при создании профиля.



1 – исходный набор граней

2 – точка касания исходной грани и 3D профиля

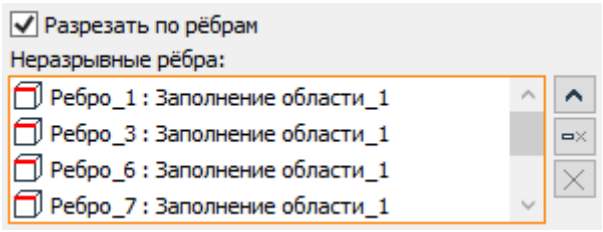
3 – результирующий 3D профиль-развёртка

4 – набор неразрывных рёбер

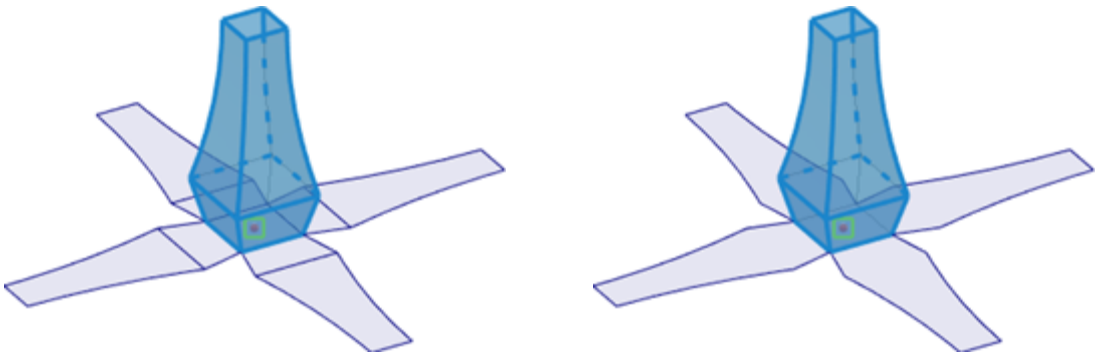
Для указания неразрывных рёбер необходимо установить флаг **Разрезать по рёбрам**, после чего выбрать необходимые рёбра в 3D сцене (при помощи) при активной опции автоменю:

<E> Выбор неразрывных рёбер

Все выбранные **Неразрывные рёбра** отображаются в одноимённом списке окна параметров. Управление видимостью и составом списка осуществляется при помощи кнопок **Развернуть** , **Свернуть** , **Удалить элемент из списка** , **Очистить** .



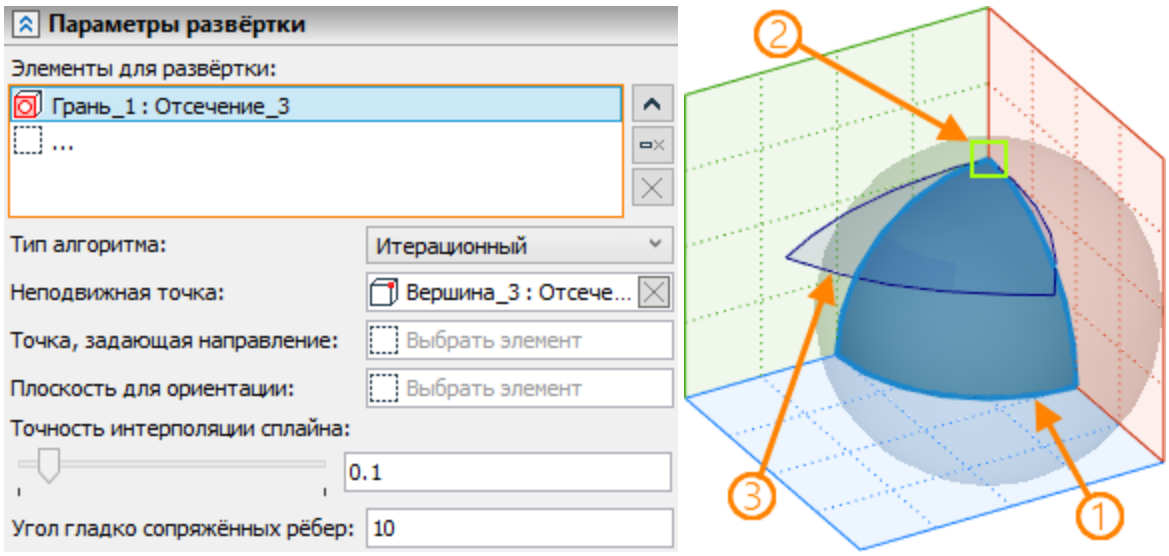
По умолчанию на создаваемом 3D профиле рёбра – границы граней исходного набора удаляются. При необходимости они могут быть сохранены (при установке флага **Оставлять внутренние рёбра**).



Внутренние рёбра сохранены | Внутренние рёбра удалены

Итерационный алгоритм развёртывания

В основе данного алгоритма создания 3D профиля лежит метод аппроксимации. Метод аппроксимации используется для *неразвёртываемых* поверхностей. К *неразвёртываемым* относятся нелинейчатые поверхности и те линейчатые, которые не могут быть развёрнуты в плоскость без повреждения поверхности. Система аппроксимирует (заменяет) исходную поверхность сегментами развёртываемых поверхностей, разворачивая каждый из них; результирующий 3D профиль является совокупностью выполняемых итераций. При этом исходная поверхность должна быть незамкнутой. Данный метод даёт приближённый результат.



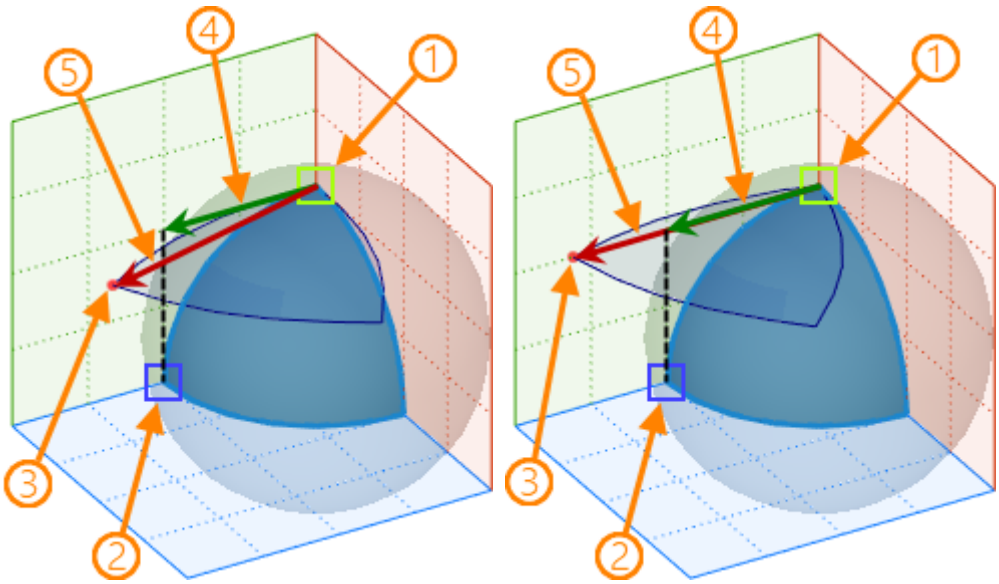
1 – исходная грань

2 – точка касания исходной грани и 3D профиля

3 – результирующий 3D профиль-развёртка

Точка касания при использовании данного алгоритма развёртывания может быть задана только одной из вершин исходной грани.

Для ориентации профиля в плоскости касания, можно указать дополнительную 3D точку, задающую направление проецирования, которая тоже может быть выбрана только среди вершин исходной грани. Вектор (5), образованный неподвижной точкой касания (1) и проекцией дополнительной точки на развёртке (3) совпадёт с вектором (4), образованным неподвижной точкой (1) и непосредственно дополнительной точкой (2).

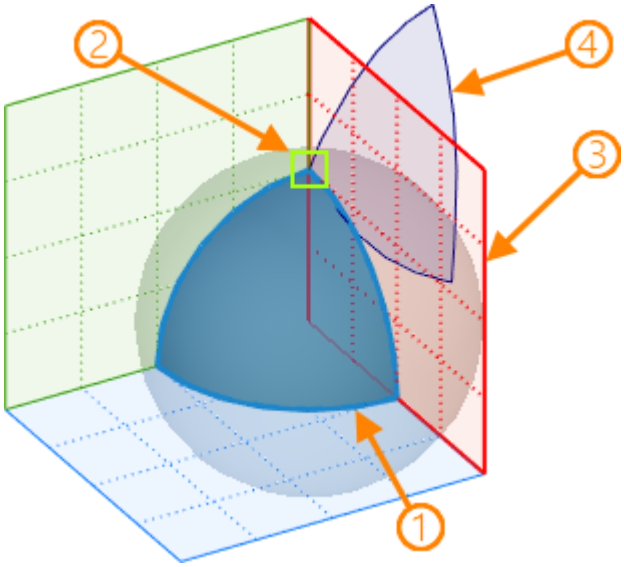


Выбор дополнительной точки осуществляется в 3D сцене либо дереве модели при помощи следующей опции автоменю:

<D> Выбор точки для ориентации профиля

Указанная точка отображается в поле **Точка, задающая направление**, отмена и повторный выбор которой осуществляется при помощи кнопки **Очистить**.

Также допускается задать 3D объект, способный определить плоскость в пространстве, параллельно которой будет располагаться результирующий профиль развёртки.



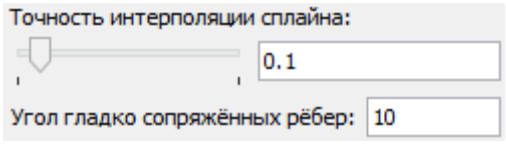
Выбор объекта осуществляется в 3D сцене либо дереве модели при помощи следующей опции автоменю:

<P> Выбор плоскости задания для ориентации развёртки

Выбранный объект отображается в поле **Плоскость для ориентации**, отмена и повторный выбор которой осуществляется при помощи кнопки **Очистить**.

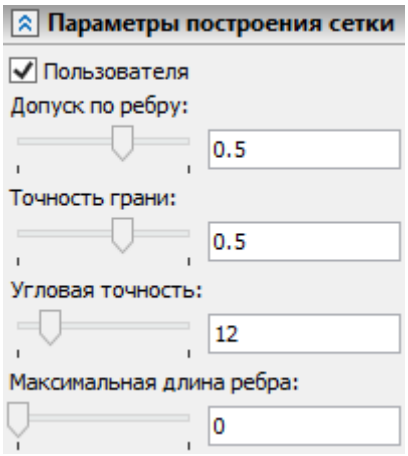
Точность контура результирующей развёртки регулируется параметрами:

- **Точность интерполяции сплайна** – параметр в безразмерном виде, от 0.000001 до 1.
- **Угол гладко сопряжённых рёбер** - предельно допустимый угол (в градусах), при котором рёбра исходной геометрии будут считаться гладко сопряженными; необходим для устранения угловых стыков, получаемых при решении.



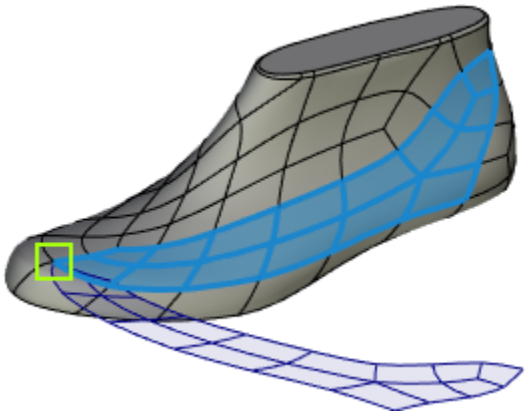
Возможность управления точностью аппроксимации исходной грани осуществляется при помощи **Параметров построения сетки:**

- **Допуск по ребру** – максимальное расстояние между кривыми модели и аппроксимирующими их рёбрами сетки.
- **Точность грани** – максимальное расстояние между поверхностями модели и аппроксимирующими их плоскими гранями сетки.
- **Угловая точность** – максимальный угол между кривыми модели и аппроксимирующими их рёбрами сетки, задаваемый в градусах. Угол измеряется как сумма углов между рёбрами сетки и касательными к исходной кривой в конечных точках рёбер. Данный параметр также определяет максимально допустимый угол между поверхностями модели и аппроксимирующими их плоскими гранями сетки (т.е. угол между нормалями поверхности и грани).
- **Максимальная длина ребра** – максимальная длина ребра конечного элемента генерируемой сетки. Если значение равно нулю, то система игнорирует этот параметр.

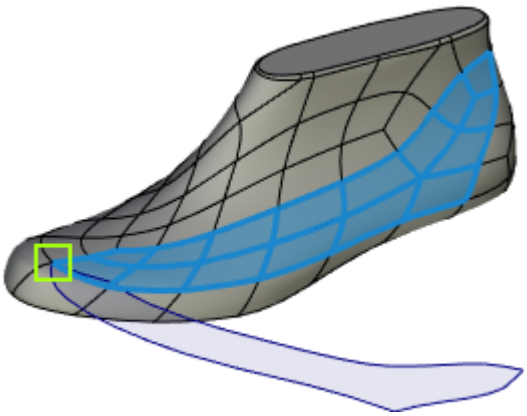


Построение развёртки набора граней итерационным алгоритмом

Итерационный алгоритм также позволяет получить развёртку набора смежных граней. При этом необходимо учитывать, что исходные грани не должны образовывать замкнутый контур, так как данный алгоритм развёртывания не предусматривает возможность задания разрезки по рёбрам.
При формировании профиля также допускается сохранять рёбра – границы граней.



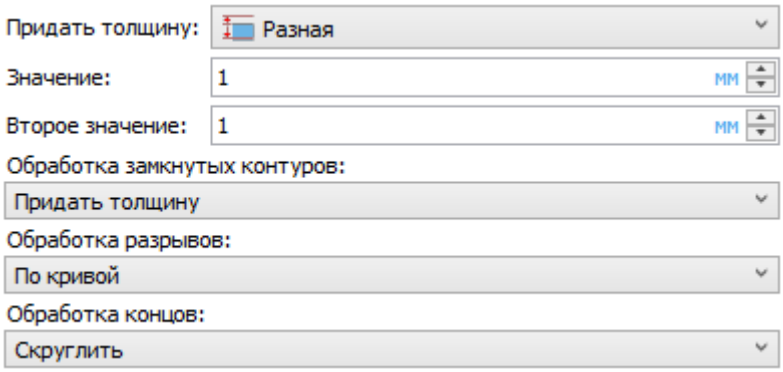
Внутренние рёбра сохранены



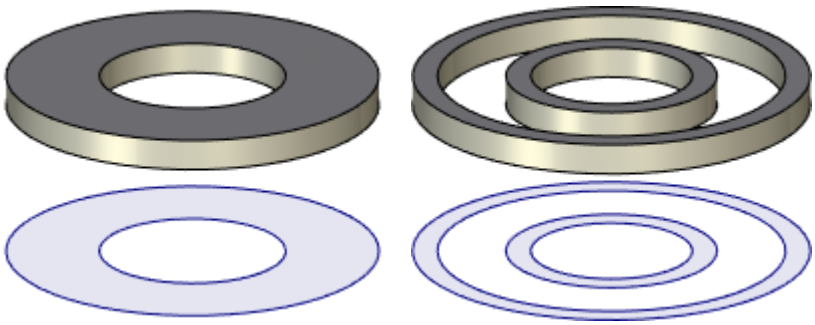
Внутренние рёбра удалены

Придание толщины 3D профилю

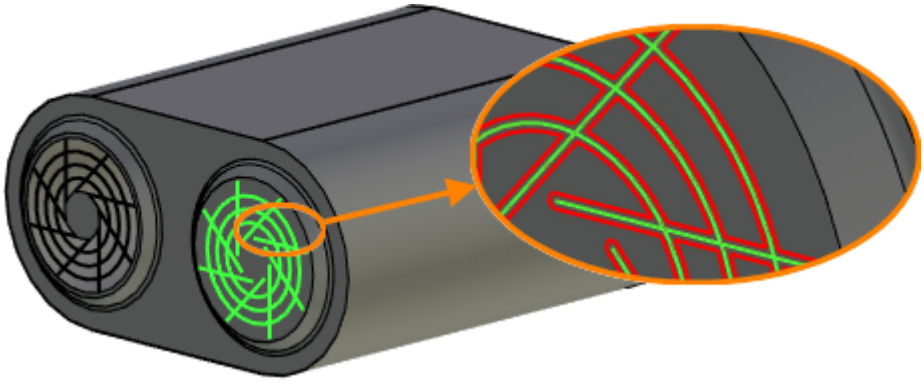
Вид плоского профиля любого типа можно изменить, используя параметры придания толщины.



Данный функционал предполагает построение эквидистантных линий к базовым линиям контура профиля, на основе которых строится уже новый, утолщённый контур. Изменение геометрии контура легко заметить по полученному на его основе твёрдому телу.

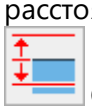
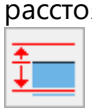


Функционал позволяет решить проблему создания 3D профиля на основе самопересекающихся или ветвящихся 2D элементов. Если толщина не была придана такому профилю, то при подтверждении его создания система предлагает придать толщину для получения корректных результатов.



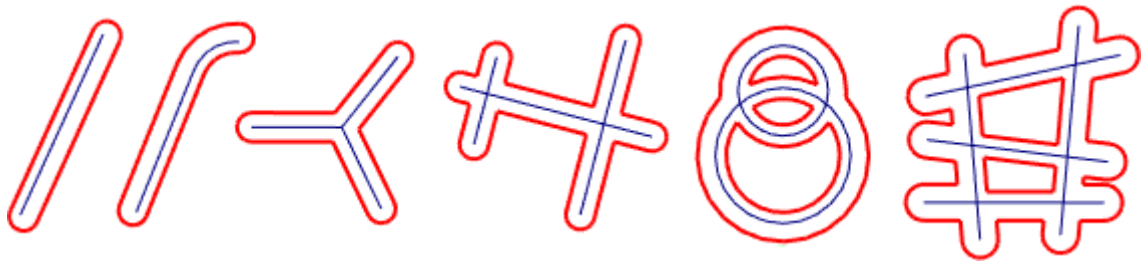
Способы придания толщины

Формально способ построения эквидистантных линий определяется вариантом придания толщины. В поле **Придать толщину** доступны следующие варианты:

- **Нет**
  Придание толщины не осуществляется.
- **Наружу**
- **Внутрь**
  Эквидистантные линии строятся только с одной стороны от линий исходного контура на расстоянии, задаваемом в поле **Значение**; для замкнутых контуров направление (относительно исходных линий), в котором будет строиться эквидистанта, определяется выбранным режимом (т.е. снаружи или внутри исходного контура); для разомкнутых – выбирается системой произвольно.
- **Симметрично**
  Эквидистантные линии строятся с обеих сторон от линий исходного контура на одинаковом расстоянии, задаваемом в поле **Значение**;
-  **Симметрично - общая ширина**
  Эквидистантные линии строятся с обеих сторон от линий исходного контура на одинаковом расстоянии, равном половине заданного **Значения**;
-  **Разная**
  Эквидистантные линии строятся также с обеих сторон от линий исходного контура, но на разном расстоянии. **Значение** откладывается наружу, **Второе значение** - внутрь.

На практике, помимо способа придания толщины, на построение эквидистантных линий влияет вид исходного контура – наличие в нём самопересечений или ветвления линий, а также замкнутых областей. Например, контуру, имеющему самопересечение или ветвление линий, в большинстве случаев невозможно придать разную толщину в двух направлениях. Для подобного контура недопустимо использовать варианты **Наружу** или **Внутрь**. Результат применения к нему варианта **Разная** будет дополнительно зависеть от наличия в нём замкнутых областей. Если таких областей в исходном контуре профиля нет, то применение данного варианта придания толщины будет давать результат, аналогичный варианту **Симметрично**, т.е. эквидистанты с любой стороны от линий исходного контура будут построены с одинаковым значением смещения (второе заданное значение

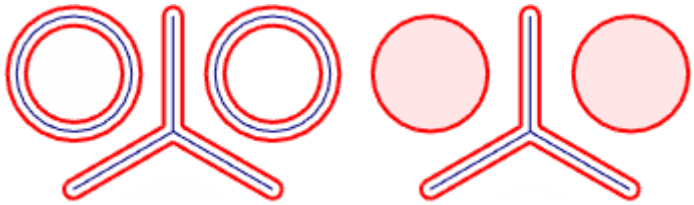
будет игнорироваться). Если же контур, имеющий самопересечения или ветвления, содержит замкнутые области, то внутренние эквидистанты (создаваемые внутри замкнутых областей) откладываются с одним значением смещения, а внешние (т.е. все остальные) – с другим заданным значением смещения.



Обработка замкнутых контуров

Если 3D профиль представляет собой набор непересекающихся незамкнутых и замкнутых контуров, то для последних доступен выбор варианта обработки:

- **Замыкать область** – контур представляет собой область, ограниченную исходными линиями;
- **Придать толщину** – контур формируется на основе эквидистант к исходным линиям.



Обработка разрывов

Между линиями эквидистантного контура в процессе формирования образуются разрывы. Доступны следующие варианты их обработки:

- **Скруглить** – между конечными точками соседних сегментов создаваемого контура строится скругление;
- **По прямой** – к соседним сегментам создаваемого контура в конечных точках строятся касательные прямые;
- **По кривой** – соседние сегменты создаваемого контура продлеваются в соответствии с их геометрией до пересечения.

Обработка концов

При утолщении незамкнутого контура концы линий, соответствующие свободным концам исходных линий контура, могут быть соединены двумя способами:

- **Скруглить** – концы эквидистантных линий объединяются дугой окружности;
- **По прямой** – концы эквидистантных линий объединяются прямой.

Диалог параметров 3D профиля

При создании профиля диалог его параметров можно вызвать с помощью опции:

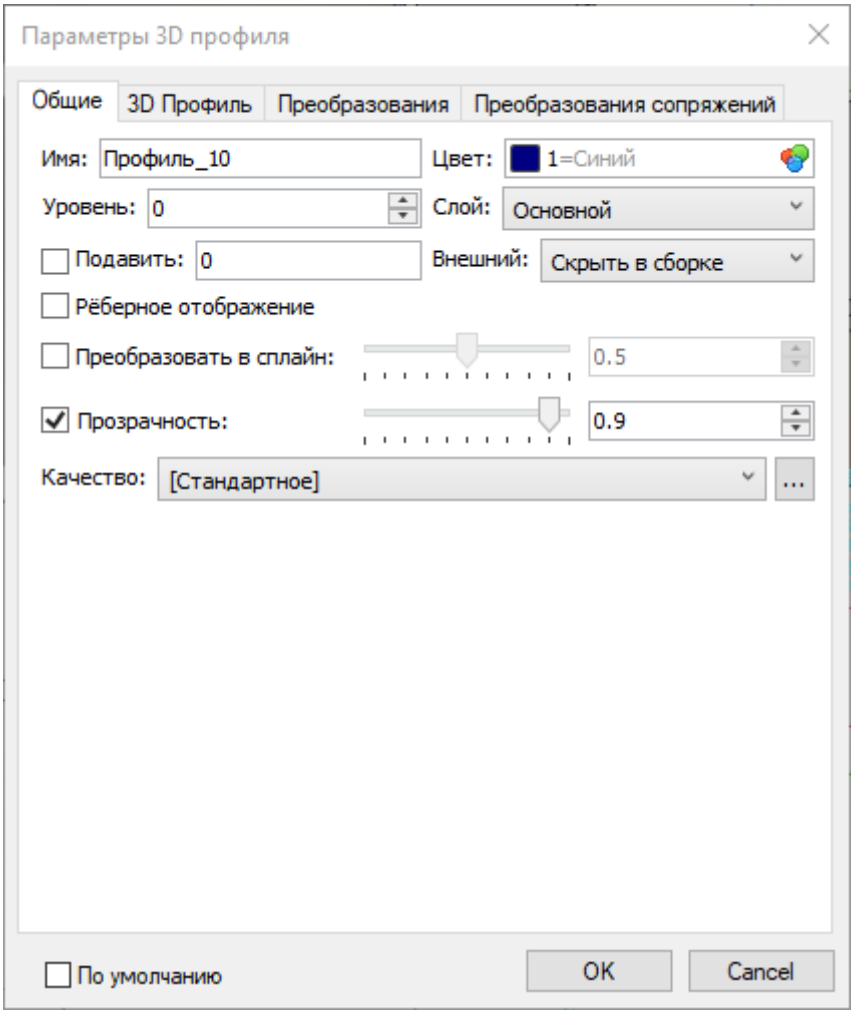
<P> Задать параметры элемента

Для уже созданного профиля диалог параметров можно вызвать двойным нажатием на профиле или выбором пункта **Параметры** в контекстном меню.
Диалог параметров 3D профиля содержит следующие вкладки:

- **Общие**
  Информация о содержимом данной вкладки приведена ниже.
- **3D Профиль**
  Функционал данной вкладки полностью соответствует функционалу окна **Параметры**, отображаемому при создании 3D профиля, и может отличаться в зависимости от типа профиля Подробная информация приведена на страницах с описаниями каждого типа профилей (по 2D элементам, по 3D элементам, проекция, по развёртке), а также на странице **Придание толщины 3D профилю**.
- **Преобразования**
  Содержит информацию о преобразованиях, применённых к данному элементу. Функционал вкладки соответствует функционалу окна **Параметры**, описанному для команды **Преобразования**, за исключением отсутствия параметров **Преобразования сопряжений**, которые вынесены в отдельную вкладку, а также невозможности задавать симметрию и привязку сопряжений к 3D элементам.
- **Преобразования сопряжений**
  Содержит информацию о преобразованиях сопряжений, применённых к данному элементу. Функционал вкладки полностью соответствует функционалу одноимённой вкладки окна **Параметры**, описанному для команды **Преобразования.**

Кроме того, в нижней части диалога независимо от активной вкладки отображается флаг **По умолчанию.** Если его установить, параметры выбранного элемента будут применяться по умолчанию для всех вновь создаваемых элементов такого же типа.

Общие параметры 3D профиля



Имя

Все элементы модели имеют уникальное имя. Пользователь может самостоятельно задавать имя. В этом случае система следит только за уникальностью вводимого имени. При попытке ввести имя, которое уже назначено другому элементу данной модели, внесенные изменения не будут применены. Если пользователь не задаёт имя, то система генерирует имя автоматически. Подробная информация об автоматически присваиваемых именах приведена в разделе Настройка имён 3D элементов.

Цвет

Цвет, которым рисуется контур в 3D окне. Выбор цвета описан в разделе Цвет

Уровень

Информация о данном параметре приведена в разделе Уровни.

Слой

Информация о данном параметре приведена в разделе Слои

Подавить

Эта опция отвечает за исключение данного профиля из расчёта 3D модели. Подавленный профиль не отображается в 3D сцене. Установка флага **Подавить** исключает профиль из расчёта 3D модели и устанавливает в поле ввода значение "**1**". Снятие флага включает профиль в расчёт 3D модели и устанавливает в поле ввода значение "**0**". Значение в поле ввода можно ввести с клавиатуры или задать вещественной переменной для управления подавлением при помощи Параметризации. Профиль будет подавлен, если значение переменной не равно нулю. Любые целые значения, отличные от нуля, при подстановке в поле заменяются на единицу. Дробные значения недопустимы.

Имейте в виду, что подавление родительского элемента приводит к ошибкам при пересчете дочерних.

Внешний

В выпадающем списке доступны опции **Скрыть в сборке** и **На один уровень**. Если модель используется в качестве 3D фрагмента, то профили, у которых применена опция **На один уровень**, доступны в сборочной модели. Положение такого профиля определяется положением фрагмента. Диалог параметров профиля, отображаемого в сборке из 3D фрагмента, содержит только вкладку **Общие**, а к имени профиля добавляется имя фрагмента в качестве префикса. Для профиля в сборке также можно выбрать данную опцию и использовать в сборочных моделях следующего уровня.

Рёберное отображение

Данный флаг управляет способом отображения профиля в 3D сцене. Если он снят (по умолчанию), то замкнутые контуры профиля заливаются полупрозрачным цветом. При установленном флаге отображаются только линии контуров.

Преобразовывать в сплайн

Параметр позволяет преобразовать каждый контур профиля в один сплайн. По умолчанию флаг снят и преобразование не применяется. При установленном флаге каждый контур профиля состоит всего из одного сегмента, промежуточные вершины ликвидируются. Точность аппроксимации управляется параметром от 0.0 (грубее) до 1.0 (точнее) при помощи ползунка или поля ввода значения. В некоторых случаях такие 3D профили могут использоваться более успешно, чем многосегментные (например, в операции **По сечениям**).

Данный параметр не действует на составные профили, у которых несколько граней имеют смежные рёбра (например, если профиль строится по набору смежных граней).

Прозрачность

Данный параметр задаёт степень прозрачности заливки контуров профиля в 3D сцене. Линии контура остаются непрозрачными независимо от данного параметра. По умолчанию флаг установлен и прозрачность задается в диапазоне от 0 (непрозрачный профиль) до 1 (полностью прозрачный профиль) с помощью ползунка или поля ввода значения. При снятом флаге профиль становится полностью непрозрачным независимо от значения параметра.

Качество

Параметр, определяющий качество изображения 3D профиля. Задается так же как и качество изображения тел.

См. также:

- Параметры по умолчанию
- Задание параметров элемента

Редактировать 3D профиль

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<ЗЕРР>	Правка > Построения > 3D профиль

Команда предназначена для редактирования 3D профилей.

Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, <Ctrl>+<E>	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

Кроме перечисленных опций выбора (выбрать все, выбрать по имени) существует возможность выбора элементов при помощи мыши.
Если вы выбрали элемент для редактирования, то его можно удалить, изменить его параметры, воспользовавшись опцией **<P>**, выбрать другой ближайший элемент, приступить к редактированию или перезаданию. Перезадание и редактирование элемента полностью совпадают с командой 3D профиль. Отличие перезадания от редактирования состоит в том, что при перезадании параметры команды сбрасываются к значениям по умолчанию (в т.ч. и выбор способа создания профиля).

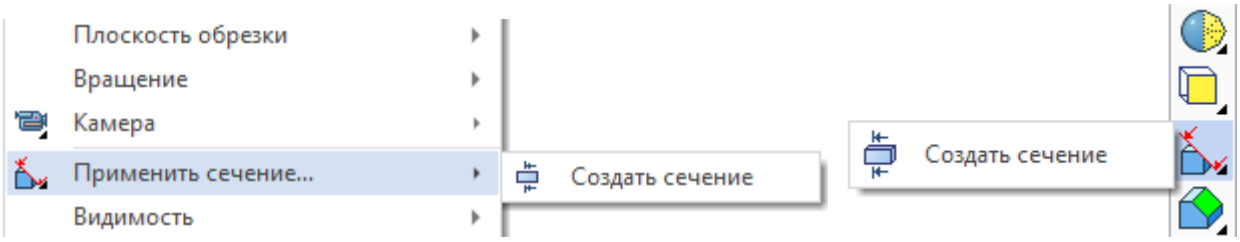
3D сечение

Вызов команды:

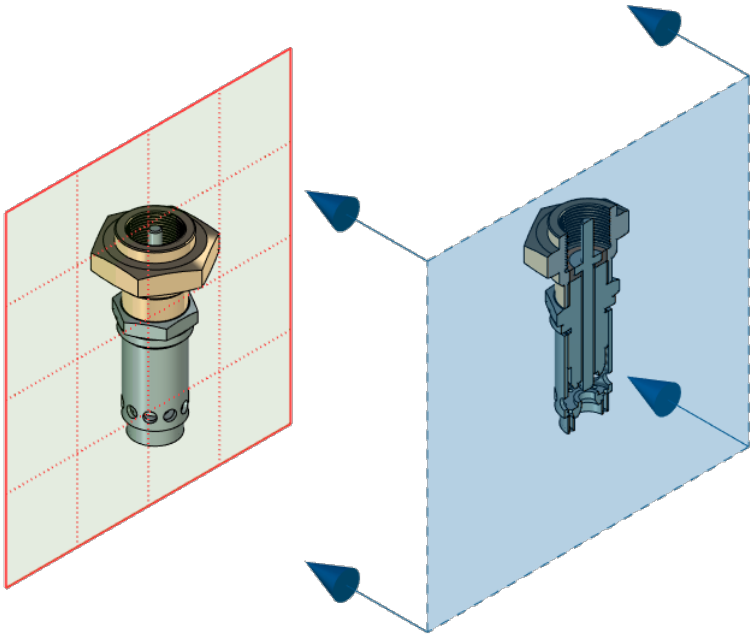
Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Построения > 3D сечение Чертёж > 3D Модель > 3D сечение Сборка > Построения > 3D сечение Листовой металл (3D) > Построения > 3D сечение Поверхности > Построения > 3D сечение Сварка > Построения > 3D сечение Примитив > Построения > 3D сечение Вид > 3D Модель > Применить сечение > Создать сечение Рабочая плоскость > 3D Модель > 3D сечение
Клавиатура	Текстовое меню
<3SE>	Построения > 3D сечение

	Вид > Сечение > 3D сечение

Также команду можно вызвать из панели **Вид** и из контекстного меню, вызываемого по нажатию на пустом месте 3D сцены в режиме ожидания команды:



3D сечение – вспомогательный 3D элемент построения T-FLEX CAD. Оно используется как секущий объект при создании 2D проекций (для получения разрезов и сечений), в операции Отсечение.
3D сечение может учитываться при визуализации объектов 3D сцены, позволяя быстро оценить внутреннюю структуру модели, не изменяя её.



В 3D сцене сечение отображается пунктирными линиями, показывающими границы 3D сечения. Стрелки на изображении 3D сечения показывают **направление сечения**. Направление сечения определяет ту часть модели, которая останется в результате применения сечения к телам в 3D сцене.

Создание сечения

Для создания сечения необходимо после вызова команды **3D сечение** выполнить следующие действия:

1. Выбрать тип сечения.
2. Задать положение и ориентацию сечения. Способ задания зависит от типа сечения.
3. Выбрать рассекаемые тела (необязательное действие).
4. Задать опции отображения результата сечения (необязательное действие).
5. Подтвердить создание сечения .

Типы 3D сечений

После вызова команды можно выбрать один следующих типов сечений с помощью кнопок, расположенных в окне параметров команды:

Построить сечение по плоскости

Построить сечение плоским углом

Построить сечение октантом

Построить сечение параллелепипедом

Создать сечение на основе 2D построений

Создать сечение на основе 2D проекции

Построить сечение по 3D виду

В отличие от остальных параметров, тип нельзя изменить после создания сечения.

Прозрачное редактирование сечений

3D сечение по плоскости, сечение плоским углом, октантом и параллелепипедом можно редактировать прямо в режиме ожидания команды, без вызова команды редактирования сечений.

Для этого достаточно выбрать сечение в 3D окне с помощью . В 3D сцене появятся такие же манипуляторы, как и при создании сечения, позволяющие изменить положение, размеры и направление сечения.

Основные темы в этом разделе:

- Выбор рассекаемых тел для 3D сечения
- Отображение результата 3D сечения
- 3D сечение по плоскости
- 3D сечение плоским углом и октантом
- 3D сечение параллелепипедом
- 3D сечение по 2D элементам
- 3D сечение по 3D точкам
- Диалог параметров 3D сечения
- Редактировать 3D сечение

См. также:

- Применить сечение

Выбор рассекаемых тел для 3D сечения

По умолчанию сечение применяется ко всем телам в 3D сцене. При необходимости можно выбрать произвольный набор тел и применить сечение только к выбранным телам, или наоборот - ко всем

телам, кроме выбранных. Переключение между данными опциями осуществляется с помощью кнопок, расположенных в окне параметров команды 3D Сечение:

Всем элементам

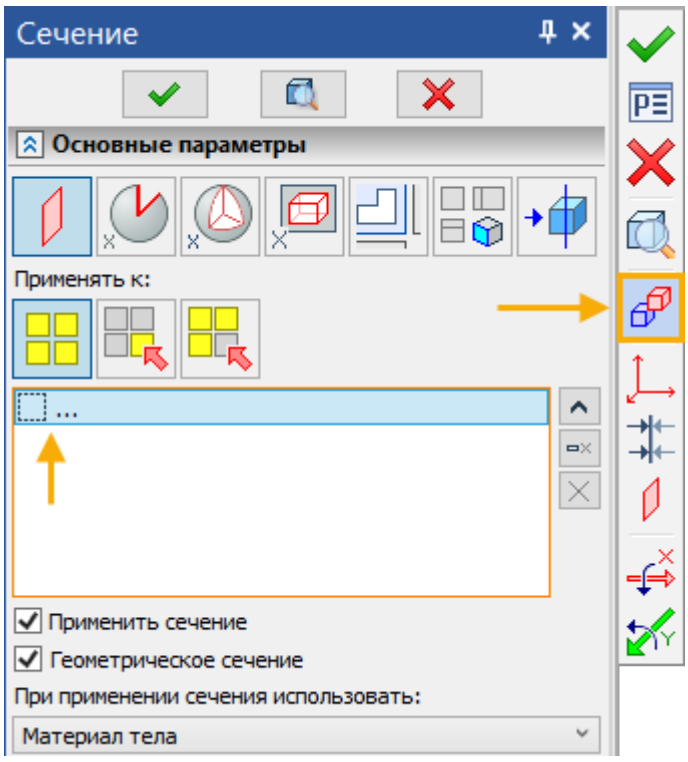
Выбранным элементам

Всем, кроме выбранных

Под кнопками расположен список выбранных объектов. Для выбора объектов необходимо нажать в незаполненной части списка или активировать следующую опцию автоменю:

<B> Выбрать рассекаемые тела

В результате на панели фильтров станут доступны фильтры выбора тел, операций, сварных швов и кабельных изделий, после чего с помощью можно выбрать желаемые объекты в 3D сцене или дереве модели. При выборе операции сечение применяется к телу, сформированному данной операцией. Если выбранная операция не является последней в дереве тела, то сечение не применяется.



См. также:

- Отображение результата сечения

Отображение результата 3D сечения

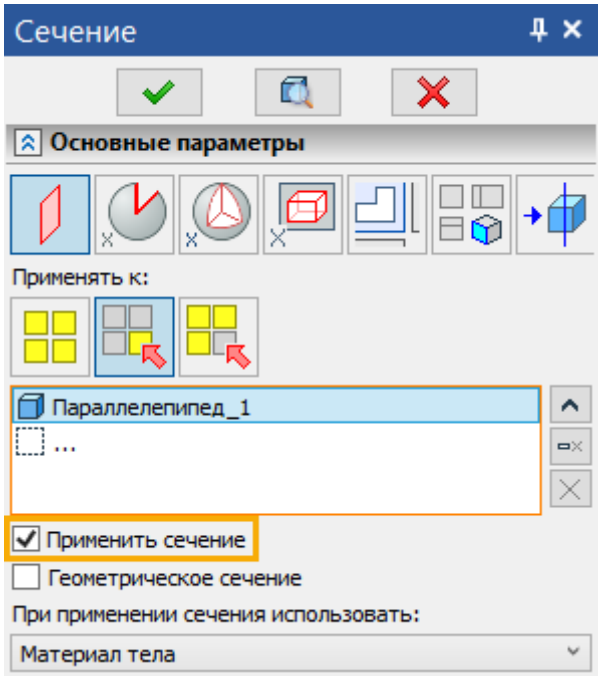
Для отображения тел в 3D сцене с учетом сечения необходимо Применить сечение. При применении сечения наличие линий пересечения граней тела с сечением зависит от состояния опции

Геометрическое сечение, а заливка тела в плоскости сечения - от состояния опции При применении сечения использовать.

Применение сечения к 3D модели

3D сечение можно учитывать при визуализации 3D модели. Это позволяет быстро увидеть внутреннюю структуру модели, оценить форму сечения модели, получаемого на основе данного 3D сечения. При визуализации модели с учётом 3D сечения объект рассекается 3D сечением на две части. В 3D сцене отображается только та часть, на которую указывают стрелки направления взгляда 3D сечения. При этом реального разделения не происходит, сама модель не изменяется, меняется лишь способ её отображения в 3D сцене.

Чтобы создаваемое сечение было применено к модели сразу после его создания, необходимо установить в окне параметров команды 3D Сечение установить флаг **Применить сечение**.

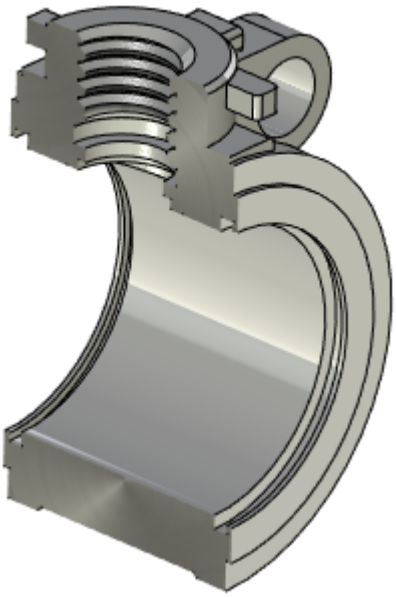


В дальнейшем созданное 3D сечение можно применить к модели или отменить его применение с помощью специальной команды - **Применить сечение**.

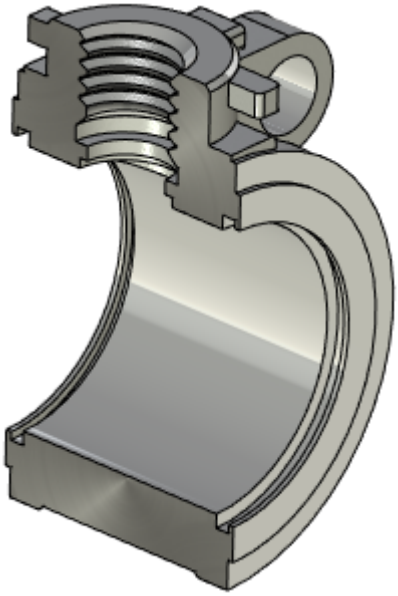
> Сечения по 2D элементам могут иметь криволинейную форму. Применение криволинейных сечений невозможно.

Графические и геометрические сечения

3D сечения бывают **графические** и **геометрические**. Оба типа разделяют тело по заданным поверхностям, однако геометрическое сечение дополнительно отрисовывает очерковые линии, т.е. линии пересечения сечения и граней рассекаемого тела. Графическое сечение позволяет меньше нагружать систему при работе с большими сборками.

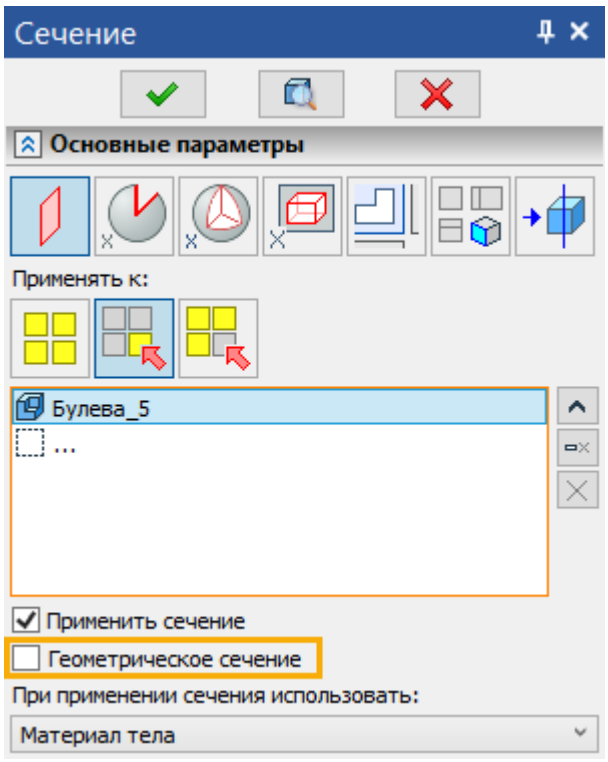


Графическое сечение

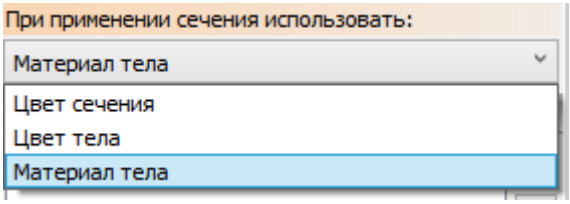


Геометрическое сечение

Для создания **Геометрического сечения** необходимо установить одноимённый флаг в окне параметров команды **3D Сечение**. По умолчанию для сечения по плоскости, плоским углом, октантом и параллелепипедом данный флаг снят, т.е. создаётся графическое сечение. Для сечений по 2D элементам и по 3D точкам данный флаг всегда принудительно установлен, т.е. сечения данных типов не могут быть графическими.



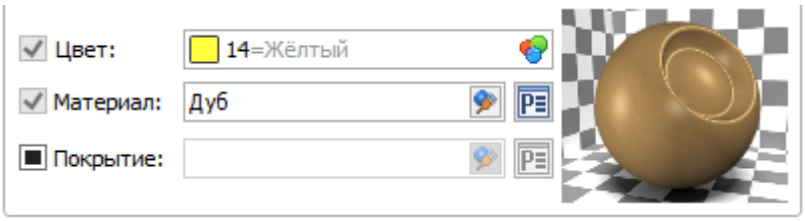
Заливка рассекаемых тел в плоскостях сечения



В нижней части вкладки **Основные параметры** окна параметров команды 3D Сечение доступен выпадающий список **При применении сечения использовать**. В данном списке можно выбрать один из следующих способов заливки рассекаемых тел в плоскости сечения:

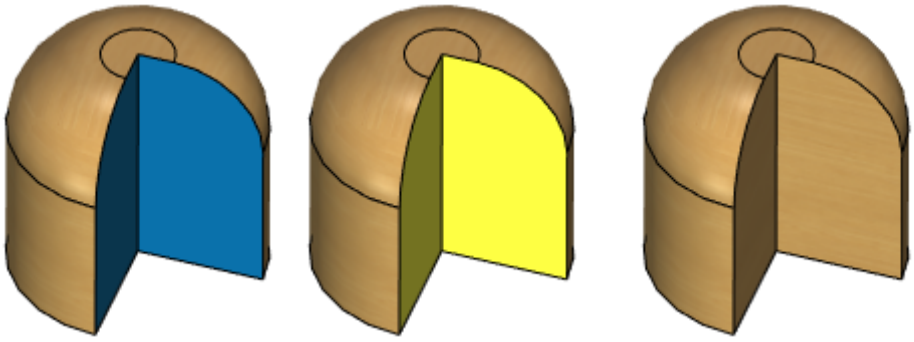
- **Цвет сечения**
  Для заливки будет использован цвет, установленный в параметрах сечения (по умолчанию - синий).
- **Цвет тела**
  Для заливки будет использован цвет, установленный в параметрах тела (по умолчанию - серый).
- **Материал тела**
  Для заливки будет использована текстура материала тела.

Цвет и материал в параметрах тела:



Цвет в параметрах сечения:

Результат применения сечения с разными опциями заливки:



См. также:

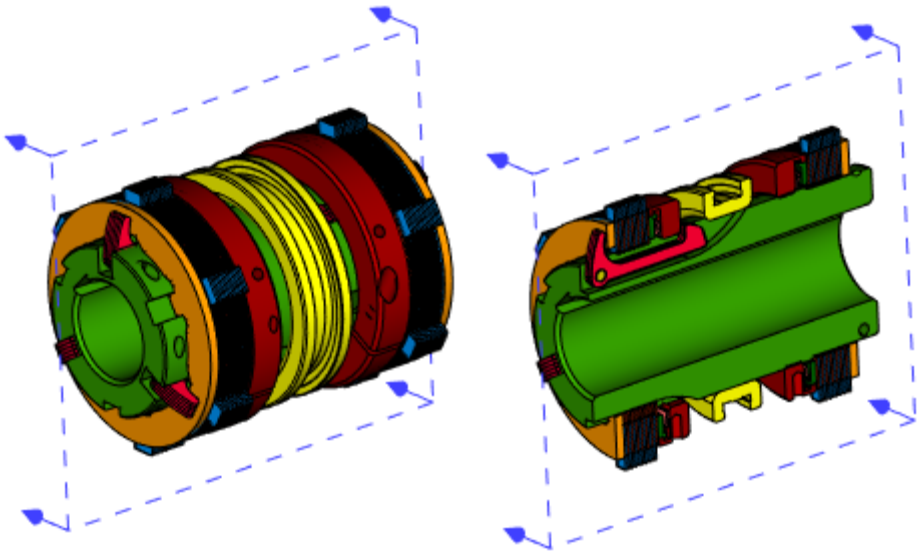
- Применить сечение

3D сечение по плоскости

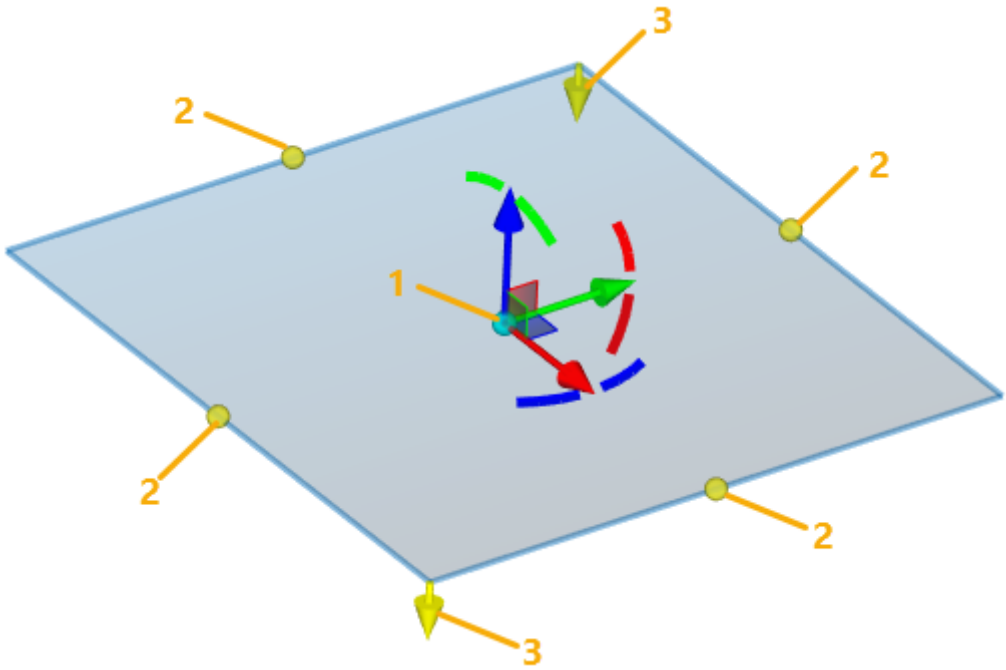
3D сечение по плоскости создаётся с помощью следующей опции, доступной в окне параметров команды 3D Сечение:

Построить сечение по плоскости

Данная опция выбрана по умолчанию после вызова команды.
Такое сечение позволяет отсечь от модели всё, что находится по одну сторону от заданной плоскости.



При создании 3D сечения по плоскости, положение и размеры секущей плоскости, а также направление сечения, задаётся с помощью специальных манипуляторов.



1 - Манипулятор ЛСК (задаёт положение секущей плоскости)

2 - Манипуляторы габаритов (задают размеры секущей плоскости)

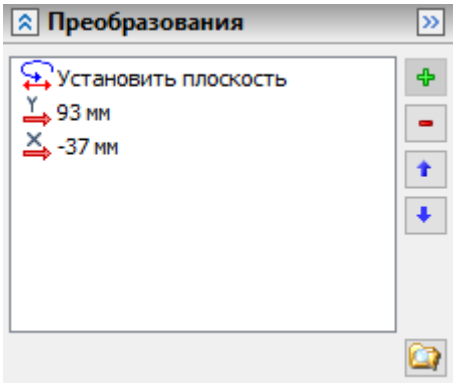
3 - Манипуляторы направления сечения

Положение секущей плоскости

Для задания положения секущей плоскости используется манипулятор ЛСК, аналогичный используемым для задания преобразований 3D элементов. Секущая плоскость привязана к плоскости XY манипулятора. После вызова команды, активна следующая опция автоменю:

<F> Выбрать плоскость

В результате на панели фильтров активны фильтры выбора плоскостей, вследствие чего можно с помощью выбрать 3D сцене любой объект, способный определить плоскость. Плоскость XY манипулятора будет выставлен по выбранному объекту, т.е. к манипулятору ЛСК будет применено преобразование **Установить плоскость**. При необходимости к манипулятору можно применить любые другие произвольные преобразования. Список применённых преобразований отображается на вкладке **Преобразования** в окне параметров команды. Преобразования задаются так же как в команде **Преобразования** (см. главу Виды преобразований 3D элементов). Отличия состоят лишь в меньшем наборе доступных разновидностей преобразований и опций контекстного меню манипуляторов. При задании преобразований положение и ориентацию манипуляторов можно привязывать к различным элементам модели.



С помощью следующей опции можно совместить манипулятор ЛСК с любой имеющейся системой координат:

<L> Выбрать систему координат

Активация данной опции включает на панели фильтров фильтр выбора ЛСК, после чего можно выбрать желаемую ЛСК в 3D сцене или в дереве модели с помощью .

Для быстрого поворота манипулятора ЛСК на 90° вокруг одной из осей можно воспользоваться следующими опциями автоменю:

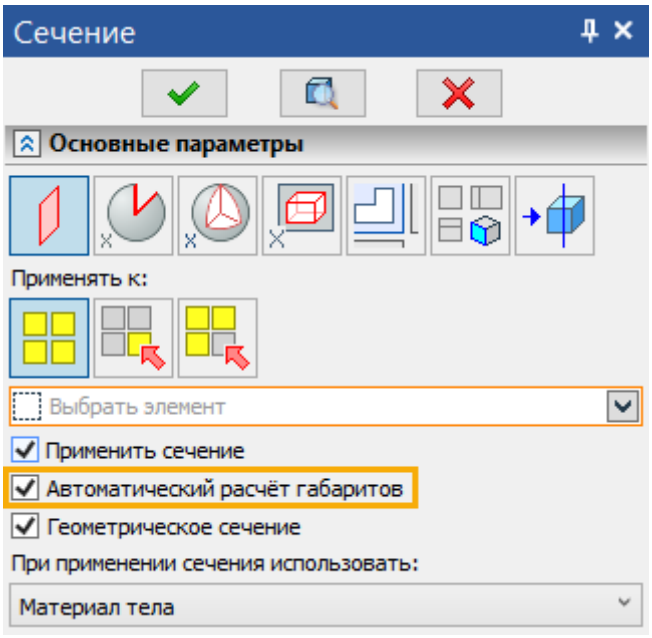
<X> Повернуть систему координат вокруг оси X на 90°

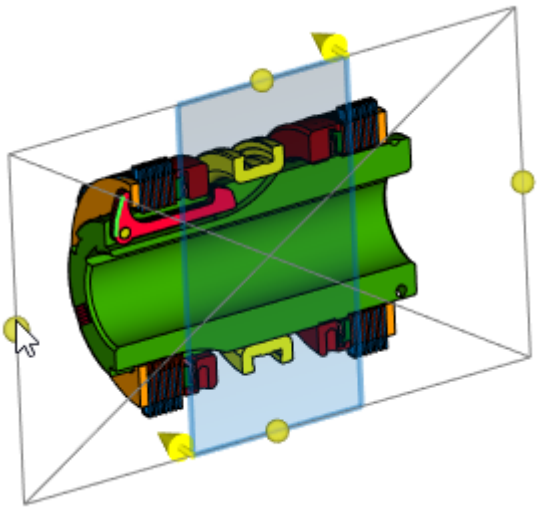
<Y> Повернуть систему координат вокруг оси Y на 90°

Размеры секущей плоскости

Размеры секущей плоскости являются условными и используются только для отображения сечения в 3D сцене, не влияя на результат применения сечения. Рассечение модели при применении сечения производится по бесконечной плоскости. По умолчанию в окне параметров команды установлен флаг **Автоматический расчёт габаритов**. В результате при выборе объекта, определяющего секущую плоскость, размеры плоскости автоматически устанавливаются такими же как размеры выбранного объекта. Если навести курсор на манипулятор габаритов и нажать , то манипулятор начнёт следовать за курсором вдоль одной из осей координат ЛСК сечения до повторного нажатия

. Размеры секущей плоскости вдоль данной оси изменяются в соответствии с положением манипулятора. Изменение размеров происходит симметрично в обе стороны выбранной оси. При изменении размеров с помощью манипулятора флаг **Автоматический расчёт габаритов** автоматически снимается.



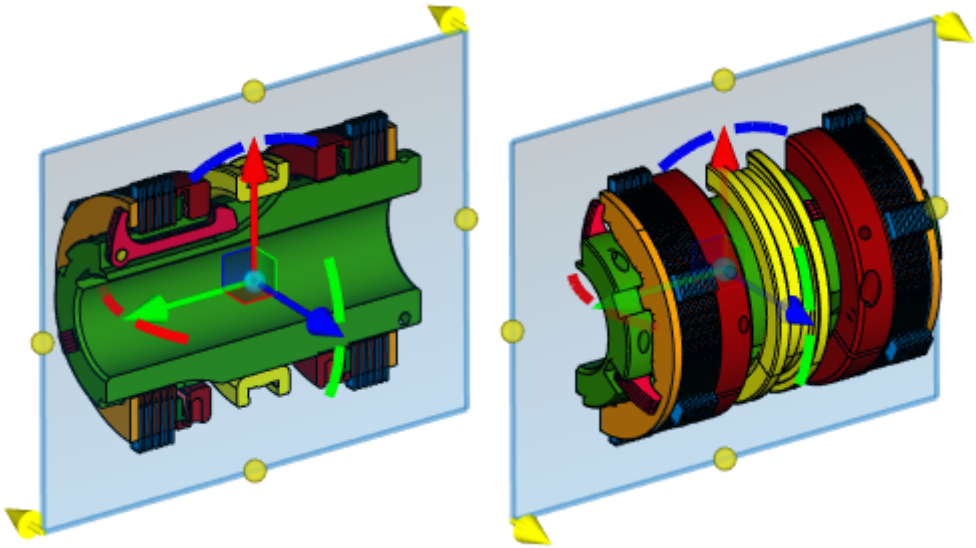


Направление сечения

Первоначальное направление сечения определяется системой произвольно. При необходимости пользователь может его изменить, нажав на манипуляторе направления или воспользовавшись следующей опцией автоменю:

<D> Изменить направление сечения

При применении сечения видимой останется только та часть модели, в сторону которой указывают стрелки манипулятора.



См. также:

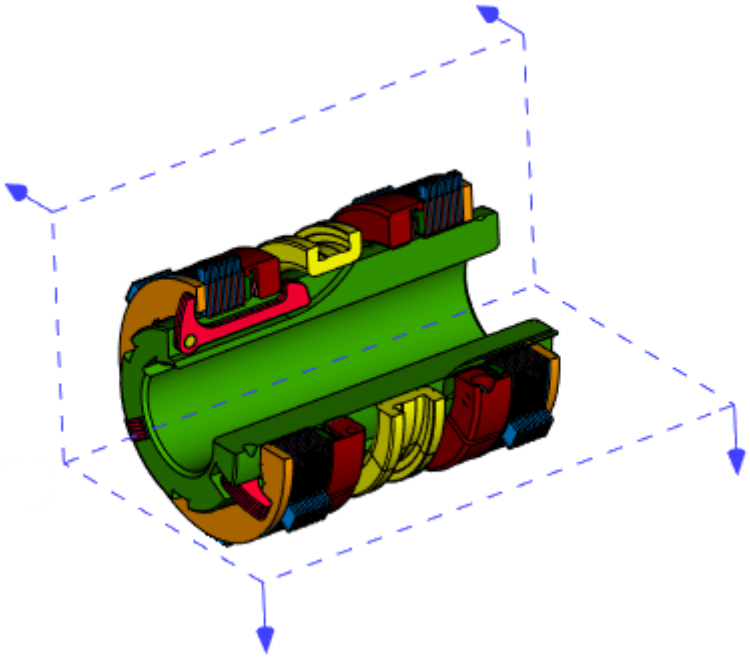
- Выбор рассекаемых тел для 3D сечения
- Отображение результата 3D сечения

3D сечение плоским углом и октантом

3D сечение плоским углом создаётся с помощью следующей опции, доступной в окне параметров команды **3D Сечение**:

Построить сечение плоским углом

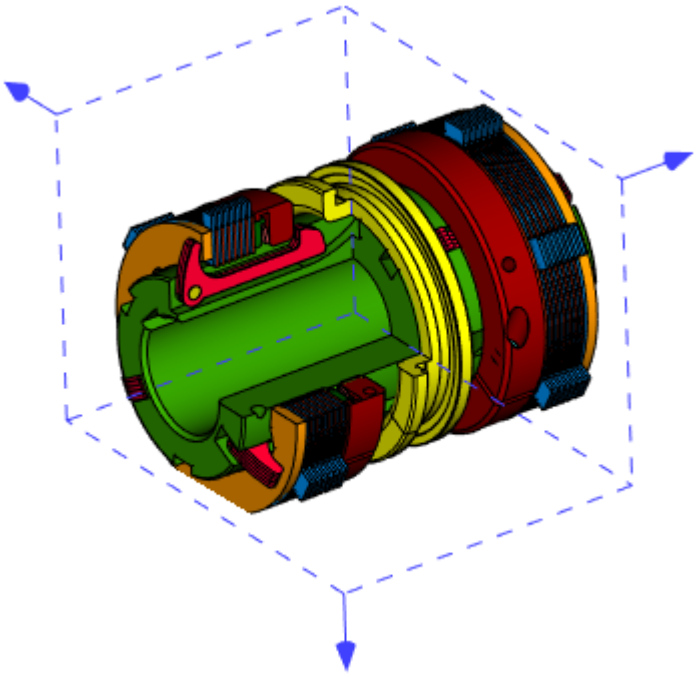
Такое сечение позволяет отсечь от модели всё, что находится по одну сторону от угла, образованного двумя плоскостями. Величина угла при этом может быть произвольной



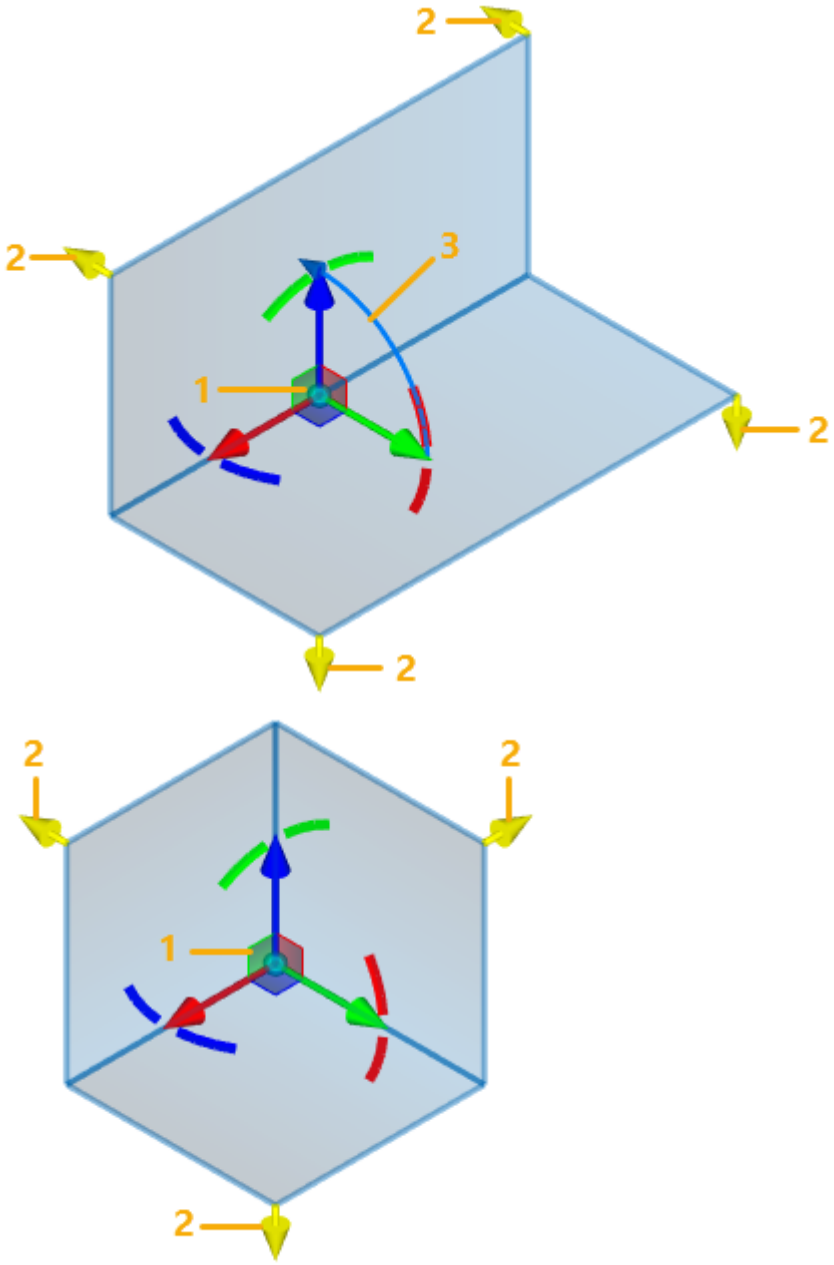
3D сечение октантом создаётся с помощью следующей опции, доступной в окне параметров команды **3D Сечение**:

Построить сечение октантом

Такое сечение позволяет отсечь от модели всё, что находится по одну сторону от прямого угла, образованного тремя плоскостями.



При создании 3D сечений плоским углом и октантом положение секущих плоскостей, направление сечения, а также угол (для сечения плоским углом), задаются с помощью специальных манипуляторов. Размеры плоскостей являются условными и используются только для отображения сечения в 3D сцене, не влияя на результат применения сечения. Рассечение модели при применении таких сечений производится по бесконечным плоскостям. Отображаемые размеры плоскостей задаются системой произвольно.



1 - Манипулятор ЛСК (задаёт положение секущих плоскостей)

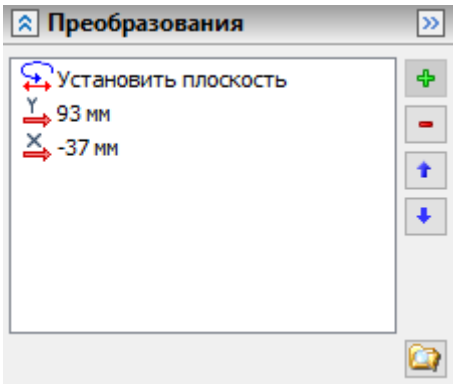
2 - Манипуляторы направления сечения

3 - Манипулятор угла

Положение секущих плоскостей

Для задания положения секущих плоскостей используются манипулятор ЛСК, аналогичный используемым для задания преобразований 3D элементов. Для сечения октантом все секущие плоскости привязаны к плоскостям манипулятора. Для сечения плоским углом одна из секущих плоскостей привязана к плоскости XY манипулятора, а другая проходит через ось X и повёрнута вокруг неё относительно первой на произвольный угол (по умолчанию на 90°). По умолчанию положение и ориентация манипулятора совпадают с глобальной системой координат документа. К манипулятору можно применить любые произвольные преобразования. Список применённых преобразований отображается на вкладке **Преобразования** в окне параметров команды.

Преобразования задаются так же как в команде **Преобразования** (см. главу Виды преобразований 3D элементов). Отличия состоят лишь в меньшем наборе доступных разновидностей преобразований и опций контекстного меню манипуляторов. При задании преобразований положение и ориентацию манипулятора можно привязывать к различным элементам модели.



С помощью следующей опции можно совместить манипулятор ЛСК с любой имеющейся системой координат:

<F> Выбрать систему координат

Активация данной опции включает на панели фильтров фильтр выбора ЛСК, после чего можно выбрать желаемую ЛСК в 3D сцене или в дереве модели с помощью .

Для быстрого поворота манипулятора ЛСК на 90° вокруг одной из осей можно воспользоваться следующими опциями автоменю:

<X> Повернуть систему координат вокруг оси X на 90°

<Y> Повернуть систему координат вокруг оси Y на 90°

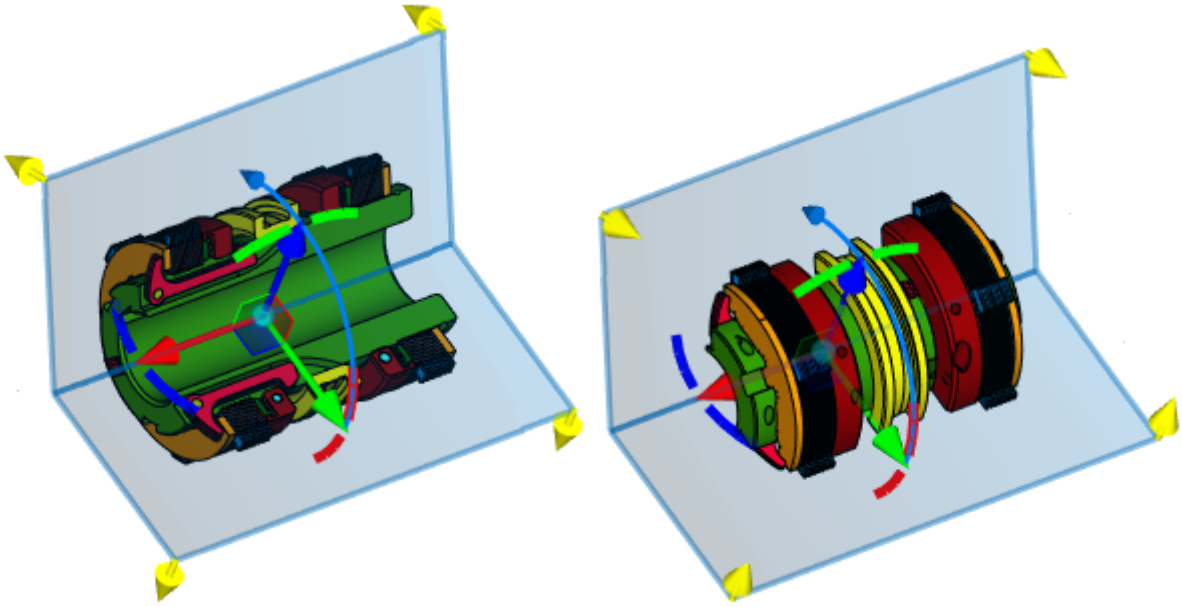
<Z> Повернуть систему координат вокруг оси Z на 90°

Направление сечения

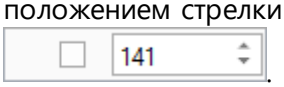
По умолчанию сечение направлено внутрь угла/октанта. При необходимости пользователь может изменить направление сечения, нажав на манипуляторе направления или воспользовавшись следующей опцией автоменю:

<D> Изменить направление сечения

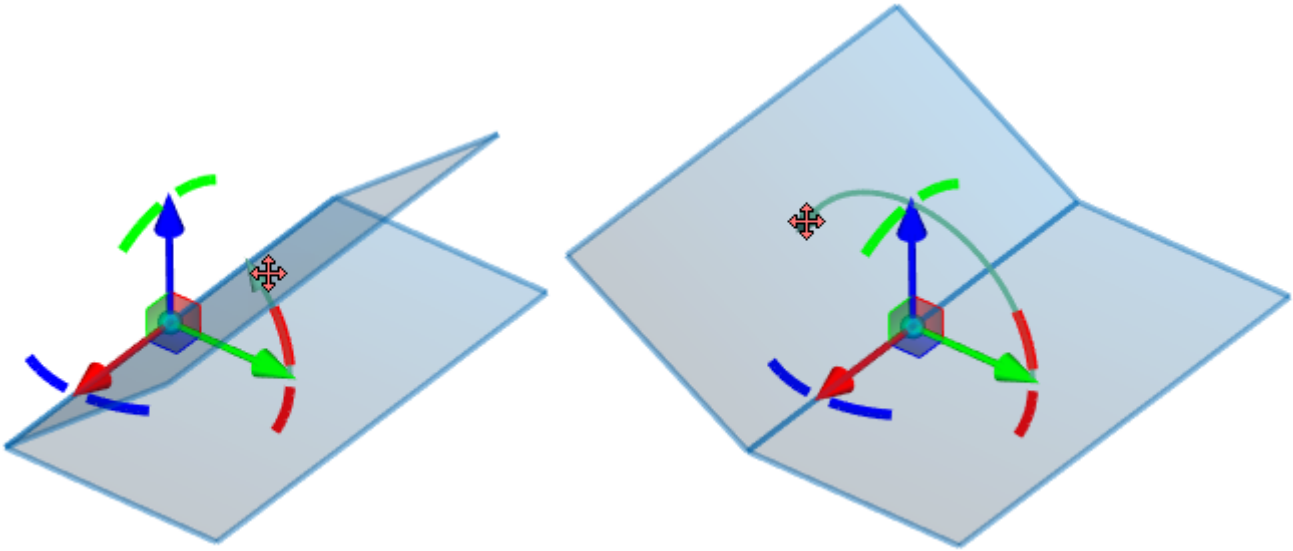
При применении сечения видимой останется только та часть модели, в сторону которой указывают стрелки манипулятора.



Угол

При создании сечения плоским углом угол между секущими плоскостями по умолчанию составляет 90°. При необходимости можно задать произвольную величину угла с помощью манипулятора. Манипулятор угла располагается в плоскости YZ манипулятора ЛСК и имеет вид бирюзовой дуги со стрелкой на конце. Если навести курсор на манипулятор угла и нажать , то стрелка манипулятора начнёт поворачиваться вокруг оси X манипулятора ЛСК вслед за перемещениями курсора до повторного нажатия . Угол между секущими плоскостями изменяется в соответствии с положением стрелки манипулятора. Значение угла отображается на панели в верхней части 3D окна 

. Пока манипулятор следует за курсором, фокус ввода с клавиатуры находится в поле данной панели. При этом можно ввести с клавиатуры точное значение угла. После ввода с клавиатуры будет автоматически установлен флаг рядом с полем значения угла. Установка этого флага фиксирует значение, так что оно перестаёт зависеть от перемещения курсора. Для подтверждения введённого значения нажмите **<Enter>** или в любой точке 3D окна.



См. также:

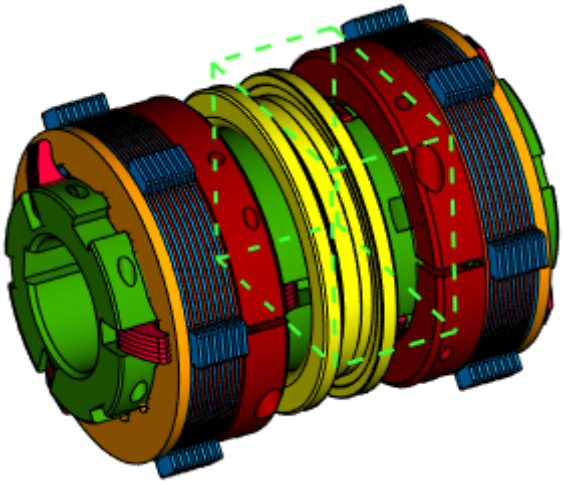
- Выбор рассекаемых тел для 3D сечения
- Отображение результата 3D сечения

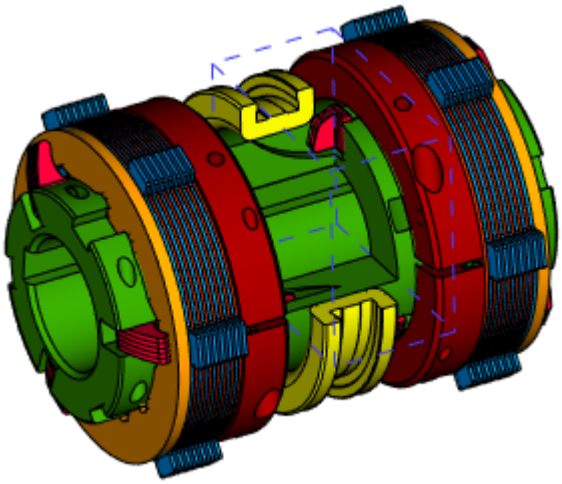
3D сечение параллелепипедом

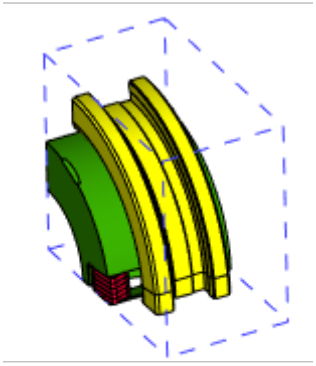
3D сечение параллелепипедом создаётся с помощью следующей опции, доступной в окне параметров команды **3D Сечение**:

Построить сечение параллелепипедом

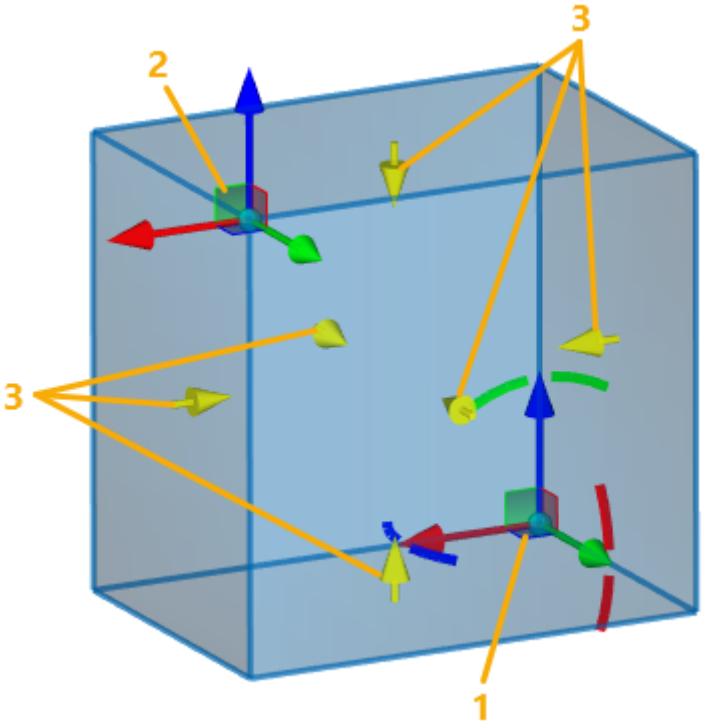
Такое сечение позволяет отсечь от модели всё, что находится внутри или снаружи заданного параллелепипеда.







При создании 3D сечения параллелепипедом положение, размеры и ориентация секущего параллелепипеда, а также направление сечения, задаётся с помощью специальных манипуляторов.



1 - Манипулятор ЛСК начальной вершины параллелепипеда

2 - Манипулятор ЛСК конечной вершины параллелепипеда

3 - Манипуляторы направления сечения

Положение, размеры и ориентация секущего параллелепипеда

Положение, размеры и ориентация секущего параллелепипеда задаются с помощью манипуляторов ЛСК, аналогичных используемым для задания преобразований 3D элементов. К манипуляторам привязано положение двух противолежащих вершин параллелепипеда. По умолчанию ориентация параллелепипеда соответствует ориентации осей глобальной системы координат документа, а размеры автоматически подбираются так, чтобы вместить все видимые тела. К манипуляторам можно применить любые произвольные преобразования. Угловые преобразования задаются с помощью манипулятора начальной вершины, после чего автоматически применяются и к

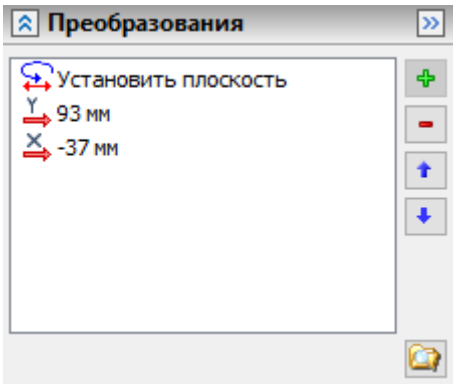
манипулятору конечной вершины. В окне параметров отображаются **Преобразования**, примененные к манипулятору одной из вершин относительно глобальной системы координат. Для переключения между отображением преобразований начального и конечного манипулятора можно использовать следующие опции автоменю:

<E> Редактировать положение начальной границы

<G> Редактировать положение конечной границы

При использовании манипуляторов система автоматически переключается на отображение преобразований активного манипулятора.

Преобразования задаются так же как в команде **Преобразования** (см. главу Виды преобразований 3D элементов). Отличия состоят лишь в меньшем наборе доступных разновидностей преобразований и опций контекстного меню манипуляторов. При задании преобразований положение и ориентацию манипуляторов можно привязывать к различным элементам модели.



С помощью следующей опции можно совместить активный манипулятор ЛСК с любой имеющейся системой координат:

<F> Выбрать систему координат

Активация данной опции включает на панели фильтров фильтр выбора ЛСК, после чего можно выбрать желаемую ЛСК в 3D сцене или в дереве модели с помощью .

Для быстрого поворота активного манипулятора ЛСК на 90° вокруг одной из осей можно воспользоваться следующими опциями автоменю:

<X> Повернуть систему координат вокруг оси X на 90°

<Y> Повернуть систему координат вокруг оси Y на 90°

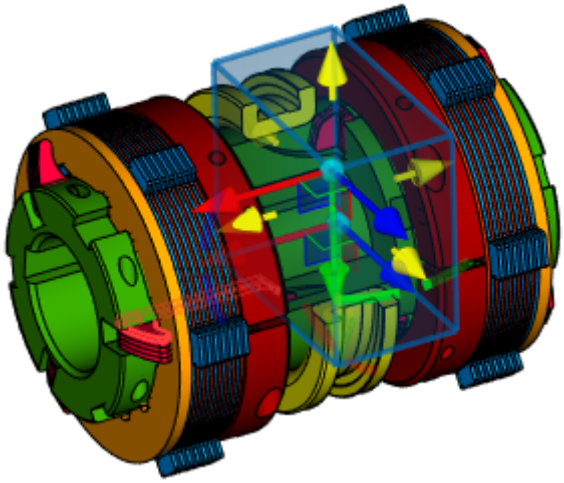
<Z> Повернуть систему координат вокруг оси Z на 90°

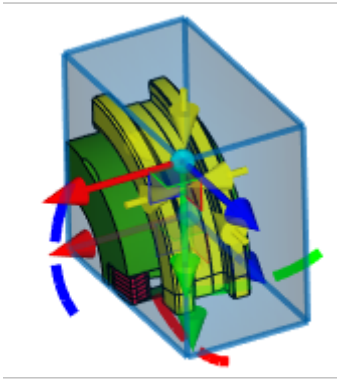
Направление сечения

По умолчанию сечение направлено внутрь параллелепипеда. При необходимости пользователь может его изменить, нажав на манипуляторе направления или воспользовавшись следующей опцией автоменю:

<D> Изменить направление сечения

При применении сечения видимой останется только та часть модели, в сторону которой указывают стрелки манипулятора.





См. также:

- Выбор рассекаемых тел для 3D сечения
- Отображение результата 3D сечения

3D сечение по 2D элементам

Сечение на основе 2D элементов, принадлежащих рабочей плоскости, строится с помощью следующей опции, доступной в окне параметров команды **3D Сечение**:

Создать сечение на основе 2D построений

Исходные 2D элементы такого сечения выбираются либо в 2D окне на странице рабочей плоскости, либо в 3D окне в режиме черчения на активной рабочей плоскости.
Сечение на основе 2D элементов, принадлежащих проекции, строится с помощью следующей опции, доступной в окне параметров команды **3D Сечение**:

Создать сечение на основе 2D проекции

Исходные 2D элементы такого сечения выбираются на проекции в 2D окне.

> Такое 3D сечение может быть создано автоматически в команде создания 2D проекции при построении разреза или сечения на основе обозначения.

Как на рабочей плоскости, так и на проекции, для создания сечения можно выбрать следующие элементы:

- **Набор 2D узлов** (не менее двух)
  Для создания сечения используется ломаная линия, соединяющая выбранные узлы.

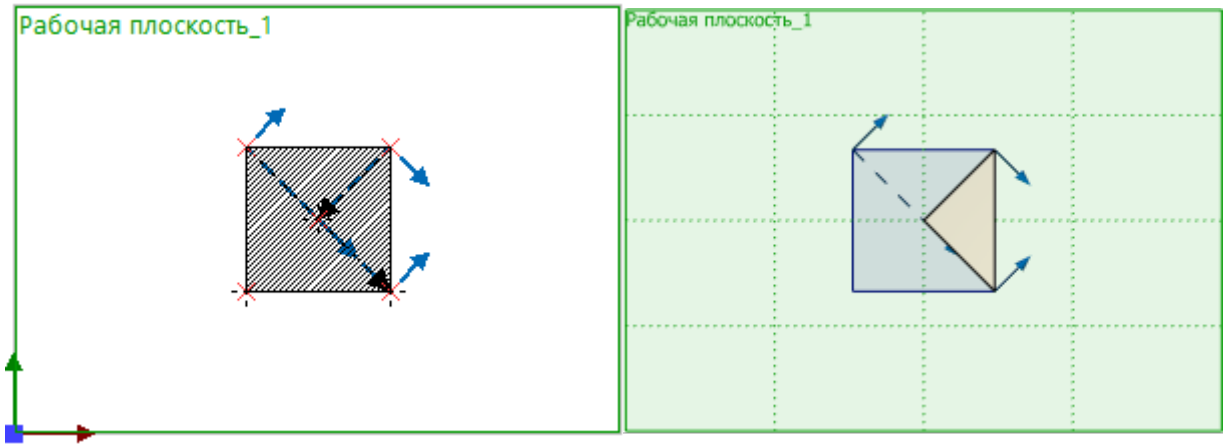
- **2D путь**
  Форма 2D пути может быть произвольной. Поэтому с помощью 2D пути можно создавать криволинейные сечения.
- **Обозначение разреза/сечения**.

Полученная плоская линия выталкивается перпендикулярно рабочей плоскости или плоскости проецирования проекции, которой принадлежат выбранные 2D элементы.

Длина выталкивания исходной линии является условной. Она используется только для отображения сечения в 3D сцене и не влияет на результат его применения. При применении сечения используются секущие поверхности, бесконечные в обе стороны вдоль направления выталкивания исходной линии.

В то же время, границы сечения в другом направлении абсолютно точны и вытекают из границ исходной линии. Поэтому при создании 3D сечения данным способом необходимо следить за тем, чтобы его исходная линия полностью пересекала 3D модель. В противном случае будет рассечена только та часть модели, которую пересекает результат бесконечного выталкивания исходной линия 3D сечения. Остальная модель будет отсечена плоскостями, перпендикулярными основным секущим поверхностям и проходящими через прямые, полученные в результате выталкивания крайних точек исходной линии

3D сечения, на основе 2D узлов и 2D путей, отображаются в окне 2D вида пунктирной линией со стрелками на концах, показывающими направление сечения. 3D сечения на основе обозначений разрезов/сечений не отображаются в 2D окне.



Рабочая плоскость, на основе которой будет строиться 3D сечение, выбирается системой самостоятельно. В тех случаях, когда можно выбрать другую рабочую плоскость (например, если на текущей странице расположено несколько рабочих плоскостей), можно воспользоваться опцией автоменю для смены рабочей плоскости:

<W> Выбрать другую рабочую плоскость

При построении сечения на основе 2D узлов, принадлежащих проекциям, оно строится на основе проекции, которой принадлежит вторая выбранная точка. Если первая точка выбрана на другой проекции, вместо неё будет использована точка на текущей проекции с такими же локальными координатами.

2D элементы для создания сечения выбираются с помощью следующих опций автоменю:

<N> Выбрать следующий узел, определяющий сечение

<C> Выбрать 2D путь

<M> Выбрать обозначение вида для создания 3D сечения

Активация данных опций включает на панели фильтров фильтры выбора элементов соответствующего типа, после чего можно выбрать желаемые элементы с помощью .
С помощью опции выбора 2D узлов можно выбирать ключевые точки линий изображения. В результате в таких точках будут автоматически созданы 2D узлы.

Первоначальное направление сечения определяется системой произвольно. При необходимости пользователь может его изменить, воспользовавшись следующей опцией автоменю:

<D> Изменить направление сечения

При применении сечения видимой останется только та часть модели, в сторону которой указывают стрелки сечения.

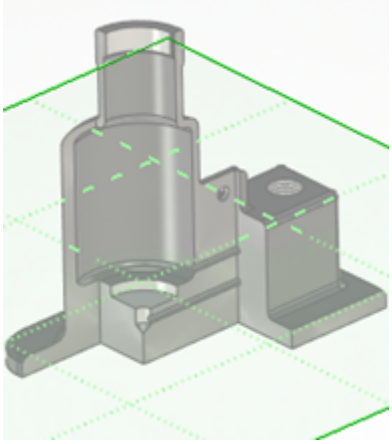
Одностороннее сечение

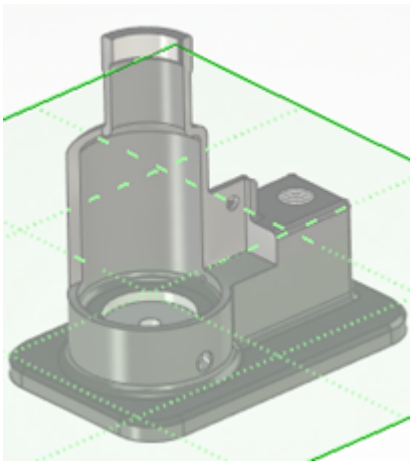
По умолчанию сечение по 2D элементам отсекает части модели, расположенные по обе стороны от родительской рабочей плоскости или плоскости проецирования.
Если активировать следующую опцию автоменю, то будет отсечена часть модели, расположенная только по одну сторону от родительской рабочей плоскости или плоскости проецирования:

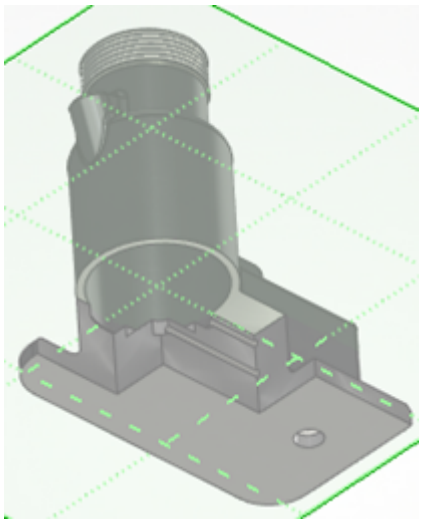
<O> Одностороннее сечение

Отсекаемая сторона выбирается системой произвольно. Сменить сторону на противоположную можно с помощью следующей опции:

<D> Изменить направление одностороннего сечения







Обычное сечение	Одностороннее сечение с направлением по умолчанию	Одностороннее сечение с изменённым направлением

См. также:

- Выбор рассекаемых тел для 3D сечения
- Отображение результата 3D сечения

3D сечение по 3D точкам

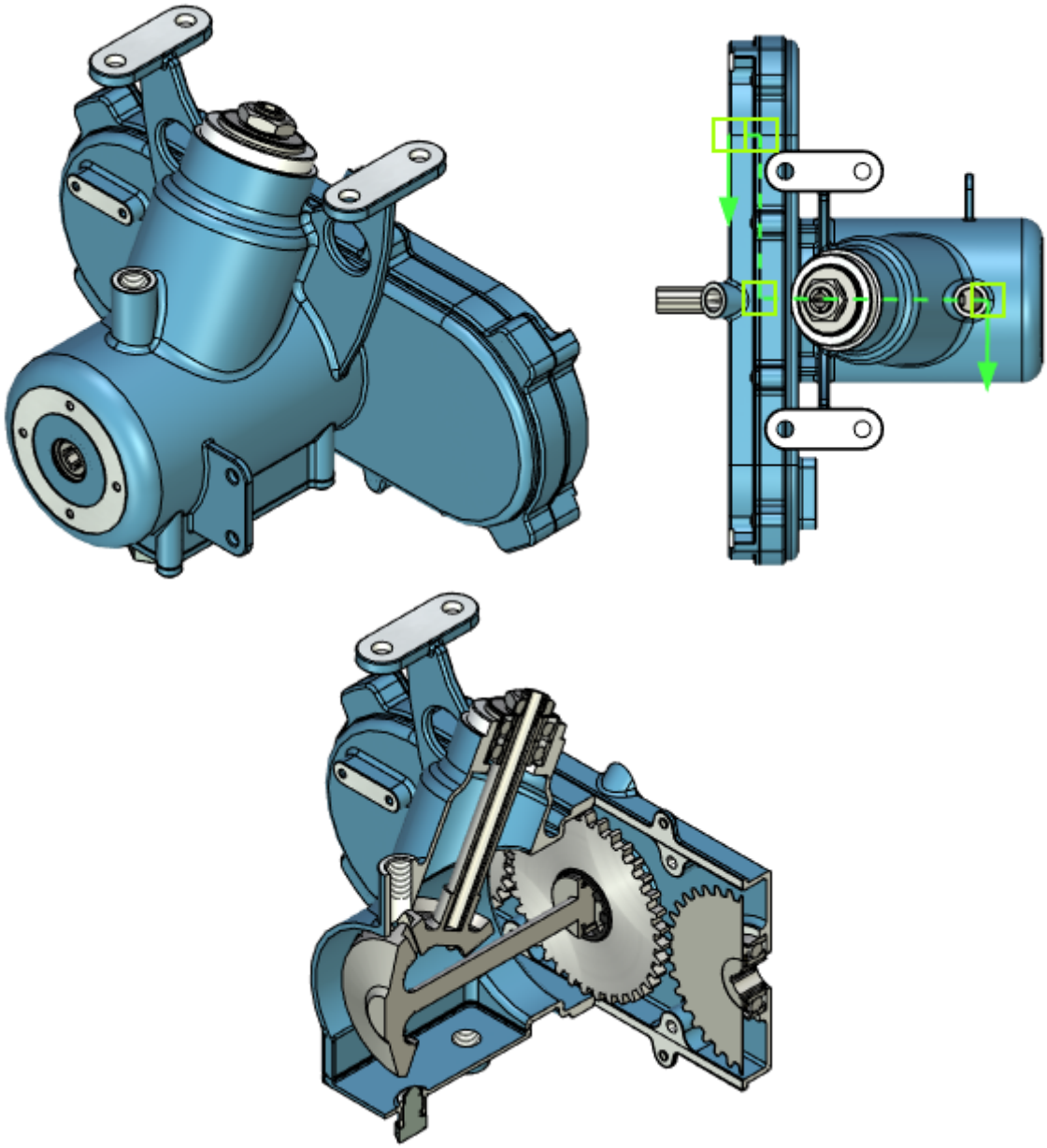
3D сечение по 3D точкам создаётся с помощью следующей опции, доступной в окне параметров команды **3D Сечение**:

Построить сечение по 3D виду

Такое сечение позволяет отсечь от модели всё, что находится по одну сторону от заданного набора последовательно соединённых плоскостей. Для задания секущих плоскостей необходимо выбрать последовательность 3D точек (3D узлов или вершин тела). Выбранные 3D точки соединяются прямолинейными отрезками. Плоскости образуются в результате выталкивания полученной ломаной перпендикулярно плоскости экрана.

> Перед созданием сечения необходимо развернуть 3D сцену перпендикулярно желаемому направлению создания сечения. Добиться этого можно, применив одну из стандартных точек взгляда или указав необходимое положение точки взгляда вручную в параметрах 3D вида. Если 3D сечение должно быть перпендикулярно какой-либо грани или плоскому ребру модели, можно воспользоваться командой **Развернуть по нормали**. Направление выталкивания ломанной определяется в момент выбора первой точки, так что при выборе последующих точек можно свободно вращать камеру.

Длина выталкивания задается системой произвольно. Она используется только для визуализации сечения в 3D сцене, не влияя на результат применения сечения. Фактически при применении сечения используются бесконечные плоскости.



Выбрать 3D точки позволяют следующие опции:

<N> Выбрать 3D узел

<V> Выбрать 3D вершину

Активация данных опций включает на панели фильтров фильтры выбора элементов соответствующего типа, после чего можно выбрать желаемые точки в 3D сцене или в дереве модели с помощью . Необходимо выбрать не менее двух точек. Максимально количество точек не ограничено. Выбранные точки соединяются последовательно в порядке их выбора. Если при задании точек одна, например, была пропущена, необходимо отказаться от сделанного выбора и выбрать все точки заново. Для сброса выбранного набора точек используется опция:

<K> Отменить все узлы, определяющие сечения

Первоначальное направление сечения определяется системой произвольно. При необходимости пользователь может его изменить, воспользовавшись следующей опцией автоменю:

<D> Изменить направление сечения

При применении сечения видимой останется только та часть модели, в сторону которой указывают стрелки сечения.

См. также:

- Выбор рассекаемых тел для 3D сечения
- Отображение результата 3D сечения

Диалог параметров 3D сечения

При создании 3D сечения диалог его параметров можно вызвать с помощью опции автоменю:

<P> Задать параметры элемента

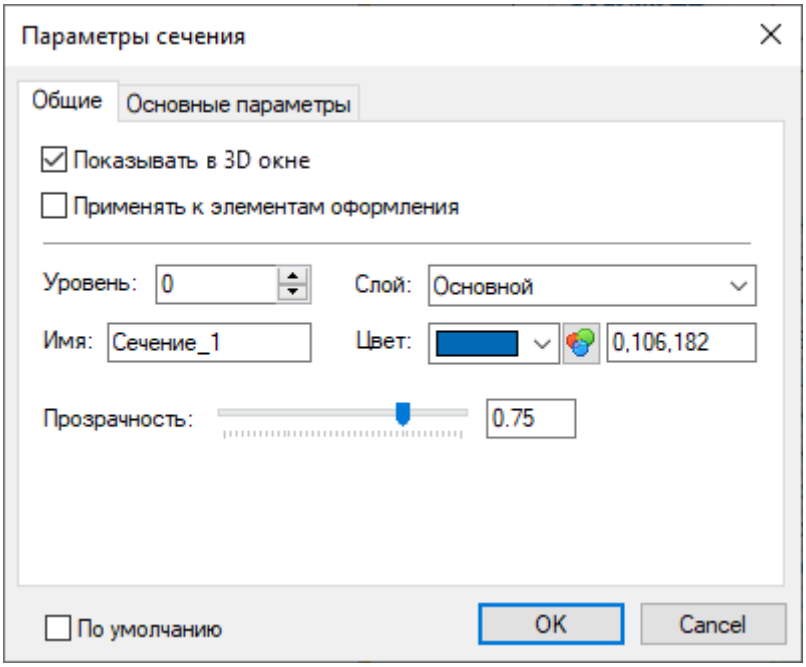
Для уже созданного сечения диалог параметров можно вызвать двойным нажатием на сечении или выбором пункта **Параметры** в его контекстном меню.
Диалог параметров 3D сечения всегда содержит следующие вкладки:

- **Общие**
  Информация о содержимом данной вкладки приведена ниже.
- **Основные параметры**
  Содержимое данной вкладки полностью повторяет содержимое одноимённой вкладки служебного окна **Параметры**, отображаемое при создании 3D сечения, и может отличаться в зависимости от типа сечения. Подробная информация приведена на страницах с описаниями каждого типа сечений. Тип уже созданного сечения нельзя изменить.

Кроме того, в нижней части диалога независимо от активной вкладки отображается флаг **По умолчанию.** Если его установить, **Уровень, Слой, Цвет, Прозрачность** и, по возможности, состояния флагов на вкладке **Основные параметры**, установленные для выбранного сечения будут применяться по умолчанию для всех вновь создаваемых 3D сечений.

Информация о преобразованиях манипуляторов ЛСК сечения и выбранной опорной геометрии недоступна в диалоге параметров. Для изменения преобразований и опорной геометрии сечения следует воспользоваться командой **Изменить**.

Общие параметры 3D сечения



Показывать в 3D окне
При установленном флаге видимость сечения в 3D окне управляется специальными командами. При снятом флаге сечение не отображается в 3D окне, независимо от команд управления видимостью элементов.

Применять к элементам оформления
По умолчанию данный флаг снят. При установленном флаге сечение применяется не только к телам модели, но и к 3Д элементам оформления.

> Данная опция работает только для графических сечений.

Уровень
Информация о данном параметре приведена в разделе Уровни.

Слой
Информация о данном параметре приведена в разделе Слои.

Имя
Все элементы модели имеют уникальное имя. Пользователь может самостоятельно задавать имя. В этом случае система следит только за уникальностью вводимого имени. При попытке ввести имя, которое уже назначено другому элементу данной модели, внесенные изменения не будут применены. Если пользователь не задаёт имя, то система генерирует имя автоматически. Подробная информация об автоматически присваиваемых именах приведена в разделе Настройка имён 3D элементов.

Цвет
Цвет, отображения сечения в 3D окне. Выбор цвета описан в разделе Цвет. Этим цветом также могут закрашиваться рассекаемые тела в плоскости сечения, если для соответствующего параметра установлено значение **Цвет сечения**.

Прозрачность
Данный параметр задаёт степень прозрачности заливки секущих плоскостей в 3D сцене. Границы плоскостей и стрелки направления сечения остаются непрозрачными независимо от данного

параметра. Прозрачность задается в диапазоне от 0 (непрозрачная плоскость) до 1 (полностью прозрачная плоскость) с помощью ползунка или поля ввода значения.

См. также:

- Параметры по умолчанию
- Задание параметров элемента

Редактировать 3D сечение

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	**Текстовое меню**
<3ESE>	Правка > Построения > 3D сечение

Команда предназначена для редактирования сечений.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды

После вызова команды можно выбрать сечение при помощи мыши. Выбор возможен в 2D окне, либо в 3D окне при условии, что у сечения установлен флаг **Показывать в 3D окне** в параметрах сечения.
Сечение можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию). Перезадание элемента полностью совпадает с командой 3D сечение.

При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Комбинация **<Shift>+** добавляет элемент к выбранным, комбинация **<Ctrl>+** исключает элемент из выбранных.

Твердотельное моделирование

В данном разделе перечислены операции системы T-FLEX CAD для твердотельного моделирования, а также общие опции, доступные при создании таких операций, и дано их краткое описание. Помимо твердотельного моделирования многие операции данного раздела могут также использоваться для поверхностного моделирования. Для выполнения базовых операций необходимо наличие вспомогательных 3D элементов, на основе которых создаётся твёрдое тело или поверхность. Другая группа операций использует уже существующие твёрдые тела и поверхности для получения более точной геометрии. По расположению в интерфейсе T-FLEX CAD операции можно разделить на следующие категории:

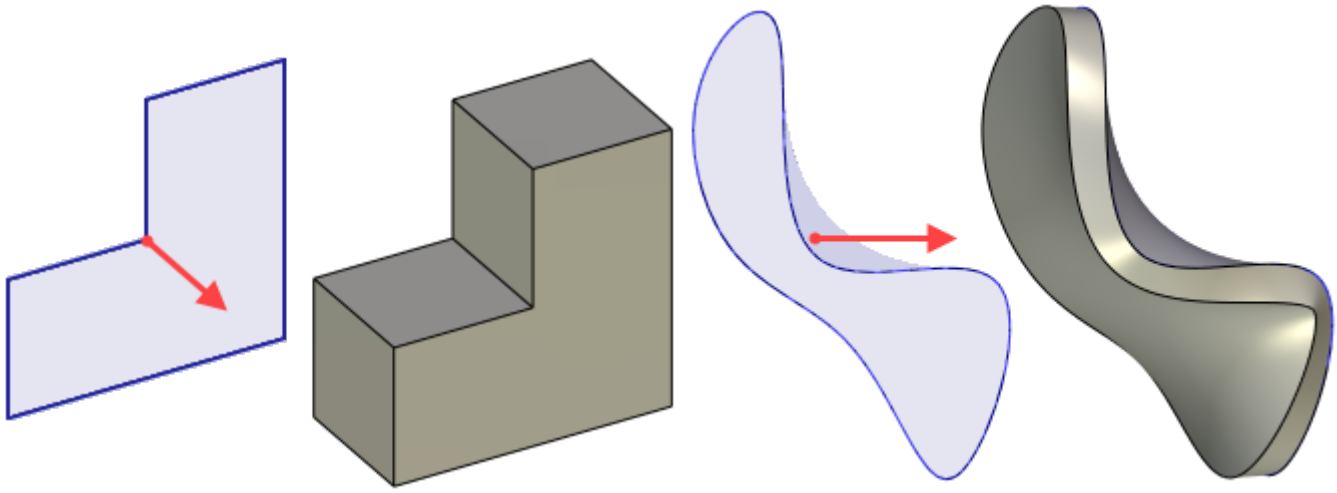
- **Основные операции**
  Команды создания основных операций доступны в группах **Операции** и **Расширенные** на вкладке ленты **3D Модель**. Краткое описание этих операций приведено ниже на текущей странице. Подробное описание общих принципов работы с ними и интерфейса команд их создания и редактирования приведено в главах текущего раздела, за исключением массивов, наложения материала, упрощения и разделения, которые описаны отдельно.

- **Специальные операции**
  Специальные операции можно разделить на следующие подкатегории:
  - **Примитив**
    Операции для создания базовых геометрических тел (**Параллелепипед, Цилиндр, Конус, Шар, Тор, Призма, Пирамида**) без необходимости дополнительных построений.
  - **Поверхности**
    Операции для работы с поверхностями и гранями тел.
  - **Листовой металл**
    Операции для создания гнутых и штампованных элементов из листового металла.
  - **Деформация**
    Операций для изменения формы тела произвольным образом.

  Каждой из перечисленных подкатегорий соответствует отдельный выпадающий список команд в группе **Специальные** на вкладке ленты **3D Модель.** Кроме того, для каждой из подкатегорий, кроме **Деформации**, доступны отдельные вкладки в ленте с аналогичными названиями.
- **Сборочные операции**
  Команды **3D Фрагмент**, **Адаптивный фрагмент**, **Внешняя модель**, **3D изображение,** предлагающие различные способы вставки в текущий документ 3D геометрии из других документов, доступны в конце группы **Расширенные** на вкладке ленты **3D Модель.** Кроме того, для них доступна отдельная вкладка ленты **Сборка.** Описание работы со сборочными операциями и интерфейса команд их создания и редактирования приведено в отдельном разделе.

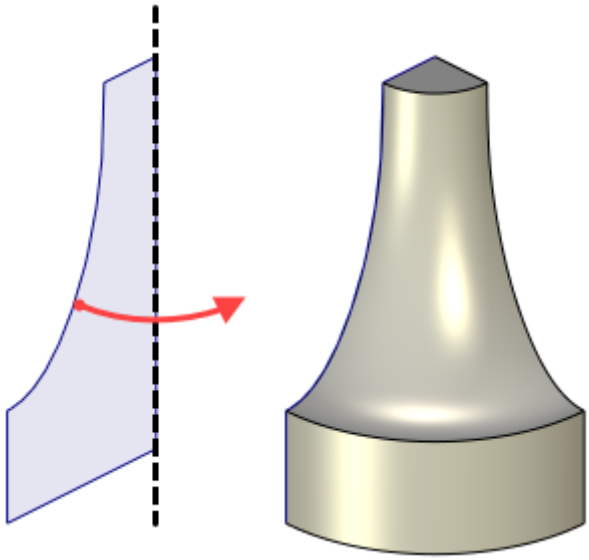
Выталкивание

Операция Выталкивание позволяет получить тело или поверхность, образующиеся при поступательном перемещении контура вдоль указанного направления. Выталкивание можно производить не только по вектору выталкивания, но и по нормали к поверхности контура в одну или в обе стороны. Таким образом можно придать толщину любой грани, в том числе и неплоской. Выталкивание контура также может производиться от грани до грани, от поверхности до поверхности, через весь объём выбранного тела.



Вращение

Операция Вращение позволяет получить тело или поверхность вращением контура вокруг заданной оси на заданный угол. Плоскость профиля может располагаться произвольным образом относительно оси. Исходный контур может располагаться произвольным образом относительно оси, но не должен её пересекать.



Сглаживания

Операция Сглаживание рёбер предназначена для получения сопряжения двух или более соприкасающихся граней, принадлежащих одному телу или поверхности. Операция Сглаживание граней позволяет строить поверхность перехода от одного набора гладко сопряженных граней к другому. Операция Сглаживание трёх граней позволяет строить поверхность перехода от одного набора гладко сопряженных граней к другому по касательной к третьему набору граней.

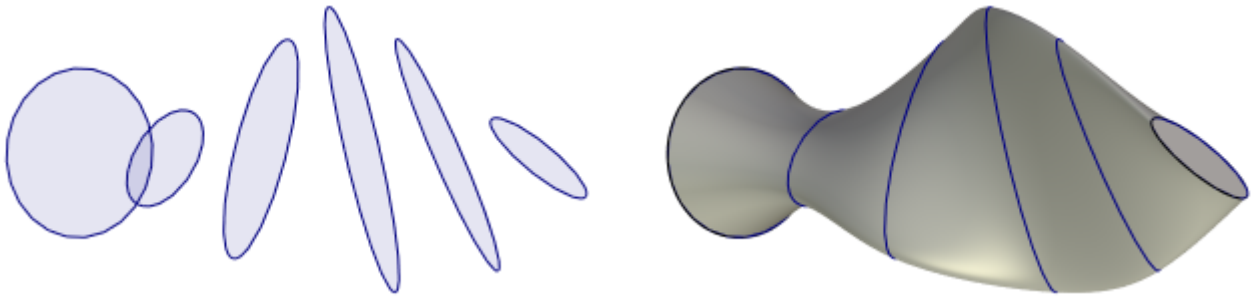
Булева

Булева операция предназначена для создания нового тела на основе двух или более уже существующих тел. В результате выполнения операции создаётся новое тело, являющееся комбинацией исходных тел.

По сечениям

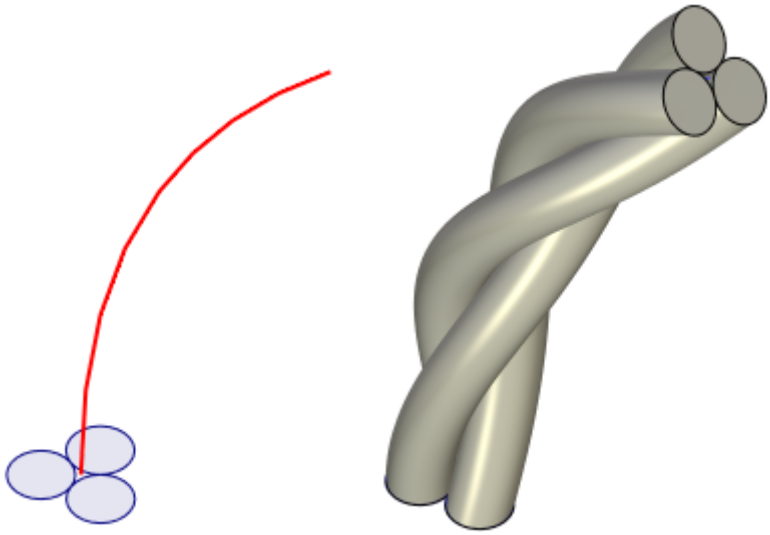
Операция По сечениям предназначена для создания новых тел или поверхностей со сложной геометрией. Сплайновые результирующие грани формируются на основе заданных в одном или

двух направлениях элементов каркаса, с учётом выбранных граничных условий. В качестве основы могут служить практически любые элементы модели, несущие в себе геометрию одного из трёх типов: точка, проволока, поверхность.



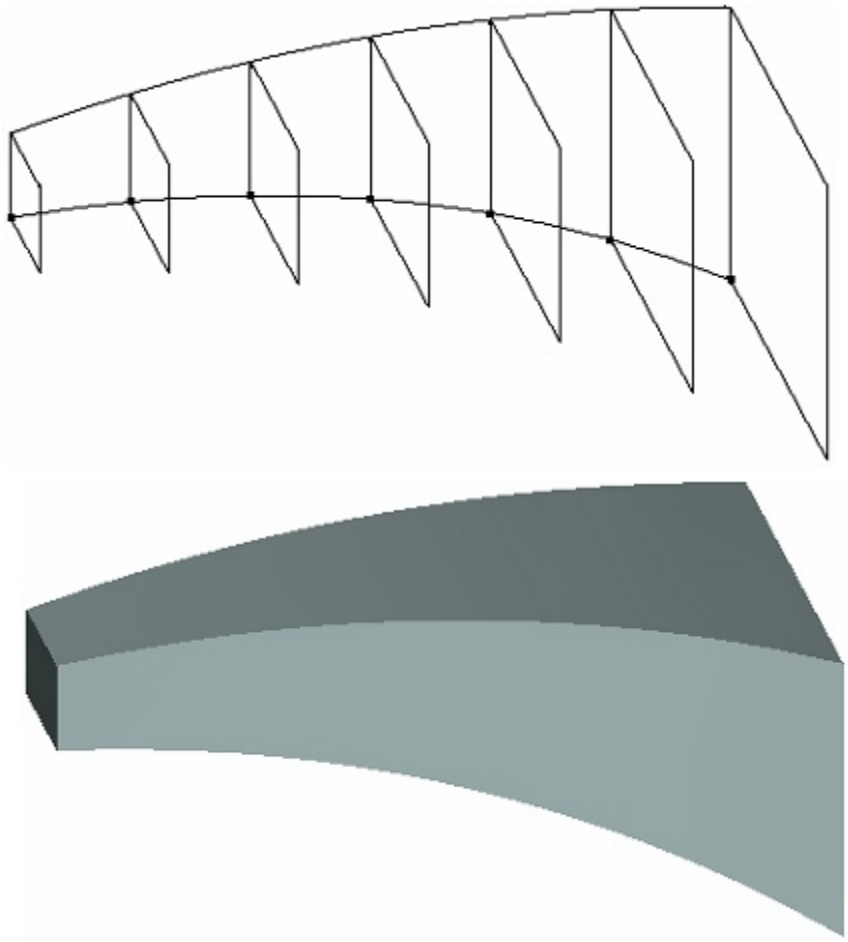
Операции создания геометрии перемещением контура по заданному пути

Операция По траектории позволяет создавать тела или поверхности путём перемещения профиля произвольной формы вдоль пространственной кривой. При движении 3D профиля по траектории можно управлять его кручением относительно оси траектории и масштабированием.



Операция Трубопровод позволяет прокладывать трубопроводы по заданной трассе, и создавать элементы соединений трубопроводов в соответствии с заданным стандартом.

Операция По параметрам служит для расширения возможностей операции **По траектории**. Исходный профиль задаётся таким образом, что при изменении одной переменной может меняться его положение и геометрия. Указывается диапазон изменения значений управляющей переменной. Конечное тело или поверхность получаются после изменения геометрической формы и положения профиля в результате пересчёта по всему диапазону значений переменной.



Копия

Операция Копия позволяет копировать существующие операции, тела, 3D элементы построения и даже наборы граней.

Симметрия

Операция Симметрия позволяет симметрично отразить выбранные 3D объекты относительно заданной плоскости.

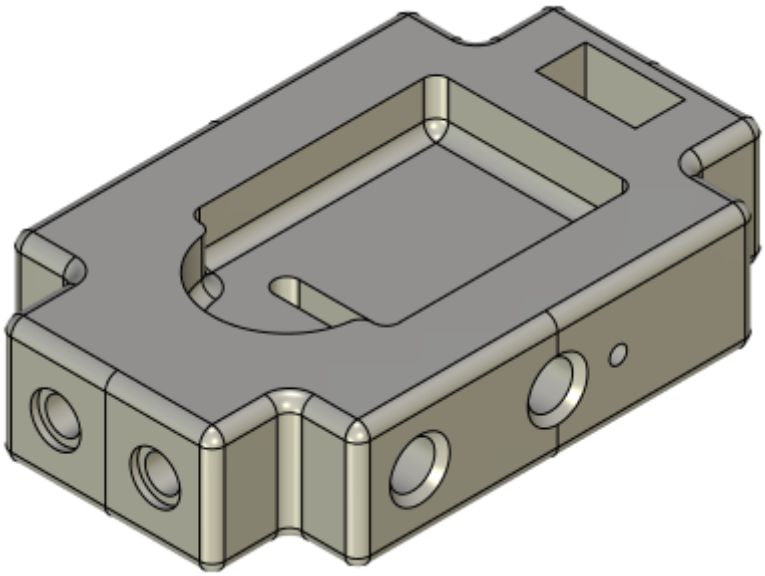
Массивы

Группа Массив включает широкий выбор операций для создания множественных копий существующих 3D объектов с различными вариантами расположения копий.

Расширенные операции

Отверстие

Операция Отверстие позволяет создавать стандартные отверстия. Работает вместе со специальной параметрической библиотекой отверстий, согласованной с современными стандартами. Команда позволяет одновременно создавать наборы отверстий и отверстия в нескольких телах, а также резьбовые отверстия. При создании резьбового отверстия на новой грани показывается косметическая резьба.



Оболочка

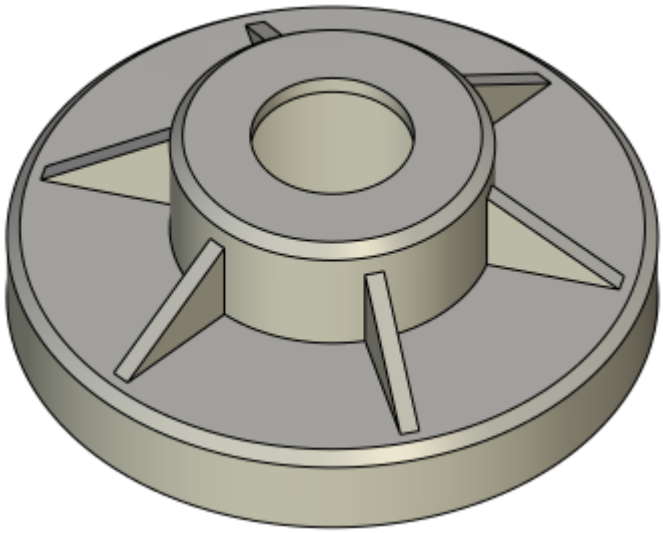
Операция Оболочка позволяет создавать оболочки на основе твёрдых тел. Оболочка представляет собой полое, тонкостенное твёрдое тело со стенками указанной толщины. При построении оболочек часть граней исходного твёрдого тела можно удалять.

Тело смещения

Операция Тело смещения позволяет создать эквидистантное не полое тело, грани которого будут смещены по нормали на указанную величину относительно граней исходного твёрдого тела.

Ребро

Операция Ребро позволяет создавать ребра жесткости твердого тела на основе одного или нескольких 3D профилей. Результатом выполнения операции является твердое тело, полученное **Булевой** операцией объединения созданного ребра жесткости с исходным телом.



Отсечение

Операция Отсечение позволяет получить тело или поверхность путем отсечения от исходного тела или поверхности лишней части, либо получить два новых тела/поверхности путем рассечения исходного тела/поверхности на две части.

Резьба

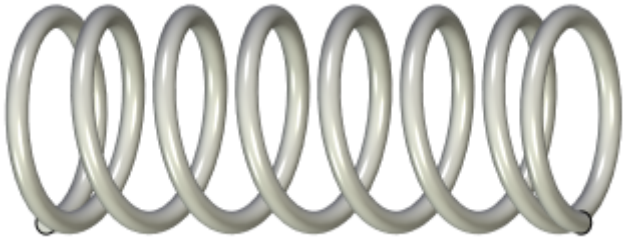
Операция Резьба позволяет создавать **косметические резьбы** на цилиндрических и конических гранях 3D модели. Косметическая резьба - это накладываемая на выбранную грань текстура, изображающая резьбу с учетом заданных границ и значений шага и направления, но не являющаяся её точным геометрическим представлением.

Спираль

Операция Спираль позволяет получить спиралевидные тела или поверхности путем перемещения профиля произвольной формы по винтовой кривой. Эту операцию можно использовать для создания точного геометрического представления резьбы. Однако, в большинстве случаев для повышения производительности используется косметическая резьба, создаваемая с помощью операции **Резьба**, которая требует меньше ресурсов компьютера.

Пружина

Операция Пружина позволяет получить тело типа пружина путем перемещения профиля-окружности вдоль винтовой кривой. В отличие от операции **Спираль**, при этом существует возможность задания сжатия и шлифовки на концах.



Уклоны

Операция Уклоны граней позволяет отклонять одну или несколько выбранных граней на заданный угол с автоматической коррекцией смежных граней. Операция Уклон тела позволяет формировать двусторонние уклоны граней тела относительно заданного направления уклона и разделяющего тела.

Наложение материала

Операция Наложение материала позволяет наложить определённый материал покрытия на одну или несколько граней модели, причем при изменении геометрии грани в результате дальнейших преобразований модели наложенный на грань материал сохраняется.

Упрощение

Операция Упрощение предназначена для удаления избыточных рёбер или вершин из заданного тела операции, а также для упрощения геометрической основы граней и рёбер.

Разделение

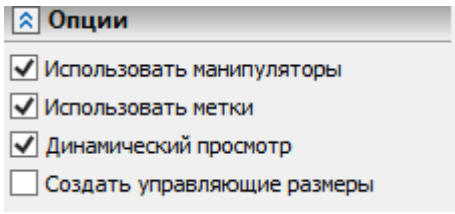
Операция Разделение предназначена для разделения на отдельные компоненты объектов, объединяющих несколько тел. Например, тело, полученное в результате создания линейного или кругового массива, булевой операции, после выполнения данной команды будет разделено на несколько тел.

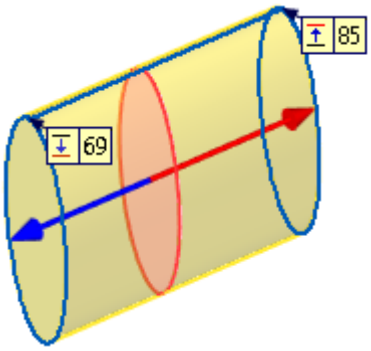
Основные темы в этом разделе:

- Примитивы
- Выталкивание
- Вращение
- Сглаживание рёбер
- Сглаживание граней
- Сглаживание трех граней
- Булева операция
- По сечениям
- По траектории
- По параметрам
- Отверстие
- Резьба
- Пружина
- Спираль
- Оболочка
- Тело смещения
- Копия 3D элементов
- Симметрия 3D элементов
- Отсечение
- Уклон граней
- Уклон тела
- Ребро жёсткости
- Деформация

Общие опции команд твердотельного и поверхностного моделирования

При создании большей части операций твердотельного и поверхностного 3D моделирования в разделе **Опции** окна **Параметры** доступны следующие флаги (все или некоторые в зависимости от конкретной операции):





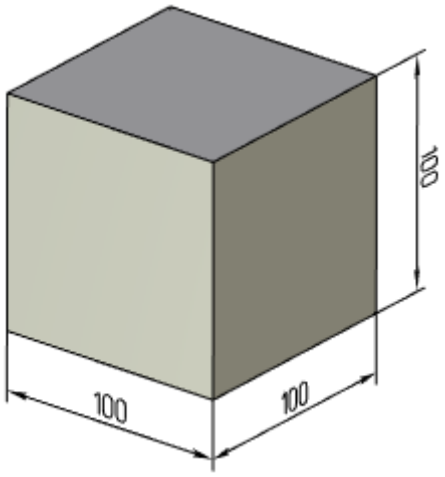
Синяя и красная стрелки	Манипуляторы
Синие рёбра	Предварительное отображение результатов операции в виде каркасных элементов
69 и 85	Метки ключевых размеров
Желтые поверхности	Динамический просмотр

Использовать манипуляторы
Включает отображение в 3D сцене манипуляторов. Также включает предварительное отображение результатов операции в виде синих каркасных элементов, автоматически обновляющихся при изменении параметров операции. Набор доступных манипуляторов, а также возможность предварительного отображения зависят от конкретной операции.

Использовать метки
Включает метки ключевых размеров в 3D сцене. Слева от значения размера отображается иконка в зависимости от типа размера. Набор размеров, доступных для отображения зависит от конкретной операции.

Динамический просмотр
Включает предварительное отображение результатов операции в виде желтых полупрозрачных поверхностей в 3D сцене, автоматически обновляющихся при изменении параметров операции.

Создать управляющие размеры
Позволяет вместе с созданием операции создать для неё управляющие размеры в 3D сцене. Не все размеры, задаваемые в параметрах операции могут созданы в качестве управляющих. Набор размеров доступных для создания в качестве управляющих зависит от конкретной операции.

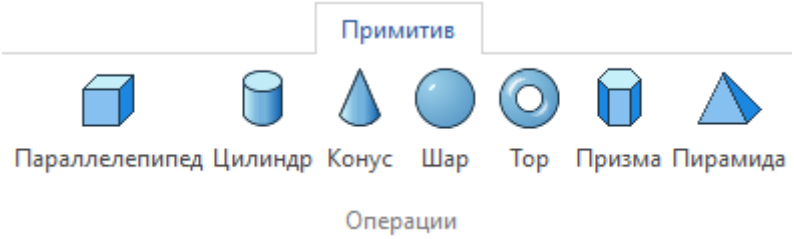


Упростить геометрию

Для некоторых операций 3D моделирования в разделах **Основные параметры** или **Дополнительные параметры** окна **Параметры** доступен флаг **Упростить геометрию**. При установке данного флага система попытается упростить геометрию создаваемой операции, заменив сплайновые поверхности аналитическими (участками цилиндра, сферы или тора) там, где это возможно.

Примитивы

Для примитивов существует отдельная вкладка в ленте:



Доступны следующие команды создания примитивов:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Специальные > Примитив > Параллелепипед Листовой металл (3D) > Операции > Заготовка > Параллелепипед Примитив > Операции > Параллелепипед
Клавиатура	Текстовое меню
<3PB>	Операции > Примитив > Параллелепипед

Вызов команды также доступен из динамической панели, вызываемой по нажатию на пустом месте в 3D сцене в режиме ожидания команды.

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Специальные > Примитив > Цилиндр Листовой металл (3D) > Операции > Заготовка > Цилиндр Примитив > Операции > Цилиндр
Клавиатура	Текстовое меню
<3PY>	Операции > Примитив > Цилиндр

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Специальные > Примитив > Конус Листовой металл (3D) > Операции > Заготовка > Конус Примитив > Операции > Конус
Клавиатура	Текстовое меню
<3PO>	Операции > Примитив > Конус

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Специальные > Примитив > Шар Примитив > Операции > Шар
Клавиатура	Текстовое меню
<3PS>	Операции > Примитив > Шар

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Специальные > Примитив > Тор Примитив > Операции > Тор
Клавиатура	Текстовое меню
<3PT>	Операции > Примитив > Тор

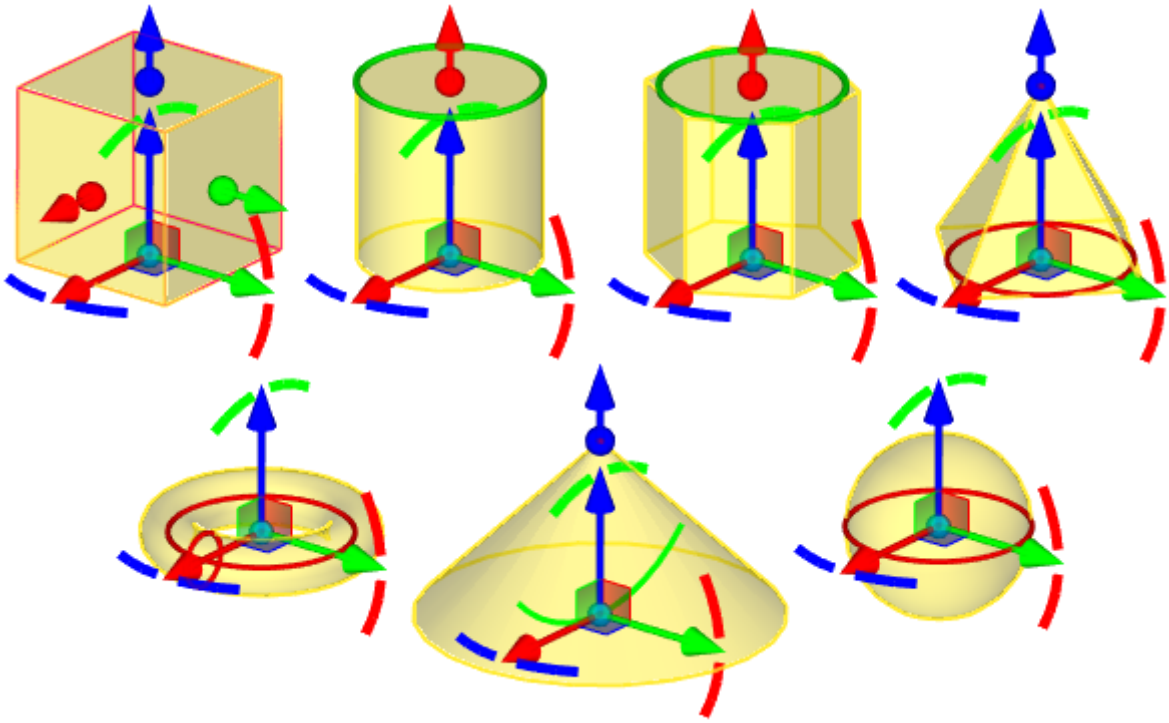
Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Специальные > Примитив > Призма Листовой металл (3D) > Операции > Заготовка > Призма Примитив > Операции > Призма
Клавиатура	Текстовое меню
<3PZ>	Операции > Примитив > Призма

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Специальные > Примитив > Пирамида Примитив > Операции > Пирамида
Клавиатура	Текстовое меню
<3PV>	Операции > Примитив > Пирамида

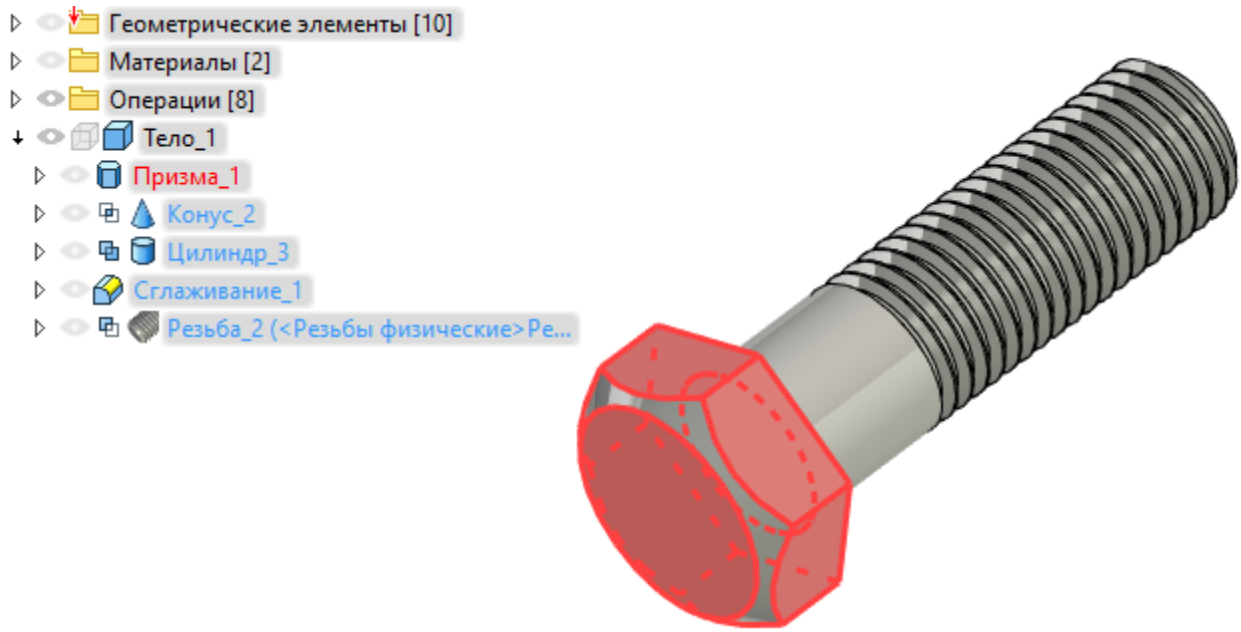
Основные понятия и возможности

Операции, объединённые в группу **Примитив**, позволяют создавать базовые геометрические тела: **Параллелепипед, Цилиндр, Конус, Шар, Тор, Призму** и **Пирамиду** без создания дополнительных элементов построения.

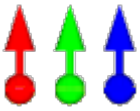
После выбора из списка одной из команд в 3D сцене появляется соответствующее тело.



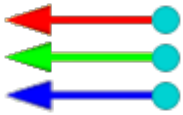
Для примитивов можно задать положение и основные размеры и сразу выполнить над ними булеву операцию. Это позволяет быстро создавать модели на основе примитивов.



Для тел доступны следующие манипуляторы:



Манипуляторы изменения размера тела



Манипуляторы перемещения вдоль осей

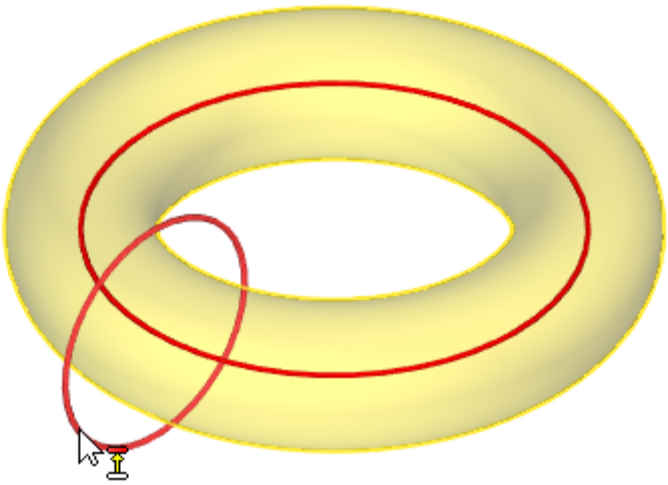
Манипуляторы вращения вокруг осей

Манипуляторы перемещения в плоскости

Манипуляторы изменения относительно оси X обозначаются красным цветом, Y - зелёным, Z - синим.

> Все преобразования, выполненные с помощью манипуляторов перемещения и поворота, отображаются в окне Параметры в разделе **Преобразования**.

Для изменения диаметров тел вращения используются специальные манипуляторы.



Эти же манипуляторы доступны в режиме «прозрачного редактирования», когда выбранная операция сразу доступна для редактирования посредством манипуляторов.

Основные темы в этом разделе:

- Опции Автоменю Примитивов
- Параметры Примитивов
- Дополнительные возможности Примитивов

Опции Автоменю Примитивов

При выборе операции создания любого варианта примитива в автоменю становятся доступны следующие опции:

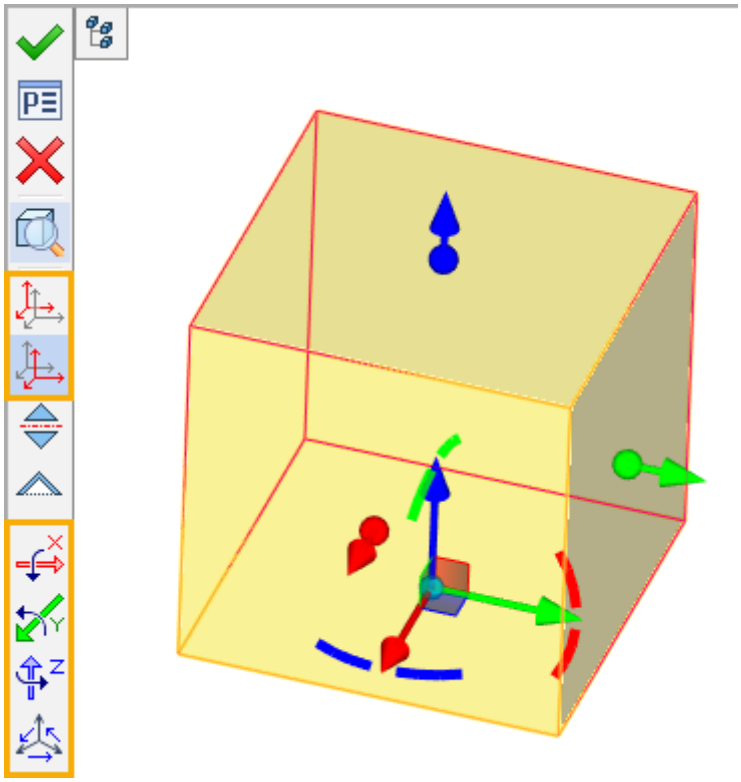
	<S>	Выбрать или создать исходную систему координат
	<T>	Выбрать или создать заново целевую систему координат
	<Y>	Симметрия
	<U>	Тонкостенный элемент
	<A>	Повернуть систему координат вокруг оси X на 90°
	<O>	Повернуть систему координат вокруг оси Y на 90°
	<Z>	Повернуть систему координат вокруг оси Z на 90°
	<8>	Циклический поворот системы координат
	<9>	Перемещение
	<Ctrl+T>	Выбрать исходное тело для булевой операции
	<Ctrl+B>	Режим создания булевой операции

Системы координат

В автоменю для каждого типа примитива доступны опции для задания исходной и целевой локальной системы координат.
Исходная ЛСК связана с примитивом и позволяет точно задать его положение в сцене. Исходная ЛСК может быть совмещена с целевой ЛСК, которая заранее создана в сцене. При этом их оси и положение начала координат будут совмещены. Также доступны опции поворота ЛСК вокруг собственных осей.

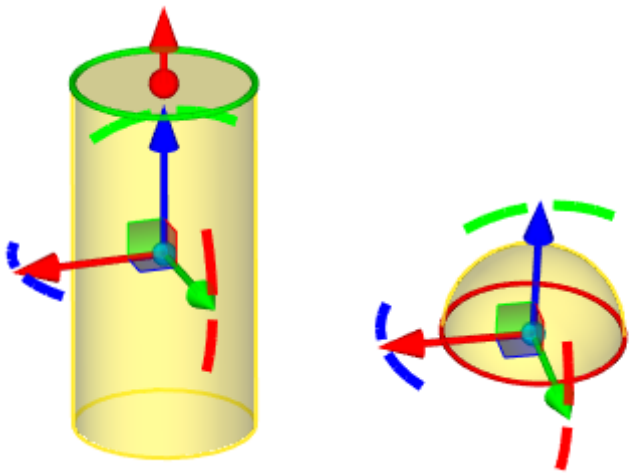
> Подробная информация по преобразованиям ЛСК приведена в разделе Преобразование 3D элементов.

Все примененные таким образом преобразования ЛСК отображаются во вкладке Преобразования окна **Параметры**.



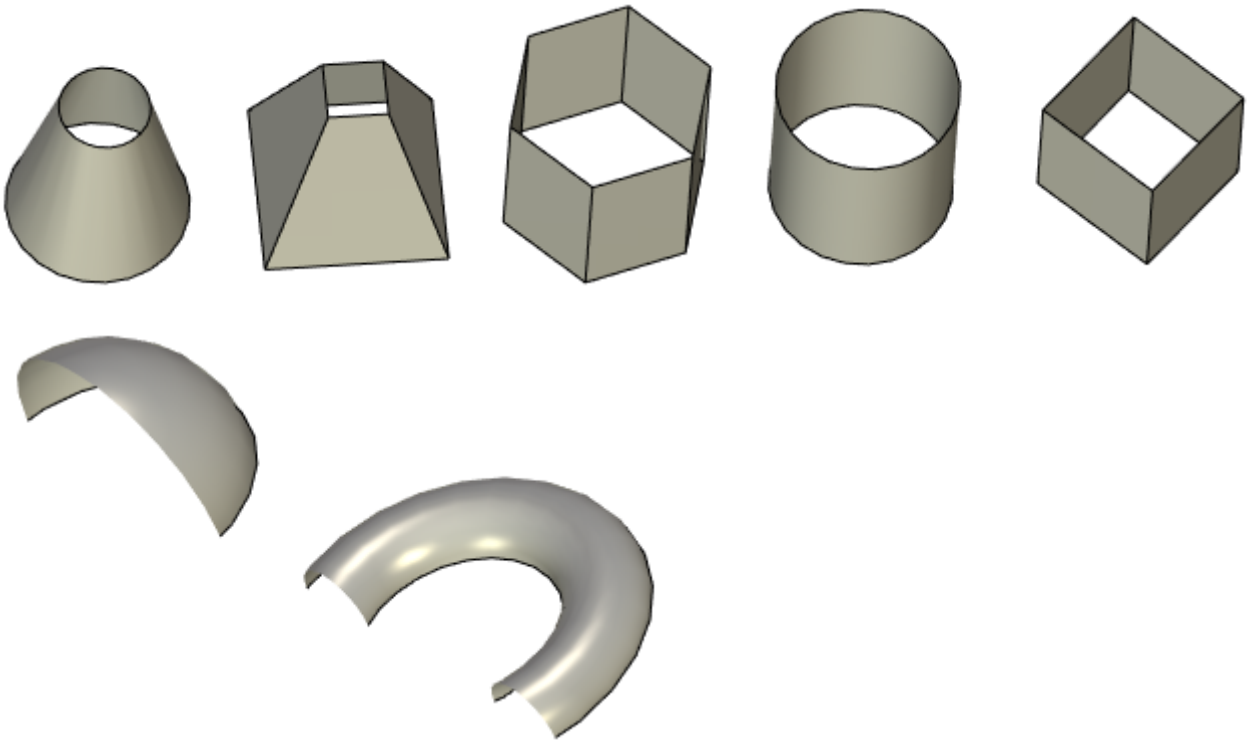
Симметрия

Для всех команд группы **Примитив**, кроме команды **Пирамида**, в автоменю доступна опция **Симметрия**. После её использования создаётся единое тело примитива, состоящее из двух частей симметричных относительно плоскости XY, а исходная система координат примитива расположена в центре тела. При этом не создаются дополнительные операции симметрии.
Для примитивов **Шар** и **Тор** опция включена по умолчанию. Если отключить данную опцию для **Шара** или **Тора**, то создается только нижняя половина примитива (обрезанная по плоскости XY).
Активация/деактивация данной опции в автоменю тождественна установке/снятию флага Симметрия в окне **Параметры**.



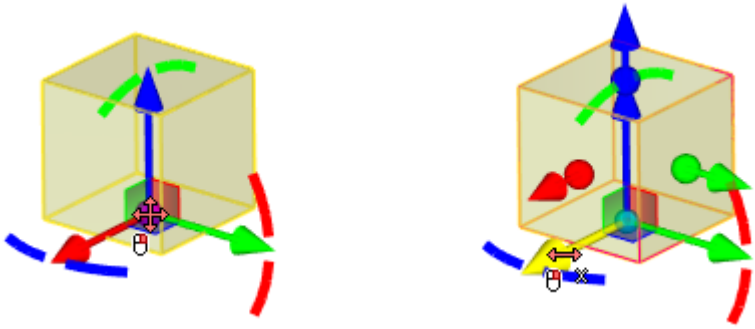
Тонкостенный элемент

Для всех команд группы **Примитив** доступна опция **Тонкостенный элемент** . Если данная опция выключена, то создаётся твердое тело, если включена - поверхность нулевой толщины. Для команд **Параллелепипед**, **Цилиндр**, **Конус**, **Призма** и **Пирамида** независимо от состояния опции **Симметрия**, а также для команд **Шар** и **Тор** при выключенной опции **Симметрия** включение данной опции в автоменю приводит к исключению из построения граней параллельных плоскости XY ЛСК примитива (**Донышка** и **Крышки**). Расширенные настройки тонкостенного элемента (возможность задать **Толщину** и создать **Донышко** и **Крышку**) доступны в окне Параметры.



Перемещение

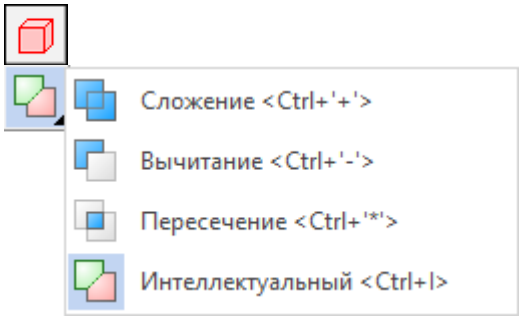
Опция **Перемещение** позволяет изменять способ перемещения примитива в сцене. Если опция активна, то примитив перемещается вслед за курсором. Если опция не активна, то для перемещения примитива используются манипуляторы. Все примененные обоими способами преобразования ЛСК отображаются в поле Преобразования окна **Параметры**.



Использование создаваемого тела в булевой операции

В нижней части автоменю находятся опции создания булевой операции.

> Подробная информация по данным опциям приведена в разделе Использование Булевой операции при создании других операций.



См. также:

- Предварительный просмотр

Параметры Примитивов

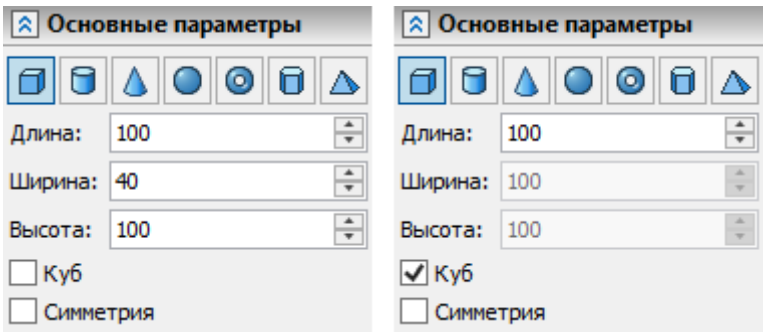
Для каждой операции группы **Примитив** во вкладке **Основные параметры** окна **Параметры** отображается свой набор основных параметров. При изменении размеров примитивов с помощью манипуляторов в 3D сцене, соответствующие значения в окне параметров также изменяются. При перемещении манипулятора значение изменяемого размера отображается в верхней части 3D окна.

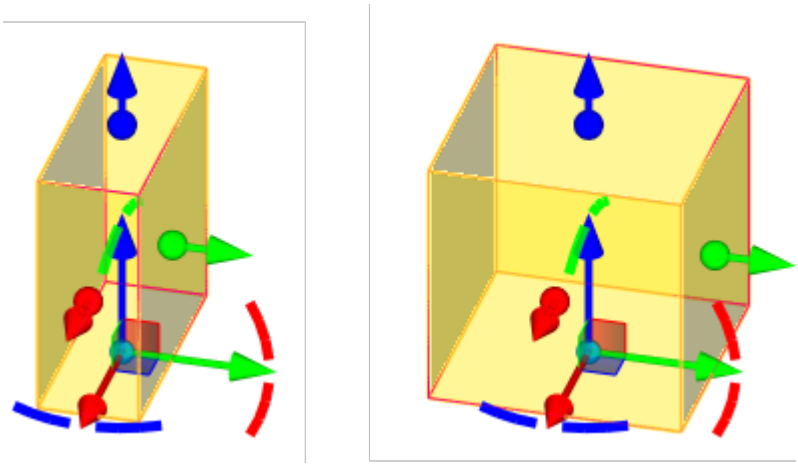
Также есть общие параметры, отображаемые независимо от типа выбранного примитива в остальных вкладках окна **Параметры**.

Параллелепипед

Для параллелепипеда можно задать следующие параметры: **Длина, Ширина, Высота**.

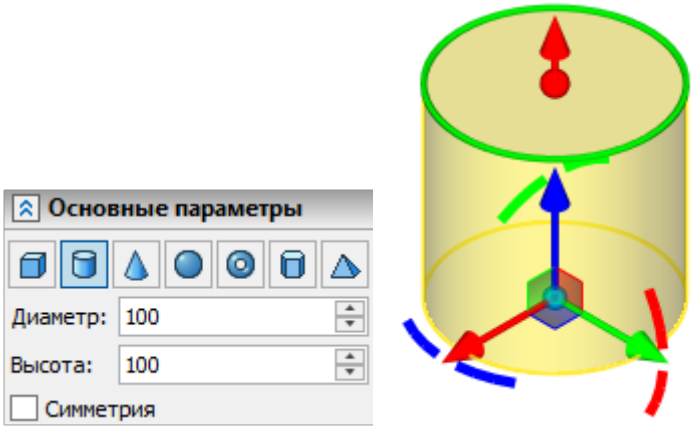
При установке флага **Куб** доступным для заполнения остаётся только поле параметра **Длина**, в котором можно задать длину всех сторон куба.





Цилиндр

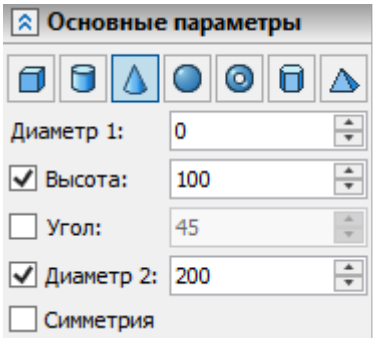
Для цилиндра доступно задание его **Диаметра** и **Высоты**.

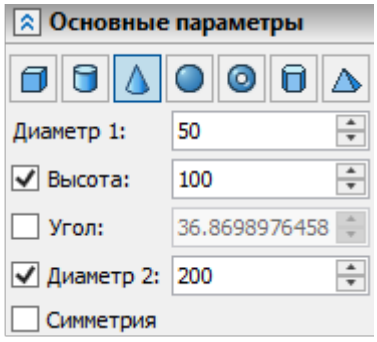


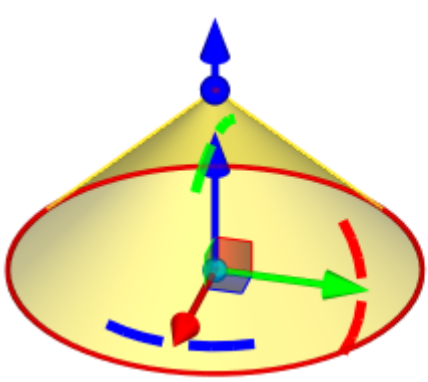
Конус

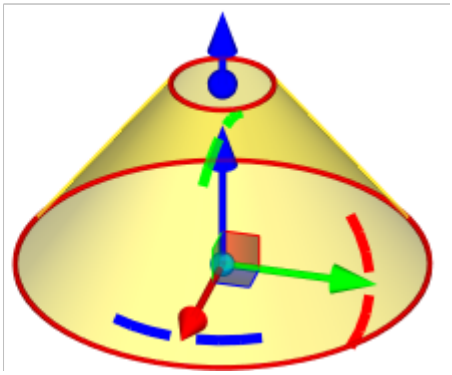
Для конуса можно задать диаметры, высоту и угол. **Диаметр 1** - диаметр вершины конуса. **Диаметр 2** - диаметр основания конуса.

Так как значения параметров **Высота**, **Угол** и **Диаметр 2** зависят друг от друга, возможно одновременное задание пользователем лишь любых двух из этих параметров, тогда как третий будет вычислен автоматически.



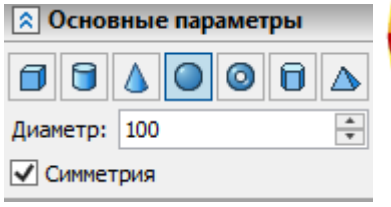


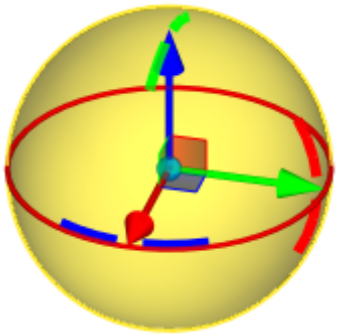




Шар

Для шара доступно задание его **Диаметра**.

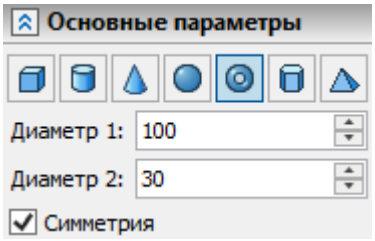


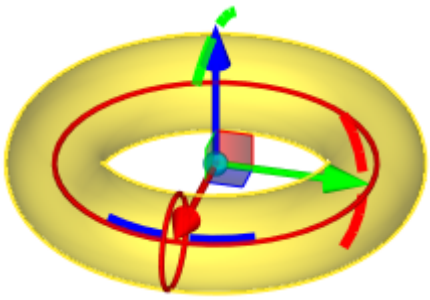


Тор

Для тора доступно задание двух его диаметров.

Диаметр 1 отвечает за диаметр окружности вращения, а **Диаметр 2** - диаметр профиля.

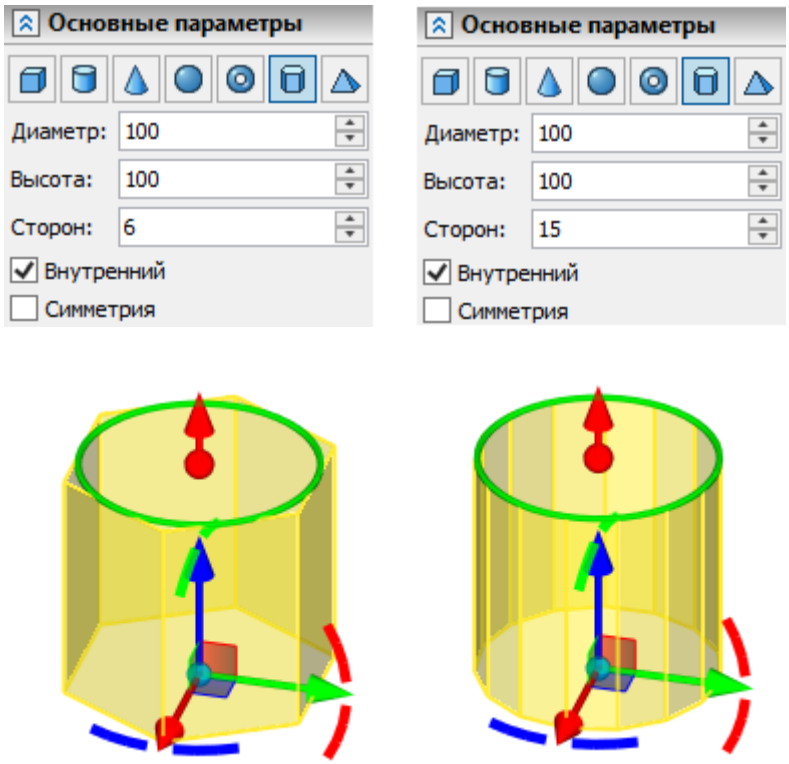




Призма

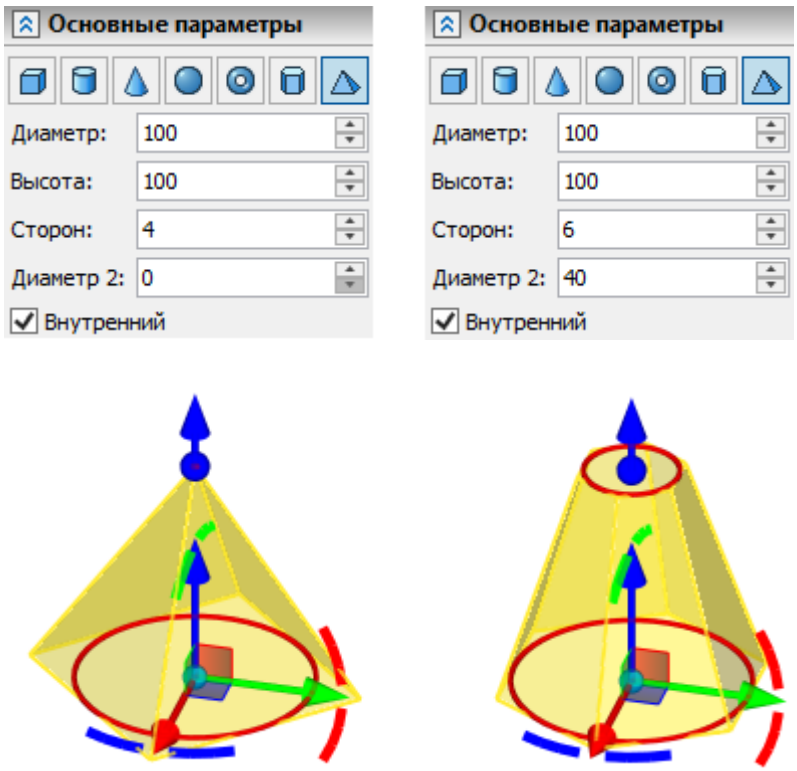
Для призмы доступно задание **Диаметра** вписанной или описанной окружности, **Высоты** и количества **Сторон**.

Флаг **Внутренний** отвечает за расположение многоугольника относительно окружности. При установке флага окружность вписывается в многоугольник, при снятии - многоугольник вписывается в окружность.



Пирамида

Для пирамиды можно задать диаметры вписанных или описанных окружностей основания и вершины, **Высоту** и количество **Сторон**. **Диаметр** - диаметр основания пирамиды. **Диаметр 2** - диаметр вершины пирамиды. Флаг **Внутренний** отвечает за расположение многоугольников относительно окружности. При установке флага окружности вписываются в многоугольники, при снятии - многоугольники вписываются в окружности.



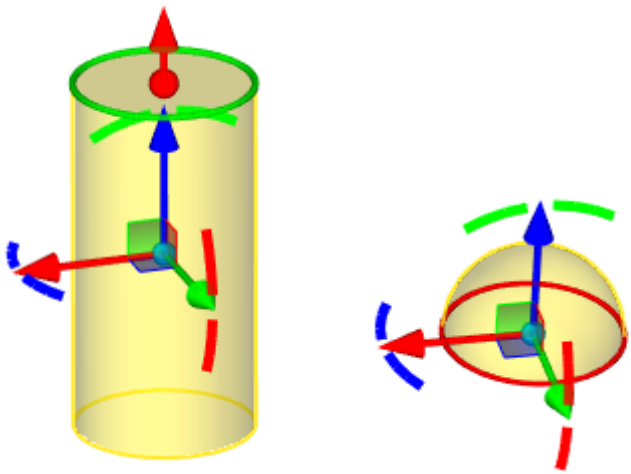
Общие параметры примитивов

Симметрия

Для всех команд группы **Примитив**, кроме команды **Пирамида**, во вкладке **Основные параметры** окна **Параметры** доступен флаг **Симметрия**. При его установке создаётся единое тело примитива, состоящее из двух частей симметричных относительно плоскости XY, а исходная система координат примитива расположена в центре тела. При этом не применяются дополнительные операции симметрии.

Для примитивов **Шар** и **Тор** флаг установлен по умолчанию. Если его снять для **Шара** или **Тора**, то создается только нижняя половина примитива (обрезанная по плоскости XY).

Установка/снятие флага **Симметрия** в окне **Параметры** тождественна активации/деактивации опции Симметрия в автоменю.



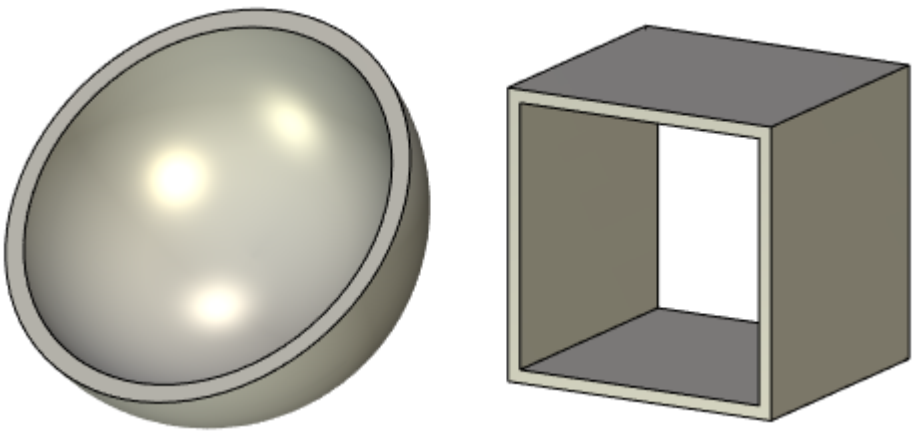
Тонкостенный элемент

Для всех команд группы **Примитив** доступен флаг **Тонкостенный элемент** в одноименной вкладке окна **Параметры.**

Установка флага **Тонкостенный элемент** активирует возможность выбора способа задания толщины тонкостенного элемента из выпадающего меню.

При выборе **Нет** в поле способа задания толщины создается поверхность нулевой толщины. При выборе **Наружу**, **Внутрь** или **Симметрично** активируется поле задания значения толщины элемента, откладываемой в соответствии с выбранным способом, и создается твердое тело.

Для команд **Параллелепипед**, **Цилиндр**, **Конус**, **Призма** и **Пирамида** независимо от состояния опции **Симметрия**, а также для команд **Шар** и **Тор** при снятом флаге **Симметрия** доступна возможность включить или исключить из построения грани параллельные плоскости XY ЛСК примитива. Установка флага **Донышко** включает грань у основания примитива, флага **Крышка** - грань у вершины. Толщины донышка и крышки можно задать отдельно от толщины остальных элементов примитива.



Преобразования

Во вкладке **Преобразования** окна **Параметры** отображаются все преобразования ЛСК примитива, примененные в результате применения соответствующих опций автоменю, работы с манипуляторами, а также применения команды Преобразование. В правой части поля также присутствуют кнопки создания новых преобразований.

> Подробная информация по преобразованиям ЛСК приведена в разделе Преобразование 3D элементов.

См. также:

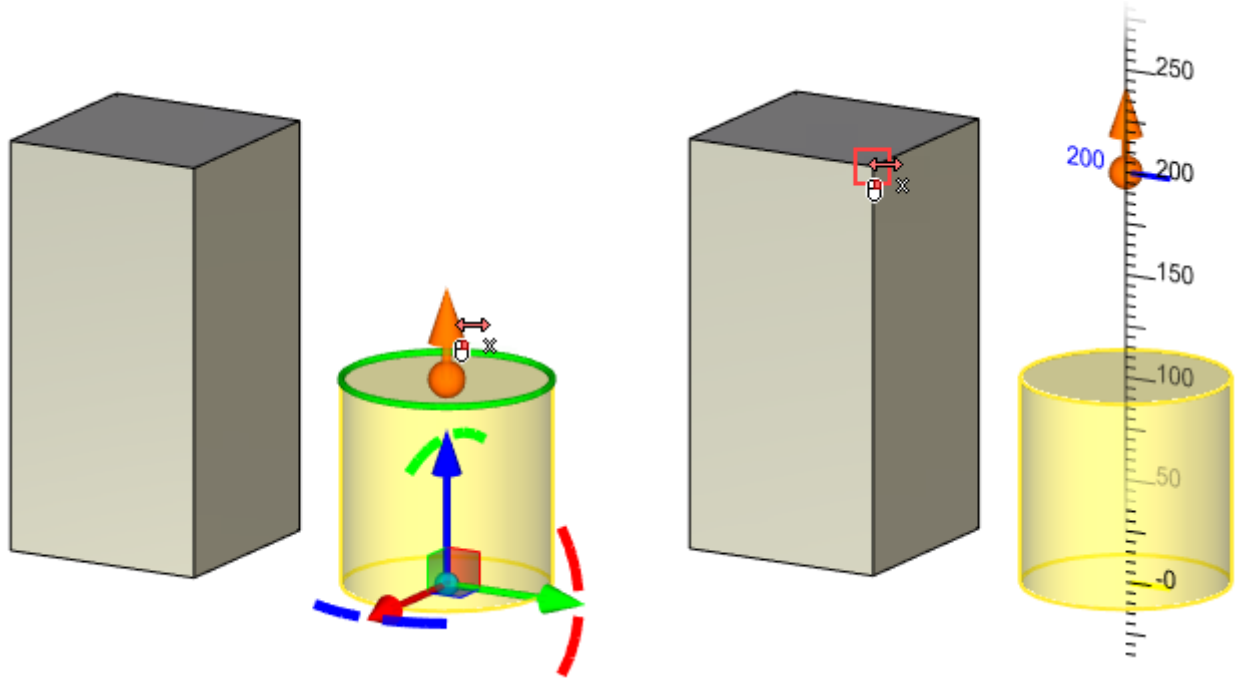
- Общие параметры 3D элементов
- Общие опции команд твердотельного моделирования

Дополнительные возможности Примитивов

Привязка размеров примитивов к геометрии в сцене

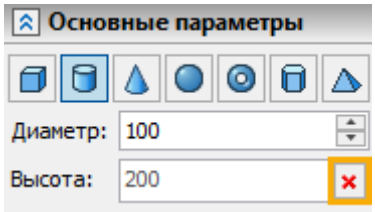
Имеется возможность привязывать размеры примитивов к существующей в сцене геометрии.

Для этого необходимо по манипулятору соответствующего размера и указать точку на существующей в сцене геометрии с помощью .



Примитив будет изменяться вместе с телом, к которому привязаны его параметры.

Параметр примитива, привязанный к существующей геометрии становится недоступным для редактирования пользователем во вкладке **Основные параметры** окна **Параметры**. Для разрыва связи можно воспользоваться специальной опцией, которая появляется возле соответствующего параметра.

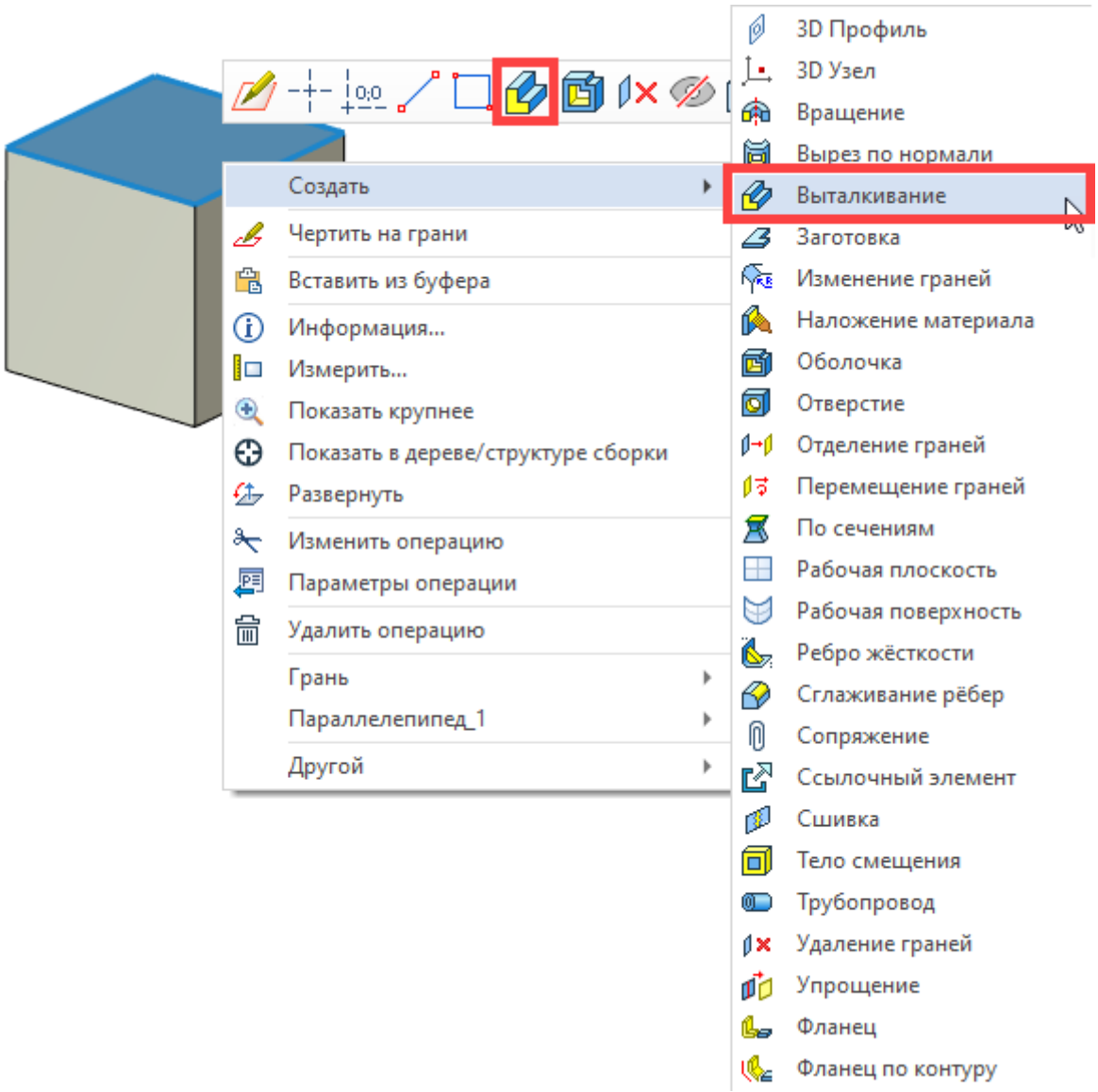


Выталкивание

Вызов команды:

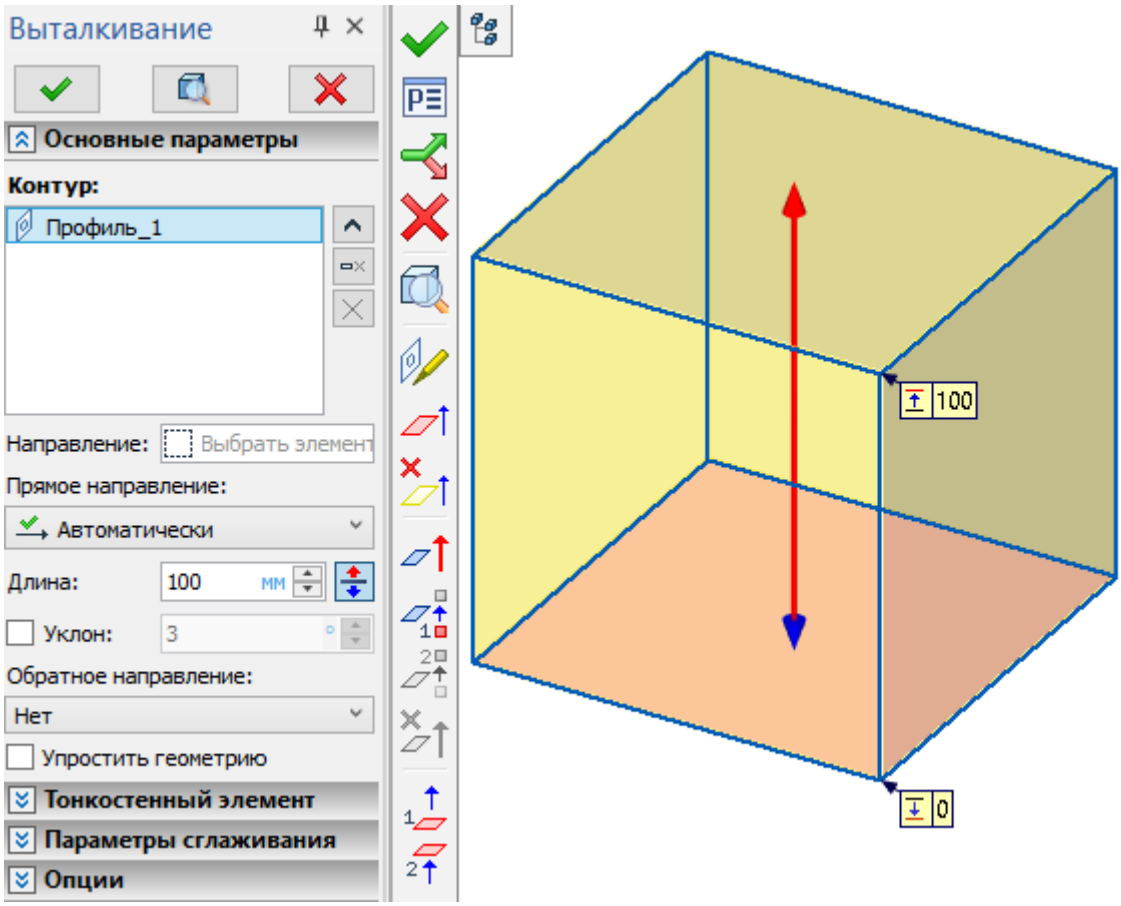
Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Операции > Выталкивание Листовой металл (3D) > Расширенные > Выталкивание Рабочая плоскость > 3D Модель > Выталкивание Поверхности > Расширенные > Выталкивание
Клавиатура	Текстовое меню
<3X>	Операции > Выталкивание

Вызов команды также доступен из динамической панели или из контекстного меню для выбранного контура, в режиме ожидания команды.



Операция **Выталкивание** позволяет создавать тела прямолинейным перемещением формообразующего элемента (контура выталкивания). В системах твердотельного моделирования операция выталкивания используется, как правило, чаще других.

По умолчанию выталкивание производится по нормали к поверхности исходного контура. Опционально можно задать произвольный вектор в качестве направления выталкивания.
Диалоговое окно представлено ниже:



В качестве контура выталкивания можно использовать элементы проволочной геометрии (как плоские, так и пространственные), а также грани и ребра твердых тел и поверхностей. Также возможен множественный выбор нескольких элементов одного типа. Результатом операции может быть как твердое тело, так и поверхность в зависимости от выбранного контура и параметров тонкостенного элемента.
Границы и направление выталкивания можно задавать различными способами, в том числе привязкой к другими элементами модели. Привязка контура, границ и направления сохраняется после создания операции, так что при изменении исходных объектов, выталкивание автоматически перестроится в соответствии с изменениями объектов привязки. Дополнительные параметры операции позволяют задавать уклон граней и сглаживание рёбер результирующего тела.

Основные темы в этом разделе:

- Общие сведения о Выталкивании
- Границы Выталкивания
- Дополнительные возможности Выталкивания
- Создать Выталкивание
- Изменить Выталкивание

Общие сведения о Выталкивании

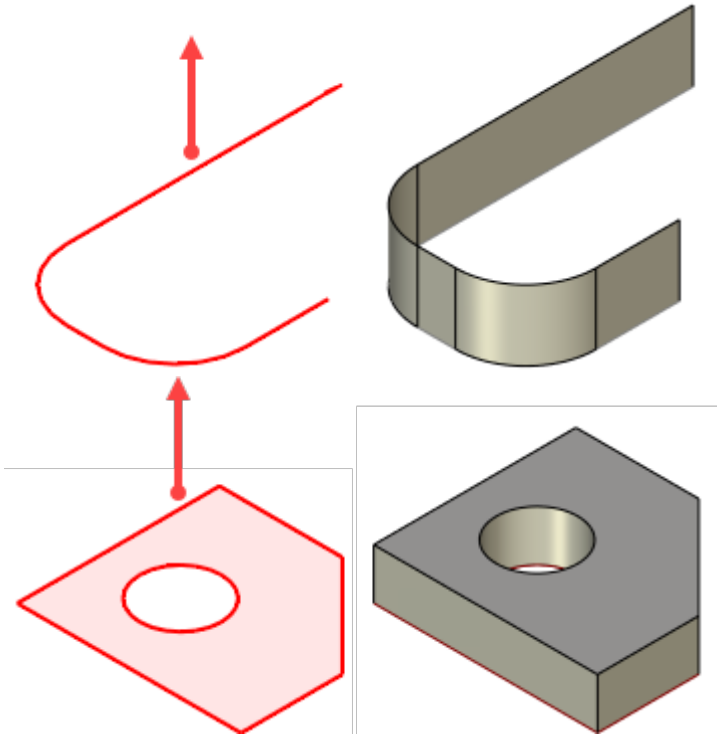
В данном подразделе описаны общие принципы построения геометрии. Интерфейс создания операции подробно описан в подразделах Создание и Дополнительные возможности.

Контур выталкивания

В качестве контура выталкивания можно использовать элементы проволочной геометрии (как плоские, так и пространственные), а также грани и ребра твердых тел и поверхностей. Также возможен множественный выбор нескольких элементов одного типа. По умолчанию результатом операции может быть твердое тело или поверхность в зависимости от выбранного контура:

- при выборе замкнутого 3D профиля или грани результатом операции будет твердое тело;
- при множественном выборе нескольких замкнутых 3D профилей или граней результатом операции будет единое твердое тело, визуально состоящее из нескольких частей;
- при выборе ребра результатом операции будет поверхность, независимо от того, замкнутое ребро или нет;
- при выборе одного незамкнутого контура результатом операции будет поверхность;
- при множественном выборе нескольких незамкнутых контуров результатом операции будет поверхность, даже если выбранные объекты вместе образуют замкнутый контур.

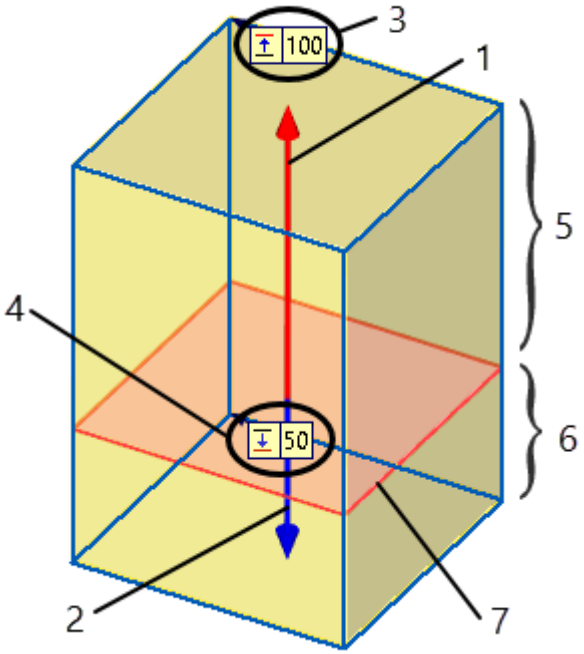
Однако, для контуров, дающих по умолчанию твердое тело, существует возможность построить поверхность. А для контуров, дающих по умолчанию поверхность, существует возможность придать данной поверхности толщину. Это осуществляется с помощью задания параметров Тонкостенного элемента.



Направление выталкивания

Траектория перемещения контура при создании выталкивания определяется направлением выталкивания. По умолчанию выталкивание производится по нормали к поверхности исходного контура. Опционально можно задать произвольный вектор в качестве направления выталкивания.

В обоих случаях различают прямое и обратное направления перемещения контура. Прямое направление совпадает с направлением нормали или вектора выталкивания. Обратным называется направление, противоположное прямому. При создании выталкивания допускается перемещение контура в обоих направлениях. По умолчанию система предлагает создавать выталкивание в прямом направлении.

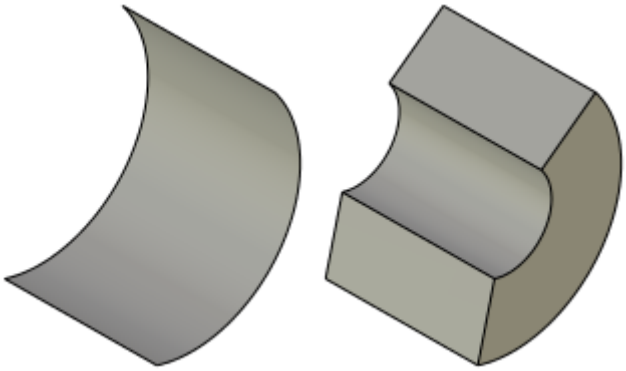


1	Прямое направление выталкивания
2	Обратное направление выталкивания
3	Длина выталкивания в прямом направлении
4	Длина выталкивания в обратном направлении
5	Результат выталкивания в прямом направлении
6	Результат выталкивания в обратном направлении
7	Контур выталкивания

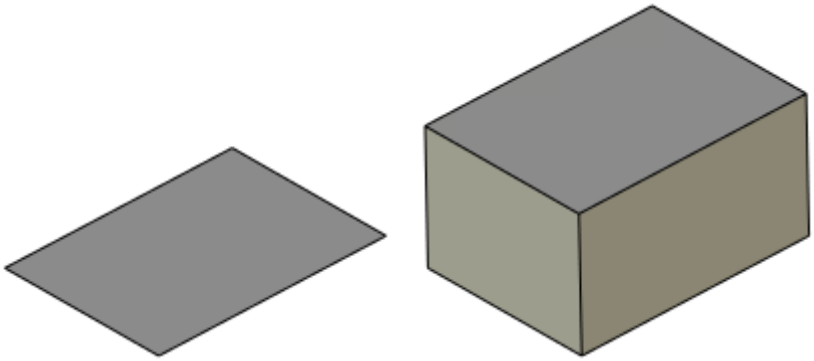
Выталкивание по нормали

Выталкивание по нормали предлагается системой автоматически для контуров, для которых возможен расчет номали. Каждая точка контура перемещается вдоль отдельной прямой, определяемой нормалью к поверхности контура в данной точке. Выталкивание в этом случае можно представить как построение эквидистанты к исходному контуру, причём отступ эквидистанты от исходного контура в данном случае определяется заданной длиной выталкивания.

На практике чаще всего выталкиванию подвергаются плоские контуры, для которых направление нормалей во всех точках контура совпадает. Условно можно считать, что в этом случае плоский контур поступательно перемещается вдоль одной прямой, определяемой единственной нормалью к плоскости контура. Поэтому выталкивание по нормали плоского контура можно рассматривать как частный случай выталкивания по произвольному вектору.



Выталкивание неплоского контура



Выталкивание плоского контура

Выталкивание по произвольному вектору

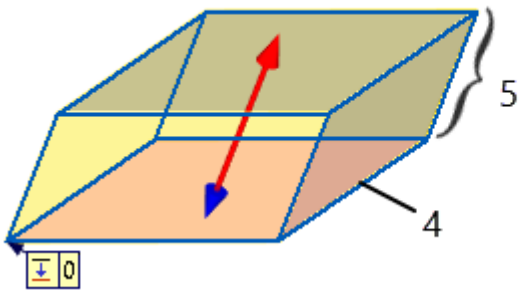
Когда направление выталкивания не может быть определено нормалью (например, при выборе неплоского проволочного контура) или необходимо выталкивание в конкретном направлении, для его определения можно использовать произвольный вектор направления.

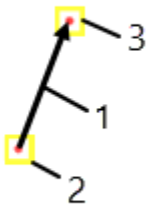
Вектор, определяющий направление выталкивания, задаётся двумя способами:

1) указанием пары 3D точек (т.е. начала и конца вектора);

2) выбором какого-либо элемента 3D модели, способного определить вектор нужного направления (произвольной длины).

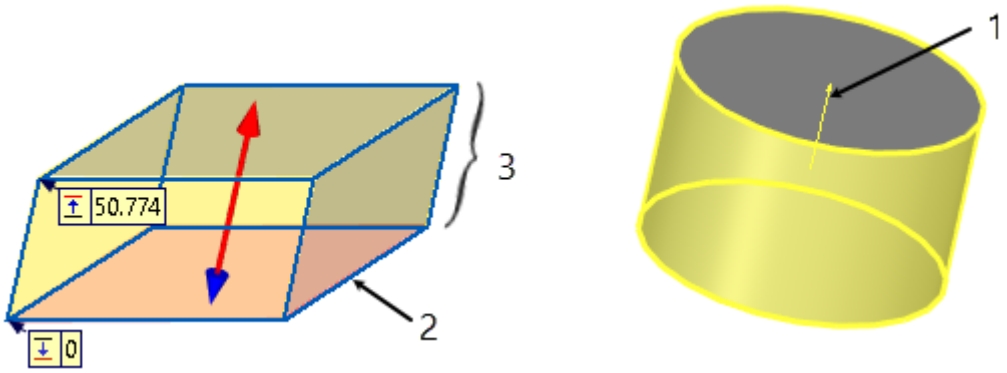
Две 3D точки определяют начало и конец вектора направления выталкивания. В качестве 3D точек можно указывать 3D узлы и вершины. Допускается также выбор других элементов, определяющих нужную точку. Например, можно выбрать ребро – в этом случае в качестве 3D точки будет взята середина ребра. Выбор системы координат определит точку, совпадающую с началом системы координат. Выбранная сферическая или тороидальная грань даст точку – центр сферы/тора, и т.п.





1	Вектор выталкивания (не отображается в 3D сцене)
2	Начальная точка
3	Конечная точка
4	Контур выталкивания
5	Результат выталкивания

При использовании второго способа выбранный 3D объект определяет вектор, задающий направление выталкивания. В качестве таких объектов могут использоваться плоские криволинейные рёбра, рабочие плоскости, плоские грани, поверхности произвольной формы (в качестве направления вектора берётся нормаль к выбранному элементу), прямые рёбра (вектор совпадает с выбранным ребром), системы координат (используется одна из осей), цилиндрические или тороидальная поверхности/грани (направление вектора совпадает с осью поверхности или грани). Можно задать вектор одной точкой, лежащей на какой-либо поверхности. В таком случае в качестве направления будет выбрана нормаль к поверхности в данной точке.



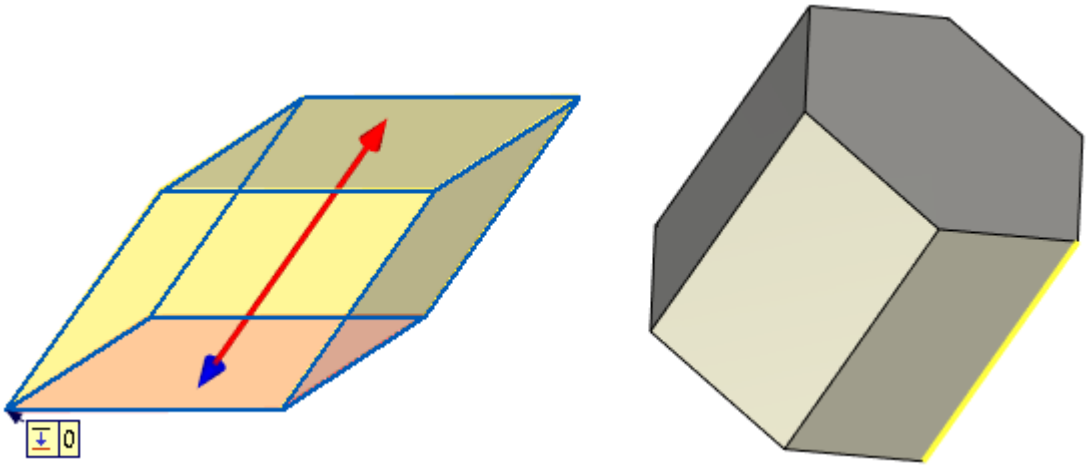
1	Ось цилиндрической грани, задающая вектор выталкивания
2	Контур выталкивания
3	Результат выталкивания

Задание длины выталкивания

Длина выталкивания может быть задана тремя способами:
1) Длиной вектора, задающего направление выталкивания;
2) Произвольным числовым значением относительно положения исходного контура;
3) Границами выталкивания;
4) Отступом относительно границ.

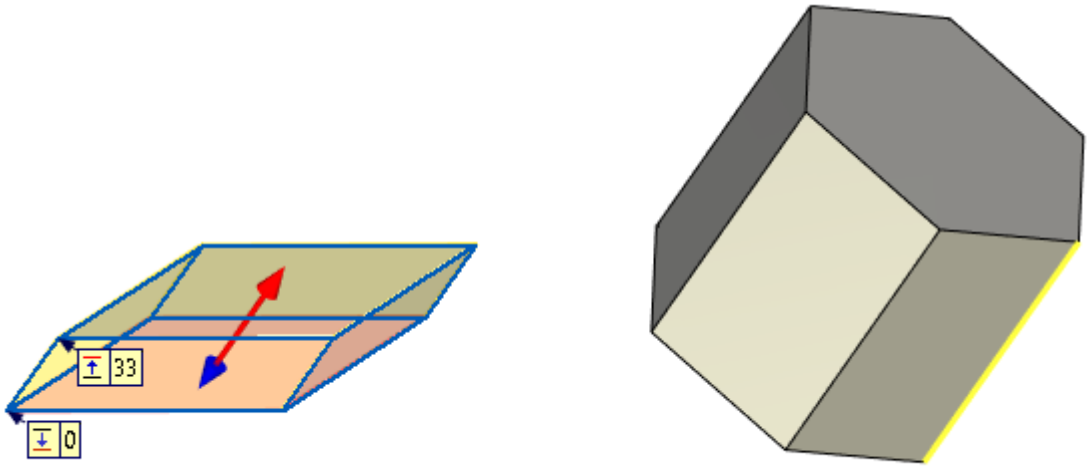
Задание длины выталкивания по длине вектора направления

Вычисление длины выталкивания по длине вектора, задающего направление выталкивания, допустимо при задании направления двумя 3D точками или прямым ребром. Длина вектора выталкивания в этом случае определяется расстоянием между заданными точками или длиной выбранного ребра. Выталкивание производится от положения исходного контура в прямом направлении на величину, равную длине вектора. Длина выталкивания в обратном направлении при необходимости может быть задана произвольным числовым значением или установлена равной длине выталкивания в прямом направлении.



Задание длины выталкивания числовым значением

При использовании любых способов указания направления выталкивания длину выталкивания в прямом направлении (от положения исходного контура) можно задать произвольным числовым значением. Длина выталкивания в обратном направлении при необходимости задаётся произвольным числовым значением или устанавливается равной длине выталкивания в прямом направлении.



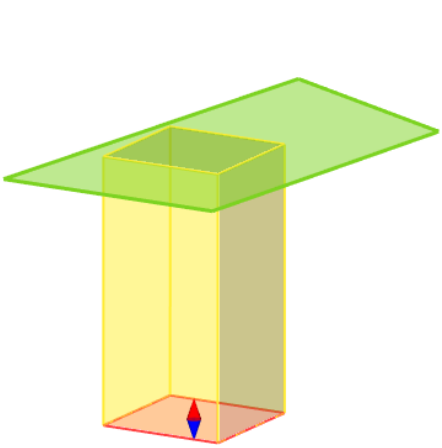
Задание длины выталкивания границами выталкивания

При задании длины выталкивания с помощью границ выталкивание производится от одной границы до другой.

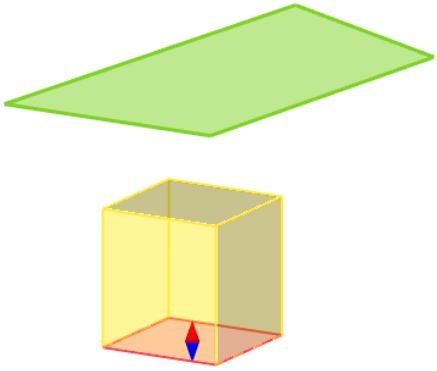
> Подробная информация по границам выталкивания приведена в подразделе Границы.

Задание длины выталкивания отступом относительно границы

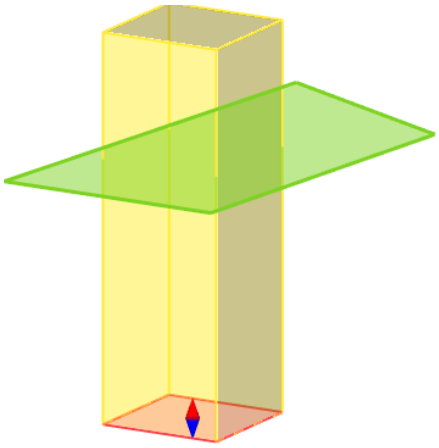
Для некоторых типов Границ возможно задать отступ в прямом или обратном направлении от объекта, выбранного в качестве границы.



Выталкивание до поверхности без отступа



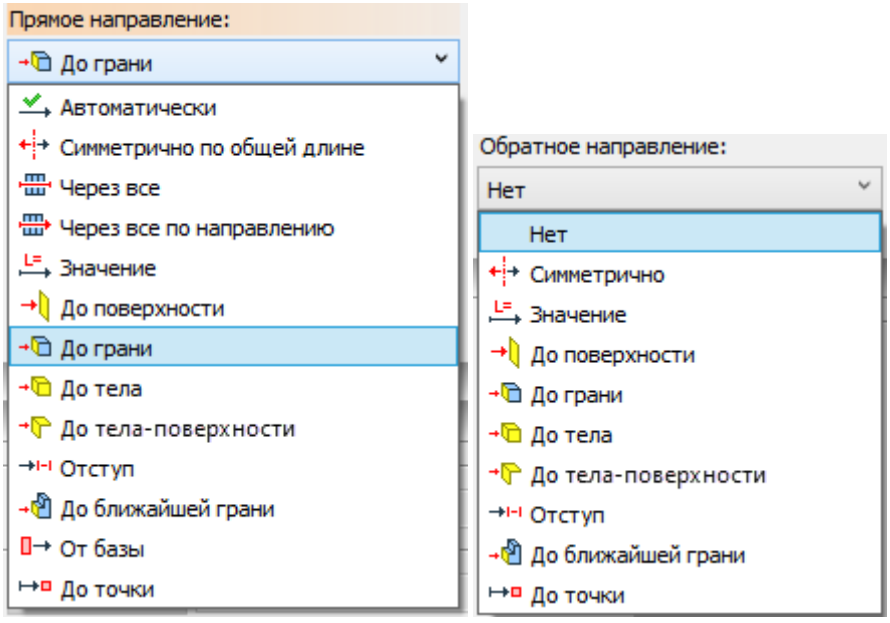
Выталкивание до поверхности с отступом в обратном направлении



Выталкивание до поверхности с отступом в прямом направлении

Границы Выталкивания

В данном подразделе описаны общие принципы задания границ выталкивания. Интерфейс создания операции подробно описан в подразделе Создать Выталкивание.



Границы выталкивания могут быть заданы следующими способами:

- Автоматически
- Нет
- Симметрично по общей длине
- Симметрично
- Через всё
- Через всё по направлению
- Значение

- До поверхности
- До грани
- До тела
- До тела-поверхности
- Отступ
- До ближайшей грани
- От базы
- До точки

Автоматически

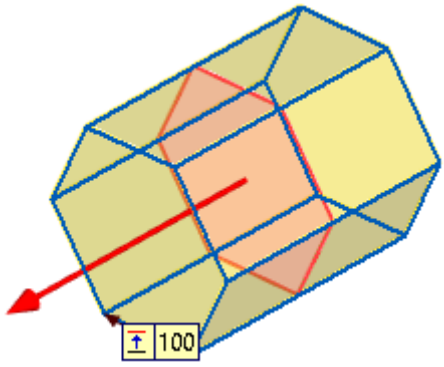
По умолчанию используется способ **Автоматически**, при этом программа самостоятельно определяет тип выталкивания, исходя из входных данных (контура и направления). В этом режиме **Длина** выталкивания может быть привязана к длине вектора направления, когда это применимо.

Нет

Способ **Нет** доступен только для **Обратного направления**, когда для **Прямого направления** выбраны способы **Автоматически**, **Значение** и **От базы**. В таком случае выталкивание в **Обратном направлении** не производится.

Симметрично по общей длине

При использовании способа **Симметрично по общей длине**, контур всегда будет находиться на равном удалении от обеих границ тела. Общая длина тела будет равна введенному значению длины.



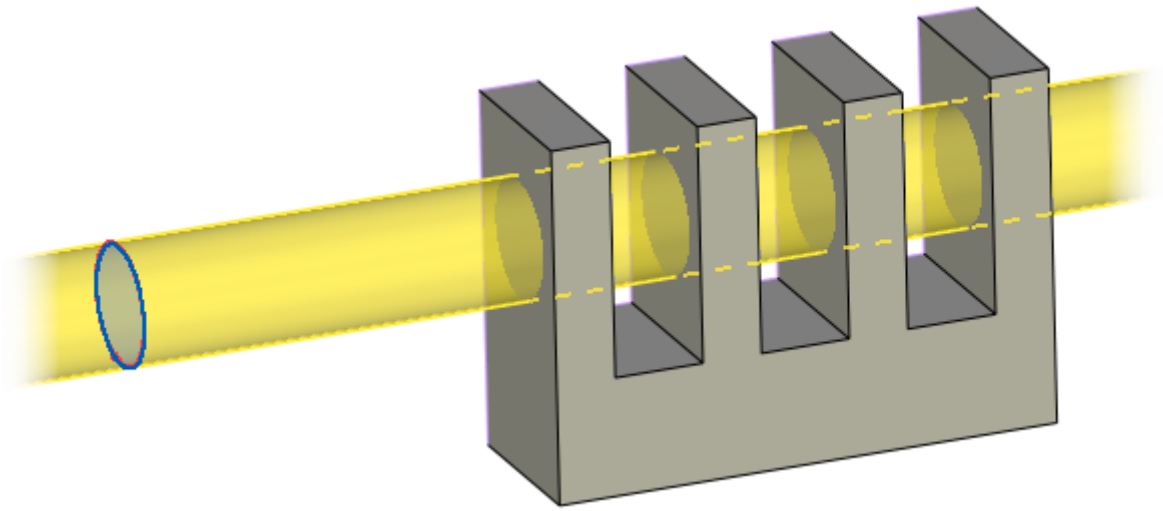
Красная стрелка	Прямое направление выталкивания
Красный многоугольник	Контур выталкивания
Число 100	Длина выталкивания в прямом направлении (половина длины выталкивания, введенной в поле Длина окна Параметры)

Симметрично

Способ **Симметрично** доступен только для **Обратного направления**, когда для **Прямого направления** выбраны способы **Автоматически** или **Значение**. В отличие от способа **Симметрично по общей длине** в данном случае общая длина тела будет в два раза больше введенного значения длины.

Через всё

Способ задания границ **Через всё** является разновидностью ограничения выталкивания пересечением с твёрдым телом. Особенностью данного способа является одновременное задание обоих ограничений выталкивания и обязательное одновременное выполнение булевой операции вычитания или пересечения. При динамическом просмотре отображается бесконечное тело выталкивания в обоих направлениях, но размеры результата операции определяется габаритами выбранного ограничивающего тела. Это тело будет использовано в качестве первого операнда булевой операции. Данный способ можно использовать, например, при создании сквозных отверстий в каком-либо теле.

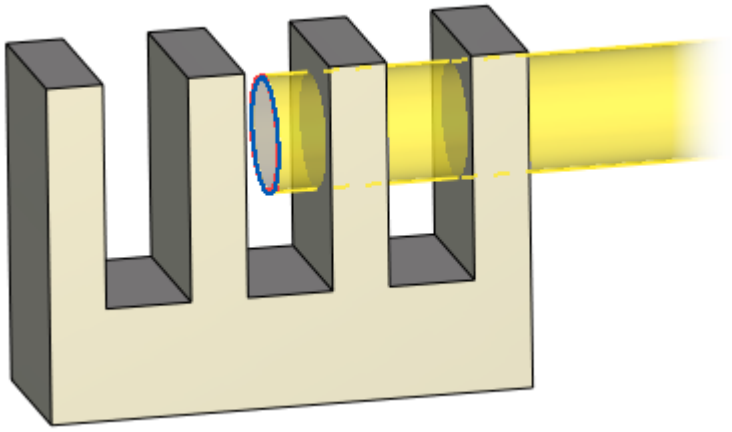


Синий	Контур выталкивания
Желтый	Тело выталкивания
Серый	Исходное тело для булевой операции

Через всё по направлению

Способ **Через всё по направлению** также отображает при динамическом просмотре бесконечное тело, но только в прямом направлении.

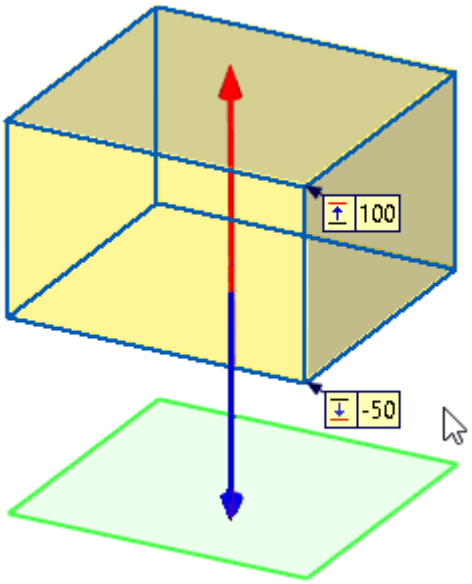
Этот способ ограничения выталкивания очень похож на предыдущий. Различие только в том, что в данном случае выталкивание производится только в прямом направлении от исходного положения контура. Таким образом, результирующее тело ограниченно с одной стороны исходным положением контура, а с другой стороны - выбранным ограничивающим телом. Как и в предыдущем случае, для данного способа обязательно одновременное выполнение булевой операции вычитания или пересечения.



Синий	Контур выталкивания
Желтый	Тело выталкивания
Серый	Исходное тело для булевой операции

Значение

При выборе способа **Значение** необходимо ввести **Длину,** на которую необходимо вытолкнуть тело. При использовании в комбинации с отрицательным значением длины обратного направления можно добиться отступа от исходного контура. При вводе значений длины с противоположными знаками для прямого и обратного направлений модуль этих значений не должен совпадать.



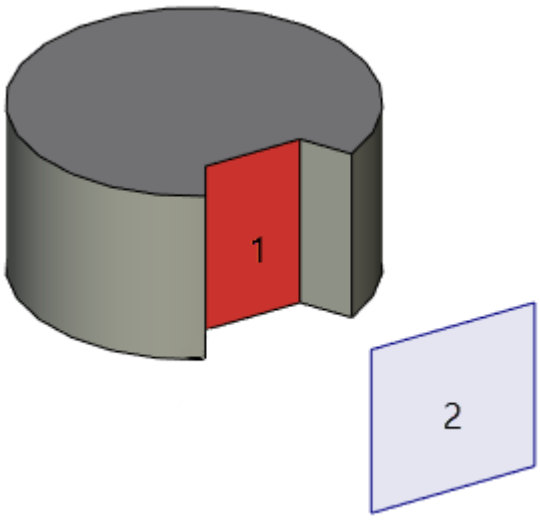
Зелёный прямоугольник	Контур выталкивания

Число 100	Длина выталкивания в Прямом направлении
Число -50	Длина выталкивания в Обратном направлении

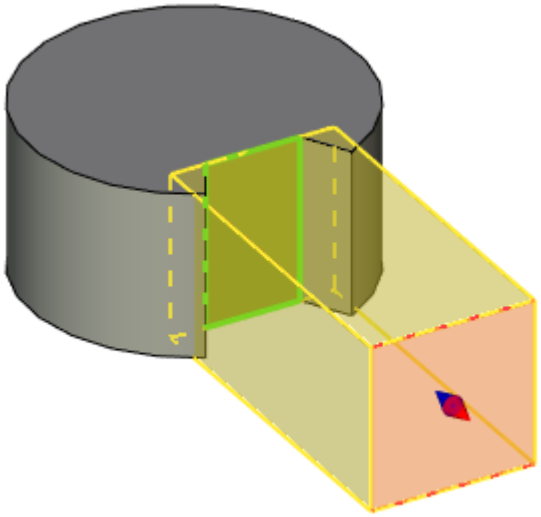
До поверхности

При выборе способа **До поверхности** можно указать рабочую поверхность, рабочую плоскость, обычную поверхность или грань. Допустимо также указать плоское ребро или 3D профиль – в этом случае в качестве границы выталкивания используется поверхность, на которой лежит выбранный элемент.

Создаваемое выталкивание ограничивается всей поверхностью. Если выбранная поверхность не полностью перекрывает контур выталкивания, она по возможности продлевается. Некоторые сложные поверхности, например, поверхности под сплайновой гранью тела, полученного в результате операции По сечениям, продлить невозможно. В этом случае границы поверхности совпадут с границами определяющего её объекта. Если поверхность не полностью перекрывает контур выталкивания и не может быть продлена до полного перекрытия, операция выталкивания не будет построена

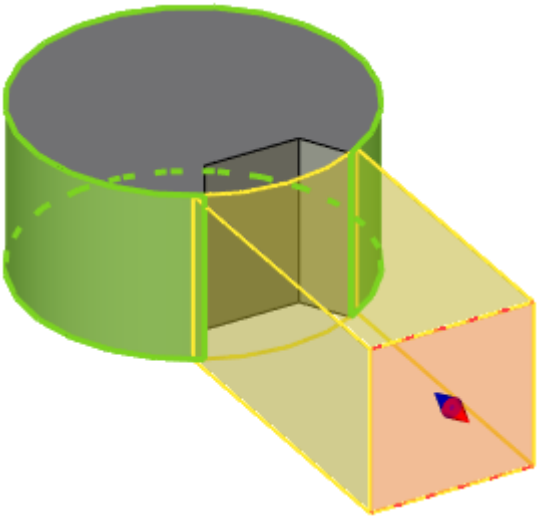


1 - Грань, выбранная в качестве границы выталкивания
2 - Контур выталкивания

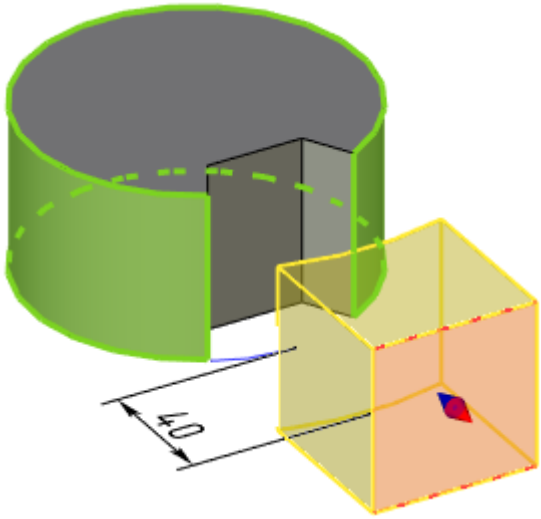


Результат построения

Дополнительно можно указать отступ относительно заданной поверхности (положительное значение задаёт отступ от внешней стороны поверхности). Отступ работает не со всеми видами объектов, доступных к выбору в качестве границы.



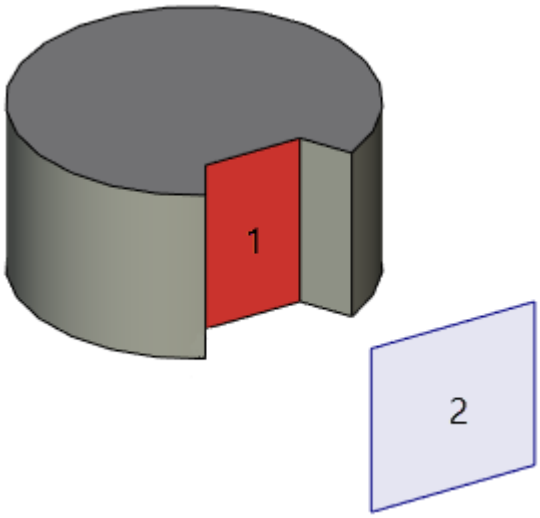
Выталкивание до поверхности, выделенной зелёным, без отступа



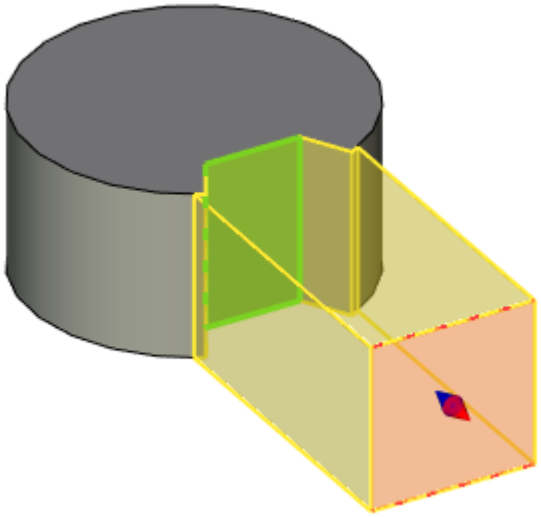
Выталкивание до поверхности, выделенной зелёным, с отступом 40 мм

До грани

При выборе способа **До грани** создаваемое тело выталкивается в заданном направлении и ограничивается указанной гранью. Когда контур лишь частично перекрывается выбранной гранью, для ограничения используются дополнительные грани того же тела, смежные с выбранной. В отличие от ограничения **До поверхности**, при неполном перекрытии контура выталкивания выбранная грань не продлевается. Если контур выталкивания невозможно полностью перекрыть выбранной гранью и другими гранями того же тела, операция не будет построена. Можно выбирать грани, принадлежащие как твердым телам, так и поверхностям и 3D профилям.



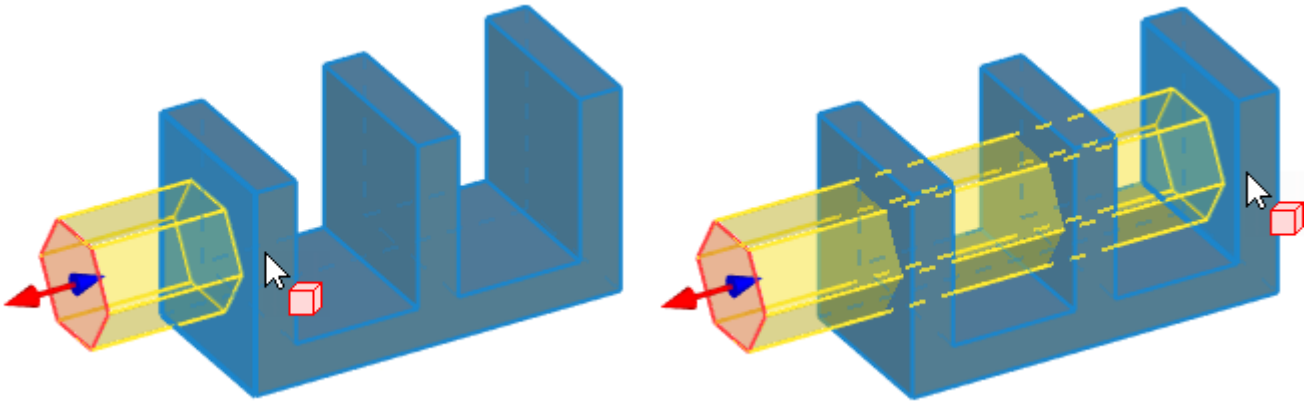
1 - Грань, выбранная в качестве границы выталкивания
2 - Контур выталкивания



Результат построения

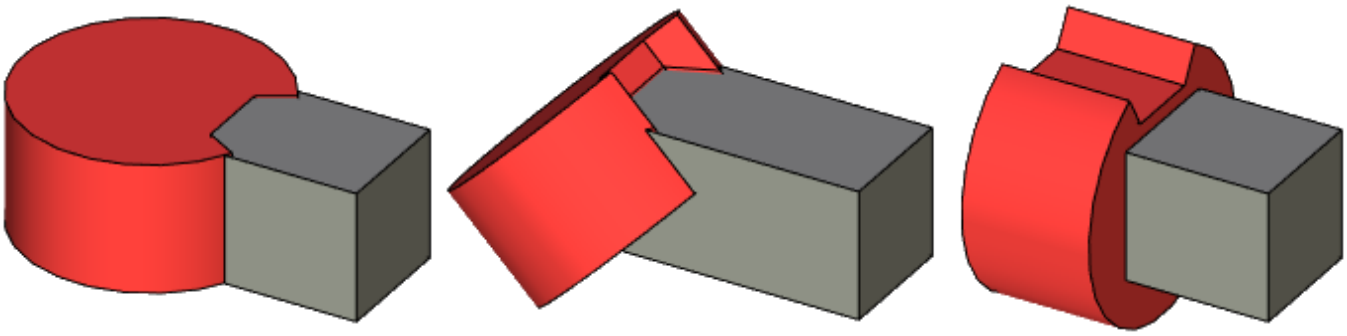
До тела

При выборе способа **До тела** контур выталкивается в нужном направлении до нахождения пересечения с гранями твёрдого тела, выбранного в качестве границы. Ограничение выталкивания производится так же, как и при указании в качестве границы конкретной грани.
Если граничное тело пересекается с создаваемым выталкиванием в нескольких местах, выбирается пересечение, ближайшее к месту клика мыши при выборе тела.



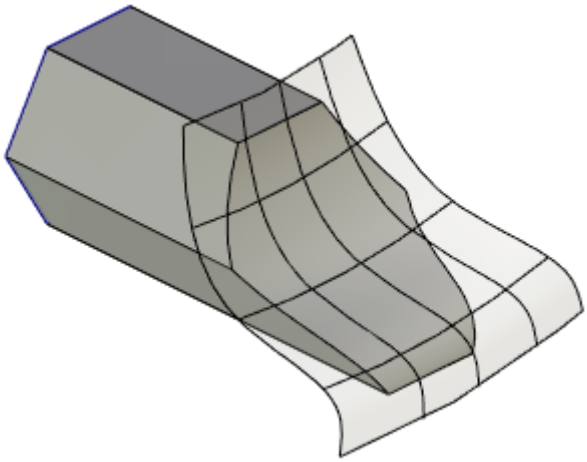
Красный шестиугольник - Контур выталкивания
Синее тело - Тело, выбранное в качестве границы выталкивания
Желтое тело - Результат выталкивания

Ограничение твёрдым телом является более надёжным способом, чем ограничение определённой гранью, так как при изменении топологии выбранного объекта (исчезновении или перемещении выбранной для обрезки при создании выталкивания грани тела) выталкивание будет ограничено новым набором граней.



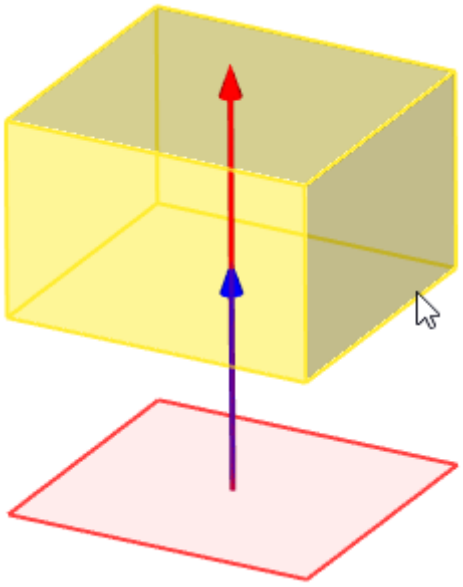
До тела-поверхности

При выборе способа **До тела-поверхности** в качестве границы выталкивания можно выбрать поверхность, грань или 3D профиль. В отличие от других вариантов здесь можно выбрать целиком поверхность, состоящую из нескольких граней. Если выбранная поверхность пересекается с создаваемым выталкиванием в нескольких местах, выбирается пересечение, ближайшее к месту клика мыши при его выборе. В отличие от ограничения **До поверхности**, при неполном перекрытии контура выталкивания выбранная граница не продлевается.



Отступ

Способ **Отступ** отличается от способа **Значение** лишь тем, что в данном случае вектора прямого и обратного направлений совпадают. Таким образом, чтобы добиться такого же результата, как показанный на иллюстрации к ограничению **Значение**, нужно ввести в обоих направлениях положительные значения. Величина отступа в обратном направлении должна быть меньше чем отступ в прямом направлении.



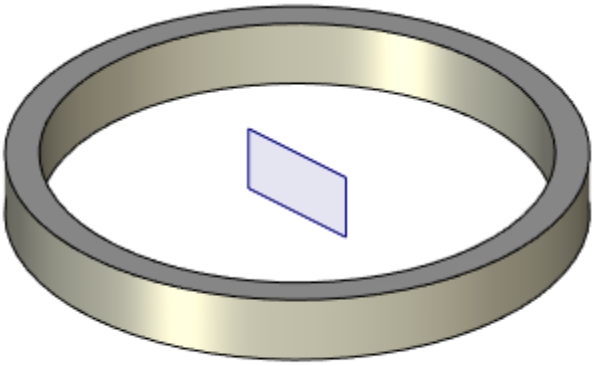
До ближайшей грани

Частным случаем способа **До тела** является способ **До ближайшей грани** тела в заданном направлении. В этом случае всегда выбирается ближайшее пересечение с выбранным телом в заданном направлении выталкивания (прямом или обратном).

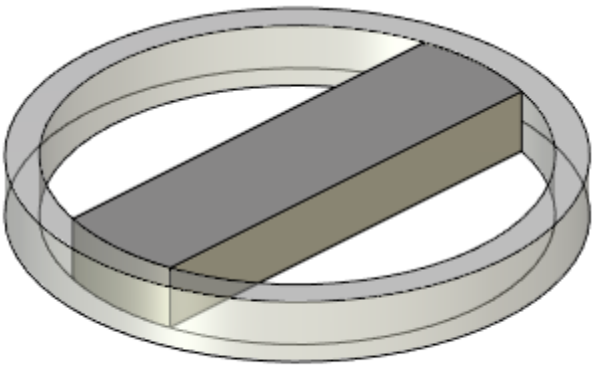
При задании подобного вида ограничения необходимо соблюдать ряд условий:

1) Заданные границы выталкивания (хотя бы одна из которых – До ближайшей грани) должны лежать по разные стороны относительно исходного контура. Исключением из данного правила является случай, когда вторая граница выталкивания задаётся отступом от плоскости исходного контура.

2) Тело, ближайшая грань которого будет ограничивать выталкивание, должно лежать в прямом направлении от исходного контура, когда оно задаёт первую границу, и в обратном направлении, когда оно задаёт вторую границу.



Синим выделен контур выталкивания, серым - тело, выбранное в качестве границ в обоих направлениях

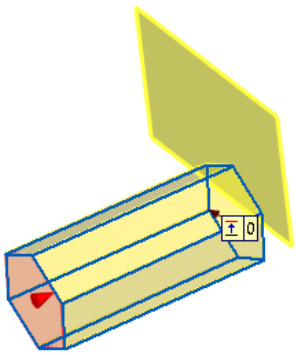


Результат построения

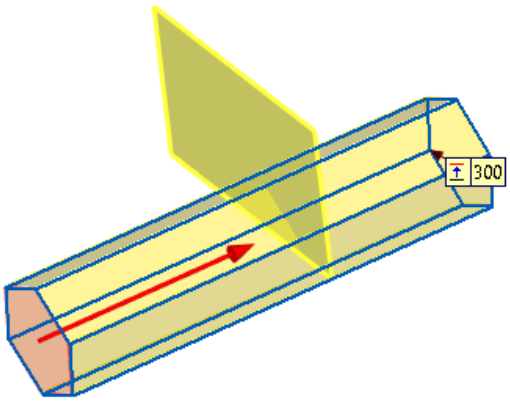
От базы

При выталкивании плоского контура можно задавать **Длину** выталкивания в прямом направлении не от контура, а **От базы**. В качестве базы можно выбрать точку или плоскость, параллельную

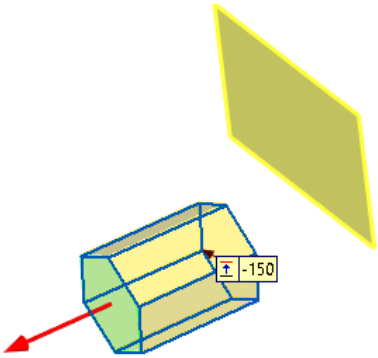
плоскости контура. В этом случае значение в поле **Длина** задает расстояние от базы до конца выталкивания



Длина 0 мм



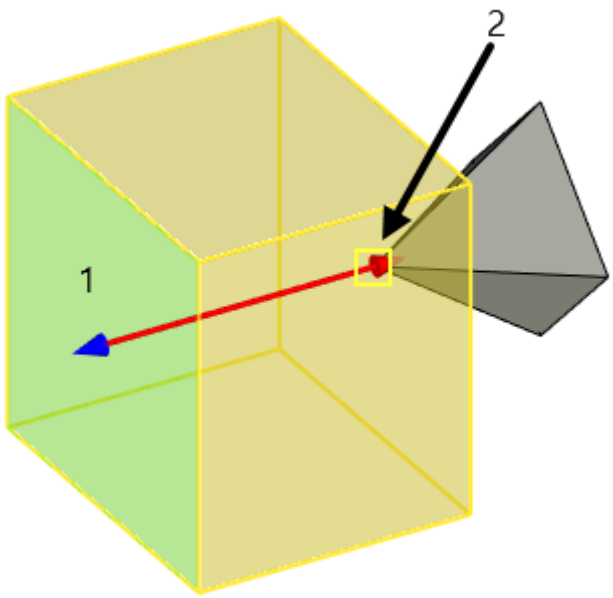
Длина 300 мм



Длина -150 мм

До точки

При выталкивании плоского контура в качестве границы в прямом или обратном направлении можно указывать точку. В качестве точки можно указывать 3D узел, вершину тела, середину ребра или любой другой 3D объект, способный определить точку.



1 - Контур выталкивания

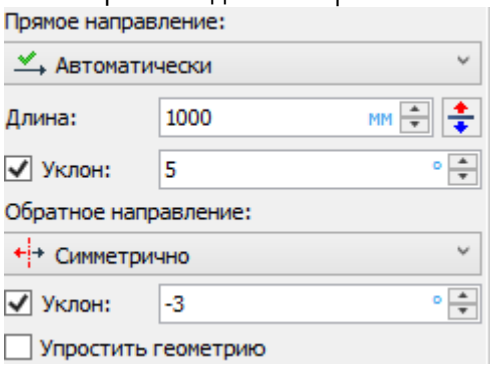
2 - Точка, выбранная в качестве границы

Дополнительные возможности Выталкивания

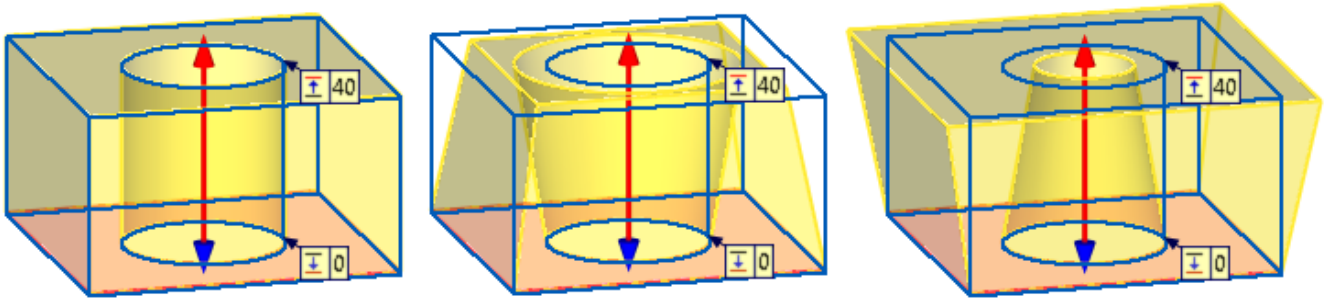
Создание уклонов

При создании выталкивания возможно автоматическое создание уклона боковых граней. Все боковые грани создаваемого тела или поверхности отклоняются от своего исходного положения на

заданный угол. Создание уклона активируется установкой флага **Уклон** под соответствующим значением **Длины** или **Отступа** (в зависимости от выбранного способа задания границ выталкивания) на вкладке **Основные параметры** окна **Параметры**. Значение угла уклона задается в поле справа от данного флага.



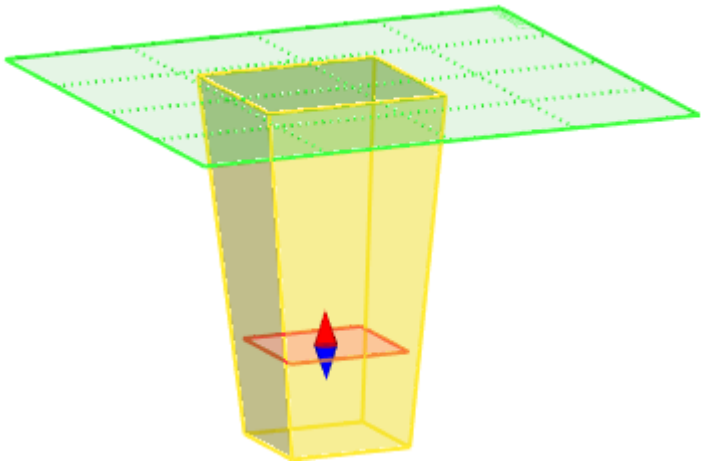
Направление отклонения граней зависит от заданного угла наклона и типа создаваемого объекта. Если результат выталкивания – твёрдое тело, то задание положительного значения угла наклона приводит к отклонению граней внутрь тела. Для получения обратного результата достаточно задать отрицательный угол наклона граней.

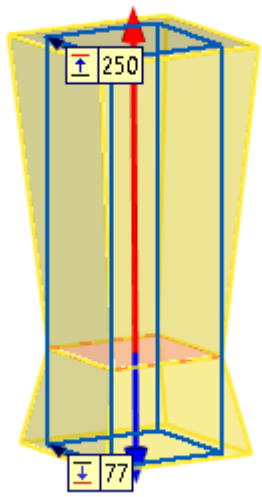


Без уклона | Положительный уклон | Отрицательный уклон

При создании поверхности выбор направления отклонения граней остаётся за системой. Если решение системы отлично от желаемого, достаточно изменить знак заданного значения угла.

Угол наклона граней может задаваться как отдельно для каждого направления выталкивания (при задании длины выталкивания числовым значением или длиной вектора направления), так и для всего выталкивания в целом (при задании длины выталкивания указанием границ).





Единый уклон для всего выталкивания

Разные уклоны для каждого направления

Создание тонкостенных элементов

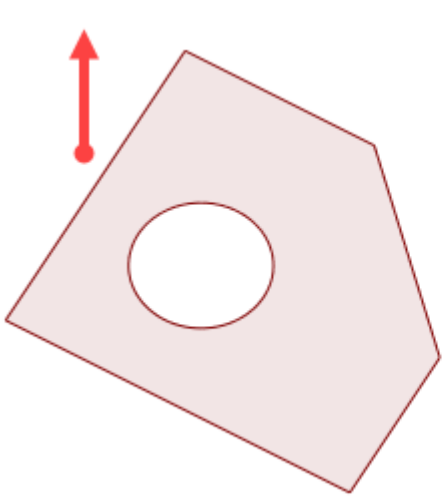
Задание параметров **Тонкостенного элемента** осуществляется на одноимённой вкладке окна **Параметры**.

Установка флага **Тонкостенный элемент** активирует возможность выбора способа задания толщины тонкостенного элемента из выпадающего меню. Данный флаг активен только при выталкивании плоских контуров.

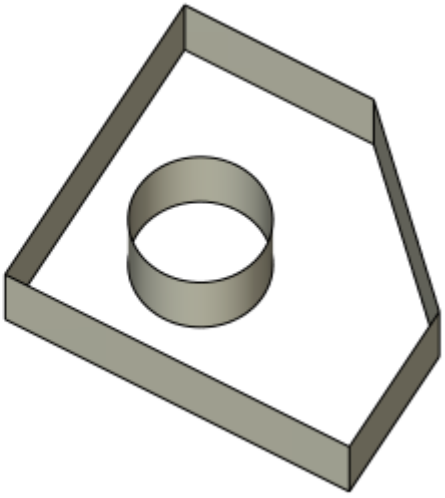
В выпадающем меню **Толщина** доступны следующие способы задания толщины:

- Нет
- Наружу
- Внутрь
- Симметрично
- Разная

При выборе **Нет** в поле способа задания толщины создается поверхность нулевой толщины.



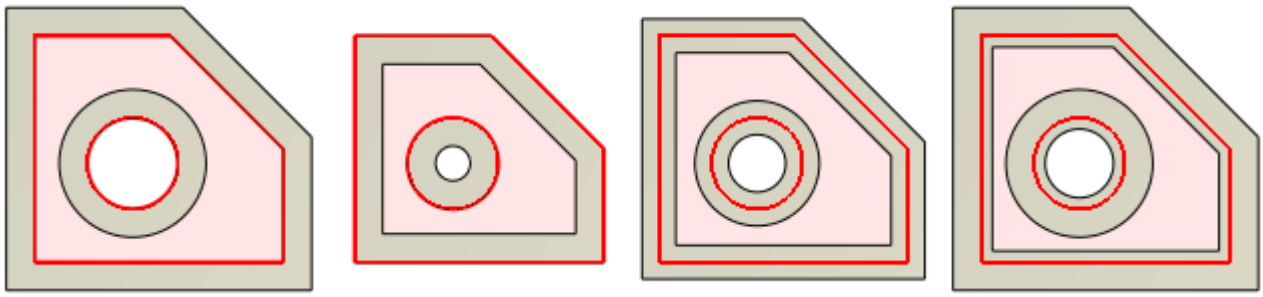
Исходный профиль



Результат операции при установленном флаге Тонкостенный элемент и выборе Нет в качестве способа задания толщины

При выборе **Наружу**, **Внутрь** или **Симметрично** активируется поле **Значение 1** для задания толщины элемента, откладываемой в соответствии с выбранным способом, и создается твердое тело, похожее на результат создания операции Оболочка

При выборе **Разная** активируется два поля **Значение 1** и **Значение 2** для задания толщины элемента, позволяющие задать разные величины толщины внутрь и наружу контура. **Значение 1** - толщина наружу контура, **Значение 2** - толщина внутрь контура.



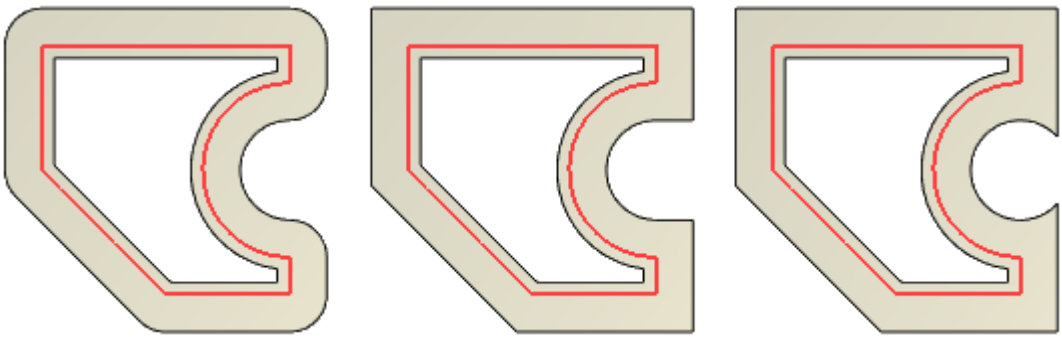
Наружу | Внутрь | Симметрично | Разная

Новые грани в тонкостенном теле образуются выталкиванием контура, эквидистантного к исходному контуру выталкивания. Форма граней зависит от способа обработки зазоров при создании эквидистантного контура. Следующие способы обработки зазоров становятся доступны в выпадающем меню **Разрывы** после выбора способа задания толщины:

Скруглить – строится скругление между конечными точками соседних сегментов создаваемого контура.

По прямой – из точек разрыва строятся прямые линии, касательные к линиям контура в точках разрыва.

По кривой – строится продолжение кривых, образующих исходный контур.

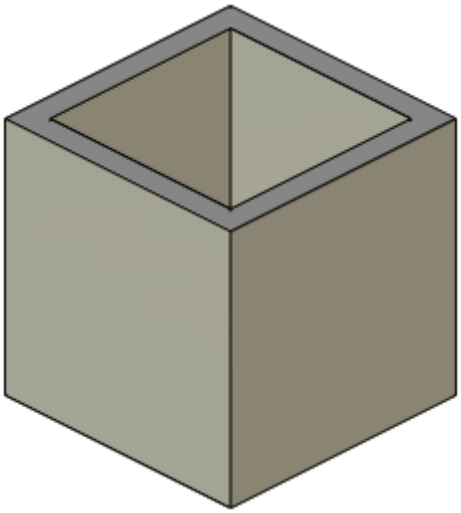


Скруглить | По прямой | По кривой

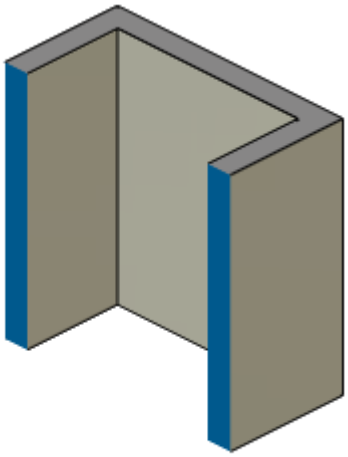
Создание донышка и крышки

По умолчанию при построении тонкостенного элемента не строятся грани параллельные плоскости контура. Их можно включить в построение установкой соответствующих флагов. Установка флага **Донышко** включает грань, на торце выталкивания в обратном направлении, флага **Крышка** - на торце в прямом направлении. Толщины донышка и крышки можно задать отдельно от толщины остальных граней тонкостенного элемента в поле справа от соответствующего флага.

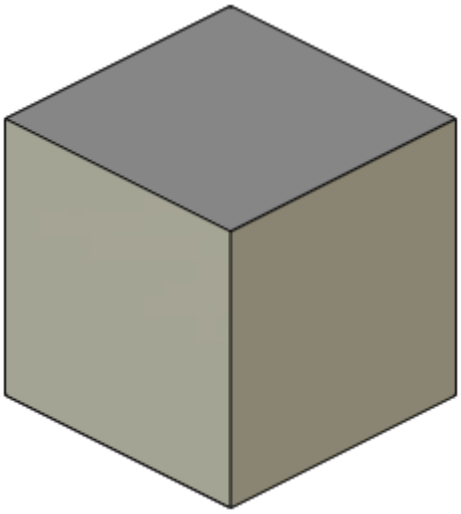
> Данная возможность недоступна при выталкивании с заданием границ и при использовании незамкнутого контура.



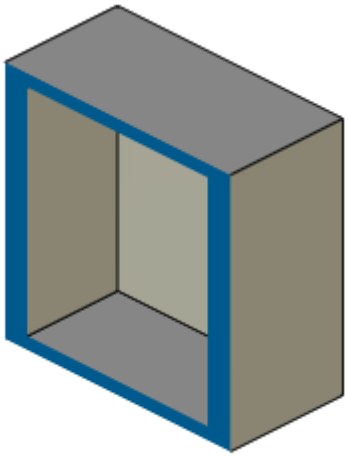
Тонкостенный элемент без донышка и крышки



Тонкостенный элемент без донышка и крышки (применено сечение)



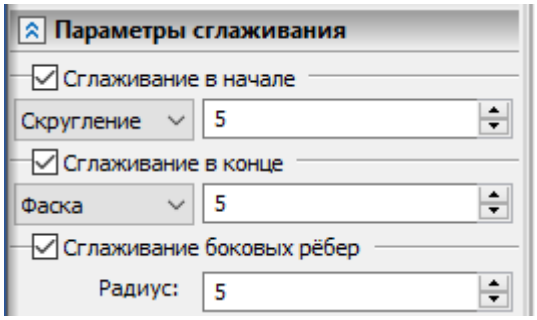
Тонкостенный элемент с донышком и крышкой



Тонкостенный элемент с донышком и крышкой (применено сечение)

Создание сглаживания

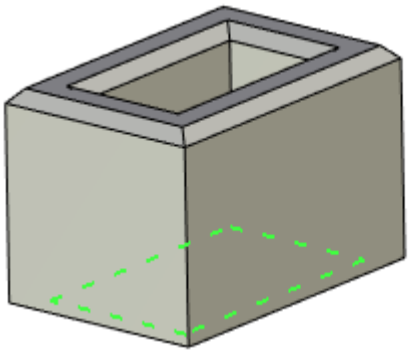
Параметры сглаживания задаются на одноимённой вкладке окна **Параметры**.



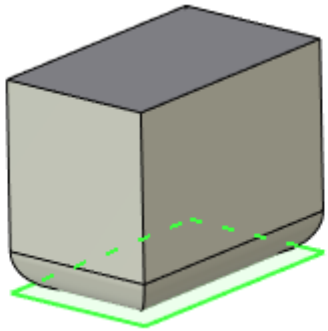
Установка флага **Сглаживание боковых ребер** включает сглаживание образующихся в процессе выталкивания боковых рёбер. Сглаживание боковых ребер производится скруглением. **Радиус**

скругления задается в соответствующем поле. Если результатом выталкивания является твёрдое тело, можно также добавить сглаживания на торцевых гранях результирующего тела. Установка флага **Сглаживание в конце** включает сглаживание на торце выталкивания в прямом направлении. Установка флага **Сглаживание в начале** включает сглаживание на торце выталкивания в обратном направлении. Для сглаживания в начале и в конце можно выбрать тип - **Фаска** или **Скругление** в выпадающем меню. Размер фаски или радиус скругления задается в соответствующем поле справа от выпадающего меню.

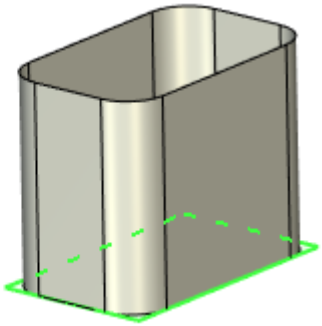
Для тонкостенного тела без толщины флаги **Сглаживание в начале** и **Сглаживание в конце** недоступны. Для тонкостенного тела с заданной толщиной установка флагов **Сглаживание в начале** и **Сглаживание в конце** приводит к сглаживанию ребер соответствующей грани как по наружному так и по внутреннему контуру. Выталкивание не будет построено, если заданный размер сглаживания в начале или в конце превысит половину суммарной (внутрь и наружу) толщины стенок тонкостенного элемента.



Сглаживание в конце типа Фаска для тонкостенного элемента ненулевой толщины



Сглаживание в начале типа Скругление

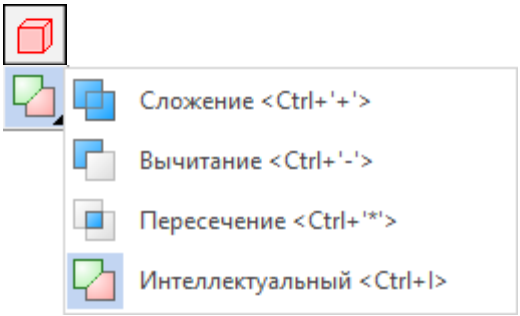


Сглаживание боковых рёбер для тонкостенного элемента нулевой толщины

Использование создаваемого тела в булевой операции

В нижней части автоменю находятся опции создания булевой операции.

> Подробная информация по данным опциям приведена в разделе Использование Булевой операции при создании других операций.



Создать Выталкивание

Для работы в команде используются совместно **Автоменю** и окно **Параметры**. Они работают синхронно и дополняют друг друга. Состояние автоменю зависит от стадии задания операции, от предназначения и типа выбираемых объектов.

Для создания операции нужно выполнить следующие действия:

1. Вызвать команду Выталкивание.
2. Задать общие параметры операции (необязательное действие)

3. Выбрать контур выталкивания.
4. Задать направление выталкивания (необязательное действие при выталкивании по нормали).
5. Задать границы выталкивания (необязательное действие).
6. Задать длину или отступ (в ряде случаев необязательное действие).
7. Задать параметры уклонов, тонкостенного элемента, сглаживания, булевой операции (необязательные действия).
8. Воспользоваться предварительным просмотром результата операции (необязательное действие).
9. Подтвердить создание операции .

После вызова команды в автоменю доступны опции:

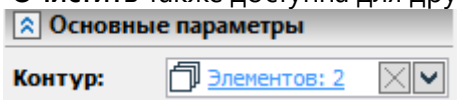
	<W>	Начертить профиль
	<R>	Выбрать контур
	<H>	Отменить выбор контура
	<D>	Выбрать направление
	<F>	Выбрать начальную точку выталкивания
	<S>	Выбрать конечную точку выталкивания
	<K>	Отменить задание направления выталкивания
	<T>	Выбрать первую границу выталкивания
	<B>	Выбрать вторую границу выталкивания
	<U>	Сбросить границы выталкивания
	<N>	Выбрать точку задания длины выталкивания
	<L>	Выбрать плоскость задания длины выталкивания
	<O>	Отменить выбор базы для задания длины выталкивания
	<Ctrl+T>	Выбрать исходное тело для булевой операции
	<Ctrl+B>	Режим создания булевой операции

Выбор контура выталкивания

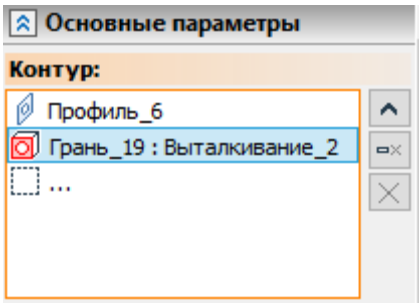
Для создания выталкивания обязательно надо задать контур выталкивания. После вызова команды в автоменю автоматически активизируется опция:

<R> Выбрать контур

Активация данной опции включает на **Панели фильтров** фильтры выбора 3D элементов, которые можно использовать в качестве контура выталкивания: 3D профилей, операций, граней, рёбер, циклов и 3D путей. При выборе элементов следует обращать внимание на активные фильтры.
Для задания контура выталкивания необходимо в 3D окне подвести курсор к нужному элементу. Указанный элемент будет подсвечен, у курсора появится подсказка с его названием. Для выбора необходимо нажать . 3D профили, созданные на основе штриховки, можно выбрать указанием на исходную штриховку в 2D окне.
Одновременно с активацией опции **Выбрать контур** в автоменю активируется и поле **Контур** на вкладке **Основные параметры** окна **Параметры**. После выбора контура в данном поле отобразится название выбранного элемента и иконка, символизирующая тип элемента. При множественном выборе нескольких контуров отобразится лишь количество выбранных элементов и иконка, символизирующая множество элементов. В правой части поля **Контур** доступны кнопки, позволяющие **Очистить** выбор и **Развернуть** список выбранных элементов. Кнопка **Очистить** также доступна для других полей выбора геометрических элементов.



При нажатии на кнопку **Развернуть** вид поля **Контур** изменится. В левой части будет доступен список всех выбранных контуров. В правой части кнопка **Развернуть** сменится кнопкой **Свернуть**, позволяющей вернуться к прежнему виду. Также появится кнопка **Удалить элемент из списка,** позволяющая убрать выбранный (подсвеченный синим в списке) контур. Для выбора элемента в списке нажмите на нём .



Дополнительно можно активировать создание нового профиля с помощью опции автоменю:

<W> Начертить профиль

По завершении создании нового профиля он будет автоматически выбран в качестве контура выталкивания.

> Однако, все остальные параметры выталкивания, установленные до создания нового профиля, будут сброшены к значениям по умолчанию.

После выбора контура выталкивания в автоменю станет доступна опция отмены выбранного контура:

<H> Отменить выбор контура

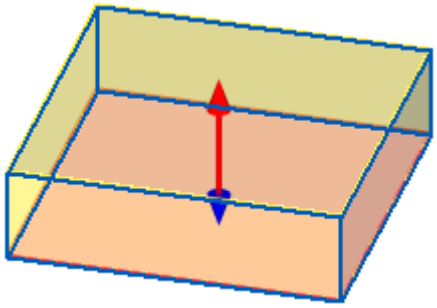
При задании параметров выталкивания элементы, выбранные в качестве контура, подсвечиваются в 3D сцене красным цветом.

Вызов команды с автоматическим выбором контура

Удобным способом работы с операцией выталкивания является вызов команды с автоматическим выбором контура выталкивания.
Используя режим черчения на активной рабочей плоскости, нужно начертить контур выталкивания. Затем, не выходя из режима активной рабочей плоскости, нужно вызвать команду **Выталкивание**. При этом система автоматически создаст 3D профиль на основе линий изображения **Основного** типа, либо на основе штриховки и выберет его в качестве контура выталкивания. При повторном редактировании построений на рабочей плоскости автоматический выбор работает только для вновь созданных контуров (нового цвета).

Задание направления выталкивания

После выбора листового или плоского проволочного контура система автоматически предлагает создавать выталкивание по нормали к плоскости контура. Это легко понять по появившемуся в 3D сцене предварительному изображению создаваемого тела. Направление выталкивания в этом случае задавать не требуется. Отказаться от данного вида выталкивания можно, просто задав другое направление выталкивания, определив вектор направления.

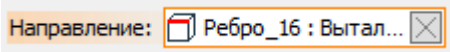


Если предварительное изображение не появилось в 3D сцене, следовательно, выталкивание по нормали для данного контура невозможно.

Задать вектор направления выталкивания по элементу 3D модели позволяет следующая опция автоменю:

<D> Выбрать направление

Данная опция позволяет выбрать 3D элемент, способный определить вектор направления выталкивания. Активация данной опции включает на **Панели фильтров** фильтры выбора 3D элементов, которые можно использовать для задания направления. При выборе элементов следует обращать внимание на активные фильтры. Выбранный элемент отобразится в поле **Направление** на вкладке **Основные параметры** окна **Параметры**.

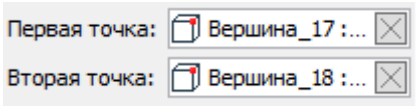


Определить вектор направления выталкивания по двум 3D точкам позволяют следующие опции автоменю (активизируются последовательно):

<F> Выбрать начальную точку выталкивания

<S> Выбрать конечную точку выталкивания

Активация данной опции включает на **Панели фильтров** фильтры выбора 3D элементов, которыми можно задать точку. При выборе элементов следует обращать внимание на активные фильтры. 3D точку можно задать выбором 3D узла, вершины на теле, профиле, пути. Также можно указать ребро – в качестве 3D точки будет взята его середина (для прямого ребра) или центр (для ребра в виде полной окружности, дуги окружности или эллипса). Выбор сферической или тороидальной грани даст в качестве точки центр сферы/тора. Система координат даст в качестве 3D точки своё начало. При задании направления двумя точками поле **Направление** на вкладке **Основные параметры** окна **Параметры** сменится двумя полями: **Первая точка и Вторая точка** .



Также можно быстро изменить направление на противоположное, нажав на кнопку **Развернуть** справа от полей **Длина** или **Отступ** (в зависимости от выбранного способа задания границ выталкивания) на вкладке **Основные параметры** окна **Параметры**.

Последняя опция группы опций автоменю для задания направления отменяет сделанный выбор вектора:

<K> Отменить задание направления выталкивания

При задании параметров выталкивания элементы, выбранные для задания направления, подсвечиваются в 3D сцене жёлтым цветом.

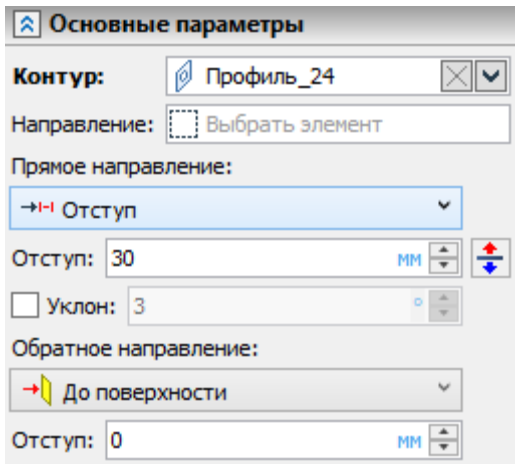
Направление выталкивания можно также задавать с помощью манипуляторов.

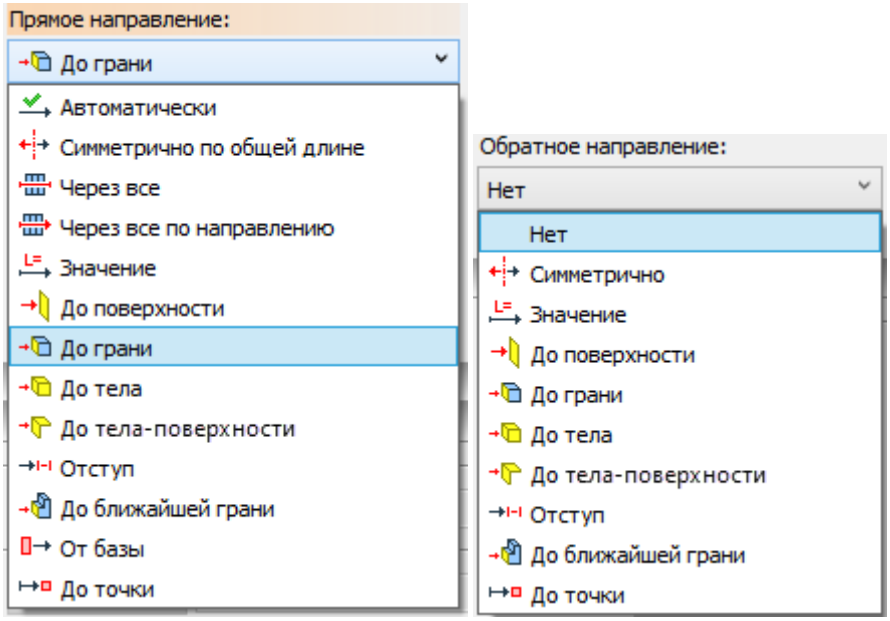
Задание границ выталкивания

Способ задания границ выталкивания выбирается на вкладке **Основные параметры** окна **Параметры**. Данная вкладка содержит две группы параметров – **Прямое направление** и **Обратное направление**. Каждая группа содержит выпадающий список способов задания границ выталкивания в данном направлении.

Подробно узнать о каждом способе можно в разделе Границы выталкивания.

Название групп параметров (**Прямое направление** и **Обратное направление**) при задании границ носит условный характер. Расположение границ относительно направлений выталкивания в общем случае может быть произвольным. Исключением является только способ задания границ **До ближайшей грани**, задаваемый для определённого направления выталкивания.





В зависимости от выбранного способа задания границ, активируются те или иные опции автоменю для выбора границ.

Для способов **Автоматически, Симметрично** и **Симметрично по общей длине** выбор границ выталкивания не требуется и можно переходить непосредственно к заданию длины. Для способов **Через всё** и **Через всё по направлению** не требуется задавать ни границы, ни длину, но необходимо задать параметры булевой операции.

Интерфейс выбора границ для способа **От базы** отличается от остальных способов.

После выбора способа задания границ для большинства способов в автоменю становится активна одна из следующих опций (для прямого и обратного направлений соответственно):

<T> Выбрать первую границу выталкивания

<B> Выбрать вторую границу выталкивания

Данные опции используются для выбора 3D элементов в качестве границ выталкивания. Активация данных опций включает на **Панели фильтров** фильтры выбора 3D элементов, которыми можно задать границу. При выборе элементов следует обращать внимание на активные фильтры. Список доступных фильтров зависит от выбранного способа задания границ.

Отменить сделанный выбор позволяет последняя кнопка данной группы автоменю. В зависимости от состояния команды на ней может находиться пиктограмма одной из опций отмены границ:

<U> Сбросить первую границу выталкивания

<U> Сбросить вторую границу выталкивания

<U> Сбросить границы выталкивания

Опция доступна в режиме задания первой границы (при активной опции). Опция доступна в режиме задания второй границы (при активной опции). Когда команда находится в других режимах (например, в автоменю активна опция выбора контура или направления), отображается опция отмены сразу обоих границ .

При задании параметров выталкивания элементы, выбранные в качестве границ, подсвечиваются в 3D сцене зелёным цветом.

Некоторые границы выталкивания можно также задавать с помощью манипуляторов.

Задание базы

Для задания базы в автоменю доступны следующие опции:

<N> Выбрать точку задания длины выталкивания

<L> Выбрать плоскость задания длины выталкивания

Активация данных опций включает на **Панели фильтров** фильтры выбора 3D элементов, которые можно использовать как базу. При выборе элементов следует обращать внимание на активные фильтры.

Первая опция активируется автоматически при выборе способа задания границ **От базы**. При необходимости можно переключиться на вторую опцию, нажав на ней . Вы также можете активировать эти опции, нажав на них , до выбора способа задания границ. В этом случае после выбора базы в 3D сцене способ задания границ **От базы** установится автоматически.

Отменить выбор базы можно с помощью опции:

<O> Отменить выбор базы для задания длины выталкивания

Задание длины выталкивания или отступа

Длина выталкивания задается в одноимённом поле на вкладке **Основные параметры** окна **Параметры**. В зависимости от выбранных способов задания границ выталкивания длина может задаваться как раздельно для **Прямого** и **Обратного направлений**, так и только в **Прямом направлении**. Для многих способов задания границ выталкивания вместо поля **Длина** отображается поле **Отступ**.

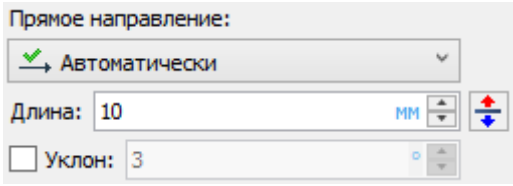
Значения **Длины** или **Отступа** так же можно задавать с помощью манипуляторов.

Задание длины выталкивания по длине вектора направления или числовым значением

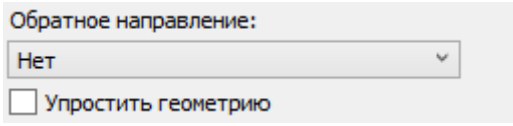
По умолчанию для выталкивания в прямом направлении установлен способ задания границ **Автоматически**. Он позволяет системе самой выбрать способ задания длины выталкивания в прямом направлении (в зависимости от способа задания направления выталкивания).

При задании направления выталкивания вектором система попытается определить длину выталкивания в прямом направлении по длине вектора. Это возможно только при задании вектора двумя 3D точками или прямым ребром. Числовое значение, отражаемое в поле Длина, указывает взятое с вектора значение длины. Для отказа от данного режима можно принудительно установить режим задания длины выталкивания (в прямом направлении) числовым значением. Для этого достаточно изменить значение **Длины** непосредственно вводом нового значения в соответствующее поле или с помощью манипуляторов.

При задании вектора направления другими способами (например, по оси цилиндрической грани или нормали к поверхности), а также в случае выталкивания по нормали к плоскости контура, определить длину выталкивания по длине вектора направления невозможно. В этой ситуации в поле **Длина** останется значение по умолчанию (10 мм), которое можно вручную изменить на необходимое.



Выталкивание в обратном направлении по умолчанию не производится. В качестве способа задания границ выталкивания в этом случае установлен вариант **Нет**. При этом поля для задания длины выталкивания и уклона в обратном направлении недоступны.



Если необходимо выполнить выталкивание в обратном направлении, следует выбрать другой способ задания границ выталкивания из выпадающего меню.

Манипуляторы выталкивания

Для задания длины, а также направления выталкивания можно использовать специальные манипуляторы в 3D сцене в виде двух стрелок. **Красная стрелка** показывает **Прямое направление** выталкивания, **синяя стрелка** - **Обратное направление**. Если манипуляторы не отображаются, убедитесь, что они включены. При некоторых способах задания границ выталкивания манипуляторы отображаются только после задания границы. Для способов задания границ **Через всё** и **Через всё по направлению** манипуляторы недоступны. Для способов **Симметрично** и **Симметрично по общей длине** доступна стрелка только для прямого направления.

Контекстное меню манипуляторов выталкивания

Нажатием на **конце (конусе) стрелки манипулятора** вызывается контекстное меню, в котором можно выбрать некоторые способы задания границ выталкивания для направления, соответствующего выбранной стрелке:

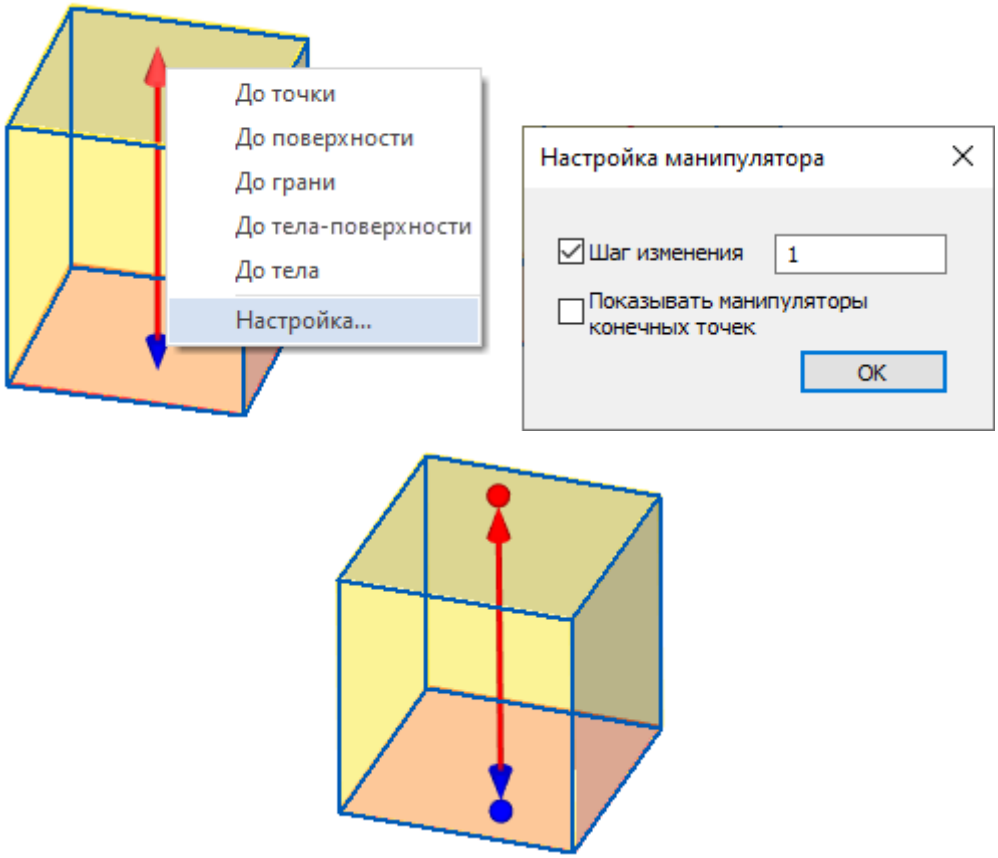
- **До точки**;
- **До поверхности**;
- **До грани**;
- **До тела-поверхности**;

- **До тела**;

а также вызвать окно **Настройка манипулятора**.

Нажатие на одном из способов задания границ в контекстном меню манипулятора устанавливает соответствующий способ в выпадающем меню окна **Параметры** для выбранного направления выталкивания, а также активирует режим выбора границы соответствующего типа.

Нажатие на **оси стрелки манипулятора** или на **шарике манипулятора конечной точки** вызывает урезанную версию контекстного меню, в которой доступен лишь вызов окна настроек манипулятора.



Настройка манипуляторов выталкивания

Окно **Настройка манипулятора** содержит два флага:

- Установка флага **Шаг изменения** меняет шаг изменения положения манипулятора при перетаскивании со значения по умолчанию на произвольное значение, устанавливаемое в поле справа от флага.
- Установка флага **Показывать манипуляторы конечных точек** включает манипуляторы в виде шариков на концах стрелок направления. По умолчанию этот флаг снят.

Шаг изменения положения манипулятора зависит от масштаба изображения в 3D сцене. При приближении или отдалении камеры, в определённый момент шаг уменьшается или увеличивается в 10 раз. Шаг измеряется в единицах, установленных в правой части поля **Длина** или **Отступ**.

Использование манипуляторов выталкивания

Нажатие на **наконечнике (конусе) стрелки манипулятора** приводит к перемещению конуса вдоль вектора направления вслед за перемещениями мыши до повторного нажатия .

Повторное нажатие :

- на точке существующей геометрии выбирает эту точку в качестве границы выталкивания и автоматически устанавливает в данном направлении способ задания границ **До точки**;
- в любом другом месте 3D сцены (если не был установлен способ задания границ выталкивания **Отступ**) устанавливает в данном направлении способ задания границ **Значение** и устанавливает в поле **Длина** значение, соответствующее текущему положению конуса манипулятора;
- в любом другом месте 3D сцены (если был установлен способ задания границ выталкивания **Отступ**) устанавливает в поле **Отступ** значение, соответствующее текущему положению конуса манипулятора;

Перемещение мыши при зажатой и удерживаемой на **наконечнике (конусе) стрелки манипулятора** приводит к изменению **Длины** выталкивания (или **Отступа** если был установлен способ задания границ выталкивания **Отступ**) в соответствии с изменением положения курсора мыши. Задание длины таким способом автоматически устанавливает в данном направлении способ задания границ Значение. Для использования данного способа необязательно нажимать непосредственно на конус. Подведите курсор мыши к торцевой (параллельной контуру выталкивания) поверхности каркасного предварительного отображения результата операции. Рядом с курсором появится значок (для прямого направления) или (для обратного направления). Когда значок отображается, перемещение мыши при зажатой и удерживаемой действует точно так же как и аналогичные действия на конусе манипулятора. Указанные значки могут быть не доступны в некоторых случаях

.

Нажатие на **оси стрелки манипулятора** активирует режим выбора вектора направления выталкивания. Наведите курсор мыши на желаемый объект. Вид манипулятора изменится - он покажет предварительный результат выталкивания в данном направлении. Если показанный предварительный результат вас устраивает нажмите на объекте для выбора его в качестве вектора направления.

Нажатие на **шарике манипулятора конечной точки** активирует режим выбора начальной или конечной точки вектора выталкивания. Наведите курсор мыши на желаемую точку. Вид манипулятора изменится - он покажет предварительный результат операции. Если показанный предварительный результат вас устраивает нажмите на точке и она будет выбрана в качестве начальной или конечной (в зависимости от того, какой шарик используется) точки вектора направления выталкивания. Аналогичным образом можно задать вторую точку с помощью второго шарика. Необязательно задавать обе точки с помощью манипуляторов. Можно задать каждую точку своим способом.

Смотрите также:

- Создание уклонов
- Создание тонкостенного элемента
- Создание сглаживания
- Использование создаваемого тела в булевой операции
- Общие опции команд твердотельного моделирования
- Предварительный просмотр
- Общие параметры 3D элементов

Редактировать Выталкивание

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<3EX>	Правка > Операции > Выталкивание

Команда предназначена для редактирования Выталкивания.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

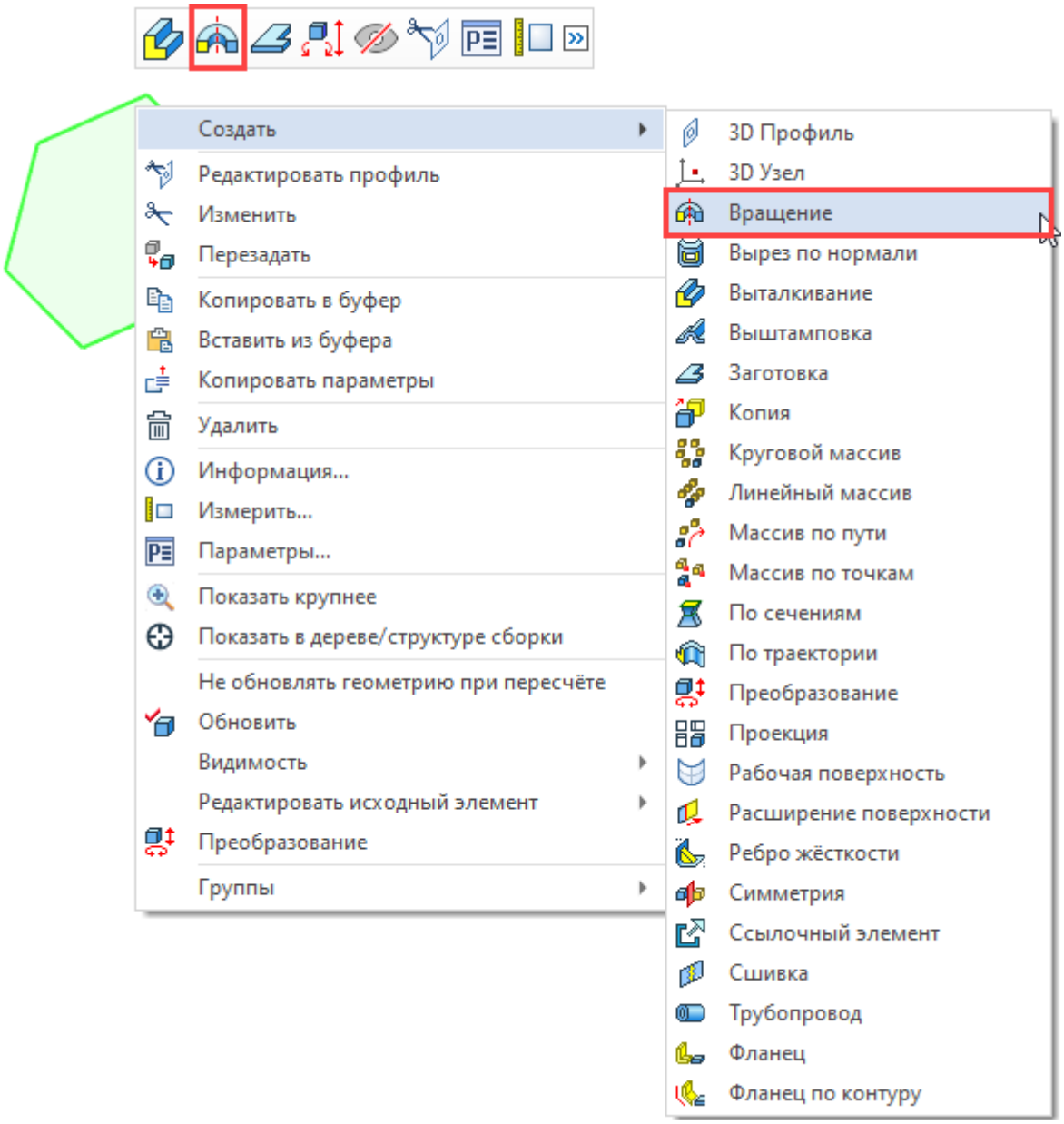
Если выбран один элемент, его можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию). Перезадание элемента полностью совпадает с операцией **Выталкивание**.
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** + (комбинация **<Ctrl>** + отменяет выбор).

Вращение

Вызов команды:

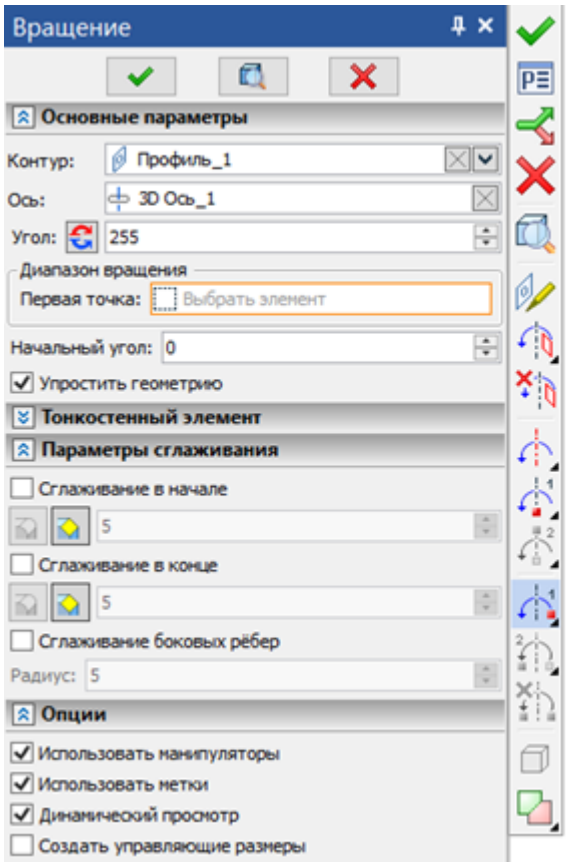
Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Операции > Вращение Рабочая плоскость > 3D Модель > Вращение
Клавиатура	Текстовое меню
<3RO>	Операции > Вращение

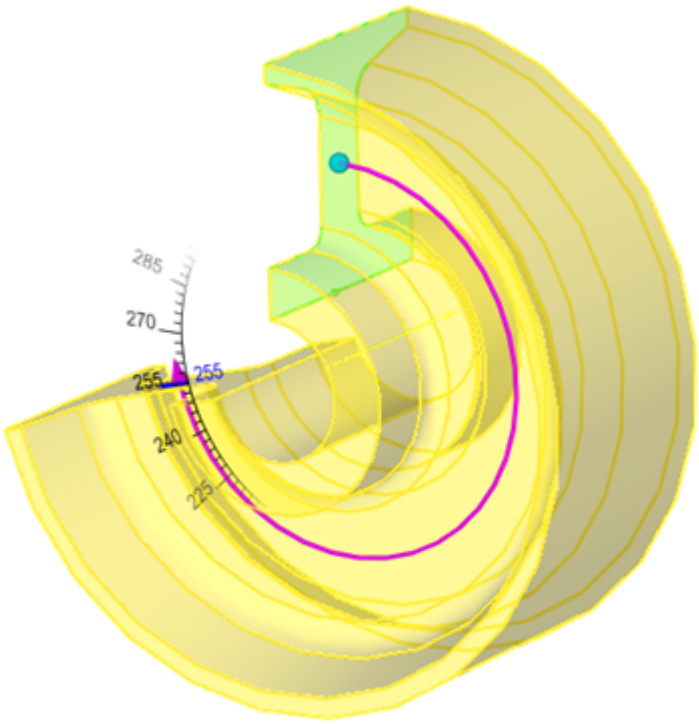
Вызов команды также доступен из динамической панели или из контекстного меню для выбранного контура, в режиме ожидания команды.



Операция **Вращение** позволяет создавать тела вращением формообразующего элемента (контура вращения) вокруг заданной оси на полный оборот (360°) или в пределах заданного сектора.
В качестве контура вращения можно использовать элементы проволочной геометрии (как плоские, так и пространственные), а также грани и ребра твердых тел и поверхностей. Также возможен

множественный выбор нескольких элементов одного типа. Результатом операции может быть как твердое тело, так и поверхность в зависимости от выбранного контура и параметров тонкостенного элемента. Ось и сектор вращения можно задавать различными способами, в том числе привязкой к другими элементами модели. Привязки сохраняются после создания операции, так что при изменении исходных объектов, вращение автоматически перестроится в соответствии с изменениями объектов привязки. Дополнительные параметры операции позволяют задавать сглаживание рёбер результирующего тела.
Диалоговое окно представлено ниже:





Основные темы в этом разделе:

- Опции Автоменю Вращения
- Параметры Вращения
- Изменить Вращение

Опции Автоменю Вращения

Общая последовательность действий для создания операции:

1. Вызвать команду Вращение.
2. Задать общие параметры операции (необязательное действие)
3. Выбрать контур вращения;
4. Выбрать ось вращения;
5. Задать угол вращения и начальный угол или начальную и конечную точки вращения (необязательное действие);
6. Задать параметры тонкостенного элемента, сглаживания, булевой операции (необязательные действия);
7. Воспользоваться предварительным просмотром результата операции (необязательное действие).

8. Подтвердить создание операции .

После вызова команды в автоменю доступны опции:

	<W>	Начертить профиль
	<R>	Выбрать контур
	<H>	Отменить выбор контура
	<A>	Выбрать ось вращения
	<F>	Выбрать первую точку оси
	<S>	Выбрать вторую точку оси
	<1>	Выбрать начальную точку вращения
	<2>	Выбрать конечную точку вращения
	<K>	Отменить выбор точек, задающих угол вращения
	<Ctrl+T>	Выбрать исходное тело для булевой операции
	<Ctrl+B>	Режим создания булевой операции

Контур и траектория вращения

Для создания вращения обязательно надо задать контур вращения. После вызова команды в автоменю автоматически активизируется опция:

	<R>	Выбрать контур

Активация данной опции включает на **Панели фильтров** фильтры выбора 3D элементов, которые можно использовать в качестве контура вращения: 3D профилей, операций, граней, рёбер, циклов и 3D путей. При выборе элементов следует обращать внимание на активные фильтры.
Для задания контура выталкивания необходимо в 3D окне подвести курсор к нужному элементу. Указанный элемент будет подсвечен, у курсора появится подсказка с его названием. Для выбора необходимо нажать . 3D профили, созданные на основе штриховки, можно выбрать указанием на исходную штриховку в 2D окне.
Выбранный контур отображается в поле **Контур** на вкладке **Основные параметры** окна **Параметры**.

Исходный контур может располагаться произвольным образом относительно оси, но ось не должна пересекать опорную поверхность контура. Плоский контур не может быть перпендикулярен оси вращения.
Исходный контур операции может быть **составным**, т.е. состоять из набора 3D профилей, граней, циклов, рёбер, 3D путей и других объектов, но все выбранные объекты должны быть однотипными - либо проволочными, либо поверхностными (включая замкнутые 3D профили).

Траектория вращения определяется окружностью, проходящей через геометрический центр контура вращения. Центр траектории располагается в точке нормальной проекции геометрического центра контура вращения на ось вращения. Операция не будет построена, если плоскость контура вращения направлена по касательной к траектории вращения или близка к этому.

Дополнительно можно активировать создание нового профиля с помощью опции автоменю:

<W> Начертить профиль

По завершении создании нового профиля он будет автоматически выбран в качестве контура вращения.

> Однако, все остальные параметры вращения, установленные до создания нового профиля, будут сброшены к значениям по умолчанию.

После выбора контура выталкивания в автоменю станет доступна опция отмены выбранного контура:

<H> Отменить выбор контура

При задании параметров вращения элементы, выбранные в качестве контура, подсвечиваются в 3D сцене зелёным цветом.

Вызов команды с автоматическим выбором контура

Удобным способом работы с операцией вращения является вызов команды с автоматическим выбором контура и оси вращения.
Используя режим черчения на активной рабочей плоскости, нужно начертить контур и ось.
Затем, не выходя из режима активной рабочей плоскости, нужно вызвать команду **Вращение**. При этом система автоматически создаст 3D профиль на основе линий изображения **Основного** типа, либо на основе штриховки и выберет его в качестве контура вращения. Если на рабочей плоскости существует единственная штрихпунктирная линия изображения, то она будет выбрана в качестве оси вращения. При повторном редактировании построений на рабочей плоскости автоматический выбор работает только для вновь созданных контуров (нового цвета).

Ось вращения

Для задания **оси вращения** используются опции:

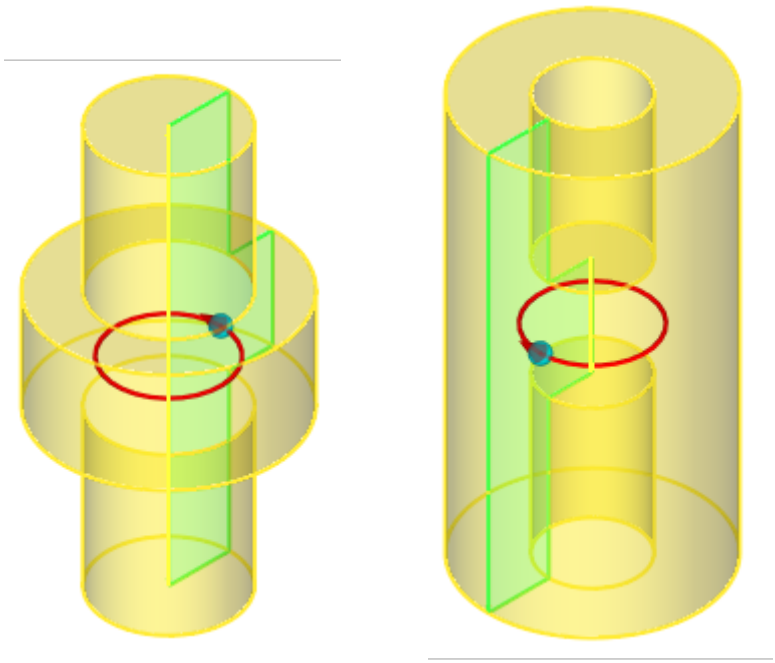
<A> Выбрать ось вращения

<F> Выбрать первую точку оси

<S> Выбрать вторую точку оси

Если активной является опция , то ось вращения может быть задана любым объектом, на основе которого система может определить геометрию прямой (в том числе и одним из ребер исходного контура). Активация данной опции включает на **Панели фильтров** фильтры выбора 3D элементов,

которые можно использовать в качестве оси. При выборе элементов следует обращать внимание на активные фильтры.



Результаты вращения одного и того же профиля вокруг разных осей. Оси подсвечены желтым.

Ось вращения может быть задана двумя 3D точками (опции). Активация данной опции включает на **Панели фильтров** фильтры выбора 3D элементов, которые можно использовать в качестве оси. При выборе элементов следует обращать внимание на активные фильтры.
Допускается задание оси вращения одной точкой, лежащей на какой-либо поверхности В этом случае осью вращения будет являться нормаль к поверхности в данной точке.

Выбранные для задания оси вращения элементы отображаются в полях **Ось** либо **Первая точка** и **Вторая точка** на вкладке Основные параметры окна **Параметры**.

При задании параметров вращения элементы, выбранные для задания оси, подсвечиваются в 3D сцене желтым цветом.

Направление вращения

По умолчанию направление вращения контура формируется как вращение по часовой стрелке при направлении взгляда совпадающем с направлением оси. Направление оси определяется по направлению существующему у выбранного объекта. При задании оси двумя точками направление задается от первой точки ко второй. При необходимости можно сменить направление на противоположное с помощью кнопки **Изменить направление поворота** на вкладке Основные параметры окна **Параметры;**

Угол вращения и начальный угол

По умолчанию тело вращения создается полным оборотом контура вокруг оси вращения на 360°. При необходимости можно создать тело вращением в пределах заданного сектора. Сектор вращения задается одним из следующих способов либо их комбинацией:

- Вводом необходимых значений в поля **Угол** и **Начальный угол** на вкладке Основные параметры окна **Параметры;**
- Заданием **Начальной** и **Конечной точки** вращения с помощью автоменю;
- С помощью манипуляторов.

Начальная и конечная точки вращения

Задание начальной и конечной точек вращения осуществляется с помощью следующих опций автоменю:

	<1>	Выбрать начальную точку вращения
	<2>	Выбрать конечную точку вращения
	<K>	Отменить выбор точек, задающих угол вращения

Задание **Начальной точки** определяет начальное положение контура. При задании только начальной точки вращение выполняется производится на **Угол**, заданный в одноименном поле вкладки Основные параметры окна **Параметры.** Поле **Начальный угол** становится неактивным и отображает значение, соответствующее положению начальной точки.
Задание **Конечной точки** определяет конечное положение контура. Поле **Угол** также становится неактивным и отображает значение, соответствующее разности положений конечной и начальной точек. Задание только конечной точки без задания начальной НЕ влияет на результат построения.

При задании параметров вращения начальная и конечная точки подсвечиваются в 3D сцене желтым цветом.

Манипуляторы вращения

При создании операции возможно изменение значений угла вращения и начального угла при помощи манипуляторов в виде красной стрелки и бирюзового шарика в 3D сцене.
Ось стрелки обозначает траекторию перемещения контура, бирюзовый шарик - начальную точку перемещения, наконечник стрелки - конечную точку перемещения.

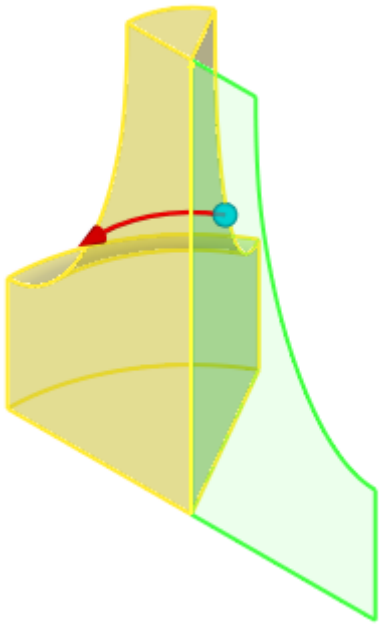
Перемещение мыши при зажатой и удерживаемой на **красной стрелке** (неважно, на оси или на наконечнике) приводит к изменению положения конечной точки перемещения контура в соответствии с перемещениями курсора мыши. Вместе с изменением положения точки меняется значение в поле **Угол** вкладки Основные параметры окна **Параметры**

Одиночное нажатие на **красной стрелке** (неважно, на оси или на наконечнике) переводит манипулятор в режим выбора конечной точки вращения. В этом режиме положение конечной точки перемещения контура меняется в соответствии с перемещениями курсора мыши вплоть до повторного нажатия . Однако, при наведении курсора на существующую точку в 3D сцене положение конечной точки перемещения контура привязывается к существующей точке. Повторное нажатие на существующей точке подтверждает выбор точки. Выбранная точка при этом отображается в поле **Вторая точка** в группе **Диапазон вращения** вкладки Основные параметры окна **Параметры**, и создается ассоциативная связь, т.е. при изменении положения выбранной существующей точки результат вращения перестроится соответственно. Вместе с заданием точки также меняется значение в поле **Угол** вкладки Основные параметры окна **Параметры**

Перемещение мыши при зажатой и удерживаемой на **бирюзовом шарике** приводит к изменению положения начальной точки перемещения контура в соответствии с перемещениями курсора мыши. Вместе с изменением положения точки меняется значение в поле **Начальный угол** вкладки Основные параметры окна **Параметры.**

В отличие от опций автоменю задание только конечной точки с помощью манипулятора без задания начальной точки ВЛИЯЕТ на результат построения.

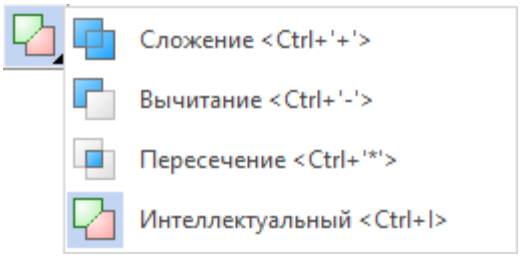
Одиночное нажатие на **бирюзовом шарике** переводит манипулятор в режим выбора начальной точки вращения. В этом режиме положение начальной точки перемещения контура меняется в соответствии с перемещениями курсора мыши вплоть до повторного нажатия . Однако, при наведении курсора на существующую точку в 3D сцене положение начальной точки перемещения контура привязывается к существующей точке. Повторное нажатие на существующей точке подтверждает выбор точки. Выбранная точка при этом НЕ отображается в окне **Параметры** и ассоциативная связь не создается, т.е. при изменении положения выбранной существующей точки результат вращения не изменится. Вместе с заданием точки также меняется значение в поле **Начальный угол** вкладки Основные параметры окна **Параметры**



Использование создаваемого тела в булевой операции

В нижней части автоменю находятся опции создания булевой операции.

> Подробная информация по данным опциям приведена в разделе Использование Булевой операции при создании других операций.



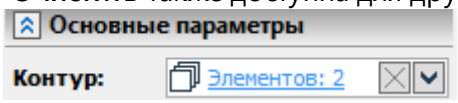
Смотрите также:

- Предварительный просмотр

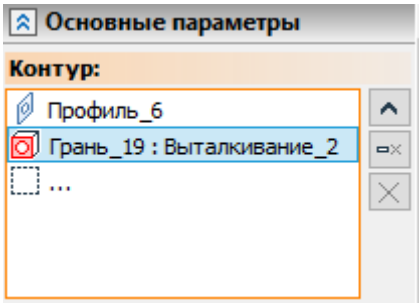
Параметры Вращения

Основные параметры

Одновременно с активацией опции **Выбрать контур** в автоменю активируется и поле **Контур** на вкладке **Основные параметры** окна **Параметры**. После выбора контура в данном поле отобразится название выбранного элемента и иконка, символизирующая тип элемента. При множественном выборе нескольких контуров отобразится лишь количество выбранных элементов и иконка, символизирующая множество элементов. В правой части поля **Контур** доступны кнопки, позволяющие **Очистить** выбор и **Развернуть** список выбранных элементов. Кнопка **Очистить** также доступна для других полей выбора геометрических элементов.



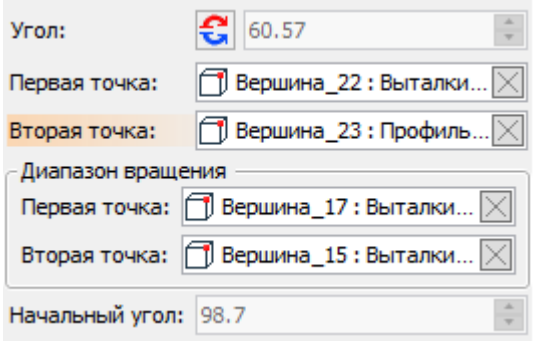
При нажатии на кнопку **Развернуть** вид поля **Контур** изменится. В левой части будет доступен список всех выбранных контуров. В правой части кнопка **Развернуть** сменится кнопкой **Свернуть**, позволяющей вернуться к прежнему виду. Также появится кнопка **Удалить элемент из списка,** позволяющая убрать выбранный (подсвеченный синим в списке) контур. Для выбора элемента в списке нажмите на нём .



Ось.

В данном поле отображается название элемента, выбранного в качестве оси вращения и иконка, символизирующая тип элемента.

При задании оси выбором двух точек, данное поле заменяется двумя другими: **Первая точка** и **Вторая точка** (не путать с одноимёнными полями из группы **Диапазон вращения**).

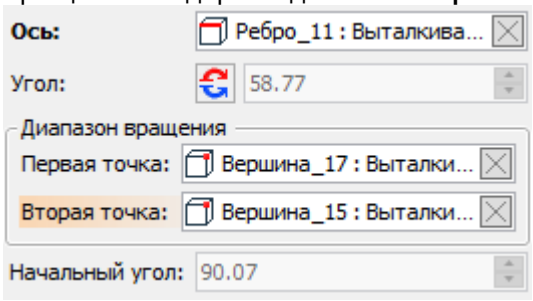


Угол.
Величина угла, на который поворачивается контур вокруг оси вращения. По умолчанию - 360°. Если заданы начальная и конечная точки вращения, поле неактивно и отображает значение, соответствующее разности положений конечной и начальной точек.

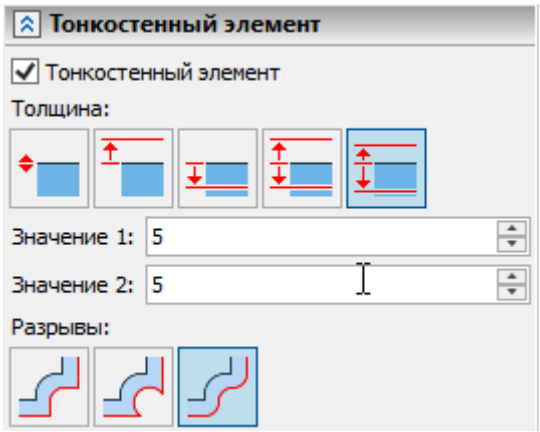
Рядом с полем **Угол** находится кнопка **Изменить направление поворота**. Нажатие данной кнопки меняет направление вращения на противоположное.

Начальный угол.
Задаёт начальную точку перемещения контура относительно его исходного положения. Если задана начальная точка вращения, поле неактивно и отображает значение, соответствующее положению начальной точки.

В группе параметров **Диапазон вращения** отображаются начальная и/или конечная точка точка вращения. Содержит два поля **Первая точка** и **Вторая точка**.



Тонкостенный элемент



Установка флага **Тонкостенный элемент** активирует возможность выбора способа задания толщины тонкостенного элемента.
На панели **Толщина** доступны следующие способы задания толщины:

Нет

Наружу

Внутрь

Симметрично

Разная

Опция активная в данный момент подсвечивается синим и выделяется чёрной обводкой.
При выборе **Нет** создается поверхность нулевой толщины.
При выборе **Наружу**, **Внутрь** или **Симметрично** активируется поле **Значение 1** для задания толщины элемента, откладываемой в соответствии с выбранным способом, и создается твердое тело, похожее на результат создания операции Оболочка
При выборе **Разная** активируются два поля **Значение 1** и **Значение 2** для задания толщины элемента, позволяющие задать разные величины толщины внутрь и наружу контура. **Значение 1** - толщина наружу контура, **Значение 2** - толщина внутрь контура.

Новые грани в тонкостенном теле образуются вращением контура, эквидистантного к исходному контуру вращения. Форма граней зависит от способа обработки зазоров при создании эквидистантного контура. Следующие способы обработки зазоров становятся доступны на панели **Разрывы** после выбора способа задания толщины:

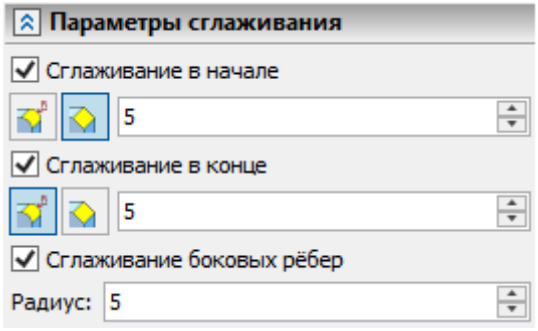
По прямой

По кривой

Скруглить

Опция активная в данный момент подсвечивается синим и выделяется чёрной обводкой.
По прямой – из точек разрыва строятся прямые линии, касательные к линиям контура в точках разрыва.
По кривой – строится продолжение кривых, образующих исходный контур.
Скруглить – строится скругление между конечными точками соседних сегментов создаваемого контура.

Параметры сглаживания



Установка флага **Сглаживание боковых рёбер** включает сглаживание боковых рёбер тела вращения. Сглаживание боковых ребер производится скруглением. **Радиус** скругления задается в соответствующем поле.
Если результатом вращения является твёрдое тело, можно также добавить сглаживания на торцевых гранях результирующего тела. Установка флага **Сглаживание в конце** включает сглаживание на торце в конечной точке вращения. Установка флага **Сглаживание в начале** включает сглаживание на торце в начальной точке вращения. Для сглаживания в начале и в конце можно выбрать тип - **Фаска** или **Скругление**. Опция активная в данный момент подсвечивается синим и выделяется чёрной обводкой. Размер фаски или радиус скругления задается в поле справа от соответствующих иконок. Сглаживание в начале и в конце создаётся только при вращении на угол меньше 360 градусов.
Для тонкостенного тела без толщины флаги **Сглаживание в начале** и **Сглаживание в конце** недоступны. Для тонкостенного тела с заданной толщиной установка флагов **Сглаживание в начале** и **Сглаживание в конце** приводит к сглаживанию ребер соответствующей грани как по наружному так и по внутреннему контуру. Операция не будет построена, если заданный размер сглаживания в начале или в конце превысит половину суммарной (внутрь и наружу) толщины стенок тонкостенного элемента.

Смотрите также:

- Общие опции команд твердотельного моделирования
- Общие параметры 3D элементов
- Предварительный просмотр

Редактировать Вращение

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<3ER>	Правка > Операции > Вращение

Команда предназначена для редактирования Вращения.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

Если выбран один элемент, его можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию). Перезадание элемента полностью совпадает с командой **Вращение**.

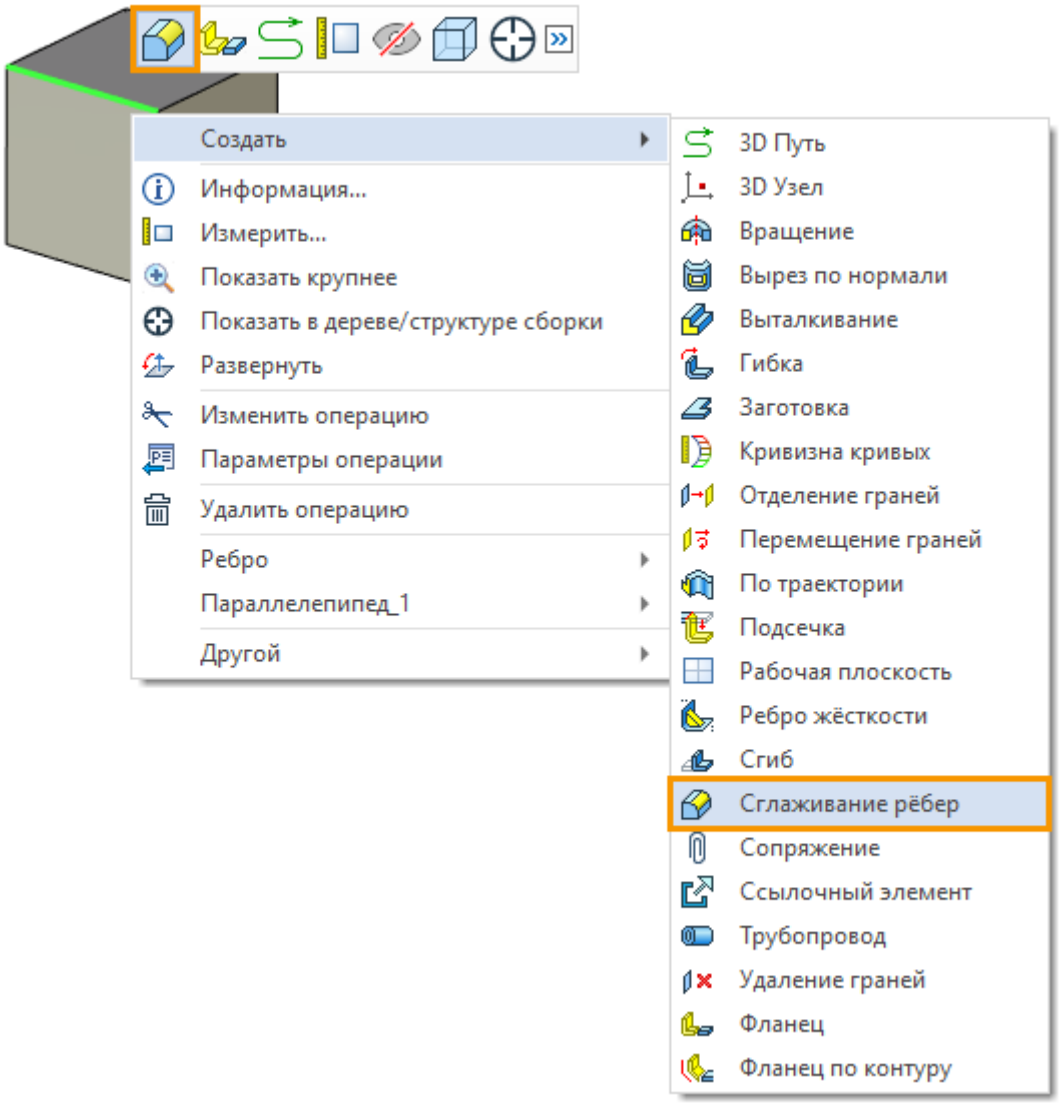
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>+** (комбинация **<Ctrl>+** отменяет выбор).

Сглаживание рёбер

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Операции > Сглаживание > Сглаживание рёбер Листовой металл (3D) > Расширенные > Сглаживание > Сглаживание рёбер Поверхности > Расширенные > Сглаживание > Сглаживание рёбер Примитив > Расширенные > Сглаживание > Сглаживание рёбер
Клавиатура	Текстовое меню
<3DE>	Операции > Сглаживание > Сглаживание рёбер

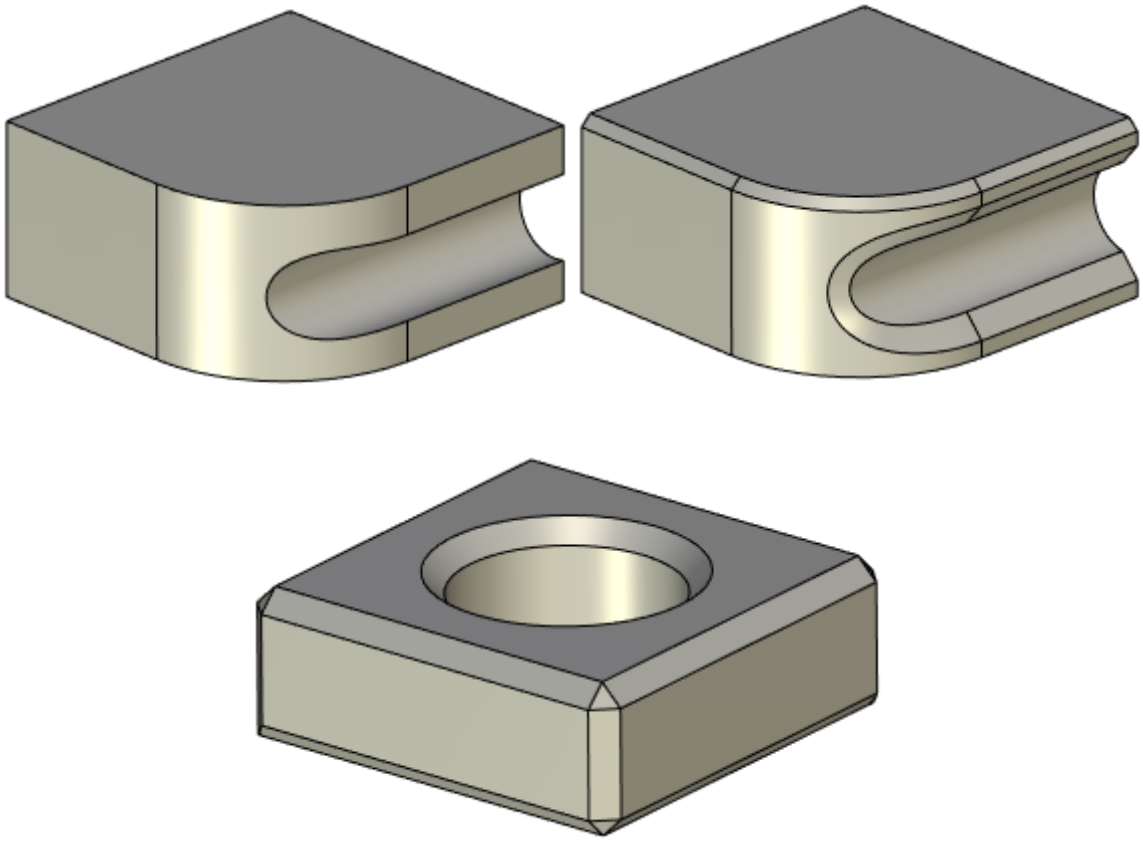
Вызов команды также доступен из динамической панели или из контекстного меню для выбранных граней, ребер, вершин, операций в режиме ожидания команды.



Операция сглаживания рёбер предназначена для получения сопряжения двух или более соприкасающихся поверхностей, принадлежащих одному телу (твёрдому или поверхности).
Существует несколько способов сопряжения:

- **скругление постоянного радиуса**;
- **скругление переменного радиуса;**
- **скругление переменной выпуклости;**
- **фаска** (с различными способами задания геометрических параметров).

В результате выполнения операции ребро, являющееся пересечением двух граней, заменяется дополнительной гранью (поверхностью сглаживания), обеспечивающей требуемый переход от поверхности одной грани к поверхности другой. Также возможно сглаживание вершин.
В операции сглаживания рёбер доступен специальный режим диагностики, позволяющий в процессе создания операции оперативно оценивать возможность и причины возникновения ошибок.
При построении сглаживания грани и рёбра не обязательно должны быть плоскими, они могут быть различной геометрической формы (см. рисунок ниже).



Основные темы в этом разделе:

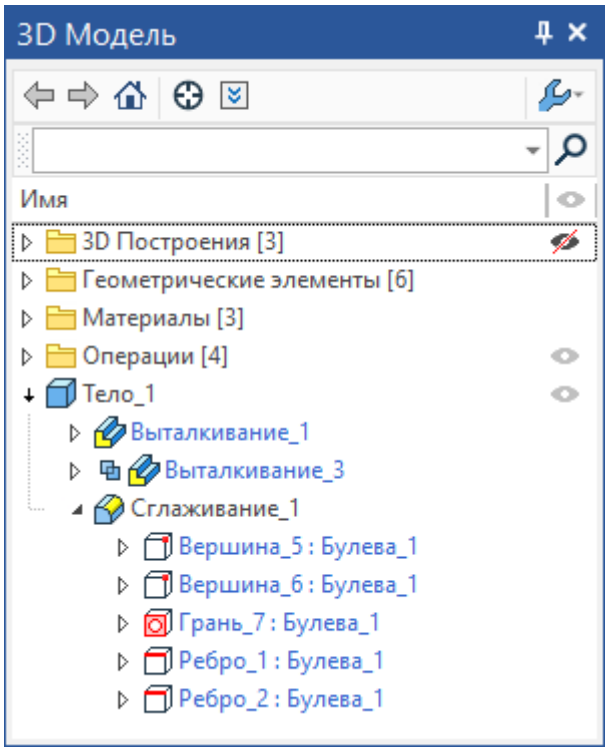
- Общие сведения о Сглаживании рёбер
- Типы Сглаживания рёбер
- Создать Сглаживание рёбер
- Сглаживание вершин
- Опции автоменю Сглаживания рёбер
- Манипуляторы Сглаживания рёбер
- Дополнительные возможности Сглаживания рёбер
- Диагностика Сглаживания рёбер
- Редактировать Сглаживание рёбер

Общие сведения о Сглаживании рёбер

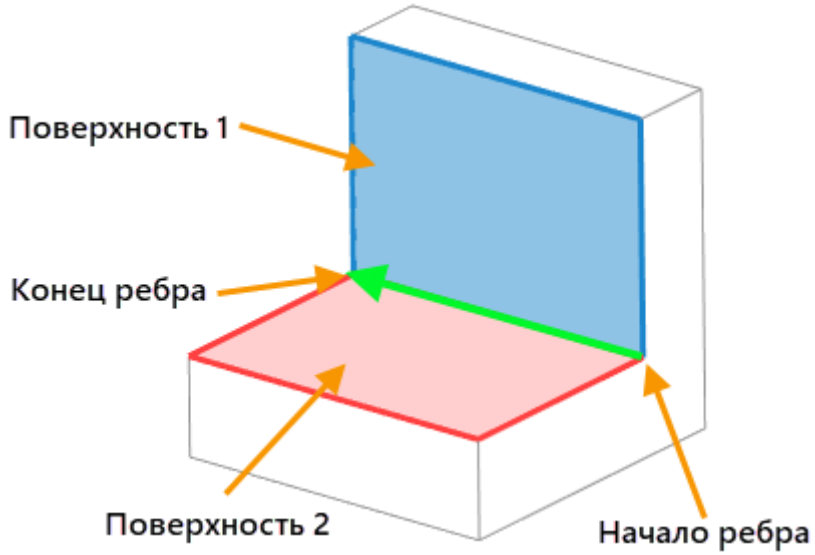
В данном подразделе описаны общие принципы построения геометрии. Интерфейс создания операции подробно описан в других подразделах.

В операции сглаживания рёбер основой всегда служат рёбра поверхности или твёрдого тела. Иногда для уточнения формы сглаживания требуется выбор отдельных вершин на используемых рёбрах. Однако, набор опций автоменю позволяет выбирать помимо рёбер много других объектов – циклы, грани, вершины, операции. Это сделано с целью облегчить выбор некоторых характерных комбинаций рёбер. Так, выбирая вершину, мы выбираем все сходящиеся в ней рёбра; цикл по определению представляет собой определённую последовательность рёбер; при выборе грани выбираются все ограничивающие её ребра (один или несколько циклов); а, выбирая тело, мы автоматически выбираем все его рёбра, пригодные для выполнения сглаживания.

Очень важно понимать и то, как запоминается информация об исходных элементах сглаживания. В истории модели запоминается именно тот элемент, который был выбран при задании сглаживания. Так, если для сглаживания выбиралась грань, то в дереве модели хранится ссылка на грань. В этом случае набор рёбер для сглаживания формируется каждый раз новый. Это даёт существенное преимущество, так как при изменении топологии выбранного объекта (изменении количества рёбер на грани) операция будет корректно пересчитана для нового набора рёбер используемого объекта. Иначе, если было выбрано конкретное ребро, которое затем пропало, система выдаст ошибку.



Каждое выбранное ребро имеет направление, указываемое стрелкой. В зависимости от направления можно определить другие понятия, которые потребуются при задании различных видов сглаживания. Начало стрелки определяет начало ребра. Принято соглашение, что поверхность, которая расположена справа от ребра, если смотреть по направлению стрелки, условно называется первой сопрягаемой поверхностью, а расположенная слева – второй.



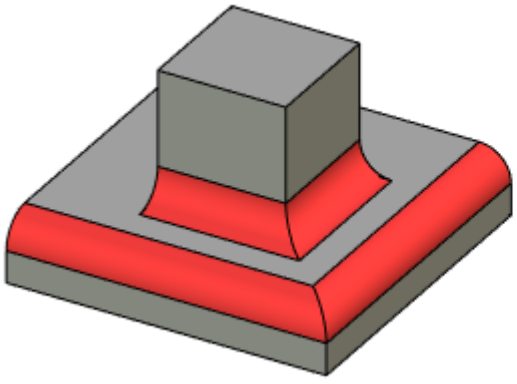
Основные темы в этом разделе:

- Сглаживание двух рёбер из трёх, сходящихся в одной вершине
- Обработка вершин при сглаживании рёбер разной выпуклости
- Скругление с отступом от вершины
- Порядок обработки рёбер при сглаживании вершин

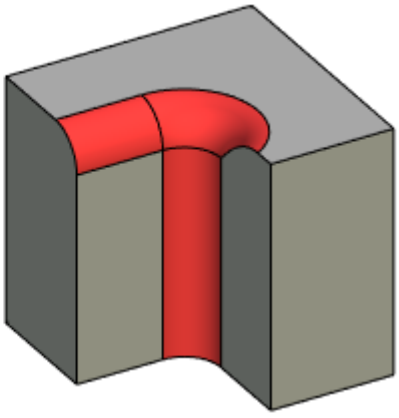
Сглаживание двух рёбер из трёх, сходящихся в одной вершине

При сглаживании двух рёбер одной выпуклости формируется две поверхности сглаживания – по одной на каждое ребро. Вершина в этом случае не сглаживается, а в этом месте строятся новые ребра, образованные пересечением поверхностей сглаживания.
При скруглении двух рёбер разной выпуклости вершина, в которой соединяются рёбра, тоже сглаживается. Это делается автоматически.

Для фасок сглаживание двух рёбер разной выпуклости невозможно.



Сглаживание пары рёбер одинаковой выпуклости



Сглаживание пары рёбер разной выпуклости

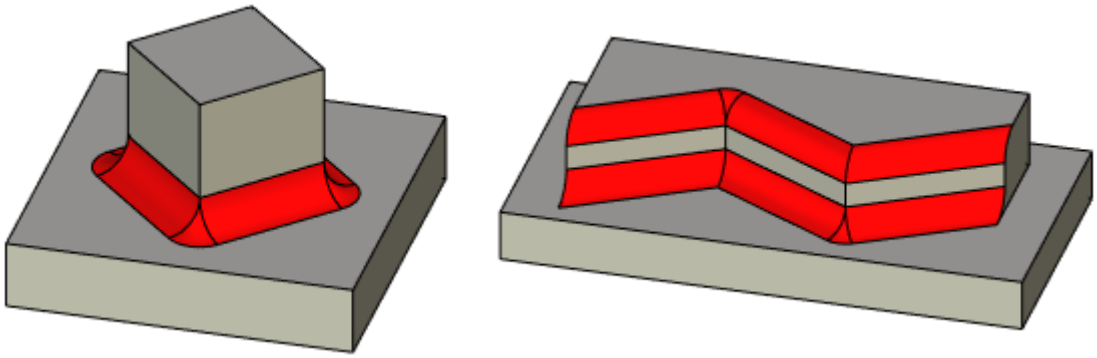
Обработка вершин при сглаживании рёбер разной выпуклости

Следует отдельно обратить внимание на случай, когда в вершине сходятся три ребра разной выпуклости. При этом, если скруглять два ребра одной выпуклости, то можно воспользоваться

дополнительной возможностью сглаживания вершины, в которой сходятся эти рёбра. Для этих целей требуется дополнительно выбрать саму вершину.

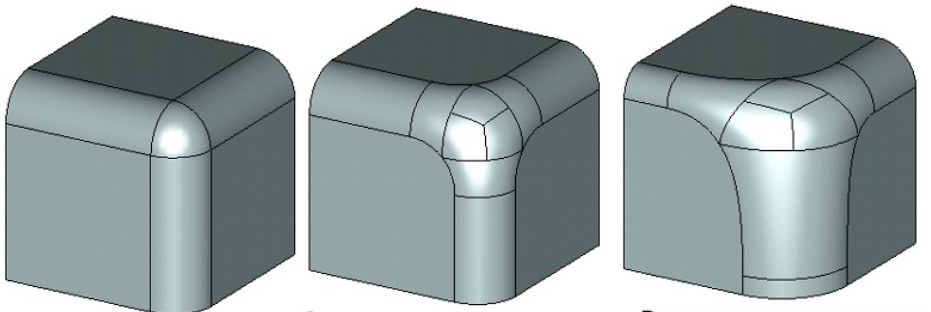
> Для фасок данная опция недоступна.

Результаты проиллюстрированы на следующих рисунках:



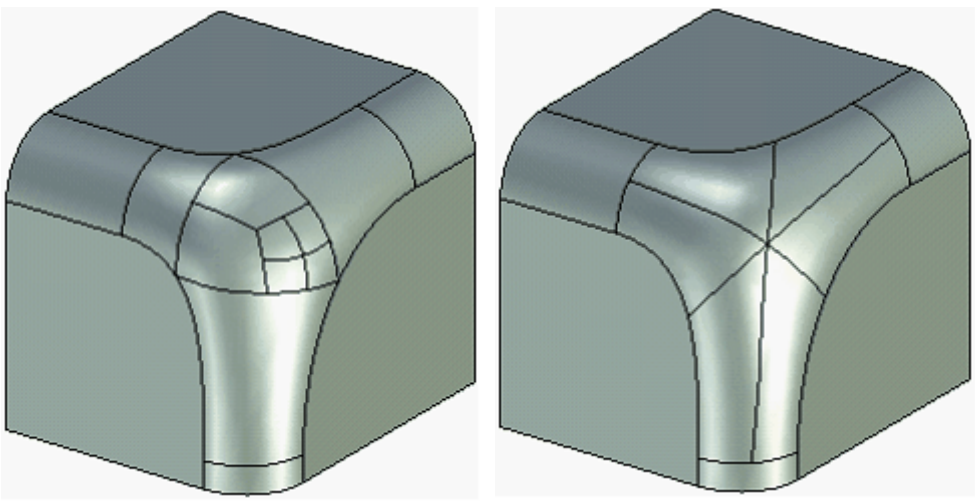
Скругление с отступом от вершины

При скруглении группы рёбер, сходящихся в одной вершине, можно задавать некоторый отступ от этой вершины. Влияние отступа на форму поверхности сглаживания продемонстрировано на следующих рисунках:



Как видно, отступ позволяет задать зону, в которой осуществляется плавный переход одной поверхности сглаживания в другую. В переходной зоне не гарантируется сохранение заданного радиуса поверхности. Переходная зона может формироваться с использованием переходных граней или без них.

> Для фасок данная опция недоступна.



Сглаживание с переходными гранями | Сглаживание без переходных граней

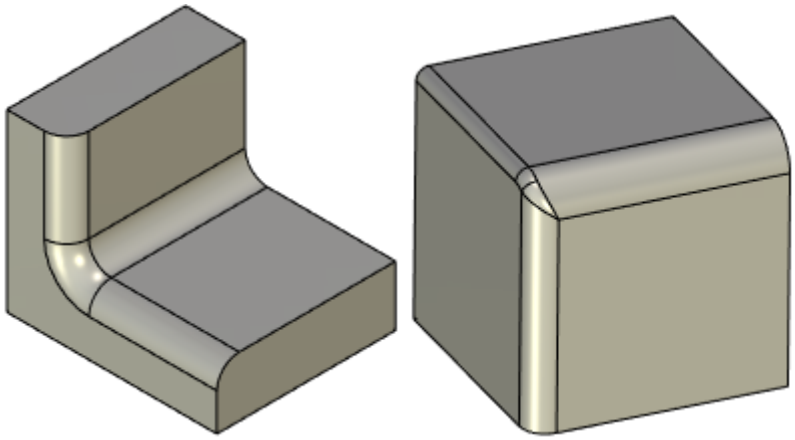
Параметр **Отступ** может быть задан в начале и в конце любого ребра. Но осуществление отступов возможно только для группы из трёх или более рёбер, сходящихся в одной вершине. Часть сходящихся рёбер может иметь направление от вершины, а часть – на вершину. При этом нужно следить, чтобы отступы на всех рёбрах были заданы со стороны вершины. Если одно ребро попадает на две вершины, в которых задаются отступы, тогда отступ задаётся и в начале этого ребра, и в конце.

В некоторых случаях система T-FLEX CAD позволяет автоматически синхронизировать параметры **Отступ** для рёбер, имеющих различное направление. Например, это происходит при выборе группы рёбер указанием на вершину (подробное описание процедуры задания отступов описано в других подразделах).

Для обозначения отступа на рёбрах в процессе задания параметров операции существуют специальные динамические манипуляторы. По их наличию и положению можно легко определять параметры отступов, а также, изменяя мышью положение манипуляторов, можно эти параметры изменять.

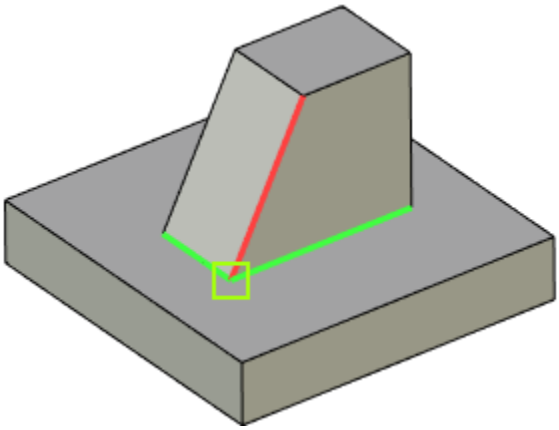
Порядок обработки рёбер при сглаживании вершин

Одной операцией можно сгладить все рёбра, сходящиеся в одной вершине, причём рёбра могут быть разных типов, как выпуклые, так и вогнутые. При одновременном сглаживании всех рёбер автоматически сглаживается и вершина, в которой они сходятся.



Форму геометрии скругления в вершине можно менять, выбирая разный **Порядок обработки рёбер**: **По умолчанию** (порядок сглаживания рёбер определяется системой самостоятельно), **Сначала вогнутые**, **Сначала выпуклые**, **Сначала с минимальной выпуклостью**, **Сначала с максимальной выпуклостью**. Обратите внимание: для того, чтобы управлять формой сглаживания в вершине, необходимо при создании сглаживания дополнительно к рёбрам выбрать и саму вершину.

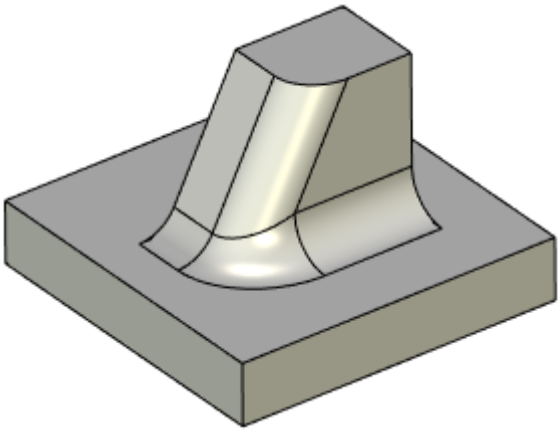
Для фасок данная опция недоступна.



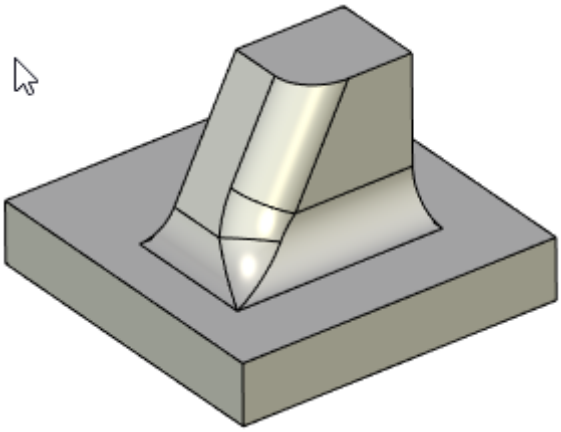
Красное ребро - выпуклое,

Зеленые ребра - вогнутые,

Зеленый квадрат - сглаживаемая вершина

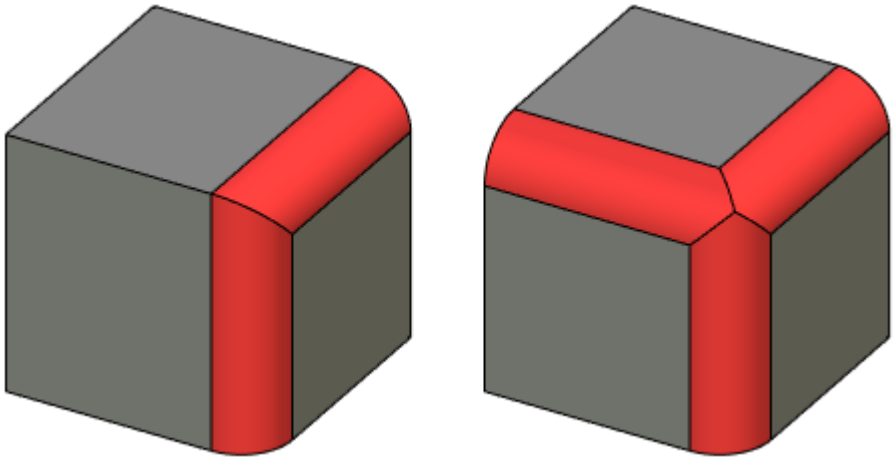


Сначала выпуклые



Сначала вогнутые

Если сглаживание вершины нежелательно, то сглаживание рёбер можно осуществить двумя операциями сглаживания, сначала сгладив два любых ребра, сходящихся в одной вершине, а затем третье, отключив опцию **Продолжить по касательной**. В этом случае результат будет выглядеть следующим образом:



Первое сглаживание Второе сглаживание

Иногда бывает невозможно построить сглаживание сразу всех выбранных рёбер, система выдаст ошибку. В таком случае также следует попробовать создать нужные сглаживания в несколько этапов. Таким образом сгладить можно практически все рёбра любой модели.

При необходимости сглаживания нескольких рёбер одного тела предпочтительнее обходиться минимальным количеством операций сглаживания. Например, лучше сгладить набор рёбер одной операцией, чем провести ряд операций, сглаживая по одному ребру. При таком подходе регенерация модели протекает значительно быстрее, и работа системы по сглаживанию чаще проходит наиболее корректно.

Типы Сглаживания рёбер

В T-FLEX CAD доступны следующие типы сглаживания рёбер:

Скругление постоянного радиуса

Скругление переменного радиуса

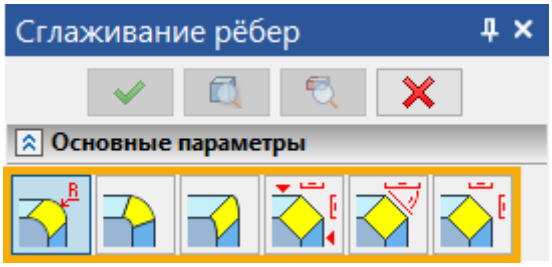
Скругление переменной выпуклости
(эллиптическое, параболическое, гиперболическое)

Фаска по длине и углу

Фаска по смещениям перпендикулярно граням

Фаска по смещениям вдоль граней

Перечисленные типы создаются соответствующими подрежимами общей команды **Сглаживание рёбер**. При вызове данной команды по умолчанию активен режим создания скруглений постоянного радиуса. При работе с командой можно в любой момент переключиться на другой тип сглаживания рёбер с помощью кнопок, расположенных в окне параметров:



Кроме того, можно сразу вызвать нужный тип напрямую из ленты (см. способы вызова команд в описаниях типов сглаживания).

Основные темы в этом разделе:

- Скругление постоянного радиуса
- Скругление переменного радиуса
- Скругление переменной выпуклости (эллиптическое, параболическое, гиперболическое)
- Фаска по длине и углу
- Фаска по смещениям перпендикулярно граням
- Фаска по смещениям вдоль граней

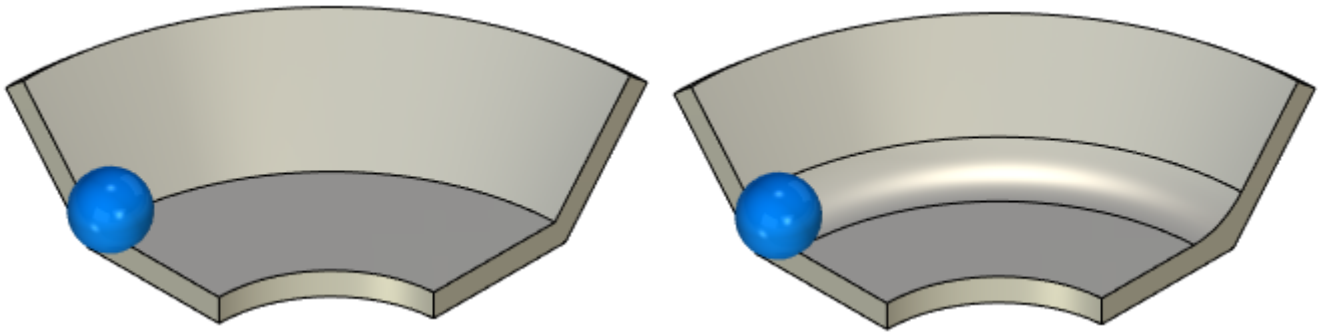
Скругление постоянного радиуса

Режим создания скруглений постоянного радиуса может быть вызван в команде **Сглаживание рёбер** с помощью кнопки **Скругление**, расположенной в верхней части окна параметров.
Скругление – это наиболее часто используемый вид сглаживания. Вдоль выбранного ребра формируется поверхность плавного перехода от одной грани к другой, с условием, чтобы в каждом

сечении этой поверхности, построенном перпендикулярно ребру, получалась дуга окружности заданного радиуса.

Для того чтобы легче понять, как образуется поверхность скругления, представьте себе шарик заданного радиуса, который катится вдоль выбранного ребра и касается прилегающих к этому ребру поверхностей. Катящийся шарик образует след, который является поверхностью сглаживания для данного ребра. Для заданной группы рёбер поверхность может быть сформирована в один или несколько проходов, например, если разные рёбра скругляются разными радиусами. В местах сопряжения нескольких поверхностей сглаживания иногда может получаться сложная сплайновая поверхность.

В зависимости от того, какой угол образуют грани скругляемого ребра – выпуклый или вогнутый, операция может как добавлять, так и удалять материал.

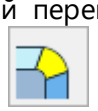


Скругляющий шарик обязательно должен иметь касание хотя бы с одной прилегающей гранью, в противном случае скругления не произойдет, и система сообщит об ошибке.

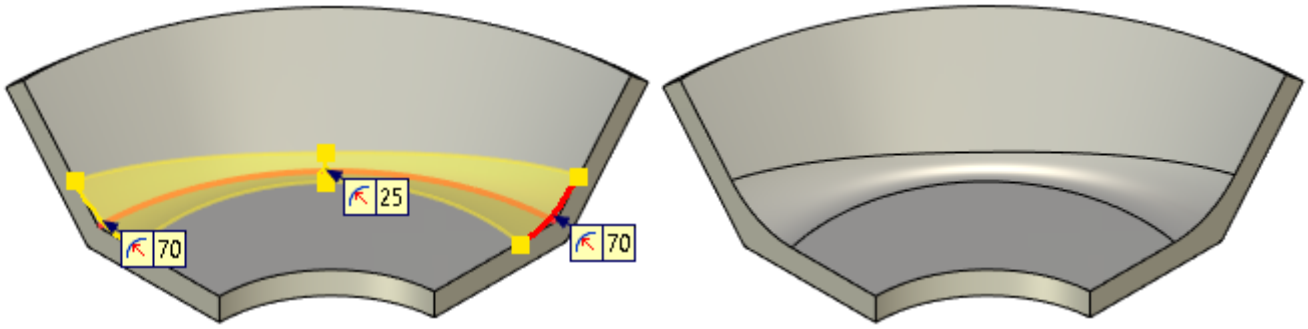
См. также:

- Создать Сглаживание рёбер
- Выбор рёбер для сглаживания
- Создать скругление постоянного радиуса
- Манипуляторы скругления постоянного радиуса

Скругление переменного радиуса

Режим создания скруглений переменного радиуса может быть вызван в команде **Сглаживание рёбер** с помощью кнопки  **Переменный (круговой)**, расположенной в верхней части окна параметров.

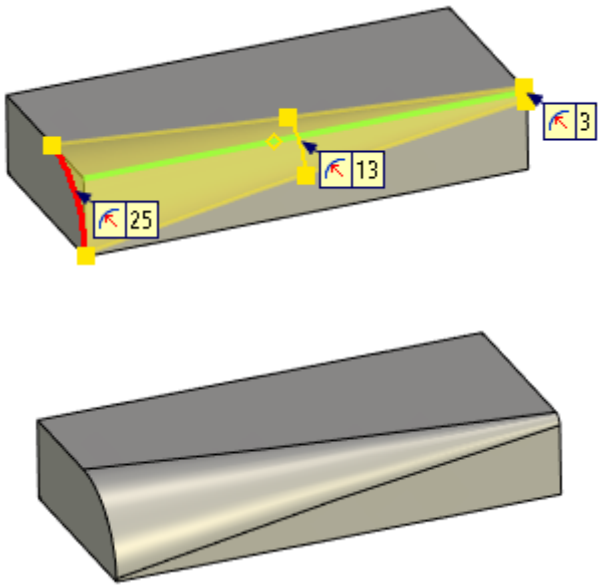
При данном способе скругления формируется поверхность переменного радиуса. Задаётся список специальных точек, в каждой из которых можно установить определённое значение радиуса сглаживания. Положение каждой точки задаётся в процентах от общей длины ребра. В начальный момент этот список состоит из двух точек, соответствующих 0% и 100% длины ребра.



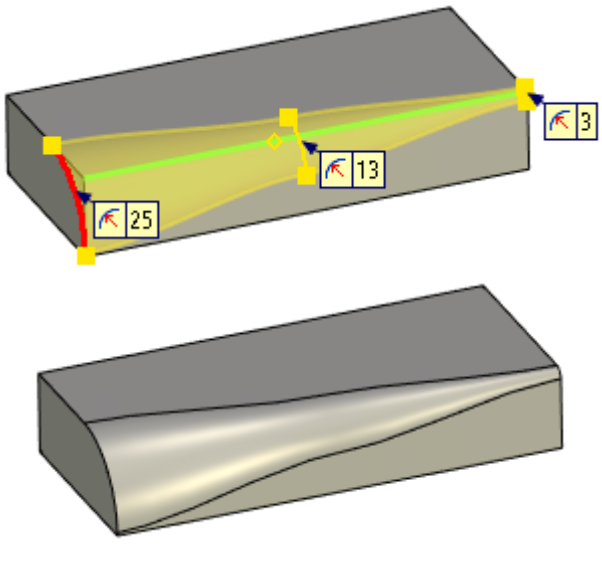
Если выбрано несколько рёбер, то для всех последовательностей сопряжённых рёбер, не обязательно гладко сопряжённых, точки задаются в процентах от всей длины последовательности. Направление рёбер в каждой последовательности становится общим. Оно устанавливается по направлению первого выбранного ребра в последовательности.

> При задании данного типа сглаживания по замкнутой последовательности рёбер всегда нужно следить за тем, чтобы радиусы начала и конца последовательности имели одинаковые значения.

Изменение радиуса сглаживания между точками может быть **Линейным** или **Гладким**. **Линейное** изменение радиуса задаётся ломаной линией (радиус меняется линейно от точки к точке). **Гладкое** изменение радиуса задаётся кривой, имеющей в выбранных точках касательную, параллельную выбранному ребру.



Линейное изменение радиуса



Гладкое изменение радиуса

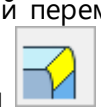
Для некоторых специальных случаев существует режим, в котором можно задавать параметры переменного сглаживания для каждого отдельного ребра. При обработке таким способом гладкой последовательности рёбер необходимо следить за тем, чтобы значения радиусов на стыках смежных рёбер были одинаковыми.

См. также:

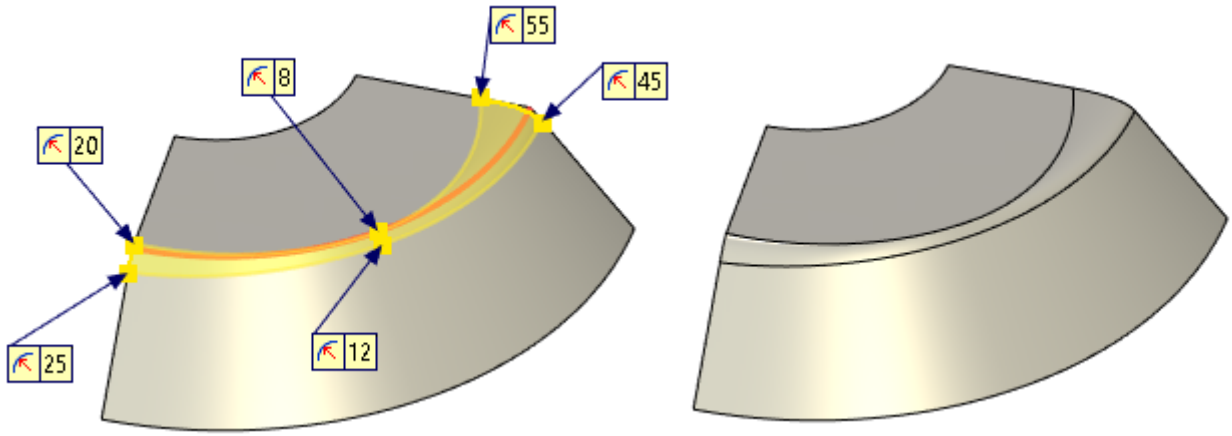
- Создать Сглаживание рёбер
- Выбор рёбер для сглаживания

- Создать скругление переменного радиуса
- Манипуляторы скругления переменного радиуса

Скругление переменной выпуклости (эллиптическое, параболическое, гиперболическое)

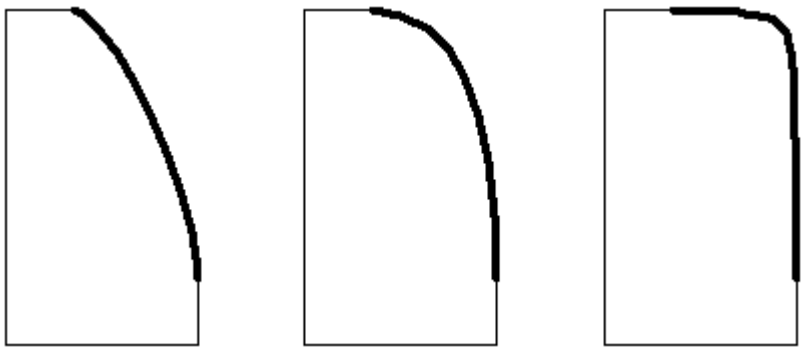
Режим создания скруглений переменной выпуклости может быть вызван в команде **Сглаживание рёбер** с помощью кнопки  **Переменный (эллиптический)**, расположенной в верхней части окна параметров.

Данный способ сглаживания рёбер позволяет создавать более сложные поверхности перехода. Размер и форма поверхности перехода задаётся смещениями от условно первой и условно второй грани, и коэффициентом выпуклости.



В зависимости от значения коэффициента выпуклости все получаемые поверхности делятся на три группы:

- 0 < K < 0.5
  Сечение поверхности сглаживания имеет эллиптическую форму.
- K = 0.5
  Сечение поверхности сглаживания имеет параболическую форму.
- 0.5 < K < 1
  Сечение поверхности сглаживания имеет гиперболическую форму.

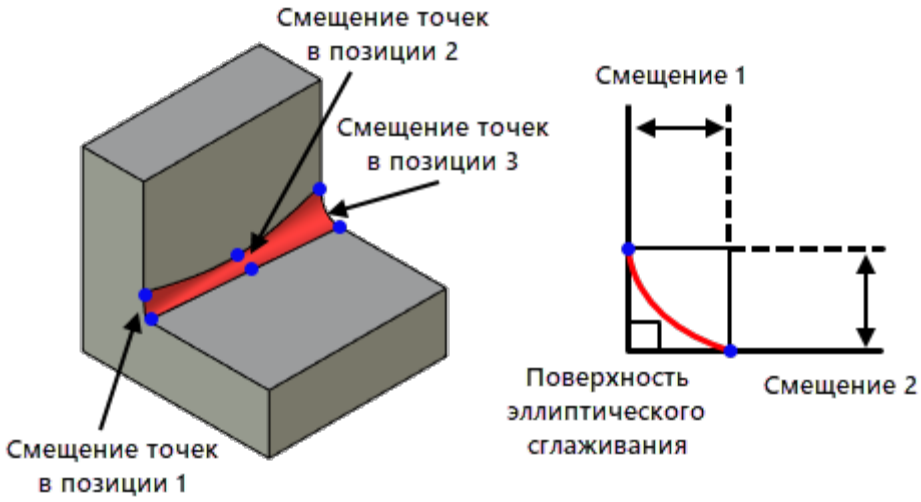


0 < K < 0.5
Эллипс

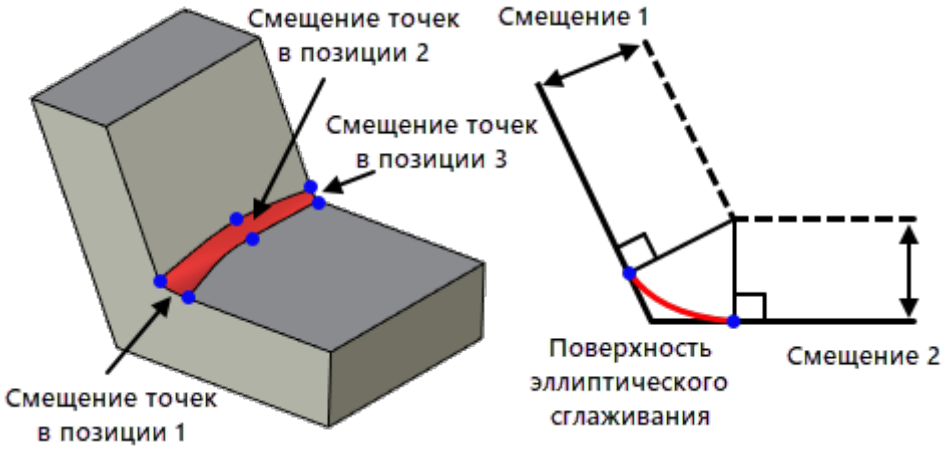
K = 0.5
Парабола

0.5 < K < 1
Гипербола

Форма поверхности может задаваться в каждой точке ребра (последовательности рёбер). Работа со списком точек осуществляется таким же образом, как и в скруглении переменного радиуса.
Изменение смещений между точками также может быть **Линейным** или **Гладким**, как и изменение радиуса в в скруглении переменного радиуса.
Смещения от граней определяют границы поверхности сглаживания. Принцип построения поверхности скругления переменной выпуклости проиллюстрирован на следующих рисунках:



Переменное эллиптическое скругление при значении угла между поверхностями 90 градусов



Переменное эллиптическое скругление при произвольном значении угла между поверхностями

1. От первой грани на расстоянии **Смещения 1** строится эквидистантная поверхность.
2. От второй грани на расстоянии **Смещения 2** строится вторая эквидистантная поверхность.
3. Из точек пересечения эквидистантных поверхностей опускаются перпендикуляры на исходные поверхности, получаются границы поверхности сглаживания.

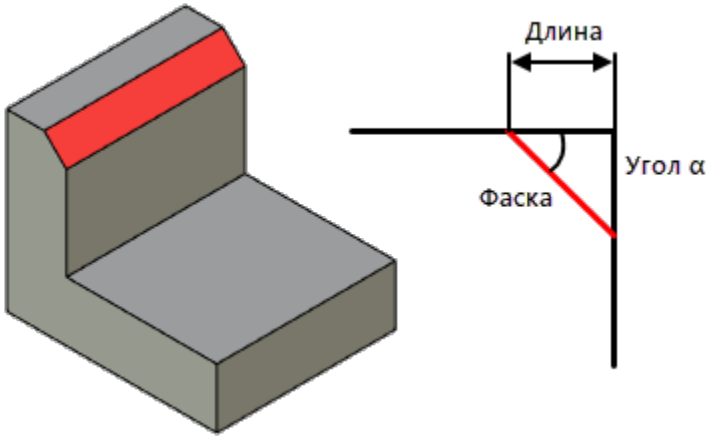
В частном случае, при построении сглаживания между плоскими ортогональными гранями, можно сказать, что расстояние от вершины до границы поверхности сглаживания равно величине смещения.

См. также:

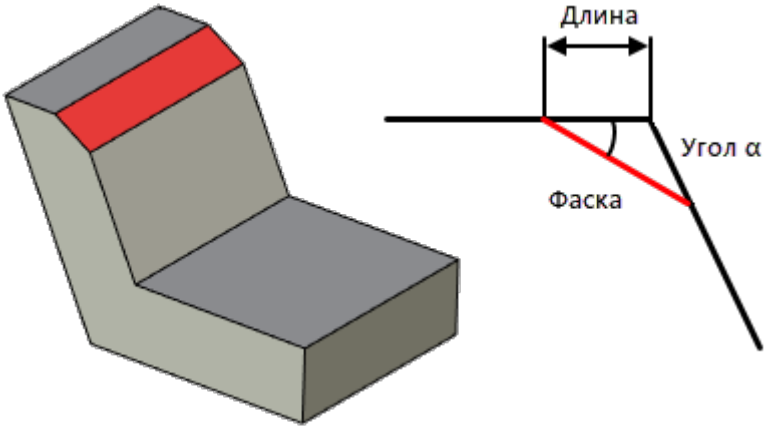
- Создать Сглаживание рёбер
- Выбор рёбер для сглаживания
- Создать скругление переменной выпуклости (эллиптическое, параболическое, гиперболическое)
- Манипуляторы скругления переменной выпуклости (эллиптического, параболического, гиперболического)

Фаска по длине и углу

Режим создания фасок по длине и углу может быть вызван в команде Сглаживание рёбер с помощью кнопки **Фаска (длина-угол)**, расположенной в верхней части окна параметров.
Фаска может быть задана длиной и углом наклона. Принцип построения фаски по длине и углу проиллюстрирован на следующих рисунках:



Фаска по длине и углу при значении угла между поверхностями 90 градусов



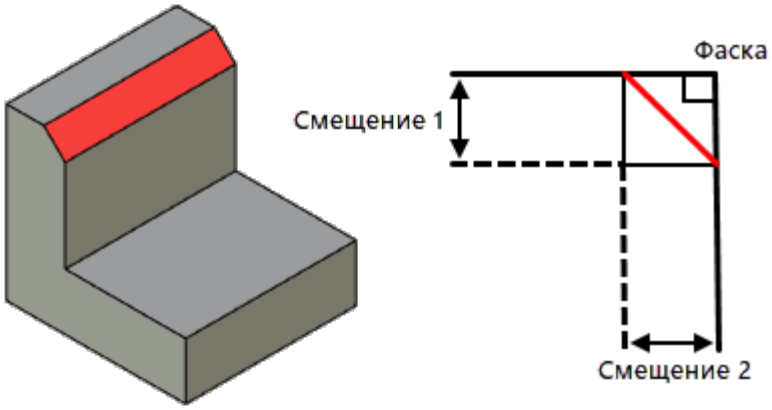
Фаска по длине и углу при произвольном значении угла между поверхностями

См. также:

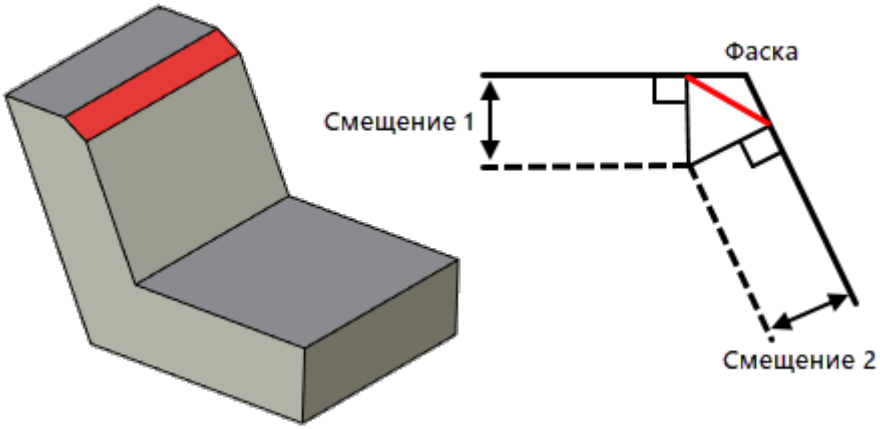
- Создать Сглаживание рёбер
- Выбор рёбер для сглаживания
- Создать фаску
- Манипуляторы фаски

Фаска по смещениям перпендикулярно граням

Режим создания фасок по смещениям перпендикулярно граням может быть вызван в команде Сглаживание рёбер с помощью кнопки **Фаска (смещения)**, расположенной в верхней части окна параметров.
По выбранному набору рёбер можно построить фаску. Фаска может быть задана двумя отступами от прилегающих граней. Принцип построения фаски по смещениям аналогичен принципу скругления переменной выпуклости и проиллюстрирован на следующих рисунках:



Фаска по смещениям при значении угла между поверхностями 90 градусов



Фаска по смещениям при произвольном значении угла между поверхностями

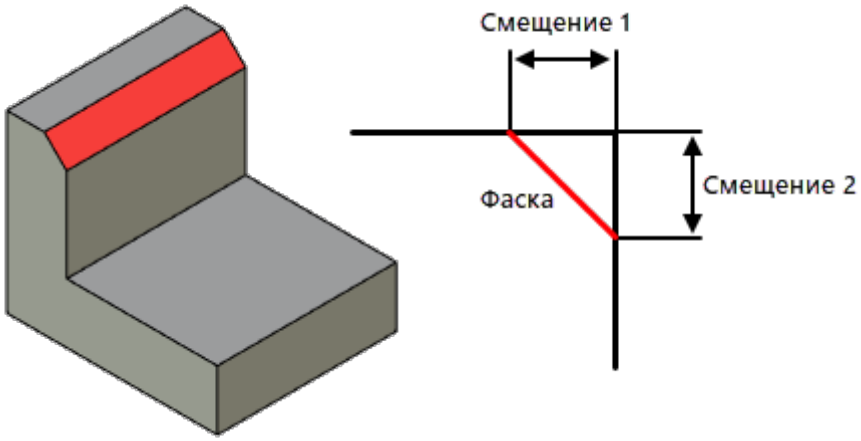
См. также:

- Создать Сглаживание рёбер
- Выбор рёбер для сглаживания
- Создать фаску
- Манипуляторы фаски

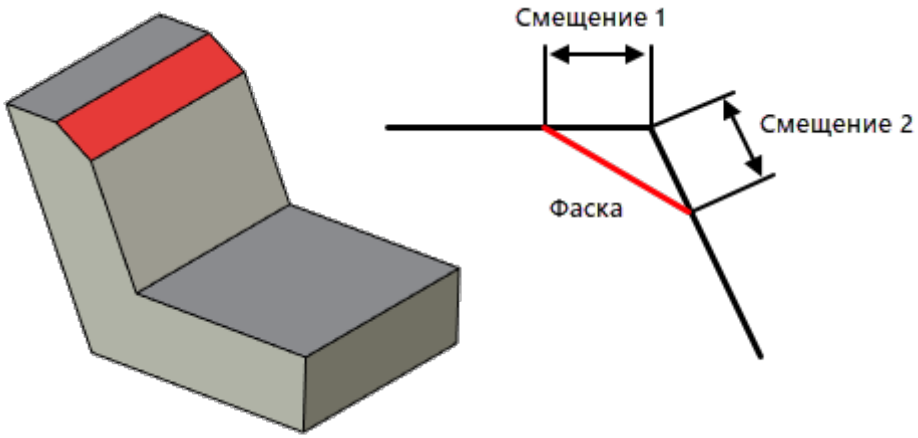
Фаска по смещениям вдоль граней

Режим создания фасок по смещениям вдоль граней может быть вызван в команде **Сглаживание рёбер** с помощью кнопки **Фаска (смещения вдоль граней)**, расположенной в верхней части окна параметров.

Фаска может быть задана двумя отступами вдоль прилегающих граней. Принцип построения фаски по смещению вдоль граней проиллюстрирован на следующих рисунках:



Фаска по смещениям вдоль граней при значении угла между поверхностями 90 градусов



Фаска по смещениям вдоль граней при произвольном значении угла между поверхностями

Из точки пересечения поверхностей откладываются значения смещений вдоль каждой поверхности, и по точкам на концах смещений строится поверхность сглаживания.

> При значении угла между поверхностями 90 градусов, результаты, полученные с помощью фаски по смещениям и фаски по смещениям вдоль граней идентичны. Отличия появляются лишь при произвольном значении угла между поверхностями.

См. также:

- Создать Сглаживание рёбер
- Выбор рёбер для сглаживания
- Создать фаску
- Манипуляторы фаски

Создать Сглаживание рёбер

Для создания операции **Сглаживания рёбер** необходимо выполнить следующий набор действий:

1. Выбрать тип сглаживания.
2. Выбрать рёбра для сглаживания.
3. Задать параметры в зависимости от выбранного типа:
   - Скругление постоянным радиусом
   - Скругление переменным радиусом

- Скругление переменной выпуклости
- Фаска

4. При необходимости задать параметры сглаживания вершин и дополнительных возможностей сглаживания рёбер.
5. При необходимости воспользоваться Предварительным просмотром результата операции или Предварительным просмотром изменений, вносимых операцией.
6. Если сглаживание не строится с заданными параметрами, то воспользоваться Диагностикой и скорректировать параметры.
7. Подтвердить создание операции .

Задание параметров операции

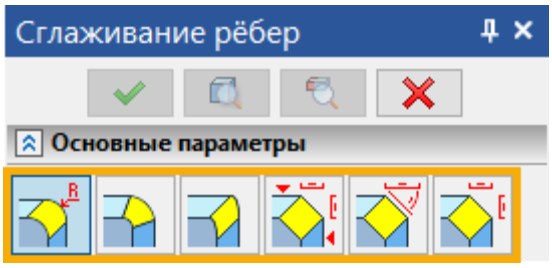
Параметры операции могут задаваться на любом этапе её создания. Для задания параметров могут быть использованы окно **Параметры** или вспомогательные графические объекты – **манипуляторы**.
Окно **Параметры** операции **Сглаживания рёбер** состоит из трёх разделов:

- **Основные параметры**
- **Обработка перекрытий**
- **Опции**

Раздел **Основные параметры** в свою очередь содержит четыре вкладки:

- **Рёбра**
- **Вершины**
- **Границы**
- **Обрезка**

Вкладка **Рёбра** содержит разные элементы управления в зависимости от выбранного типа сглаживания.
Процесс задания параметров удобнее начинать после выбора элементов для создания скругления. Как уже было сказано выше, выбранные рёбра, грани, циклы отображаются в списке на вкладке **Рёбра**. Выбирая конкретный объект в этих списках, можно задать для него параметры сглаживания. Изначально свойства сглаживания задаются одинаковыми для всех элементов. Об этом свидетельствует включенный флаг **Общие свойства**. Отключив этот флаг, можно задавать персональные параметры сглаживания для каждого элемента списка объектов сглаживания.
Тип сглаживания выбирается в основных параметрах.



В зависимости от типа сглаживания появляются элементы управления для задания сопутствующих этому типу параметров.

Основные темы в этом разделе:

- Выбор рёбер для сглаживания
- Создать скругление постоянного радиуса
- Создать скругление переменного радиуса
- Создать скругление переменной выпуклости (эллиптическое, параболическое, гиперболическое)
- Создать фаску

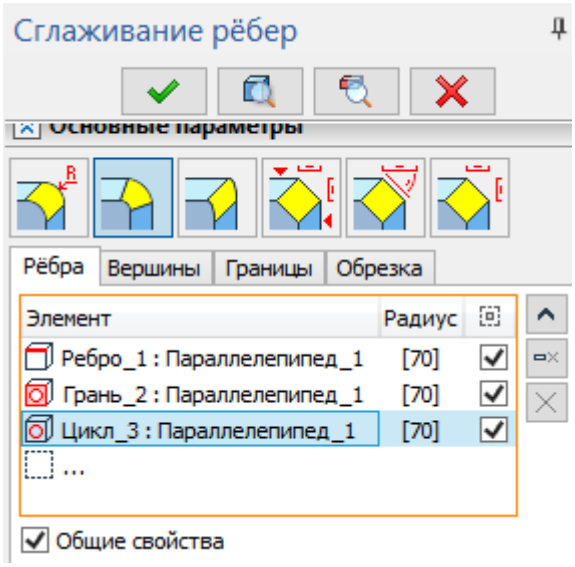
См. также:

- Общие опции команд твердотельного и поверхностного моделирования
- Предварительный просмотр
- Общие параметры 3D элементов

Выбор рёбер для сглаживания

После вызова команды **Сглаживание рёбер** становится активной вкладка **Рёбра** раздела **Основные Параметры** окна **Параметры**, и соответствующая опция автоменю:

<E> Выбор граней, рёбер, вершин



Данная опция автоменю и вкладка **Рёбра** взаимосвязаны - активация опции активирует вкладку и наоборот. Этот режим включает фильтры выбора объектов, которые можно использовать для задания рёбер, на **Панели фильтров,** после чего можно выбрать объект в 3D сцене, наведя на него курсор мыши и нажав . При выборе элементов следует обращать внимание на активные фильтры.

Вкладка **Рёбра** содержит список элементов.
При выборе операции в список помещаются все рёбра тела. Само тело в список не попадет.
При выборе вершины в данном режиме в список помещаются все рёбра, сходящиеся в этой вершине. Сама вершина в список не попадает.
Выбор рёбер указанием вершины - единственный способ, при котором для рёбер автоматически включаются отступы.
При выборе грани в список заносится именно грань, а задаваемые для грани параметры сглаживания применяются ко всем её ребрам. В качестве первой поверхности для всех рёбер этой грани является сама грань. Это необходимо помнить при создании фаски.
При выборе цикла в список заносится именно цикл, а задаваемые для цикла параметры сглаживания применяются ко всем его ребрам. В качестве первой поверхности для всех рёбер цикла будет являться грань, обрамляемая выбранным циклом. Это необходимо помнить при создании фаски.
От того, каким образом задаются рёбра для сглаживания (непосредственно, гранью или циклом) зависит обновление операции сглаживания при последующих изменениях исходных объектов.

Добавленные в список рёбра и циклы подсвечиваются в 3D сцене зелёным, грани - синим, а объект, выбранный в данный момент, - красным.

Справа от списка доступны кнопки, позволяющие **Свернуть** список, **Удалить элемент из списка** или **Очистить** список. Для выбора элемента в списке нажмите на нём . Выбранный элемент подсветится в списке.

Список представлен в табличном виде.

В первом столбце **Элемент** содержатся иконка типа элемента (ребро, грань или цикл), название элемента и название тела, которому принадлежит элемент.

Во втором столбце **Радиус** содержатся одно или два числовых значения. В зависимости от выбранного типа сглаживания эти значения соответствуют величинам радиуса, смещений или длины. Величины нельзя редактировать непосредственно из списка. Для этого следует воспользоваться соответствующими полями под списком. Если для элемента установлен флаг **Общие свойства**, величины в столбце **Радиус** будут в квадратных скобках, при снятии флага скобки пропадают.

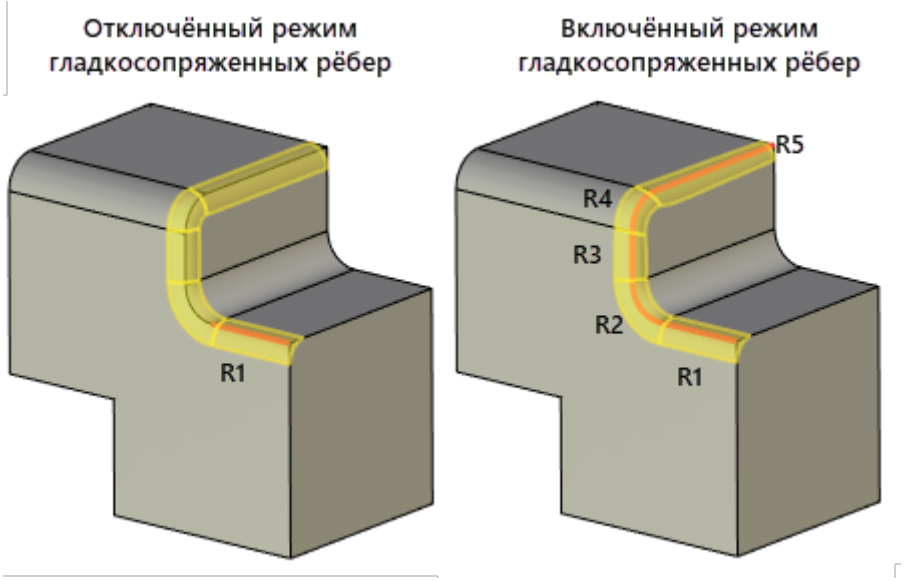
В третьем столбце **Оставить выбранным** содержится флаг, отвечающий за применение сглаживания к данному элементу. По умолчанию этот флаг всегда установлен. Если его снять, сглаживание не будет применено к данному элементу, но элемент останется в списке после создания операции.

При выборе рёбер дополнительно можно активировать режим выбора последовательности гладко сопряжённых рёбер с помощью опции автоменю:

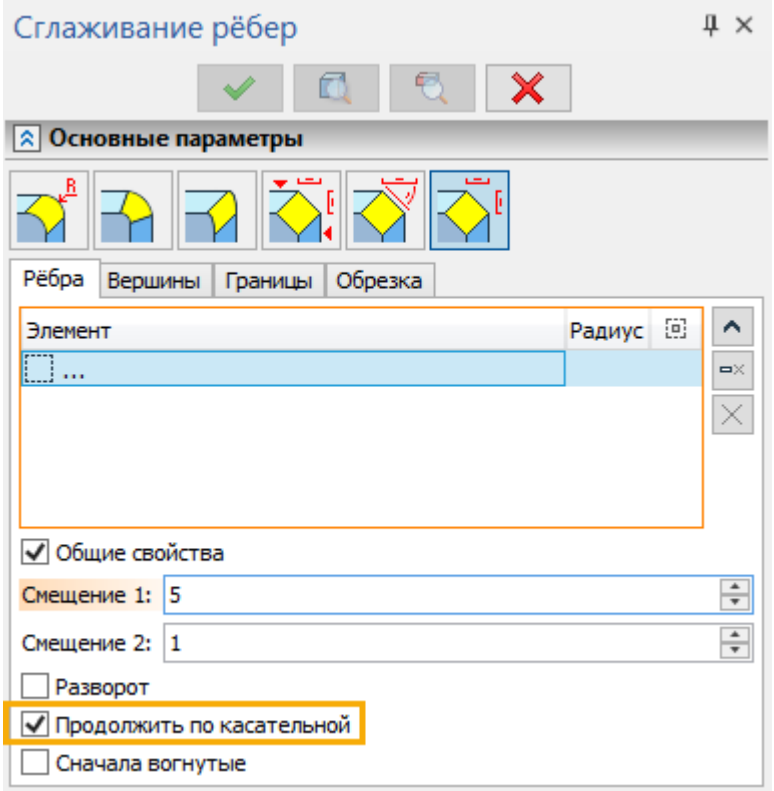
<S> Режим выбора последовательности гладко сопряженных рёбер

Последовательностью гладко сопряженных рёбер называется набор рёбер, образующий замкнутую или разомкнутую неразрывную кривую, не имеющую изломов (обеспечивается непрерывность по касательной (G1)).

При использовании данного режима все рёбра, способные составить гладкую последовательность вместе с выбираемым ребром, автоматически добавляются в список.



Продолжить по касательной.



Во всех видах сглаживания доступен флаг **Продолжить по касательной**. Данная функция ведёт поиск гладкой последовательности среди соседних рёбер, примыкающих к выбранному в данный момент в списке ребру. Гладкая последовательность может существовать ранее или образоваться при появлении нового ребра на границе поверхности сглаживания в результате сглаживания предыдущего ребра из набора. В случае определения гладкой последовательности система пытается продолжить поверхность сглаживания на всю последовательность.

Вышеописанная опция имеет похожее назначение, но её отличие в том, что она позволяет выбирать все рёбра последовательности указанием на одно из них, то есть помещает все рёбра последовательности в список. При использовании флага **Продолжить по касательной** в списке выбранных элементов для сглаживания могут присутствовать не все рёбра сглаживаемой последовательности, а только одно.

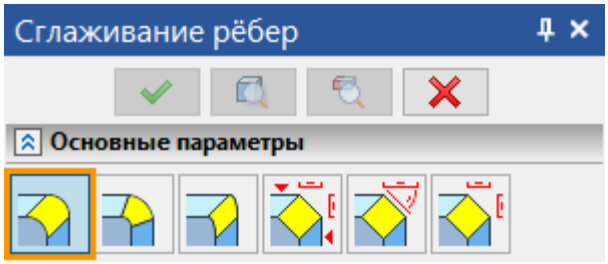
> Это важно при возможном последующем изменении топологии модели, когда состав гладкой последовательности может меняться. В этом случае достаточно выбрать для сглаживания наиболее стабильное ребро из всей последовательности.

Если для выбранного ребра не установлен флаг **Общие свойства**, то флаг **Продолжить по касательной** применяется только к данному ребру, в противном случае - ко всем рёбрам для которых установлены **Общие свойства**.

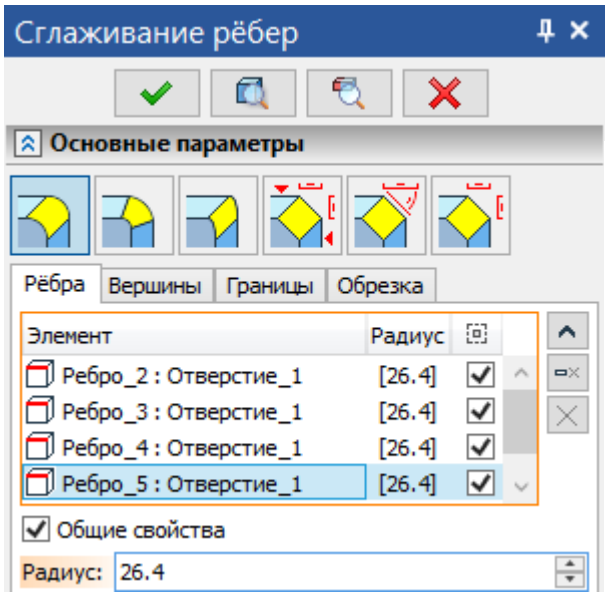
Создать скругление постоянного радиуса

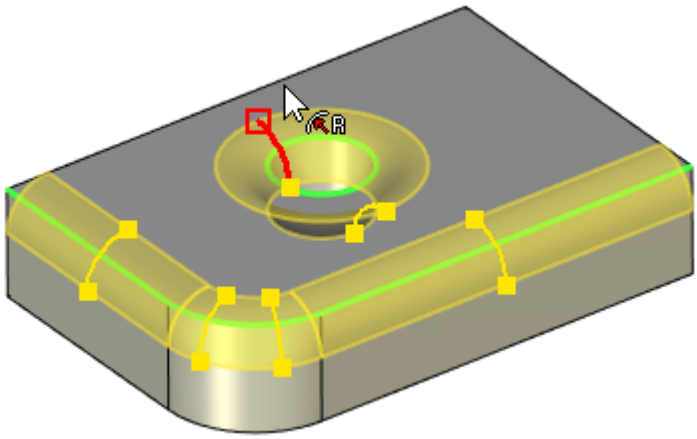
> Общие сведения о данном типе сглаживания рёбер приведены в главе Скругление постоянного радиуса.

1. Вызовите режим создания скруглений постоянного радиуса.



2. Выберите рёбра для создания скругления.
3. Задайте **Радиус** скругления в окне **Параметры** или при помощи манипуляторов.





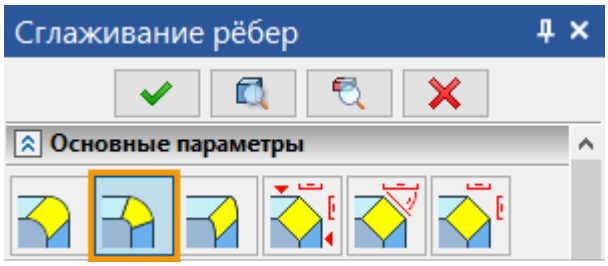
Изначально для всех рёбер, обрабатываемых одной операцией, задаётся одно значение радиуса. При изменении радиуса для одного ребра все другие изменяются синхронно на это же значение. Для задания индивидуальных свойств какого-то ребра, выберите его в списке рёбер окна параметров, и отключите флаг **Общие свойства**. Далее для этого ребра можно задать индивидуальное значение радиуса в поле **Радиус**. Манипуляторы, управляющие радиусом сглаживания на этом ребре, также будут изменяться независимо от остальных.

4. Подтвердите создание операции .

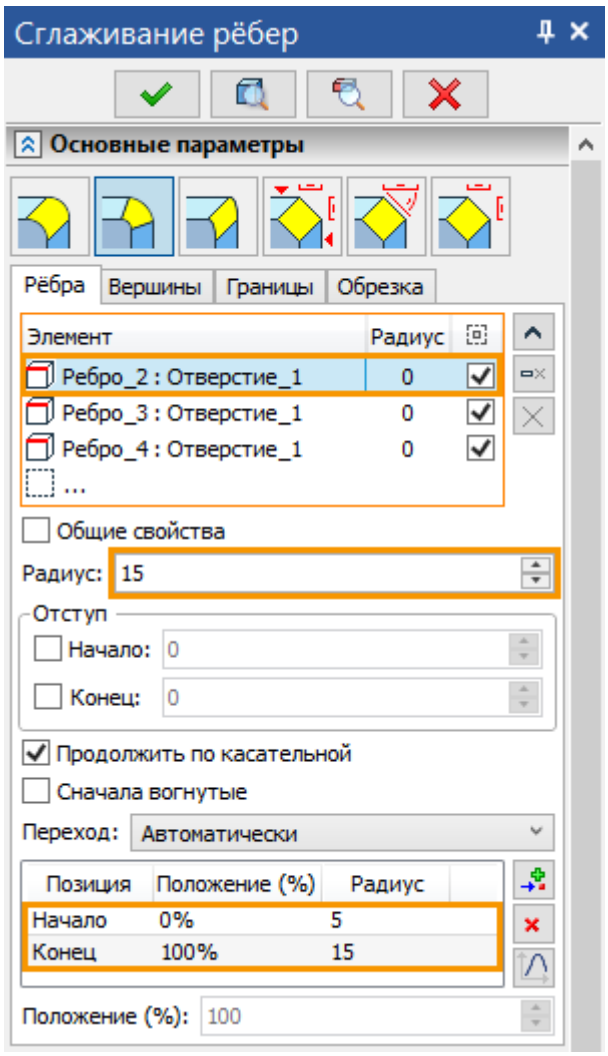
Создать скругление переменного радиуса

Общие сведения о данном типе сглаживания рёбер приведены в главе Скругление переменного радиуса.

1. Вызовите режим создания скруглений переменного радиуса.



2. Выберите рёбра для создания скругления.
3. Далее требуется задать набор промежуточных точек и значение радиуса в каждой точке.



Важно понимать следующее. Изначально система пытается составить одну последовательность (не обязательно гладкую) из всех выбранных рёбер. Если это невозможно, то будет составлено несколько последовательностей. Для каждой последовательности рёбер набор точек раскладывается по всей длине последовательности. Система может автоматически составлять последовательности только из тех рёбер, которые помечены флагом **Общие свойства**. Если для какого-либо ребра флаг **Общие свойства** отключен, то весь набор точек раскладывается на этом ребре, причём этот набор строго индивидуален для данного ребра.

> Если обрабатывается несколько рёбер, составляющих гладкую последовательность, с отключенным флагом **Общие свойства**, то нужно следить за тем, чтобы радиусы в месте соединения рёбер были одинаковыми.

Список точек для задания радиуса располагается в нижней части вкладки **Рёбра**. Список представлен в табличном виде.

В первом столбце **Позиция** содержится название точки.

Во втором столбце **Положение (%)** содержится положение точки на ребре в процентах от длины ребра.

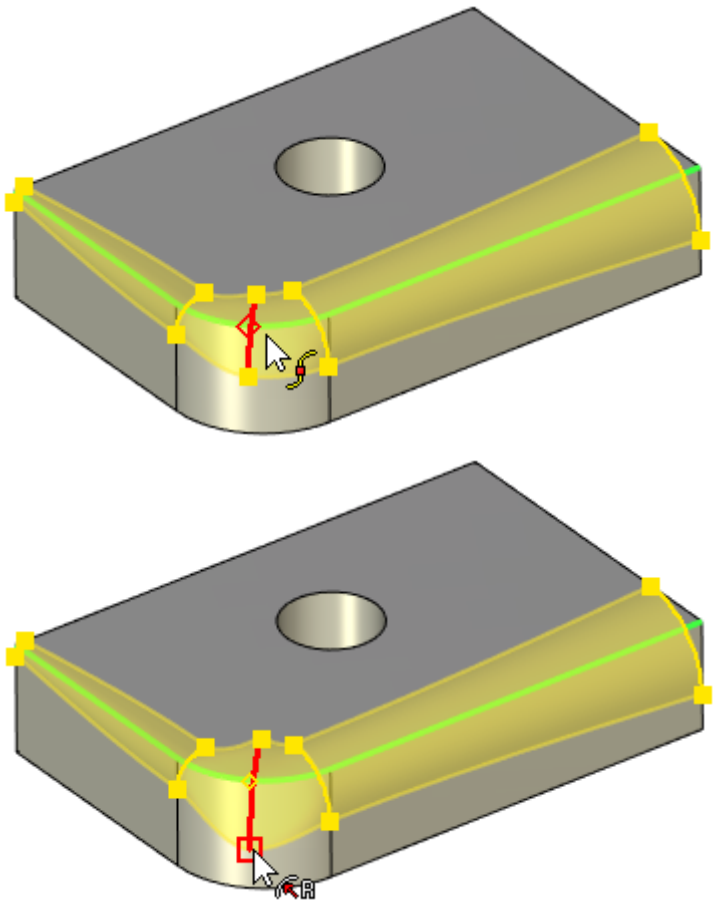
В третьем столбце **Радиус** содержится радиус скругления в данной точке.

Величины **Радиуса** и **Положения** нельзя редактировать непосредственно из списка.

Справа от списка точек расположены кнопки **Добавить элемент после текущего,** **Удалить элемент из списка,** **График.**

Изначально существует две точки – **Начало** и **Конец**, соответствующие **0%** и **100%** длины ребра (последовательности). Эти точки существуют всегда, и изменить их положение нельзя.

Для добавления новой промежуточной точки нажмите кнопку . На ребре появляется новый манипулятор, управляющий положением новой точки и радиусом сглаживания в этой точке.



Текущее положение выбранной точки отображается в поле **Положение (%)**, располагающемся под списком точек. По умолчанию положение новой точки задается на середине участка между точкой, выбранной в момент добавления, и следующей в списке.

Радиус скругления в выбранной точке отображается в поле **Радиус** располагающемся под списком рёбер.

Для задания радиуса и положения без использования манипуляторов, выберите точку в списке и введите значения в вышеупомянутые поля.

Выбранную в списке точку (кроме Начала и Конца) можно удалить нажатием кнопки .

Положение точек для задания радиуса сглаживания можно задавать с помощью графиков. Для этого используется кнопка . При нажатии на кнопку открывается окно редактирования графика. Область определения графика по оси X ограничена значениями 0-100. Область значений функции тоже ограничена – запрещено задавать значения радиуса меньше 0.

4. Задайте тип изменения радиуса – **Линейный**, **Гладкий**, и особый вариант – **Автоматически**;

Тип изменения радиуса выбирается из выпадающего списка **Переход**, расположенного над списком точек. По умолчанию установлен вариант **Автоматически**. В этом случае:

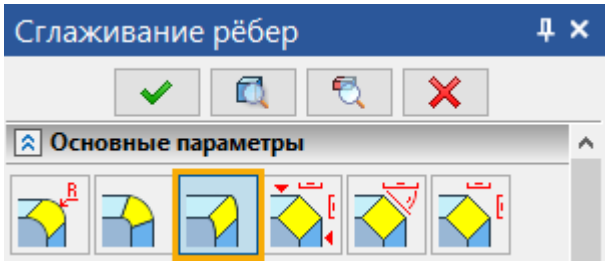
- если для текущего сглаживания заданы только начальная и конечная точки, то изменение радиуса будет рассчитываться по линейному алгоритму;
- в противном случае (когда заданы промежуточные точки) применяется гладкий алгоритм изменения радиуса.

5. Подтвердите создание операции .

Создать скругление переменной выпуклости (эллиптическое, параболическое, гиперболическое)

> Общие сведения о данном типе сглаживания рёбер приведены в главе Скругление переменной выпуклости (эллиптическое, параболическое, гиперболическое).

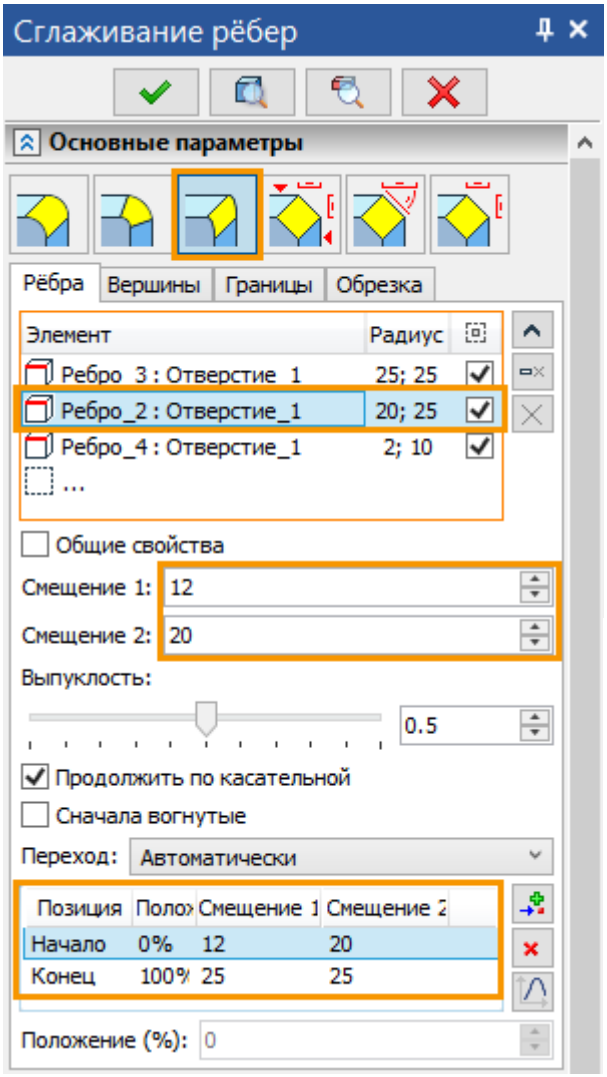
1. Вызовите режим создания скруглений переменной выпуклости.

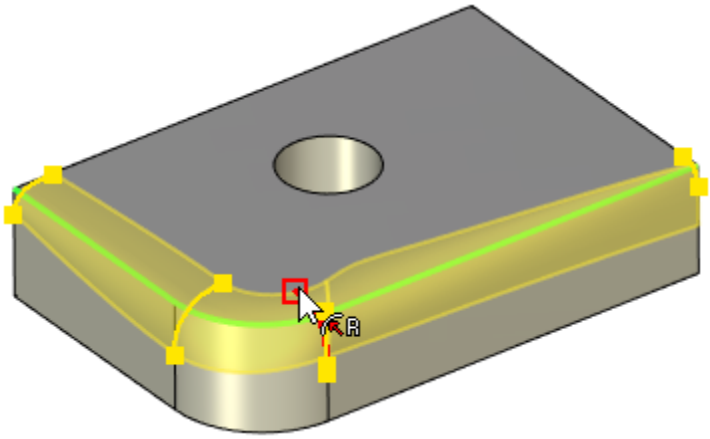


2. Выберите рёбра для создания скругления.
3. Далее требуется задать набор промежуточных точек, смещения и значение коэффициента формы в каждой точке.

> Скругление переменным эллиптическим радиусом, как и предыдущий вид скругления переменным радиусом, базируется на специальных точках. Приёмы задания набора точек аналогичны приёмам, описанным для переменного кругового скругления. Отличие при задании этого типа сглаживания состоит в способах задания формы скругления.

При данном способе сглаживания для каждой точки задаются два смещения, определяющие границы поверхности сглаживания в данном сечении, и коэффициент выпуклости.
Смещение 1 и **Смещение 2** для выбранной точки задаются в одноимённых полях, расположенных под списком рёбер, либо при помощи манипуляторов. Также смещения отображаются в одноименных столбцах списка точек. Ниже этих полей располагается группа элементов управления **Выпуклость,** где можно задать коэффициент выпуклости перетягиванием ползунка или вводом значения с клавиатуры.





В самом общем случае, когда вы не используете манипуляторы, рекомендуется следующий порядок задания параметров поверхности в точках:

- Выделить требуемое ребро в списке.
- Добавить необходимое количество промежуточных точек, задать их положение на ребре или текущей последовательности рёбер.
- Перебирая точки для каждого ребра, задать значения смещений и коэффициентов формы.

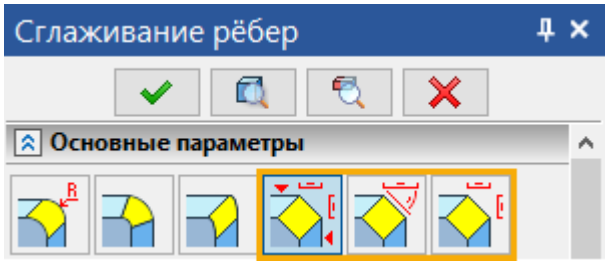
4. Задайте тип изменения радиуса – **Линейный**, **Гладкий**, **Автоматически** (точно так же, как и при создании сглаживания переменным круговым радиусом);

5. Подтвердите создание операции .

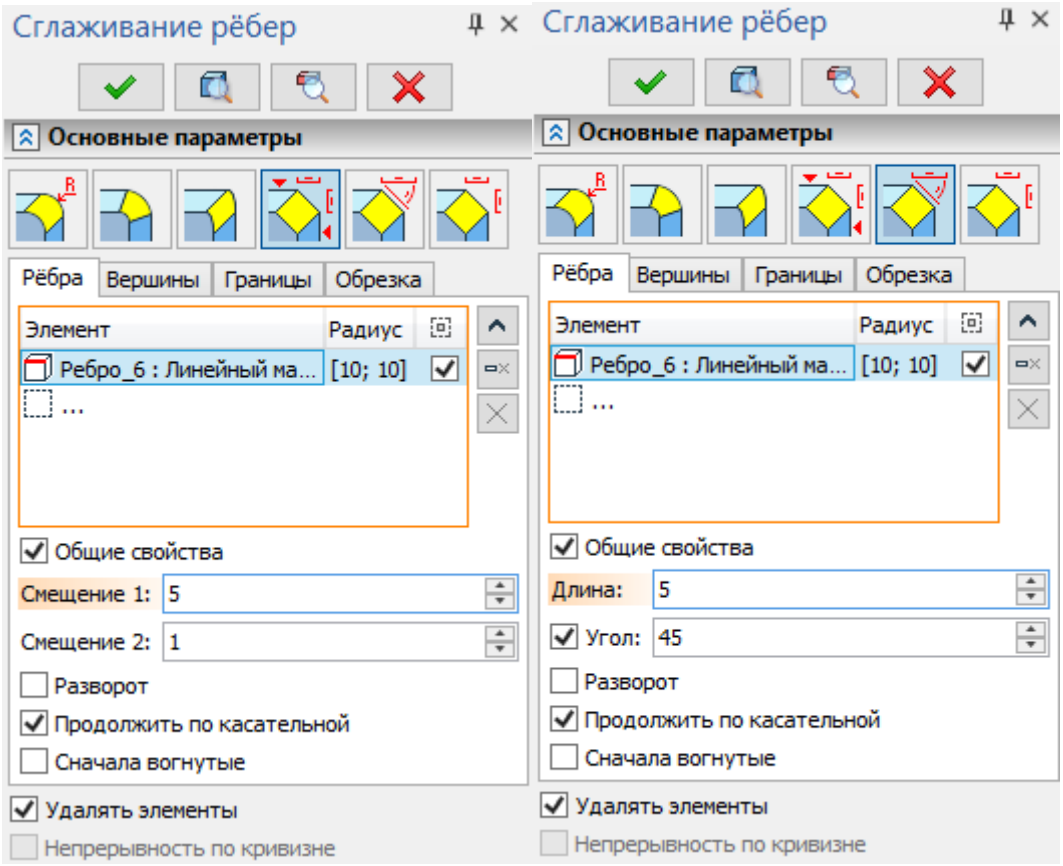
Создать фаску

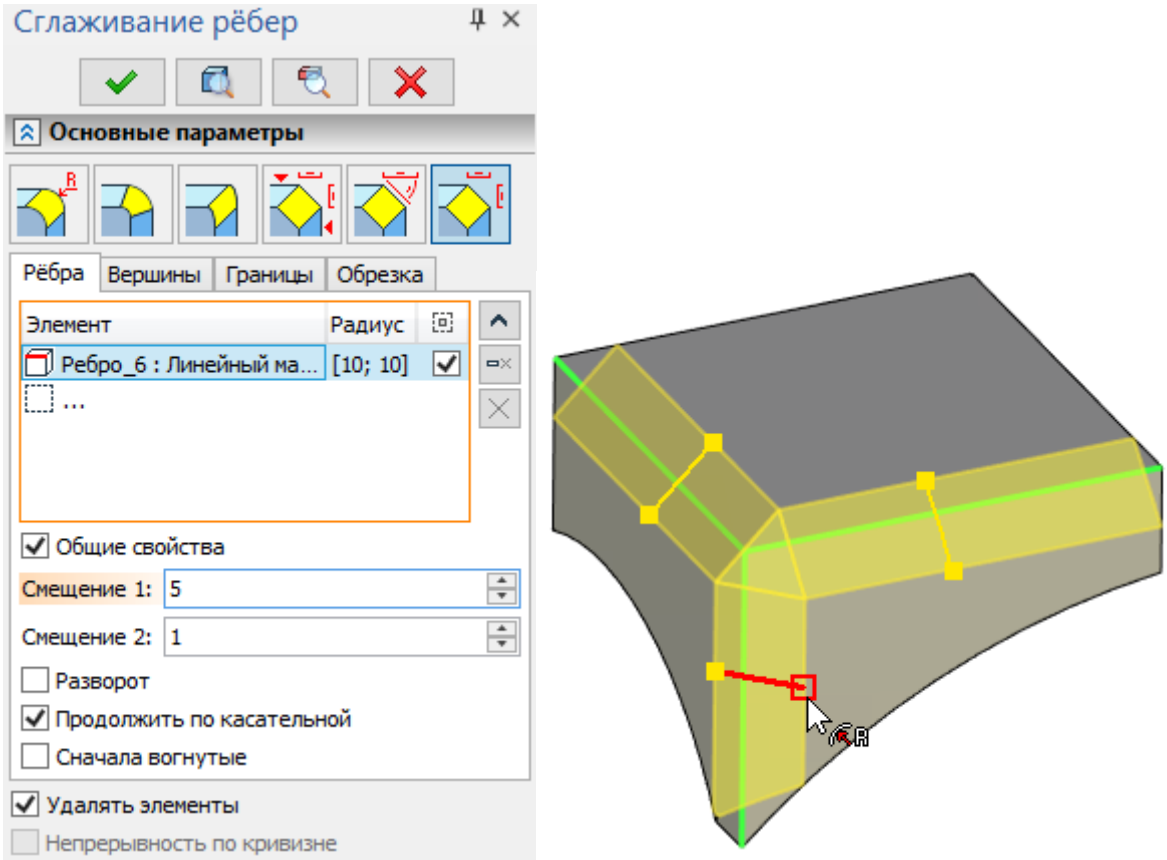
Общие сведения о создании фасок приведены в разделах Фаска по длине и углу, Фаска по смещениям перепендикулярно граням, Фаска по смещениям вдоль граней.

1. Вызовите режим создания фасок по длине и углу, по смещениям перпендикулярно граням или по смещениям вдоль граней.



2. Выберите рёбра для создания фаски.
3. Задайте параметры фаски. Для разных типов фаски набор параметров различен. Удобнее всего для установки приблизительного значения пользоваться манипуляторами. Точные значения можно задать в окне **Параметры**. Ввести **Смещение 1, Смещение 2, Длину** и **Угол** с клавиатуры можно в соответствующих полях, расположенных под списком рёбер.





Направление ребра можно изменить на противоположное при помощи флага **Разворот**. Этот флаг работает для каждого отдельного ребра и не зависит от флага **Общие свойства**. От направления зависит, к какой грани относится какое смещение (или длина и угол).

При задании фаски по длине и углу второй маркер манипулятора будет задавать параметр **Угол**. В окне параметров напротив поля **Угол** можно включить специальный флаг, который заблокирует изменение угла при помощи второго маркера манипулятора. При этом передвижение обоих маркеров манипулятора будет задавать только **Длину** при неизменном угле.

4. Подтвердите создание операции .

Сглаживание вершин

При сглаживании всех рёбер, сходящихся в вершине, вершина сглаживается автоматически. При необходимости можно дополнительно задать Y-форму, Отступы, Фаску на вершине или Порядок обработки рёбер.

При скруглении двух ребер одинаковой выпуклости, сходящихся в вершине с третьим несглаживаемым ребром противоположной выпуклости, вершина автоматически не скругляется, но можно задать скругление такой вершины вручную. Для этого требуется выбрать вершину, после чего скругление будет применено к ней, основываясь на радиусах скругления прилегающих рёбер.

Данная опция доступна при скруглении постоянным или переменным радиусом.
При использовании постоянного радиуса эта опция сработает только если прилегающие ребра скругляются одинаковым радиусом.
При использовании переменного радиуса эта опция сработает только при сочетании двух условий:
• параметры задаются индивидуально для каждого ребра (флаг **Общие свойства** снят);
• на концах рёбер в данной вершине заданы одинаковые радиусы.

Основные темы в этом разделе:

- Выбор вершин для сглаживания
- Создать Y-форму
- Создать скругление с отступом от вершины
- Создать фаску на вершине
- Задание порядка обработки рёбер

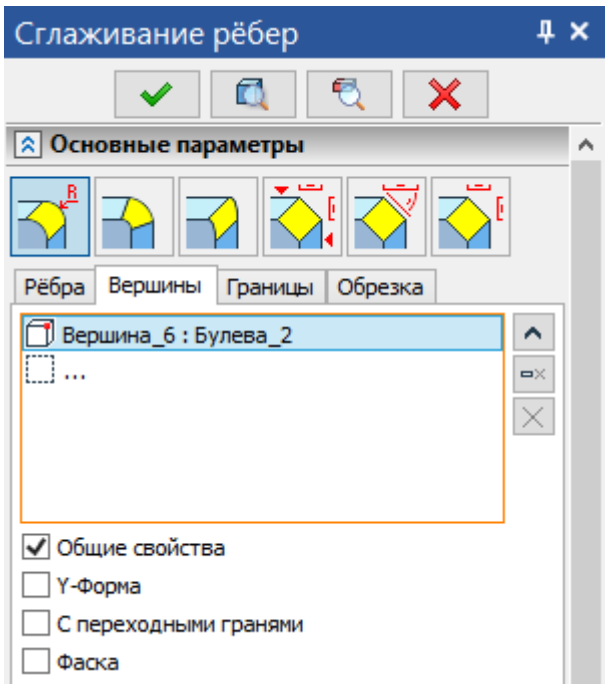
Смотрите также:

- Общие опции команд твердотельного и поверхностного моделирования
- Предварительный просмотр
- Общие параметры 3D элементов

Выбор вершин для сглаживания

Для выбора вершины необходимо после вызова команды **Сглаживание рёбер** либо перейти на вкладку **Вершины** в разделе **Основные параметры** окна **Параметры**, либо воспользоваться соответствующей опцией автоменю:

<Z> Разрешить выбор вершин без выбора рёбер



Данная опция автоменю и вкладка **Вершины** взаимосвязаны - активация опции активирует вкладку и наоборот. Этот режим включает фильтр выбора вершин на **Панели фильтров,** после чего можно выбрать вершину в 3D сцене, наведя на нее курсор мыши и нажав . Выбранная вершина отобразится в списке. Добавленные в список вершины подсвечиваются в 3D сцене зелёным, а вершина, выбранная в данный момент, - красным.

Справа от списка вершин доступны кнопки, позволяющие **Свернуть** список, **Удалить элемент из списка** или **Очистить** список. Для выбора элемента в списке нажмите на нём . Выбранный элемент подсветится в списке.

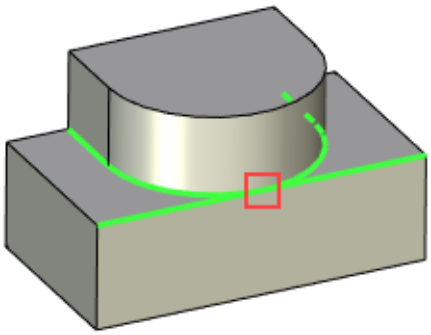
Для каждого элемента в списке показываются иконка типа элемента (вершина), название элемента и название тела, которому принадлежит элемент.

Под списком расположены флаги опций сглаживания вершин.

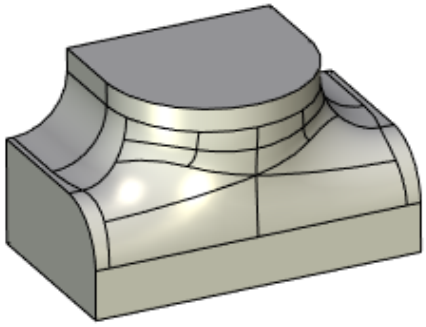
Флаг **Общие свойства** (установлен по умолчанию) применяет одинаковое состояние флагов **Y-форма**, **С переходными гранями**, **Фаска**, а также поля **Порядок обработки рёбер** ко всем элементам списка. При снятии флага **Общие свойства** для выбранного элемента возможно задание индивидуальных свойств.

Создать Y-форму

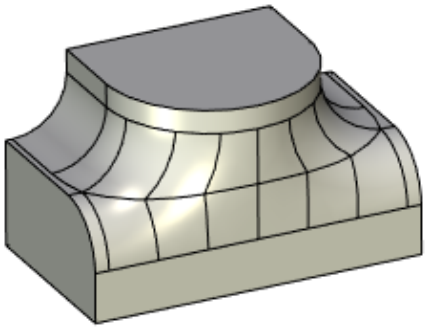
При схождении двух рёбер разной выпуклости по касательной в вершине с тремя или более гранями, возможно использование специальной функции обработки вершины – создание Y-формы сглаживания. Данный способ обработки вершины позволяет создавать в переходной зоне поверхности с более низким искривлением по сравнению с обычным сглаживанием.



Сглаживаемые рёбра выделены зелёным, вершина для задания Y-формы - красным



Результат построения без применения Y-формы



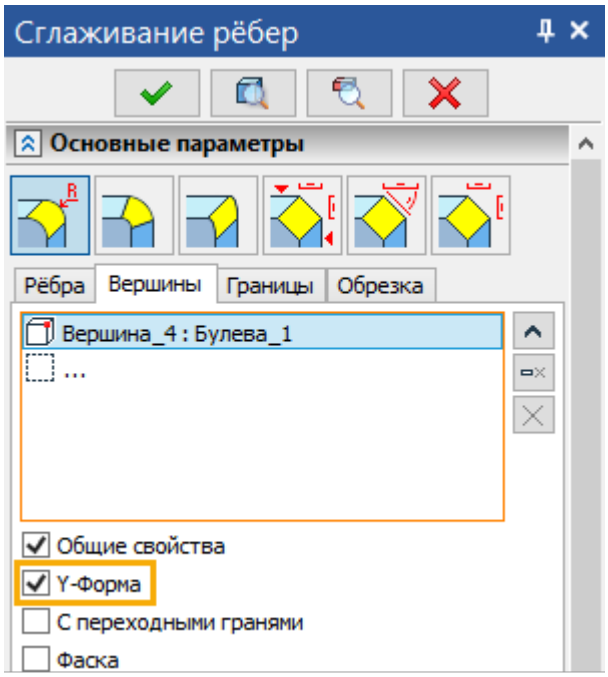
Результат построения с применением Y-формы

Данный вид обработки вершины применим только для создания скруглений постоянным или переменным радиусом.

Чтобы создать скругление Y-формы необходимо после вызова команды **Сглаживание рёбер**:

1. Выбрать рёбра, необходимые для создания сглаживания.
2. Выбрать вершину, в которой предполагается создание сглаживания Y-формы.
3. В списке на вкладке **Вершины** указать на вершину и установить для неё флаг **Y-форма**.

Если построение сглаживания Y-формы в данной вершине невозможно, то система попытается построить обычное сглаживание, а флаг **Y-форма** будет проигнорирован.



4. Для рёбер задать значение радиуса сглаживания при помощи соответствующих манипуляторов или в окне **Параметры** способом, соответствующим выбранному типу сглаживания.

5. Подтвердить создание операции .

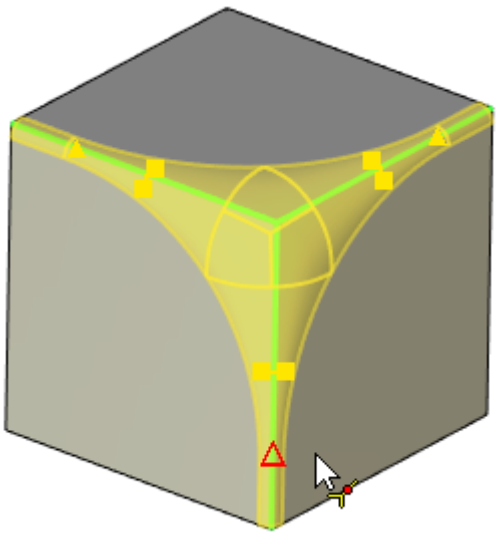
Создать скругление с отступом от вершины

Общие сведения о скруглении с отступом от вершины приведены в одноимённом разделе.

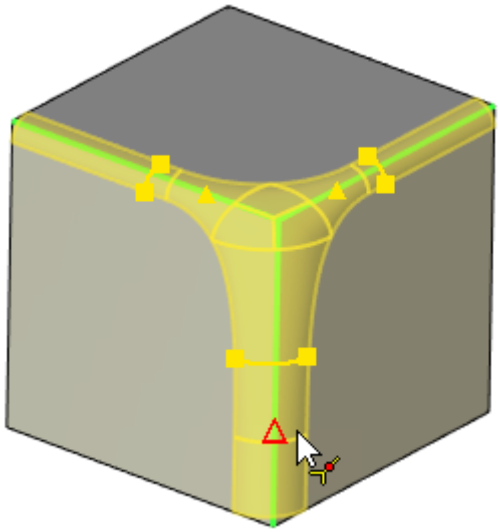
Данный вид обработки вершины применим только для создания скруглений постоянным или переменным радиусом.

Чтобы создать сглаживание с отступами от вершины необходимо после вызова команды **Сглаживание рёбер** выполнить следующие действия:

1. Выбрать рёбра для сглаживания выбором вершин, в которых предполагается задавать отступ, в режиме выбора граней, ребер, вершин. При выборе рёбер таким способом автоматически устанавливаются нулевые значения отступов от выбранной вершины. Об этом свидетельствует появление манипуляторов. В список выбранных рёбер на вкладке **Рёбра** окна **Параметры** заносятся только рёбра, примыкающие к вершине. Сама вершина туда не попадает.
2. Задать значения отступов. Это можно сделать при помощи манипуляторов либо вводом значений в поля **Начало** и **Конец** группы **Отступ**, расположенной под списком рёбер.



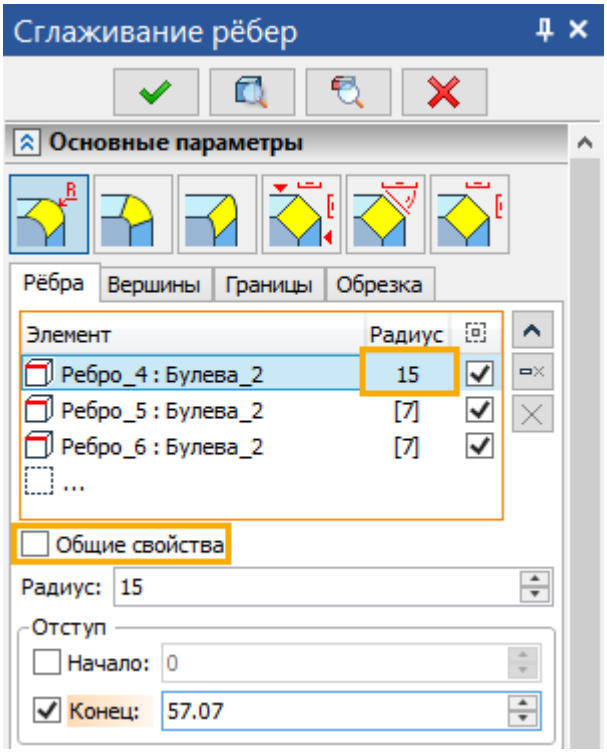
Общие свойства заданы для всех выбранных рёбер



Для вертикального ребра заданы индивидуальные свойства

Изначально для всех рёбер установлен флаг **Общие свойства**. Это позволяет задавать одинаковые отступы для всех выбранных рёбер. При изменении значения одного отступа на остальных рёбрах устанавливается такое же значение. Это видно по синхронному изменению положения всех манипуляторов, управляющих отступами.

Для задания разных значений отступов нужно снять флаг **Общие свойства**. Это не обязательно делать сразу для всех рёбер. Можно задать индивидуальные свойства только для избранных рёбер, сняв только для них флаг **Общие свойства**. Для остальных же по-прежнему будут использоваться общие свойства.

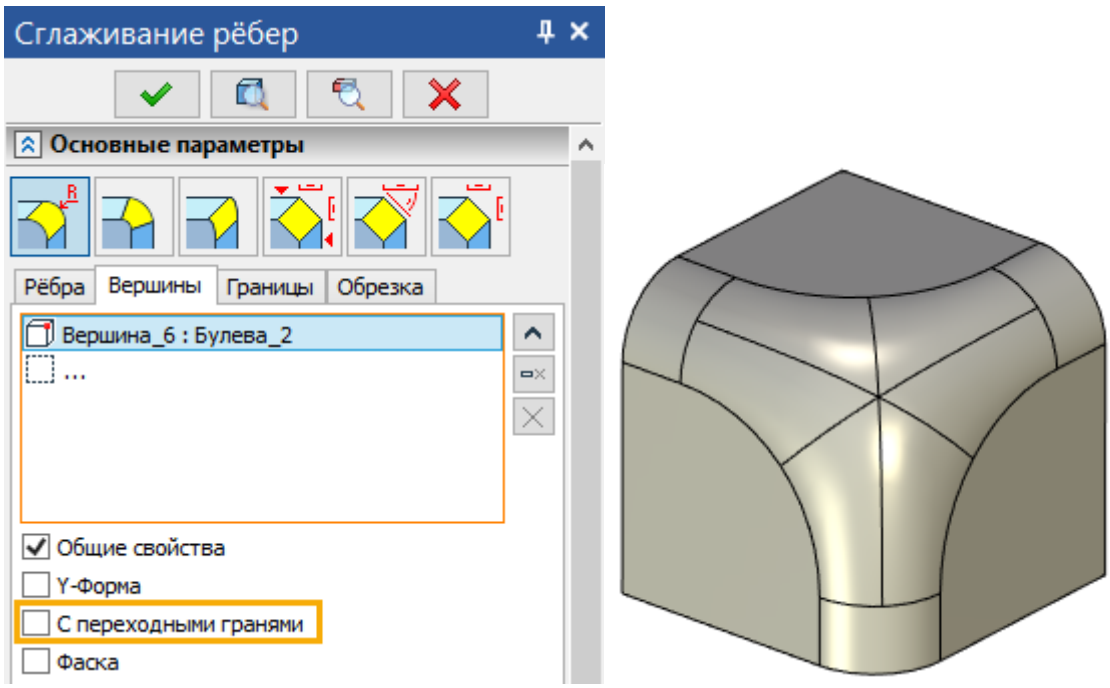


Значения отступов отображаются в окне **Параметры**, в полях **Начало** и **Конец** - в зависимости от того, от какого конца ребра задан отступ. В эти же поля можно ввести точные значения с клавиатуры. Около каждого поля есть флаг, который активирует параметр **Отступ** в начале или в конце ребра. При выборе рёбер указанием на вершину система самостоятельно устанавливает нужные флаги для рёбер, сходящихся в выбранных вершинах. При этом учитывается ориентация сходящихся рёбер. Часть рёбер имеет отступ в начале, часть в конце, но все ребра имеют отступ от той вершины, в которой они сходятся.

В самом общем случае можно активировать параметры отступа вручную при помощи указанных флагов. Визуально контролировать параметры задаваемого отступа можно при помощи манипуляторов.

3. Для рёбер задать значение радиуса сглаживания при помощи соответствующих манипуляторов или в окне Параметры способом, соответствующим выбранному типу сглаживания.
4. По умолчанию при задании отступов строится сглаживание с переходными гранями. Если требуется построить сглаживание без переходных граней, необходимо дополнительно выбрать саму вершину. При выборе вершины создание переходных граней для нее отключается по умолчанию. При необходимости можно включить создание переходных граней для выбранной вершины, установив для неё флаг **С переходными гранями**.

Выбор вершины до задания величины отступа невозможен, так как при нулевом значении манипуляторы отступа перекрывают вершину.



5. Подтвердить создание операции .

Создать фаску на вершине

Для вершины, в которой сходятся три или более ребра, возможно создание фаски без задания сглаживания на соседних рёбрах. Эта опция строит многоугольник по точкам, определяемым значениями **Отступов** для ребер, сходящихся в данной вершине, и отсекает им тело. В некоторых сложных случаях поверхность фаски получается неплоской.

> Построение фаски на вершине невозможно, если в ней одновременно сходятся как выпуклые так и вогнутые ребра, либо если одно из ребер соединяет касательные грани.

Чтобы создать фаску на вершине необходимо после вызова команды **Сглаживание рёбер** выполнить следующие действия:

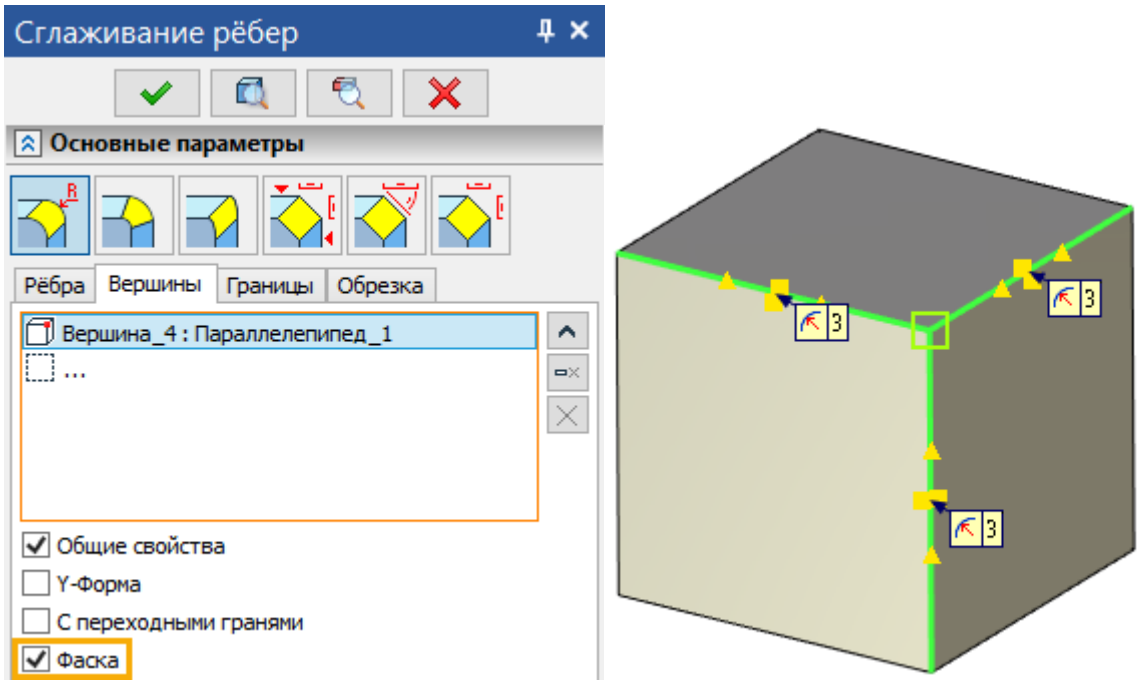
1. Нажать на вершину в режиме выбора граней, ребер, вершин. Сходящиеся в ней ребра попадут в список на вкладке **Рёбра** окна **Параметры**. Сама вершина туда не попадает. При выборе рёбер таким способом автоматически устанавливаются нулевые значения отступов от выбранной вершины. Об этом свидетельствует появление манипуляторов отступа.

> Выбирайте только рёбра, сходящиеся в одной вершине. Одновременное построение фасок на нескольких вершинах невозможно.

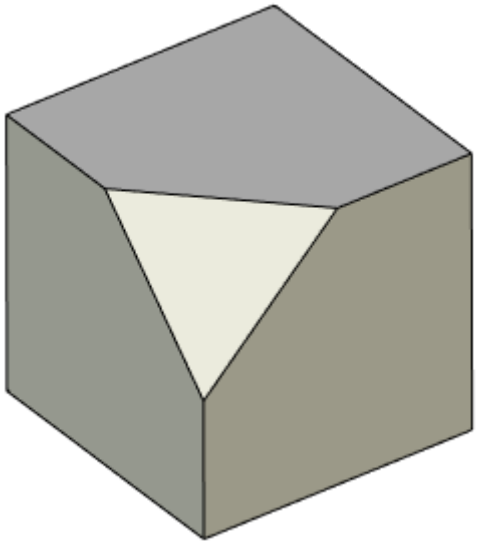
2. Для рёбер задать величину отступа.
   Задание отступов для фаски на вершине осуществляется так же как и для скругления в окне **Параметры** или при помощи манипуляторов.
3. Выбрать вершину, в которой предполагается создание фаски. Включить для неё флажок **Фаска**.

> Выбор вершины до задания величины отступа невозможен, так как при нулевом значении манипуляторы отступа перекрывают вершину.

Выбирайте только одну вершину - ту, в которой сходятся выбранные рёбра. Одновременное построение фасок на нескольких вершинах невозможно.



4. Подтвердить создание операции .



Задание порядка обработки рёбер

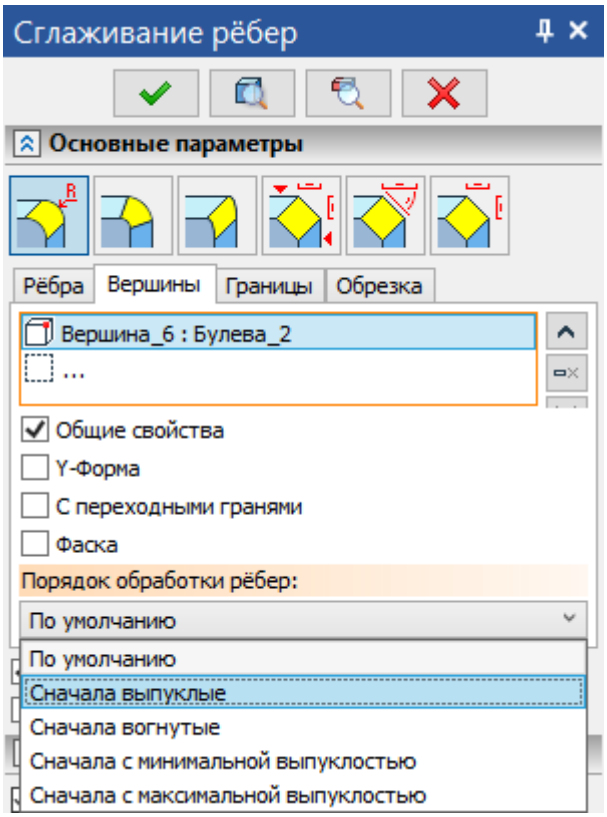
Общие сведения о порядке обработки рёбер приведены в одноимённом разделе.

Данная опция применима только для создания скруглений постоянным или переменным радиусом.

Чтобы задать порядок обработки рёбер необходимо после вызова команды **Сглаживание рёбер**:

1. Выбрать рёбра для скругления.

2. Для рёбер задать значение радиуса скругления при помощи соответствующих манипуляторов или в окне Параметры способом, соответствующим выбранному типу скругления.
3. Выбрать вершину, в которой предполагается управление порядком обработки рёбер.
4. Для выбранной вершины станет доступно поле **Порядок обработки рёбер**. Из выпадающего списка можно выбрать один из следующих вариантов: **По умолчанию**, **Сначала выпуклые**, **Сначала вогнутые**, **Сначала с минимальной выпуклостью**, **Сначала с максимальной выпуклостью**.
5. Подтвердить создание операции .



Опции автоменю Сглаживания рёбер

В команде Сглаживание рёбер доступны следующие опции автоменю:

<Ctrl>+<Enter> Закончить ввод

Подтверждает создание операции.

<P> Задать параметры элемента

Вызывает диалог параметров операции.

<X> Выйти из команды

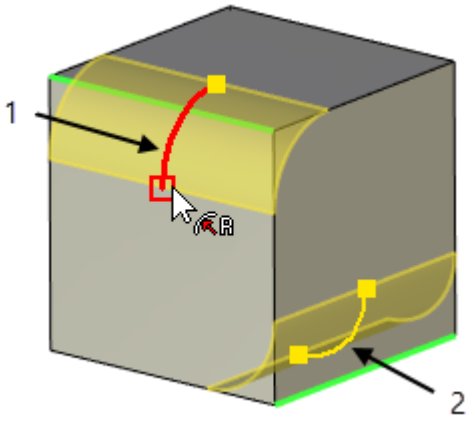
Выход из команды с отменой создания операции.

	<F5>	Предварительный просмотр результата операции
	<Ctrl>+<F5>	Предварительный просмотр изменений, вносимых операцией
	<D>	Диагностика
	<E>	Выбор граней, рёбер, вершин
	<Z>	Разрешить выбор вершин без выбора рёбер
	<S>	Режим выбора последовательности гладко сопряженных рёбер
	<L>	Выбрать сохраняемые рёбра
	<T>	Выбрать элемент, задающий поверхность или плоскость обрезки
	<Num0>	Режим доработки 3D фрагмента

Опция доступна при выборе элементов на фрагменте в сборке.

Манипуляторы Сглаживания рёбер

Для задания основных численных параметров сглаживания удобно использовать специальные вспомогательные графические объекты – манипуляторы. Манипуляторы появляются автоматически после выбора объектов сглаживания. Их количество, вид и размер зависит от типа сглаживания, от вида выбранных объектов, от типа и значений изменяемых с их помощью параметров.
Манипуляторы рисуются разными цветами. По умолчанию активный манипулятор (который в данный момент мы двигаем мышкой) рисуется **красным** цветом, а все остальные – пассивные – рисуются **жёлтым**.



1 - Активный манипулятор

2 - Пассивный манипулятор

Использование манипуляторов при одновременном сглаживании большого количества рёбер на компьютере небольшой производительности может вызывать ощутимые замедления системы. Для ускорения работы в этом случае манипуляторы можно выключить. Манипуляторы, включаются на вкладке **Опции** окна **Параметры**.

Манипуляторы отступа всегда отображаются индивидуально для каждой вершины. Остальные манипуляторы могут быть либо индивидуальными для каждого ребра, либо общими для последовательности ребер.

Основные темы в этом разделе:

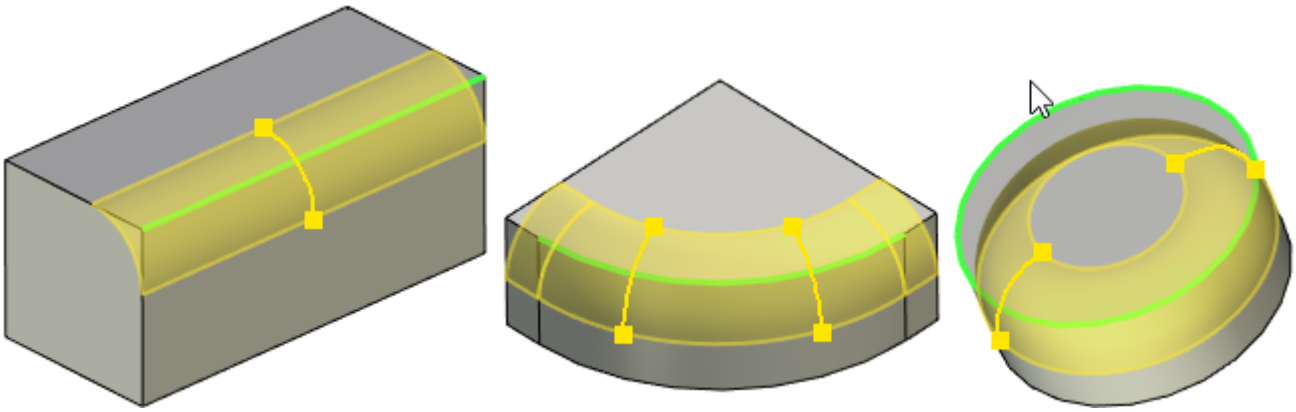
- Манипуляторы скругления постоянного радиуса
- Манипуляторы скругления переменного радиуса
- Манипуляторы скругления переменной выпуклости
- Манипуляторы фаски
- Манипуляторы отступа

Манипуляторы скругления постоянного радиуса

Манипуляторы радиуса имеют вид сечения поверхности сглаживания (дуги) с двумя квадратными маркерами на концах.

Для прямых ребер отображается один манипулятор по центру ребра. Для криволинейных незамкнутых рёбер отображаются два манипулятора, разбивающих поверхность сглаживания на секции равной длины. Для криволинейных замкнутых рёбер в разных случаях отображаются либо два либо четыре манипулятора.

Если подвести курсор мыши к любому из маркеров на концах манипулятора, рядом с курсором появляется символ радиуса. Если задать и удерживать, когда символ радиуса отображается, то перемещение мыши приводит к изменению **Радиуса** сглаживания. В зависимости от того, установлен ли флаг **Общие свойства**, **Радиус** меняется для всех рёбер (что отражается на соответствующих им манипуляторах) одновременно, либо только для того ребра, к которому относится выбранный манипулятор. Оба маркера работают одинаково - не имеет значения, какой из двух использовать.



Манипуляторы скругления переменного радиуса

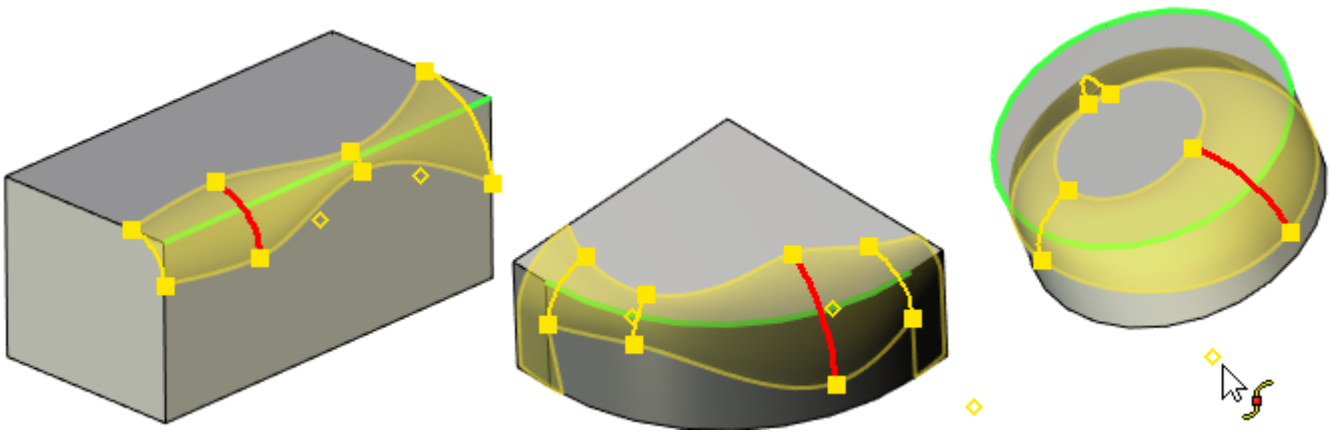
Манипуляторы радиуса имеют вид сечения поверхности сглаживания (дуги) с двумя квадратными маркерами на концах.

Количество отображаемых для каждого ребра (либо последовательности рёбер) манипуляторов зависит от количества заданных точек перехода радиуса. По умолчанию в данном режиме всегда создаются как минимум две точки перехода - в начале и в конце ребра. Для незамкнутых ребер всегда отображается отдельный манипулятор для каждой точки. Для начальной и конечной точек замкнутых рёбер отображается единый манипулятор, т.к. для этих точек радиусы должны быть одинаковыми (в противном случае операция не может быть построена).

Если подвести курсор мыши к любому из маркеров на концах манипулятора, рядом с курсором появляется символ радиуса. Если задать и удерживать, когда символ радиуса отображается, то перемещение мыши приводит к изменению **Радиуса** сглаживания. В зависимости от того, установлен ли флаг **Общие свойства**, **Радиус** меняется для всех рёбер одновременно (что отражается на соответствующих им манипуляторах), либо только для того ребра, к которому относится выбранный манипулятор. Оба маркера работают одинаково - не имеет значения, какой из двух использовать.

Для промежуточных точек помимо манипуляторов радиуса отображаются манипуляторы положения точки. Он имеет вид незаполненного маркера (- неактивный, - активный) и располагается чуть в стороне от соответствующего этой точке манипулятора радиуса. В некоторых случаях манипулятор положения может быть довольно далеко от манипулятора радиуса.

Если подвести курсор мыши к манипулятору положения точки, рядом с курсором появляется символ положения точки. Если задать и удерживать, когда символ отображается, то перемещение мыши приводит к изменению **Положения** данной точки. В зависимости от того, установлен ли флаг **Общие свойства**, **Положение** меняется для всех рёбер одновременно, либо только для того ребра, к которому относится выбранный манипулятор.



Манипуляторы скругления переменной выпуклости

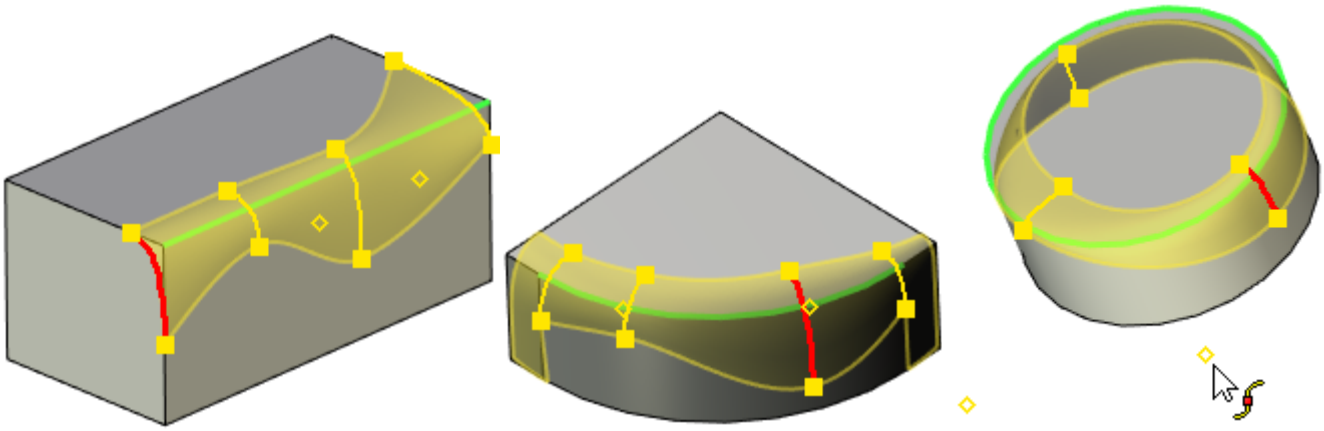
Манипуляторы смещений имеют вид сечения поверхности сглаживания с двумя квадратными маркерами на концах. Форма сечения зависит от заданных параметров.

Количество отображаемых для каждого ребра (либо последовательности рёбер) манипуляторов зависит от количества заданных точек перехода. По умолчанию в данном режиме всегда создаются как минимум две точки перехода - в начале и в конце ребра. Для незамкнутых ребер всегда отображается отдельный манипулятор для каждой точки. Для начальной и конечной точек замкнутых рёбер отображается единый манипулятор, т.к. для этих точек смещения должны быть одинаковыми (в противном случае операция не может быть построена).

Каждый из двух маркеров манипулятора отвечает за отдельную величину смещения (**Смещение 1** либо **Смещение 2**). Если подвести курсор мыши к одному из маркеров на концах манипулятора, рядом с курсором появляется символ радиуса. Если задать и удерживать, когда символ радиуса отображается, то перемещение мыши приводит к изменению соответствующего **Смещения**. В зависимости от того, установлен ли флаг **Общие свойства**, **Смещение** меняется для всех рёбер одновременно (что отражается на соответствующих им манипуляторах), либо только для того ребра, к которому относится выбранный манипулятор.

Для промежуточных точек помимо манипуляторов смещений отображаются манипуляторы положения точки. Он имеет вид незаполненного маркера (- неактивный, - активный) и располагается чуть в стороне от соответствующего этой точке манипулятора смещения. В некоторых случаях манипулятор положения может быть довольно далеко от манипулятора смещения.

Если подвести курсор мыши к манипулятору положения точки, рядом с курсором появляется символ положения точки. Если задать и удерживать, когда символ отображается, то перемещение мыши приводит к изменению **Положения** данной точки. В зависимости от того, установлен ли флаг **Общие свойства**, **Положение** меняется для всех рёбер одновременно, либо только для того ребра, к которому относится выбранный манипулятор.



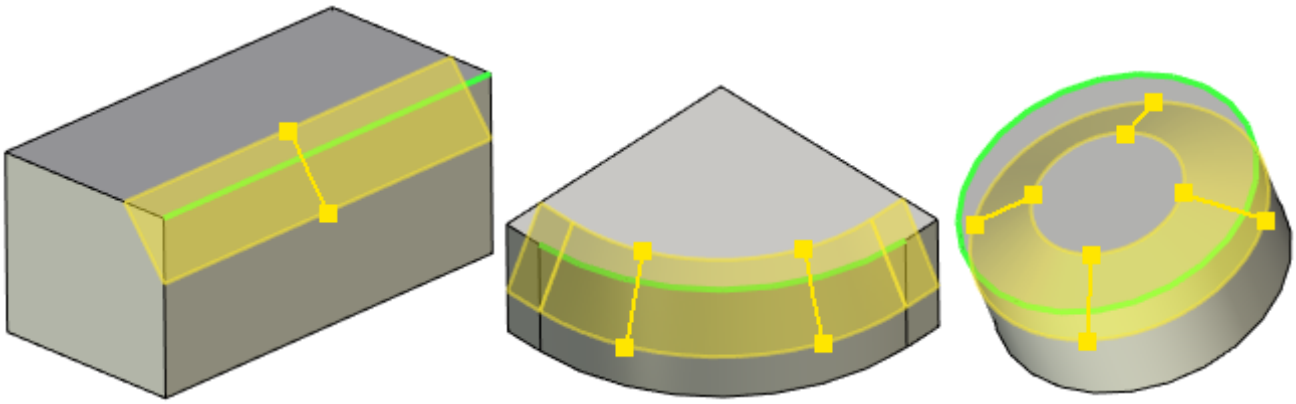
Манипуляторы фаски

Манипуляторы фасок имеют вид сечения поверхности сглаживания (отрезка) с двумя квадратными маркерами на концах.

Для прямых ребер отображается один манипулятор по центру ребра. Для криволинейных незамкнутых рёбер отображаются два манипулятора, разбивающих поверхность сглаживания на секции равной длины. Для криволинейных замкнутых рёбер в разных случаях отображаются либо два либо четыре манипулятора.

В режимах построения фаски **по смещениям** и **по смещениям вдоль граней** каждый из двух маркеров манипулятора отвечает за отдельную величину смещения (**Смещение 1** либо **Смещение 2**). Если подвести курсор мыши к одному из маркеров на концах манипулятора, рядом с курсором появляется символ радиуса. Если задать и удерживать , когда символ радиуса отображается, то перемещение мыши приводит к изменению соответствующего **Смещения**. В зависимости от того, установлен ли флаг **Общие свойства**, **Смещение** меняется для всех рёбер одновременно (что отражается на соответствующих им манипуляторах), либо только для того ребра, к которому относится выбранный манипулятор.

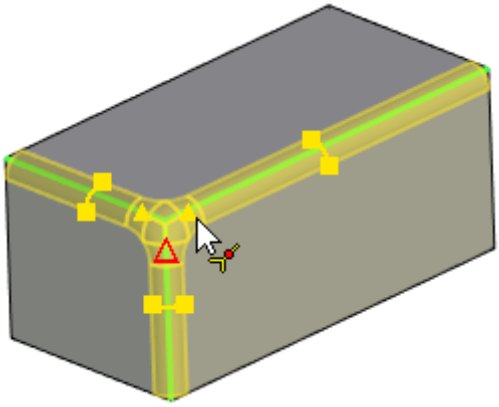
В режиме построения фаски **по длине и углу** принцип работы манипулятора зависит от того, установлен ли флаг слева от поля **Угол** на вкладке **Рёбра** вкладки **Основные параметры** окна **Параметры.** По умолчанию этот флаг установлен и оба маркера манипулятора отвечают за величину **Длины**, тогда как **Угол** не зависит от перемещений манипулятора. Если снять этот флаг, то один из маркеров манипулятор будет отвечать за **Длину**, а другой за **Угол**. Перемещение манипуляторов фаски по длине и углу осуществляется так же как и для других видов фасок.



Манипуляторы отступа

Манипуляторы отступа имеют вид треугольных маркеров. Они отображаются на рёбрах, для которых установлены флаги отступа в **Начале** и/или в **Конце**. Если величина отступа для всех рёбер, сходящихся в данной вершине, равна нулю, то все маркеры наложатся друг на друга в вершине.

Если подвести курсор мыши к одному из манипуляторов отступа, рядом с курсором появляется символ . Если задать и удерживать , когда символ отображается, то перемещение мыши приводит к изменению значения соответствующего **Отступа**. В зависимости от того, установлен ли флаг **Общие свойства**, **Отступ** меняется для всех рёбер одновременно, либо только для того ребра, к которому относится выбранный манипулятор.



Дополнительные возможности Сглаживания рёбер

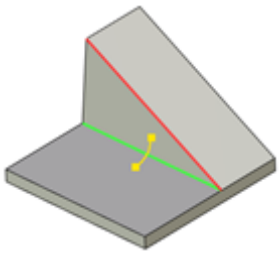
Основные темы в этом разделе:

- Сохранение границ
- Обрезка
- Удаление элементов
- Порядок сглаживания при перекрытии поверхностей
- Непрерывность по кривизне
- Обработка перекрытий

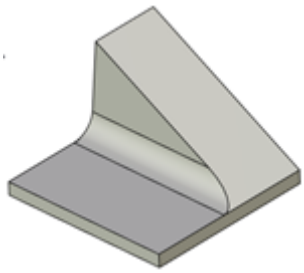
Сохранение границ

Общие сведения о границах сглаживания рёбер

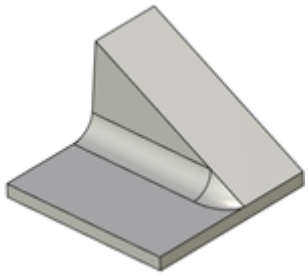
При создании сглаживания можно указывать рёбра тела, которые не нужно менять при сглаживании. Поверхность сглаживания в результате будет ограничена этими рёбрами.



Сглаживаемое ребро выделено зелёным, сохраняемая граница - красным

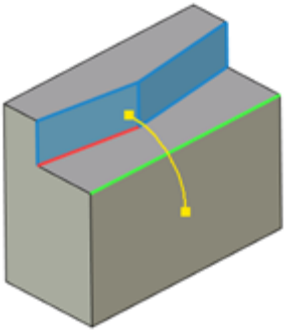


Результат сглаживания без сохранения границы

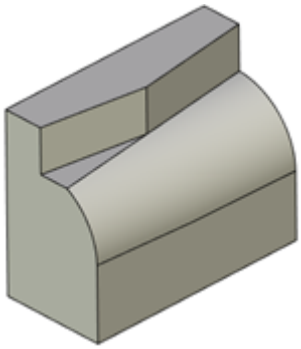


Результат сглаживания с сохранением границы

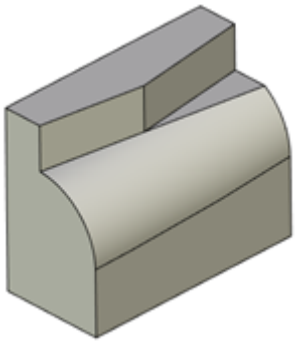
В некоторых случаях система автоматически выбирает, какую границу сохранить. Автоматически сохраняемая граница не отображается в окне Параметры. При необходимости можно изменить отменить автоматический выбор, задав сохраняемую границу вручную.



Сглаживаемое ребро выделено зелёным, сохраняемая граница, заданная пользователем, выделена красным.

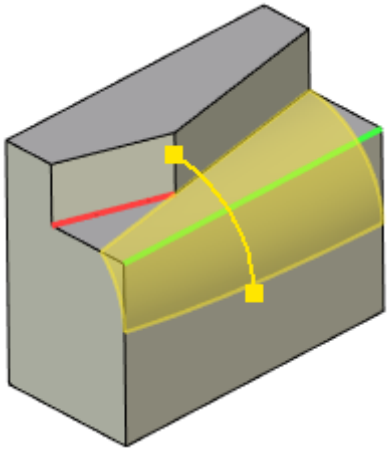


Результат построения с автоматическим сохранением границы



Результат построения с сохранением границы, заданной пользователем

Некоторые рёбра не могут быть выбраны в качестве сохраняемой границы. Их все еще можно добавить в список **Границы**, но установка флага **Сохранять** для такого ребра не повлияет на результат операции.

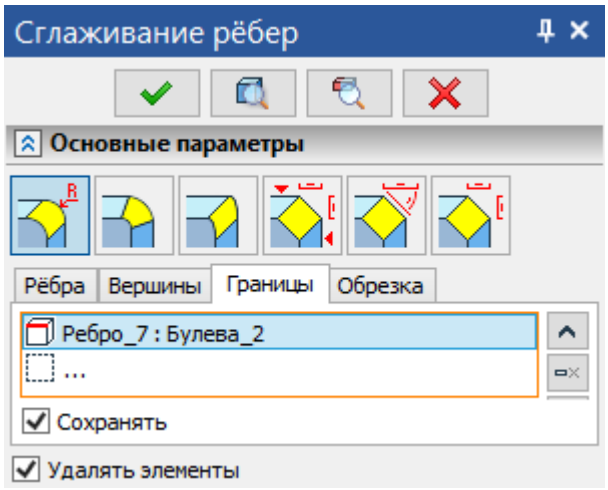


Ребро, выделенное красным, не может быть сохранено,
т.к. оно лежит на прямой, пересекающей сглаживаемое
(выделенное зелёным) ребро.

Выбор сохраняемых границ сглаживания рёбер

Для выбора границы необходимо либо перейти на вкладку **Границы** в разделе **Основные Параметры** окна **Параметры**, либо воспользоваться соответствующей опцией автоменю:

<L> Выбрать сохраняемые рёбра

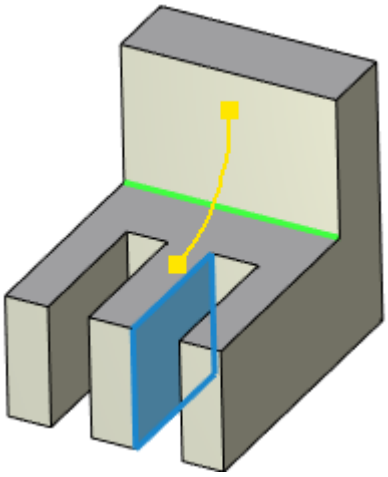


Данная опция автоменю и вкладка **Границы** взаимосвязаны - активация опции активирует вкладку и наоборот. Этот режим включает фильтр выбора рёбер на **Панели фильтров,** после чего можно выбрать объект в 3D сцене, наведя на него курсор мыши и нажав .
Выбранный объект отобразится в списке. Добавленные в список объекты подсвечиваются в 3D сцене зеленым, а объект, выбранный в данный момент, - красным.
Справа от списка доступны кнопки, позволяющие **Свернуть** список, **Удалить элемент из списка** или **Очистить** список. Для выбора элемента в списке нажмите на нём . Выбранный элемент подсветится в списке.
Для каждого элемента в списке показываются иконка типа элемента (ребро), название элемента и название тела, которому принадлежит элемент.
Под списком для каждого из выбранных рёбер доступен флаг **Сохранять.** Если флаг установлен, система попытается сохранить ребро при построении сглаживания. Если сохранение невозможно, флаг будет проигнорирован.

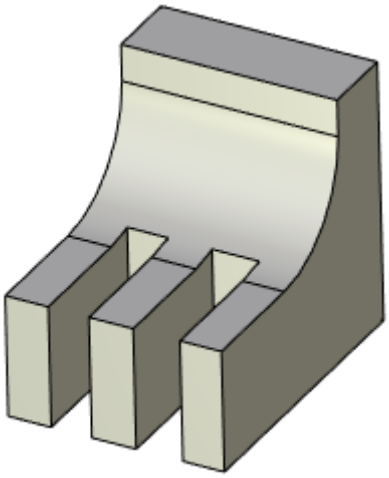
Обрезка

Общие сведения об обрезке сглаживания рёбер

Задание ограничивающей геометрии позволяет обрезать сглаживание геометрией произвольной грани, плоскостью или поверхностью. Эта функциональность позволяет формировать сглаживание в различных сложных конфигурациях.

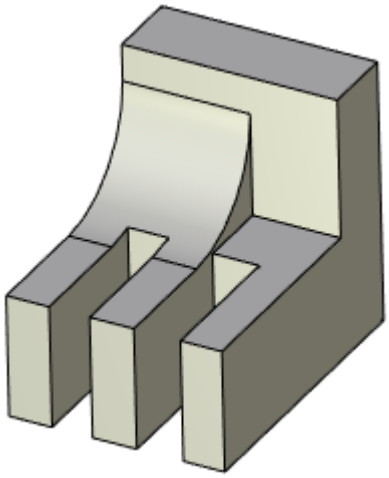


Сглаживаемое ребро выделено зелёным, грань обрезки - синим



Результат построения

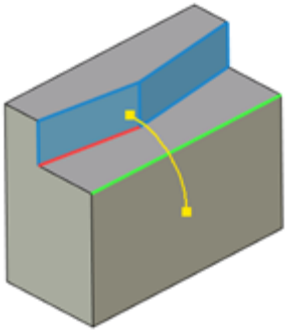
без обрезки



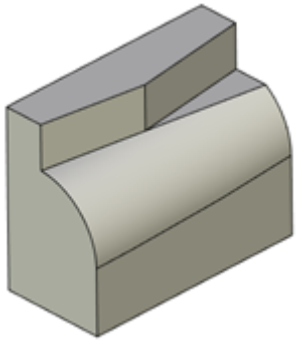
Результат построения

с обрезкой

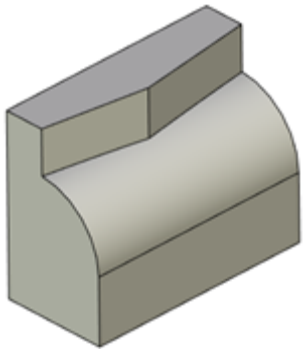
Обрезка имеет приоритет над сохранением границ.



Сглаживаемое ребро выделено зелёным, сохраняемая граница - красным, грани обрезки - синим



Результат построения без обрезки

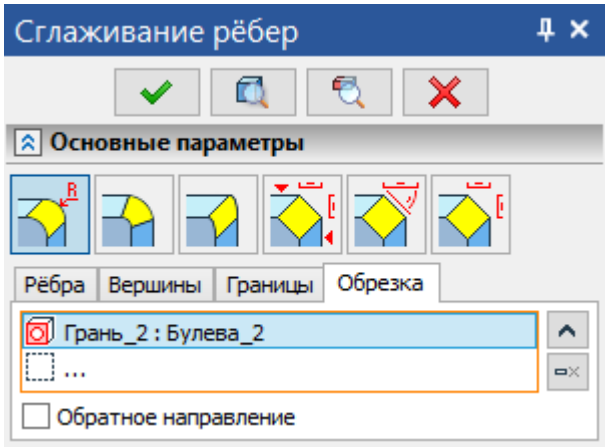


Результат построения с обрезкой независимо от того, задана сохраняемая граница или нет

Выбор элементов для обрезки сглаживания рёбер

Для выбора вершины необходимо либо перейти на вкладку **Обрезка** в разделе **Основные Параметры** окна **Параметры**, либо воспользоваться соответствующей опцией автоменю

<T> Выбрать элемент, задающий поверхность или плоскость обрезки



Данная опция автоменю и вкладка **Обрезка** взаимосвязаны - активация опции активирует вкладку и наоборот. Этот режим включает фильтры выбора объектов, которые можно использовать для обрезки, на **Панели фильтров,** после чего можно выбрать объект в 3D сцене, наведя на него курсор мыши и нажав . При выборе элементов следует обращать внимание на активные фильтры.

Выбранный объект отобразится в списке. Добавленные в список объекты подсвечиваются в 3D сцене синим либо зелёным (в зависимости от типа), а объект, выбранный в данный момент, - красным.

Справа от списка доступны кнопки, позволяющие **Свернуть** список, **Удалить элемент из списка** или **Очистить** список. Для выбора элемента в списке нажмите на нём . Выбранный элемент подсветится в списке.

Для каждого элемента в списке показываются иконка типа элемента, название элемента и название тела, которому принадлежит элемент.

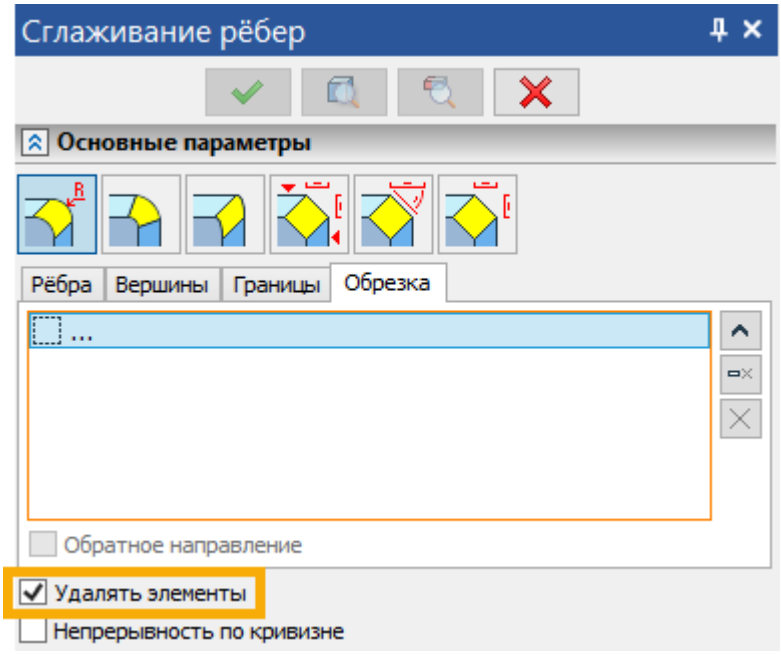
Под списком для каждого из выбранных элементов доступен флаг **Обратное направление,** который позволяет изменить положение создаваемого сглаживания относительно данного объекта.

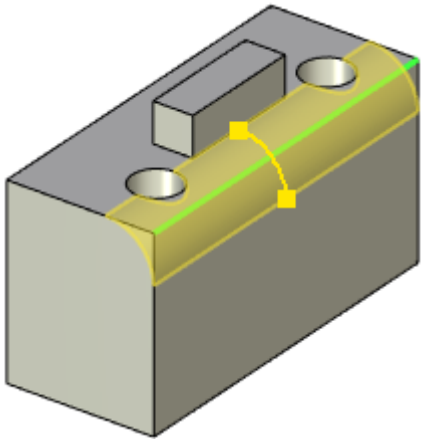
Удаление элементов

В случае, когда поверхность сглаживания полностью перекрывает другие элементы тела, возможны два варианта завершения операции, в зависимости от состояния флага **Удалять элементы**. Данный флаг доступен в нижней части раздела **Основные параметры** окна **Параметры** (независимо от выбранной вкладки - **Рёбра, Вершины, Границы** или **Обрезка**).

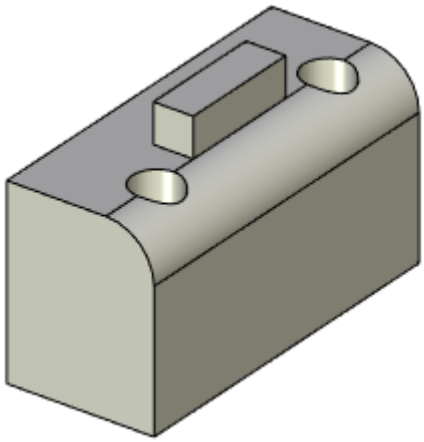
Если флаг снят, система сохранит все перекрываемые элементы, обрезая или достраивая необходимые участки поверхностей сглаживания.

Если флаг установлен, система удалит все перекрываемые элементы, оставив только поверхности сглаживания.

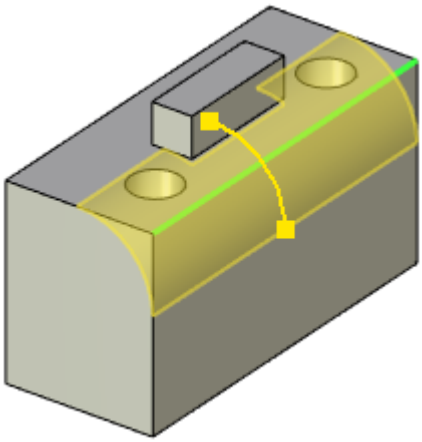


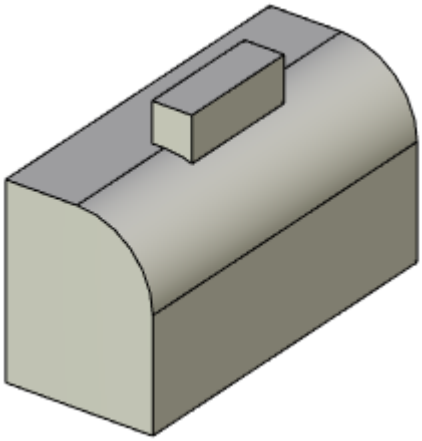


Поверхность сглаживания не полностью перекрывает несквозные отверстия

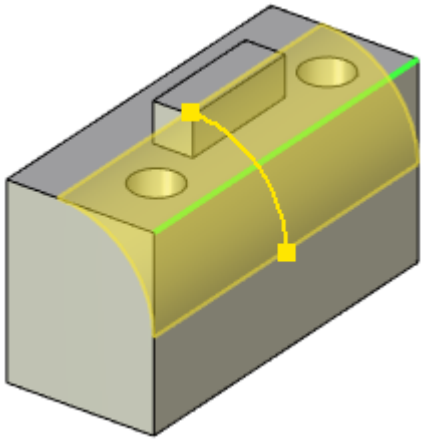


В результате опция **Удалять элементы** ничего не удаляет

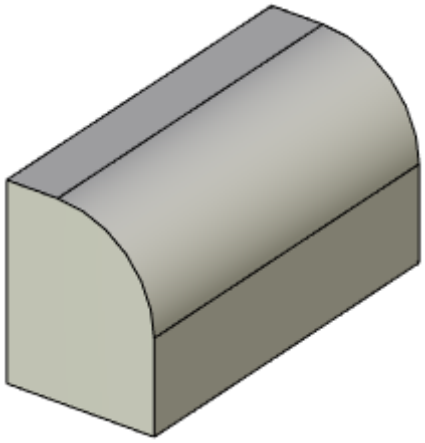




Поверхность сглаживания полностью перекрывает несквозные отверстия, но не полностью перекрывает выступ

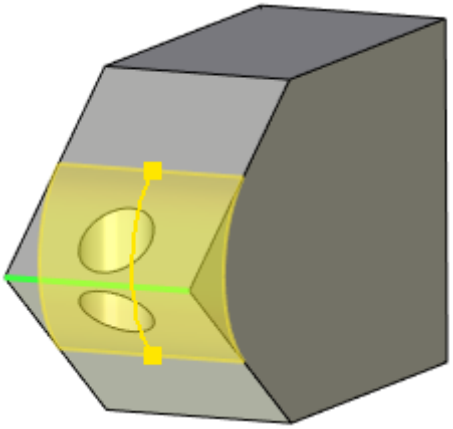


В результате опция **Удалять элементы** удаляет отверстия, но не удаляет выступ

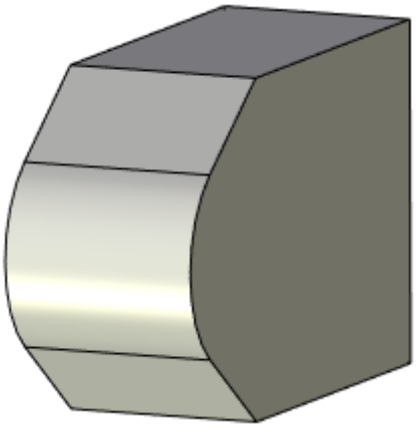


Поверхность сглаживания полностью перекрывает и несквозные отверстия и выступ

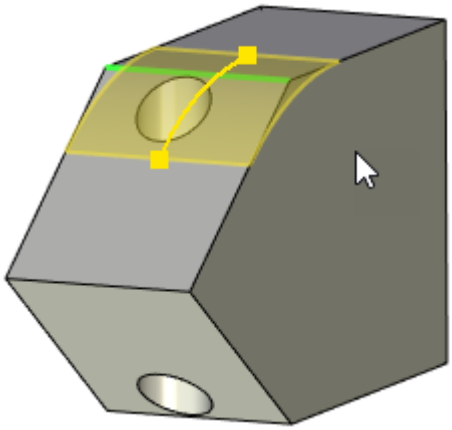
В результате опция **Удалять элементы** удаляет и отверстия и выступ



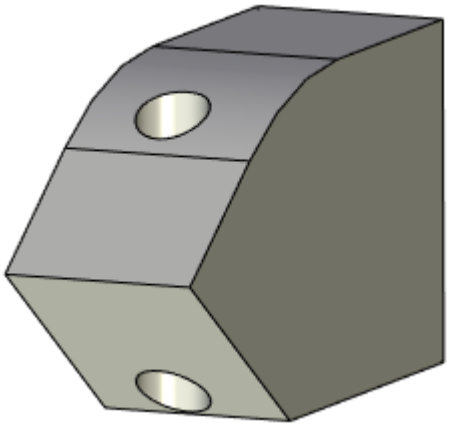
Поверхность сглаживания полностью перекрывает оба выхода сквозного отверстия



В результате опция **Удалять элементы** удалит отверстие



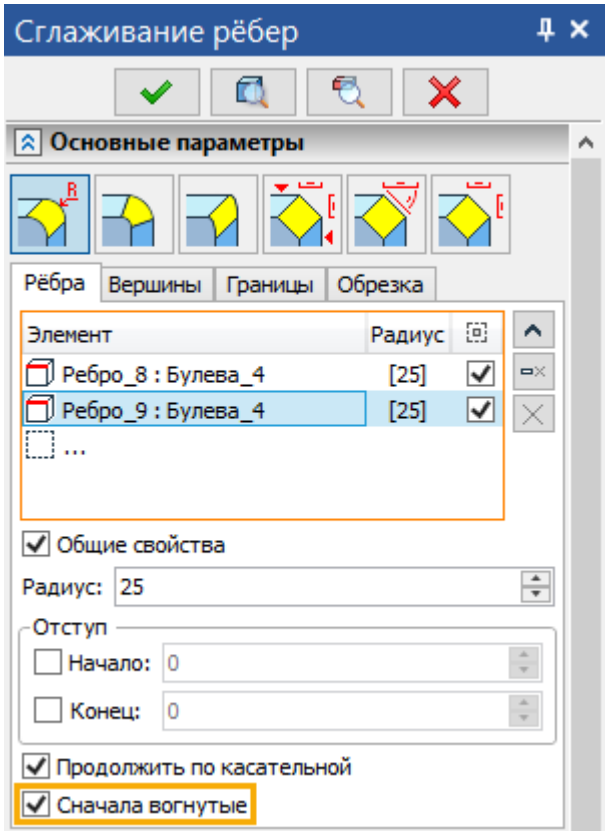
Поверхность сглаживания полностью перекрывает только один из выходов сквозного отверстия

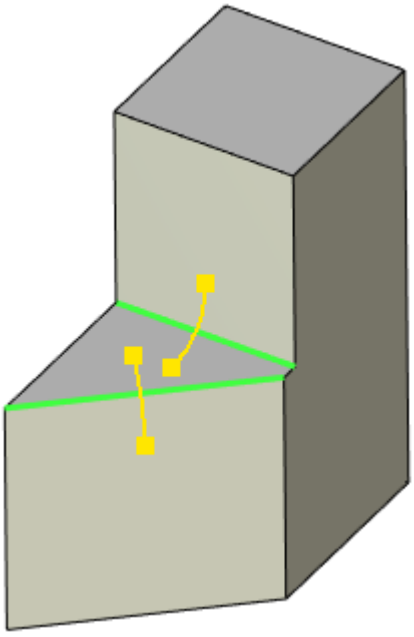


В результате сглаживание можно построить только при выключенной опции **Удалять элементы.** В противном случае операция выдаст ошибку.

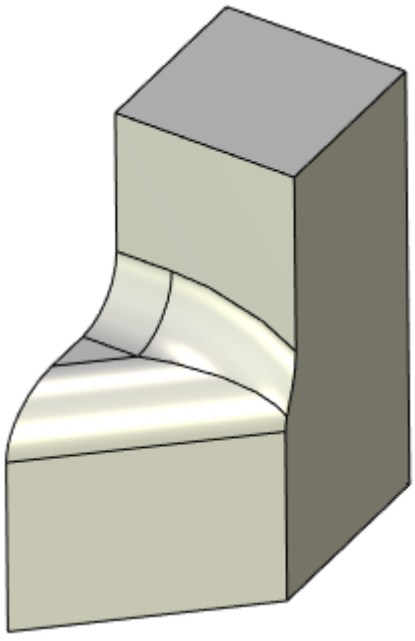
Порядок сглаживания при перекрытии поверхностей

В случаях перекрытия поверхностей сглаживания на нескольких рёбрах разной выпуклости можно добиться требуемого вида этих поверхностей, меняя порядок формирования сглаживания. Порядок формирования определяется выбранным приоритетом обработки рёбер. По умолчанию сначала обрабатываются выпуклые рёбра, а затем вогнутые. При необходимости можно сменить приоритет, установив флаг **Сначала вогнутые** на вкладке **Рёбра** в разделе **Основные параметры** окна **Параметры**.

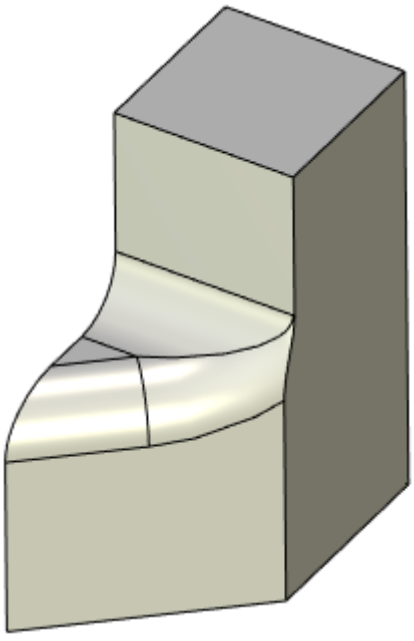




Сглаживаемые рёбра выделены зелёным

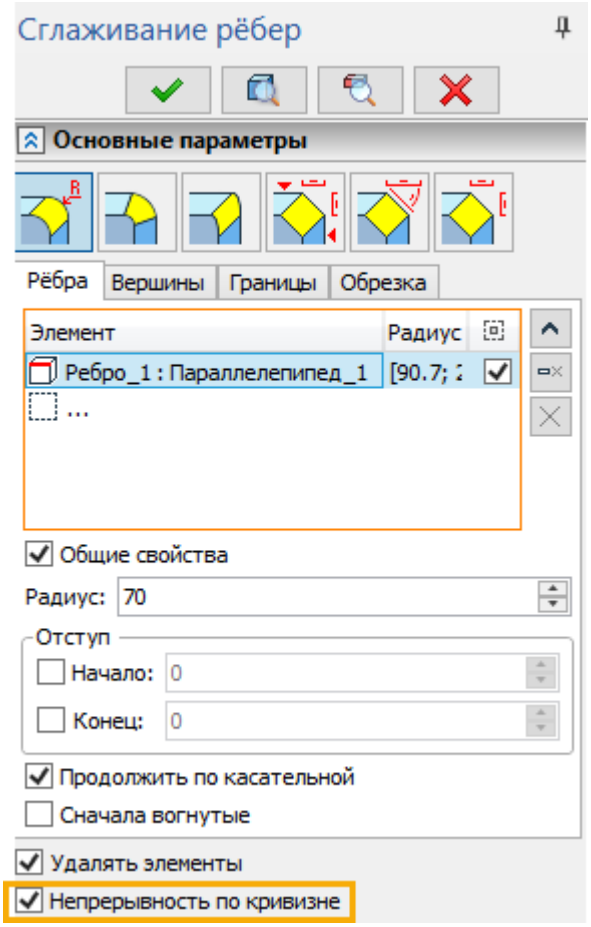


Результат сглаживания при снятом флаге ***Сначала вогнутые***



Результат сглаживания при установленном флаге ***Сначала вогнутые***

Непрерывность по кривизне



Для всех видов скруглений в нижней части раздела **Основные параметры** окна **Параметры** доступен флаг **Непрерывность по кривизне** (независимо от выбранной вкладки - **Рёбра, Вершины, Границы** или **Обрезка**). Установка данного флага обеспечивает непрерывность по кривизне (G2) в местах сопряжений поверхности скругления с соседними гранями.

При этом НЕ выдерживаются **Радиус** (для скругленный постоянным и переменным круговым радиусом), а также **Смещение 1**, **Смещение 2** и **Выпуклость** (для переменного эллиптического скругления).

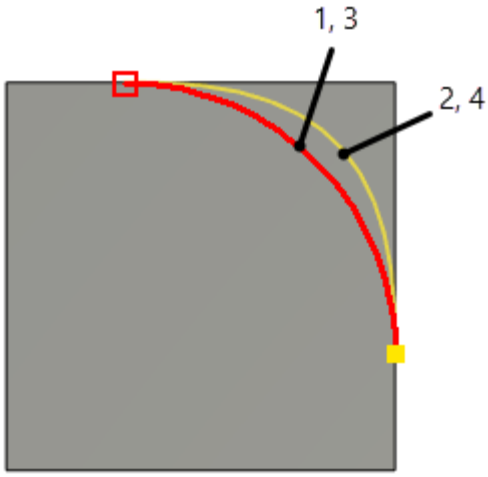
Влияние опции непрерывность по кривизне на разные типы скругления:

1 и 2 - Сечения поверхности скругления в начальной точке ребра

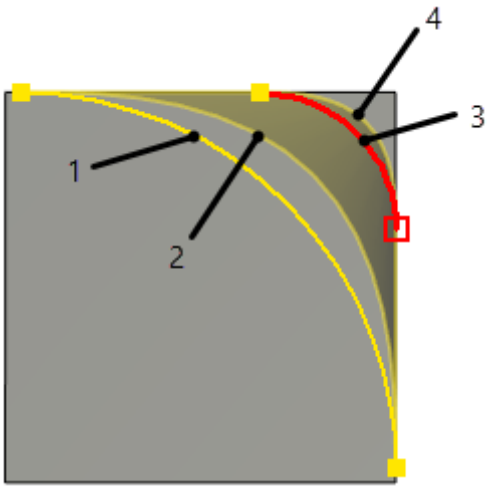
3 и 4 - Сечения поверхности скругления в конечной точке ребра

1 и 3 - Флаг **Непрерывность по кривизне** снят

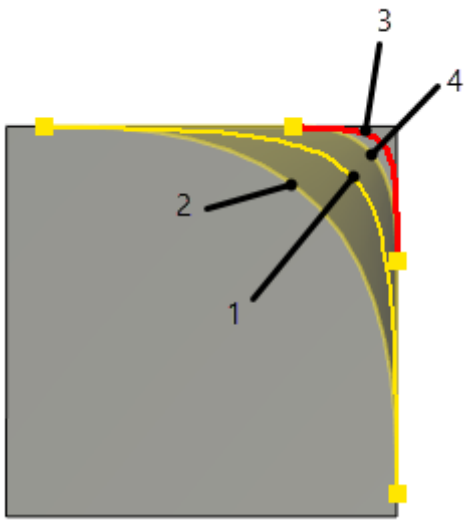
2 и 4 - Флаг **Непрерывность по кривизне** установлен



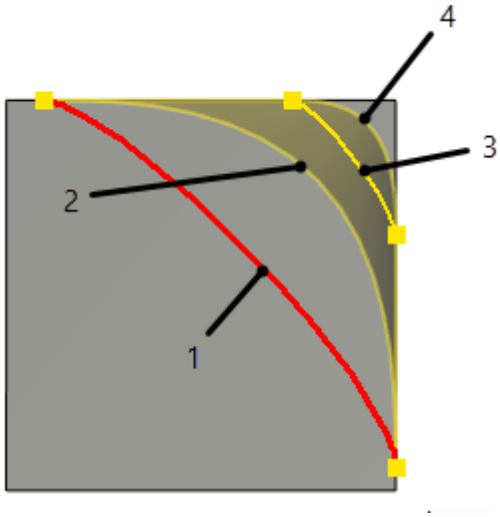
Скругление постоянным круговым радиусом



Скругление переменным круговым радиусом



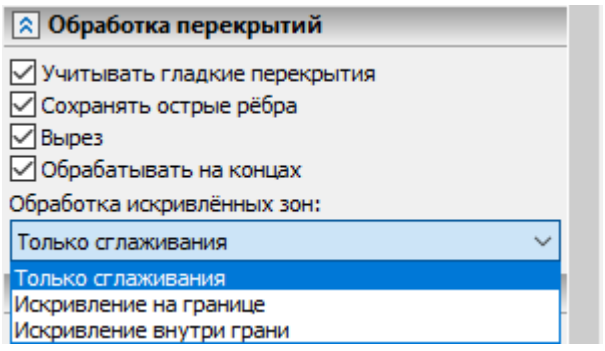
Переменное эллиптическое скругление, Выпуклость = 0.6



Переменное эллиптическое скругление, Выпуклость = 0.1

Обработка перекрытий

На практике довольно часто поверхность сглаживания вступает в контакт с элементами геометрии тела, не являющимися гранями, которые образуют сглаживаемое ребро. В этом случае система использует специальные опции обработки таких перекрытий. Управление данными опциями при создании сглаживания рёбер осуществляется на вкладке **Обработка перекрытий** окна **Параметры**.



На данной вкладке присутствуют флаги опций обработки перекрытий и выпадающее меню способов **Обработки искривлённых зон**

По умолчанию, все флаги установлены. В таком случае система пытается применить все возможные опции обработки перекрытий в порядке их расположения в интерфейсе. Т.е. сначала система пытается применить опцию **Учитывать гладкие перекрытия**, затем **Сохранять острые рёбра** вместе с подопцией **Обрабатывать на концах**, и в конце **Вырез**.

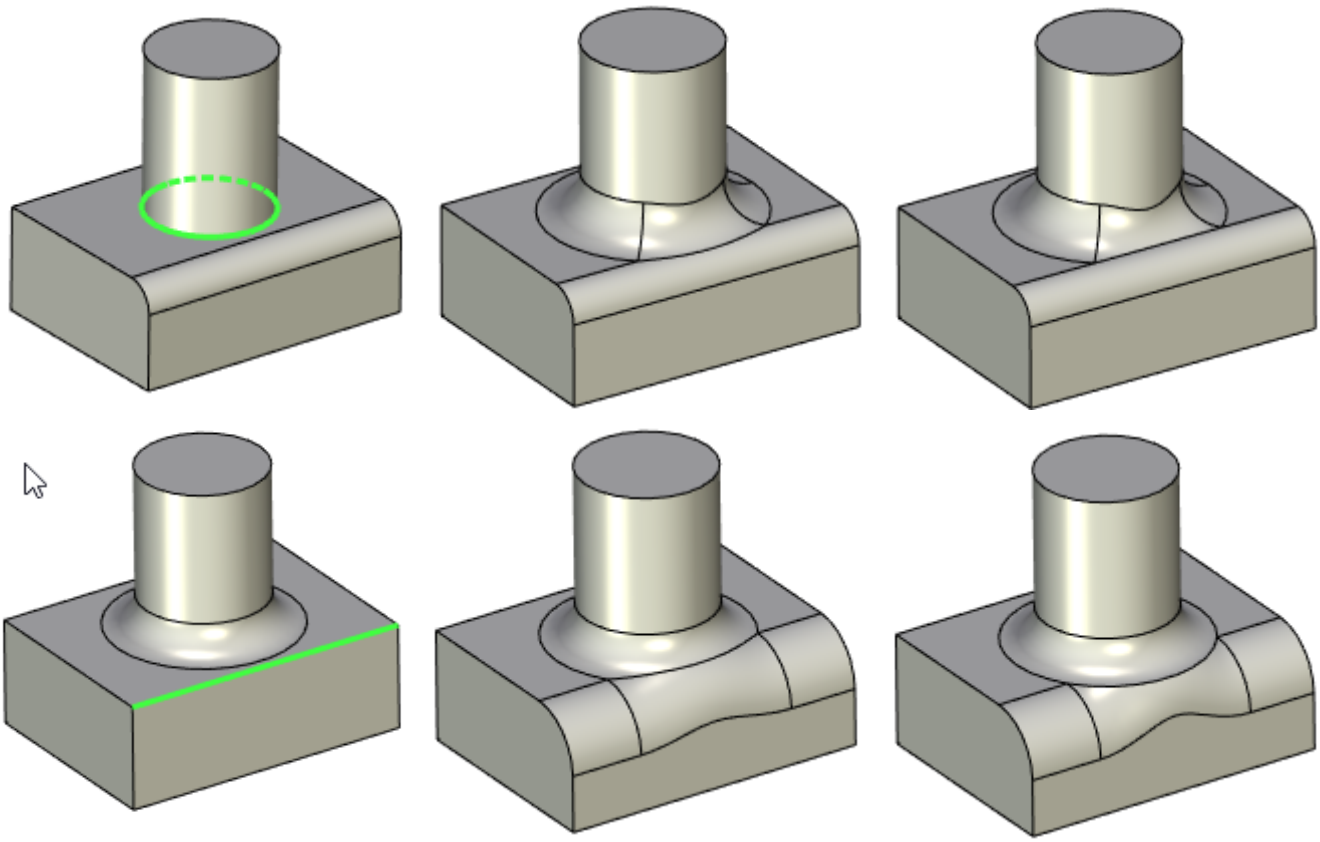
При необходимости можно выключить те или иные опции снятием соответствующих флагов.

Если все флаги сняты, а поверхности сглаживания наползают на грани и рёбра тела, то сглаживание не будет построено.

Учитывать гладкие перекрытия

Опция применяется, когда поверхность сглаживания перекрывается существующим скруглением на обрабатываемом теле. В зоне сопряжения поверхность сглаживания деформируется для обеспечения касания к перекрываемой поверхности.

В данных примерах для построения скруглений необходимо включить либо **Учитывать гладкие перекрытия** либо Сохранять острые рёбра. При включении обеих опций применяется только **Учитывать гладкие перекрытия.** Остальные опции обработки перекрытий неприменимы.



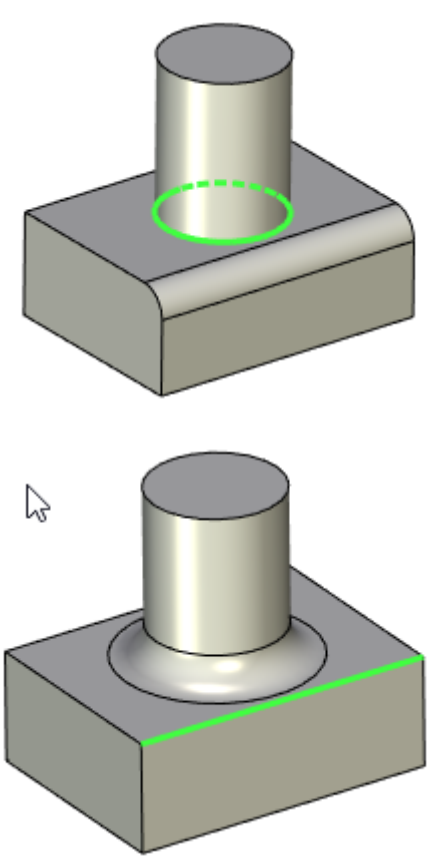
Сглаживаемые рёбра выделены зелёным.

Учитывать гладкие перекрытия применяется независимо от состояния остальных опций

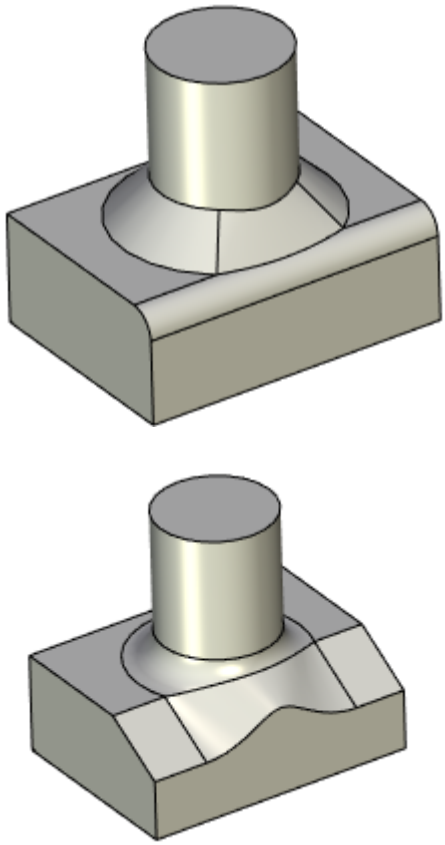
Сохранять острые рёбра применяется, если отключить **Учитывать гладкие перекрытия**

Опция **Учитывать гладкие перекрытия** применима как к **Скруглениям** так и к **Фаскам**.

В данных примерах для построения фаски необходимо включить **Учитывать гладкие перекрытия**. Остальные опции обработки перекрытий неприменимы.



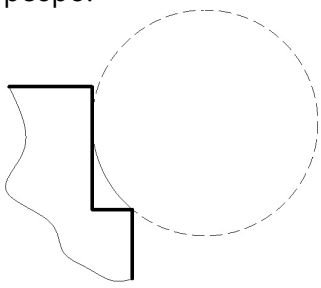
Сглаживаемые рёбра выделены зелёным.



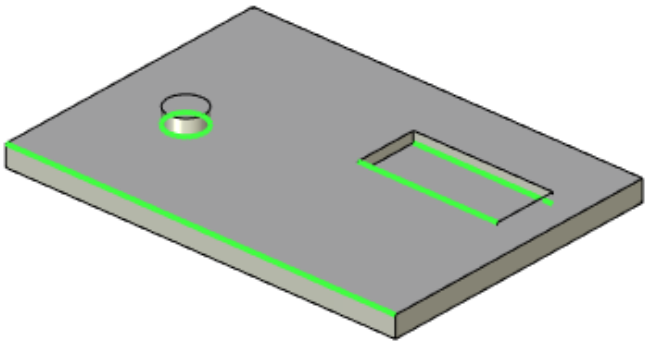
Результат построения фаски

Сохранять острые рёбра

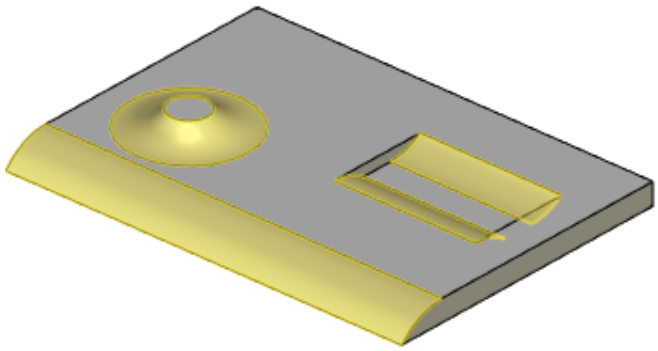
При построении скругления остаётся неизменным острое ребро, на которое наползает поверхность скругления при построении сглаживания. Поверхность скругления в зоне соприкосновения с ребром формируется качением шарика, касательно к одной исходной грани и с опорой на стесняющее ребро.



В данном примере для построения скругления необходимо включить опцию **Сохранять острые рёбра.** Остальные опции обработки перекрытий неприменимы.

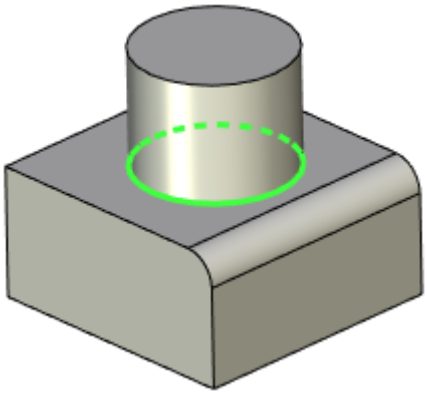


Сглаживаемые рёбра выделены зелёным

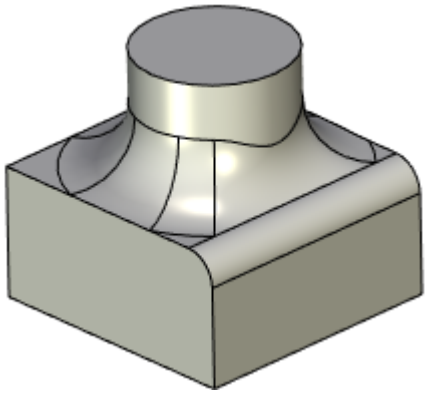


Результат построения скругления

В данном примере для построения скругления необходимо включить опцию **Сохранять острые ребра**. Опция **Учитывать гладкие перекрытия** применима, но не обязательна. Остальные опции обработки перекрытий неприменимы.

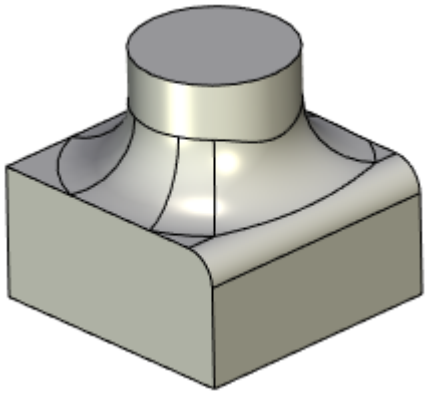


Сглаживаемое ребро выделено зелёным.



Учитывать гладкие перекрытия - выключена

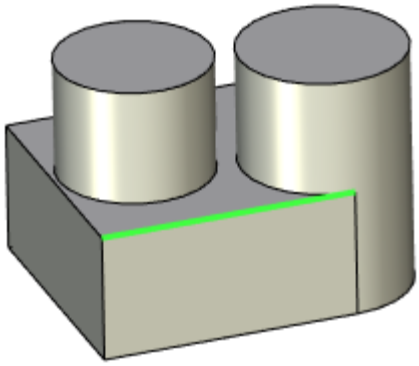
Сохранять острые рёбра - включена



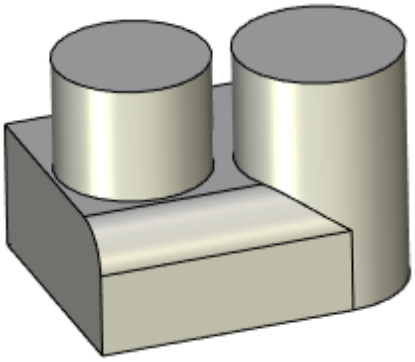
Учитывать гладкие перекрытия и **Сохранять острые рёбра** включены

Опция **Сохранять острые рёбра** неприменима к фаскам.

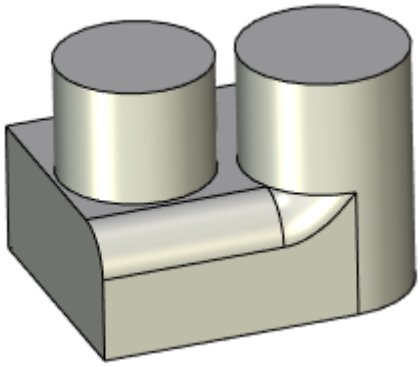
При включенной опции **Сохранение острых рёбер** имеется возможность дополнительно включать/выключать опцию **Обрабатывать на концах**, анализирующую случаи, когда только часть сглаживаемой поверхности (на концах) наползает на острое ребро.



Сглаживаемое ребро выделено зелёным. Операция может быть построена при любом состоянии опций **Обработки перекрытий**



Результат построения с выключенной опцией **Обрабатывать на концах**



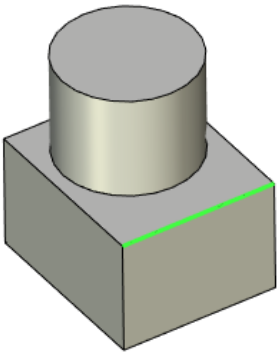
Результат построения с включенной опцией **Обрабатывать на концах**

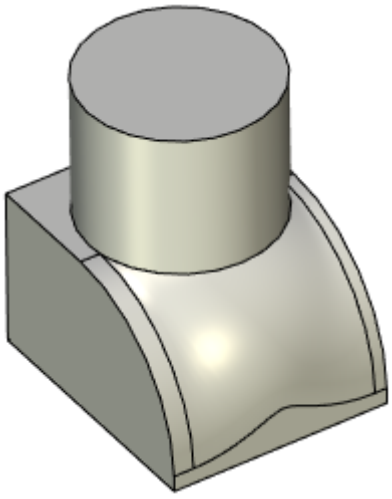
Опция **Обрабатывать на концах** неприменима к фаскам

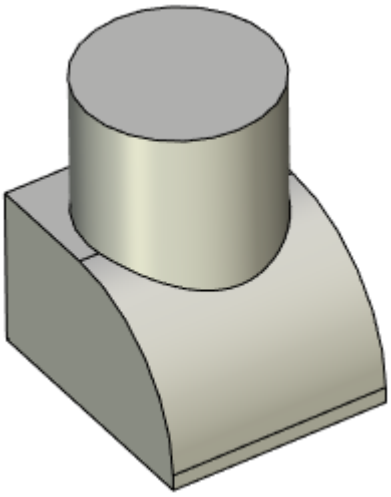
Вырез

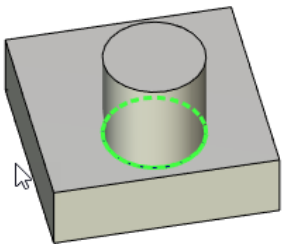
Скругление строится так, что элемент, на который заползает поверхность сглаживания, игнорируется, и деформации поверхности сглаживания не происходит, а поверхности пересекаемого элемента обрезаются или достраиваются.

В данных примерах для построения операции необходимо включить либо **Вырез** либо **Сохранять острые рёбра**. При включении обеих опций применяется только **Сохранять острые рёбра.** Остальные опции обработки перекрытий неприменимы.

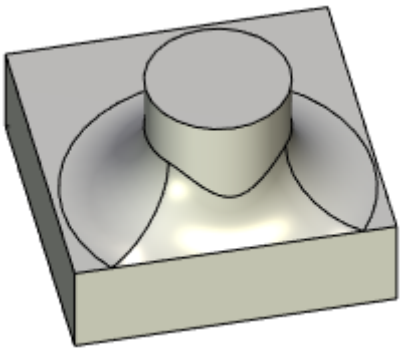




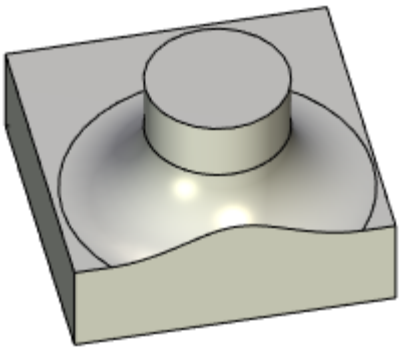




Сглаживаемые рёбра выделены зелёным.



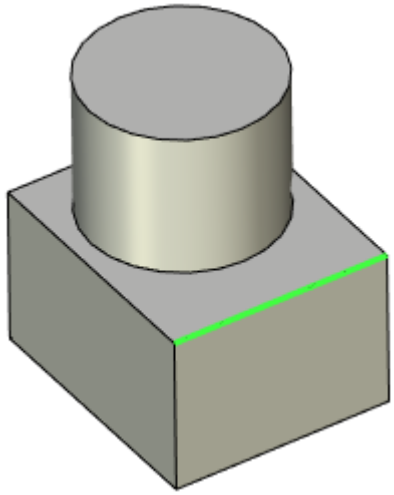
Сохранять острые рёбра применяется независимо от состояния остальных опций

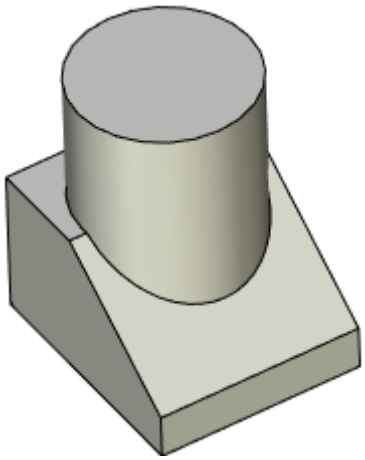


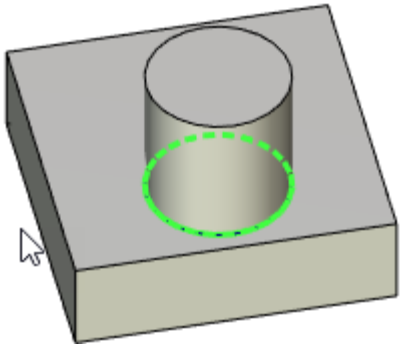
Вырез применяется, если отключить **Сохранять острые рёбра**

Опция **Вырез** применима как к **Скруглениям** так и к **Фаскам**.

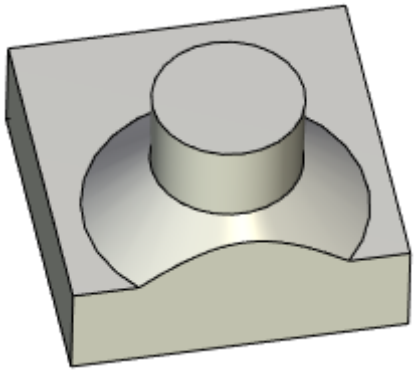
В данных примерах для построения фаски необходимо включить **Вырез**.
Остальные опции обработки перекрытий неприменимы.







Сглаживаемые рёбра выделены зелёным



Результат построения фаски

В некоторых случаях, когда построение сглаживания возможно только при применении опции **Вырез**, она будет применена автоматически независимо от состояния флагов вкладки **Обработка перекрытий** окна **Параметры**.

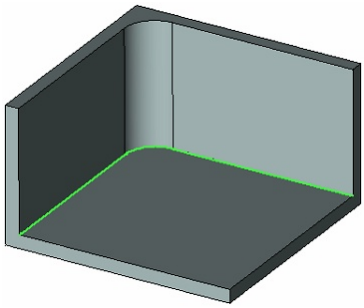
Обработка искривлённых зон

Иногда в модели в пределах построения сглаживания присутствуют места, в которых радиус кривизны поверхностей настолько мал, что сглаживающий шарик заданного радиуса не может прокатиться с соблюдением непрерывного касания к боковым стенкам. В таком случае система может использовать специальные обработки для обеспечения сглаживания заданным радиусом в искривлённой зоне:

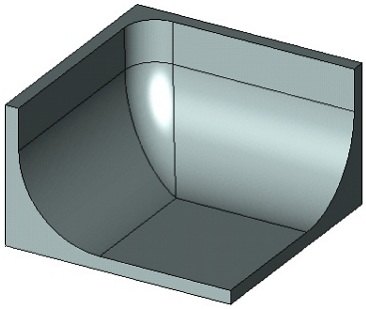
- **Только сглаживания** – в этом случае система будет обрабатывать искривленные зоны самым быстрым алгоритмом, считая, что поверхности таких областей созданы только сглаживаниями постоянного радиуса. При несоответствии типа исходной поверхности и невозможности создать новое сглаживание выдаётся ошибка.
- **Искривление на границе** – система обрабатывает искривленные зоны, считая, что зона с большой кривизной занимает пространство какой-нибудь грани боковой стенки целиком.
- **Искривление внутри грани** – это наиболее сложный, но и самый универсальный алгоритм. Он позволяет обрабатывать такие случаи, когда зона с большой кривизной расположена на участке грани боковой стенки сглаживания. В этом случае поверхность сглаживания дополнительно дробится для обеспечения правильной обработки.

Отключение ненужных, более сложных алгоритмов позволит несколько ускорить время пересчета модели.

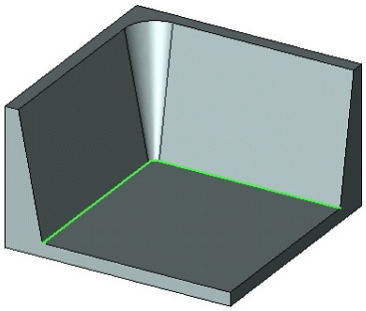
Примеры обработки зон с большой кривизной в боковой стенке сглаживания различными алгоритмами:



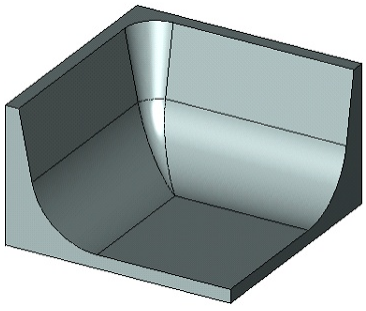
Исходный вариант



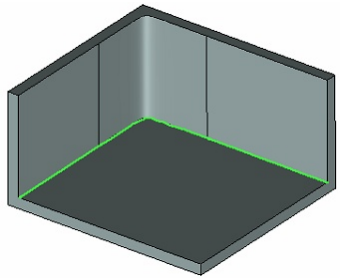
Обработка **Только сглаживания**



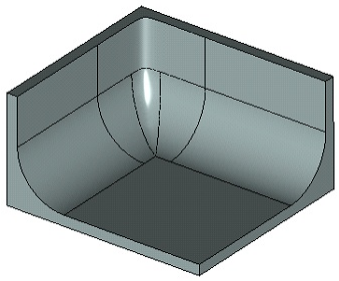
Исходный вариант



Обработка **Искривление на границе**



Исходный вариант



Обработка **Искривление внутри грани**

Диагностика Сглаживания рёбер

Специальный режим диагностики в операции сглаживания рёбер позволяет определить возможность и причины возникновения ошибок при создании сглаживания.

> Отсутствие ошибок в режиме диагностики является необходимым, но не достаточным условием для успешного создания сглаживания. Отсутствие ошибок в режиме диагностики не гарантирует благополучного завершения создания операции.

> Если режим диагностики не обнаружил ошибок, а сглаживание, тем не менее, не строится, попробуйте обратить внимание на сообщения в служебном окне Диагностика.

Вход в режим диагностики осуществляется с помощью следующей опции автоменю:

<D> Диагностика

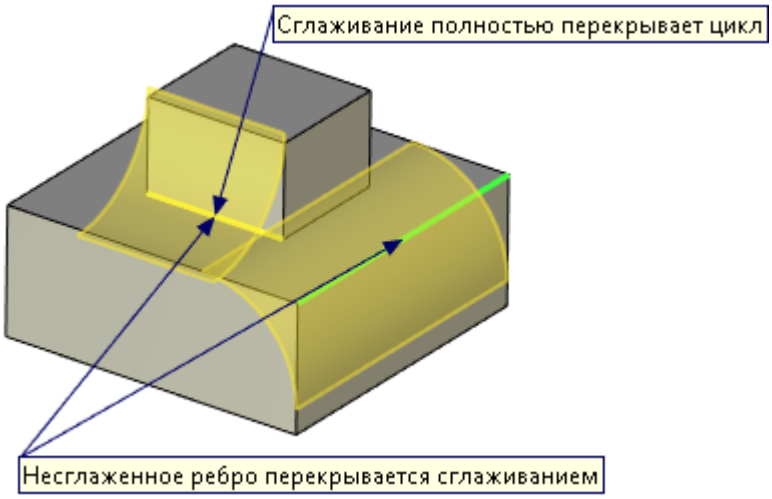
Данная опция доступна для выбора сразу после выбора объектов сглаживания.

> Опция запуска режима диагностики может быть доступна также в режимах предварительного просмотра и просмотра изменений, вносимых операцией, если в этих режимах при регенерации модели возникают проблемы.

При входе в режим диагностики система автоматически анализирует заданные объекты и параметры сглаживания. Объекты, при сглаживании которых обнаружены проблемы, подсвечиваются в 3D сцене зеленым цветом. В случае, если причиной проблемы одного объекта является другой объект, то последний подсвечивается жёлтым цветом. От подсвеченных объектов идут выноски к меткам. В метках отображаются сообщения с кратким описанием проблемы сглаживания для данного объекта.

При наведении курсора мыши на метку он сменит вид на . В этом режиме можно перетягивать метки мышью для более удобного обзора.

> В режиме диагностики в окне параметров системы блокируются все поля окна Параметры и недоступен выбор объектов в 3D сцене.



Редактировать Сглаживание рёбер

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<3EDE>	Правка > Операции > Сглаживание > Сглаживание рёбер

Команда предназначена для редактирования Сглаживания рёбер.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, <Ctrl>+<E>	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

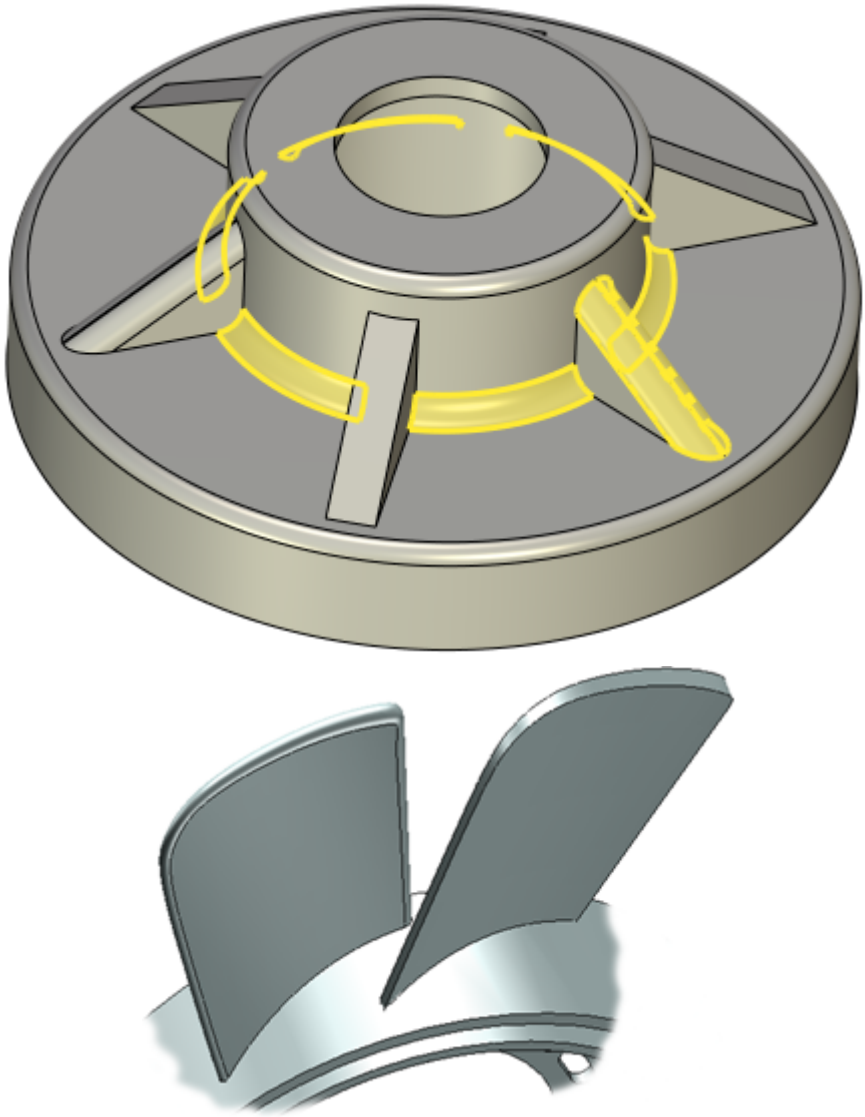
Если выбран один элемент, его можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию).
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация <Shift>+ (комбинация<Ctrl>+ отменяет выбор).

Сглаживание граней

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Операции > Сглаживание > Сглаживание граней Листовой металл (3D) > Расширенные > Сглаживание > Сглаживание граней Поверхности > Расширенные > Сглаживание > Сглаживание граней Примитив > Расширенные > Сглаживание > Сглаживание граней
Клавиатура	Текстовое меню
<3DF>	Операции > Сглаживание > Сглаживание граней

Операция сглаживания граней позволяет строить поверхность перехода от одного набора гладко сопряженных граней к другому. Наборы сглаживаемых граней не обязаны иметь общие рёбра (пересекаться). Сглаживание можно производить как над твёрдыми телами, так и над телами-поверхностями. Команда имеет много настроек для управления формой поверхности перехода, задания условий обрезки, ограничений и др. Не следует рассматривать данную операцию как альтернативу операции сглаживания рёбер. Эти два подхода со своими плюсами и минусами удачно дополняют друг друга.



Дополнительной возможностью операции является построение поверхности перехода (сглаживания) от набора рёбер проволочной геометрии к набору граней (сглаживание типа кривая-грань). Результирующее тело в этом случае одной стороной будет проходить по рёбрам проволочной геометрии, а другой по указанному набору граней. Данный вариант сглаживания имеет много ограничений.

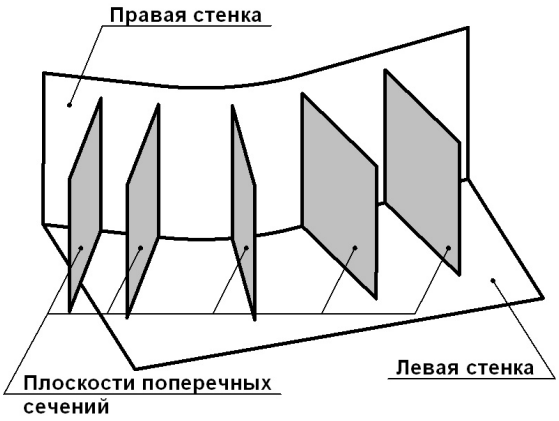
Основные темы в этом разделе:

- Общие сведения о Сглаживании граней
- Режимы Сглаживания граней
- Направляющая Сглаживания граней
- Типы Сглаживания граней
- Форма Сглаживания граней
- Границы Сглаживания граней
- Ограничительные плоскости Сглаживания граней
- Выбор решений Сглаживания граней
- Обрезка торцов Сглаживания граней
- Топология результата Сглаживания граней
- Вырез Сглаживания граней
- Продолжение по касательной при Сглаживании граней
- Создать Сглаживание граней

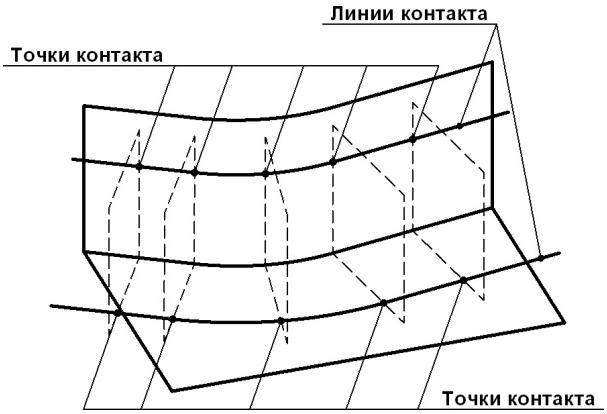
- Сглаживание между кривой и гранью
- Редактировать Сглаживание граней

Общие сведения о Сглаживании граней

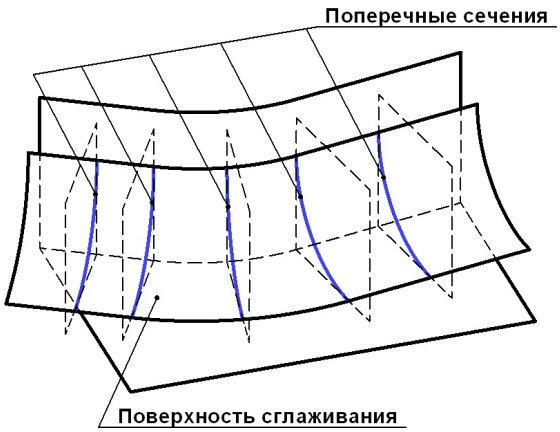
Два сглаживаемых набора граней условно называют **правой** и **левой** стенками. В самом общем случае они могут располагаться в пространстве как угодно и иметь произвольную геометрическую поверхность. Система рассчитывает поверхность перехода от правой стенки к левой стенке за несколько шагов.



Шаг 1



Шаг 2



Шаг 3

- Вначале она должна получить **набор плоскостей**, в которых будут рассчитываться **поперечные сечения** поверхности сглаживания. Положение каждой плоскости зависит от наличия и формы вспомогательной направляющей, а также от выбранного алгоритма расчёта – в зависимости от установленного типа сглаживания. Можно создавать различные эффекты сглаживания, используя разные способы ориентации плоскостей поперечного сечения.
- Далее в каждой плоскости рассчитываются две точки, в которых будет заканчиваться будущая поверхность сглаживания. Одна точка принадлежит правой, другая – левой стенке. Эти точки будем назвать **точками контакта** поверхности сглаживания. Совокупность точек контакта на правой и левой стенках образуют **две линии контакта**. Положение точек в каждом поперечном сечении зависит от формы и взаимного расположения стенок, а также от выбранного алгоритма расчёта – в зависимости от установленного режима сглаживания.
- На заключительном этапе система рассчитывает каждое поперечное сечение поверхности сглаживания между двух точек контакта, полученных на предыдущем этапе. Форма

поперечного сечения поверхности сглаживания зависит от расположения точек контакта и от выбранного алгоритма расчёта формы.

- На конечный результат также могут влиять ряд дополнительных опций и граничных условий.

Режимы Сглаживания граней

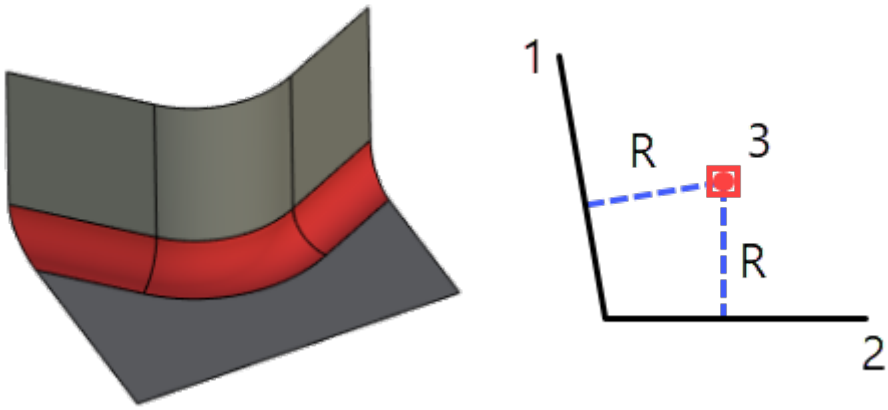
Режимы сглаживания устанавливают способ расчёта границы поверхности сглаживания в текущем поперечном сечении поверхности сглаживания. В сечении рассчитывается только положение крайних точек (точек контакта) поверхности сглаживания. То, что будет построено между крайними точками, зависит от выбранной формы поверхности сглаживания.

В команде Сглаживание граней доступны следующие режимы:

- Радиус
- Смещение
- Ширина

Радиус

При данном режиме сглаживания ось сглаживания во всех поперечных сечениях равноудалена от левой и правой стенок на расстояние **радиуса** (R). Изменение значения радиуса (R) можно задать графиком.

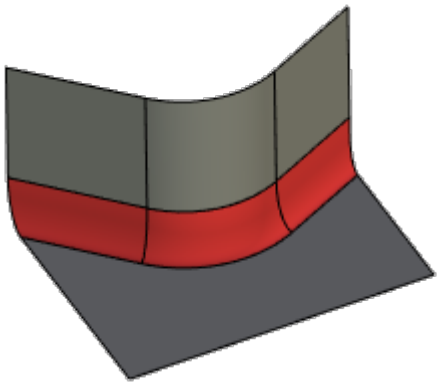


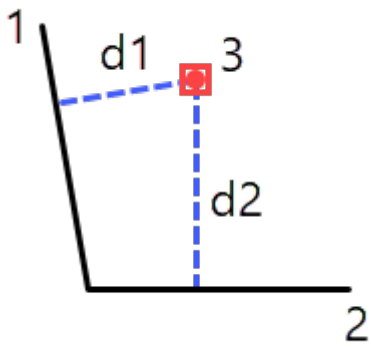
1. Левая стенка
2. Правая стенка
3. Ось сглаживания

Слово радиус в названии данного режима употреблено весьма условно, т.к. он позволяет строить не только скругление конической формы, но и фаску или непрерывную по кривизне поверхность в зависимости от заданной формы сглаживания. При выборе конической формы сечения в данном режиме строится поверхность, каждое поперечное сечение которой представляет дугу окружности заданного радиуса.

Смещение

При данном режиме сглаживания ось сглаживания удалена от левой и правой стенок на разные значения **смещения 1** (d1) и **смещения 2** (d2). Изменение этих смещений можно задать графиком.

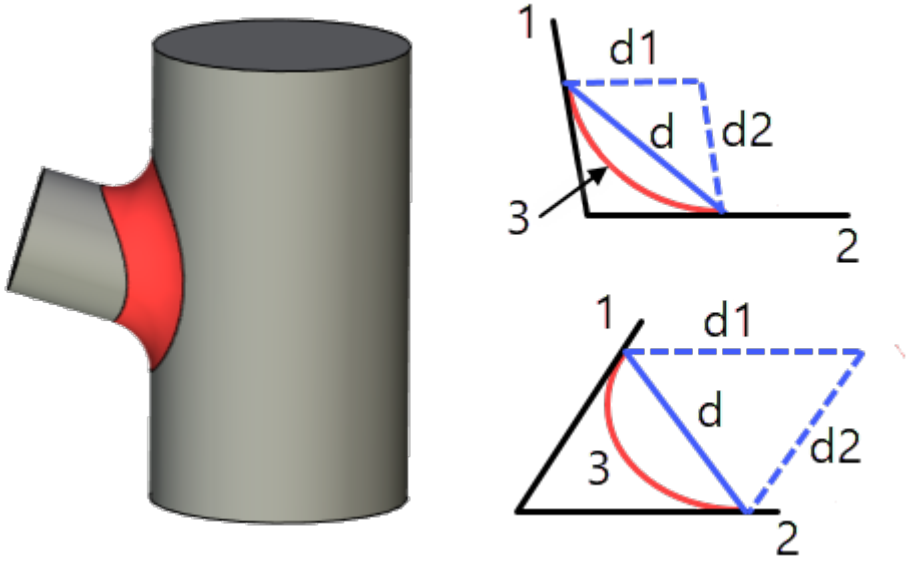




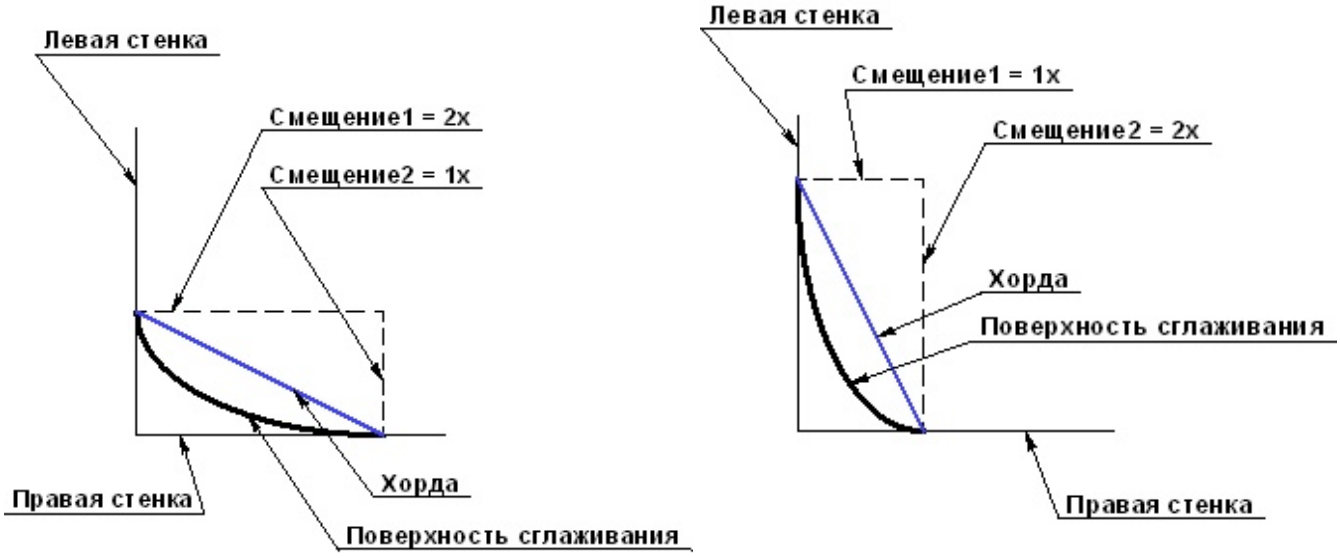
1. Левая стенка
2. Правая стенка
3. Ось сглаживания

Ширина

При данном режиме сглаживания **ширина** хорды (d) между точками контакта левой и правой стенок постоянна на всей длине сглаживания. Для этого режима можно задать **отношение** смещения точки контакта по правой стенке d1 к смещению по левой стенке d2. Отношение смещений, отличное от единицы, создаёт сглаживание с постоянной длиной хорды и асимметричным поперечным сечением.

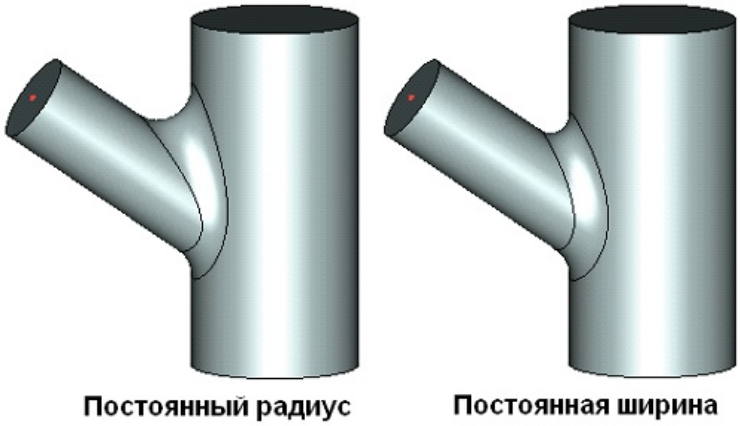


1. Левая стенка
2. Правая стенка
3. Поверхность сглаживания



Отношение=2 *Отношение=0.5*

Этот режим сглаживания особенно полезен, когда угол между сглаживаемыми гранями изменяется по длине сглаживания, но требуется задать приблизительно постоянное количество материала, затраченного на каждое поперечное сечение для сглаживания.



Для режима **Ширина** может быть установлен только сферический тип сглаживания.

Направляющая Сглаживания граней

Направляющая требуется для расчёта положения плоскостей поперечного сечения поверхности **Сглаживания граней** в случае дискового и изопараметрического сглаживания. Если длина направляющей избыточна, то система попытается самостоятельно выбрать нужный ей участок 3D пути, а если длина направляющей недостаточна для расчёта всей поверхности сглаживания, то система продлевает её, достраивая на концах прямые участки, касательные к 3D пути в крайних точках

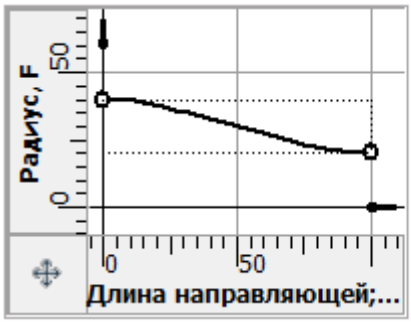
Также направляющая необходима для задания закона изменения радиуса или смещения в случае сглаживания с переменным радиусом или смещением.

В качестве направляющей можно выбрать 3D путь, 3D профиль, ребро, цикл, грань (при выборе грани используются ограничивающие её рёбра).

Пример создания сглаживания с учетом разной длины направляющих

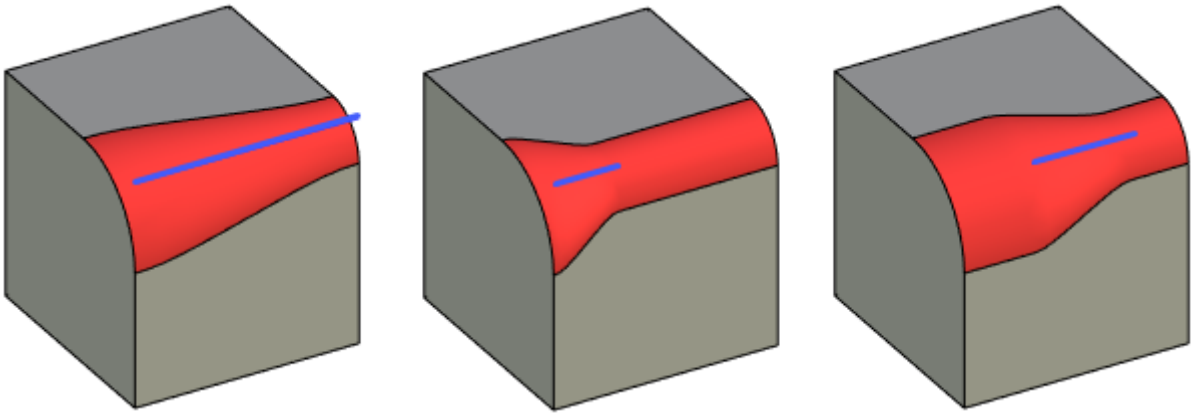
В качестве графика ниже используется кубический сплайн. В начальной точке радиус скругления 40, а в конечной - 20.

Выбор 3D пути осуществляется в 3D окне или в дереве модели при помощи мыши. Имя выбранного 3D пути отображается в окне параметров.



N	X	F
1	0	40
2	100	20

На рисунке ниже показано, как в зависимости от расположения направляющей и ее длины меняется скругление при одном и том же графике. Направляющая выделена синим цветом .



Типы Сглаживания граней

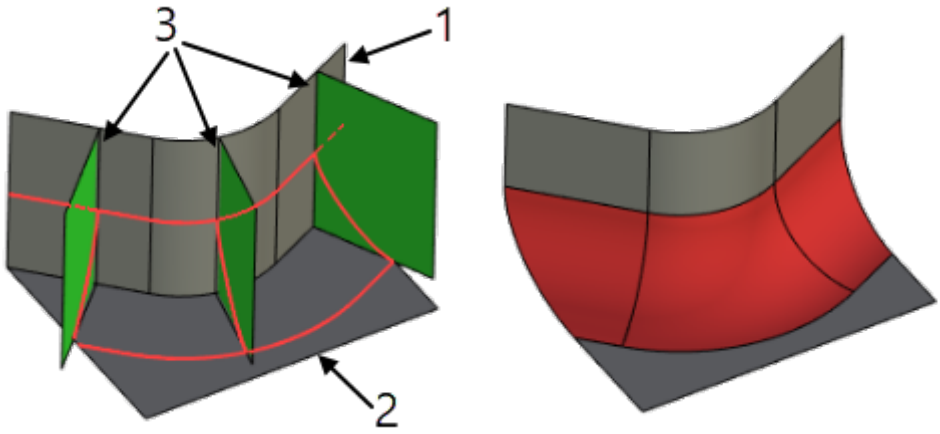
В команде Сглаживание граней доступны следующие типы сглаживания:

- Сферический
- Дисковый
- Изопараметрический

Сферический

При использовании данного типа сглаживания плоскости поперечного сечения ориентируются ортогонально правой и левой стенкам.

Исходные грани **Результат сферического сглаживания**

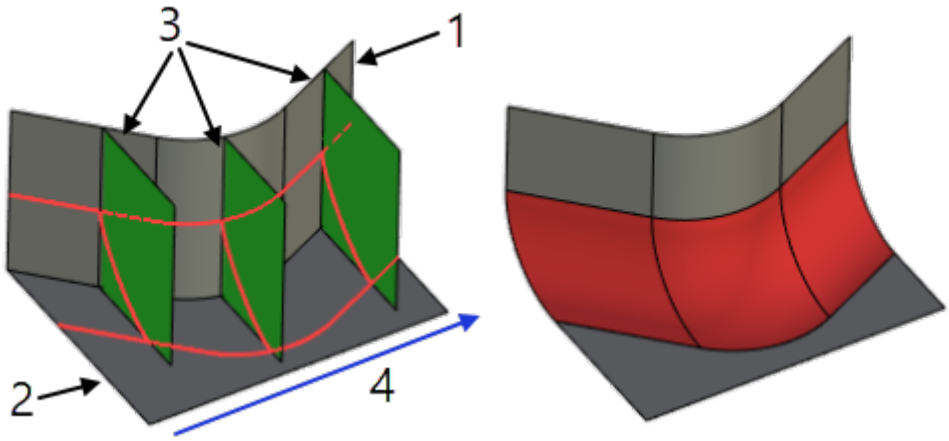


1. Левая стенка
2. Правая стенка
3. Плоскости поперечного сечения

Дисковый

Для дискового сглаживания необходимо указать направляющую. При использовании данного типа сглаживания через каждую точку направляющей строится плоскость поперечного сечения, перпендикулярная направляющей.

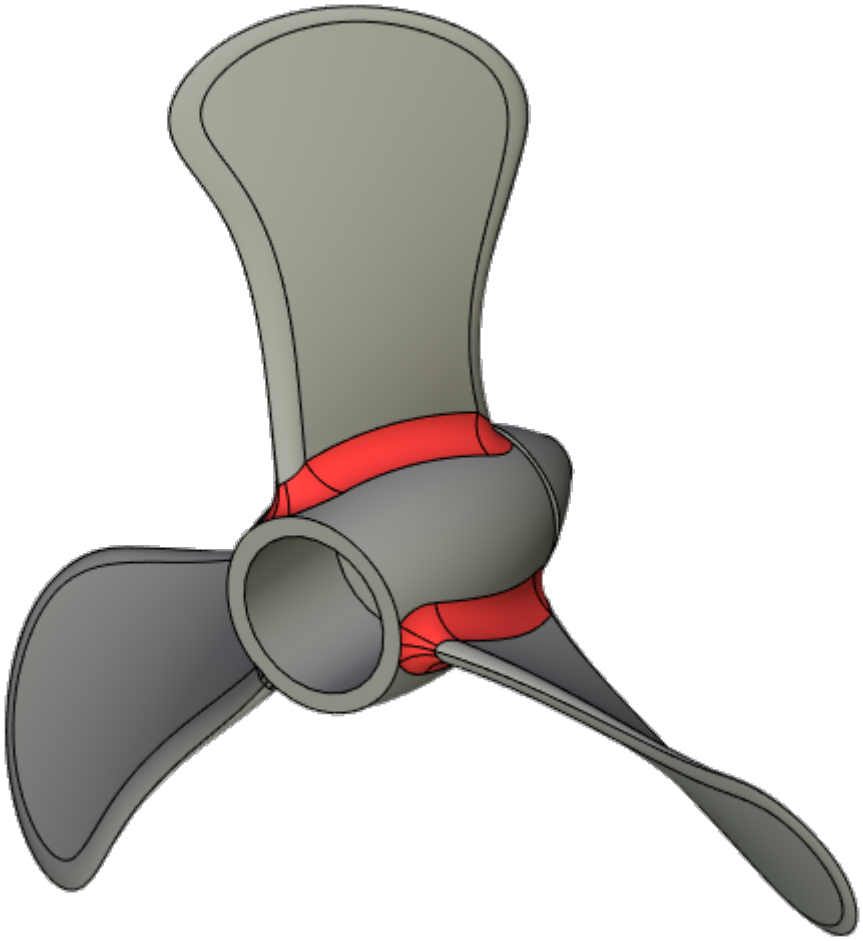
Исходные грани **Результат дискового сглаживания**



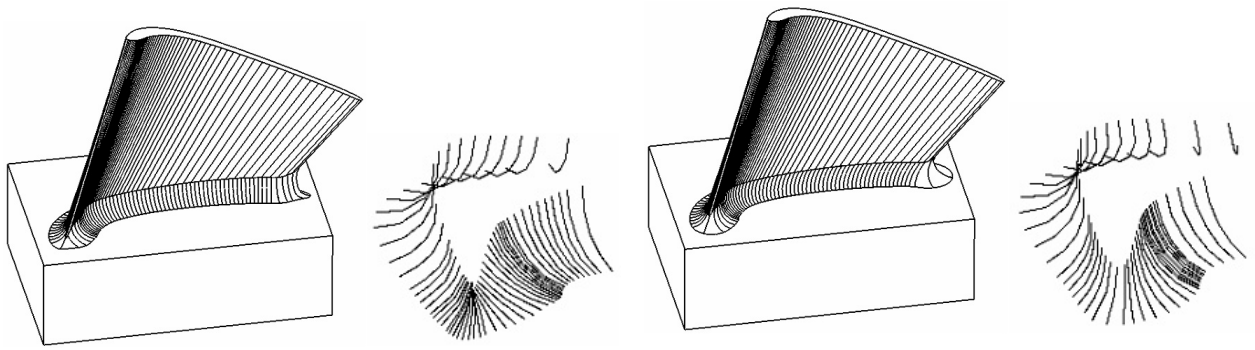
1. Левая стенка
2. Правая стенка
3. Плоскости поперечного сечения
4. Направляющая

Изопараметрический

Изопараметрическое сглаживание предназначено для создания скругления между полкой и лопаткой турбины. При использовании этого типа сглаживания плоскости поперечного сечения поверхности сглаживания ориентируются по изопараметрическим линиям поверхности лопатки. По этой причине в качестве первого набора граней – левой стенки обязательно должна быть выбрана поверхность лопатки. Направляющая обязательно должна принадлежать левой стенке (с которой берутся изолинии). В точках направляющей устанавливается соответствие с изолинией на поверхности лопатки. Далее строится сглаживание с поверхностью заданного сечения по касательной к текущей изолинии.



Как видно на рисунке ниже, при использовании в данном контексте другого типа сглаживания на поверхности сглаживания могут возникать зоны с самопересечением. При изопараметрическом сглаживании такого рода проблемы исключаются.



Сферическое сглаживание *Изопараметрическое сглаживание*

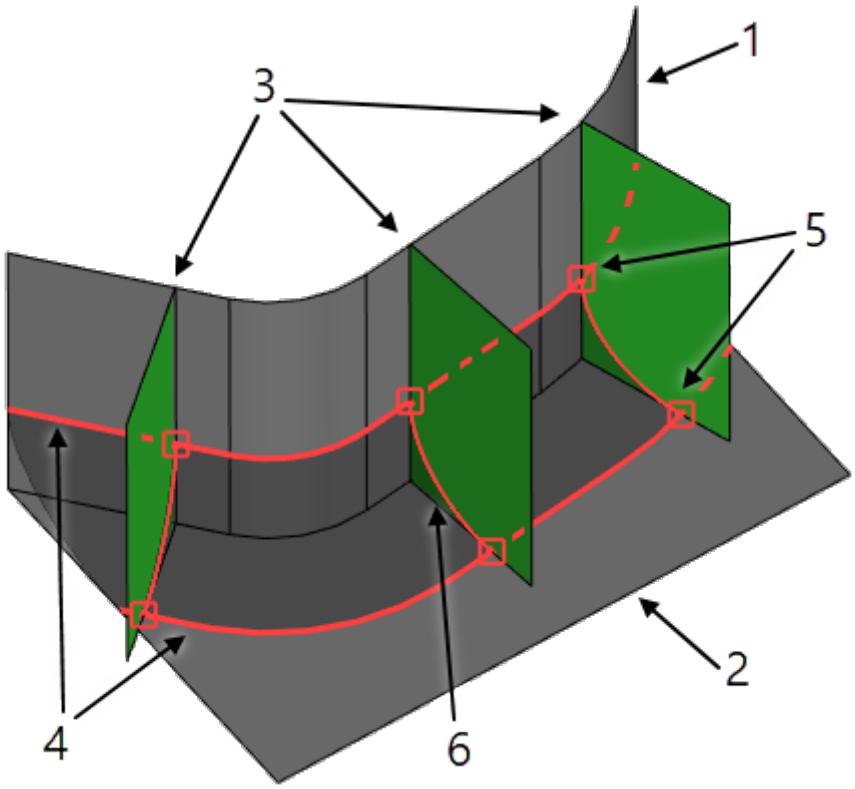
Форма Сглаживания граней

В команде Сглаживание граней доступны следующие формы поперечного сечения поверхности сглаживания:

Коническая форма

Фаска

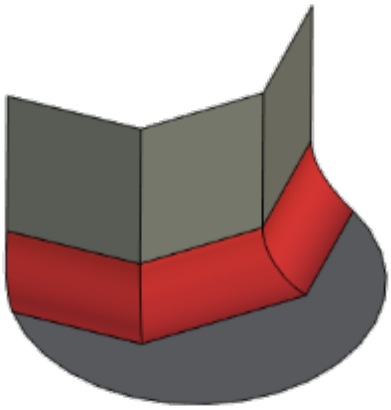
Непрерывная кривизна

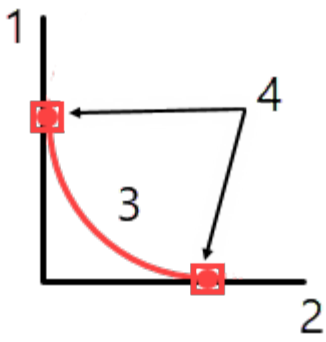


1. Левая стенка
2. Правая стенка
3. Плоскости поперечного сечения
4. Линии контакта
5. Точки контакта
6. Поперечные сечения поверхности сглаживания

Коническая форма

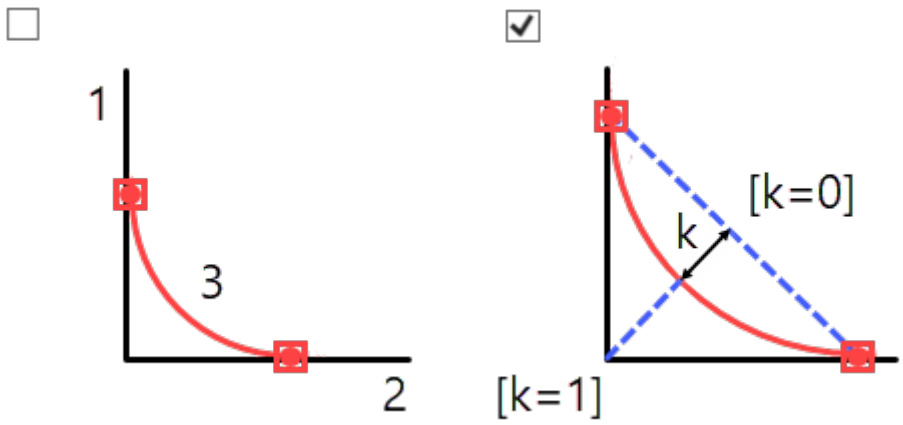
Конической формой сглаживания может быть окружность, эллипс парабола или гипербола.



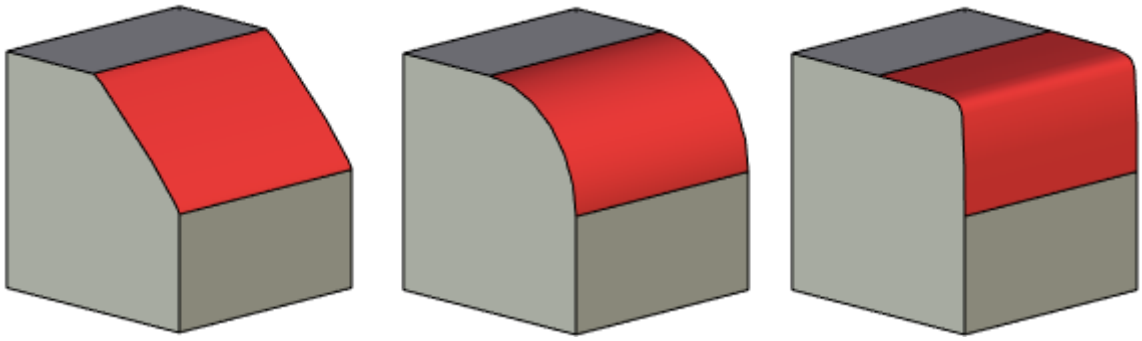


1. Левая стенка
2. Правая стенка
3. Поверхность сглаживания
4. Точки контакта

На создание конической формы сечения влияет опция **Выпуклость**.
С выключенной опцией **Выпуклость** поперечное сечение поверхности сглаживания будет принимать форму окружности, если сглаживание симметричное, или эллипса, если сглаживание несимметричное. С включенной опцией можно задать значение выпуклости 0 < k < 1. При этом поперечное сечение поверхности сглаживания будет принимать форму эллипса при значениях 0 < k < 0.5, параболы – при k=0.5, и гиперболы – при 0.5 < k < 1. Изменение значения выпуклости можно задать графиком.

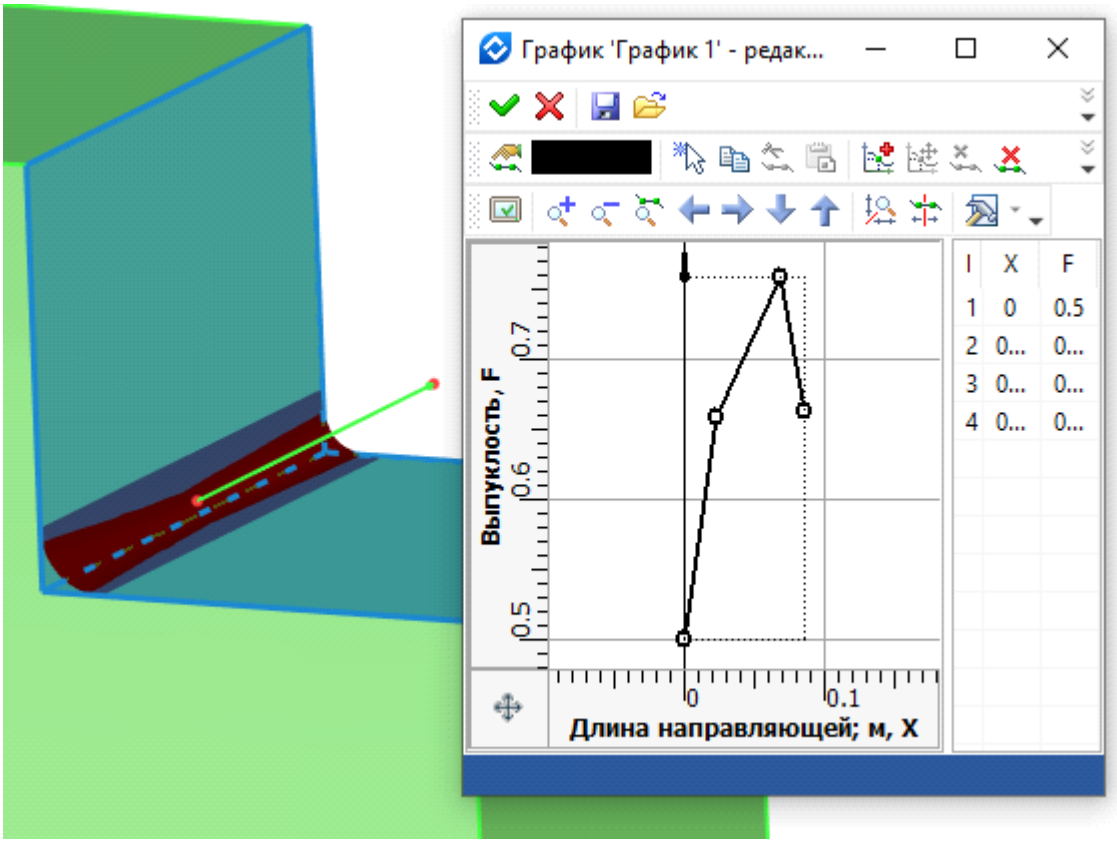


1. Левая стенка
2. Правая стенка
3. Поверхность сглаживания



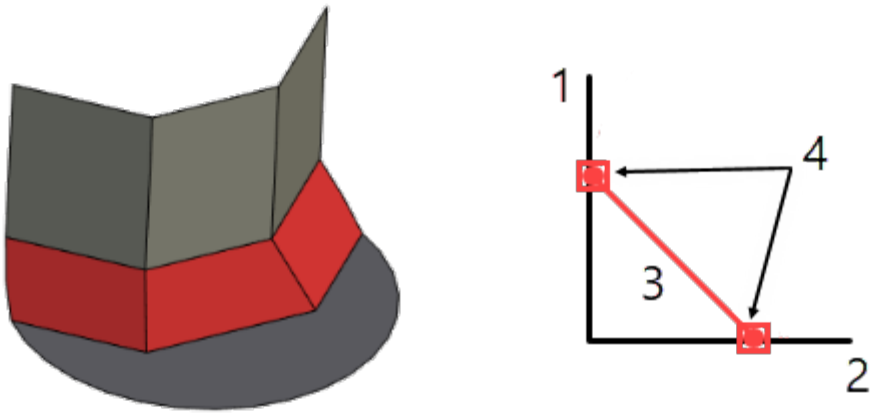
Три тела с различными значениями выпуклости (0.001, 0.5, 0.999)

В режиме **Смещение** форма конического сечения зависит от настроек самого режима, в частности от параметра **Смещение**. Если задано отношение смещений, равное 1, то в сечении поверхности сглаживания будет формироваться дуга окружности, в противном случае сечение будет представлять параболу.
В случае задания графика необходимо будет указать направляющую.



Фаска

При выборе формы **Фаска**, строится обычная фаска с заданным радиусом. Дополнительная настройка этой формы сечения не требуется ни при каких режимах сглаживания. Точки контакта, рассчитанные в соответствии с выбранным режимом в каждом поперечном сечении, соединяются прямой линией.

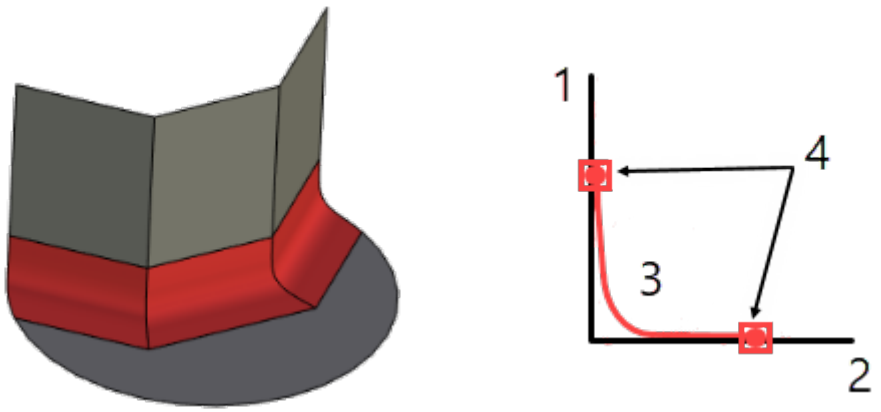


1. Левая стенка
2. Правая стенка
3. Поверхность сглаживания
4. Точки контакта

Непрерывная кривизна

При данной форме сглаживания точки контакта, рассчитанные в каждом поперечном сечении, соединяются кривой, которая в точках контакта имеет такую же кривизну, как и у граней.

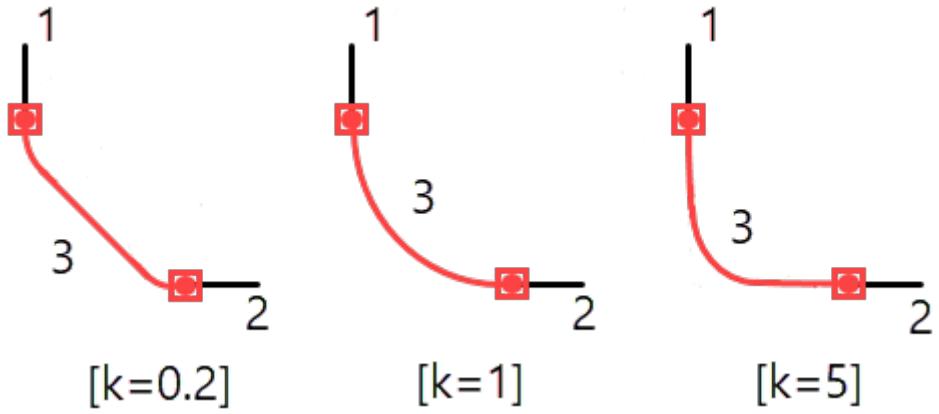
При **Изопараметрическом** и **Дисковом** типе сглаживания для использования данной формы сглаживания необходимо выбрать направляющую.



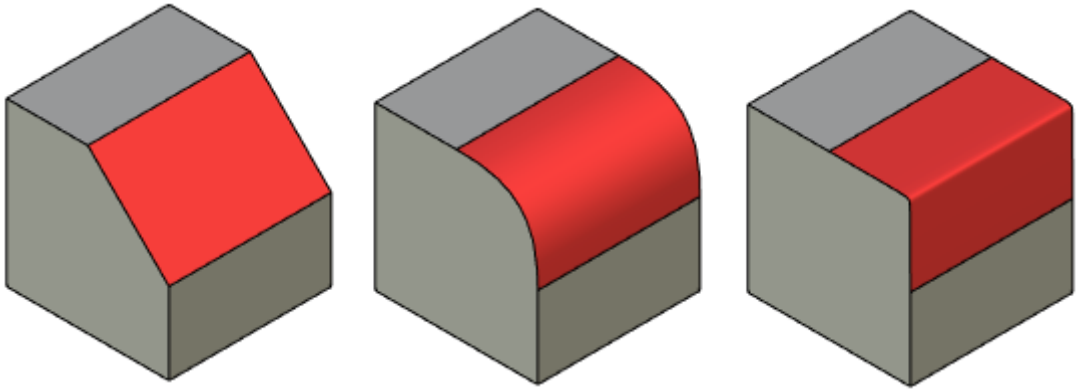
1. Левая стенка
2. Правая стенка
3. Поверхность сглаживания
4. Точки контакта

Для формы **Непрерывная кривизна** доступна возможность выбрать **Тип**. Доступно два типа – **Мягкость** и **Глубина**.

Мягкость отвечает за скругление, иначе говоря, данный коэффициент определяет протяженность участков кривой в направлении от точек контакта к центру кривой, на которых кривизна кривой соответствует кривизне граней. Минимальное значение коэффициента мягкости стремится к нулю, максимальное не ограничено. При минимальном значении коэффициента форма поперечного сечения поверхности сглаживания стремится к форме фаски, при большом значении – к форме прямого угла.



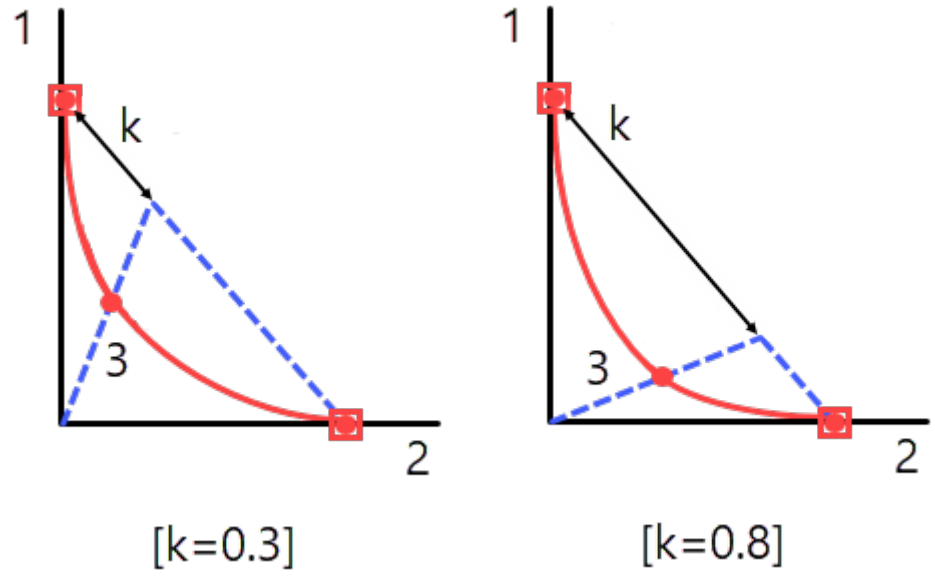
1. Левая стенка
2. Правая стенка
3. Поверхность сглаживания



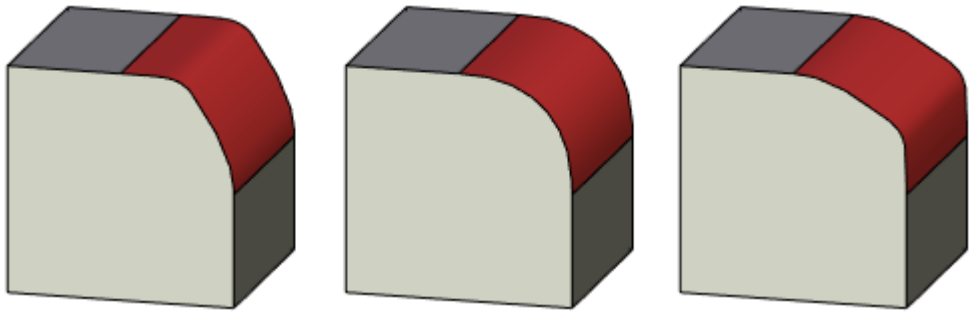
Три тела с различными значениями мягкости (0.001, 1, 10)

Для типа **Глубина** доступна возможность задания значения **Смещения** и **Глубины**. Эти коэффициенты совместно определяют положение точки с максимальной глубиной сглаживания в текущем поперечном сечении - вершины сглаживания.

Коэффициент смещения определяет положение вершины сглаживания между двумя точками контакта. Его значение можно задать в пределах 0 < k < 1. При значениях, близких к нулю, вершина сглаживания приближается к левой стенке, при значениях, близких к единице – к правой. Изменение значения коэффициента можно задать с помощью графика.

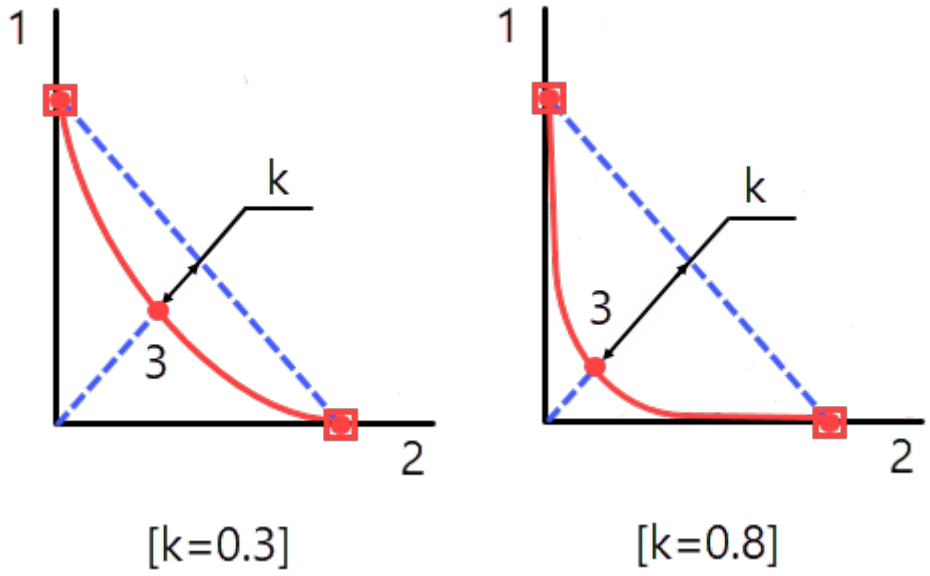


1. Левая стенка
2. Правая стенка
3. Вершина сглаживания

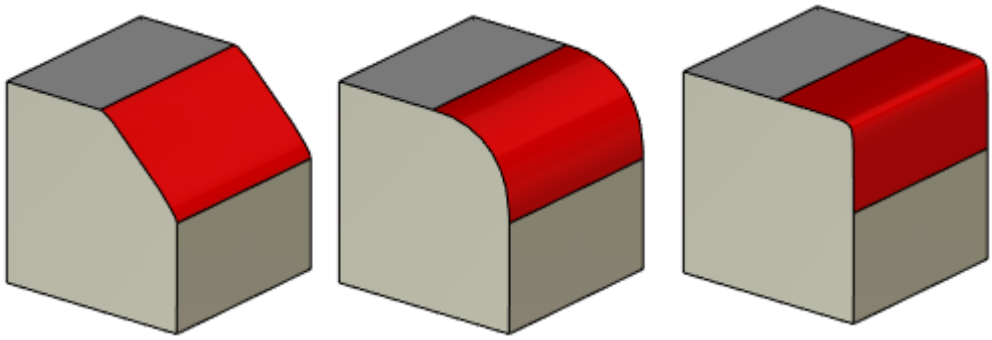


Три тела с различными значениями смещения (0.2, 0.5, 0.8)

Коэффициент глубины определяет положение вершины сглаживания между отрезком, соединяющим две точки контакта, и точкой пересечения касательных к правой и левой стенкам. Его значение можно задать в пределах 0 < k < 1. При значениях, близких к нулю, вершина сглаживания приближается к отрезку, соединяющему точки контакта; при значениях, близких к единице – к точке пересечения касательных правой и левой стенок. Изменение значения коэффициента можно задать с помощью графика.



1. Левая стенка
2. Правая стенка
3. Вершина сглаживания

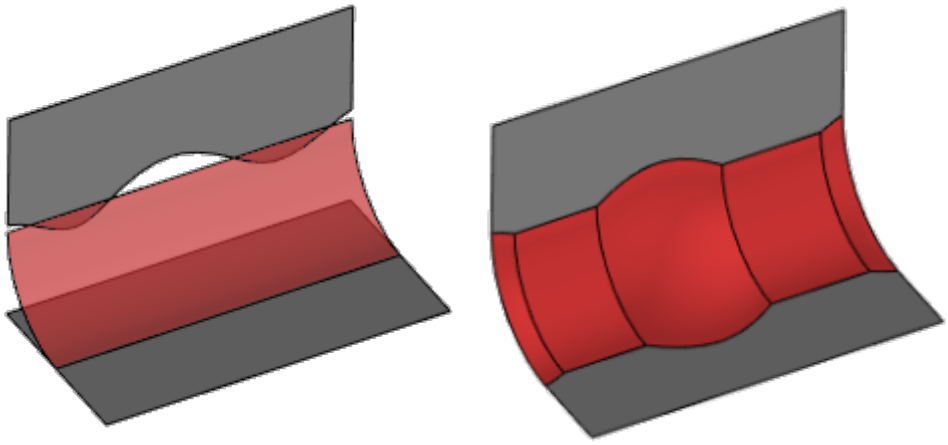


Три тела с различными значениями глубины (0.1, 0.5, 0.9)

Границы Сглаживания граней

Заданием границы сглаживания можно однозначно определить положение линии контакта на конкретных участках поверхности сглаживания. Это необходимо для учёта рёбер граней при построении поверхности сглаживания, когда поверхность сглаживания выходит за рёбра сглаживаемых граней. В этом случае данная опция позволяет довести поверхность сглаживания до рёбер граней с автоматическим расчётом размера поверхности сглаживания.

Результат сглаживания без задания границ сглаживания	**Результат сглаживания с обратным касанием двух стенок**



В команде Сглаживание граней доступны следующие граничные условия:

Касание двух стенок

Касание одной стенки

Обратное касание двух стенок

Обратное касание одной стенки

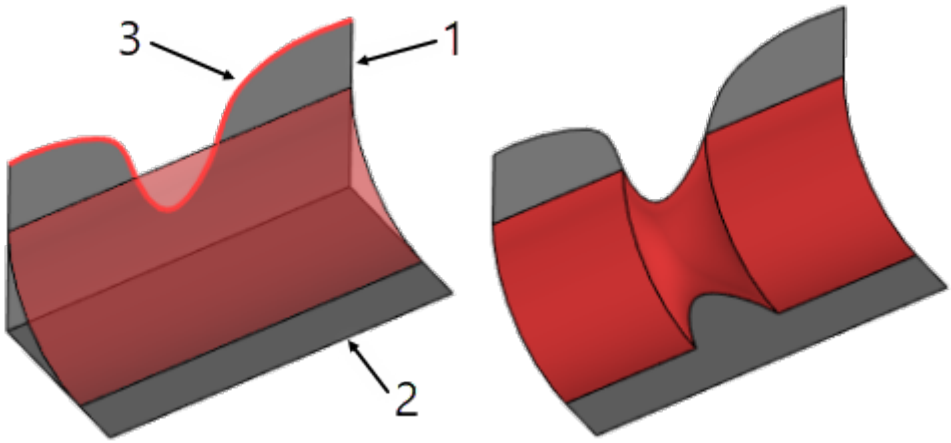
Обрезка

Касание двух стенок

Данный тип обработки границ сглаживания используется в случаях, когда при задании рёбер сглаживаемых граней в качестве границы поверхности сглаживания размер рассчитанной поверхности сглаживания на некоторых участках оказывается меньше, чем заданный пользователем. Иными словами, в этом случае поверхность сглаживания локально перекрывает рёбра граней.

Если выбрано касание двух стенок, то противоположная линия контакта поверхности сглаживания искажается симметрично.

Результат сглаживания без задания границ сглаживания	Результат сглаживания с касанием двух стенок



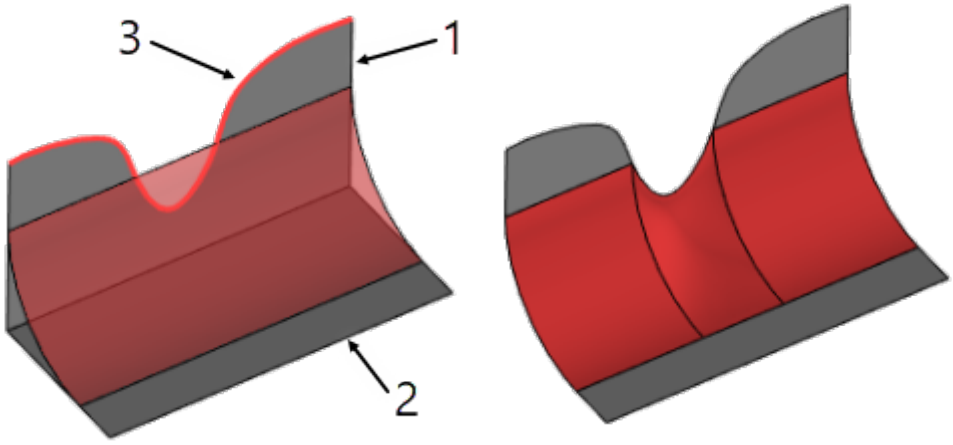
1. Левая стенка
2. Правая стенка
3. Заданная граница сглаживания

Касание одной стенки

Данный тип обработки границ сглаживания используется в случаях, когда при задании рёбер сглаживаемых граней в качестве границы поверхности сглаживания размер рассчитанной поверхности сглаживания на некоторых участках оказывается меньше, чем заданный пользователем. Иными словами, в этом случае поверхность сглаживания локально перекрывает рёбра граней.

Если выбрано касание одной стенки, то противоположная линия контакта поверхности сглаживания не искажается, а подчиняется закону, заданному параметрами поверхности.

Результат сглаживания без задания границ сглаживания	Результат сглаживания с касанием одной стенки



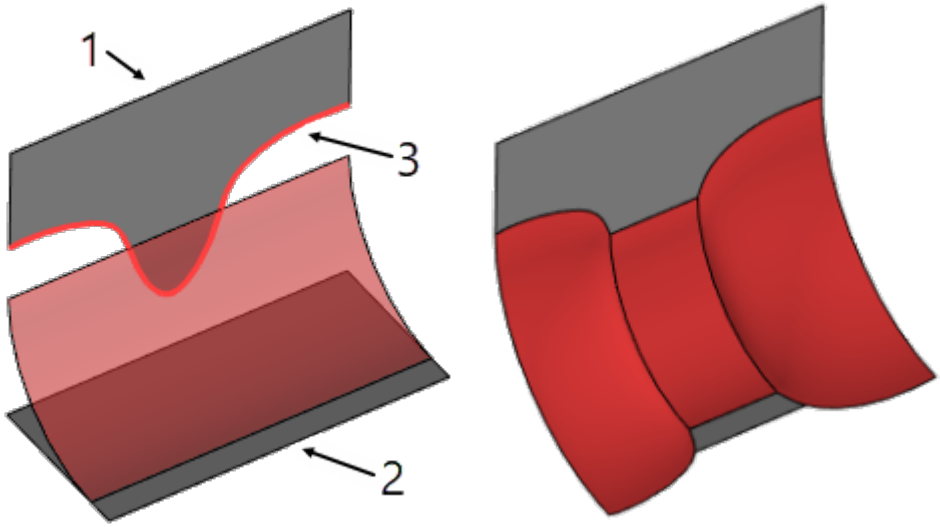
1. Левая стенка
2. Правая стенка
3. Заданная граница сглаживания

Обратное касание двух стенок

Данный тип обработки границ сглаживания используется в случаях, когда при задании рёбер сглаживаемых граней в качестве границы поверхности сглаживания размер рассчитанной поверхности сглаживания на некоторых участках оказывается больше, чем заданный пользователем. Иными словами, в этом случае поверхность сглаживания локально не дотягивается до рёбер граней.
Если выбрано обратное касание двух стенок, то противоположная линия контакта поверхности сглаживания искажается симметрично.

Результат сглаживания без задания границ сглаживания

Результат сглаживания с обратным касанием двух стенок



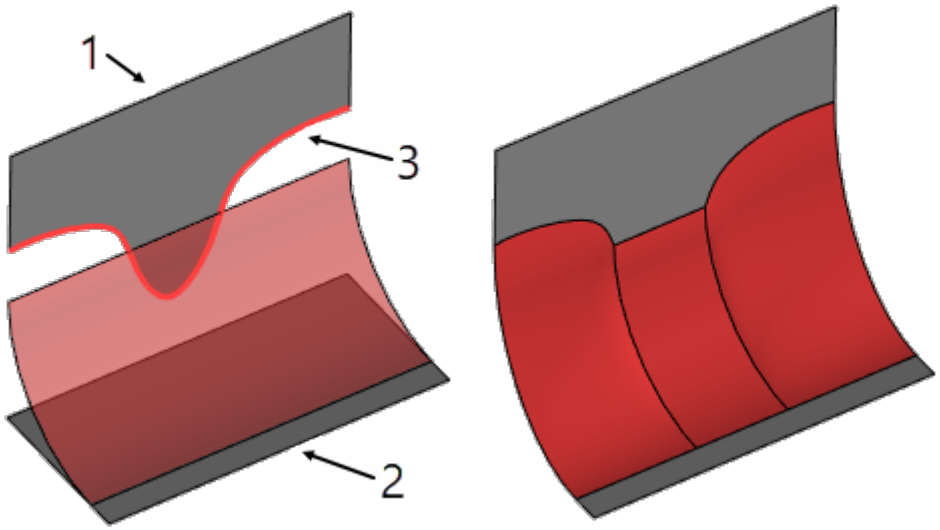
1. Левая стенка
2. Правая стенка
3. Заданная граница сглаживания

Обратное касание одной стенки

Данный тип обработки границ сглаживания используется в случаях, когда при задании рёбер сглаживаемых граней в качестве границы поверхности сглаживания размер рассчитанной поверхности сглаживания на некоторых участках оказывается больше, чем заданный пользователем. Иными словами, в этом случае поверхность сглаживания локально не дотягивается до рёбер граней. Если выбрано обратное касание одной стенки, то противоположная линия контакта поверхности сглаживания не искажается, а подчиняется закону, заданному параметрами поверхности.

Результат сглаживания без задания границ сглаживания

Результат сглаживания с обратным касанием одной стенки

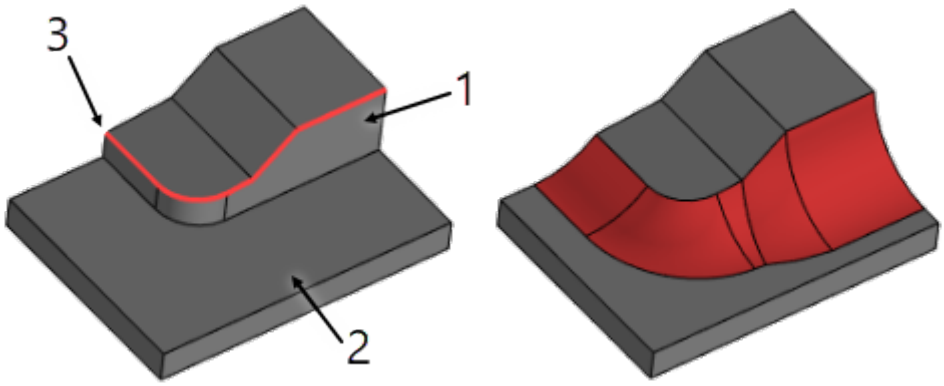


1. Левая стенка
2. Правая стенка
3. Заданная граница сглаживания

Обрезка

Данный тип обработки границ сглаживания используется в случаях, когда при заданном размере поверхности сглаживания её край выходит за край грани, ограниченной острыми рёбрами. Обработка на острое ребро позволяет построить поверхность сглаживания без искажений таким образом, что поперечное сечение опирается с одной стороны на грань, с другой стороны – на острое ребро, не изменяя при этом закона образования формы поперечного сечения.

Исходное тел	Результат сглаживания граней с обрезкой

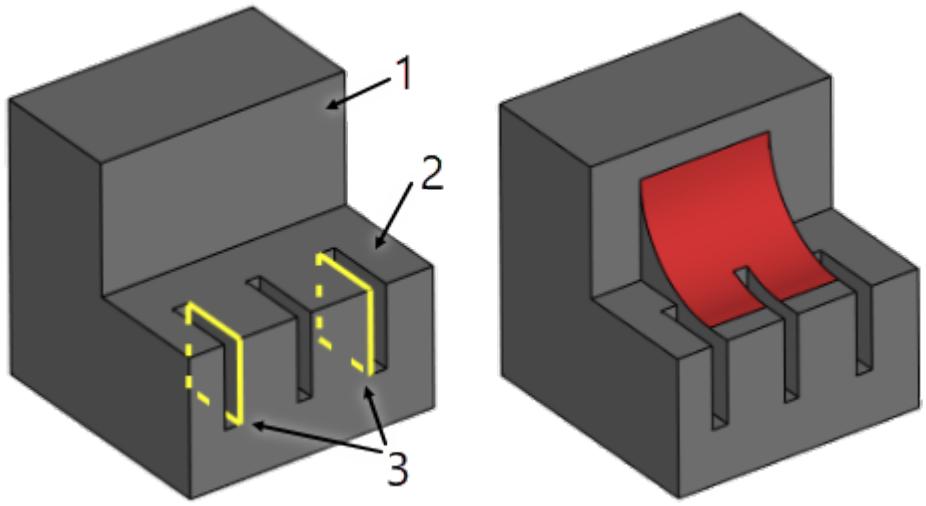


1. Левая стенка
2. Правая стенка
3. Заданная граница сглаживания

Ограничительные плоскости Сглаживания граней

При помощи плоских граней или рабочих плоскостей в команде Сглаживание граней можно задать ограничение зоны сглаживания. Одна ограничивающая плоскость делит поверхность сглаживания на две части, оставляя в сцене всего одну из них. Всего может быть задано не более двух ограничивающих плоскостей. Две плоскости могут с двух сторон ограничивать центральный участок поверхности сглаживания.

Исходное тело	Результат сглаживания граней



1. Левая стенка
2. Правая стенка
3. Ограничительные плоскости

Важно понимать, что ограничивающая плоскость при разделении поверхности сглаживания не отсекает её. Поверхность сглаживания отсекается по плоскости поперечного сечения в точке пересечения ограничивающей плоскости и оси сглаживания.

Выбор решений Сглаживания граней

Иногда для выбранного набора граней может существовать несколько поверхностей сглаживания. В команде Сглаживание граней можно указать, какие из возможных решений должны быть построены. Доступны следующие опции выбора решений:

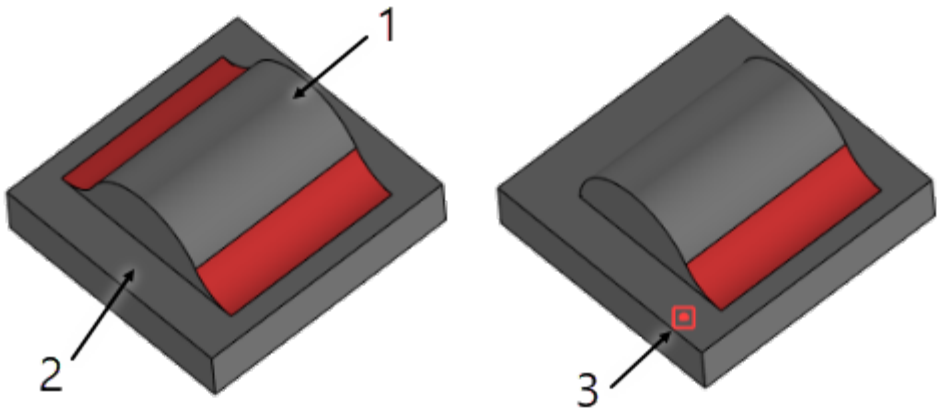
Все

В результате выполнения команды будут созданы все возможные поверхности сглаживания.

По узлу

Для создания конкретной поверхности сглаживания можно указать узел, чтобы в результате выполнения команды было выбрано решение, наиболее близкое к заданному узлу.

Результат сглаживания граней при выборе всех решений	Результат сглаживания граней при выборе решения по узлу



1. Левая стенка
2. Правая стенка
3. Заданный узел

Обрезка торцов Сглаживания граней

В команде Сглаживание граней возможен выбор способа обрезки торцов поверхности сглаживания. Геометрия самих стенок при обрезке поверхности сглаживания не нарушается. Доступны следующие опции обрезки:

Обрезать по стенкам

Поверхность сглаживания обрезается по границам обеих стенок. При этом боковое ребро поверхности сглаживания формируется таким образом, чтобы обеспечить касание к боковым ребрам обрезающих стенок.

Не обрезать

При отключении обрезки поверхность сглаживания продлевается за пределы границ обоих стенок.

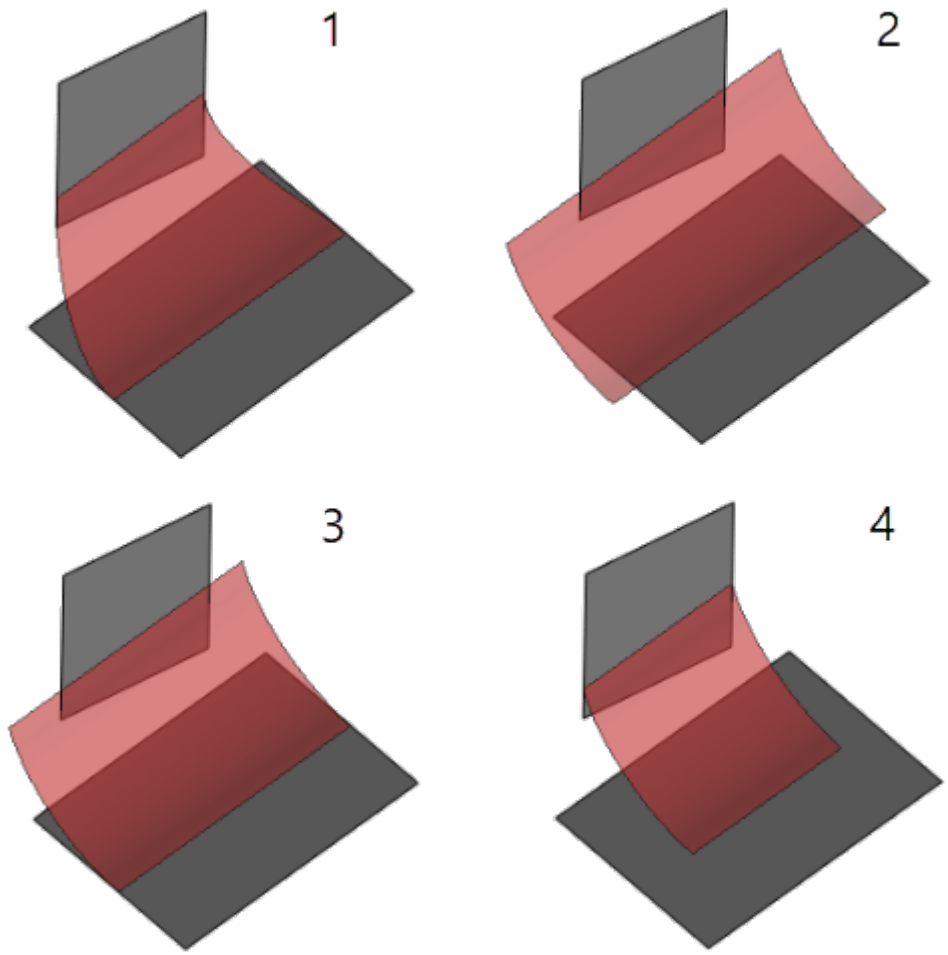
Удлинённая обрезка

Строится поверхность сглаживания, обрезанная по наиболее длинной стенке.

Укороченная обрезка

Строится поверхность сглаживания, обрезанная по наиболее короткой стенке.

По умолчанию используется обрезка по стенкам. Остальные опции обрезки могут использоваться только в том случае, если конечный результат будет получен в виде тела-поверхности.



1. Обрезать по стенкам
2. Не обрезать
3. Удлинённая обрезка
4. Укороченная обрезка

Топология результата Сглаживания граней

Операция Сглаживание граней может быть сохранена в структуре модели в различных топологических вариантах. Выбор топологического решения конструктивно объединён с функцией обрезки стенок. Доступны следующие варианты топологии:

Отдельное тело

Ни одна из стенок не будет обрезана, и поверхность сглаживания будет представлена в виде отдельного тела-поверхности. В структуре модели на прежнем уровне сохранятся объекты, выбранные в качестве стенок, а операция сглаживания граней будет представлена отдельным телом-поверхностью – поверхностью сглаживания.

Обрезать стенки

Обрезает обе стенки по линии контакта, но не присоединяет сглаживание ни к одной из стенок. Это решение имеет практический смысл только при работе с телами-поверхностями. В структуре модели на верхнем уровне останется только операция сглаживания граней. Те операции, грани которых были выбраны в качестве стенок, будут записаны в истории модели на предыдущем уровне. Но при этом операция сглаживания граней будет представлена тремя телами-поверхностями. Это значит, что если, например, применить к результату операцию

Разделить на тела, то мы получим 3 отдельных тела-поверхности – две обрезанных стенки и одну поверхность сглаживания.

В левой стенке

Обрезает обе стенки и присоединяет поверхность сглаживания к стенкам. Если сглаживание производится между двумя различными телами-поверхностями, то эти тела объединяются поверхностью сглаживания в одно. В структуре модели дальнейшее развитие получает та операция, которая использовалась в качестве левой стенки.

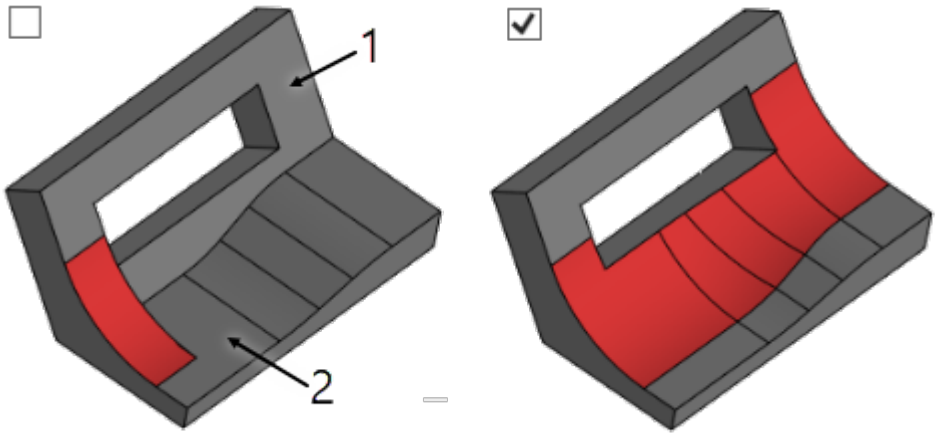
Новое тело

Обрезает обе стенки, добавляет сглаживание к стенкам и по возможности создаёт твёрдое тело. При использовании данного решения обязательно должен быть включён режим Обрезать по стенкам. Данная опция похожа на предыдущую. Отличие этой опции состоит в том, что выполняется дополнительная проверка результата на образование замкнутого объема и система пытается создать твёрдое тело.

Вырез Сглаживания граней

Иногда стенки Сглаживания граней могут содержать включения топологии (вырезы), пересекающие линию контакта поверхности сглаживания. Специальная опция **Вырез** позволяет распознать эти включения и дать возможность продолжить сглаживание в стеснённой зоне, обрезая поверхность сглаживания поверхностями прилегающих к стенкам граней. Без использования данной опции сглаживание будет остановлено перед стесненной зоной, то есть там, где линия контакта была прервана.

Результат сглаживания граней без обработки выреза | **Результат сглаживания граней с обработкой выреза**



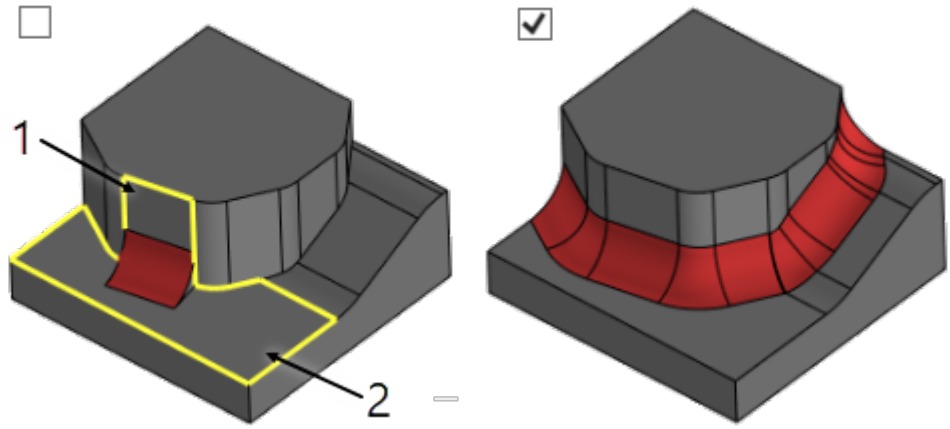
1. Левая стенка
2. Правая стенка

Продолжение по касательной при Сглаживании граней

Данная опция Сглаживания граней обеспечивает возможность для продолжения поверхности сглаживания на смежные с выбранными стенками грани тела при условии, что смежные грани гладко сопрягаются между собой и со стенками. Это упрощает процесс задания операции, позволяя выбрать только по одной грани в качестве правой и левой стенки. Система будет пытаться продлить поверхность сглаживания на все смежные грани, на сколько это возможно.

Результат сглаживания граней без продолжения по касательной

Результат сглаживания граней с продолжением по касательной

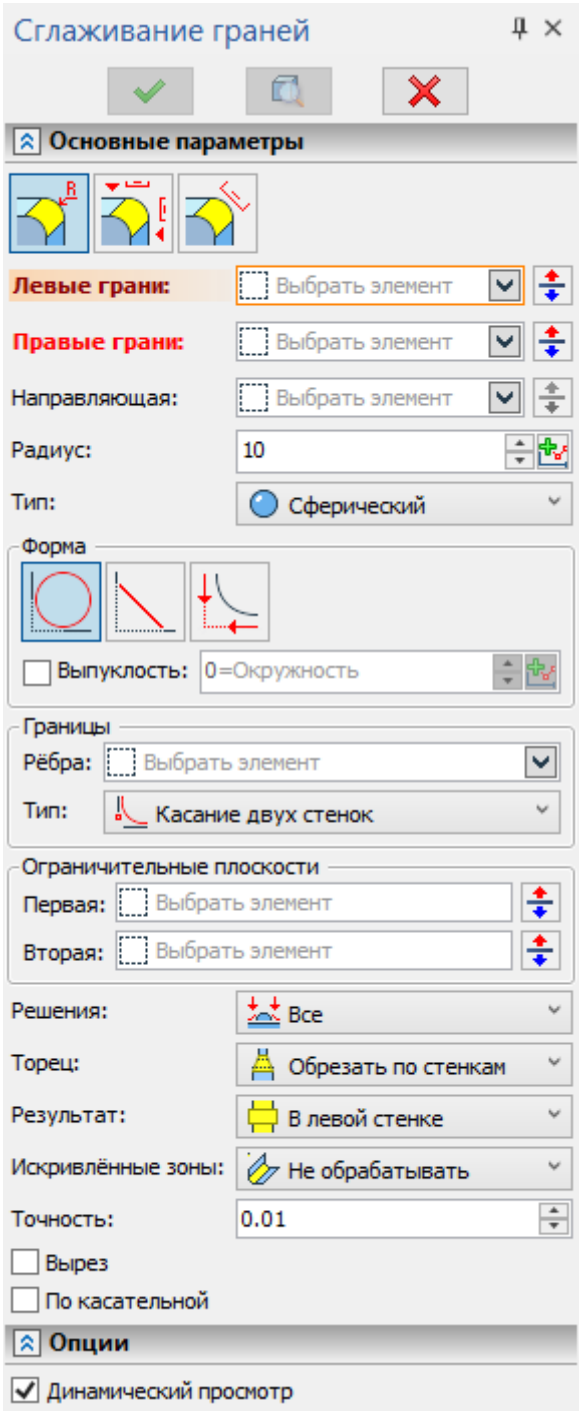


1. Левая грань
2. Правая грань

Функцию продления по касательной нельзя использовать для сглаживания дискового и изопараметрического типов.

Функция продолжения по касательной работает при задании граничных условий. Это дает возможность для создания граничных условий задавать всего одно ребро, если все ограничивающие рёбра представляют собой гладкую последовательность.

Создать Сглаживание граней



Для создания операции нужно после вызова команды **Сглаживание граней** выполнить следующие действия:

1. Выбрать режим сглаживания и задать его параметры (необязательное действие).
2. Выбрать первый набор граней (левая стенка).
3. Выбрать второй набор граней (правая стенка).
4. Указать тип сглаживания (необязательное действие).
5. Выбрать направляющую (необязательно для **Сферического** типа сглаживания, обязательно для других типов).
6. Задать форму сечения поверхности сглаживания (необязательное действие).
7. Задать граничные условия (необязательное действие).
8. Выбрать ограничительные плоскости (необязательное действие).
9. Указать способ выбора решений (необязательное действие).
10. Указать способ обрезки торцов поверхности сглаживания (необязательное действие).
11. Указать желаемую топологию результата операции (необязательное действие)
12. Указать способ обработки искривлённых зон (необязательное действие).
13. Настроить прочие опции (необязательное действие).
14. Подтвердить создание операции (или <**Ctrl**>+<**Enter**>)

Режим сглаживания

Режим сглаживания можно переключить с помощью кнопок, расположенных в верхней части окна параметров, на любом этапе работы с командой. Доступны следующие режимы:

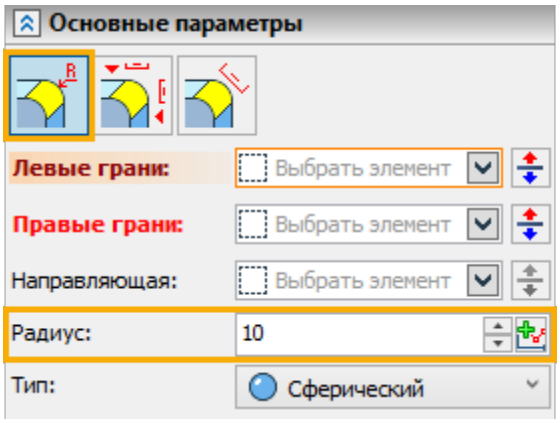
Радиус

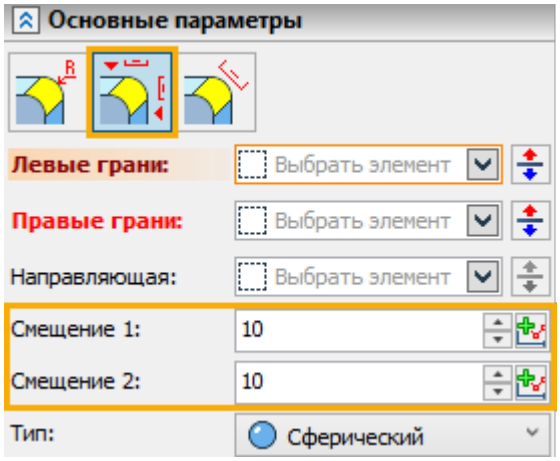
Смещение

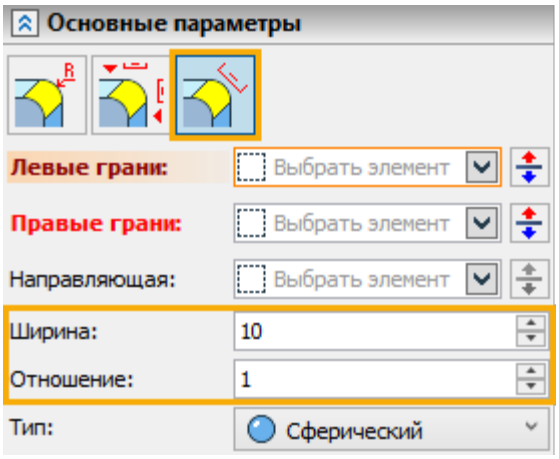
[Ширина]

По умолчанию команда запускается в режиме **Радиус**.

Ниже будут доступны параметры выбранного режима. Кнопка позволяет задать график изменения соответствующего параметра по длине направляющей.



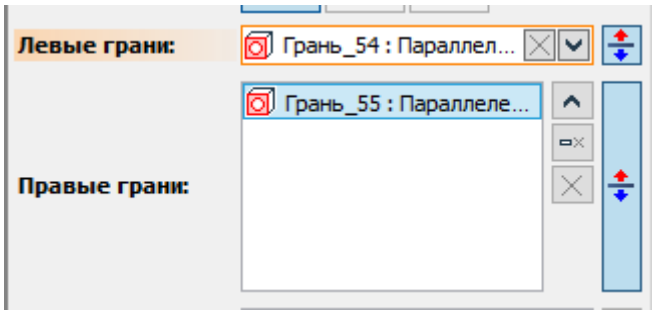




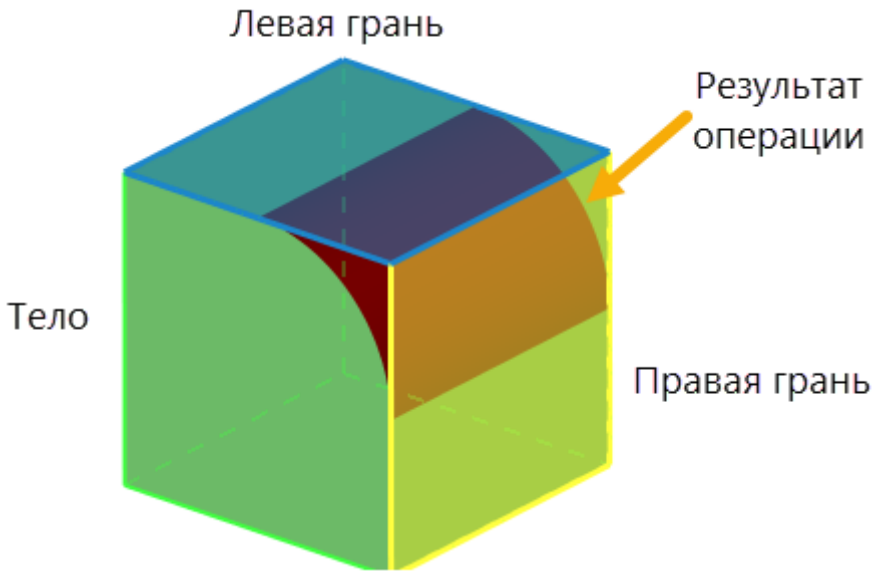
Наборы граней (стенки)

Обычно задание операции начинают с выбора наборов граней, между которыми будет строиться поверхность сглаживания.

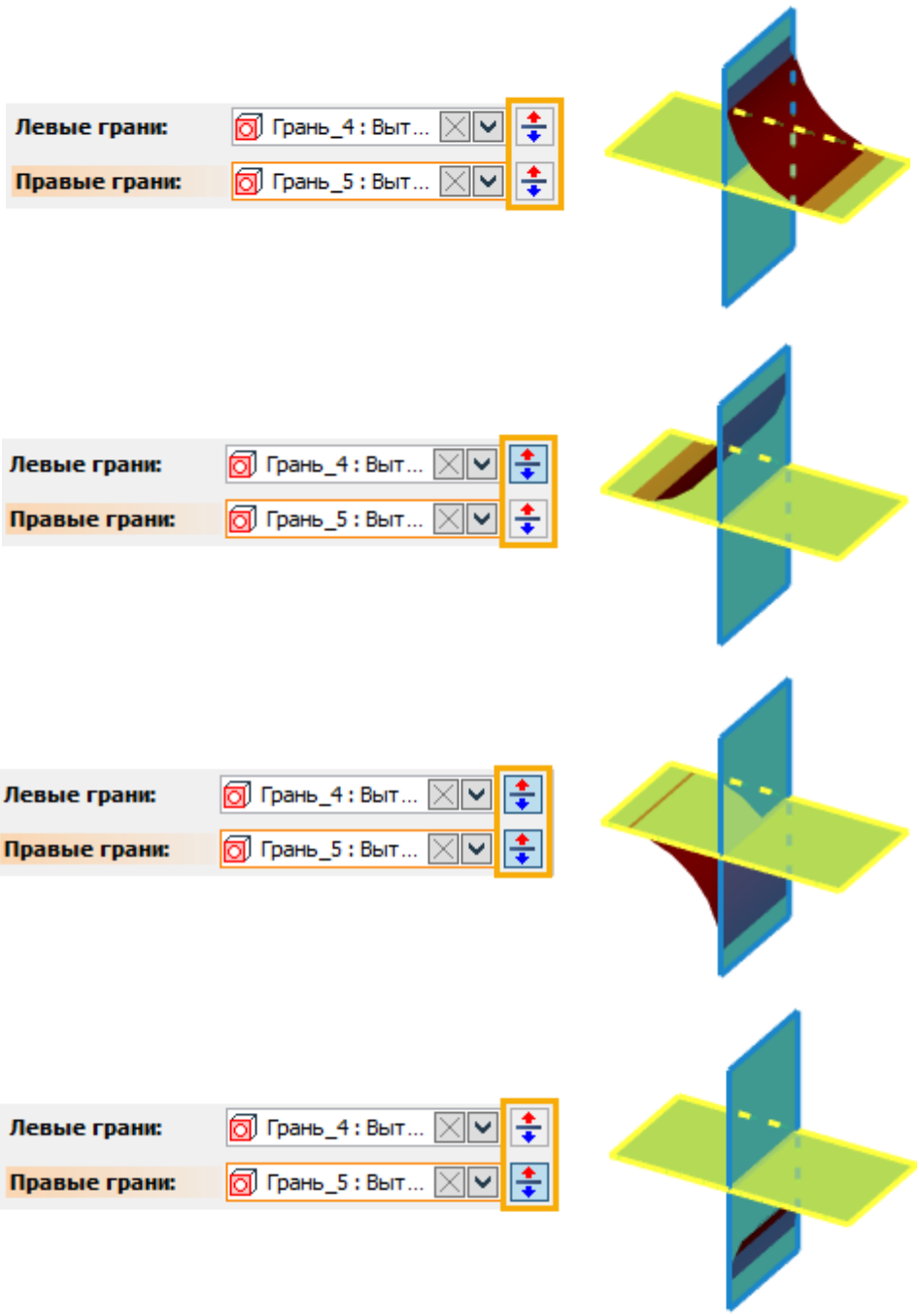
Для выбора грани нужно выбрать соответствующее поле ввода - **Левые грани** или **Правые грани**.



Выбор граней осуществляется при помощи мыши в окне 3D вида. Выбранные грани набора левой стенки по умолчанию подсвечиваются **зелёным** цветом, грани набора правой стенки подсвечиваются **жёлтым** цветом. Настройки цвета подсветки граней осуществляются в установках системы. Текущий цвет подсветки выбранных граней для каждого набора отображается в цветном квадрате на закладках окна параметров.



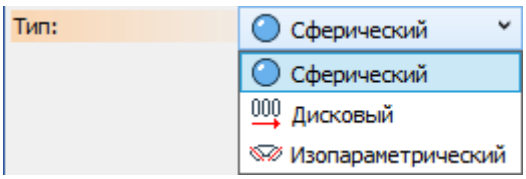
В центре каждой выбранной грани рисуется декорация в виде будущей поверхности. В общем случае можно представить, что две стенки образуют 4 квадранта, в каждом из которых теоретически возможно построение поверхности сглаживания. Для того чтобы выбрать квадрант для построения поверхности сглаживания, можно воспользоваться опцией **Развернуть** для каждой грани.



Для твёрдых тел направление сглаживания устанавливается автоматически; для тел-поверхностей направление граней нужно контролировать пользователю самостоятельно.

Для удаления грани из набора стенки достаточно выбрать её в списке окна параметров на соответствующем поле и нажать кнопку **Удалить элемент из списка**.

Тип сглаживания



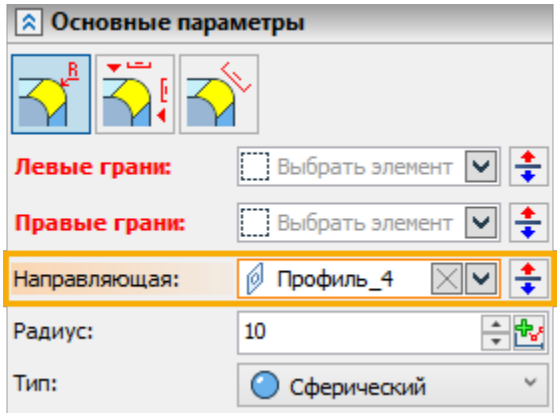
Тип сглаживания выбирается из выпадающего списка **Тип** в окне параметров. Доступны следующие типы:

- Сферический

- Дисковый
- Изопараметрический

По умолчанию используется **сферический** тип сглаживания.

Направляющая



Для выбора направляющей нажмите в поле **Направляющая** в окне параметров, затем нажмите на желаемом элементе в 3D сцене или дереве модели. Кнопка **Развернуть** позволяет сменить направление отсчета длины направляющей, что важно при задании параметров сглаживания графиками.

Форма

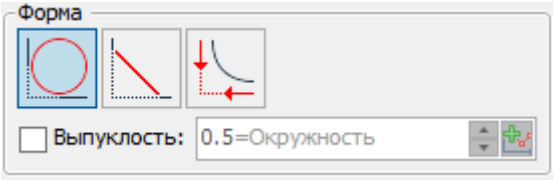
Форма поперечного сечения поверхности сглаживания выбирается с помощью кнопок в группе **Форма** в окне параметров. Доступны следующие формы:

- Коническая форма
- Фаска
- Непрерывная кривизна

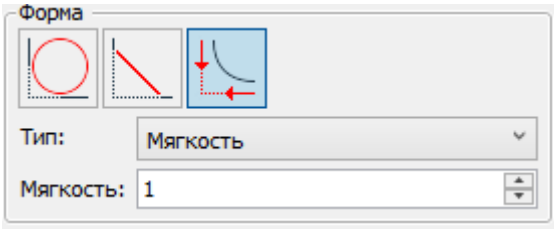
По умолчанию используется **коническая форма**.

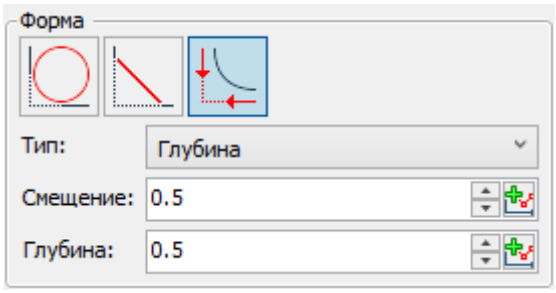
Для конической формы и непрерывной кривизны можно дополнительно настроить различные параметры, отображаемые под кнопками выбора формы.

Для **конической формы** можно дополнительно задать **Выпуклость**. Для этого установите одноимённый флаг, затем введите значение в поле справа от флага. Кнопка позволяет задать график изменения выпуклости по длине направляющей.



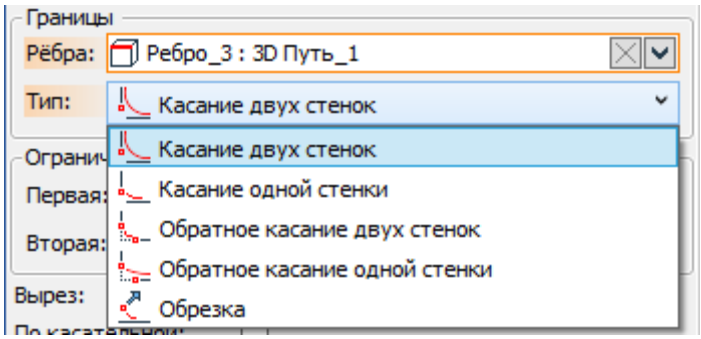
Для **непрерывной кривизны** следует выбрать **Тип** кривизны (Мягкость или Глубина). Ниже доступны поля ввода параметров выбранного типа. Параметры глубины также можно задать графиками.





Границы

Граничные условия задаются по дополнительно выбранным рёбрам. Для выбора рёбер нажмите на свободном пространстве списка **Рёбра** в окне параметров, затем нажимайте на желаемых рёбрах в 3D сцене или дереве модели. Имена выбранных рёбер и их родительских объектов отображаются в списке. Для выбора ребра в списке нажмите на его строке. С помощью кнопок, расположенных справа от списка, его можно **Развернуть**, **Свернуть**, **Очистить** или **Удалить** выбранный **элемент из списка**.



Граничные условия задаются индивидуально для каждого ребра. Выберите ребро в списке **Рёбра**, затем выберите его граничное условие в выпадающем списке **Тип**. Доступны следующие типы граничных условий:

Касание двух стенок

Касание одной стенки

Обратное касание двух стенок

Обратное касание одной стенки

Обрезка

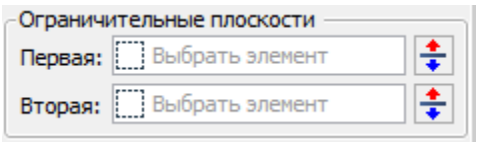
По умолчанию используется **Касание двух стенок**.

Следует понимать, что до задания граничных условий нужно предварительно обеспечить благоприятные геометрические параметры поверхности сглаживания путём задания соответствующего режима и формы сглаживания.

Так, если заданы такие параметры поперечного сечения поверхности сглаживания, что поверхность не доходит до ограничивающего ребра, то обеспечение условий касания двух или одной стенок невозможно. И наоборот, если требуется соблюсти граничное условие обратного касания, то нужно обеспечить такой радиус поверхности сглаживания, чтобы она не доходила до ограничивающего ребра и вообще до стенки в зоне этого ребра.

Ограничительные плоскости

Для выбора ограничительной плоскости нажмите в поле **Первая** или **Вторая** в окне параметров команды, затем нажмите на желаемой плоскости или плоской грани в 3D сцене или дереве модели.



Если требуется использовать всего одну ограничительную плоскость, то нужно задать только **Первую** плоскость. Задавать и **Первую**, и **Вторую** ограничительные плоскости нужно только тогда, когда требуется использовать одновременно две ограничительные плоскости.

Кнопка **Развернуть** позволяет сменить сторону ограничений поверхности сглаживания относительно выбранной плоскости.

Решения

Если для выбранных наборов граней возможны несколько поверхностей сглаживания, можно создать все эти поверхности или только одну из них.

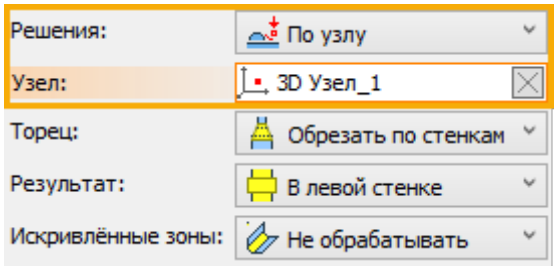
В выпадающем списке **Решения** доступны следующие опции:

Все

Данная опция используется по умолчанию, в результате чего создаются все возможные поверхности сглаживания

По узлу

При выборе данной опции ниже появляется и автоматически активируется поле **Узел**. После активации поля можно выбрать в 3D сцене или дереве модели 3D узел, чтобы в результате сглаживания было построена только поверхность, ближайшая к выбранному узлу.



Торец

В выпадающем списке **Торец** доступны следующие опции обработки торцов поверхности сглаживания:

Обрезать по стенкам

Не обрезать

Удлиненная обрезка

Укороченная обрезка

По умолчанию используется опция **Обрезать по стенкам.**

Результат

В выпадающем списке **Результат** доступны следующие варианты топологии конечного результата операции:

Отдельное тело

Обрезать стенки

В левой стенке

Новое тело

По умолчанию используется опция **В левой стенке**.

Искривленные зоны

Алгоритмы обработки искривленных зон позволяют строить сглаживание в таких местах, где значение радиуса кривизны боковых стенок меньше радиуса сглаживания. Работа этой опции возможна только для сферического сглаживания коническим сечением постоянного радиуса.

Способ обработки искривленных зон выбирается в выпадающем списке **Искривленные зоны.** Доступны следующие способы, аналогично команде **Сглаживание рёбер**:

Не обрабатывать

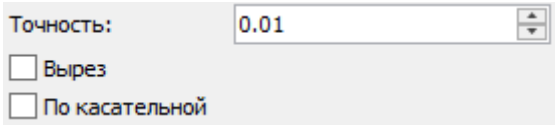
Только сглаживания

Искривление на границе

Искривление внутри грани

По умолчанию используется опция **Не обрабатывать**, в результате чего скругление не создаётся в таких зонах.

Прочие опции



В нижней части окна параметров команды можно задать следующие опции:

- **Точность**
  Допуск, в пределах которого сопряжение смежных граней или рёбер будет считаться гладким.
- **Вырез**
- **Продолжение по касательной**

См. также:

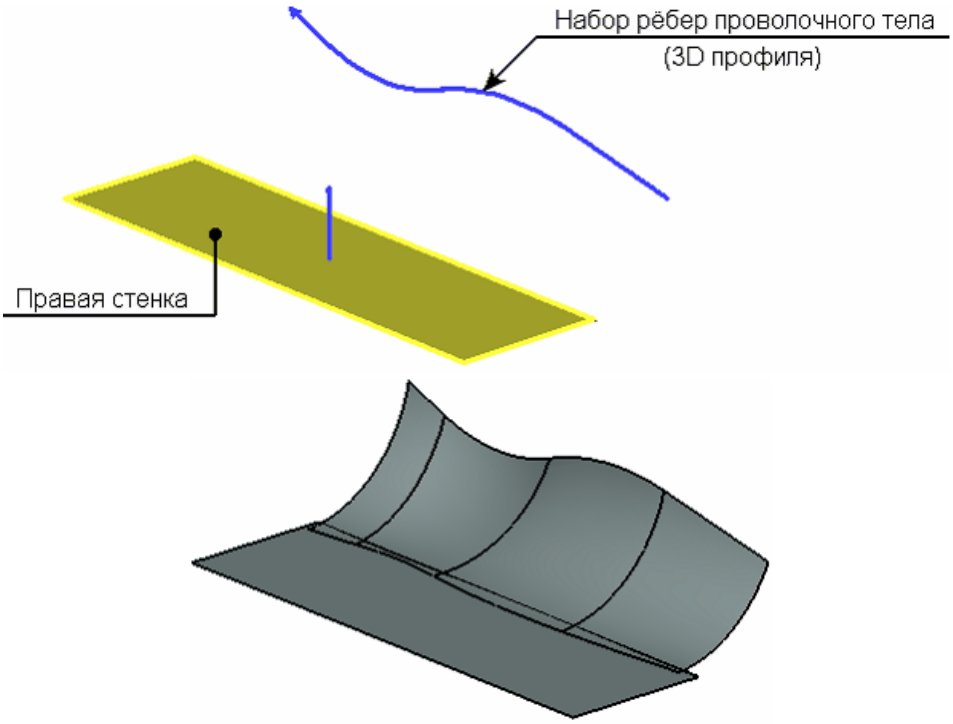
- Динамический просмотр
- Сглаживание между кривой и гранью

Сглаживание между кривой и гранью

Сглаживание типа **кривая-грань** является дополнительной возможностью команды **Сглаживание граней**. Возможности данного режима ограничены.
Для создания сглаживания типа **кривая-грань** необходимо указать:

- Набор граней твёрдого/поверхностного тела в качестве левой или правой стенки сглаживания. Вторая стенка не задаётся.
- Набор гладко сопряжённых рёбер проволочной геометрии (3D профиля, 3D пути) как граничное условие. Тип граничного условия менять не нужно
- Радиус сглаживания. В данном режиме поддерживается только сглаживание постоянного радиуса.
- Вариант топологии конечного результата - **Отдельное тело** или **В левой стенке**. Вариант **В левой стенке** можно задать только в случае, если исходный набор граней принадлежит телу-поверхности. В этом случае результирующее тело присоединяется к исходному телу-поверхности, вне зависимости от того, какая стенка была задана в операции – левая или правая.

Все остальные параметры операции в данном режиме не используются.
Результирующая поверхность сглаживания в этом случае одной стороной будет проходить по ребрам проволочной геометрии, а другой по граням указанного набора.



См. также:

- Создать Сглаживание граней

Редактировать Сглаживание граней

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<3EDF>	Правка > Операции > Сглаживание > Сглаживание граней

Команда предназначена для редактирования Сглаживания граней.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания

	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

Если выбран один элемент, его можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию).
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация <Shift> + (комбинация <Ctrl> + отменяет выбор).

Сглаживание трёх граней

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Операции > Сглаживание > Сглаживание трёх граней Листовой металл (3D) > Расширенные > Сглаживание > Сглаживание трёх граней Поверхности > Расширенные > Сглаживание > Сглаживание трёх граней Примитив > Расширенные > Сглаживание > Сглаживание трёх граней
Клавиатура	Текстовое меню
<3DT>	Операции > Сглаживание > Сглаживание трёх граней

Операция сглаживания трёх граней позволяет строить поверхность перехода от одного набора гладко сопряженных граней к другому набору. При этом поверхность сглаживания будет построена по касательной к третьему набору граней. Наиболее типовая задача, решаемая при помощи данной операции, – формирование гладкой поверхности перехода на торцевой стороне плоской детали.
Наборы сглаживаемых граней не обязаны иметь общие рёбра (пересекаться). Сглаживание можно производить как над твёрдыми телами, так и над поверхностями. Данную операцию можно рассматривать как вынесенный в отдельную команду частный случай операции сглаживания граней. В связи с тем, что сглаживание трёх граней разделяет много концепций с операцией сглаживания граней, за подробным объяснением некоторых терминов и понятий нужно вначале обратиться к описанию команды Сглаживание граней.

Основные темы в этом разделе:

- Общие сведения о Сглаживании трёх граней
- Создать Сглаживание трёх граней
- Редактировать Сглаживание трёх граней

Общие сведения о Сглаживании трёх граней

Общие концепции операции

В качестве основы для операции **Сглаживание трёх граней** служат три набора граней. Наборы называются **правой**, **левой** и **средней** стенками. Наборы граней левой и правой стенок должны

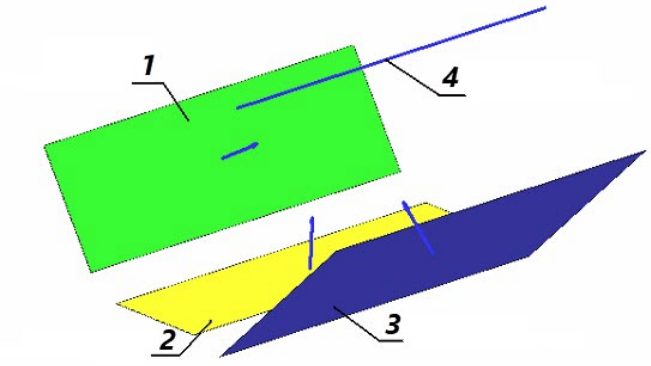
иметь между собой гладкие сопряжения, набор граней средней стенки может сопрягаться под небольшим углом (не более 5°). Стенки же не обязаны сопрягаться между собой. Все наборы граней могут быть получены как от одного твёрдого тела, так и от одного, двух или трёх тел-поверхностей. Недопустимо создавать сглаживание трёх граней между стенками, полученными от различных твёрдых тел или комбинации тел-поверхностей и твёрдых тел.

Форма сглаживания

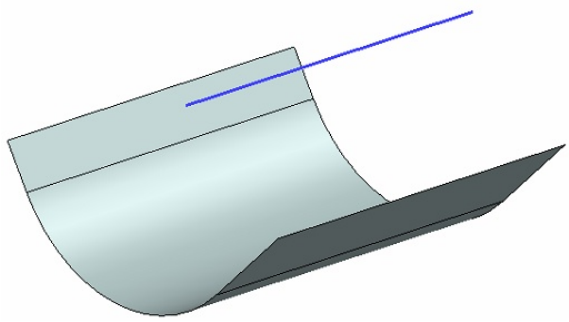
Сглаживание трёх граней может быть построено двумя типами: **сферическим** и **дисковым**.

При **сферическом** типе поверхность сглаживания образуется путём перемещения вписанной между стенками воображаемой сферы по всей длине стенок, образуя в точках контакта с ними гладкое сопряжение по касательной. При этом форма поперечного сечения поверхности сглаживания рассчитывается не обязательно в виде дуги окружности.

При **дисковом** типе поверхность сглаживания формируется на основе набора плоскостей поперечного сечения и направляющей. Плоскости строятся перпендикулярно направляющей и содержат три точки контакта в местах касания поверхности сглаживания со стенками. Форма поперечного сечения поверхности сглаживания в плоскости всегда рассчитывается в виде дуги окружности, которая вписывается таким образом, чтобы обеспечить касание к каждой стенке.

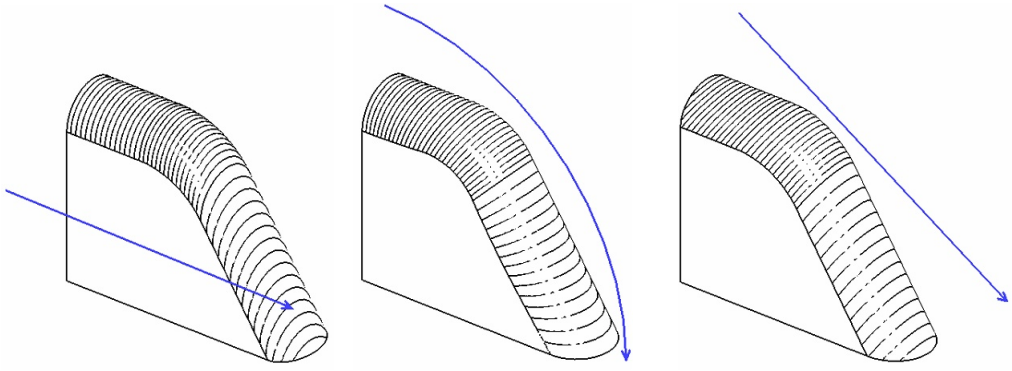


Исходные элементы: 1 - левая стенка, 2 - средняя стенка, 3 - правая стенка, 4 - направляющая



Результат сглаживания

В качестве **направляющей** всегда служит 3D путь. Направляющая не должна иметь изломов. Если длины направляющей недостаточно для расчёта всех поперечных сечений, то концы её продлеваются по касательной. Если длина направляющей избыточна, то система пытается самостоятельно выбрать нужный ей участок 3D пути.



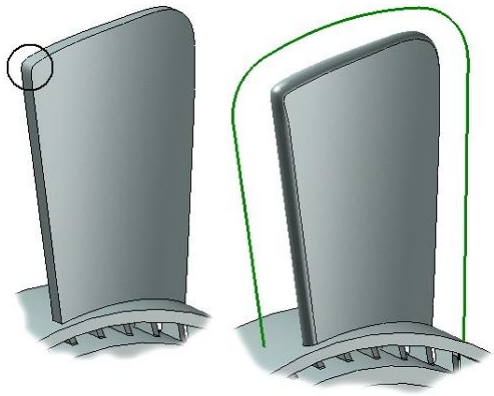
На рисунках показана зависимость геометрии поверхности сглаживания от направляющей.

Если левая и средняя стенки сопрягаются между собой, то роль направляющей может взять на себя их общее ребро (набор рёбер). В этом случае выбор направляющей не обязателен.

В случае применения дискового типа построения поверхности сглаживания, когда ребро между левой и средней стенками имеют сложную форму, для обеспечения успешного результата между гранями необходимо создать новую направляющую более простой формы в сравнении с ребром, лишь приблизительно повторяющей его форму. Рассмотрим два характерных примера.

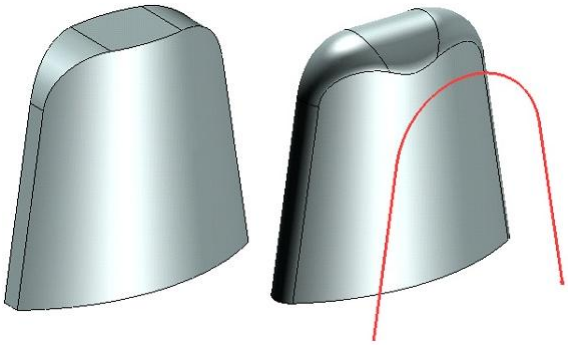
Пример 1

Требуется создать сглаживание боковой части лопасти вентилятора. В данном случае система не может использовать ребро между левой и средней стенкой по следующей причине: в указанной кружком зоне ребро имеет небольшой радиус закругления. Если система попытается строить плоскости поперечного сечения, располагая их перпендикулярно ребру, то рассчитанные поперечные сечения поверхности сглаживания будут пересекаться друг с другом. Создать сглаживание в этом случае помогает дополнительная направляющая (3D путь), которая примерно повторяет форму ребра, но лишена указанных недостатков.



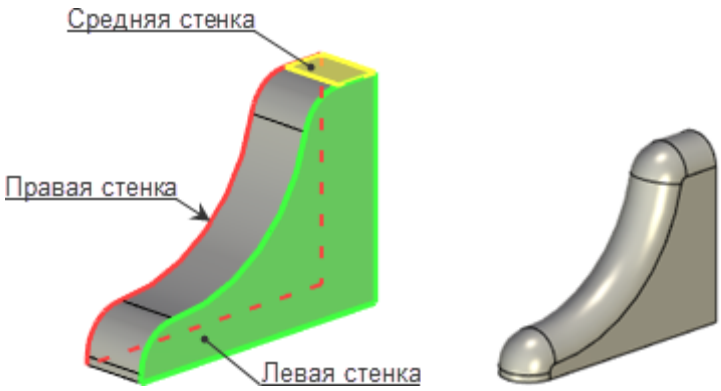
Пример 2

В данном примере левая и правая стенки представляют собой выпуклую коническую поверхность. Из-за этого деталь в центре утолщается. На первый взгляд радиус закругления ребра не так уж мал. Но из-за увеличения толщины детали и искривления ребра в другом направлении система вынуждена сильно увеличивать радиус поверхности сглаживания, в результате чего снова возникает самопересечение поверхности сглаживания. Если использовать плоскую направляющую указанной формы, то поверхность сглаживания легко построится.

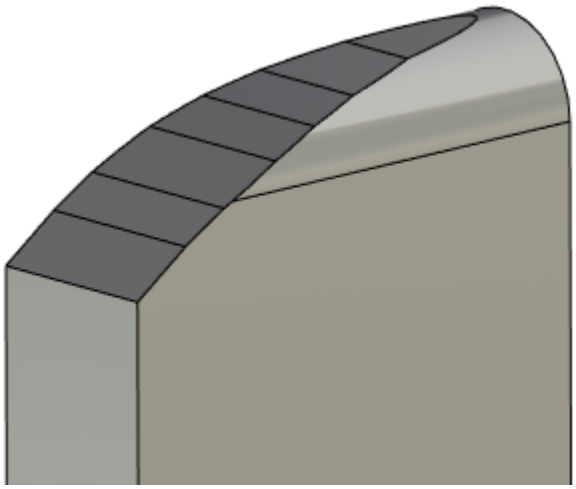


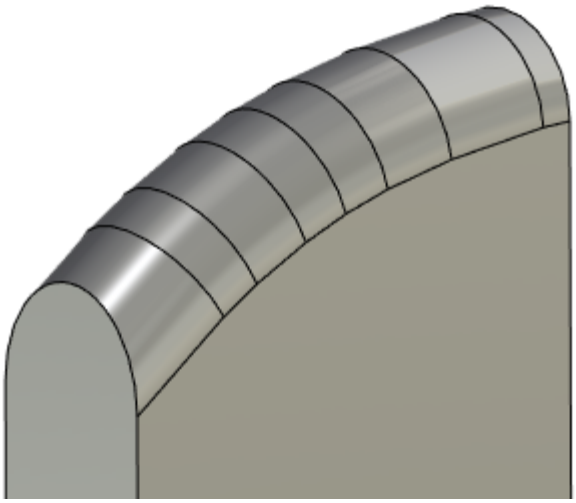
Сглаживание по смежным граням

Режим выбора последовательно сопряжённых граней обеспечивает возможность системе автоматически выбирать связанную последовательность гладко сопряжённых между собой граней необходимой стенки при указании одной из входящих в эту последовательность грани.



В случае, если смежные грани средней стенки сопряжены под углом, система позволяет задать угол, при котором эти грани будут участвовать в сглаживании.





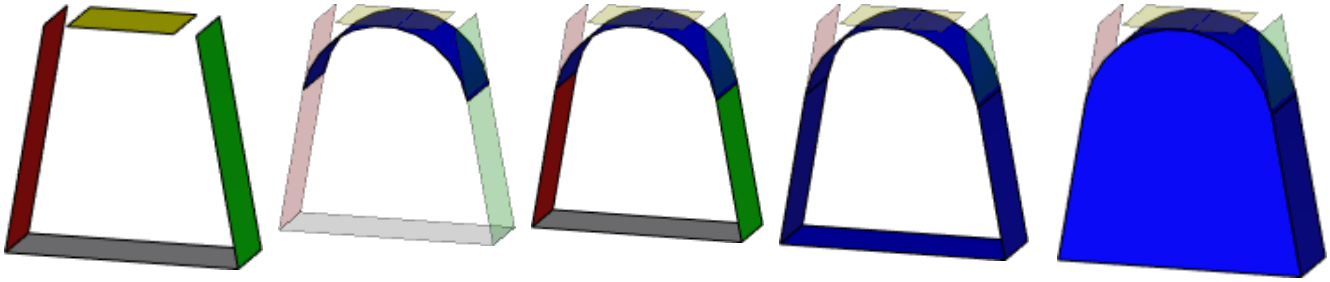
Результат

При сглаживании трёх граней твёрдого тела результат всегда будет в виде твёрдого тела.

При сглаживании трёх граней тела-поверхности, либо трёх тел-поверхностей система позволяет определить тип результирующего сглаживания:

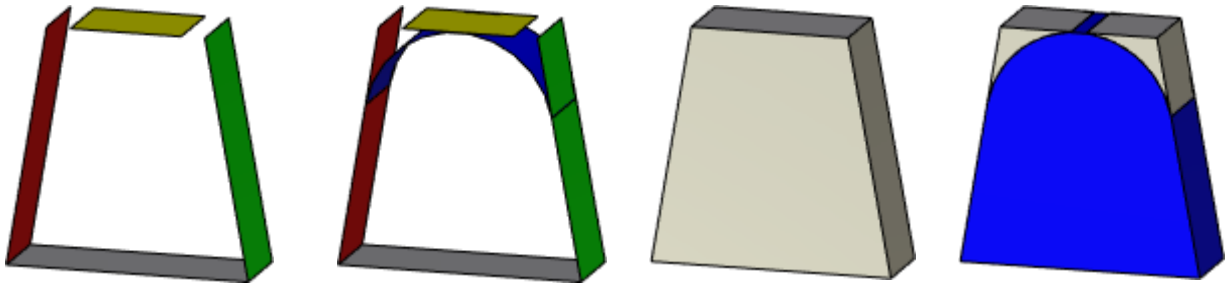
- **Не обрезать**. Поверхность сглаживания не присоединяется к стенкам; стенки удаляются. Результат – тело-поверхность.
- **Обрезать обе**. Левая и правая стенки обрезаются в точках контакта с поверхностью сглаживания; поверхность сглаживания не присоединяется к стенкам. Результат – отдельные тела-поверхности.

- **Обрезать и сшить**. Левая и правая стенки обрезаются в точках контакта с поверхностью сглаживания; поверхность сглаживания присоединяется к стенкам. Результат – одно тело-поверхность.
- **Создать твёрдое тело**. Левая и правая стенки обрезаются в точках контакта с поверхностью сглаживания; поверхность сглаживания присоединяется к стенкам, образуя замкнутое пространство. Результат – твёрдое тело.
- **Авто**. Система самостоятельно подбирает оптимальный результат сглаживания.



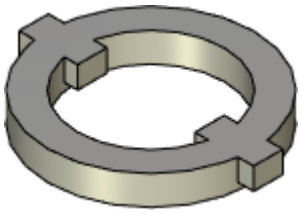
Исходный набор поверхностей | Не обрезать | Обрезать обе | Обрезать и сшить | Создать твёрдое тело

Также система предусматривает возможность создания сглаживания в виде отдельного тела, сохраняя при этом топологию исходных тел.

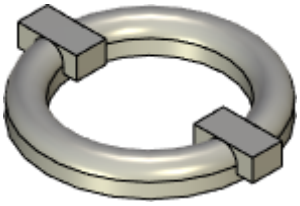


Исходный набор поверхностей | Результат | Исходное твёрдое тело | Результат

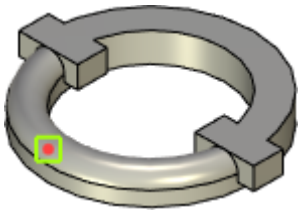
Иногда возникают ситуации, когда для выбранного набора стенок может существовать несколько поверхностей сглаживания. Можно оставить их все либо указать одно конкретное решение. Система выбирает решение, наиболее близкое к выбранной 3D точке. В качестве 3D точки могут выступать 3D узел, вершина либо середина ребра.



Исходное тело



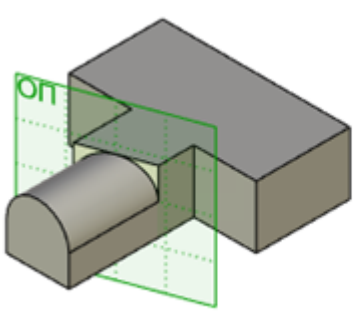
Все решения

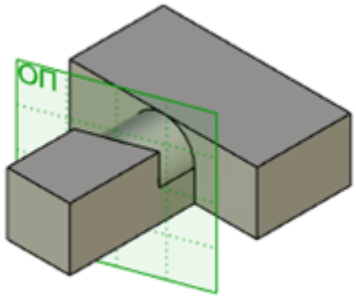


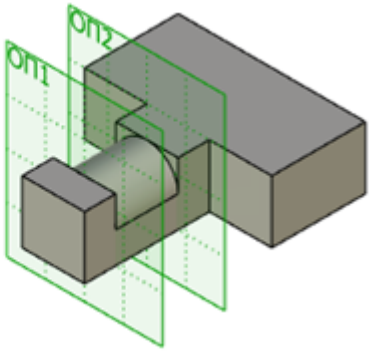
Решение по 3D узлу

Обрезка поверхности сглаживания

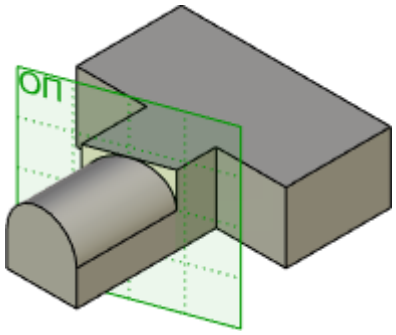
При помощи плоских граней или рабочих плоскостей можно задать ограничение зоны сглаживания. Одна ограничивающая плоскость делит поверхность сглаживания на две части, оставляя в сцене одну из них. Всего может быть задано не более двух ограничивающих плоскостей. Две плоскости могут с двух сторон ограничивать центральный участок поверхности сглаживания.



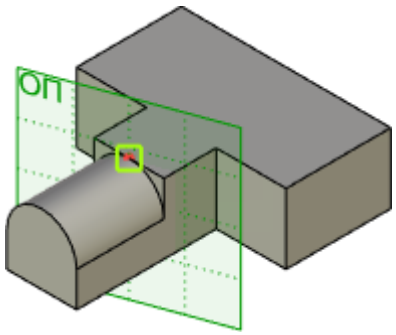




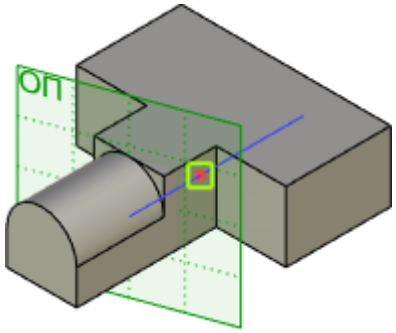
Ориентация границы сглаживания зависит от ограничивающей плоскости и выбранной формы сглаживания. При установленном параметре **Обрезка** граница сглаживания проходит по границам ограничивающей плоскости. В противном случае граница сглаживания проходит перпендикулярно направлению поверхности сглаживания через точку, образованную одним из следующих способов.



- Пересечением ограничивающей плоскости и вершины сглаживания (для сферической формы сглаживания);



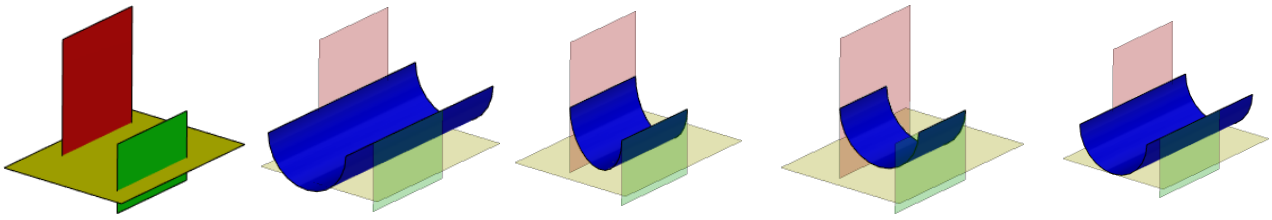
- Пересечением ограничивающей плоскости и заданной направляющей (для дисковой формы сглаживания).



Обрезка по стенкам

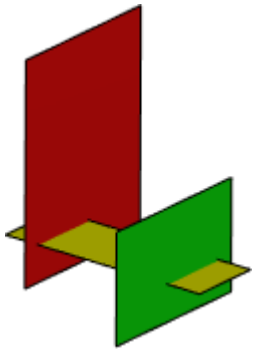
При создании сглаживания граней возможен выбор способа обрезки краёв поверхности сглаживания. Геометрия самих стенок при обрезке поверхности сглаживания не нарушается. Всего имеется четыре способа обрезки:

- **Не обрезать**. В этом случае поверхность сглаживания продлевается за пределы границ всех стенок.
- **По обеим стенкам**. Поверхность сглаживания обрезается по границам левой и правой стенок. При этом боковое ребро поверхности сглаживания формируется таким образом, чтобы обеспечить касание к боковым ребрам обрезающих стенок.
- **По короткой**. Поверхность сглаживания обрезается по наименее удалённым рёбрам стенок.
- **По длинной**. Поверхность сглаживания обрезается по наиболее удалённым рёбрам стенок.

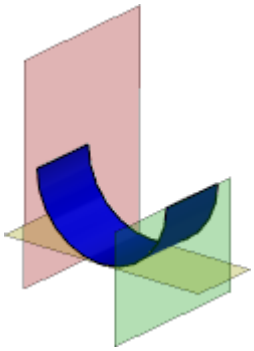


Исходный набор поверхностей | Не обрезать | По обеим стенкам | По короткой | По длинной

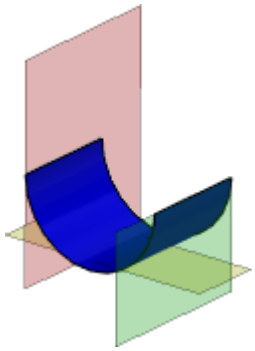
Дополнительно система даёт возможность не учитывать среднюю стенку при создании поверхности сглаживания. Например, опция может быть полезна при создании тела с обрезкой по стенке в режиме **По короткой** либо **По длинной**.



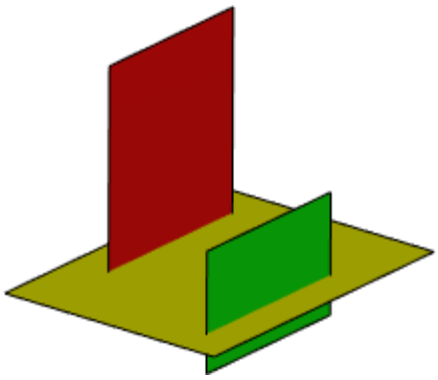
Исходный набор поверхностей



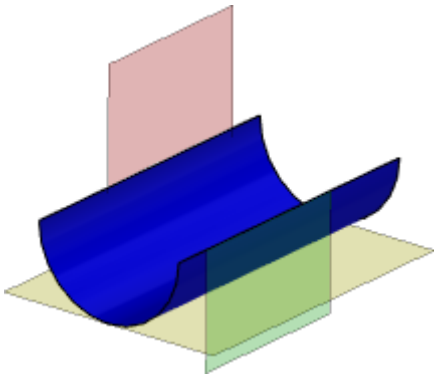
По короткой, с учётом средней стенки



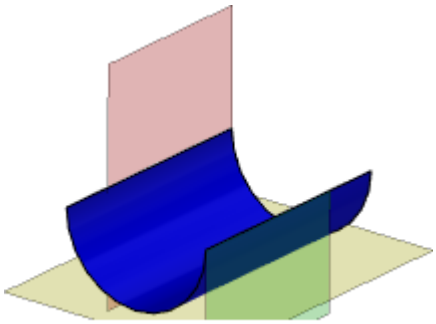
По короткой, без учёта средней стенки



Исходный набор поверхностей



По длинной, с учётом средней стенки



По длинной, без учёта средней стенки

Способы обрезки **Не обрезать**, **По короткой, По длинной** могут использоваться только в том случае, если конечный результат будет получен в виде тела-поверхности.

Создать Сглаживание трёх граней

Для работы в команде и задания параметров совместно используется окно параметров и автоменю. Они работают синхронно. Режимы выбора объектов могут переключаться как с помощью автоменю, так и при помощи диалога параметров.

Для создания операции нужно выполнить следующие действия:

- Выбрать первый набор граней (левая стенка)
- Выбрать второй набор граней (средняя стенка)
- Выбрать третий набор граней (правая стенка)
- Задать форму сглаживания (при необходимости)
- Выбрать направляющую (при необходимости, в зависимости от типа сглаживания)
- Задать параметры результата (при необходимости)
- Выбрать элементы обрезки (при необходимости)
- Задать параметры обрезки по стенкам (при необходимости)
- Подтвердить создание операции

Выбор набора граней

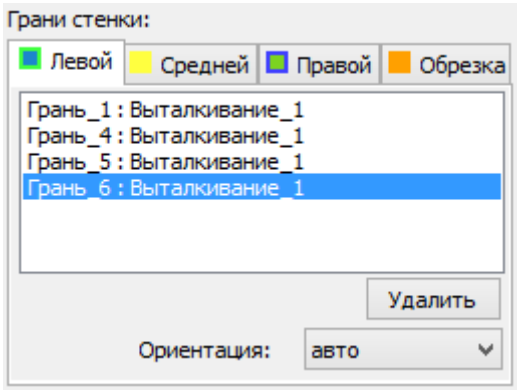
Обычно задание операции начинают с выбора наборов граней, между которыми будет строиться поверхность сглаживания. Набор граней левой или правой стенки формируется, когда активна одна из следующих опций автоменю:

<L> Выбрать грань левой стенки

<C> Выбрать грань центральной стенки

<R> Выбрать грань правой стенки

Переключение между опциями осуществляется нажатием на кнопку опции в автоменю.
Включение определённой опции автоматически активирует нужную вкладку окна параметров. В специальном поле под вкладкой отображается список выбранных граней в наборе правой или левой стенок. Переключение между вкладками окна параметров также активирует нужные опции выбора граней.
Выбор граней осуществляется при помощи мыши в окне 3D вида. Текущий цвет подсветки выбранных граней для каждой стенки отображается в цветном квадрате на вкладках окна параметров.



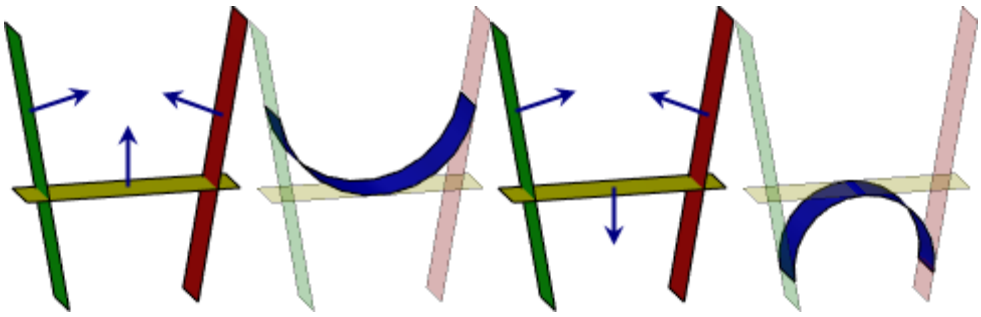
Для автоматического выбора связанной последовательности гладко сопряжённых граней необходимо включить опцию:

<S> Режим выбора последовательности гладко сопряжённых граней

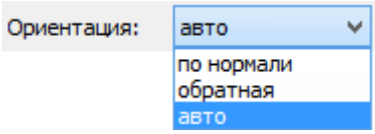
После включения данной опции достаточно указать любую грань необходимой стенки, входящую в требуемую последовательность. Остальные грани будут добавлены автоматически.
Отменить выбор сразу всех элементов можно, воспользовавшись опцией:

<K> Отменить выбор всех элементов

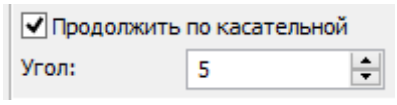
В центре каждой выбранной грани рисуется декорация в виде стрелки, показывающая на ту сторону грани, к которой будет примыкать поверхность сглаживания. Поверхность сглаживания создаётся в том направлении, в сторону которого указывают все три стрелки.



Управление направлением стрелки осуществляется в специальном поле **Ориентация**, которое находится под списком граней в окне параметров на каждой вкладке. Выбор решения осуществляется из выпадающего списка. Для твёрдых тел направление стрелки устанавливается автоматически. При этом для всех граней установлен режим **авто**. Для тел-поверхностей направление граней нужно контролировать пользователю самостоятельно.
Для изменения направления стрелки, предложенного системой, необходимо выбрать другой вариант ориентации из двух доступных: **по нормали** или **обратная**.

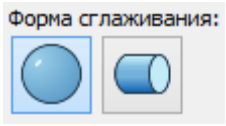


Для удаления грани из набора стенки достаточно выбрать её в списке окна параметров на соответствующей вкладке и нажать кнопку **Удалить**.
Чтобы обеспечить участие смежных граней средней стенки, сопряжённых под углом, в построении сглаживания, необходимо в соответствующей вкладке окна параметров установить флаг в поле **Продолжить по касательной** и задать максимальный угол сопряжения этих граней.



Выбор формы сглаживания

Выбор формы (типа) сглаживания осуществляется при помощи соответствующих иконок в окне параметров:



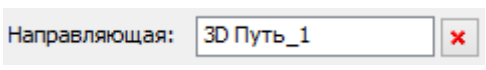
По умолчанию система устанавливает сферический тип сглаживания.

Выбор направляющей

Для включения режима выбора направляющей нужно активировать следующую опцию автоменю:

<W> Выбрать направляющую

Выбор 3D пути осуществляется в 3D окне или в дереве модели при помощи мыши. Имя выбранного 3D пути отображается в окне параметров, в поле **Направляющая**.

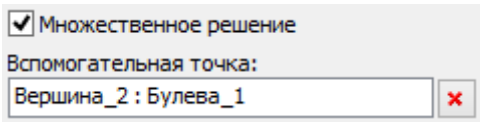


Отмена выбора направляющей осуществляется при помощи кнопки .

Задание параметров результата

Множественное решение

Выбор вспомогательной точки для уточнения результата в случае образования нескольких поверхностей сглаживания осуществляется после установки флага **Множественное решение** в окне параметров.



Для этого необходимо активировать соответствующее поле и выбрать нужную 3D точку в 3D окне. Отмена выбора вспомогательной точки осуществляется при помощи кнопки .

Выбор типа обрезки стенок

Выбор типа обрезки стенок осуществляется при помощи соответствующих кнопок в окне параметров. По умолчанию система устанавливает тип **Авто**.

Для создания поверхности сглаживания в виде отдельного тела необходимо установить флаг **Отдельное тело** в окне параметров.

Выбор элементов обрезки

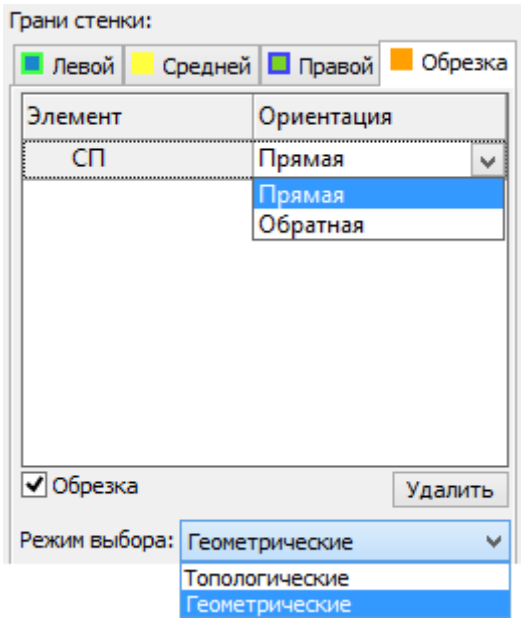
Для выбора элементов, ограничивающих зону сглаживания, необходимо обратиться ко вкладке **Обрезка** в окне параметров. Затем определить режим выбора элементов: топологические (грани, циклы, рёбра) или геометрические (плоскости, поверхности, прямые).

Выбор элементов производится при помощи мыши в 3D окне после активации поля **Элемент**.

Направление результирующей поверхности сглаживания определяется значением выпадающего списка **Ориентация**.

Для удаления ограничивающего элемента достаточно выбрать его в списке окна параметров и нажать кнопку **Удалить**.

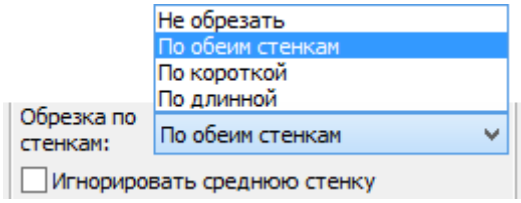
Флаг **Обрезка** позволяет определить ориентацию границы сглаживания.



Обрезка по стенкам

Способ обрезки краёв поверхности сглаживания выбирается из выпадающего списка опции **Обрезка по стенкам** в окне параметров. По умолчанию система устанавливает способ обрезки **По обеим стенкам**.

Для того, чтобы средняя стенка не учитывалась при создании поверхности сглаживания, необходимо установить флаг **Игнорировать среднюю стенку**.



Редактировать Сглаживание трёх граней

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<3EDT>	Правка > Операции > Сглаживание > Сглаживание трёх граней

Команда предназначена для редактирования Сглаживания трёх граней.

Доступные опции:

<Esc> Отменить выбор всех элементов

<A> Выбрать все элементы

<Z> Выбор элемента по имени

	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, <Ctrl>+<E>	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

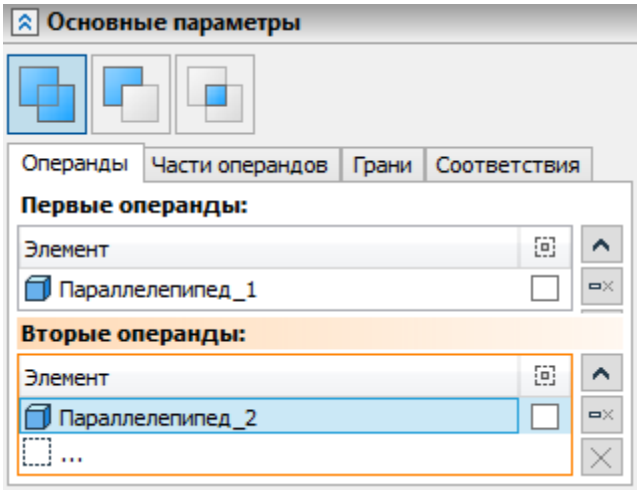
Если выбран один элемент, его можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию).
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация <Shift>+ (комбинация<Ctrl>+ отменяет выбор).

Булева операция

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Операции > Булева Листовой металл (3D) > Расширенные > Булева Поверхности > Расширенные > Булева Примитив > Расширенные > Булева
Клавиатура	Текстовое меню
<3B>	Операции > Булева

Булева операция предназначена для создания нового тела на основе двух или более уже существующих тел. В результате выполнения операции создаётся новое тело, являющееся комбинацией исходных тел.



Создание булевой операции

Для работы в команде используются совместно автоменю и окно параметров. Они работают синхронно и дополняют друг друга. Состояние автоменю зависит от стадии задания операции, от назначения и типа выбираемых объектов.

Для создания операции нужно выполнить следующие действия:

1. Выбрать булевы операнды.
2. Выбрать тип булевой операции.
3. Выбрать части операндов для формирования выборочной булевой операции (не обязательно).
4. Задать соответствия элементов (не обязательно).
5. Задать дополнительные параметры (при необходимости).
6. Задать параметры сглаживания (не обязательно).
7. Подтвердить создание операции.

Основные темы в этом разделе:

- Общие сведения о Булевой операции
- Булево Сложение
- Булево Вычитание
- Булево Пересечение
- Булевы операции между поверхностями с указанием нормалей
- Основные параметры Булевой операции
- Дополнительные параметры Булевой операции
- Соответствие элементов Булевой операции
- Особенности работы Булевой операции
- Использование Булевой операции при создании других операций
- Редактировать Булеву операцию
- Удаление Булевой операции

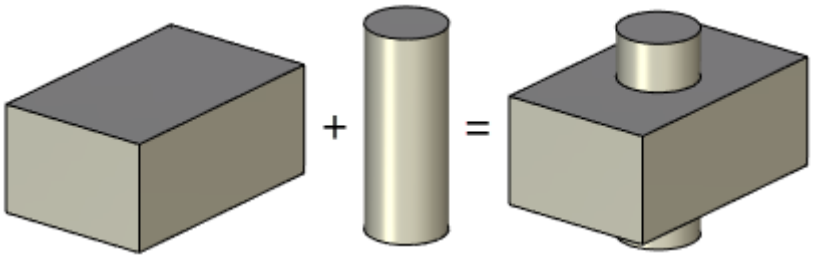
Общие сведения о Булевой операции

Типы булевой операции

Существует три типа булевой операции:

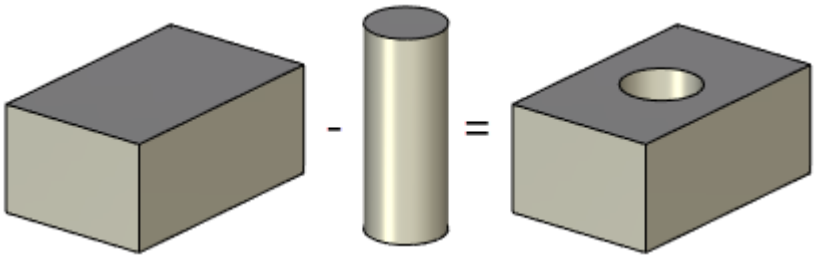
Сложение

Результатом выполнения операции является тело, объединяющее в себе все части тел, участвующих в операции.



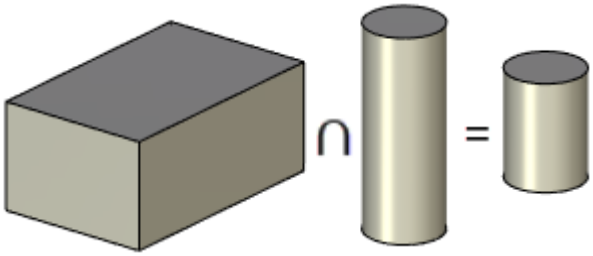
Вычитание

Результатом выполнения операции является тело, полученное вычитание одного тела из другого.



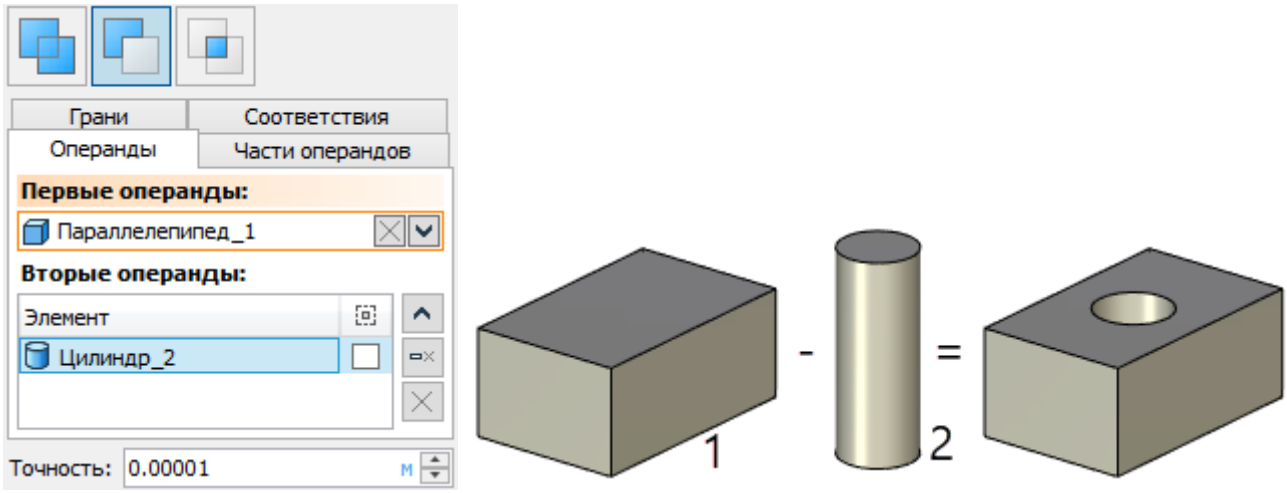
Пересечение

Результатом выполнения операции является тело, полученное пересечением тел, участвующих в операции и состоящее из общих частей этих тел.

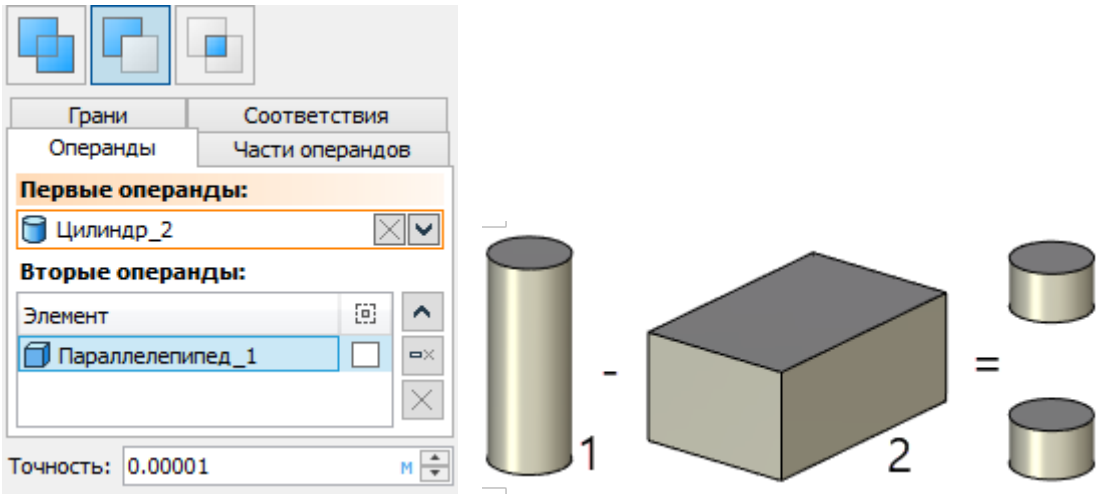


Операнды булевой операции

Тела, участвующие в булевой операции, называются **Операндами** булевой операции. Они делятся на первые и вторые операнды. Тела, над которыми выполняется преобразования, называются **Первыми операндами** булевой операции. Тела, с помощью которых выполняется преобразование, называются **Вторыми операндами**. В зависимости от того, в качестве какого операнда были выбраны тела, получаются различные результаты булевой операции.

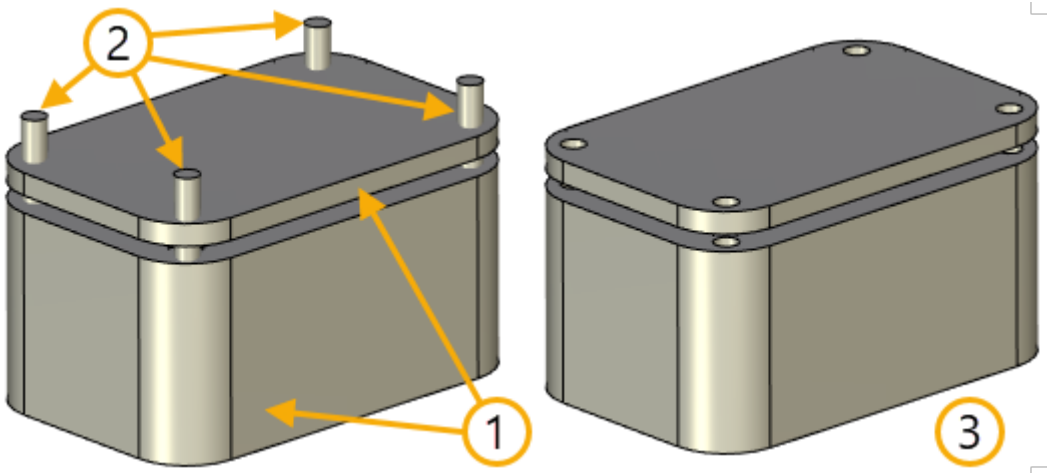


1. Первый операнд
2. Второй операнд



1. Первый операнд
2. Второй операнд

Булева операция может также выполняться и между набором тел, часть которых может быть выбрана как первые операнды, а другие тела как вторые. В процессе выполнения такой операции происходит объединение всех первых операндов в одно тело и всех вторых операндов в другое тело. Затем выполняется выбранная булева операция между этими телами. В результате получается одно многокомпонентное тело.



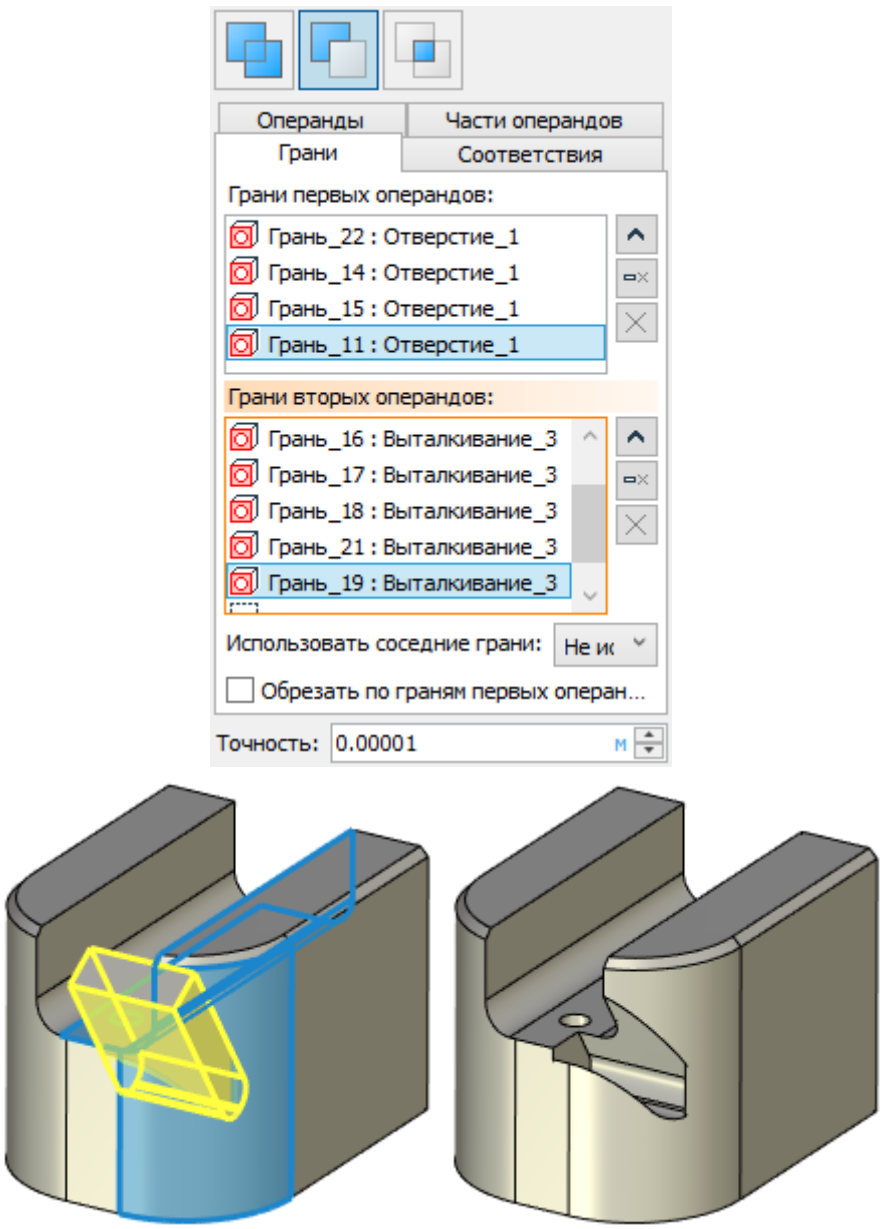
1. Первые операнды
2. Вторые операнды
*3. Результат выполнения булевой операции **Вычитание** между наборами операндов (многокомпонентное тело)*

Глобальные и локальные булевы операции

Если в качестве операндов выбираются тела-поверхности или твёрдые тела, то такие типы булевых операций будем называть **Глобальными**. При создании такой булевой операции система сама определяет грани тел, участвующие в операции, и их пересечения. Если в булевой операции участвуют геометрически сложные тела или используется достаточно большое количество операндов, то поиск всех пересечений может сильно замедлить выполнение команды.

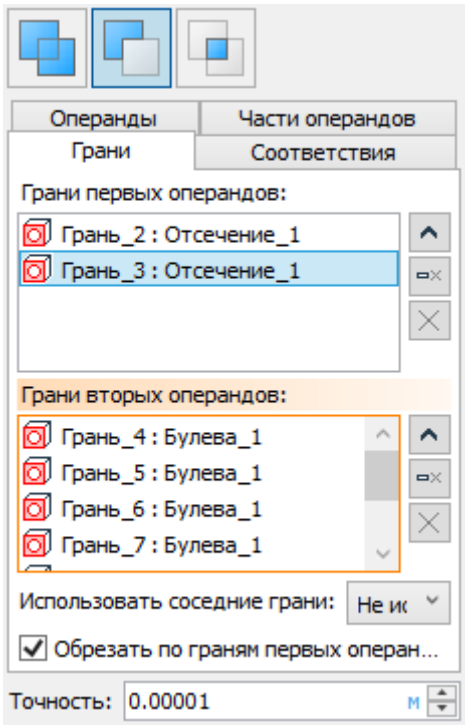
Помимо Глобальной булевой операцией в T-FLEX есть понятие **Локальной** булевой операции. В отличие от Глобальной булевой операции, где в качестве операндов выбираются только тела, в Локальной булевой операции помимо тел выбираются грани операндов. Выбрать грани операндов можно в параметрах операции на закладке **Грани**. В некоторых случаях использование Локальной булевой операции дает значительный выигрыш во времени регенерации модели по сравнению с Глобальной булевой операцией, т.к. в результате выполнения операции будут искаться пересечения только указанных граней. Например, если нужно проделать отверстие в достаточно сложном теле и известно, что отверстие пересекает небольшое количество граней, то имеет смысл указать эти грани в параметрах операции.

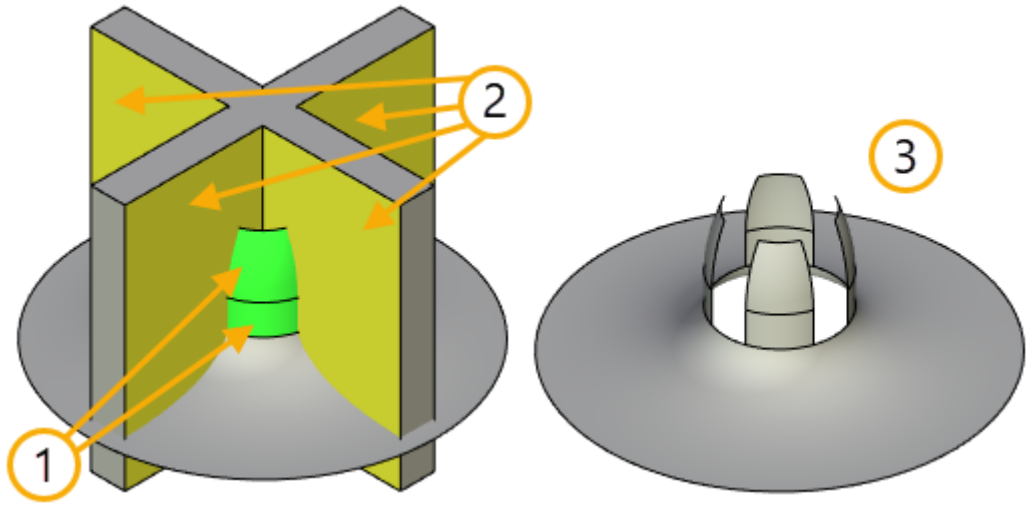
> Следует заметить, что нужно внимательно выбирать грани для Локальной булевой операции. В случае неправильно выбранных граней может сформироваться некорректное тело.



Голубой цвет - грани первого операнда, желтый цвет - грани второго операнда

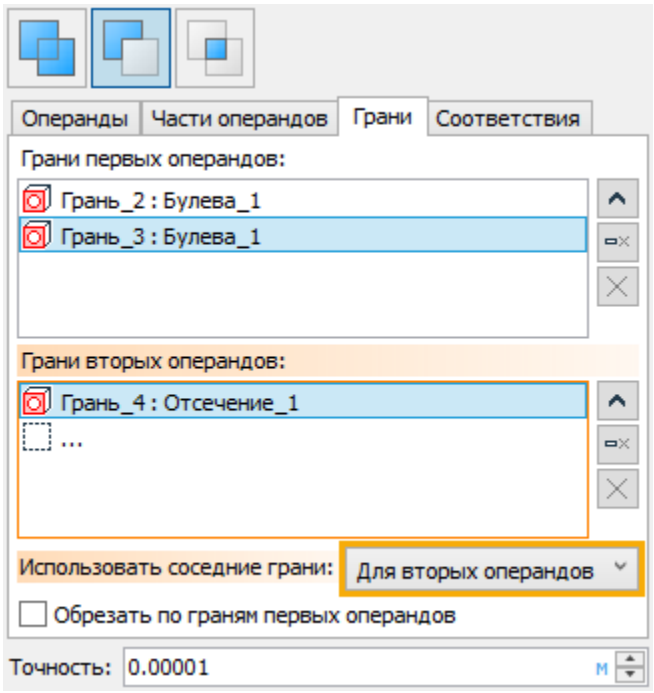
Выбор отдельных граней операндов в **Локальной** булевой операции с включенным параметром **Обрезать по граням первых операндов** позволяет формировать такие тела, как показано на рисунке ниже. При этом сначала будут определены линии пересечения граней операндов, а затем по этим линиям пересечения и границам граней первых операндов будут сформированы замкнутые циклы для формирования булевой операции.

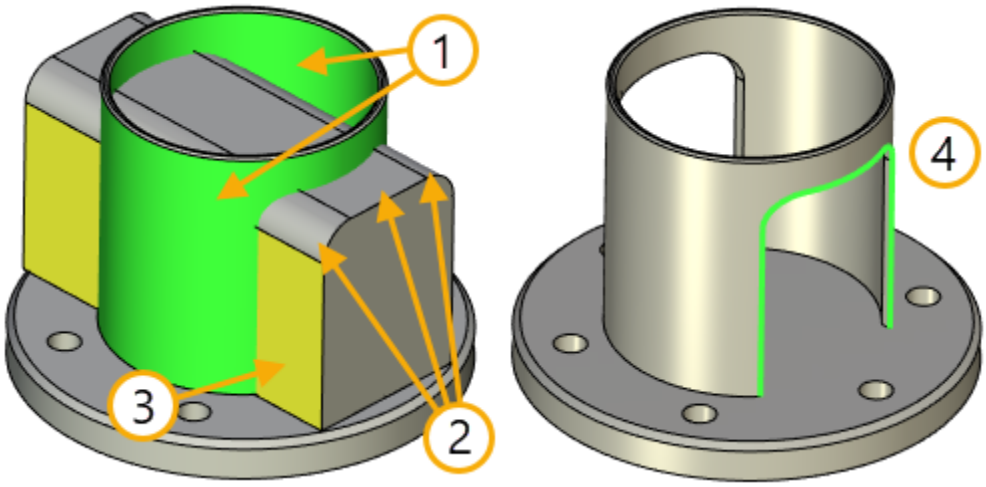




1. Грани первого операнда
2. Грани второго операнда
3. Результат локальной булевой операции ***Вычитание***

В некоторых случаях бывает удобно применить опцию **Использовать соседние грани** для первых или вторых операндов. Достаточно выбрать одну грань операнда, чтобы система сама доопределила соседние грани таким образом, чтобы линии пересечения граней операндов образовали замкнутые циклы. В этом случае при изменении количества граней, составляющий замкнутый цикл, в случае модификации операндов результат булевой операции останется корректным.



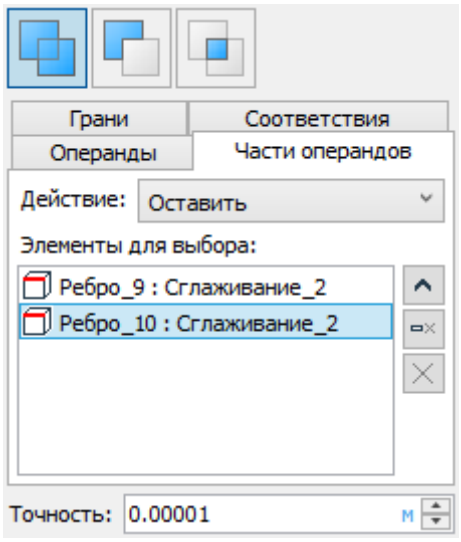


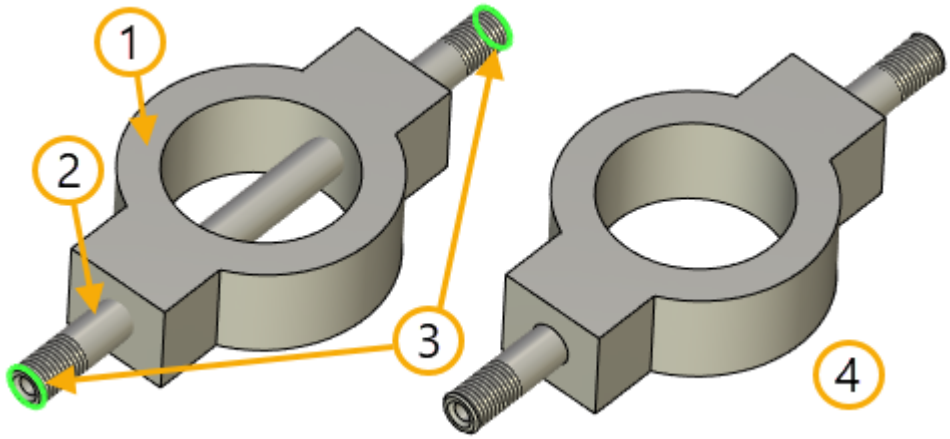
1. Грани первого операнда
2. Соседние грани, определяемые системой
3. Выбранная грань второго операнда
4. Замкнутый цикл из рёбер пересечения граней операндов

Выборочные булевы операции

В результате пересечения граней операндов образуются общие рёбра. Эти рёбра разделяют тела операндов на части. Части операндов могут быть внутренними (общие части операндов) и наружными. При создании булевой операции есть возможность указать наружные части операндов, которые будут оставлены в результирующем теле или наоборот исключены из него.

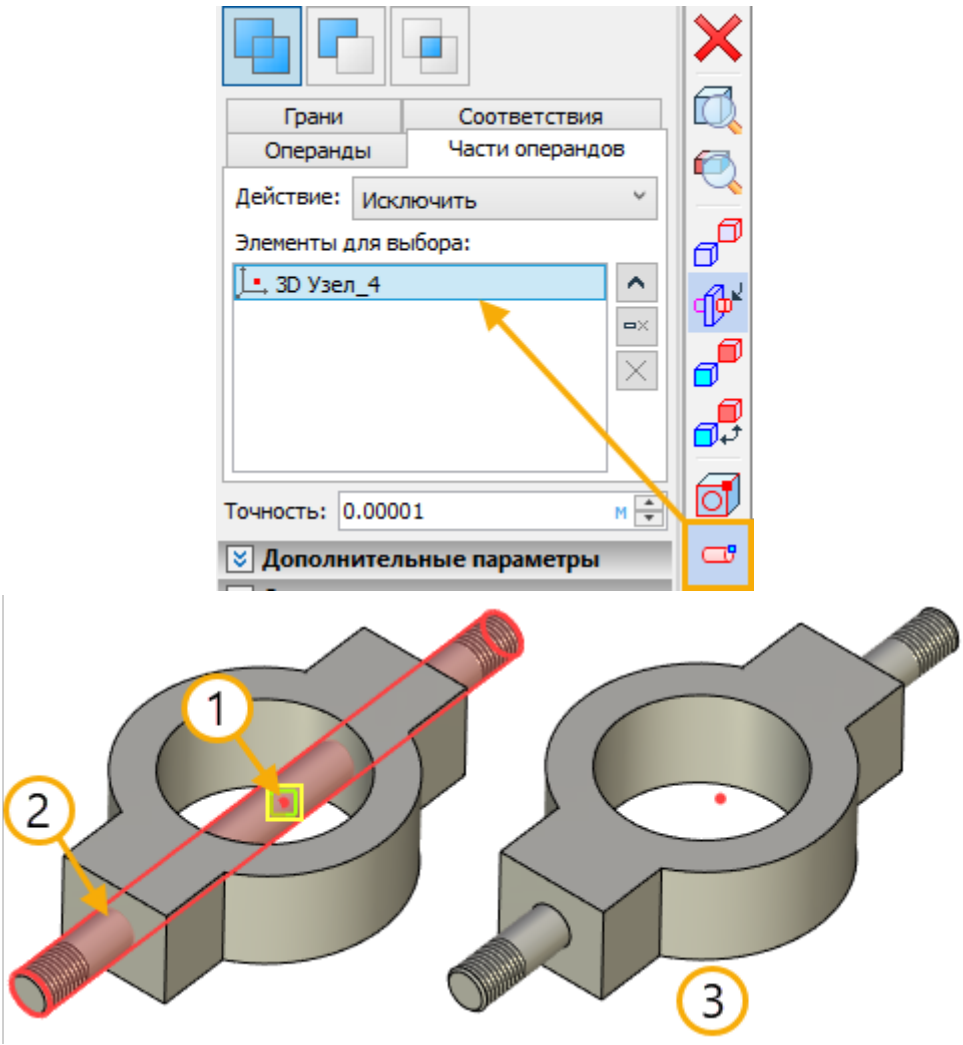
Часть операнда определяется топологическими элементами: вершинами, рёбрами или гранями. Для выбора части операнда достаточно указать в параметрах операции на закладке **Части операндов** один из этих элементов. На рисунке ниже показана возможность применения выборочной булевой операции **Сложение**, при выполнении которой в результирующем теле остаются только выбранные части второго операнда.





1. Первый операнд
2. Второй операнд
3. Ребра, определяющие части второго операнда, которые нужно оставить в результирующем теле
4. В результирующем теле оставлены только выбранные части второго операнда

В некоторых ситуациях выбранный топологический элемент явно не определяет нужную часть. Например, как показано на картинке ниже, выбранная грань принадлежит нескольким наружным частям операнда. Для того чтобы однозначно определить нужную часть надо построить 3D узел на этой грани и при помощи опции **Выбор точки** выбрать этот 3D узел. При этом грань выбирать **не нужно**.

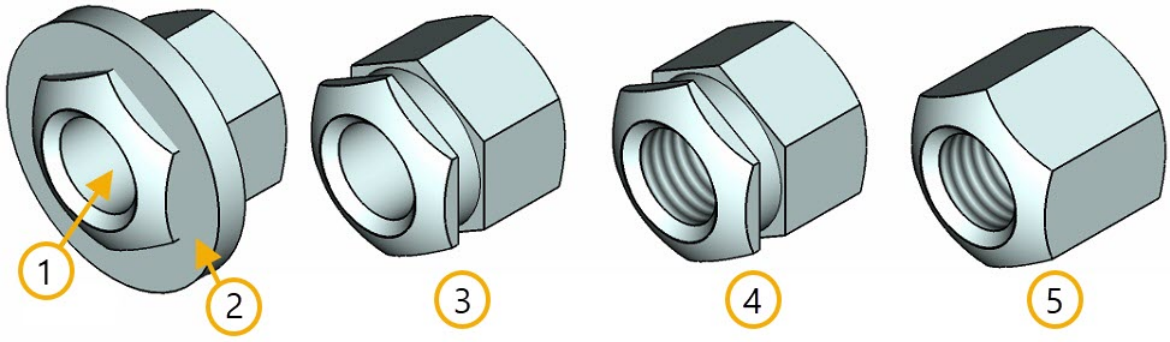


1. 3D узел, определяющий часть операнда
2. Грань операнда, однозначно не определяющая нужную часть
3. В результирующем теле исключена часть операнда, определенная 3D узлом

Отсутствие одного из операндов

При создании булевой операции можно установить параметр **Допускается возможность отсутствия одной из исходных операций**. Этот прием часто применяется в параметрических моделях, когда для определённого исполнения модели нужно исключить один из элементов. Как показано на рисунке ниже гайка может иметь два исполнения: с проточкой и без неё. Для того чтобы реализовать эти исполнения в одной модели можно подавить второй операнд при этом будут сохранены все последующие операции, созданные на основе булевой (в примере это сохранение косметической резьбы на грани булевой операции).

Если этот параметр выключен, то при подавлении операнда будет выдаваться ошибка создания булевой операции.



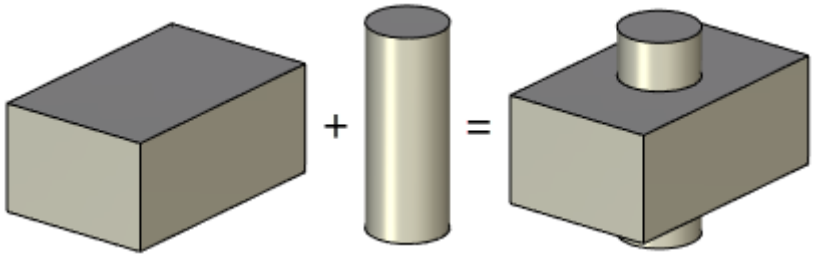
1. Первый операнд
2. Второй операнд
3. Результат булевой операции ***Вычитание***
4. Результат нанесения косметической резьбы на грань булевой операции (Исполнение 1)
5. Результат подавления второго операнда (Исполнение 2)

Булево Сложение

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Операции > Булева > Сложение Листовой металл (3D) > Расширенные > Булева > Сложение Поверхности > Расширенные > Булева > Сложение Примитив > Расширенные > Булева > Сложение
Клавиатура	Текстовое меню

Результат выполнения операции, объединяет в себе все части исходных операндов.



В качестве операндов могут быть выбраны как твёрдые, так и тела-поверхности. Возможность выбора различных комбинаций операндов и задание параметров позволяет формировать различные результаты булевых операций.

> Следует заметить, что в некоторых ситуациях, при сочетании определённых типов операндов в булевых операциях, невозможно получить результат.

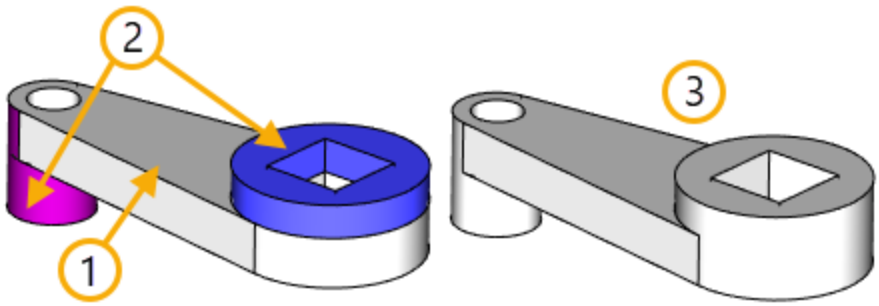
Ниже рассмотрим возможные комбинации операндов и соответствующие им результаты операции:

Первый операнд	Второй операнд	Результат
Твёрдое тело	Твёрдое тело	Твёрдое тело

Тело-поверхность (с заданием направления нормали)	Твёрдое тело	Тело-поверхность
Твёрдое тело	Тело-поверхность (с заданием направления нормали)	Твёрдое тело
Тело-поверхность (с заданием направления нормали)	Тело-поверхность (с заданием направления нормали)	Тело-поверхность (угол)
Тело-поверхность	Тело-поверхность	Тело-поверхность (сшивка)

Твёрдое тело + Твёрдое тело

Если в качестве первого и второго операнда используются твёрдые тела, то в результате выполнения операции будет сформировано одно тело, объединяющее в себе все части тел, участвующих в операции.

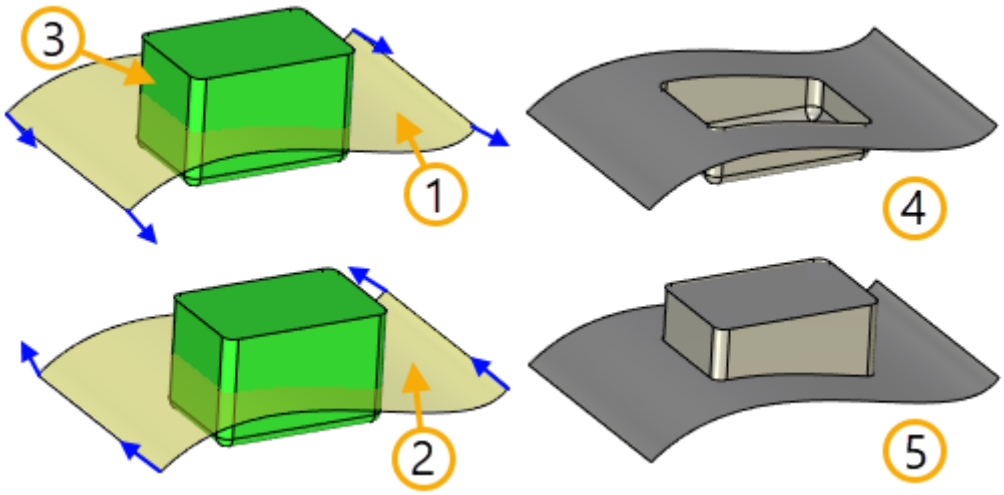


1. Первый операнд
2. Вторые операнды
*3. Результат выполнения операции **Сложение** между твёрдыми телами*

Тело-поверхность + Твёрдое тело

В результате выполнения операции будет сформировано тело-поверхность, переставляющее собой продавливание тела-поверхности частью твёрдого тела. В зависимости от указанного направления нормали формируется продавливание либо нижней, либо верхней части. Направление нормали выбирается в поле **Интерпретация операндов**.

Следует отметить, что тело-поверхность должно полностью пересекать твёрдое тело.



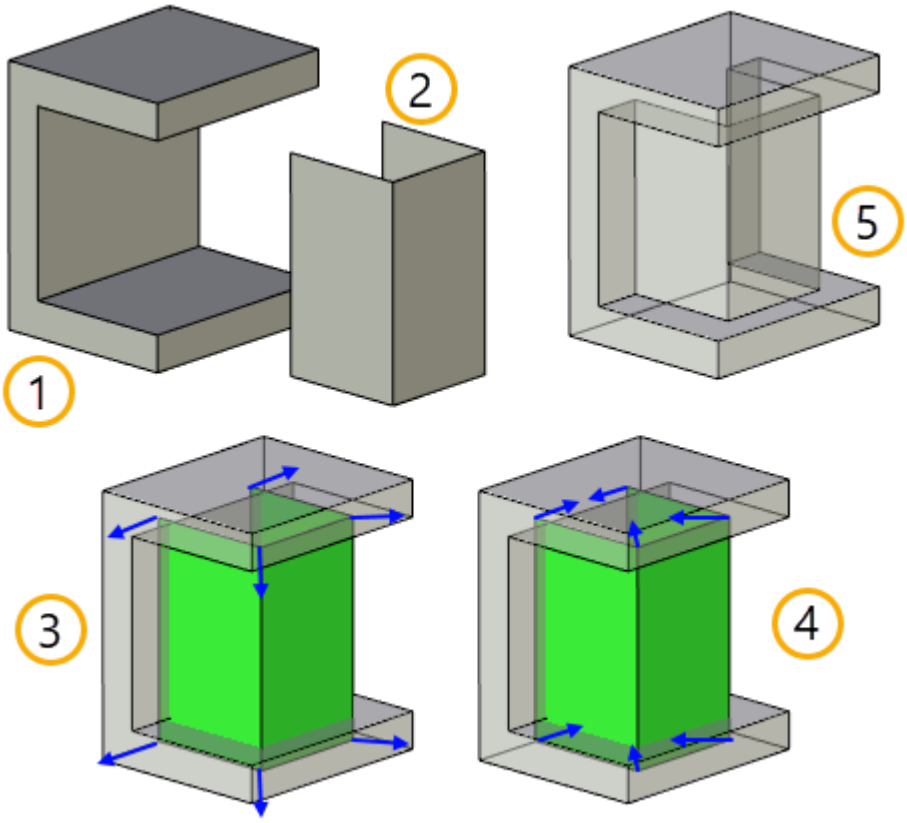
*1. Первый операнд - тело-поверхность, включена опция **Интерпретация операндов** > **Первых** > **По направлению нормали***
*2. Первый операнд - тело-поверхность, включена опция **Интерпретация операндов** > **Первых** > **Против направления нормали***
3. Второй операнд - твёрдое тело
*4. Результат булевой операции **Сложение** между телом-поверхностью и твёрдыми телами с включенной опцией **По направлению нормали***
*5. Результат булевой операции **Сложение** между телом-поверхностью и твёрдыми телами с включенной опцией **Против направления нормали***

Твёрдое тело + Тело-поверхность

Если в качестве первого операнда было выбрано твёрдое тело, а в качестве второго – тело-поверхность, то в результате выполнения операции **Сложение** по умолчанию создается твёрдое тело. Грани тела-поверхности будут формировать дополнительный объем для твердого тела.
Для тела-поверхности в этом случае должно быть указано направление нормали.

> Следует отметить, что для формирования такого рода булевой операции необходимо, чтобы тело-поверхность при сложении с твёрдым телом замыкало объём. В противном случае невозможно получить результат операции.

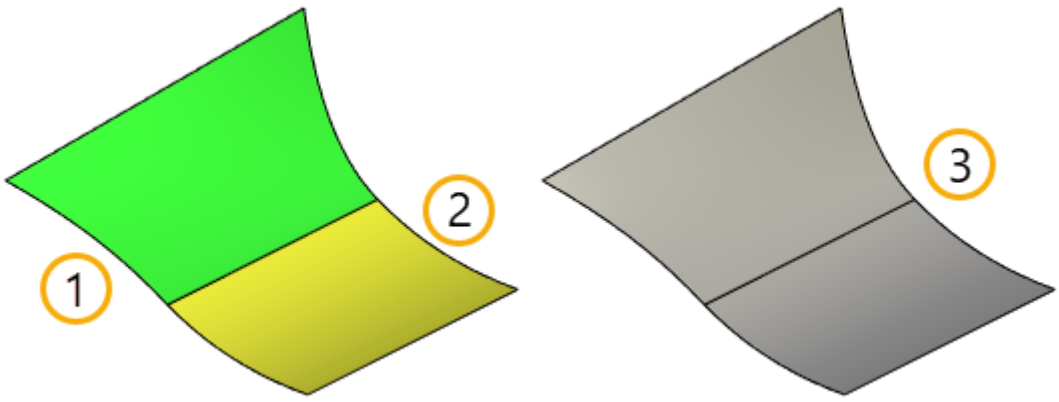
При выборе тела поверхности следует обратить внимание на направление векторов нормалей. При определённом направлении нормалей может получиться некорректное результирующее тело. В этом случае нужно выбрать другое направление нормали в поле **Интерпретация операнда**.



1. Первый операнд - твёрдое тело
2. Второй операнд - тело-поверхность
*3. Корректное направление нормали (включена опция **Интерпретация операндов** > **Вторых** > **Против направления нормали**)*
*4. Некорректное направление нормали (включена опция **Интерпретация операндов** > **Вторых** > **По направлению нормали**)*
*5. Результат булевой операции **Сложение** между твёрдым и телом-поверхностью по корректному направлению нормали*

Тело-поверхность + Тело-поверхность

В результате сложения двух тел-поверхностей получается тело-поверхность. Для успешного создания операции необходимо, чтобы грани тел-поверхностей либо имели общее ребро, либо совпадали на определённом участке. Эта возможность является схожей с операции Сшивка. Отличие заключается в том, что булева операция **Сложение** не удаляет зазоры между телами, а **Сшивка** пытается создать новую непрерывную поверхность.



1. Первый операнд - тело-поверхность

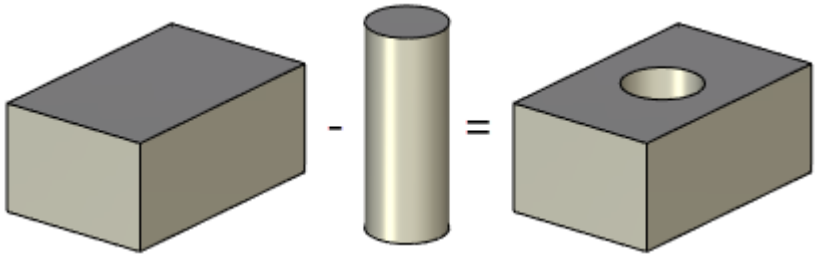
2. Второй операнд - тело-поверхность
*3. Результат булевой операции **Сложение** между телами-поверхностями*

Булево Вычитание

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Операции > Булева > Вычитание Листовой металл (3D) > Расширенные > Булева > Вычитание Поверхности > Расширенные > Булева > Вычитание Примитив > Расширенные > Булева > Вычитание
Клавиатура	Текстовое меню

Результат выполнения операции получается удалением из первого операнда частей, совпадающих со вторым операндом.



В качестве операндов могут быть выбраны как твёрдые, так и тела-поверхности. Возможность выбора различных комбинаций операндов и задание параметров позволяет формировать различные результаты булевых операций.

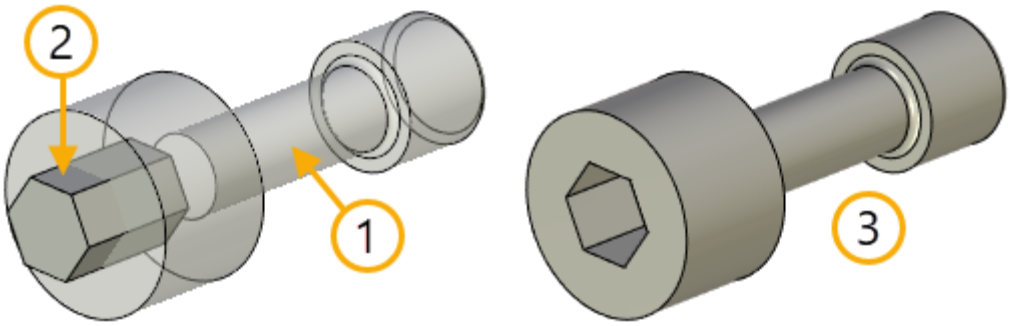
Следует заметить, что в некоторых ситуациях, при сочетании определённых типов операндов в булевых операциях, невозможно получить результат.

Ниже рассмотрим возможные комбинации операндов и соответствующие им результаты операции:

Первый операнд	Второй операнд	Результат
Твёрдое тело	Твёрдое тело	Твёрдое тело
Тело-поверхность	Твёрдое тело	Тело-поверхность
Твёрдое тело	Тело-поверхность (с заданием направления нормали)	Твёрдое тело
Тело-поверхность (с заданием направления нормали)	Тело-поверхность (с заданием направления нормали)	Тело-поверхность (угол)

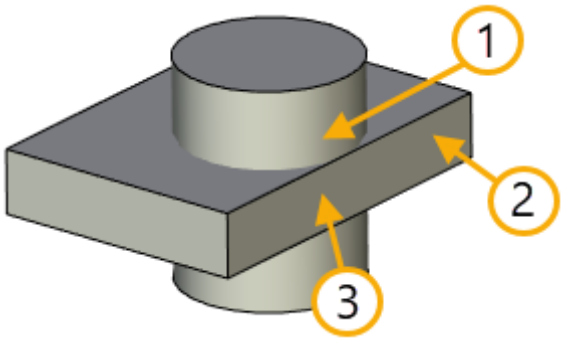
Твёрдое тело - Твёрдое тело

Результатом выполнения булевой операции **Вычитание** одного твёрдого тела из другого будет тело, переставляющее собой первый операнд, из которого удаляется объём второго операнда.



1. Первый операнд
2. Второй операнд
*3. Результат выполнения операции **Вычитание** между твёрдыми телами*

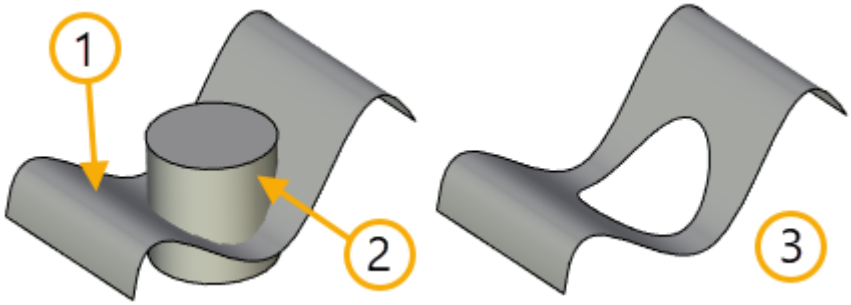
При создании булевой операции **Вычитание** не допускается такой ситуации, когда результирующее тело будет иметь области со стенками нулевой толщины. При этом нарушается топология модели.



1. Первый операнд
2. Второй операнд
3. Касание тел операндов в результате булевой операции нарушит топологию

Тело-поверхность - Твёрдое тело

При вычитании твёрдого тела из тела-поверхности, в теле-поверхности будет создано отверстие по форме второго операнда – твёрдого тела.

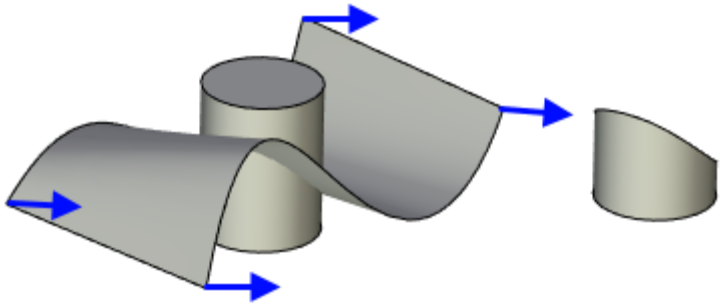


1. Первый операнд - тело-поверхность
2. Второй операнд - твёрдое тело
*3. Результат операции **Вычитание** твёрдого тела из тела-поверхности*

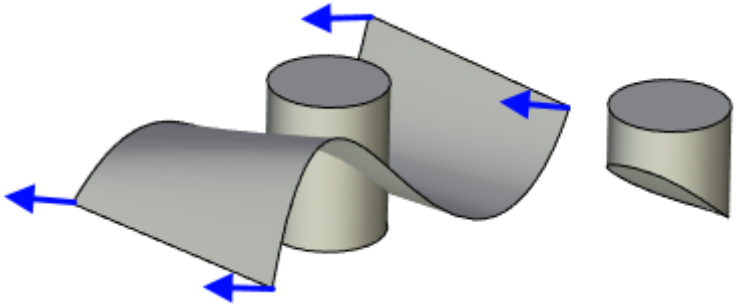
Твёрдое тело - Тело-поверхность (с указанием направления нормали)

В результате вычитания тела-поверхности из твёрдого остаётся часть твёрдого тела, отсечённая телом-поверхностью. При этом для тела-поверхности должно быть задано направление нормали. В

зависимости от выбранного направления остается либо верхняя, либо нижняя часть твёрдого тела. Этот тип булевой операции является аналогом операции Отсечение.



*Результат операции **Вычитание** тела-поверхности из твёрдого тела. Включена опция **Против направления нормали*** для тела-поверхности



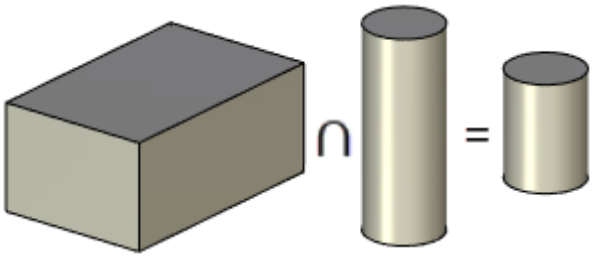
*Результат операции **Вычитание** тела-поверхности из твёрдого тела. Включена опция **По направлению нормали*** для тела-поверхности

Булево Пересечение

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Операции > Булева > Пересечение Листовой металл (3D) > Расширенные > Булева > Пересечение Поверхности > Расширенные > Булева > Пересечение Примитив > Расширенные > Булева > Пересечение
Клавиатура	Текстовое меню

Результат выполнения операции состоит из совпадающих частей исходных операндов.



В качестве операндов могут быть выбраны как твёрдые, так и тела-поверхности. Возможность выбора различных комбинаций операндов и задание параметров позволяет формировать различные результаты булевых операций.

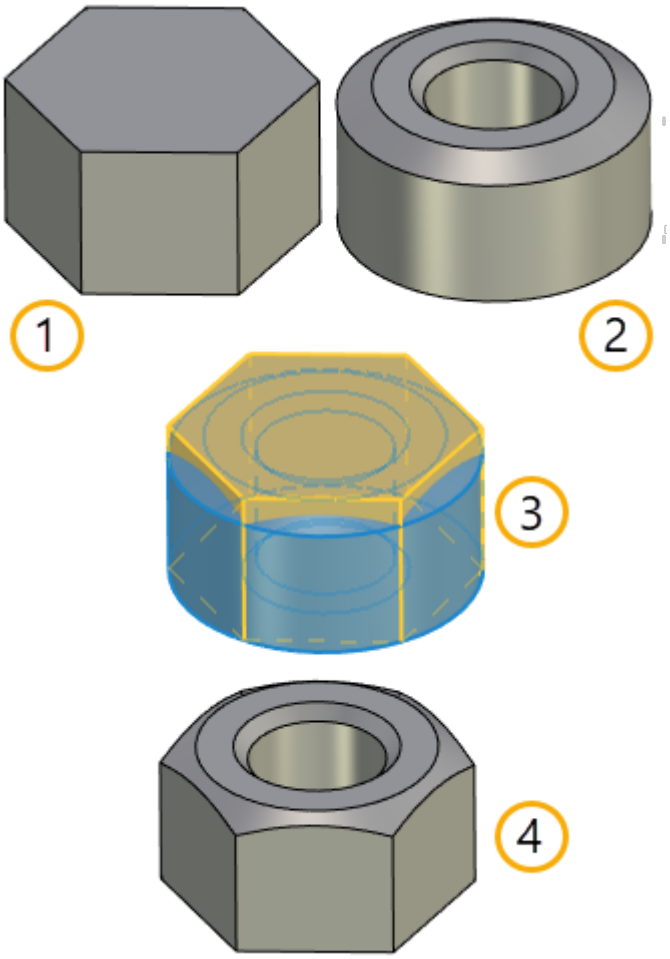
Следует заметить, что в некоторых ситуациях, при сочетании определённых типов операндов в булевых операциях, невозможно получить результат.

Ниже рассмотрим возможные комбинации операндов и соответствующие им результаты операции:

Первый операнд	Второй операнд	Результат
Твёрдое тело	Твёрдое тело	Твёрдое тело
Тело-поверхность	Твёрдое тело	Тело-поверхность
Тело-поверхность (с заданием направления нормали)	Твёрдое тело	Твёрдое тело
Твёрдое тело	Тело-поверхность (с заданием направления нормали)	Твёрдое тело
Тело-поверхность (с заданием направления нормали)	Тело-поверхность (с заданием направления нормали)	Тело-поверхность (угол)
Тело-поверхность	Тело-поверхность	Тело-поверхность

Твёрдое тело - Твёрдое тело

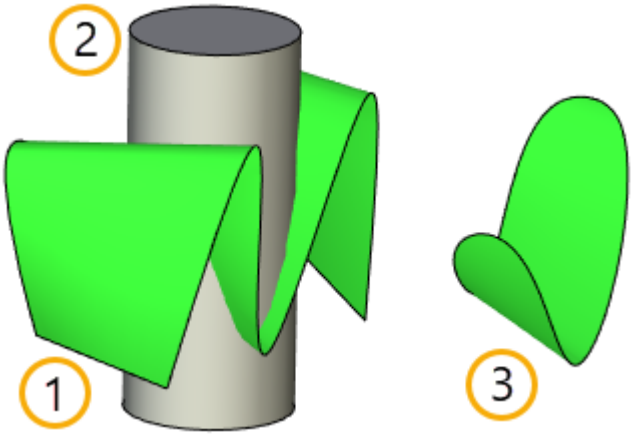
Результатом пересечения твёрдых тел является тело, представляющее собой общую часть всех операндов.



1. Первый операнд
2. Второй операнд
3. Наложение двух операндов
*4. Результат булевой операции **Пересечение** между твёрдыми телами*

Тело-поверхность - Твёрдое тело

Если в качестве первого операнда было выбрано тело-поверхность без указания направления нормали, а в качестве второго – твёрдое тело, то в результате выполнения булевой операции **Пересечение** будет сформировано тело-поверхность, представляющее собой общую часть двух операндов.



1. Первый операнд - тело-поверхность
2. Второй операнд - твёрдое тело

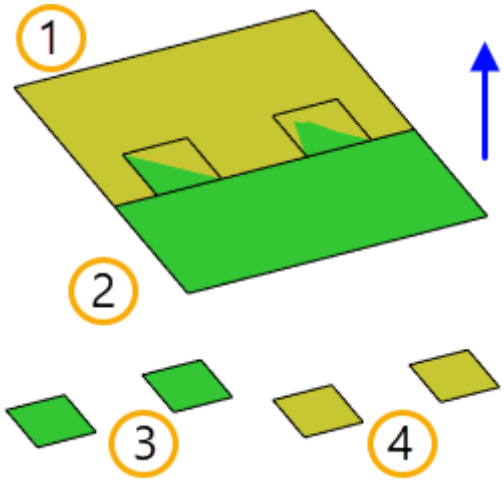
*3. Результат булевой операции **Пересечение** тела-поверхности с твёрдым*

Тело-поверхность (с заданием направления нормали) - Твёрдое тело

Если в качестве одного из операндов было выбрано тело-поверхность с указанием направления нормали, а в качестве другого – твёрдое тело, то в результате выполнения булевой операции **Пересечение** будет сформировано твёрдое тело, представляющее часть исходного тела, располагавшуюся по одну из сторон от исходной поверхности.

Тело-поверхность - Тело-поверхность

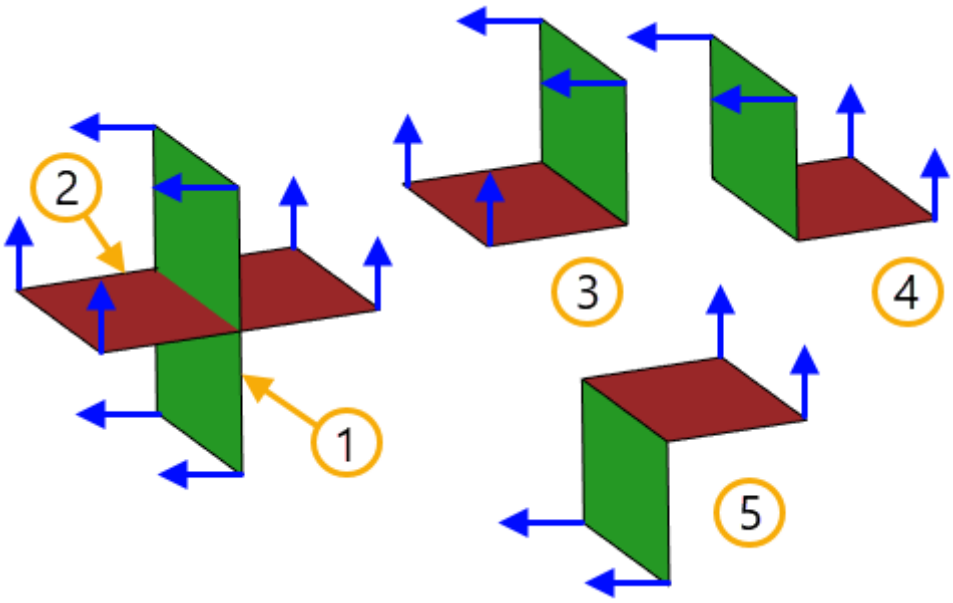
Если тела-поверхности совпадают на определённом участке, то в результате выполнения булевой операции **Пересечение** остается общая их часть.



1. Первый операнд
2. Второй операнд
*3. Результат операции **Пересечение** между вторым и первым операндами (телами-поверхностями)*
*4. Результат операции **Пересечение** между первым и вторым операндами (телами-поверхностями)*

Булевы операции между поверхностями с указанием нормалей

Одной из возможностей применения булевых операций между телами-поверхностями является создание углов. Для этого тела-поверхности в команде должны пересекаться и для них должны быть указаны направления нормалей. В зависимости от направления нормалей к поверхностям тел-поверхностей и типа применяемой булевой операции получаются различные результирующие тела-поверхности. При этом сохраняются направления нормалей на результирующем теле.



1. Первый операнд
2. Второй операнд
3. Результат булевой операции ***Сложение****, включена опция* ***Интерпретация операндов*** *>* ***Первых, Вторых*** *>* ***Против направления нормали***
4. Результат булевой операции ***Вычитание****, включена опция* ***Интерпретация операндов*** *>* ***Первых, Вторых*** *>* ***Против направления нормали***
5. Результат булевой операции ***Пересечение****, включена опция* ***Интерпретация операндов*** *>* ***Первых, Вторых*** *>* ***Против направления нормали***

Основные параметры Булевой операции

Выбор типа булевой операции

Выбор типа операции осуществляется во вкладке **Основные параметры**:

	<+>	Сложение
	<->	Вычитание
	<*>	Пересечение

При первом выполнении команды булевой операции после запуска программы в автоменю автоматически устанавливается тип булевой операции **Сложение**. При повторном вызове команды создания булевой операции в нажатом состоянии будет кнопка, соответствующая типу, выбранному при последнем использовании булевой операции.

Выбор операндов для глобальной булевой операции

Для выбора операндов глобальной булевой операции используется следующая опция:

	<1>	Выбрать булевы операнды

При этом в автоменю становятся доступными опции:

<F> Выбрать первое тело

<S> Выбрать второе тело

При активизации одной из этих опций фокус ввода перемещаемся в соответствующее окно выбора первых или вторых операндов в окне параметров. И на оборот, переключаясь между окнами выбора операндов в окне параметров, в автоменю активизируется соответствующая опция. Выбрать тела в качестве первых или вторых операндов можно непосредственно в 3D сцене или в окне дерева 3D модели. Тела первых операндов подсвечиваются в сцене зеленым цветом, тела вторых операндов – желтым. Выбранный в окне параметров операнд подсвечивается в сцене синим цветом.

Для удаления любого операнда из списка нужно после его выбора в окне **Параметры** нажать кнопки **Удалить элемент из списка** или **Очистить**.

После создания булевой операции тела операндов будут удалены из сцены и останется только результирующее тело.

Выбор операндов для локальной булевой операции

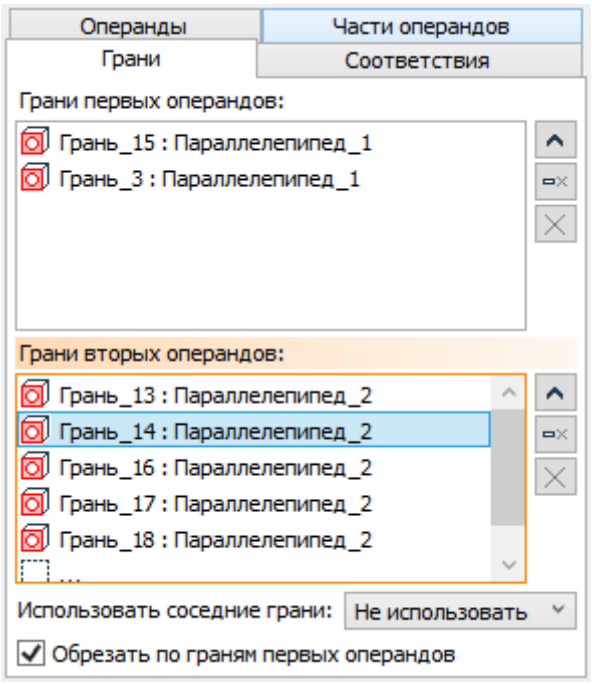
Для перехода в режим выбора граней для создания локальной булевой операции можно воспользоваться опцией автоменю:

<3> Выбрать локальные грани

Также для активизации этого режима можно переключиться на закладку **Грани** в окне **Параметры**. При этом в автоменю становятся доступными следующие опции:

<F> Выбрать локальные грани первого операнда

<S> Выбрать локальные грани второго операнда



После выбора операндов можно, при помощи указанных опций автоменю или перевода фокуса ввода в окна закладки **Грани**, выбирать грани тел в сцене для создания локальной булевой операции. Во время создания булевой операции можно не выбирать операнды, а сразу переключиться в режим выбора граней. При этом тела, грани которых выбраны, будут автоматически добавлены как операнды на соответствующую закладку в параметрах операции. Маркировка граней первых и вторых операндов аналогична выбору операндов-тел. Для удаления грани нужно выбрать её в списке на закладе **Грани** и нажать кнопки **Удалить элемент из списка** или **Очистить**. В некоторых случаях необходимо включить параметр Обрезать по граням первых операндов для формирования правильного результата операции.
При создании локальной булевой операции могут быть использованы грани, соседние с выбранной гранью. Для этого нужно выбрать соответствующее значение в выпадающем списке параметра Использовать соседние грани.

Выбор частей операндов

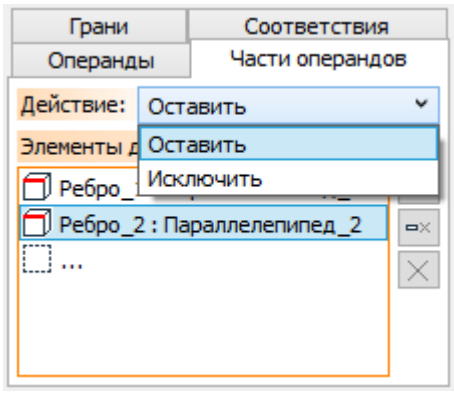
Для создания выборочной булевой операции служит следующая опция:

<2> Выбрать части операндов

Также для активизации этого режима можно переключиться на закладку **Части операндов** в окне **Параметры**. При этом в автоменю становятся доступными следующие опции:

<S> Выбрать элемент, определяющий часть операнда

<H> Выбрать точку, определяющую часть операнда



При помощи этих опций можно выбрать элементы, определяющие части операндов. Имена выбранных элементов будут добавлены в список на закладке **Части операндов** в окне **Параметры**. На этой же закладке можно выбрать действие для выбранных частей операндов: оставлять их в результирующем теле или исключать. Это действие устанавливается для всех выбранных частей операндов.

Задание соответствия элементов

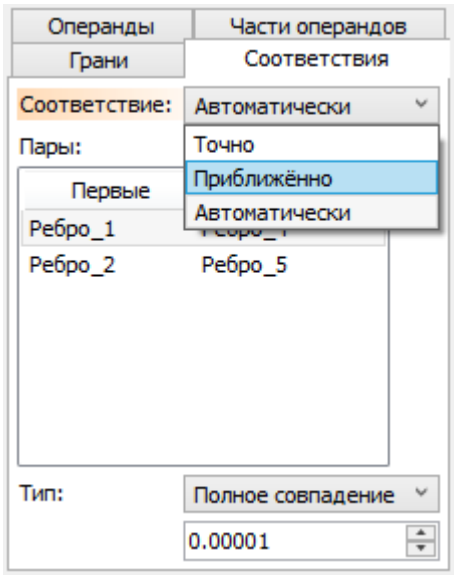
Для задания соответствия элементов служит опция:

<4> Задание соответствий элементов

Также для активизации этого режима можно переключиться на закладку **Соответствия** в окне **Параметры**. При этом в автоменю становятся доступными следующие опции:

<F> Выбрать первый элемент

<S> Выбрать второй элемент



При помощи этих опций элементы для задания соответствия выбираются попарно. Имена выбранных элементов отображаются на закладке **Соответствия** в окне **Параметры**. Для всех пар элементов может быть установлен точный или приближенный метод. Тип соответствия выбирается из списка параметра **Тип** на этой закладке.

> Следует отметить, что набор типов соответствия в этом списке может быть разным в зависимости от сочетания топологических элементов в паре (см. таблицу в разделе Соответствие элементов булевой операции).

На этой закладке может быть установлена точность соответствия.

Предварительный просмотр результатов булевых операций

Для предварительного просмотра результата булевой операции, а также изменений, вносимых булевой операцией, необходимо воспользоваться опцией просмотра автоменю или аналогичной кнопкой окна параметров:

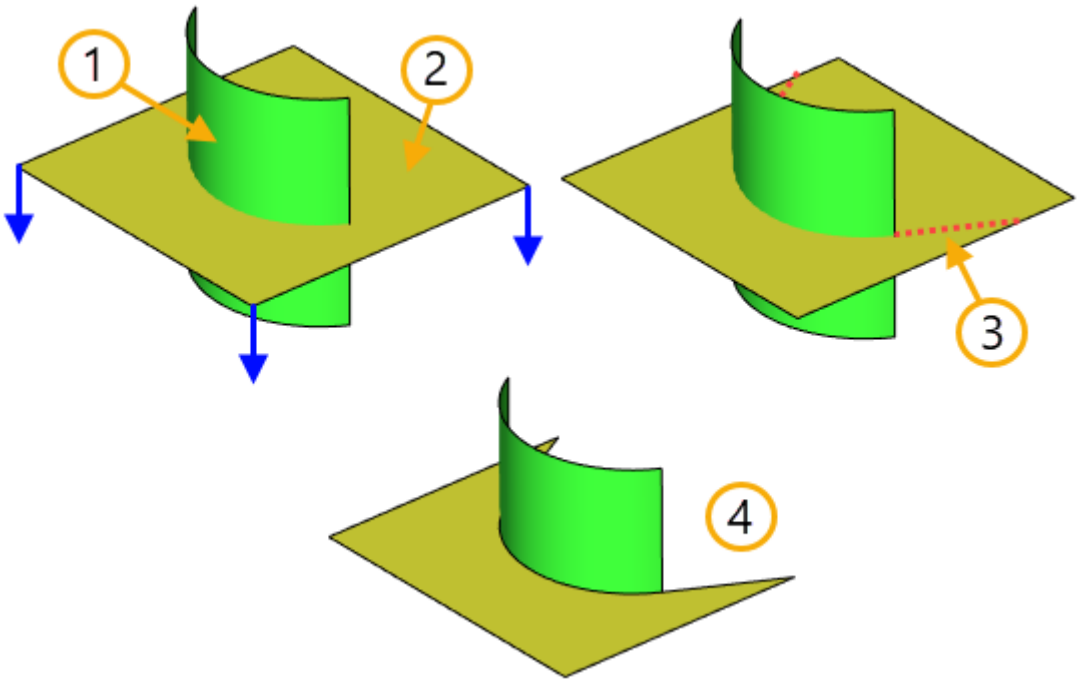
<F5> Предварительный просмотр результата операции

<Ctrl+F5> Предварительный просмотр изменений, вносимых операцией

Дополнительные параметры Булевой операции

Продолжение рёбер операндов

При работе с поверхностями булева операция не может быть рассчитана в случае, когда одна поверхность не пересекает другую полностью. В такой ситуации опция продления рёбер позволяет продлить линию пересечения этих двух поверхностей на первых и/или вторых операндах по касательной до ближайшего ребра или границы этих операндов.



1. Первый операнд
2. Второй операнд
3. Продление линии пересечения по касательной на втором операнде
4 Результат булевой операции ***Сложение*** *между телами-поверхностями, включены опции* ***Интерпретация операндов*** *>* ***Первых, Вторых*** *>* ***По направлению нормали*** *и* ***Продолжение рёбер*** *>* ***На первых операндах*** *>* ***До ближайшего ребра***

Интерпретация операндов

Булева операция может воспринимать грани тел-поверхностей как грани твердого тела, условно достраивая на них объем в выбранном направлении. Опция интерпретации операндов позволяет выбрать, как поверхность будет восприниматься командой и в каком направлении будет достраиваться объем на гранях поверхности.
Возможны три варианта интерпретации тела-поверхности:

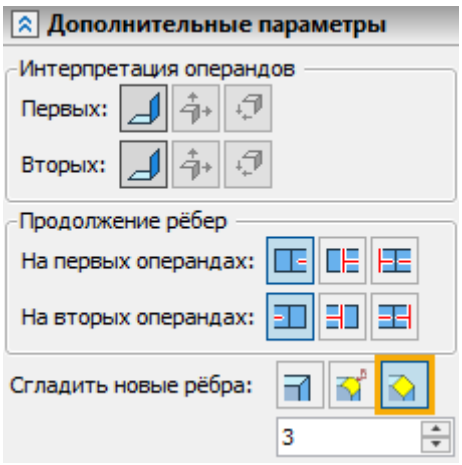
- непосредственно как тело-поверхность
- против направления нормали
- по направлению нормали

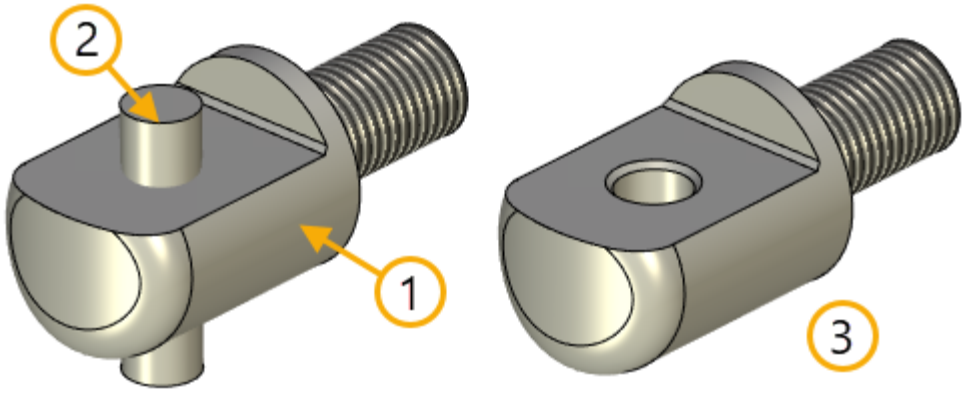
В зависимости от того, как оно определяется системой, будут сформированы различные результаты булевой операции. Определить тела-поверхности можно при помощи выбора соответствующих значений в выпадающих списках параметров интерпретации операндов.

> Результаты булевой операции с интерпретацией операндов каждого варианта описаны в разделах Булево Сложение, Булево Вычитание, Булево Пересечение.

Сгладить новые рёбра

Еще одной возможностью булевых операций является сглаживание новых ребер. Под новыми ребрами подразумеваются ребра, полученные в результате пересечения граней операндов. При изменении геометрии операндов, уменьшении или увеличении числа новых ребер, система будет автоматически это отслеживать и формировать сглаживание. В команде можно выбрать тип сглаживания: скругление или фаску и задать радиус сглаживания.





1. Первый операнд
2. Второй операнд
*3. Результат булевой операции **Вычитание** с созданием фаски на новых рёбрах*

Копирование по образцу

Если в качестве одного из операндов используется 3D массив, то, включив параметр **Копирование по образцу**, можно значительно сократить время выполнения булевой операции.

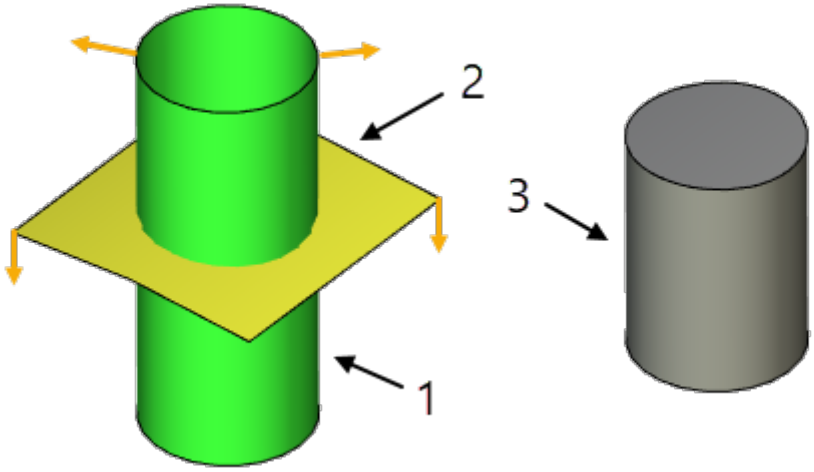
Допускается отсутствие одной из исходных операций

Если в создаваемой булевой операции включить параметр **Допускается отсутствие одной из исходных операций**, то в дальнейшем можно будет подавить один из операндов и при этом сохранить результат булевой операции.

Результат операции

Если в результате создания булевой операции может быть сформировано как твёрдое, так и тело-поверхность, то нужный тип можно выбрать при помощи опции **Результат операции** в дополнительных параметрах операции. При значении **По умолчанию** командой будет создан приоритетный тип результирующего тела.

Исходные тела	**Результат булевой операции «Вычитание»**



1. Первый операнд с интерпретацией против нормали
2. Второй операнд с интерпретацией по нормали
3. Выбран результат - Тело

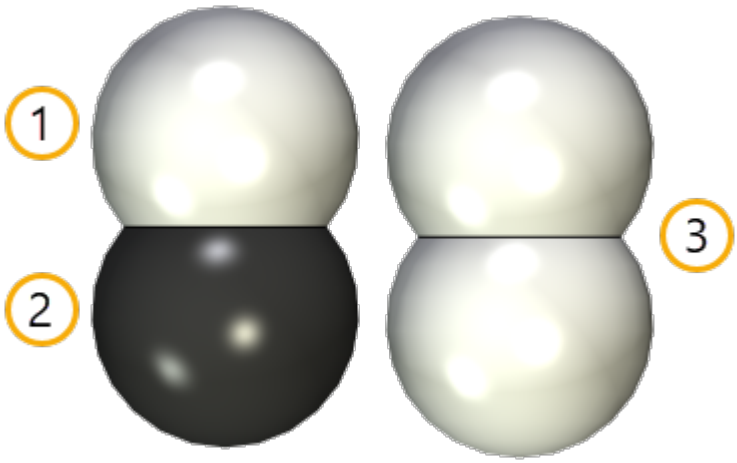
Как уже отмечалось ранее, эта опция носит рекомендательный характер. В случае невозможности формирования выбранного типа результирующего тела, значение этого параметра будет игнорироваться.

Материал новых граней

Для определения материала, который применяется к результату булевой операции, используется комбинация параметров. Помимо общих для всех операций параметров материала на закладке **Общие** (параметры **Источник**, **Основной**, **Покрытие**) учитывается также параметр назначения материала для новых граней, которые создаются в результате булевой операции. Для выбора материала используется опция **Материал новых граней**.

Может быть выбрано одно из трех значений:

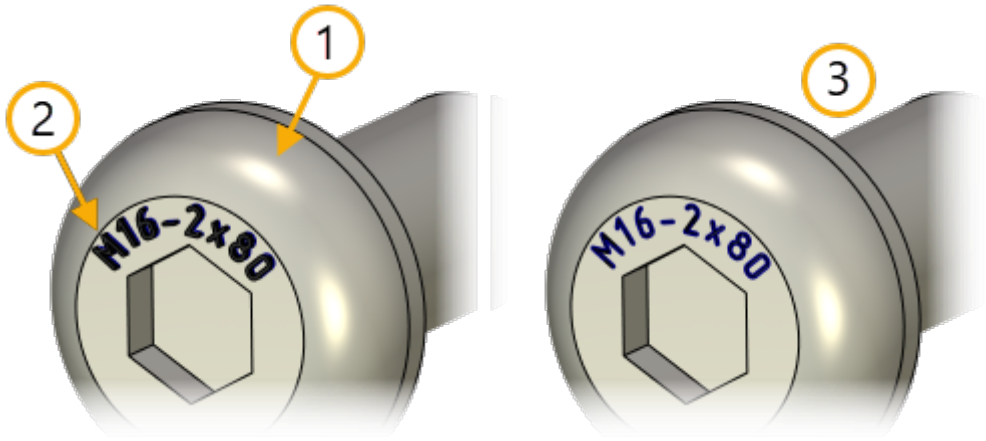
- **Материал 1-го операнда**. В этом случае для новых граней будет назначен основной материал, либо материал покрытия, если он задан, в соответствии с этими параметрами первого операнда. Если первых операндов несколько и они с разными материалами, то на новых гранях будет сохранён материал того операнда, который участвовал в формировании этих граней.



1. Первый операнд
2. Второй операнд

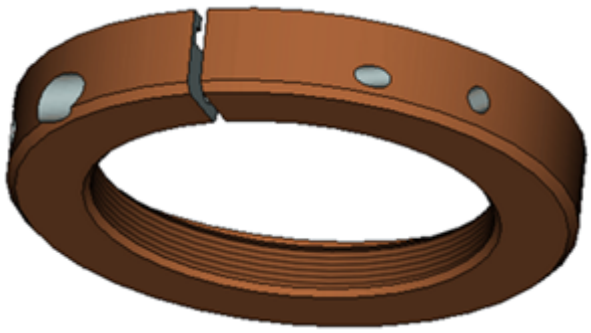
*3. Результат булевой операции **Сложение***

- **Материал 2-го операнда**. При этом значении материал граней второго операнда, которые участвовали в формировании новых граней, перенесется на эти новые грани. Это может быть и основной материал, и материал покрытия, если он задан, и даже материал операции назначения материала. Например, в результате булевой операции Вычитание между первым операндом с материалом сталь и вторым операндом с материалом черный пластик на созданных гранях результирующего тела будет наложен материал черный пластик. Если вторых операндов несколько и они с разными материалами, то на новых гранях будет сохранён материал того операнда, который участвовал в формировании этих граней.



1. Первый операнд - сталь
2. Второй операнд - черный пластик
*3. Результат булевой операции **Вычитание***

- **Основной материал 1-го операнда**. Действие этого параметра аналогично первому параметру (**Материал 1-го операнда**), за исключением случая, когда задан материал покрытия, материал покрытия на новых гранях не применяется. Например, если в детали с основным материалом **Сталь** и с покрытием **Медь** с помощью булевой операции проделать отверстие, то внутри оно будет выглядеть стальным в соответствии с основным материалом.

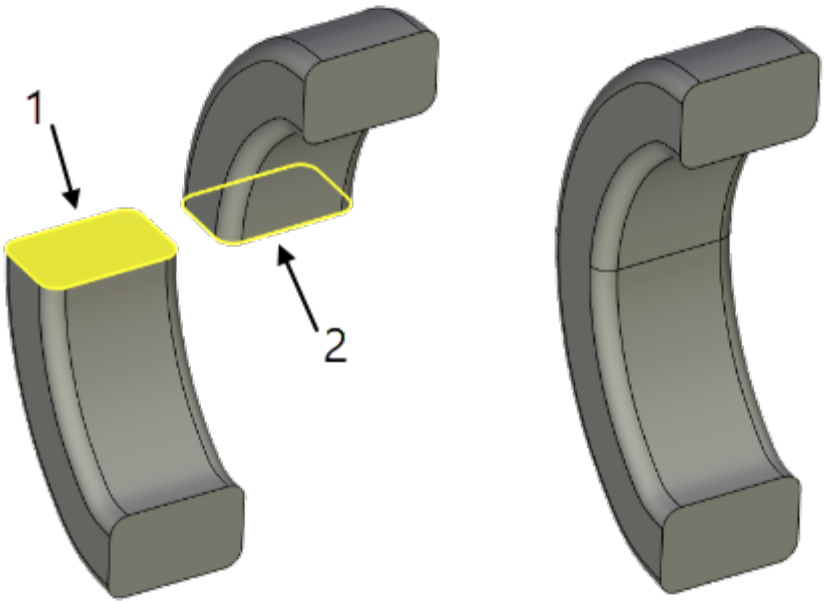


Соответствие элементов Булевой операции

С помощью данной возможности можно тонко настроить булеву операцию в тех случаях, когда основной алгоритм неправильно определяет касательные случаи или не хватает точности, поскольку точность всего алгоритма булевой операции может быть выше точности обработки взаимодействия конкретных поверхностей. Для этого можно указать вручную тип контакта и соответствие операндов, что позволяет ускорить процесс пересчета булевой операции в сложных ситуациях.
В команде предусмотрены четыре типа соответствия:

- Полное совпадение – границы топологических элементов совпадают с заданной точностью.

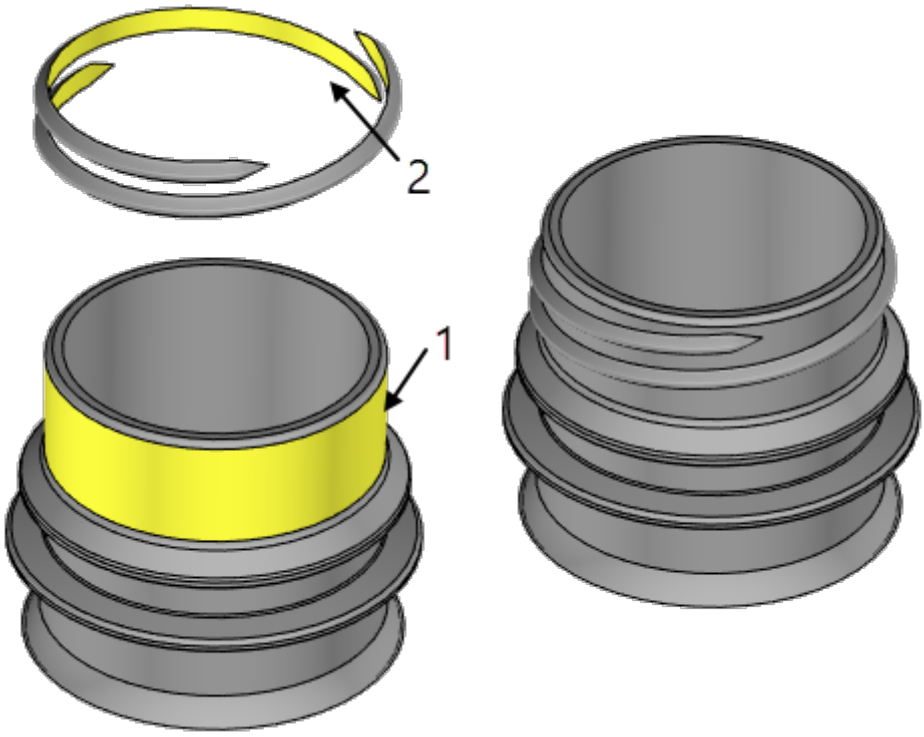
Исходные тела **Результат булевой операции «Сложение»**



1. Грань первого операнда
2. Грань второго операнда

- Включение – границы второго элемента лежат в пределах границ первого элемента.

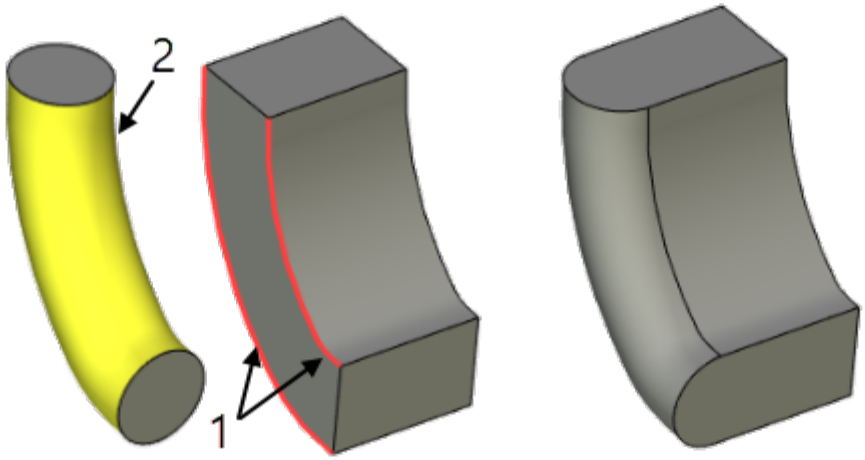
Исходные тела **Результат булевой операции «Сложение»**



1. Грань первого операнда
2. Грани вторых операндов

- Частичное совпадение – границы одного элемента частично совпадают с границами другого элемента.

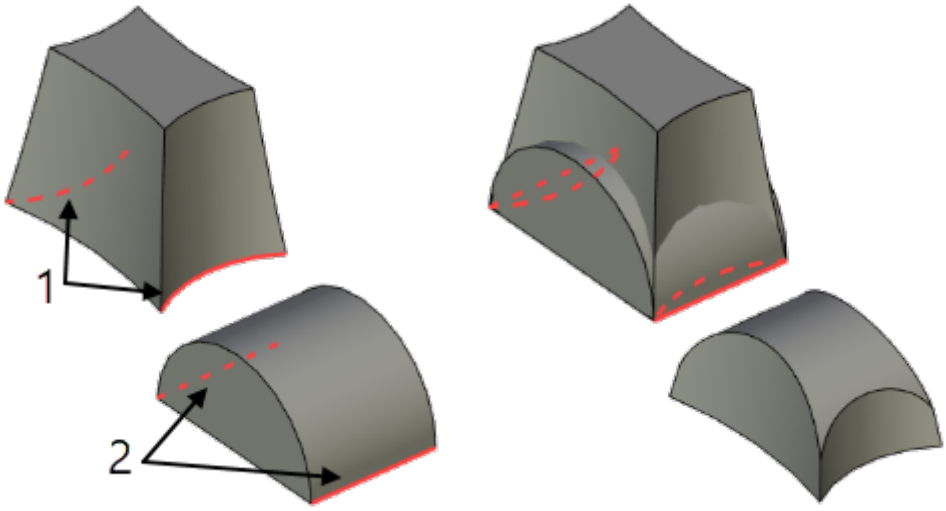
Исходные тела | **Результат булевой операции «Сложение»**



1. Рёбра первого операнда
2. Грань второго операнда

- Проецирование – совпадение отпечатков границ топологических элементов.

Исходные тела | **Результат булевой операции «Пересечение»**



1. Рёбра первого операнда
2. Рёбра второго операнда

В таблице ниже представлено описание типов соответствия для различной топологии операндов:

	Соответствие:	**Соответствие: Включение**	**Соответствие:**	**Соответствие: Проецирование**

	Полное совпадение		Частичное совпадение	
Тип контакта: Вершина Вершина	—	—	—	Совпадение вершин операндов при проецировании
Тип контакта: Ребро Ребро	Кривые ребер совпадают с заданной точностью. Соответствующие вершины ребер совпадают с заданной точностью	Кривые ребер совпадают с заданной точностью. Границы второго ребра лежат полностью в пределах первого ребра	—	Совпадение ребер операндов при проецировании
Тип контакта: Грань Ребро	—	Кривые ребер совпадают с поверхностью грани с заданной точностью. Ребро лежит полностью в пределах грани	Кривая ребра совпадает с поверхностью грани с заданной точностью. Ребро может пересекать границы (ребра) грани	—
Тип контакта: Грань Грань	Поверхности граней совпадают с заданной точностью. Каждое ребро первой грани соответствует ребру второй грани. Совпадение ребер может быть не точным	Поверхности граней совпадают с заданной точностью. Вторая грань лежит в пределах первой грани. Ни одно ребро второй грани не пересекает границ первой грани. Хотя ребра граней могут совпадать	Поверхности граней совпадают с заданной точностью. Границы одной грани могут пересекать границы другой грани	—

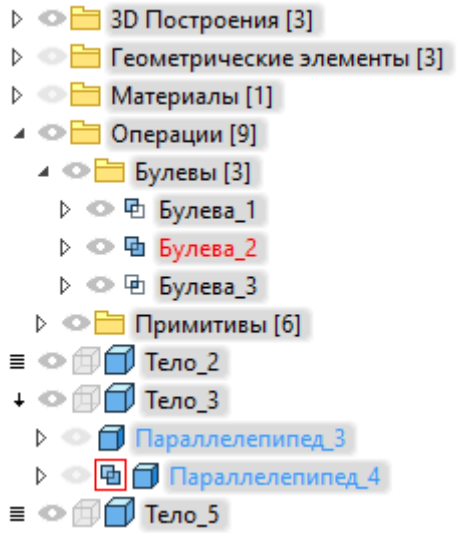
Соответствие может быть точным, либо приближенным. При точном соответствии предполагается, что операнды имеют только описанные контакты и других совпадений или пересечений нет. Если установить приближенное соответствие, то кроме указанных контактов система будет искать другие пересечения операндов. Выполнение этого метода занимает больше времени по сравнению с точным методом, зато в некоторых случаях является единственно возможным для получения результата булевой операции.

Особенности работы Булевой операции

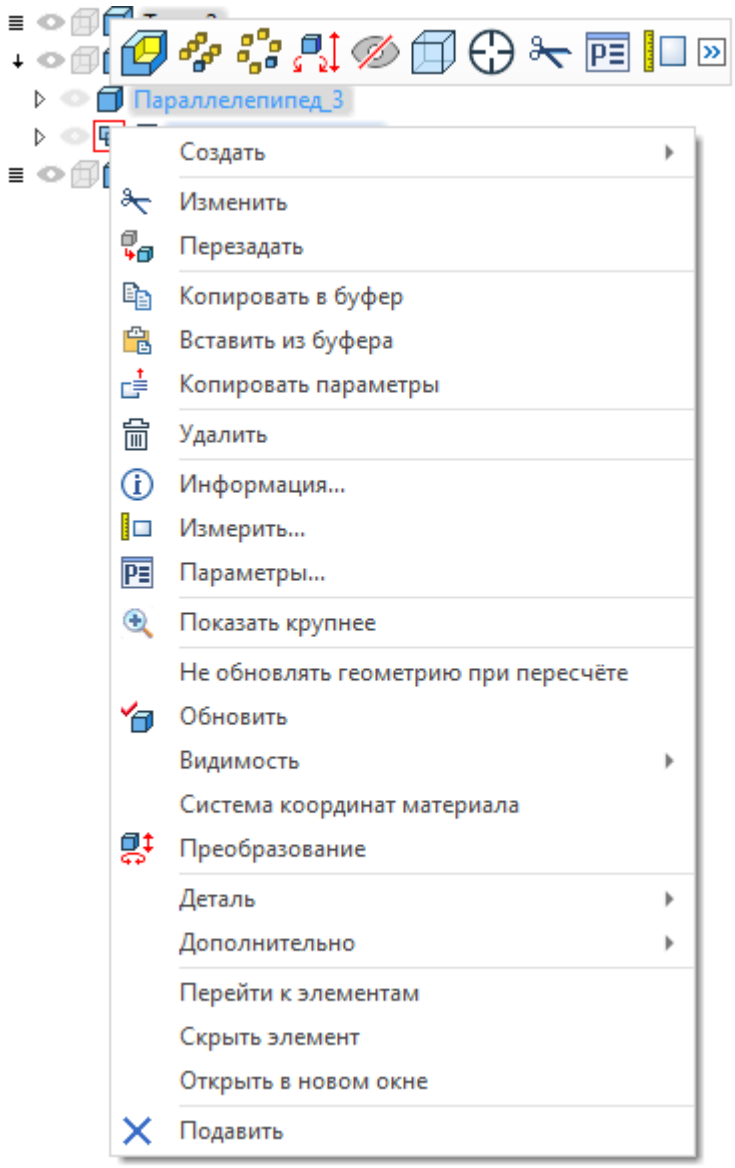
Отображение булевой операции в окне 3D Модель

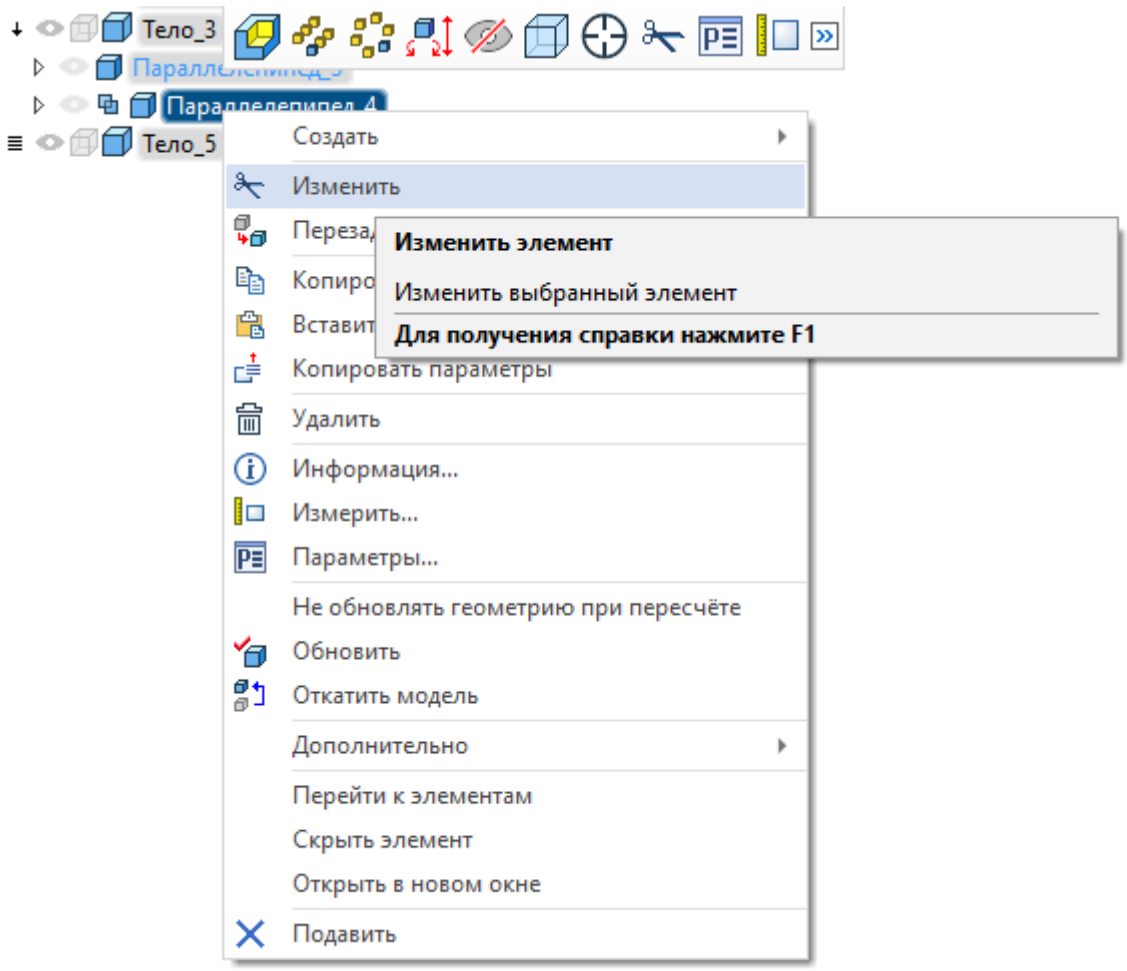
После создания булевой операции она помещается в папку **Булевы** в окне **3D модель**. Слева от каждой булевой операции отображается пиктограмма, обозначающая тип операции (**Сложение**, **Вычитание**, **Пересечение**). Особым образом булевы операции отображаются в дереве 3D

модели. При раскрытии структуры Тела булева операция показывается в виде пиктограммы слева от второго операнда. На рисунке показана Булева_2: сложение первого операнда Параллелипипед_3 со вторым операндом Параллелипипед_4.



При нажатии на пиктограмме слева от второго операнда в дереве модели вызывается контекстное меню для булевой операции. Также контекстное меню для булевой можно вызвать из контекстного меню для второго операнда в дереве модели.


Параллелепипед_3
Создать
Изменить
Перезадать
Копировать в буфер
Вставить из буфера
Копировать параметры
Удалить
Информация...
Измерить...
Параметры...
Показать крупнее
Не обновлять геометрию при пересчёте
Обновить
Видимость
Система координат материала
Преобразование
Деталь
Дополнительно
Перейти к элементам
Скрыть элемент
Открыть в новом окне
Подавить



Создание булевой операции в дереве 3D модели

В дереве 3D модели можно создать булеву операцию без явного вызова команды создания.

Используя метод **Drag&Drop**, можно выбрать одно тело в дереве 3D модели и удерживая левую кнопку мыши перетащить его на другое тело. В этом случае будет автоматически создана булева операция Сложение. Если при этом удерживать нажатым **<Ctrl>** будет создана булева операция **Вычитание**. Если вместо **<Ctrl>** удерживать нажатым **<Shift>** будет создана булева операция **Пересечение**. Перетаскиваемое тело будет вторым операндом, а тело, на которое перетаскивают – первым операндом.

Режим доработки 3D фрагмента

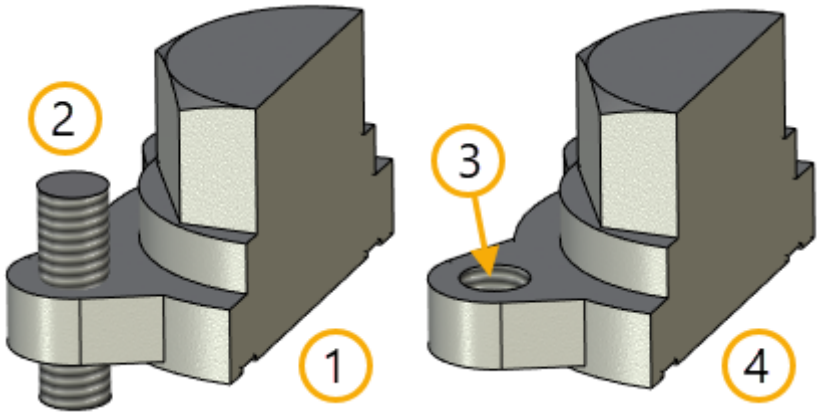
<Num0> Режим доработки 3D фрагмента

Опция автоматически становится доступной в автоменю команды при выборе фрагментов в сборке.

Нанесение резьбы при помощи булевой операции

Если на грани одного из операндов нанесена косметическая резьба и эта грань контактирует с гранями другого операнда, то в этом случае есть возможность автоматически создать косметическую резьбу на грани результирующего тела. Например, как показано на рисунке ниже, из тела корпуса вычитается тело с косметической резьбой на грани. При этом на созданной грани результирующего тела автоматически создается косметическая резьба.

Следует заметить, что резьба на грани второго операнда должна быть **Внутренней**, для того, чтобы на результирующем теле резьба в отверстии также была создана как **Внутренняя**.



1. Первый операнд
2. Второй операнд - тело с внутренней резьбой
3. Косметическая резьба, созданная на грани результирующего тела
*4. Результат булевой операции **Вычитание***

Использование Булевой операции при создании других операций

При создании многих операций 3Dмоделирования T-FLEX CAD возможно автоматическое создание булевой операции. Создаваемое тело при этом всегда является вторым операндом булевой операции. В качестве первого операнда выбирается любое из уже существующих тел 3D модели.

Для создания булевой операции необходимо:

1. Включить режим создания булевой операции путем нажатия на соответствующей опции автоменю:

   <Ctrl>+<B> Режим создания булевой операции: **Интеллектуальный**

После включения режима создания булевой операции соответствующая опция автоменю будет будет выделена голубым цветом.

2. Изменить при необходимости режим создания операции, зажав и удерживая на соответствующей опции автоменю, с последующим выбором нужного варианта в выпадающем списке:

   <Ctrl>+<+> Сложение

<Ctrl>+<-> Вычитание

<Ctrl>+<*> Пересечение

<Ctrl>+<I> Интеллектуальный

Принцип действия интеллектуального режима

- Если создаваемое тело и выбранное тело имеют пересечение объемами - тип булевой операции: **вычитание**.
- Если создаваемое тело полностью лежит внутри выбранного тела - тип булевой операции: **вычитание**.
- Если создаваемое тело касается выбранного тела – тип булевой операции: **сложение**.
- Если выбранное тело лежит внутри создаваемого, или при определении типа проникновения тел возникла ошибка, или ни одно уже упомянутых условий не выполнено – **тип булевой не определен, булева операция не будет создана**.

3. Выбрать первый операнд булевой операции (в некоторых случаях – необязательное действие) с помощью опции автоменю:

<Ctrl>+<T> Выбрать исходное тело для булевой операции

Выбранное с помощью этой опции тело подсвечивается зеленым цветом в 3D сцене.
Выбор исходного тела становится доступен после задания минимально необходимых данных для задания создаваемого тела. Если в сцене присутствует всего одно тело, то оно выбирается автоматически. Создаваемое в операции новое тело является вторым операндом булевой операции.
После подтверждения создания операции сначала создаётся тело операции 3D моделирования, а затем выполняется булева операция заданного типа.

Динамический просмотр и предварительное отображение результатов операции в виде каркасных элементов не отображают результаты булевой операции. Чтобы увидеть результат булевой операции до её создания, используйте предварительный просмотр . Если булева операция не имеет результата, то на предварительном просмотре будет видна только создаваемая операция.

Булевы операции с 3D фрагментами

Использование 3D фрагментов в качестве операндов является уникальной возможностью T-FLEX CAD. Благодаря этому значительно расширяются возможности создания параметрических 3D моделей и сборок. При вставке 3D фрагмента в сборку есть возможность автоматически создавать булеву операцию с телами сборки. Более подробно о возможностях использования 3D фрагмента в качестве операнда можно посмотреть в разделе Создание булевой операции с 3D фрагментами и в описании команды Параметры документа в разделе **3D**.
При создании 3D фрагментов с заданной автоматической булевой операцией предварительный просмотр отображает не только вставляемый фрагмент, но и результат этой булевой операции.

Редактировать Булеву операцию

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<ЗЕВ>	Правка > Операции > Булева операция

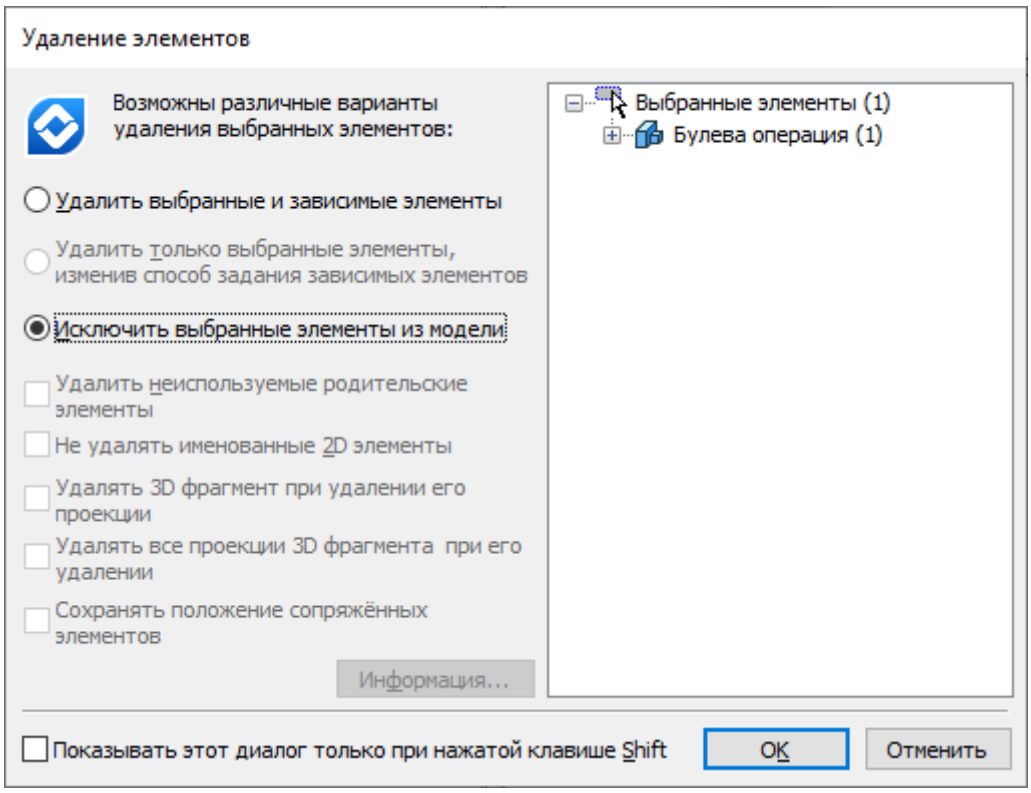
Команда предназначена для редактирования Булевой операции.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

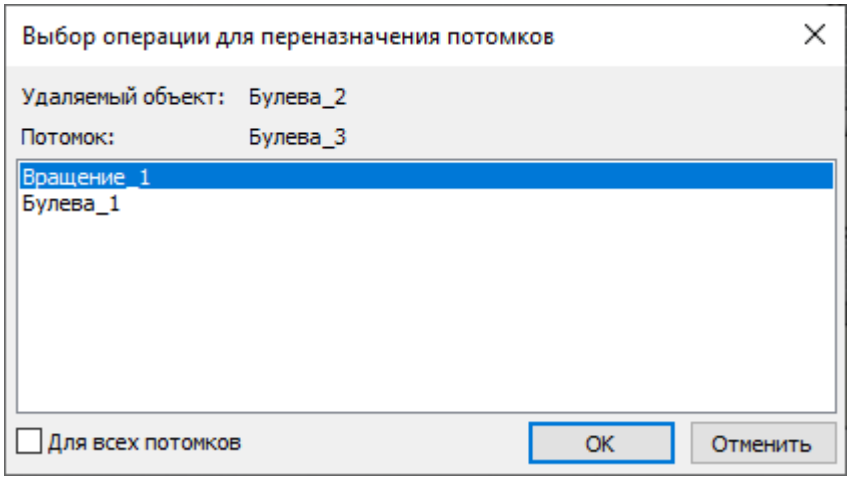
Если выбран один элемент, его можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию). Перезадание элемента полностью совпадает с командой **Булева**.
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** + (комбинация **<Ctrl>** + отменяет выбор).

Удаление Булевой операции

Если булева операция находится на верхнем уровне дерева, то при её удалении в дереве модели останутся Тела операндов этой булевой операции. Если же у булевой операции есть потомки, то при её удалении будет выдан диалог **Удаление элементов**.



Если в этом диалоге выбрать вариант **Исключить выбранные элементы из модели**, то будет выдан диалог **Выбор операции для переназначения потомков**, в котором предлагается выбрать один из операндов булевой операции, на который будут переведены все потомки булевой.



По сечениям

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Операции > По сечениям Поверхности > Расширенные > По сечениям
Клавиатура	Текстовое меню
<3SL>	Операции > По сечениям

Операция предназначена для создания твёрдых тел или поверхностей со сложной геометрией. В качестве базовых для операции **По сечениям** могут служить практически любые элементы модели, имеющие в своей основе геометрию одного из трёх типов: **точка**, **проволока**, **поверхность**. В зависимости от типа геометрии исходных элементов результат может быть получен как в виде **твёрдого тела**, так и в виде **набора поверхностей**. Сплайновые результирующие поверхности формируются на основе заданного набора сечений и направляющих, с учётом выбранных граничных условий и точек соответствия. Среди настроек операции есть оптимизационный модуль, позволяющий формировать, где это возможно, простые аналитические поверхности.

Правила задания операции

Для работы в команде и задания необходимых компонентов совместно используется диалог параметров и автоменю. Они работают синхронно и дополняют друг друга. Состояние автоменю зависит от стадии задания операции, от предназначения и типа выбираемых объектов. Режимы выбора объектов могут переключаться как с помощью автоменю, так и при помощи окна параметров.

При расчёте данной операции поверхность формируется на основе элементов каркаса и заданных граничных условий. Элементами каркаса являются сечения и направляющие.

Для создания операции нужно выполнить следующие действия:

1. Задать сечения.
2. Задать направляющие (необязательное действие).
3. Задать точки соответствия (необязательное действие).
4. Задать граничные условия (необязательное действие).
5. Подтвердить создание операции.

Основные темы в этом разделе:

- Общие сведения об операции По сечениям
- Выбор сечений операции По сечениям
- Направляющие операции По сечениям
- Точки соответствия операции По сечениям
- Граничные условия операции По сечениям
- Дополнительные параметры операции По сечениям
- Тонкостенный элемент в операции По сечениям
- Параметры сглаживания операции По сечениям
- Редактировать операцию По сечениям

Общие сведения об операции По сечениям

Сечения

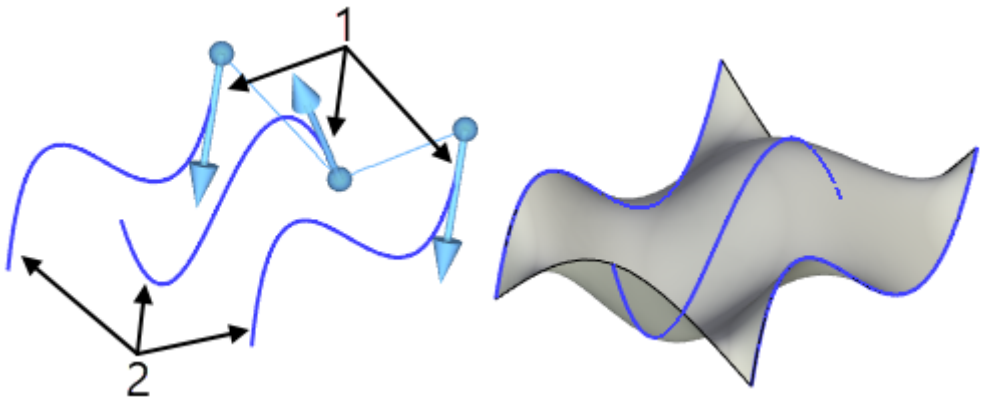
Сечения служат для определения формы поверхности в первом направлении. Для создания операции в самом простом случае достаточно выбрать как минимум два сечения.

Сечение может представлять собой поверхностный или проволочный объект. Проволочный объект может быть как **замкнутым**, так и **разомкнутым**. Одно сечение может быть составлено из нескольких

частей, которые можно свободно добавлять и удалять в процессе задания операции. Набор объектов, составляющих одно сечение, должен иметь геометрию одного типа. Например, одно сечение может составлять набор путей и рёбер, или набор сопряженных граней.

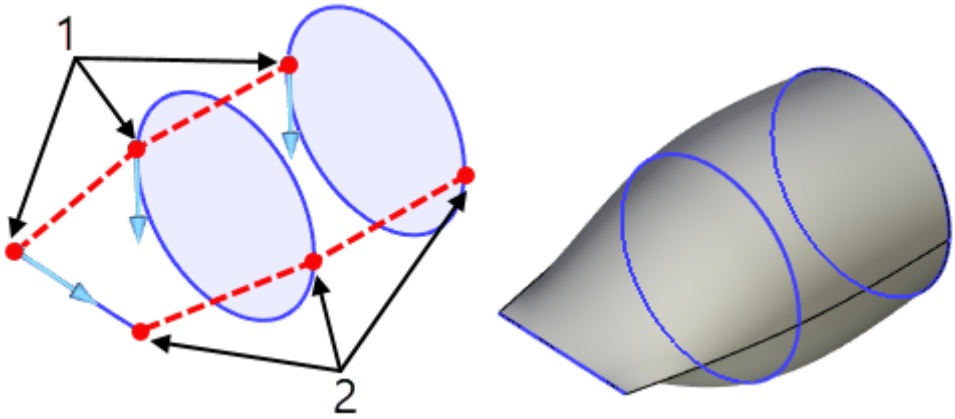
Сечение имеет такой параметр, как направление обхода контура. При задании операции на выбранном сечении в направлении обхода рисуется стрелка.

Направление обхода контура используется при расчёте поверхности, оно должно совпадать для всех выбранных сечений. В большинстве случаев система самостоятельно может определять направления сечений для достижения успешного результата. Но при необходимости оно может быть изменено пользователем для каждого отдельного сечения.



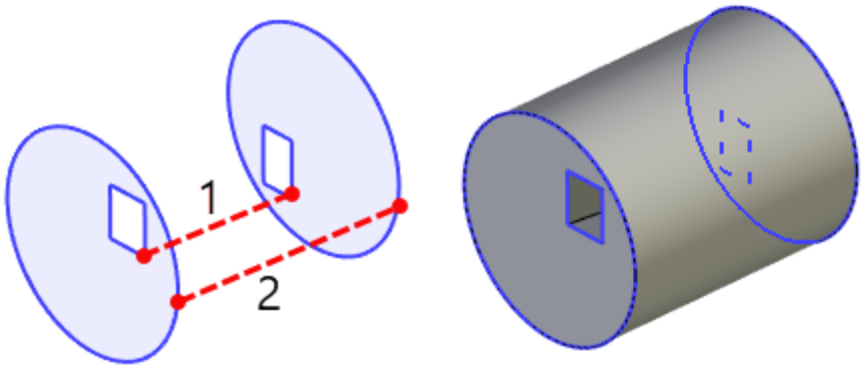
1. Направления обхода контура
2. Сечения

Контуры всех сечений, по которым строится результирующая поверхность, должны быть одного типа: либо **замкнутые**, либо **разомкнутые**. Исключение составляет случай создания тела типа «тюбик», когда основной набор задан замкнутыми сечениями, а первое или последнее сечение задано разомкнутой «проволокой». Для успешного создания такого тела необходимо строго соблюсти ряд условий при задании точек соответствия (см. ниже).



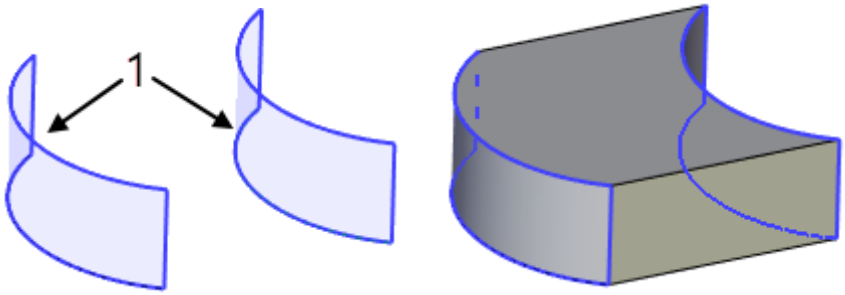
1. Стартовые точки соответствия
2. Дополнительные точки соответствия

В качестве сечений могут быть использованы **многоконтурные** профили, при условии одинаковости их топологий. Например, это могут быть подобные профили или копии одного и того же многоконтурного профиля. При этом могут быть заданы направляющие, точки соответствия или граничные условия. При выборе такого тела во вкладке **Соответствия** нужно дополнительно указать **Внутренние** и **Внешние** стартовые точки, одни из которых являются начальными точками.



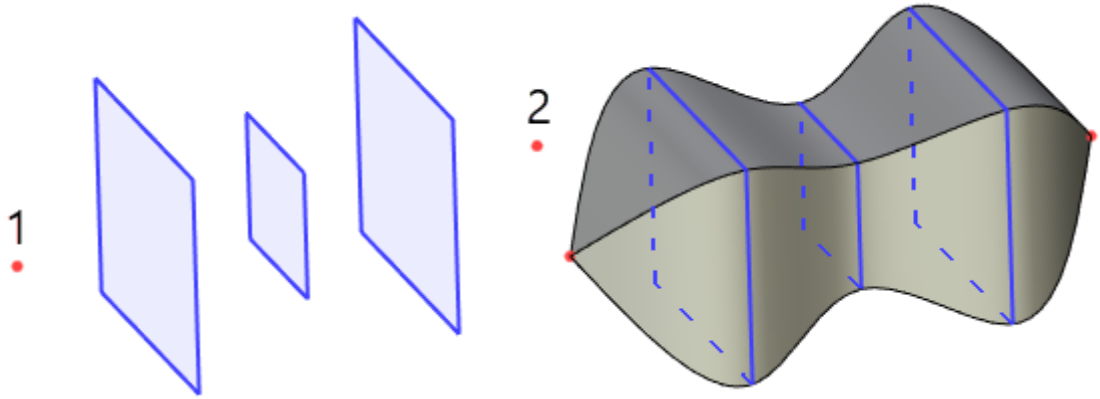
1. Внутренние стартовые точки
2. Внешние стартовые точки

Сечения могут быть **плоскими** или **неплоскими**. Для неплоских замкнутых сечений доступны варианты всех граничных условий.



1. Неплоские сечения (3D Профили)

В качестве первого и последнего сечения может использоваться точка. В этом случае поверхность на концах будет сходиться в выбранных точках.



1. Первое сечение (3D Узел)
2. Последнее сечение (3D Узел)

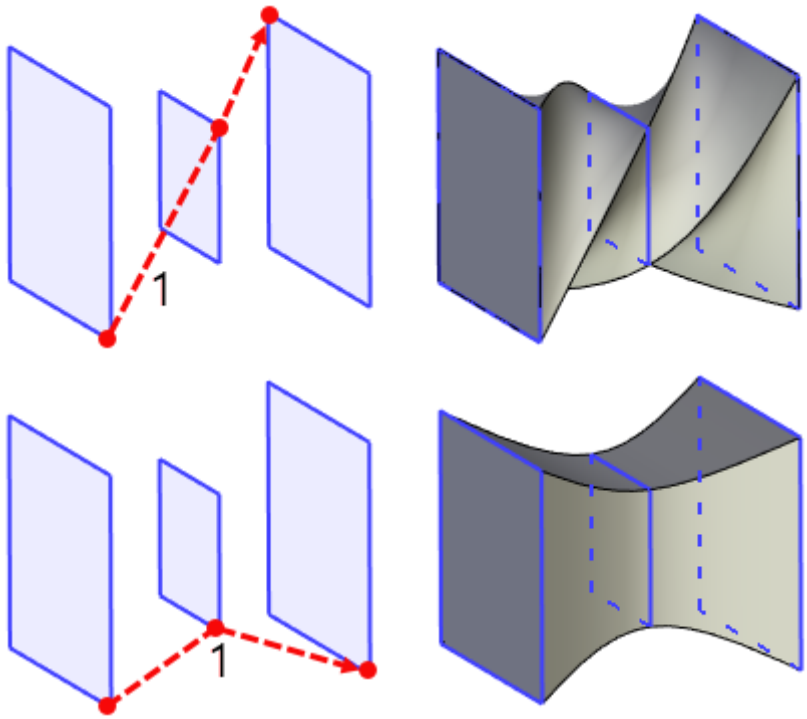
Подробное описание выбора сечений описано в главе Сечения.

Точки соответствия

Точки соответствия позволяют задать направление построения поверхности между характерными точками разных сечений. Всегда существует как минимум одно соответствие между точками сечений. Изначально оно строится между стартовыми точками сечений. Новые последовательности точек соответствия добавляются пользователем самостоятельно. Любую последовательность точек

соответствия, в том числе и стартовых, можно редактировать. На предварительной схеме задаваемой операции (она рисуется в 3D окне по мере выбора элементов) каждый набор точек соответствия соединяется прямыми голубыми линиями.

В каждый набор точек соответствия входит по одной точке с каждого сечения, за исключением крайних сечений, заданных точкой. В качестве точек соответствия можно использовать 3D-узлы, вершины сечений или точки, заданные на ребре сечения при помощи параметра **Положение**.



1. Последовательность стартовых точек соответствия

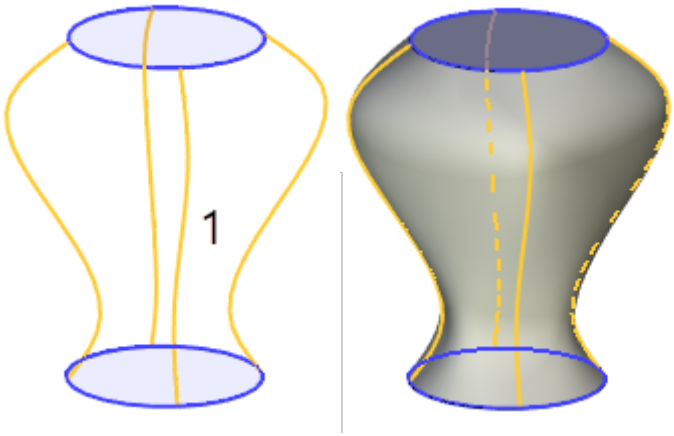
Если заданы разомкнутые крайние сечения при остальных замкнутых (создаётся тело типа **тюбик**), то при задании точек соответствия нужно выполнить следующие условия.

1. Обязательно должны быть заданы минимум две последовательности точек соответствия, проходящих через начало и через конец первой и последней разомкнутой проволоки.
2. На замкнутых профилях не должно быть свободных вершин, т.е. вершин по которым не заданы последовательности точек соответствия.
3. Все последовательности точек соответствия должны сходиться только в начале и в конце первой и последней разомкнутой проволоки.

Подробное описание выбора точек соответствия описано в главе Точки соответствия.

Направляющие

Направляющие аналогичны сечениям и используются для задания формы результирующей поверхности по второму направлению. В отличие от сечений в качестве направляющих может быть использована только проволочная геометрия. Все объекты должны иметь **непрерывную 1-ю производную**, то есть на проволоке **не должно быть изломов**. Другим условием является обязательное пересечение направляющей со всеми сечениями, в том числе и с сечениями, заданными точкой. Одна направляющая может быть составлена из нескольких гладко сопряжённых линейных объектов.



1. Направляющие (3D Пути)

Направляющие могут быть **замкнутые** или **разомкнутые**. Замкнутые направляющие используются при создании замкнутых тел.
Подробное описание выбора направляющих описано в главе Направляющие.

Граничные условия

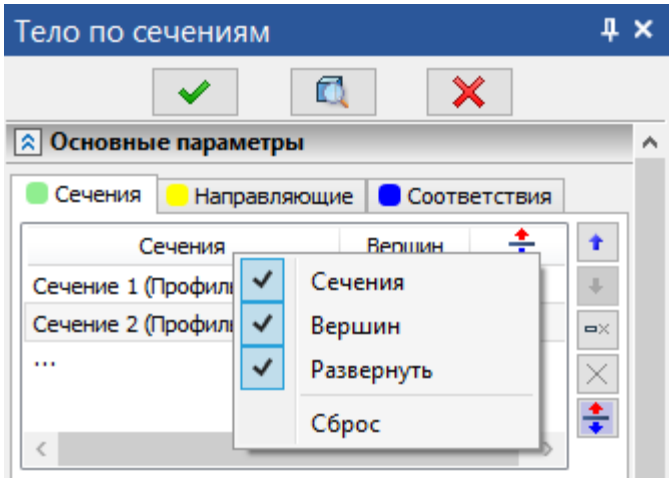
Граничные условия являются дополнительными критериями при формировании результирующей поверхности.
Для различных компонентов операции могут быть заданы разные граничные условия. Они задаются с целью обеспечить получение более точной поверхности, в том числе и с формированием плавных переходов.
Для обычных сечений можно задать 4 граничных условия — **По нормали**, **По касательной**, **По геометрии** и **По векторам**.

> Под обычными сечениями подразумеваются все сечения кроме сечений - 3D точек.

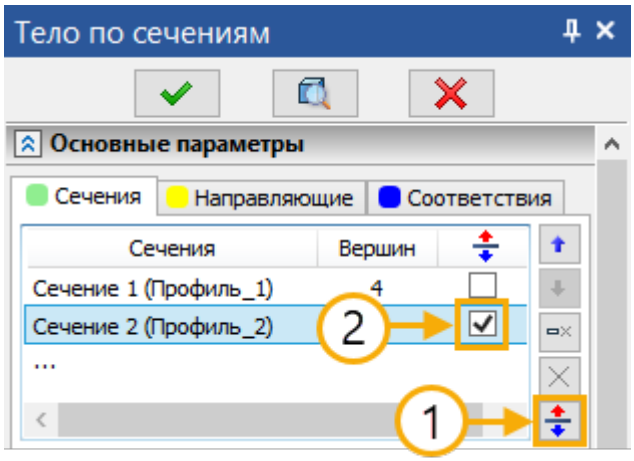
Для сечения - 3D точки, как и для точек соответствия, доступно только одно граничное условие — **По векторам**.
Для направляющих доступно только два граничных условия — **По геометрии** и **По векторам.**
Более подробное описание граничных условий описано в главе Граничные условия.

Общие сведения

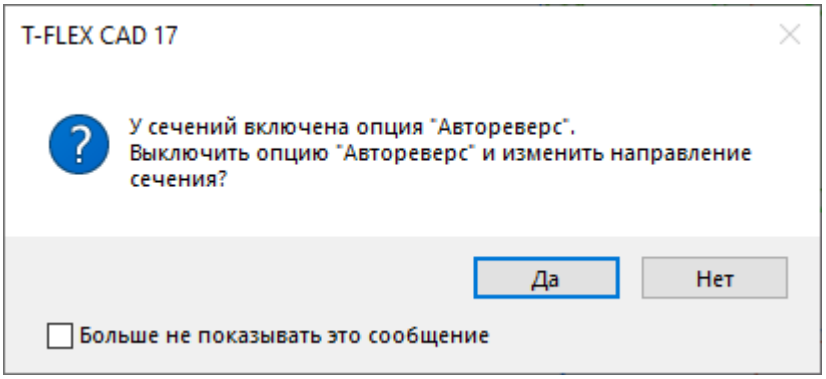
Для каждой вкладки можно настроить отображение колонок. Так, например, для сечений можно включить или отключить отображение сечений, количества вершин или кнопок разворота.



Изменять направление обхода контуров сечений/направляющих/соответствий можно либо с помощью отключения опции **Автореверс** (см. подробно в соответствующем разделе)...



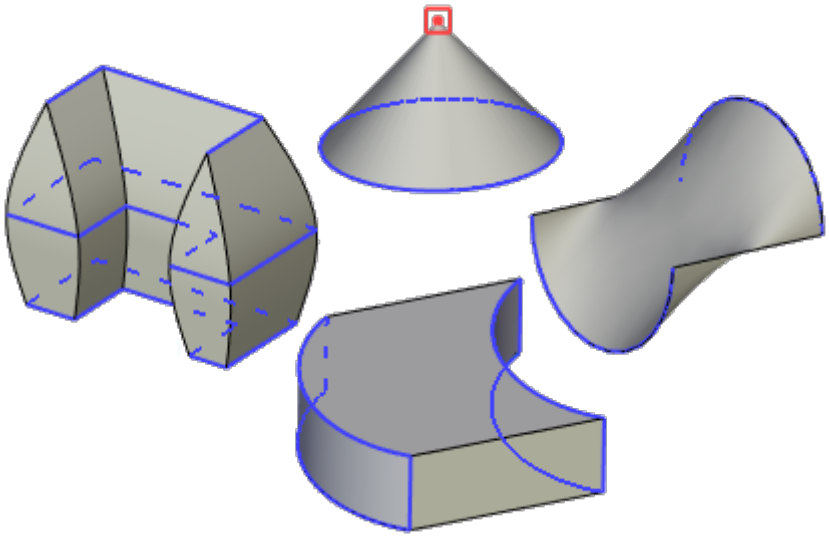
... либо нажатием на соответствующем манипуляторе-стрелке направления обхода контура. В этом случае система предложит сначала отключить опцию **Автореверс**:



Для редактирования тела по сечениям используется соответствующая команда.

Выбор сечений операции По сечениям

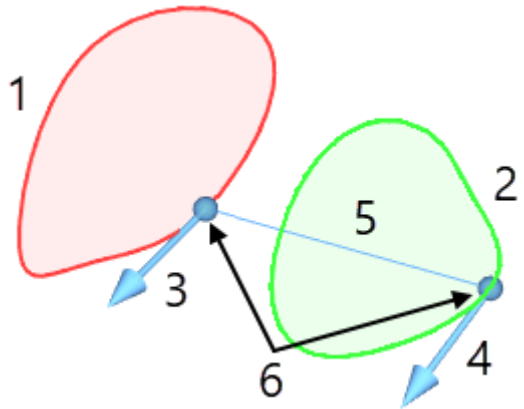
Задание операции всегда начинают с выбора сечений. Для успешного создания операции требуется задать как минимум два сечения. В качестве сечения может быть использован любой объект системы, содержащий проволочную либо поверхностную геометрию.



Общая информация при задании сечений

Элементы, которые выбраны в качестве сечений, по умолчанию подсвечиваются **зелёным** цветом. Активное сечение подсвечивается **красным** цветом. Активным называется сечение, с которым в данный момент производятся какие-то действия. Например, это происходит в момент работы над составом сечения. Настройки цветов производятся в установках системы.

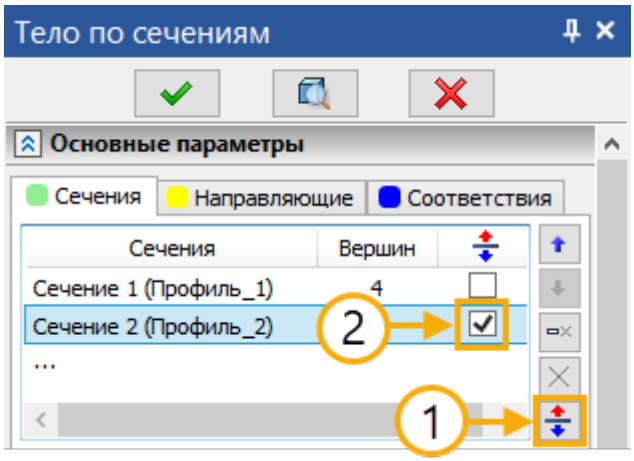
При выборе каждого сечения назначается стартовая точка, подсвечивающаяся **голубым** цветом. Набор стартовых точек образует первую последовательность соответствия. При работе с замкнутыми сечениями стартовая точка назначается в ближайшей к курсору вершине контура сечения. При использовании незамкнутых сечений стартовая точка назначается на ближайшем конце проволоки. Если предложенный системой вариант синхронизации сечений не подходит, то стартовую последовательность можно изменить или добавить новые соответствия.



1. Первое сечение (Активное)
2. Второе сечение
3. Направление обхода первого сечения
4. Направление обхода второго сечения
5. Стартовое соответствие
6. Стартовые точки соответствия сечений

В каждом сечении из стартовой точки рисуется стрелка, показывающая направление обхода контура. Для успешного создания операции необходимо добиваться одинакового направления во всех сечениях. Изменить направление обхода контура можно, используя опцию **Реверс**.

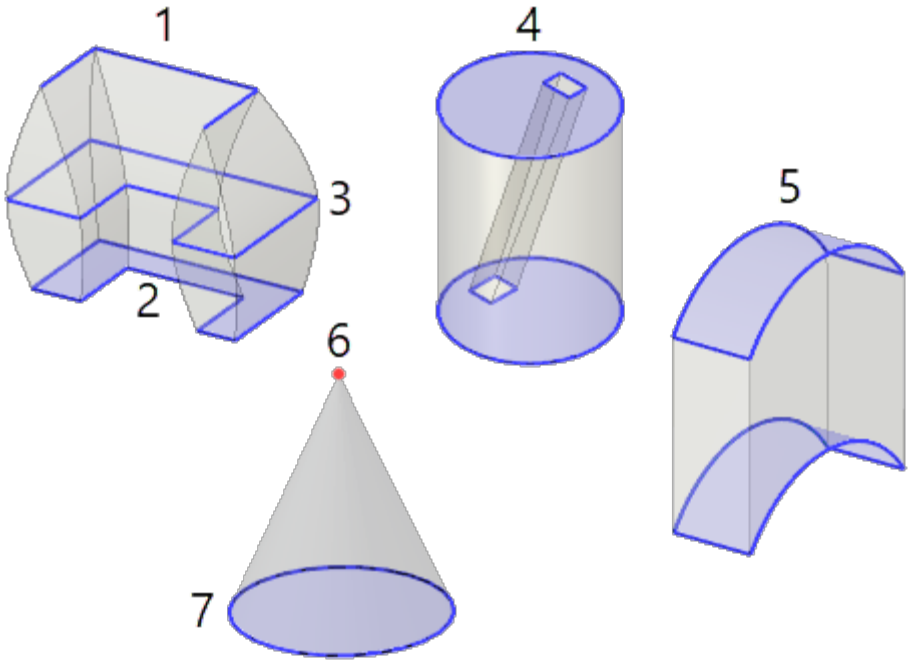
При использовании замкнутых или незамкнутых контуров система сама пытается установить синхронизацию направлений обхода, используя **Автореверс**. Если необходимо использовать опцию **Реверс**, то сначала нужно отключить опцию **Автореверс**.



При переключении опции для разомкнутого контура стартовая точка перемещается на противоположный конец контура.

После запуска операции автоматически активируется вкладка **Сечения** и пользователю будет предложено выбрать сечения.

В качестве сечения может быть выбрано несколько 3D профилей (одноконтурные/многоконтурные, замкнутые/незамкнутые, плоские/неплоские), несколько 3D путей (замкнутые/незамкнутые), одна грань, одна точка или набор рёбер. Доступна возможность одновременно выбирать 3D пути/3D профили/рёбра в качестве одного сечения.



1. Незамкнутый 3D Путь
2. Замкнутый 3D Профиль
3. Набор рёбер
4. Замкнутый многоконтурный 3D Профиль
5. Неплоский 3D Профиль
6. 3D Узел
7. Замкнутый 3D Профиль

Все доступные фильтры выбора отображаются в панели фильтров.

В левой части панели фильтров доступен выбор расширенных фильтров, таких как **Середина ребра**, **Центр кривой/ребра**, **Границы профиля** и т.п.

По умолчанию активна опция автоменю:

<S> Автопоиск контуров

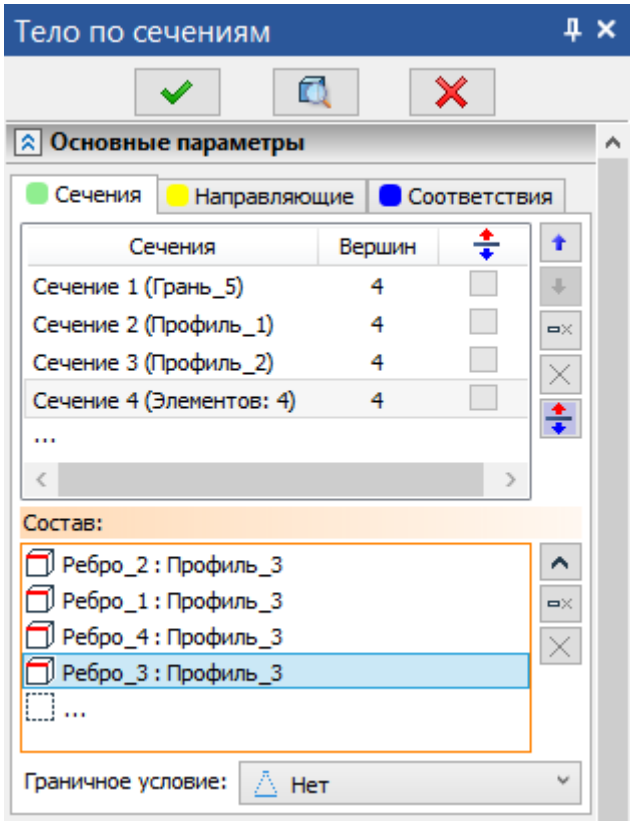
Пока она активна, система сама решает, добавлять ли выбранный элемент в состав одного из имеющихся сечений или создать новое. Если выбранный незамкнутый элемент соприкасается с имеющимся незамкнутым сечением, он добавляется в состав этого сечения; в остальных случаях создаётся новое сечение.

Если отключить опцию , каждый выбранный элемент будет добавлен в конец списка сечений как новое сечение. Сечения можно передвигать по списку вверх и вниз при помощи соответствующих кнопок окна параметров.

Первое и последнее сечения не могут быть перемещены по списку, если они являются точками.

Для удаления любого объекта из списка нужно после выбора объекта в списке нажать кнопку **Удалить сечение из списка.**

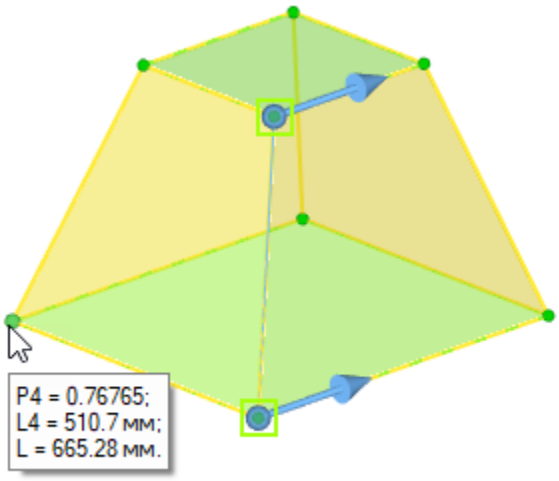
Все выбранные объекты попадают в поле **Состав**. В этом поле отражается список из имен выбранных элементов для каждого конкретного сечения. Для пополнения состава сечения нужно развернуть выпадающий список поля **Состав**, после чего можно приступить к выбору дополнительных объектов.



Количество элементов в поле **Состав** отображается напротив выбранного сечения.

Сечение может быть составлено только из объектов, содержащих геометрию одного типа.

Для сечений существуют специальные манипуляторы в исходных вершинах, при наведении на которые отображается дополнительная информация о параметре и длине от точки старта, а такжевсей длине сечения.



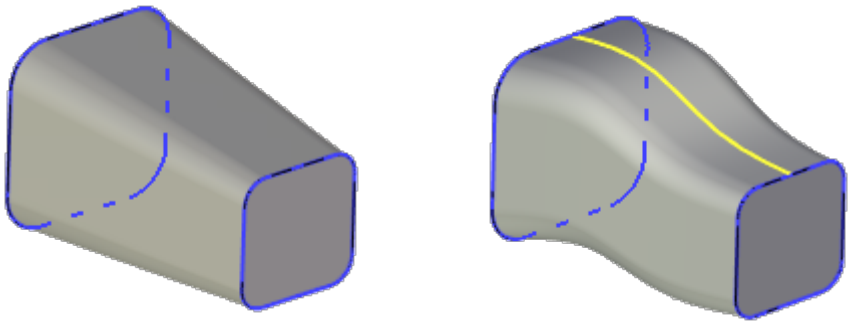
P(i) – параметр вершины. Диапазон [0, 1].
L(i) – длина в единицах документа.
i – индексы вершин (начинаются с 1).
Длина и параметр отсчитываются от точки старта.
L – вся длина сечения.
Округление до 5 знака после запятой.
Pi = Li / L;

Задание граничных условий для сечений описано в разделе Граничные условия.

Направляющие операции По сечениям

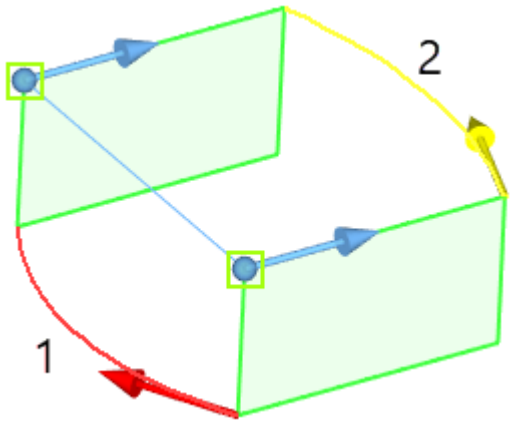
Направляющие являются элементами каркаса операции в поперечном направлении.

Без направляющей **С направляющей**



Общая информация при задании направляющих

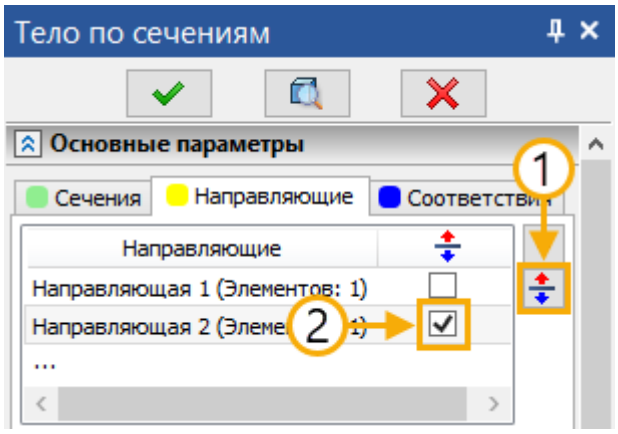
Элементы, которые выбраны в качестве направляющих, по умолчанию подсвечиваются **жёлтым** цветом. Активная направляющая подсвечивается **красным** цветом.



1. Первая направляющая (Активная)
2. Вторая направляющая

Направляющая становится активной при выборе ее в списке направляющих. Настройки цветов производятся в установках системы.
На конце каждой направляющей рисуется стрелка, показывающая направление обхода её контура. Для успешного создания операции необходимо добиваться направления от первого сечения к последнему. Для незамкнутых направляющих направление устанавливается автоматически. Изменить направление обхода замкнутого контура можно, используя флажок **Реверс**.

При использовании замкнутых и незамкнутых контуров система сама пытается установить синхронизацию направлений обхода, используя **Автореверс**. Если необходимо использовать опцию **Реверс**, то сначала нужно отключить опцию **Автореверс**.



При переключении опции для разомкнутого контура стартовая точка перемещается на противоположный конец контура.
Задание направляющих во многом аналогично процессу задания сечений. Для переключения в режим задания направляющих нужно перейти на закладку **Направляющие** окна параметров.
В качестве направляющей может быть выбрано несколько 3D профилей (замкнутые/незамкнутые), несколько 3D путей (замкнутые/незамкнутые), грань (набор граней), ребро (набор рёбер) или цикл. Доступна возможность одновременно выбирать одновременно 3D пути/3D профили/рёбра в качестве одной направляющей. Все доступные фильтры выбора отображаются в панели фильтров.

Направляющая обязательно должна иметь пересечения со всеми сечениями, в том числе и с сечениями, заданными точкой.

По умолчанию активна опция автоменю:

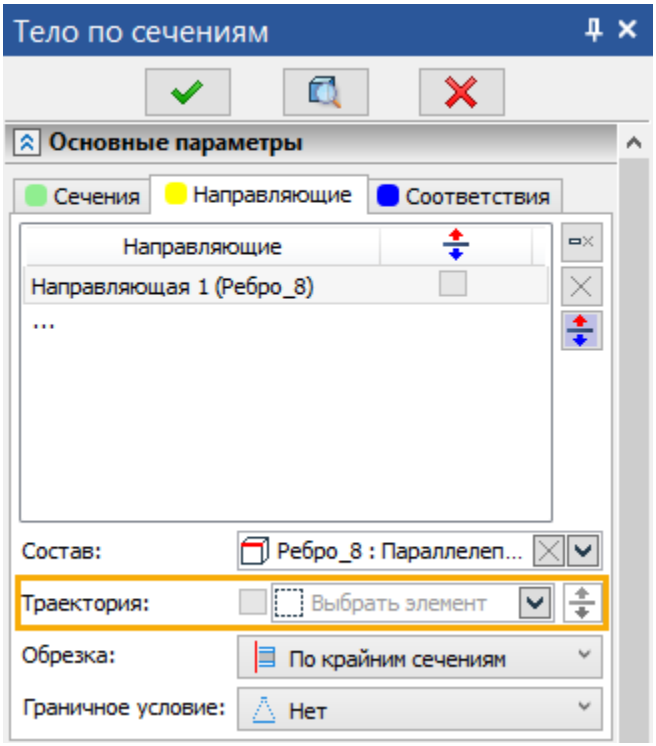
<S> Автопоиск контуров

Пока она активна, система сама решает, добавлять ли выбранный элемент в состав одной из имеющихся направляющих или создать новую. Если выбранный незамкнутый элемент соприкасается с имеющейся незамкнутой направляющей, он добавляется в её состав; в остальных случаях создаётся новая направляющая.

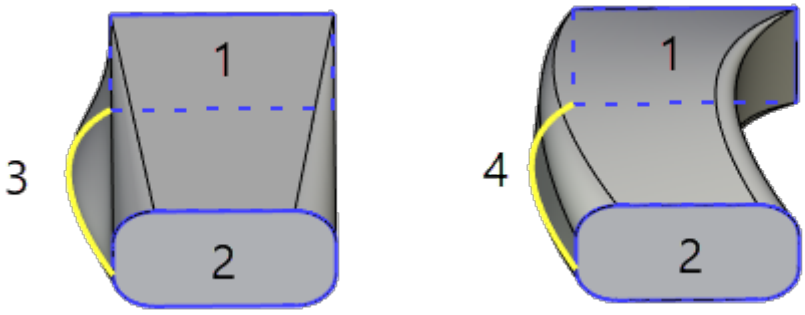
Если отключить опцию , каждый выбранный элемент будет добавлен в конец списка направляющих как новая направляющая.

Траектории

В операции **По сечениям** доступна возможность выбора траекторий, вдоль которых будут перемещаться сечения. Поле выбора траектории находится во вкладке **Направляющие**.

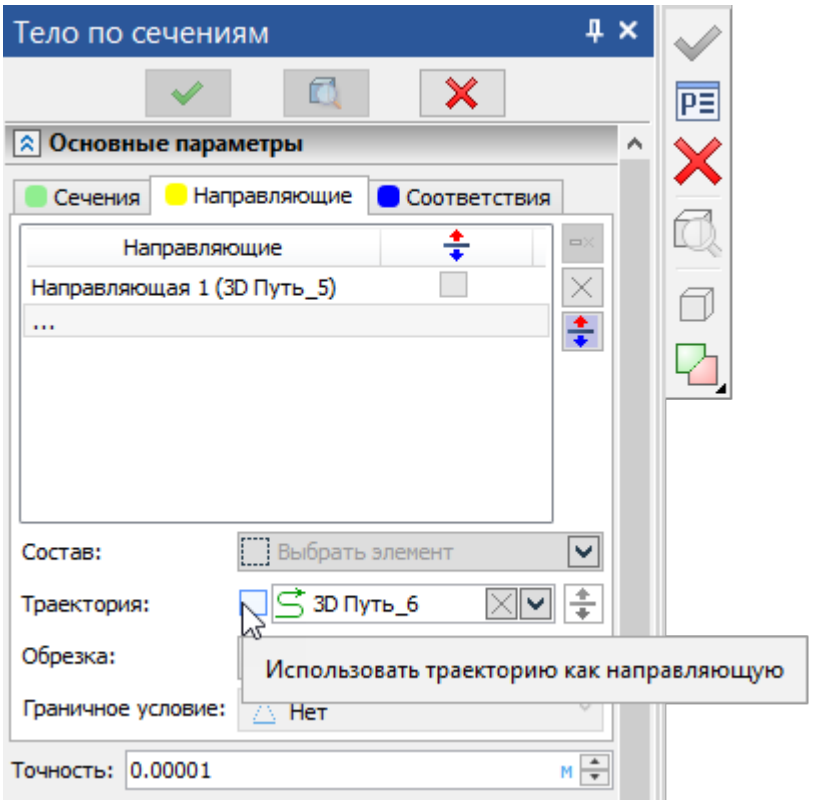


Выбор траектории позволяет использовать проволочную геометрию, которая будет определять форму результата по всем вершинам сечений. Данный функционал схож с операцией По траектории, но обладает рядом особенностей, например, заданием нескольких сечений с разным количеством вершин или точек соответствий.



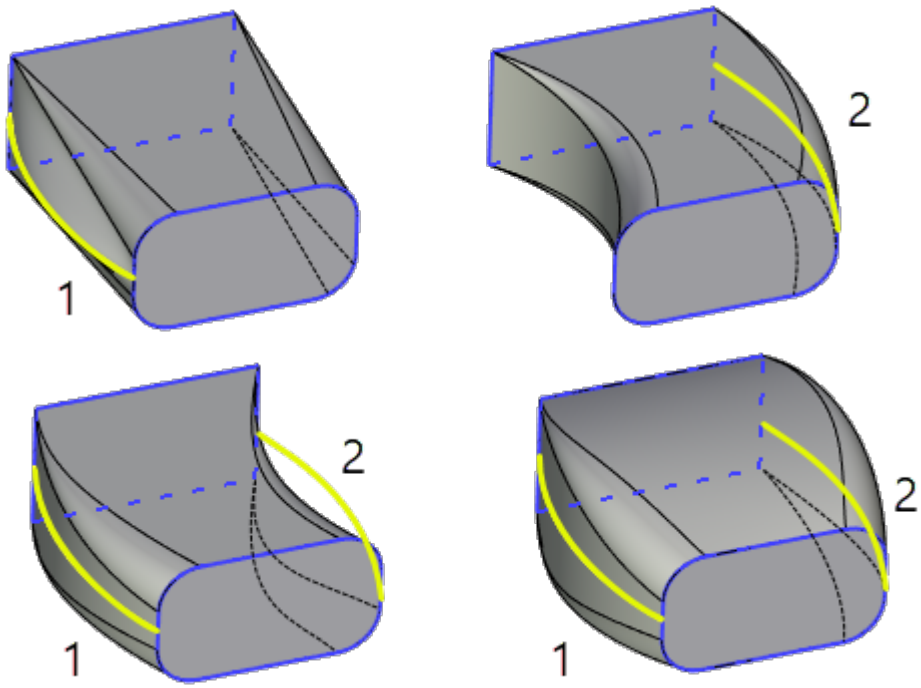
1. Сечение и 4 вершинами
2. Сечение с 6 вершинами
3. Направляющая (3D Путь)
4. Траектория (3D Путь)

При желании можно добавлять и направляющие и траектории одновременно. Если выбрана траектория и минимум одна направляющая, то станет активна опция **Использовать траекторию как направляющую**.



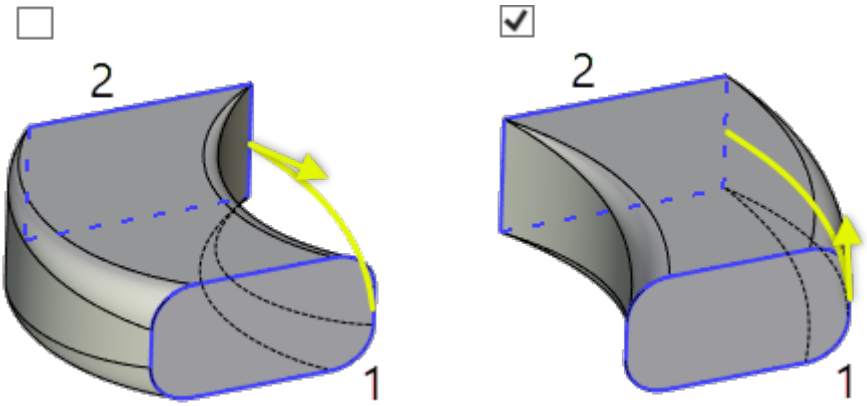
С направляющей / С траекторией и направляющей

С траекторией / С траекторией и направляющей со включённой опцией "Использовать траекторию как направляющую"



1. Направляющая
2. Траектория

Для траектории доступна опция смены направления. Она позволяет переместить стартовую точку направления траектории в противоположную сторону.



1. Первое сечение
2. Второе сечение

Опция смены направления траектории доступна только при отключении опции **Автореверс** для направляющих.

> Направляющие и траектории можно автоматически обрезать, в случае, если направляющие длиннее, чем границы сечений. Задание обрезки описано в разделе Дополнительные параметры.

Задание граничных условий для направляющих описано в разделе Граничные условия.

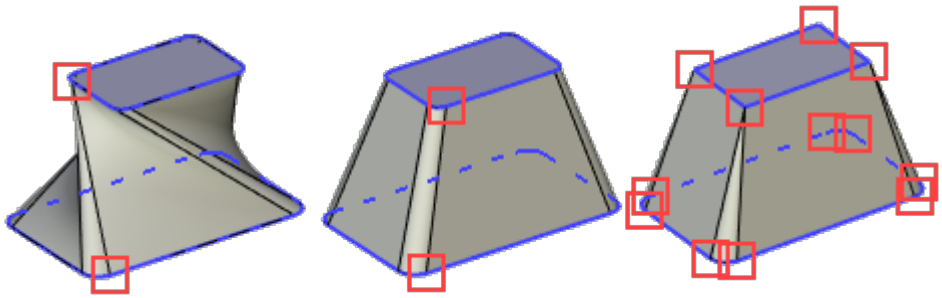
Точки соответствия операции По сечениям

После того как сечения заданы, системе необходимо соотнести их друг с другом. Нужно определить, каким образом будет формироваться поверхность. Для этого предназначены точки соответствия.

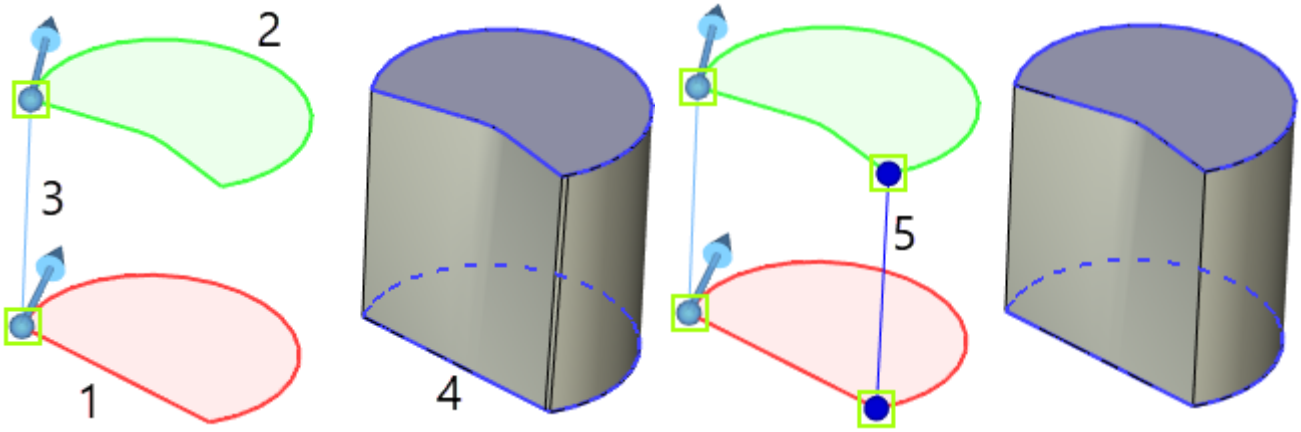
Автоматически созданные стартовые точки соответствия

Скорректированные стартовые точки соответствия

Точки соответствия для сечений с разным количеством вершин

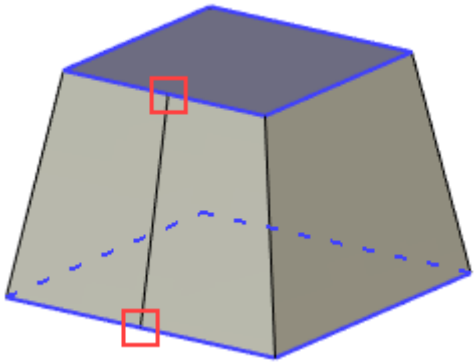


После задания сечений уже есть одна последовательность соответствия, автоматически заданная по стартовым точкам. В сложных случаях одной последовательности бывает недостаточно.

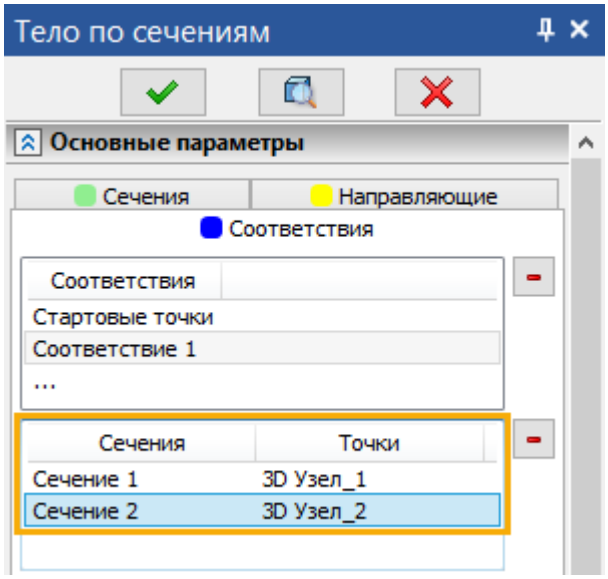


1. Первое сечение
2. Второе сечение
3. Стартовое соответствие
4. Тело с "лишней" гранью
5. Дополнительное соответствие

В точках соответствия сечения разбиваются на секторы. Часть образующих будущей поверхности проходит строго по точкам соответствия. Пространство между секторами разбивается на равное количество элементов, через которые будут строиться остальные образующие поверхности. При наличии вершины на участке сечения между точками соответствия хотя бы в одном сечении система дополнительно разбивает соответствующие секторы в тех же пропорциях во всех сечениях и добивается одинакового количества секторов во всех сечениях. В таких ситуациях, если выбрано разбиение граней по столбцам или по сетке, возможно появление новых, не всегда нужных, рёбер и граней.

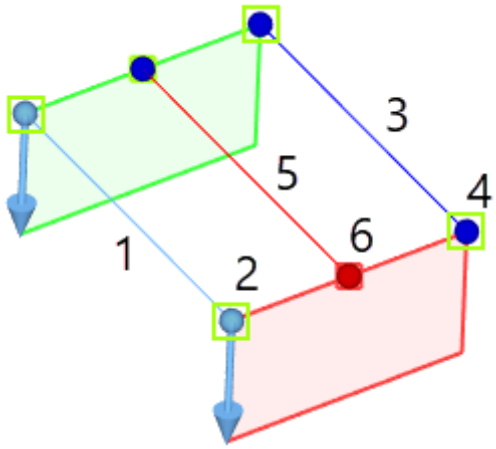


Поэтому наиболее оптимальным будет являться вариант задания точек соответствия в вершинах сечений. По возможности следует стремиться именно к такому способу задания точек соответствия. Для переключения в режим задания точек соответствия нужно перейти на закладку **Соответствия** окна параметров операции. На этой закладке присутствует два взаимосвязанных поля со списками, в которых задаются последовательности и точки соответствия. Каждая последовательность содержит по одной точке на каждом сечении, кроме сечения-точки. Точки выбираются в направлении от первого к последнему сечению. Состав последовательности можно наблюдать во втором поле



Общая информация при задании точек соответствия

Элементы, которые выбраны в качестве точек соответствия, по умолчанию подсвечиваются **тёмно-синим** цветом, а стартовые точки сответствия - **голубым**. Активная точка соответствия подсвечивается **красным** цветом.



1. Стартовое соответствие
2. Стартовая точка соответствия
3. Соответствие
4. Точка соответствия
5. Соответствие (Активное)
6. Точка соответствия (Активная)

Для задания новой последовательности нужно поместить курсор на свободную строчку в поле **Соответствия**. После этого система будет готова к заданию точек.
На схеме автоматически подсвечивается **красным** (по умолчанию) цветом первое сечение – оно становится активным. После выбора точки на первом сечении подсвечивается второе – и так далее, пока не будут выбраны точки на всех сечениях. Работает объектная привязка – можно привязать точку к вершине сечения или к 3D узлу на сечении.
Если привязка к вершинам и узлам не требуется, то можно построить точку на ребре сечения. Для выбора точки необходимо указать курсором на нужном ребре и нажать .

> Селекция объектов производится в соответствии с текущими настройками фильтров.

В этом случаё для выбранной точки появится возможность задать положение на ребре.
Положение точки на ребре относительно точки отсчёта определяется координатой U. Координата U предполагает два типа значений:

- **По смещению**. При данном типе значение имеет размерность длины, т.е. значение напрямую зависит от длины самого ребра.
- **Параметрический**. При данном типе значение имеет безразмерный вид (доля от длины) от 0 до 1.

Система также предусматривает возможность выбора точки отсчёта координаты U:

- **Начало.** В данном случае точкой отсчёта является начальная точка ребра;
- **Середина.** В данном случае точкой отсчёта является средняя точка ребра;
- **Конец.** В данном случае точкой отсчёта является конечная точка ребра;

Положение точки на ребре задаётся либо вручную с помощью поля **Положение**, либо с помощью манипулятора на выбранном ребре.
Направление ребра совпадает с направлением обхода контура.

> Не допускается перекрещивание последовательностей точек соответствия друг с другом.

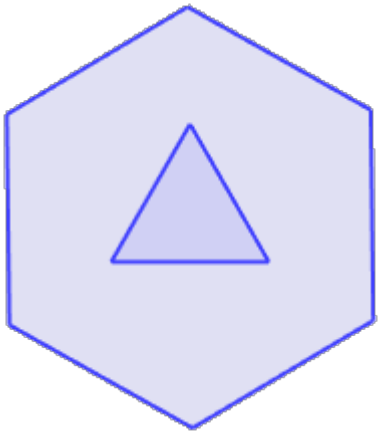
Для редактирования какого-либо объекта – последовательности или точки – нужно всего лишь выбрать его в окне параметров, после чего можно переопределить его, выбрав новый объект в 3D окне. Так, для редактирования целой последовательности (например, стартовой) нужно выбрать в

поле **Соответствия** объект **Стартовые точки**, после чего по очереди указать нужные точки на каждом сечении. Подсветка и объектная привязка работает как при первом задании последовательности. Для редактирования одной точки в последовательности нужно сначала выбрать эту точку в списке соотношения сечения с точкой, затем выбрать другой объект в 3D сцене. При редактировании точки подсвечивается соответствующее сечение.
После редактирования выбранного объекта система переходит к изменению следующего в списке объекта (точки или последовательности) или предлагает задать новую последовательность, если редактируемый объект был последним в списке.
Для удаления любого объекта из любого поля нужно выбрать его и нажать кнопку **Удалить элемент из списка**.

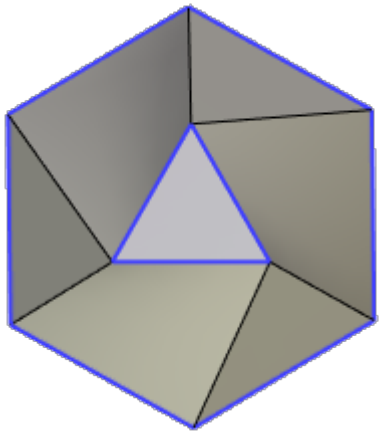
Автовыравнивание

Для успешного автоматического создания тела необходимо одинаковое количество вершин на всех сечениях. В случае, если количество вершин отличается, то можно либо вручную задать точки соответствия, либо воспользоваться опцией автовыравнивания точек соответствия.
Есть три типа автовыравнивания точек соответствия - **Выравнивать по текущим вершинам, Выравнивать по длине** и **Равномерно**.
Первый тип автоматически выравнивает точки соответствия по вершинам сечений.

Сечения с 6 и 3 вершинами

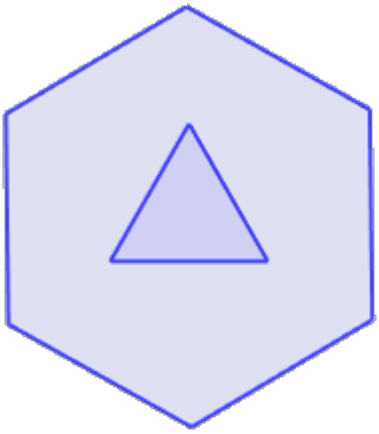


Автовыравнивание "По текущим вершинам"

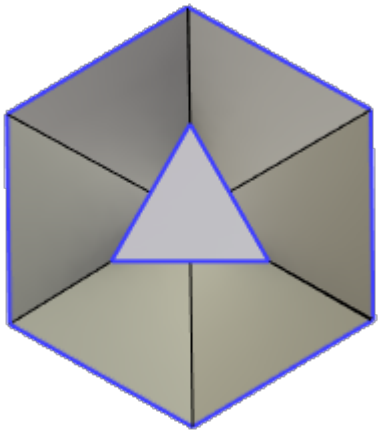


Второй тип автоматически выравнивает точки соответствия сечений таким образом, чтобы интервалы между соседними рёбрами имели одинаковое отношение к общей длине.

Сечения с 6 и 3 вершинами

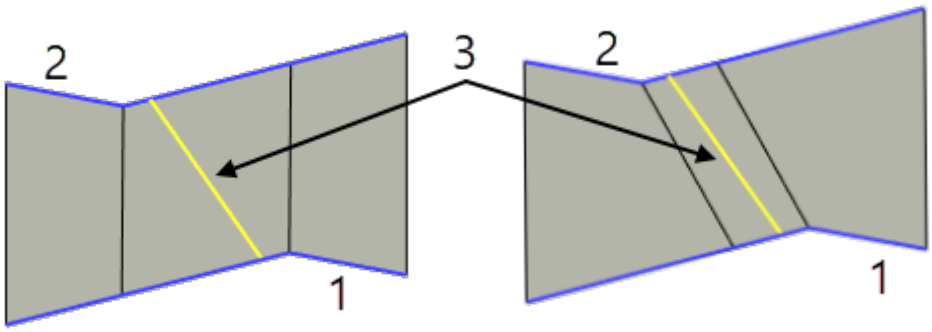


Автовыравнивание "По длине"



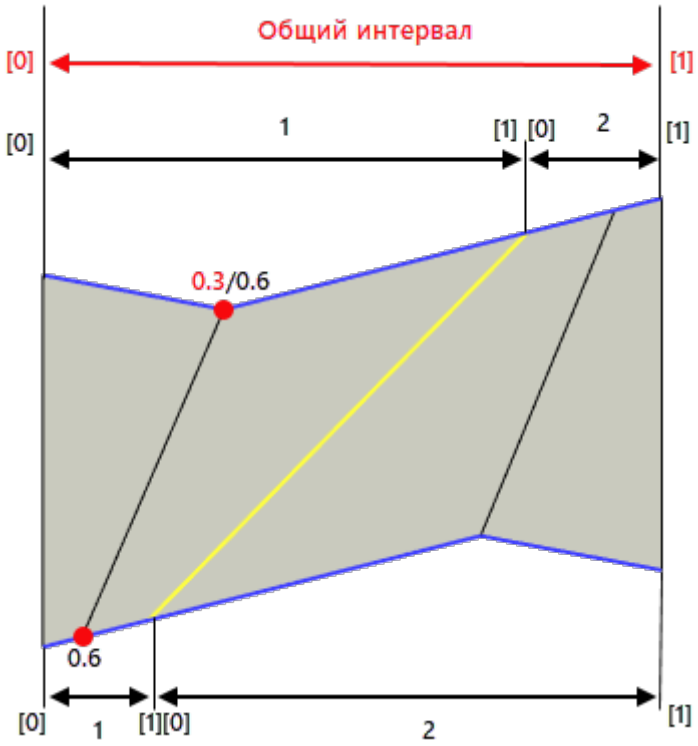
Третий тип выравнивает точки соответствия сечений в случае, если выбраны хотя бы одна направляющая или одно дополнительное соответствие. Если нет ни одной направляющей и ни одного соответствия, то режим будет работать аналогично предыдущему типу.

Автовыравнивание "По длине" **Автовыравнивание "Равномерно"**



1. Первое сечение
2. Второе сечение
3. Направляющая

Выше приведён пример, когда направляющая (или линия соответствия) не пересекает другие линии соединения. Если же направляющая пересекает линии соединения, то тип **По длине** не сможет обработать такой случай, а результат типа **Равномерно** будет следующим:



Направляющая разбивает сечения на два интервала. Первая точка верхнего сечения имеет **глобальный параметр**, равный **0.3**, а в интервале **1** (в этой же точке) её **местный параметр** равен **0.6**. Соответственно, на другое сечение отпечатывается точка интервала 1.

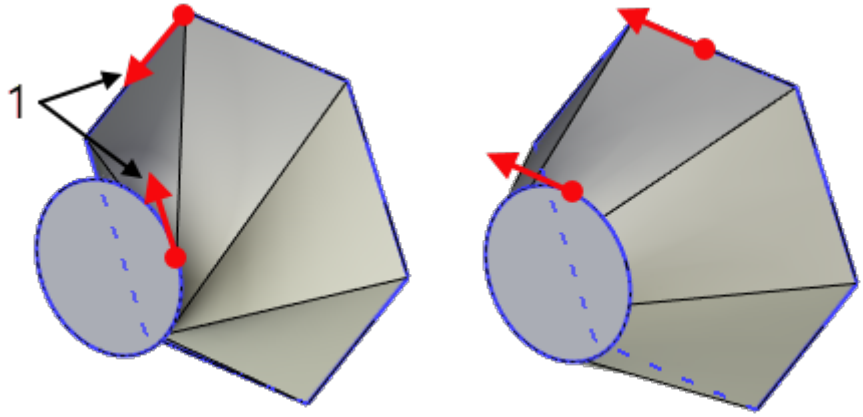
Синхронизация

В случае, когда в качестве сечений выступают окружности или эллипсы, имеющие только одну точку старта может быть полезна опция синхронизации стартовых точек. Есть два типа синхронизации - **По минимальному расстоянию** и **По минимальному кручению**.

Первый тип синхронизации автоматически задаёт положение стартовых точек соответствия, обеспечивая минимальное расстояние между сечениями.

Автовыравнивание "По длине" без синхронизации

Автовыравнивание "По длине" с синхронизацией по минимальному расстоянию

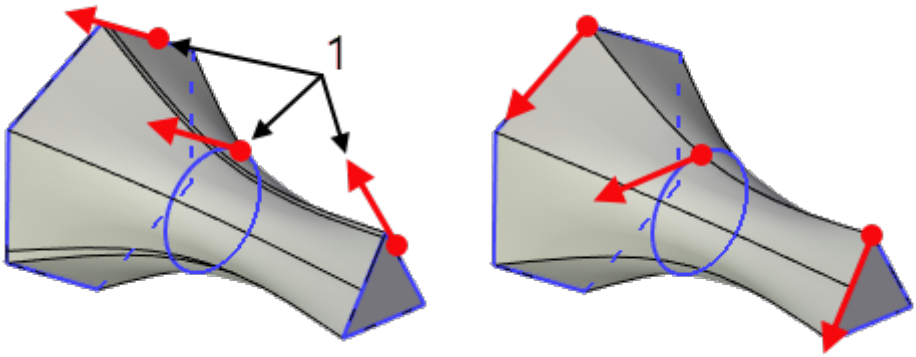


1. Стартовые точки соответствия и направления обхода

Второй тип синхронизации автоматически задаёт положение стартовых точек соответствия, обеспечивая минимальное кручение. Данная опция работает только для замкнутых и плоских сечений.

Автовыравнивание "По длине" с синхронизацией "По минимальному расстоянию"

Автовыравнивание "По длине" с синхронизацией "По минимальному кручению"



1. Стартовые точки соответствия и направления обхода

Задание граничных условий для точек соответствия описано в разделе Граничные условия.

Граничные условия операции По сечениям

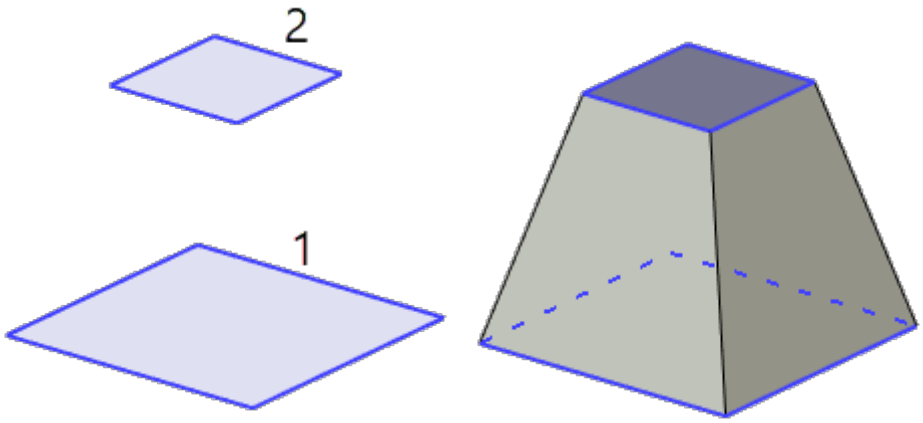
Для различных сечений/направляющих/точек соответствия могут быть заданы разные граничные условия. Они задаются с целью обеспечить получение более точной поверхности, в том числе и с формированием плавных переходов. Как было сказано в общих сведениях, всего существует 4 граничных условия - **По нормали**, **По касательной**, **По геометрии** и **По векторам.** Для обычных (плоских/неплоских) сечений доступны все граничные условия.

Для сечения - 3D точки, как и для точек соответствия, доступно только одно граничное условие — **По векторам,** а для направляющих доступно только два граничных условия - **По геометрии** и **По векторам.**

В основном принцип работы граничных условий для направляющих и точек соответствий не отличается от принципа работы граничных условий для сечений, поэтому ниже будет приведено описание создания граничных условий для сечений. Некоторые отличительные особенности граничных условий для направляющих и точек соответствия приведены внизу страницы.

Граничное условие не выбрано

Если граничное условие не выбрано, то поверхность строится по вершинам сечений без дополнительных плавных переходов.

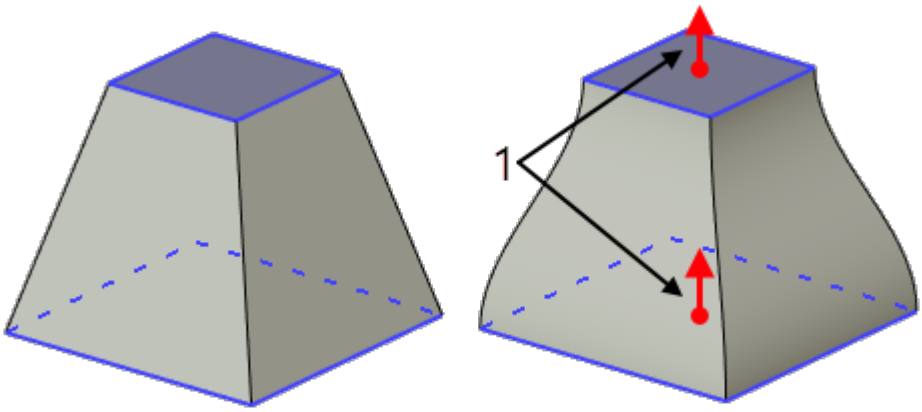


1. Первое сечение
2. Второе сечение

Граничное условие "По нормали"

Если выбрано **граничное условие по нормали**, то поверхность строится с учётом вектора нормали выбранного сечения. Обязательным условием задания является наличие нормали у выбранного сечения.

Без граничного условия | **Граничное условие "По нормали" для обоих сечений**



1. Нормали сечений

Последовательность действий задания граничного условия **По нормали** следующая:

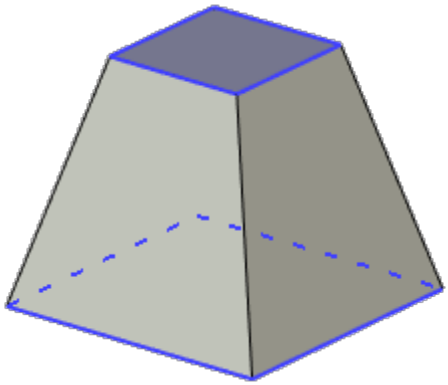
1. Выбрать нужное сечение в общем списке сечений.
2. Выбрать граничное условие **По нормали**.
3. Выбрать тип длины вектора нормали, и задать его величину.
4. Развернуть направление вектора нормали (необязательное действие).

Описание пунктов 3 и 4 представлено ниже в разделе **Дополнительные параметры граничных условий.**

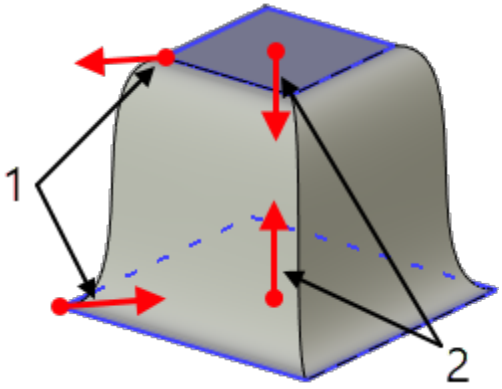
Граничное условие "По касательной"

Если выбрано **граничное условие по касательной**, то поверхность строится либо с учётом векторов, направленных по касательной, либо с учётом нормали.

Без граничного условия



Граничное условие "По касательной", тип задания "Векторами" для обоих сечений



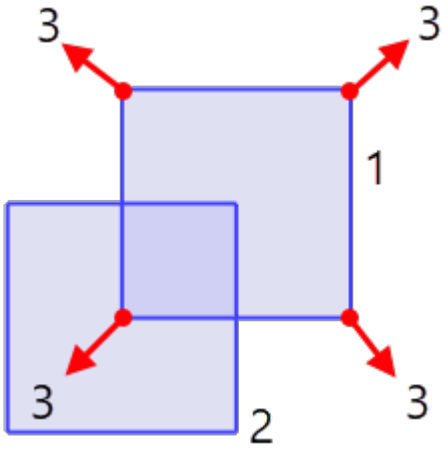
1. Векторы, направленные по касательной
2. Нормали сечений

Последовательность действий задания граничного условия **По касательной** следующая:

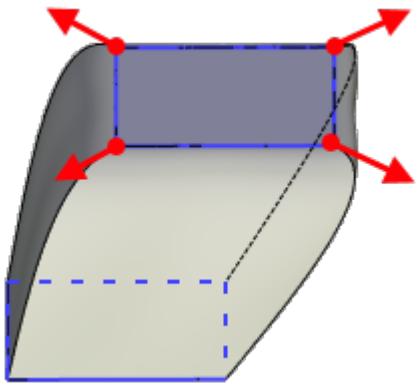
1. Выбрать нужное сечение в общем списке сечений.
2. Выбрать граничное условие **По касательной**.
3. Выбрать тип задания граничного условия — **Векторами** или **Нормалью**.

Тип **Векторами** позволяет построить поверхность по плоским или неплоским сечениям с учётом векторов, направленных по касательной.

Вид сверху



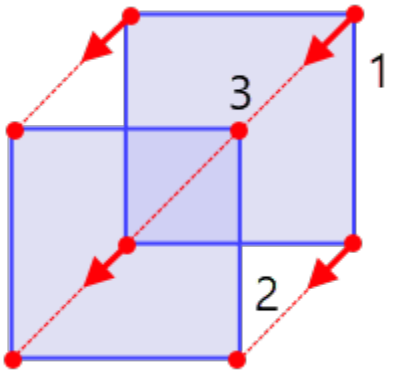
Граничное условие "По касательной", тип задания "Векторами" для первого сечения на произвольном виде



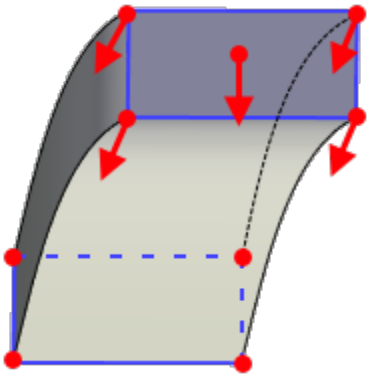
1. Первое сечение
2. Второе сечение
3. Векторы, направленные по касательной

Тип **Нормалью** позволяет построить поверхность только по плоским сечениям с учётом нормали. Направление зависит от положения следующего сечения.

Вид сверху



Граничное условие "По касательной", тип задания "Нормалью" для первого сечения на произвольном виде



1. Первое сечение
2. Второе сечение
3. Нормаль

Обязательным условием задания является наличие нормали у выбранного сечения.

> Для получения "классического" граничного условия **По касательной** рекомендуется использовать тип задания **Векторами**.

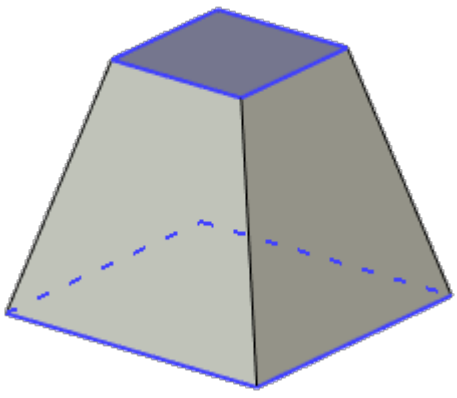
4. Выбрать тип длины и задать его величину.
5. Развернуть направление вектора (необязательное действие).

Описание пунктов 3 и 4 представлено ниже в разделе **Дополнительные параметры граничных условий.**

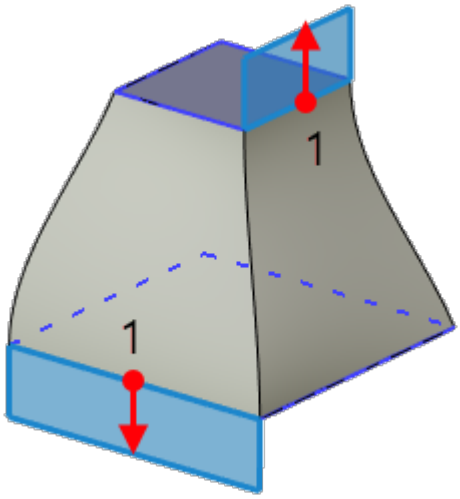
Граничное условие "По геометрии"

Если выбрано **граничное условие по геометрии**, то поверхность строится с учетом касания к выбранной грани или набору граней. Если к элементу каркаса прилегает несколько граней, то необязательно выбирать их все.

Без граничного условия



Граничное условие "По геометрии" для обоих сечений



1. Векторы касания

Следует помнить о необходимости соблюдать некоторые ограничения:

- Обрабатываемый элемент (сечение, направляющая или их сегмент) должен целиком лежать на выбранной грани;
- Выбранная грань должна оканчиваться на обрабатываемом элементе;
- Нельзя задать грань для элемента каркаса (сегмента элемента) одного направления, если он имеет пересечение с элементом каркаса другого направления. Это означает, что если в операции заданы направляющие, то для целого сечения данное граничное условие не применимо. В некоторых исключительных случаях, при использовании незамкнутых сечений, система позволяет использовать данное граничное условие при наличии одной направляющей.

Последовательность действий задания граничного условия **По геометрии** следующая:

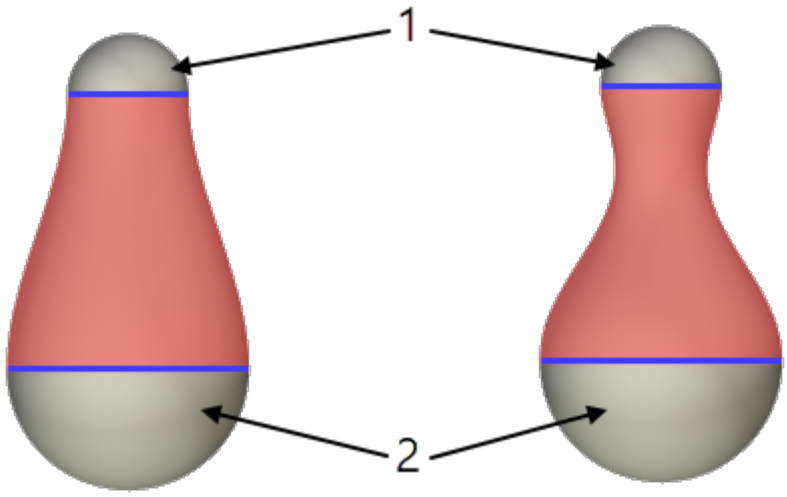
1. Выбрать нужное сечение в общем списке сечений.
2. Выбрать граничное условие **По геометрии**.
3. Выбрать грань или набор граней, которые будут задавать граничное условие в сечении.

> Обрабатываемое сечение должно совпадать с гранью тела. Касание будущей поверхности будет обеспечиваться к прилегающим граням тела.

4. Выбрать тип непрерывности **G1** или **G2** (необязательное действие).

> G1 соединяет профильные кривые поверхности с непрерывностью по касанию к граничным поверхностям. G2 соединяет профильные кривые поверхности с непрерывностью по кривизне к граничным условиям.

G1 для обоих сечений **G2 для обоих сечений**



1. Грань, касающаяся верхнего сечения
2. Грань, касающаяся нижнего сечения

5. Активировать учёт масштабного коэффициента и задать его величину (необязательное действие).
6. Развернуть направление вектора (необязательное действие).

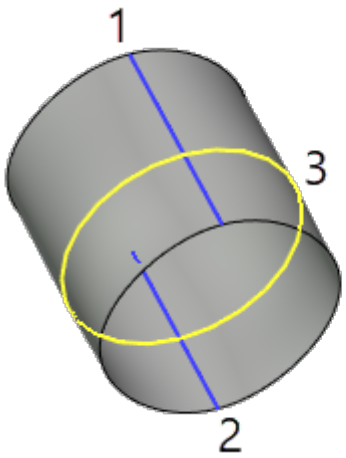
Описание пунктов 5 и 6 представлено ниже в разделе **Дополнительные параметры граничных условий.**

Граничное условие "По векторам" для плоских или неплоских сечений

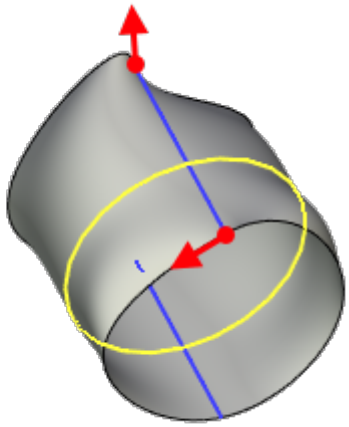
Если выбрано **граничное условие по векторам** для плоского или неплоского сечения, то поверхность строится с учётом касательных векторов, выходящих из выбранных точек. В качестве

точек можно выбирать вершины, 3D узлы или точки в произвольном месте на любом ребре сечения. Обязательным условием является принадлежность точки выбранному сечению. Можно выбирать неограниченное количество точек, из которых будут построены касательные векторы.

Без граничного условия



Граничное условие "По векторам" для плоского сечения

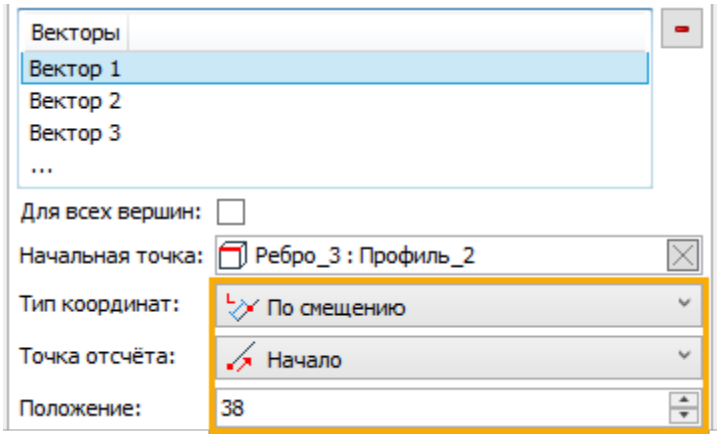


1. Первое незамкнутое сечение
2. Второе незамкнутое сечение
3. Направляющая

Последовательность действий задания граничного условия **По векторам** для плоских/неплоских сечений следующая:

1. Выбрать нужное плоское/неплоское сечение в общем списке сечений.
2. Выбрать граничное условие **По векторам**.
3. Выбрать начальную точку вектора 1.

В случае, если в качестве начальной точки вектора выбрана произвольная точка на ребре, то в параметрах операции появится дополнительный диалог, где можно будет задать **тип координат** точки, **точку отсчёта** и задать **положение** точки на ребре.



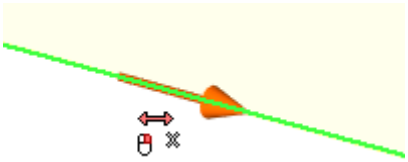
Положение точки на ребре относительно точки отсчёта определяется координатой U. Координата U предполагает два типа значений:

- **По смещению**. При данном типе значение имеет размерность длины, т.е. значение напрямую зависит от длины самого ребра.
- **Параметрический**. При данном типе значение имеет безразмерный вид (доля от длины) от 0 до 1.

Система также предусматривает возможность выбора точки отсчёта координаты U:

- **Начало.** В данном случае точкой отсчёта является начальная точка ребра;
- **Середина.** В данном случае точкой отсчёта является средняя точка ребра;
- **Конец.** В данном случае точкой отсчёта является конечная точка ребра;

Положение точки на ребре задаётся либо вручную с помощью поля **Положение**, либо с помощью манипулятора на выбранном ребре.



В случае, если в качестве точки выбран 3D узел или вершина, то дополнительного диалога по расположению точки не появляется.

4. Выбрать тип длины вектора, и задать его величину.
5. Выбрать тип задания вектора, и задать соответствующие параметры.
6. Развернуть направление вектора (необязательное действие).
7. Активировать опцию **Для всех вершин** (необязательное действие).

> Данная опция используется когда необходимо задать текущие параметры выбранного вектора для всех свободных вершин. Свободными вершинами являются все вершины сечения, кроме вершин пересечения с направляющими и кроме точек соответствия, у которых есть граничное условие. При активации данной опции пропадёт выбирать дополнительные векторы.

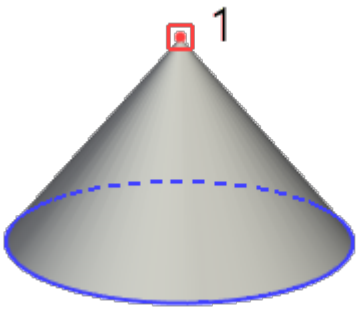
Описание пунктов 4 и 6 представлено ниже в разделе **Дополнительные параметры граничных условий.**

Описание пункта 5 представлено ниже в разделе **Типы задания векторов.**

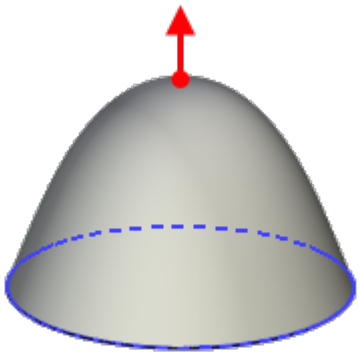
Граничное условие "По векторам" для сечений - 3D точек

Если выбрано **граничное условие по векторам** для сечения - 3D точки, то поверхность строится с учётом касательного вектора, выходящего из сечения - 3D точки.

Без граничного условия



Граничное условие "По векторам" для сечения - 3D точки



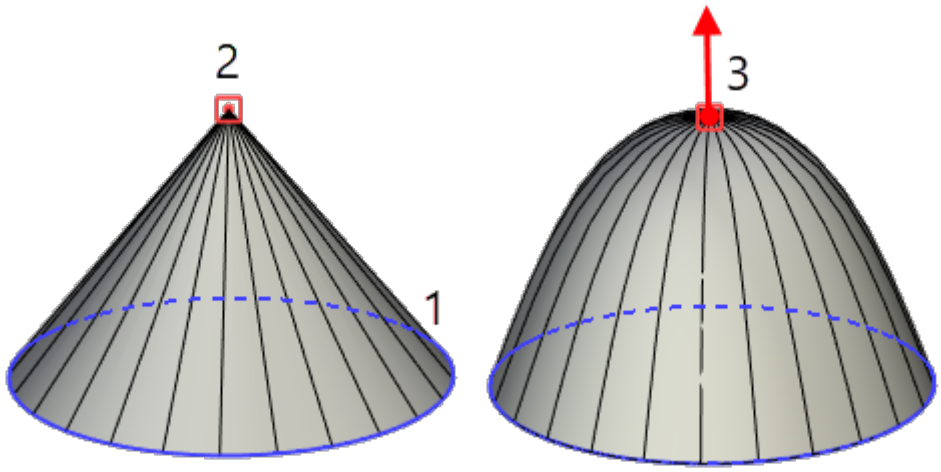
1. Сечение - 3D точка

Последовательность действий задания граничного условия **По векторам** для сечения - 3D точки следующая:

1. Выбрать нужную сечение-точку в общем списке сечений.
2. Выбрать граничное условие **По векторам**.
3. Выбрать тип условия задания вектора.

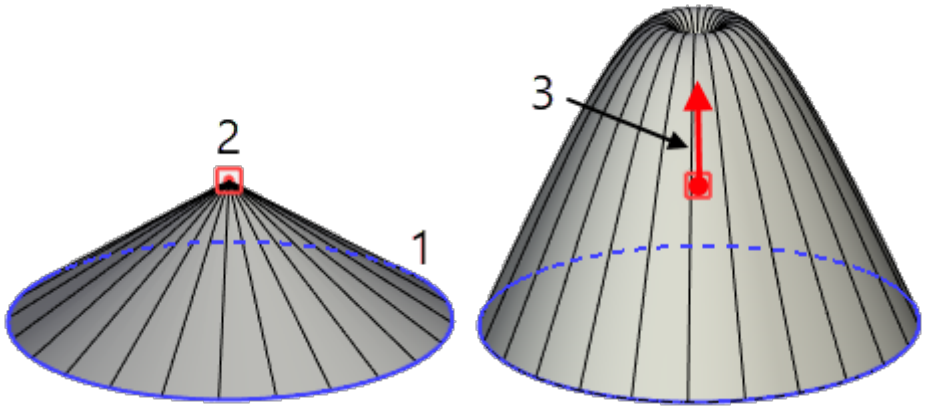
Существует 2 типа условия задания вектора — **По нормали** и **По касательной**.

По нормали обеспечивает плавное окончание создаваемой поверхности, ограничивая её касательной плоскостью с заданной нормалью в сечении - 3D точке. Нормаль определяется типом задания её вектора - по сферическим или декартовым координатам, по двум точкам или по направлению аналогично граничному условию по векторам для плоских сечений.



1. Плоское сечение
2. Сечение - 3D точка
3. Нормаль

По касательной обеспечивает плавное или неплавное окончание создаваемой поверхности, путём её ограничения посредством вектора производных в сечении - 3D точке. Вектор определяется типом его задания — по сферическим или декартовым координатам, по двум точкам или по направлению аналогично граничному условию по векторам для плоских сечений.



1. Плоское сечение
2. Сечение - 3D точка
3. Вектор с заданным масштабным коэффициентом

4. Выбрать тип длины вектора, и задать его величину.
5. Выбрать тип задания вектора, и задать соответствующие параметры.
6. Развернуть направление вектора (необязательное действие).

Описание пунктов 4 и 6 представлено ниже в разделе **Дополнительные параметры граничных условий.**

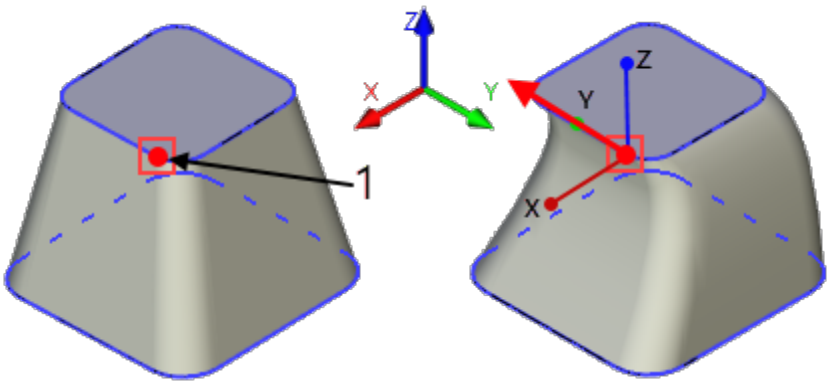
Описание пункта 5 представлено ниже в разделе **Типы задания направления векторов.**

Типы задания направления векторов

Для граничного условия **По векторам** возможно задать 4 типа задания направления вектора — **В декартовых координатах**, **В сферических координатах**, **По двум точкам**, **По направлению**.

Если выбран тип **В декартовых координатах**, то появляется возможность задать координаты **X**, **Y**, **Z**, а также выбрать ЛСК для вектора. Если ЛСК не выбрана, то вектор строится в глобальной системе координат.

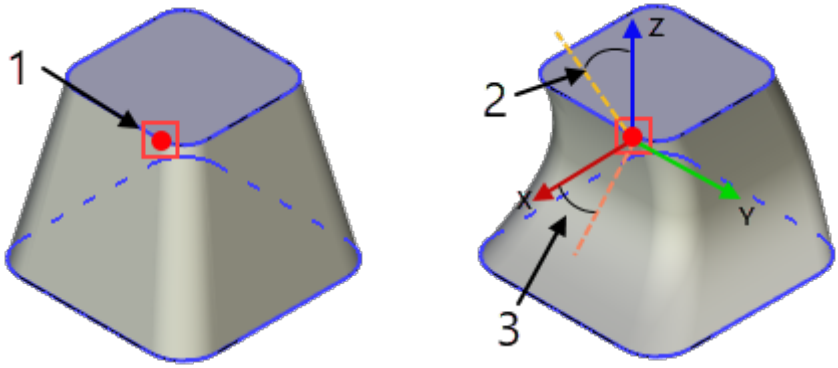
Без граничного условия | **Вектор, построенный в декартовых координатах**



1. Начальная точка

Если выбран тип **В сферических координатах**, то появляется возможность задать зенитный и азимутальный углы, а также выбрать ЛСК для вектора. Если ЛСК не выбрана, то вектор строится в глобальной системе координат.

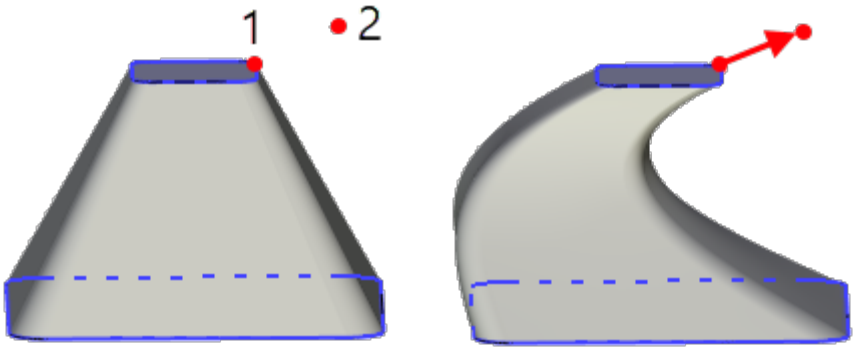
Без граничного условия | **Вектор, построенный в сферических координатах**



1. Начальная точка
2. Зенитный угол 35°
3. Азимутальный угол 25°

Если выбран тип **По двум точкам**, то появляется возможность задать вторую (конечную) точку вектора, определяющую его направление. В качестве второй точки можно выбрать любую точку в 3D сцене. В качестве первой точки используется начальная точка, принадлежащая выбранному сечению.

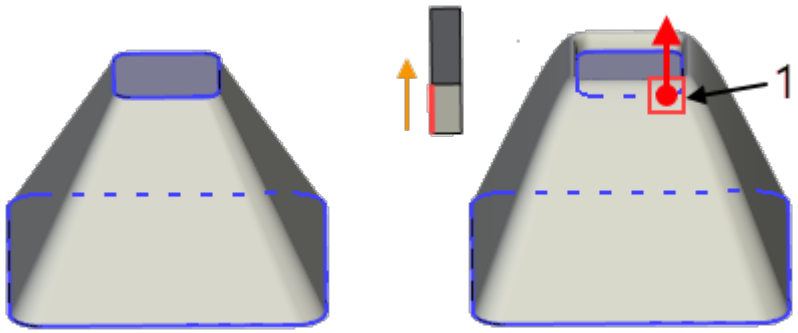
Без граничного условия | **Вектор, построенный по двум точкам**



1. Начальная точка
2. Вторая точка

Если выбран тип **По направлению**, то появляется возможность выбрать объект, направление которого должно совпадать с направлением вектора. В качестве такого объекта можно выбрать любой объект в 3D сцене, имеющий направление. Направление берётся с самого объекта, по нормали к плоскости объекта, или по оси вращения поверхности вращения.

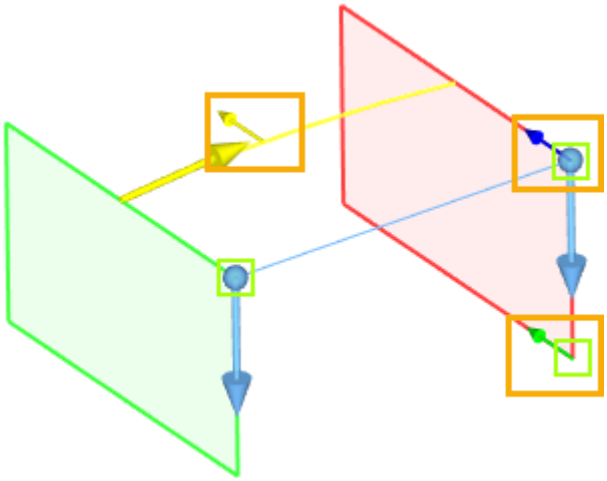
Без граничного условия | **Вектор, построенный по направлению**



1. Начальная точка

Обозначения векторов в 3D сцене

Для граничного условия **По векторам** вектора, выходящие из выбранных точек, обозначаются следующим образом — зелёные стрелки для сечений, жёлтые для направляющих, синие для соответствий.



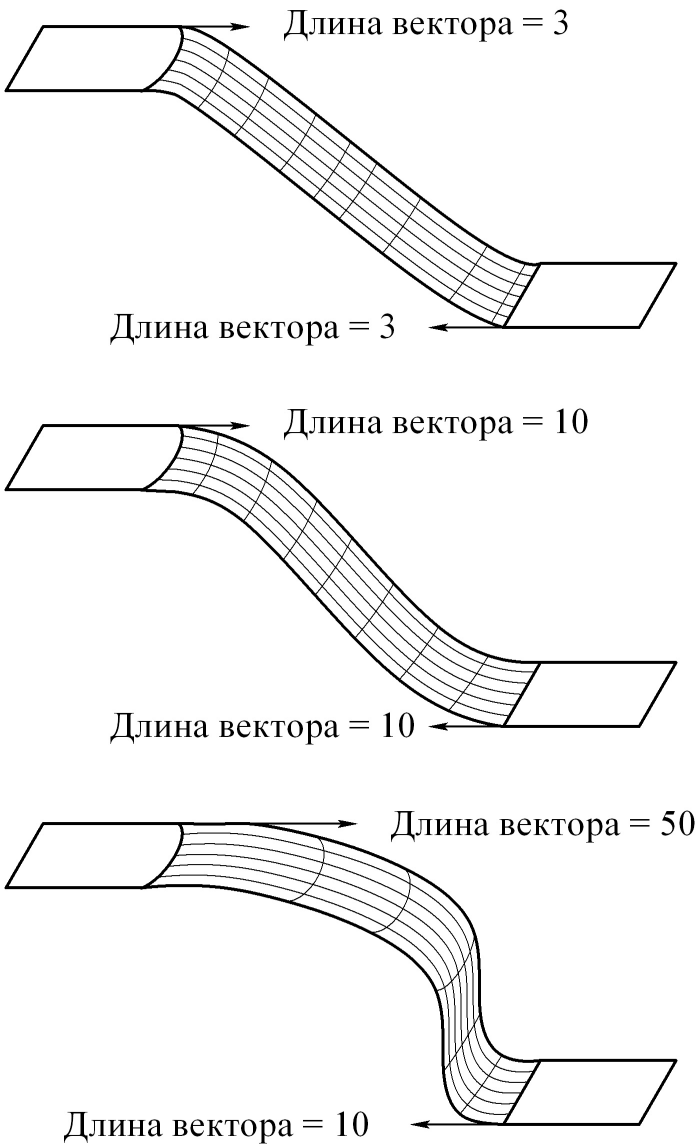
Размер таких стрелок в 2 раза меньше размера стрелок, указывающих направление обхода. Нажатие на такой манипулятор активирует его и система перейдёт в редактирование вектора для соответствующего элемента.

Дополнительные параметры граничных условий

Для каждого граничного условия можно задать определённый тип длины его вектора или нормали или изменить направление вектора.

Существует 2 типа длины вектора — **Длина** и **Коэффициент**. Эти 2 типа определяют степень влияния граничного условия на кривизну будущей поверхности. Если выбран первый тип, то пользователь вручную задаёт длину направляющего вектора.

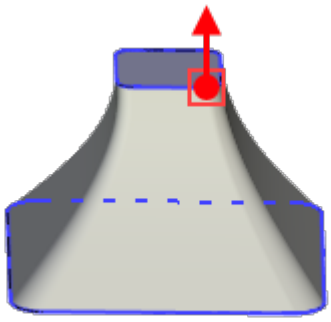
> Значение устанавливается в абсолютных модельных единицах, поэтому требуемое число зависит от размеров модели. При больших размерах модели для достижения одного и того же эффекта нужно устанавливать большие численные значения.



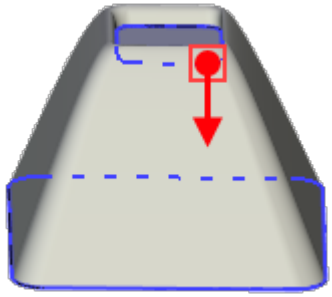
Если выбран второй тип, то пользователь вручную задаёт масштабный коэффициент на который будет умножен модуль производной по заданному направлению.

Кроме того, пользователь в любой момент времени может изменить направление вектора с помощью соответствующей кнопки .

Направляющий вектор верхнего сечения



Развёрнутый вектор верхнего сечения

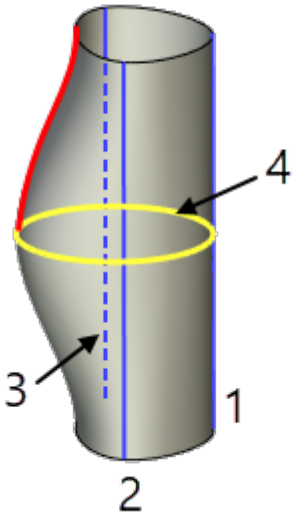


Граничные условия для направляющих

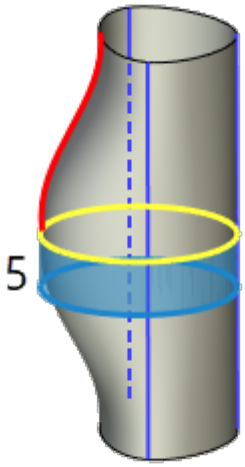
Принцип работы граничных условий для направляющих аналогичен сечениям, однако для направляющих доступно меньшее количество граничных условий — **По геометрии** и **По векторам**.

Граничное условие **По геометрии** для направляющей достаточно специфичное и предусматривает в большинстве случаев вариант, когда в качестве сечений выбраны незамкнутые 3D профили, соединённые направляющей:

Без граничного условия



Граничное условие "По геометрии" для направляющей



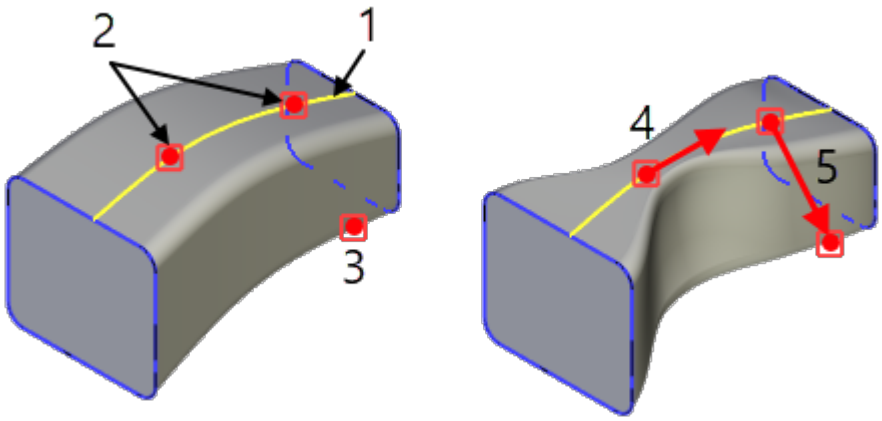
1. Первое незамкнутое сечение
2. Второе незамкнутое сечение
3. Третье незамкнутое сечение
4. Направляющая
5. Грань, определяющая геометрию поверхности

В остальном принцип работы данного граничного условия не отличается от аналогичного граничного условия для сечений.

Граничное условие **По векторам** для направляющей работает аналогично граничному условию для сечений.

Без граничного условия

Граничное условие "По векторам" для направляющей

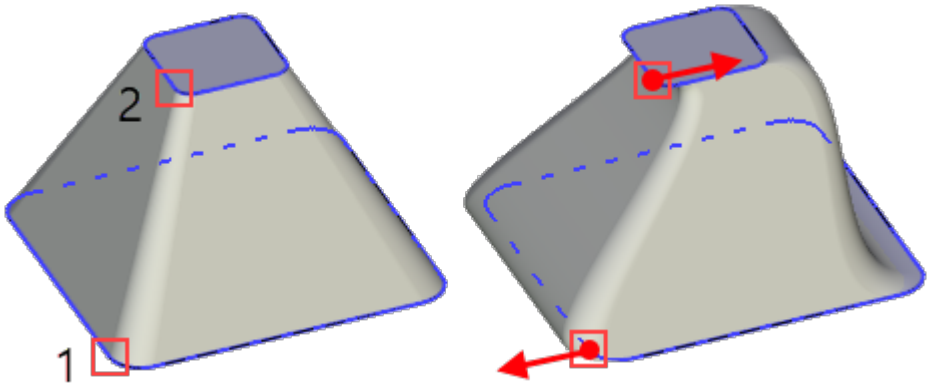


1. Направляющая
2. Начальные точки векторов 1 и 2
3. Вторая точка вектора 2, задающая направление
4. Вектор 1
5. Вектор 2

Граничные условия для точек соответствия

Для точек соответствия доступно только одно граничное условие — **По векторам**. Оно работает аналогично граничному условию **По векторам** для сечений. Разница заключается лишь в том, что вместо начальных точек используются точки соответствия.

Без граничного условия | **Граничное условие "По векторам" для обоих точек соответствия**

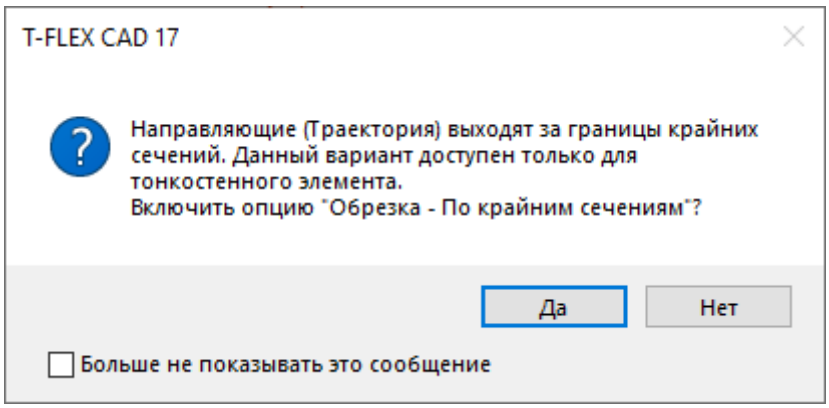


1. Точка соответствия первого сечения
2. Точка соответствия второго сечения

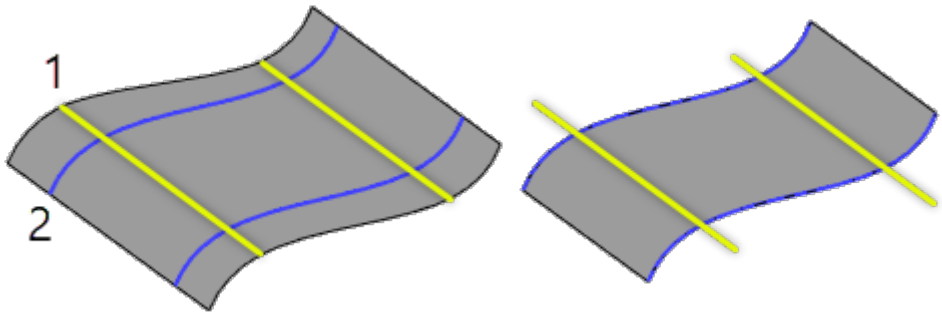
Дополнительные параметры операции По сечениям

Опция Обрезка

Если выбраны направляющие (траектория), которые длиннее, чем границы сечений, то система предложит включить опцию **Обрезка – Направляющие по крайним сечениям**, которая позволит использовать только ту часть направляющей, которая расположена между первым и последним сечением.



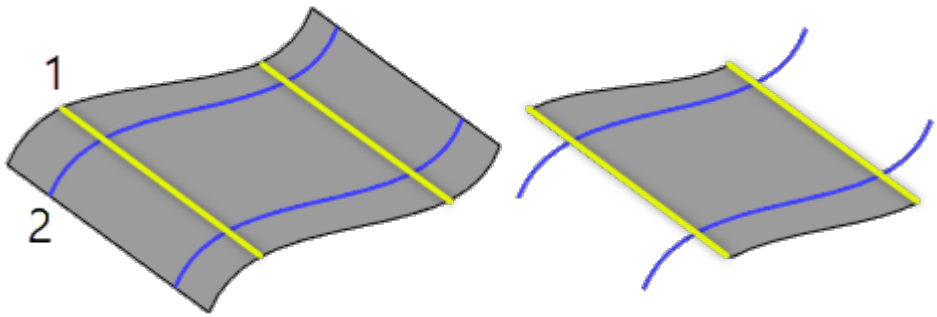
Без обрезки **С обрезкой направляющих по крайним сечениям**



1. Направляющая
2. Незамкнутое сечение

Аналогичным образом можно обрезать сечения с помощью опции **Обрезка - Сечения по крайним направляющим**. Для обрезки сечений необходимы минимум 2 направляющие или 1 направляющая и траектория, с включённой опцией "Использовать траекторию как направляющую". Обрезка сечений возможна только для незамкнутых сечений.

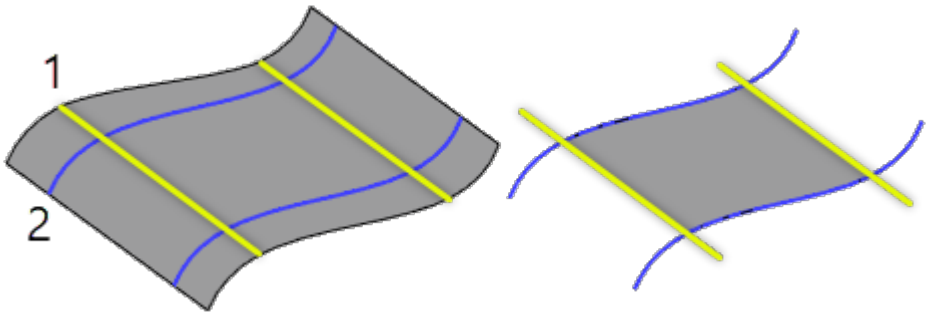
Без обрезки **С обрезкой сечений по крайним направляющим**



1. Направляющая
2. Незамкнутое сечение

При необходимости можно обрезать и направляющие и сечения вышеописанным образом одновременно. Для этого предназначена опция **Обрезка - Сечения и направляющие**.

Без обрезки **С обрезкой сечений и направляющих**



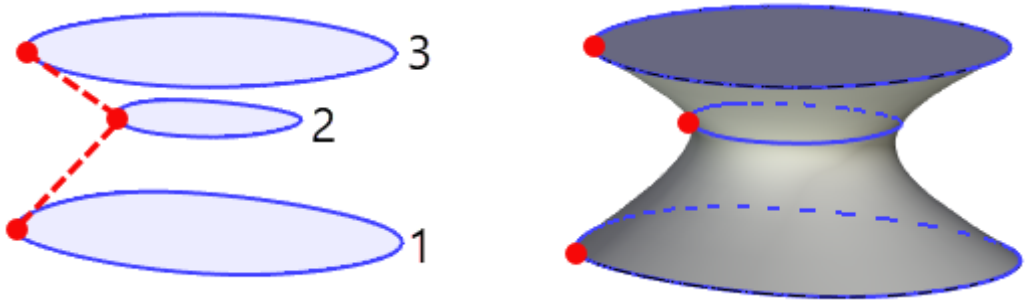
1. Направляющая
2. Незамкнутое сечение

Данные опции предназначены для работы с твёрдыми и поверхностными телами. Если включена опция **Периодическое тело**, то обрезка не будет работать.

Опция Периодическое тело

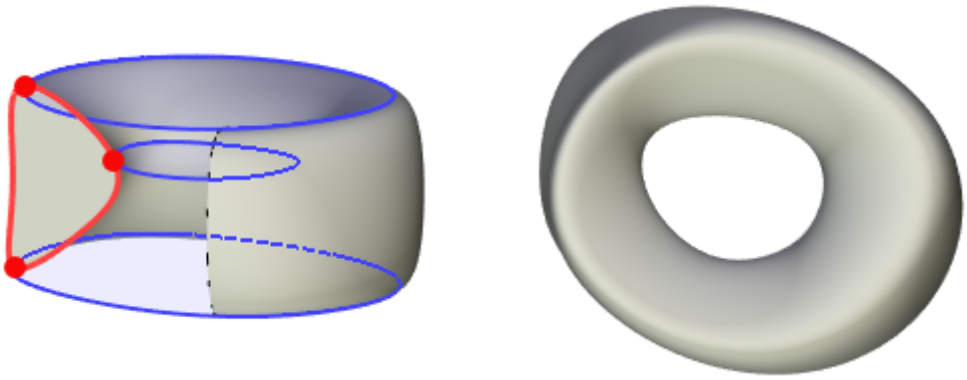
Используется для создания замкнутых тел или поверхностей. При установке данного параметра производится замыкание последнего сечения с первым. Данный параметр может быть установлен, если в качестве первого и последнего сечения не заданы точки, а также, если для первого и последнего профиля не заданы особые условия.

Непериодическое тело

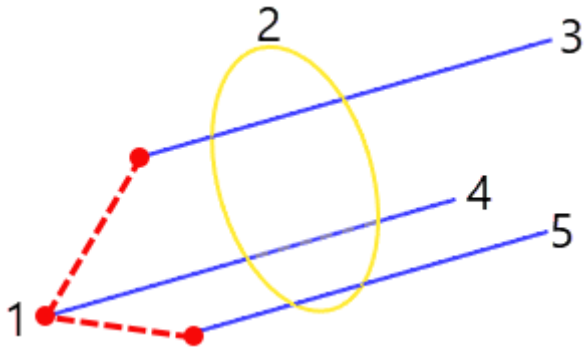


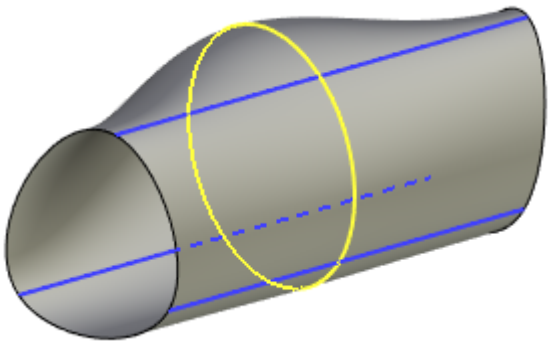
1. Первое сечение
2. Второе сечение
3. Третье сечение

Периодическое тело



При использовании направляющих и задании параметра **Периодический** направляющие должны быть замкнутыми.



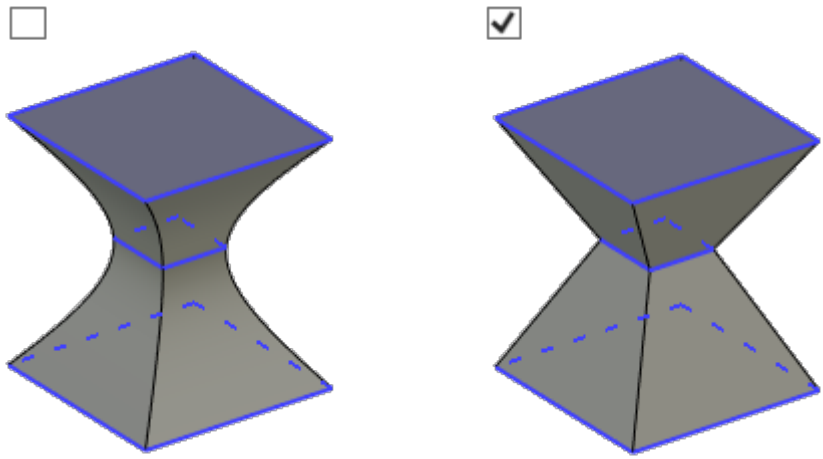


1. Стартовое соответствие
2. Направляющая
3. Первое сечение (3D Путь)
4. Второе сечение (3D Путь)
5. Третье сечение (3D Путь)

Опция Линейчатое тело

Если флаг установлен, то строятся линейчатые поверхности, если сброшен, то строятся сплайновые поверхности. Линейчатая поверхность представляет собой результат соединения пары сечений образующими-прямыми.

Гладкое тело **Линейчатое тело**

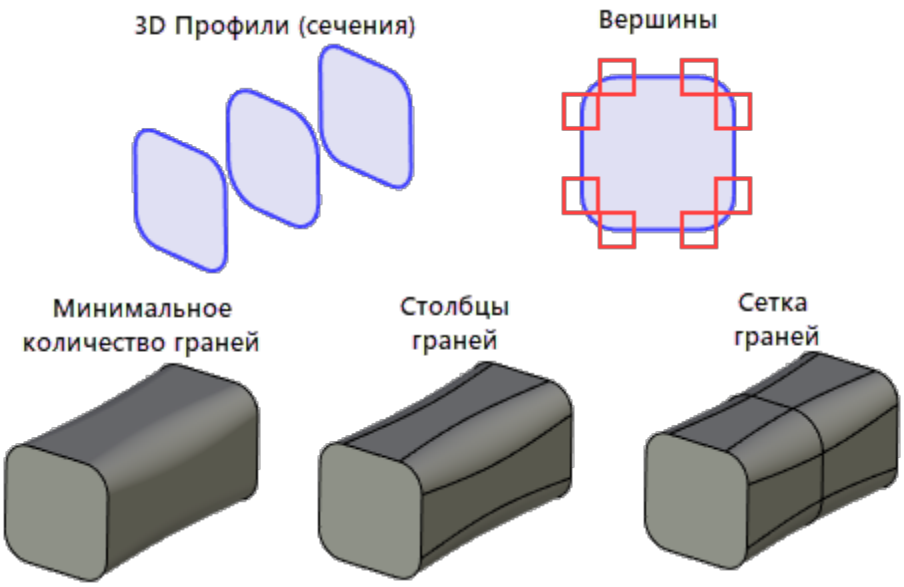


Параметр Разбиение

Данный параметр определяет, как новые грани должны разбивать полученное тело. Существует 3 варианта - **Минимальное количество граней**, **Столбцы граней**, **Сетка граней**.

Столбцы граней получаются путём разделения тела по направлению сечений в каждой вершине профиля.

Сетка граней создаётся путём разделения тела на столбцы с последующим делением вдоль тела по положению сечений.



Параметр Производные величины

При использовании граничных условий, где значение производной указывается через масштабный коэффициент, система сначала сама определяет значение производной "По умолчанию" на выбранном сечении. Далее значение масштабного коэффициента умножается на это значение производной "По умолчанию". Если выбрана опция **Константные значения на сечениях**, то значение производной "По умолчанию" будет постоянным по длине каждого элемента в сечении. Если выбрана опция **Гладкое изменение на сечениях**, то значение производной "По умолчанию" будет плавно меняться по длине каждого элемента в сечении. Если выбрана опция **Гладкое изменение вдоль тела**, значение производной "По умолчанию" будет плавно меняться по длине каждого элемента в сечении, но система попытается сделать еще более гладкое тело по всей его длине. Последняя опция используется по умолчанию.

Параметры оптимизации

Параметр **Точность** позволяет задавать допуск для определения максимально допустимого расстояния между профилями и направляющими. Так, например, задание более грубого (большого) допуска в некоторых случаях позволит обработать ситуацию, когда сечения и направляющие не пересекаются, но находятся на близком расстоянии. Допуск задаёт то значение расстояния между ними, которое система будет игнорировать, и при этом будет считать, что направляющие пересекаются с сечениями. Кроме того, допуск задаёт минимальный размер ребра профиля или направляющей, который должен быть в 10 раз больше значения допуска. Как следствие, не меньше этого же значения должно быть расстояние между точками соответствия на одном профиле, стартовыми точками векторов, задающих граничные условия. Минимальное значение допуска равно 10-8. Но следует помнить, что слишком маленькое значение допуска серьёзно замедлит работу системы. По умолчанию система предлагает использовать значение 10-5.

Опция **Упростить геометрию** – используется для упрощения геометрии и топологии результирующей поверхности. При включении данного параметра в местах, где это возможно, будут строиться аналитические поверхности (тор, цилиндр, сфера, плоскость) вместо сплайновых.

Использование создаваемого тела в булевой операции

Для создания булевой операции необходимо:

1. Включить режим создания булевой операции с помощью опции автоменю:

<Ctrl+B> Режим создания булевой операции: Сложение

Булева операция создаётся при нажатой пиктограмме.

2. Выбрать тип создаваемой операции с помощью опции автоменю, содержащей выпадающий список:

<Ctrl+'+'> Сложение

<Ctrl+'-'> Вычитание

<Ctrl+'*'> Пересечение

<Ctrl+'I'> Интеллектуальный

Принцип действия интеллектуального режима

- Если создаваемое тело и выбранное тело (явно или неявно) имеют пересечение объемами - тип булевой операции: **вычитание**.
- Если создаваемое тело полностью лежит внутри выбранного тела - тип булевой операции: **вычитание**.
- Если создаваемое тело касается выбранного тела – тип булевой операции: **сложение**.
- Если условия, указанные в пунктах 1, 2, 3, не выполнены, или выбранное тело лежит внутри создаваемого, или при определении типа проникновения тел возникла ошибка – **тип булевой не определен, булева операция не будет создана**.

3. Выбрать первый операнд булевой операции (в некоторых случаях – необязательное действие) с помощью опции автоменю:

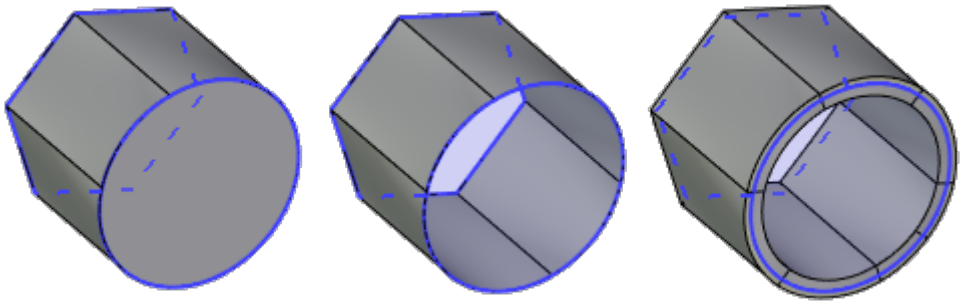
<Ctrl+T> Выбрать исходное тело для булевой операции

Если в сцене присутствует всего одно тело, то оно выбирается автоматически. Создаваемое в операции по сечениям новое тело является вторым операндом булевой операции.
После подтверждения создания операции сначала создается тело по сечениям, а затем выполняется булева операция заданного типа.

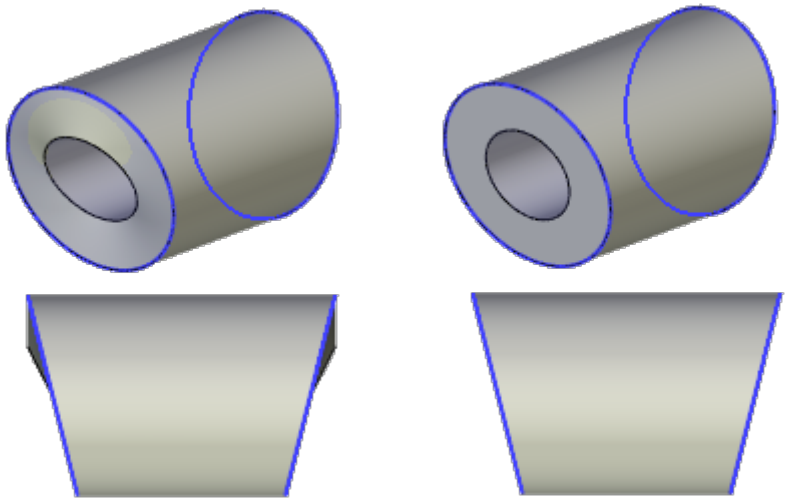
Тонкостенный элемент в операции По сечениям

Данная опция позволяет получить тело с нулевой или заданной толщиной. Существует возможность задать направление толщины — **наружу**, **внутрь**, **симметрично** или **разную**.

Твёрдое тело	Тонкостенный элемент с нулевой толщиной	Твёрдое тело с заданной толщиной



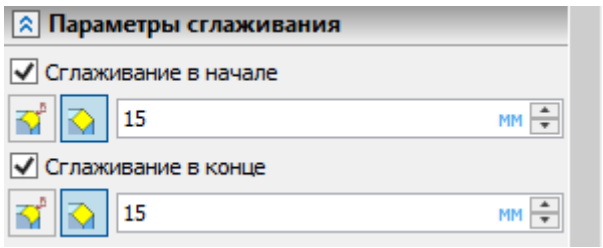
С помощью опции **Обрезка - По крайним сечениям** можно обрезать создаваемую поверхность по крайним сечениям.



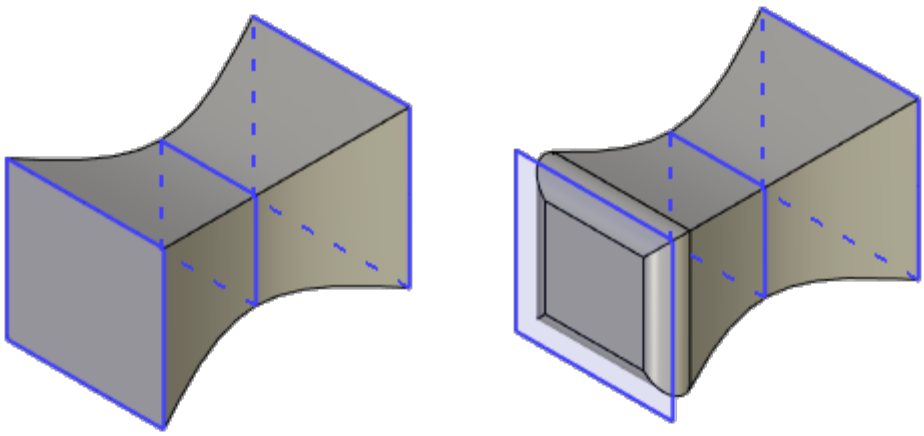
Выбранные сечения должны быть плоскими.

Параметры сглаживания операции По сечениям

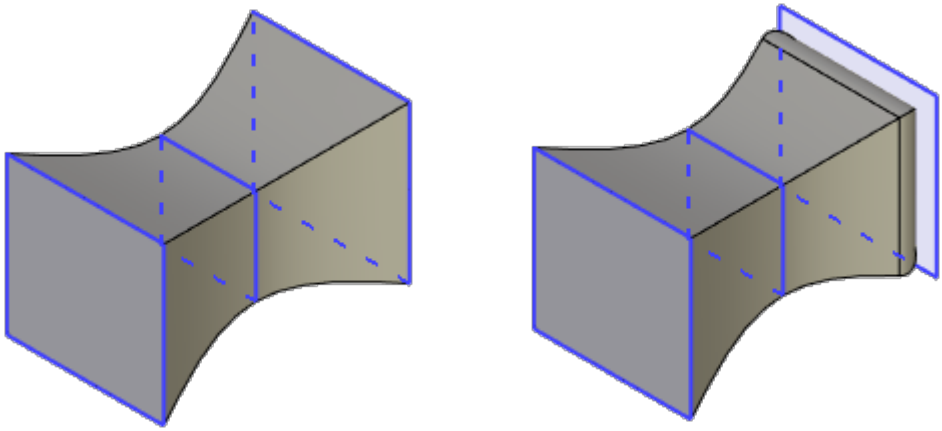
Если результирующее тело является сплошным, то к нему могут быть применены опции сглаживания и построения фасок. Сглаживание и создание фасок применяется к начальным и конечным поверхностям независимо.



Сглаживание в начале. Установка данной опции задаёт режим сглаживания рёбер исходной поверхности, то есть поверхности со стороны первого выбранного сечения. Сглаживание осуществляется методом **Скругление** или **Фаска**. Размер сглаживания задаётся в соседнем поле.



Сглаживание в конце. Установка данной опции задаёт режим сглаживания рёбер целевой поверхности, то есть поверхности со стороны последнего выбранного сечения. Сглаживание осуществляется методом **Скругление** или **Фаска**. Размер сглаживания задаётся в соседнем поле.



Редактировать операцию По сечениям

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<3ESL>	Правка > Операции > По сечениям

Команда предназначена для редактирования операции По сечениям.
Доступные опции:

<Esc> Отменить выбор всех элементов

<A> Выбрать все элементы

<Z> Выбор элемента по имени

	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, <Ctrl>+<E>	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

Если выбран один элемент, его можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию). Перезадание элемента полностью совпадает с командой **По сечениям**.

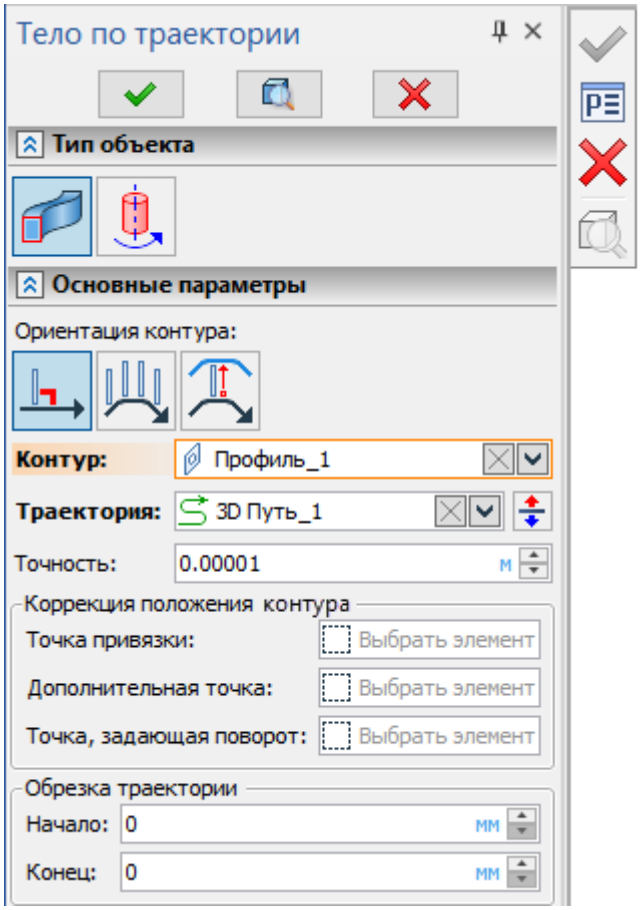
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация <**Shift**>+ (комбинация <**Ctrl**>+ отменяет выбор).

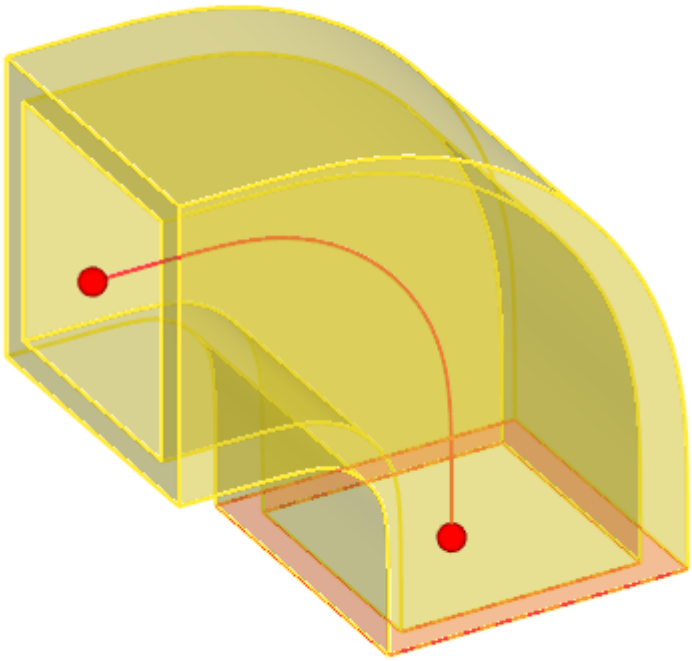
По траектории

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Операции > По траектории Поверхности > Расширенные > По траектории
Клавиатура	Текстовое меню
<3SW>	Операции > По траектории

Данная операция позволяет получать трёхмерное тело путем перемещения контура вдоль пространственной траектории и по направляющим. Операция относится к группе т.н. «кинематических» операций, то есть результатом её выполнения будет тело-след от перемещения исходного контура. Перемещение выполняется вдоль направляющей. В зависимости от типа геометрии исходного контура (контуром может быть объект проволочной геометрии или тело-поверхность) результат операции может представлять поверхность или твёрдое тело. Отдельно можно отметить создание тела по направляющим и создание тела по траектории. В процессе движения контура по траектории возможно управление законами его ориентации (коррекция исходного положения контура), кручения и масштабирования.





Доступна возможность выбора корректирующих точек с фильтром, который отсеивает точки, не принадлежащие выбранному профилю. Размер тела вдоль траектории можно регулировать манипуляторами.

Правила задания операции

Общий алгоритм действий для создания операции следующий:

1. Выбрать тип задающего объекта.
2. Выбрать способ ориентации контура.
3. Выбрать контур.
4. Выбрать элементы для задания траектории.
5. Задать коррекцию исходного положения контура (необязательное действие).
6. Задать дополнительные направляющие или поверхность (необязательное действие).
7. Задать общие параметры операции (необязательное действие).
8. Подтвердить создание операции.

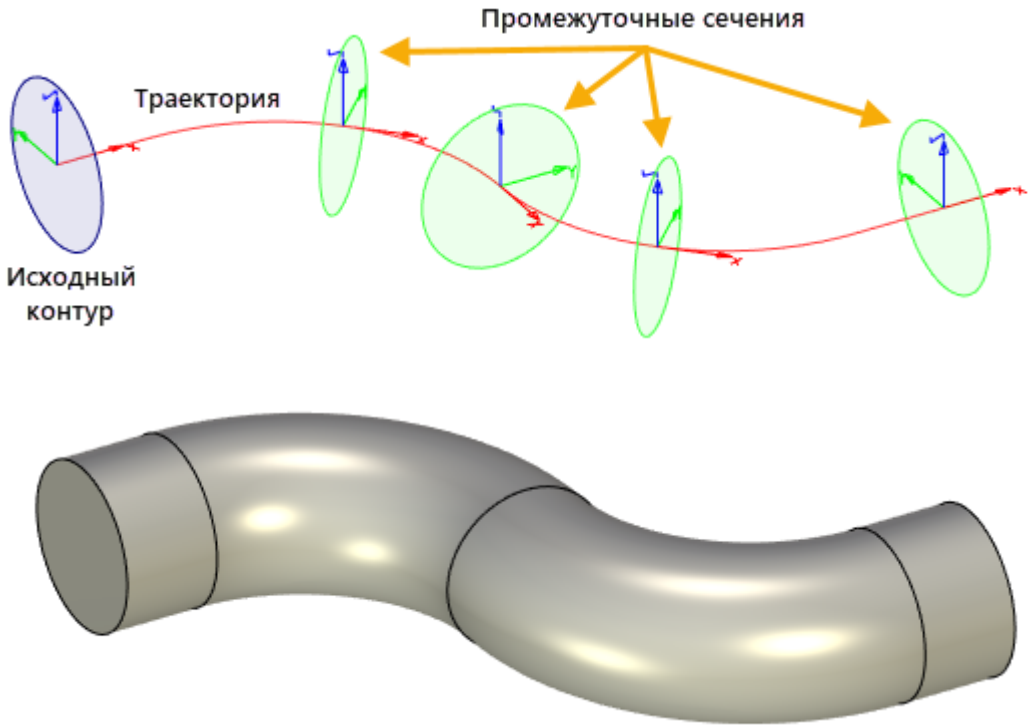
Основные темы в этом разделе:

- Контур операции По траектории
- Траектория операции По траектории
- Коррекция положения контура операции По траектории
- Кручение контура операции По траектории
- Масштабирование контура операции По траектории
- Создание тела по направляющим в операции По траектории
- Метод вычисления вспомогательных векторов операции По траектории
- Вытягивание тела По траектории
- Обрезка траектории операции По траектории
- Фиксирующее направление операции По траектории

- Дополнительные возможности операции По траектории
- Тонкостенный элемент в операции По траектории
- Параметры сглаживания операции По траектории
- Редактировать операцию По траектории

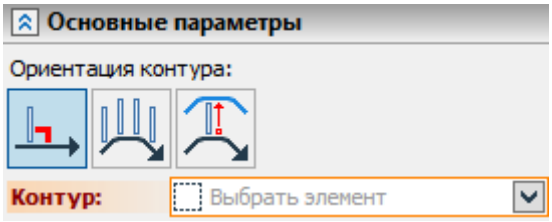
Контур операции По траектории

В качестве исходного контура может использоваться любой объект с **проволочной** или **поверхностной** геометрией. Также можно использовать **многоконтурный 3D профиль**. Движение контура получается за счет его многократного копирования вдоль выбранной траектории. Копии контура мы будем называть еще промежуточными сечениями. Для расчёта промежуточных сечений система вычисляет ориентацию системы координат промежуточного сечения. Исходная система координат рассчитывается для запоминания исходного положения контура. Копирование контура происходит от исходной системы координат к рассчитанной системе координат промежуточного сечения.



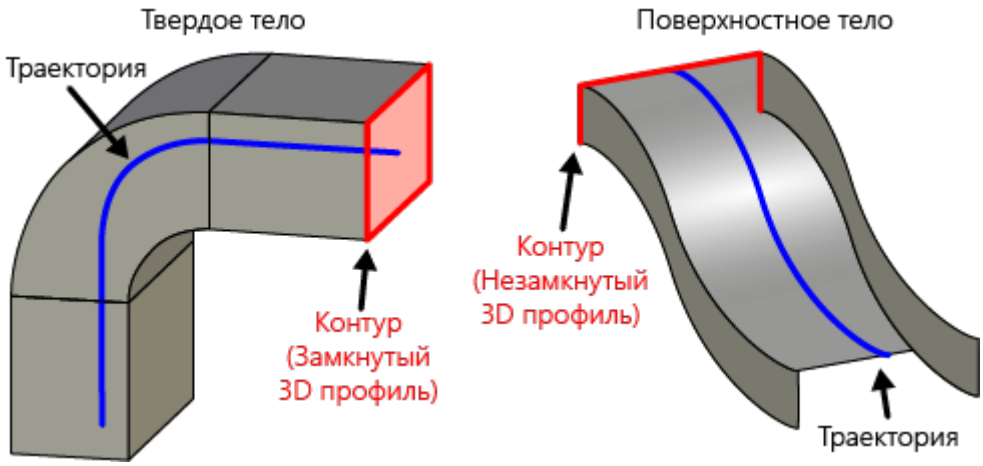
Исходная система координат контура вычисляется в первой точке траектории. Две её оси устанавливаются перпендикулярно траектории, а одна направлена по касательной к траектории в первой точке. Исходное положение контура фиксируется относительно исходной системы координат. Дальнейшее движение контура получается при перемещении исходной системы координат вместе с контуром в другие точки траектории, в которых рассчитана система координат промежуточного сечения.

Выбор контура



В первую очередь необходимо выбрать контур.

В качестве контура пригодны любые объекты с поверхностной или проволочной геометрией - 3D профили, 3D пути, рёбра, грани, поверхности и т.д. Элемент, выбранный для задания контура, подсвечивается.



Контроль над ориентацией контура

В зависимости от положения промежуточных сечений относительно траектории можно получить разные результаты. При создании операции можно установить один из трёх типов ориентации контура.

Ориентация контура по нормали

Постоянная ориентация контура

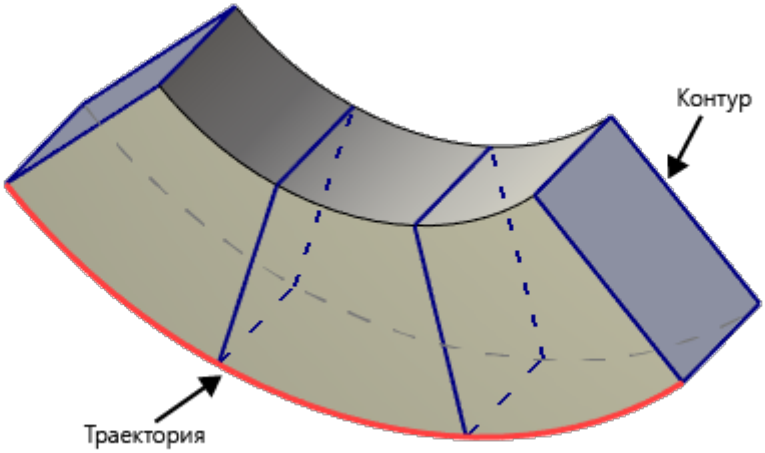
Ориентация контура по направляющим

Выбор способа производится в окне параметров операции, в специальном поле с выпадающем списком. Выпадающий список содержит все три возможных варианта ориентации контура – **Ориентация контура по нормали**, **Постоянная ориентация контура**, **Ориентация контура по направляющим**. Первое, и как показывает опыт, наиболее часто используемое значение, система предлагает по умолчанию.

При установке первых двух способов в автоменю остается набор опций для выбора траектории, коррекции исходного положения контура, выбора направляющих, задающих законы кручения и масштабирования. При выборе способа **Ориентация контура по направляющим** остаются опции для коррекции исходного положения контура, опции для выбора второй и третьей направляющих.

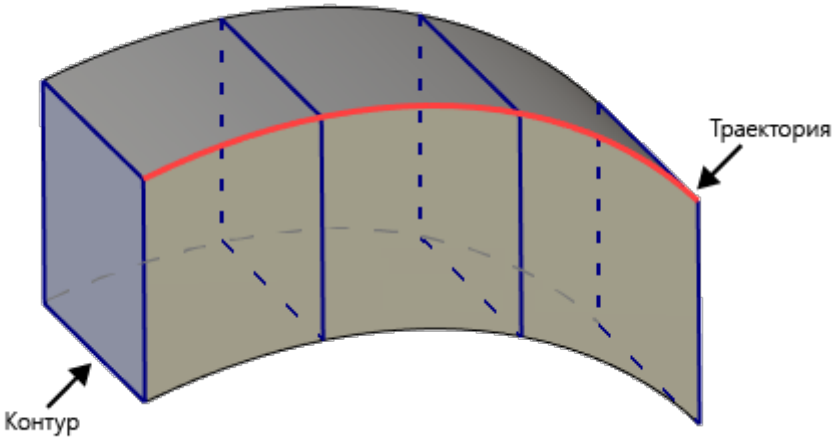
При использовании неплоской траектории условия перпендикулярности недостаточно для получения желаемого результата из-за кручения профиля вокруг траектории. В таких ситуациях может дополнительно указать **фиксирующее направление**. Задание фиксирующего направления меняет способ построения систем координат промежуточных сечений. Вариант изменения зависит от выбранного способа интерпретации фиксирующего направления: **фиксация по пути и направлению**, **фиксация вращения**.

Перпендикулярно траектории



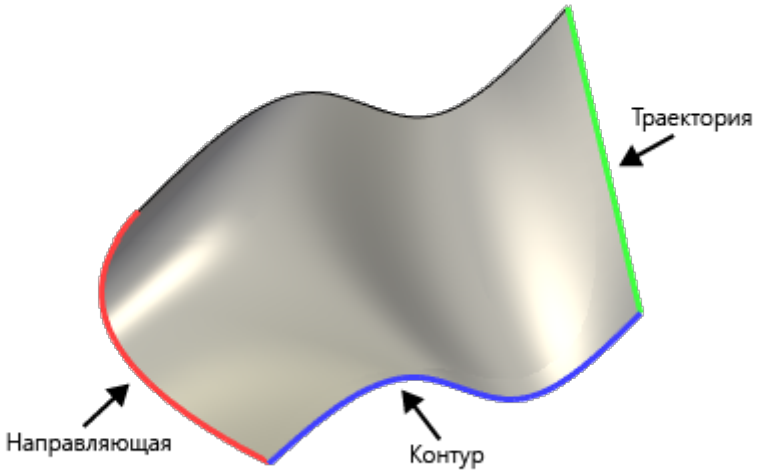
Плоскость XY системы координат промежуточного сечения ориентируется всегда перпендикулярно траектории. Вектор, касательный к направляющей в точке построения сечения, задаёт ось Z.
Режим предназначен в первую очередь для плоских контуров. При создании операции плоскость плоского контура всегда разворачивается перпендикулярно направляющей в каждой промежуточной точке.
В случае неплоского контура система сама вычисляет некоторую среднюю нормаль, которую использует для ориентации контура. Для достижения наиболее предсказуемых результатов рекомендуется использовать дополнительную коррекцию исходного положения контура (см. раздел **Коррекция исходного положения контура**).

Параллельно исходному



Оси системы координат каждого промежуточного сечения ориентируются также как и оси исходной системы координат. При полученном движении исходный контур перемещается параллельным переносом.

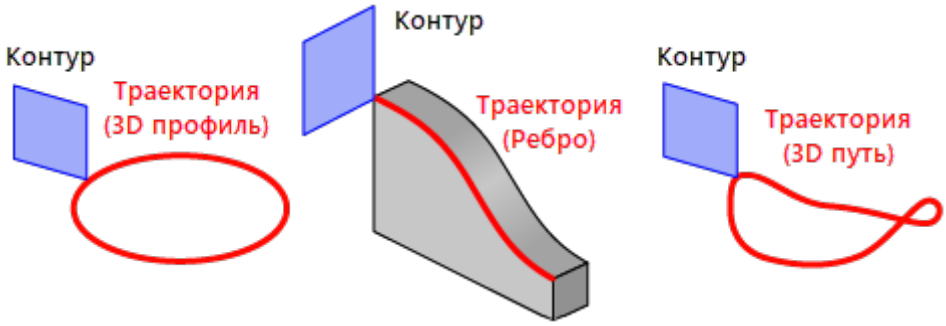
По направляющим



При создании операции контур движется по траектории и направляется на точки дополнительных направляющих. Одновременно одна из направляющих задаёт и закон масштабирования контура. При данном способе направляющие должны иметь непрерывную функцию по касательной (не иметь изломов). В некоторых частных случаях система допускает использовать поверхности для задания только ориентации (направления) движущегося контура. Более подробно про это можно узнать в разделе Создание тела по направляющим.

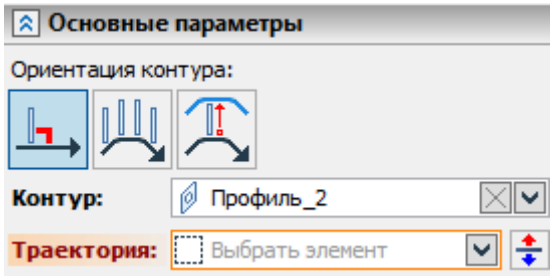
Траектория операции По траектории

Траектория определяет направление и протяженность операции. В качестве траектории может выступать любой объект с проволочной геометрией. Чаще всего для задания траектории используется 3D путь, но можно также использовать 3D профили, набор рёбер, циклы и т.д.



Выбор траектории

После задания контура система автоматически включает опцию для выбора траектории:

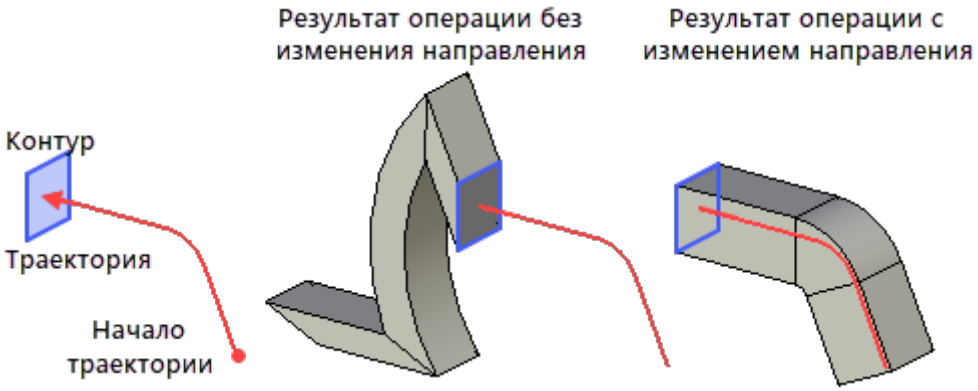


Элемент, выбранный для задания траектории, подсвечивается.

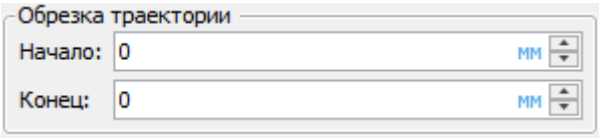
После выбора траектории становится доступной пиктограмма подтверждения операции . Введённых данных уже достаточно для создания операции. Выбранный контур будет двигаться из текущего положения вдоль траектории «перпендикулярно траектории» или «параллельно исходному».

Изменить направление

В случаях когда исходные элементы траектории имеют некорректное направление и нет возможности перевернуть их (например ребро тела), то необходимо использовать опцию **Изменить направление** .



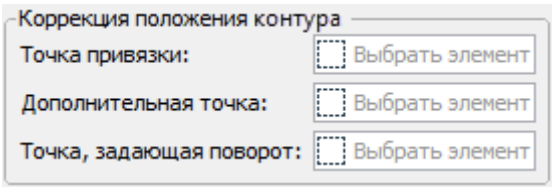
Обрезка траектории



Обрезка траектории используется в тех случаях, когда нельзя изменить исходный объект траектории, но необходимо укоротить саму траекторию. Размер обрезаемых частей задается от начала или конца траектории.

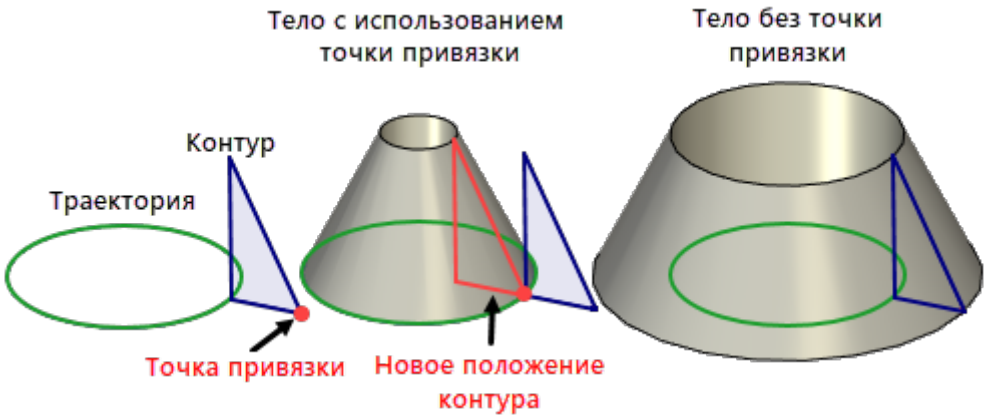
Коррекция положения контура операции По траектории

Исходное положение контура может быть дополнительно скорректировано выбором дополнительных одной или трёх 3D точек.



В качестве точек могут быть 3D узлы, вершины, ЛСК и т.д.

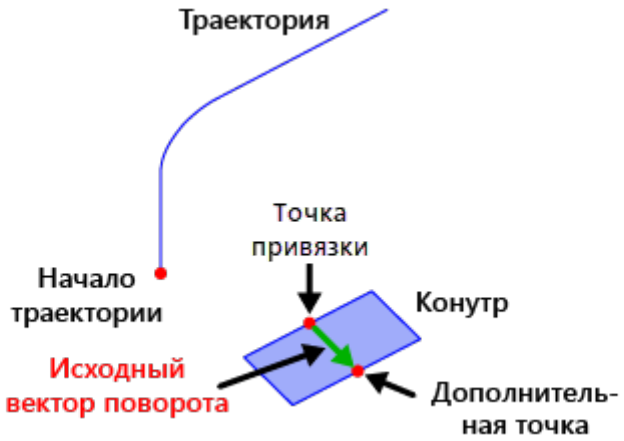
Точка привязки



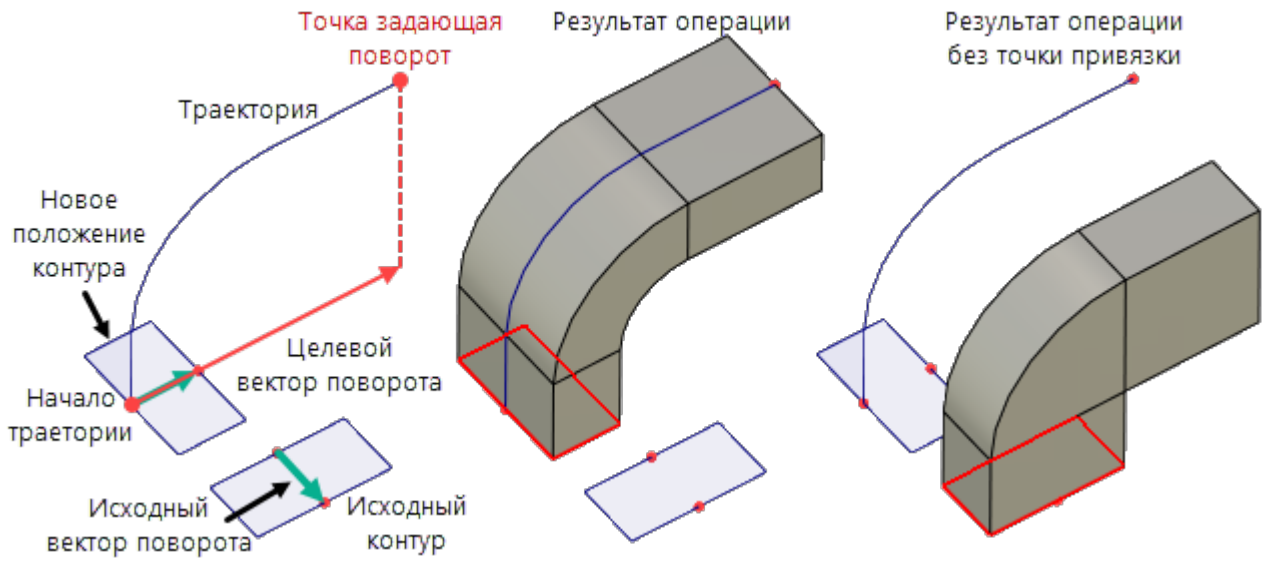
Точка привязки позволяет задать место привязки контура к началу пути. Ориентация контура при этом зависит от выбранного метода ориентации. При установленном параметре **Перпендикулярно пути** плоскость плоского контура разворачивается ортогонально траектории в начальной точке. При использовании неплоских контуров система сама вычисляет некоторую среднюю нормаль, которую использует для ориентации плоскости контура. При установленном параметре **Параллельно исходному** контур перемещается в начальную точку траектории параллельным переносом.

Дополнительная точка и Точка, задающая поворот

Коррекции исходного положения контура одной точкой может оказаться не достаточно, так как при этом не задан поворот контура вокруг его нормали. Для задания дополнительного разворота контура вокруг нормали можно выбрать еще две точки. **Дополнительная точка** вместе с **точкой привязки** определит исходный вектор поворота (по аналогии вектора привязки 2D фрагмента). После выбора второй точки ничего в сцене не изменится. Система перейдет в режим ожидания выбора третьей точки.



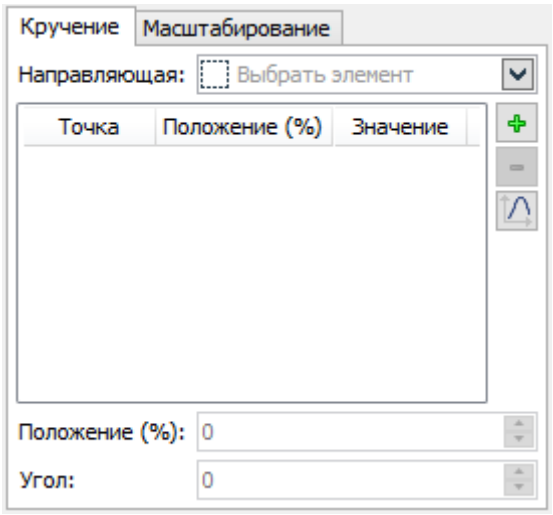
Третья выбранная точка (**Точка, задающая поворот**) вместе с началом траектории определит целевой вектор поворота, проекция которого на плоскость контура будет использоваться для определения угла дополнительного поворота контура. Если используется неплоский контур, то плоскость контура определяется по вычисленной средней нормали.



При использовании неплоских контуров в некоторых случаях можно и не добиться желаемого результата исходного положения контура с помощью трёх точек. В этом случае рекомендуется поместить контур в требуемое положение еще до создания операции По траектории. Например, можно сразу создать его в нужном месте, а если это затруднительно, то можно использовать копирование по системам координат.

Кручение контура операции По траектории

При движении контура можно задавать дополнительный закон кручения контура.

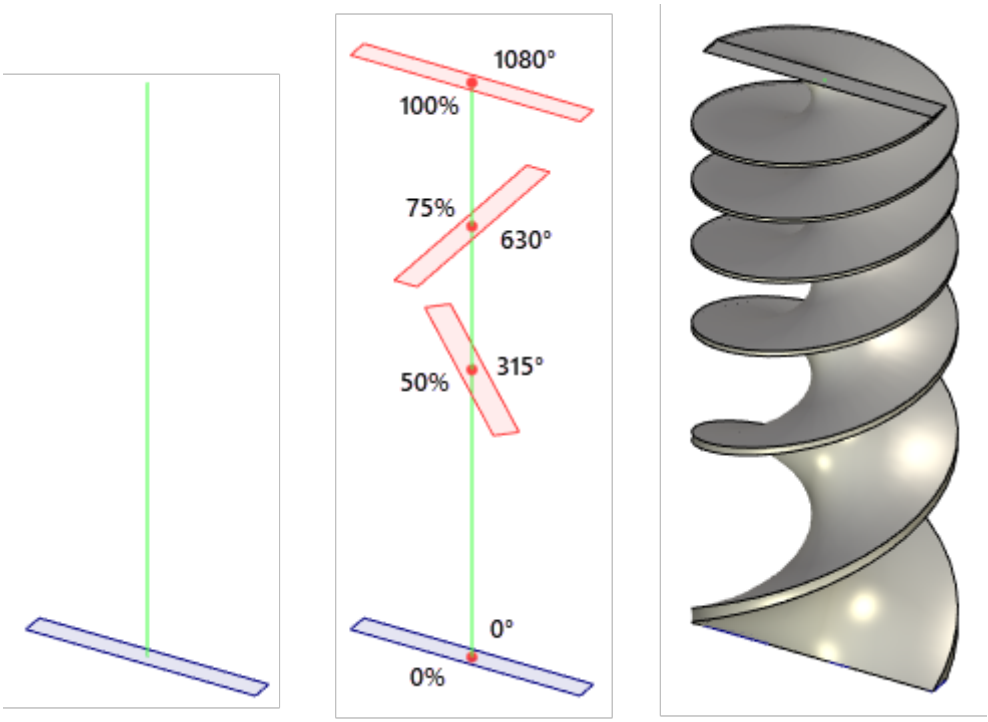


Угол поворота промежуточных сечений может быть задан в таблице или при помощи дополнительной геометрии – направляющей или поверхности. При этом есть значительные различия в способах расчёта угла поворота контура.

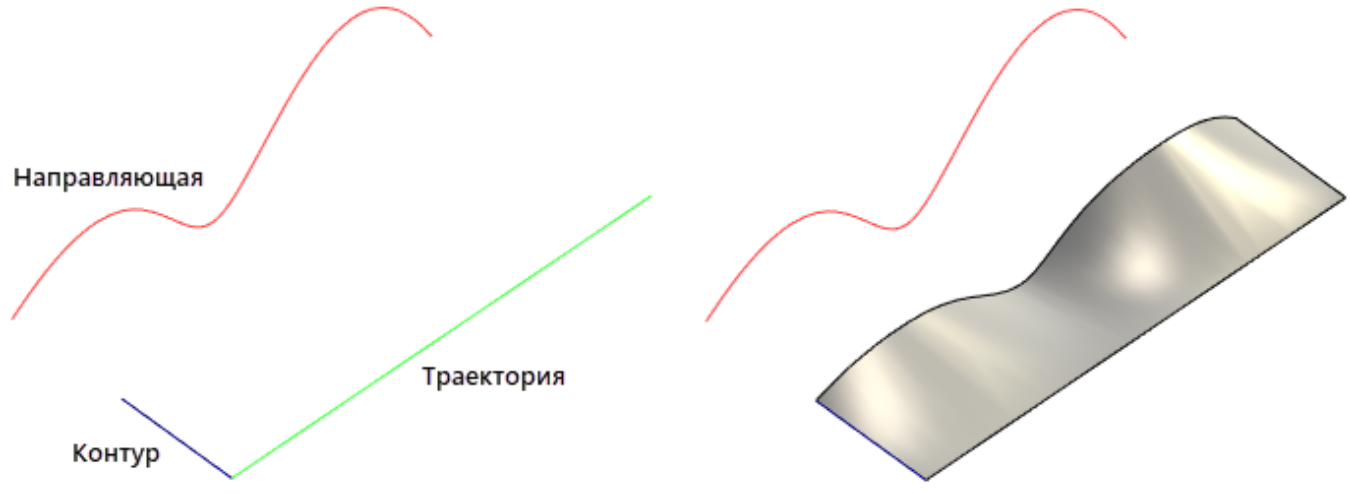
При использовании таблицы для задания закона кручения поворот на заданный угол каждого промежуточного сечения осуществляется вокруг оси Z рассчитанной системы координат.

Точка	Положение (%)	Значение
Начало	0	0
Точка_1	50	315
Точка_2	75	630
Конец	100	1080

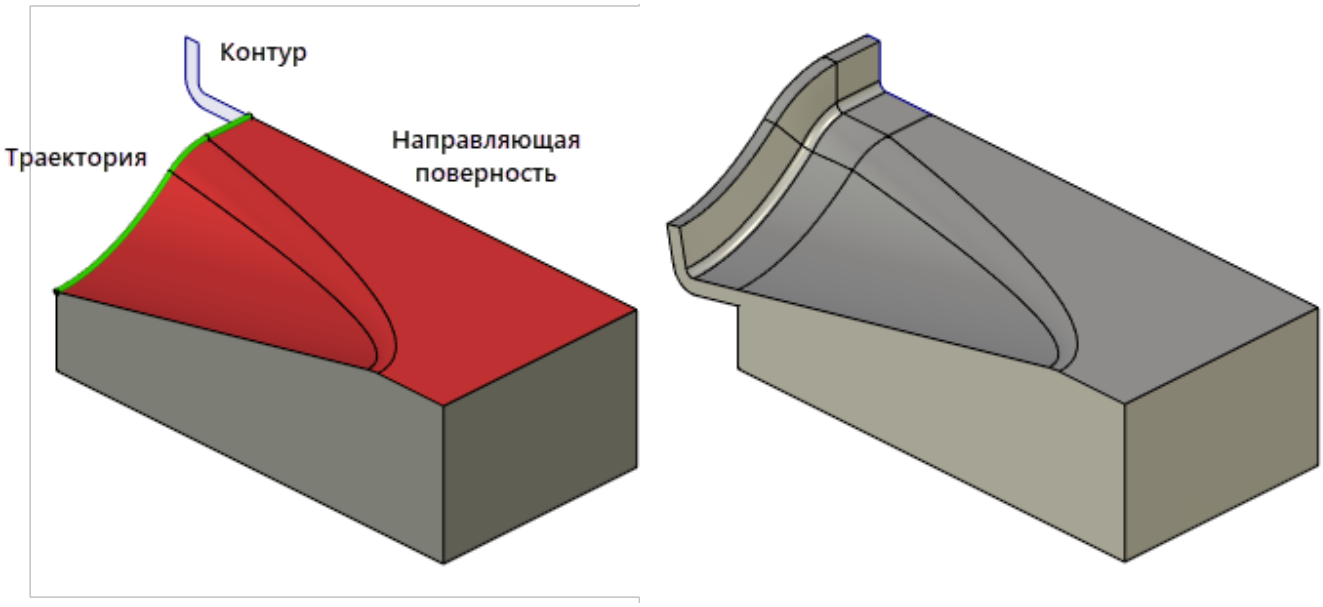
Таблица представляет собой набор точек траектории, заданных в процентах от длины траектории, в которых указано фиксированное значение угла поворота. При табличном методе задания углов поворота работают специальные манипуляторы. Этот способ удобно использовать для создания тел вдоль траектории, например, в которых поверхность закручена по спирали.



Использование кривой или поверхности предназначено для решения ряда специальных задач. Например, если контур в процессе движения должен быть направлен всегда на заданную кривую, то следует использовать направляющую.



Если требуется создать дополнительную поверхность вдоль края какой-нибудь другой поверхности по касательной к ней, то для ориентации движущегося вдоль её края контура нужно выбрать поверхность. При этом будет соблюдено условие касания каждого промежуточного сечения вдоль края всей поверхности.



При построении тел с кручением контура с использованием направляющей или поверхности следует уделять особое внимание начальному положению контура. Так, для первого примера контур должен быть изначально направлен на первую точку дополнительной направляющей, а во втором случае контур в исходном положении должен прилегать по касательной к прилегающей поверхности.

При помощи дополнительной направляющей или поверхности система вычисляет вспомогательные векторы, чтобы получить значение угла поворота каждого промежуточного сечения. Угол поворота вычисляется как разница направлений вспомогательного вектора в первой точке траектории и вспомогательного вектора в текущей точке для каждого промежуточного сечения. Если вычисленный вспомогательный вектор не лежит в плоскости XY системы координат промежуточного сечения, то он дополнительно проецируется на эту плоскость.

При использовании поверхности для вычисления вспомогательного вектора, его направление в общем случае вычисляется как касательная к поверхности в точке этой поверхности, ближайшей к точке начала системы координат промежуточного сечения. В связи с этим для получения наиболее прогнозируемых результатов желательно, чтобы используемая поверхность вплотную прилегала к траектории. Например, для задания траектории в этом случае можно использовать ребра этой поверхности.

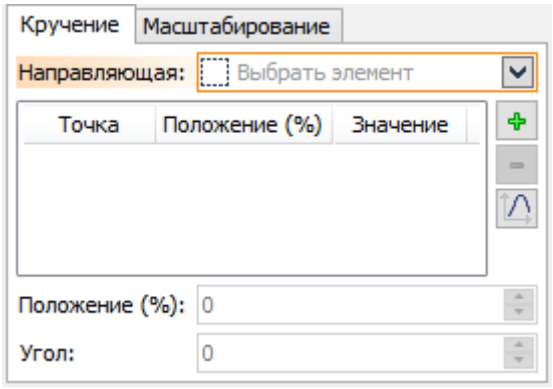
Если используется направляющая для вычисления углов поворота промежуточных сечений, то можно выбрать один из четырех методов вычисления вспомогательного вектора. Методы вычисления векторов по дополнительным направляющим описаны в соответствующем подразделе.

Задание закона кручения контура

Задать закон кручения контура можно либо в таблице, либо с использованием вспомогательной геометрии. Последовательно рассмотрим оба способа.

Табличный способ задания кручения

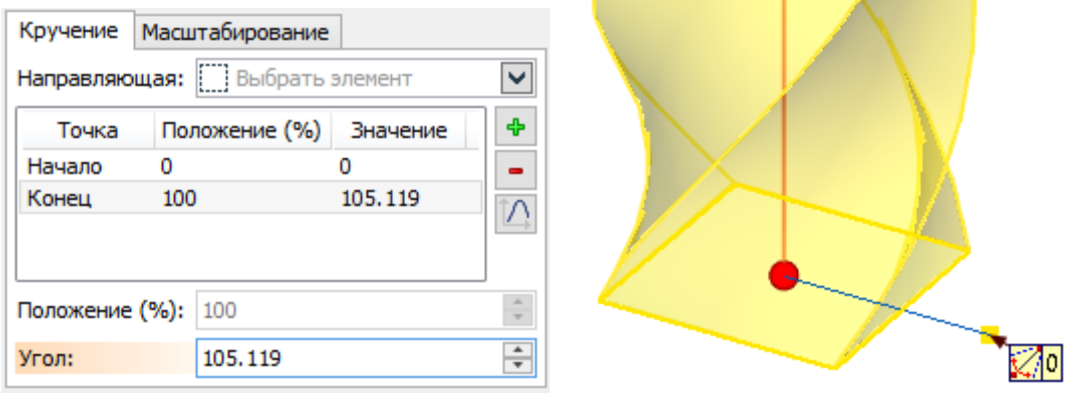
В окне параметров на закладке **Кручение** находятся поля для задания закона кручения.



Для создания новых условий кручения контура нажмите кнопку . При первом нажатии добавляются две характерные точки «Начало» и «Конец». При повторных нажатиях добавляются новые промежуточные точки на траектории. Численные данные для каждой промежуточной точки задаются в окне параметров. Положение каждой точки задаётся в процентах от длины траектории в поле **Положение** (%). Значение угла поворота сечения задается в градусах, в поле **Угол**. Для удаления промежуточной точки нужно её выбрать и нажать кнопку .

Положение промежуточных точек можно задавать с помощью графиков. Для этого используется кнопка окна параметров. При нажатии на кнопку открывается окно редактирования графика. Область определения графика по оси X ограничена значениями 0-100. Область значений функции не ограничена.

Для удобства задания параметров кручения в сцене отображаются вспомогательные элементы – **манипуляторы** и **декорации**.

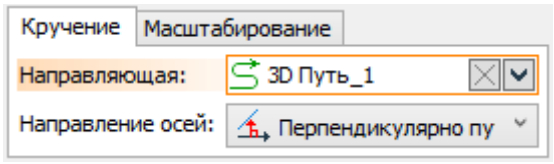


Декорации представляют собой изображение промежуточного сечения для каждой заданной точки, а также стрелки с указанием направления и угла поворота. Стрелка развивается по спирали и показывает полный угол поворота. Это удобно, если угол поворота более 360 градусов. Декорации неактивной точки рисуются жёлтым цветом, а декорации точки, с которой производится в данный момент работа – красным.

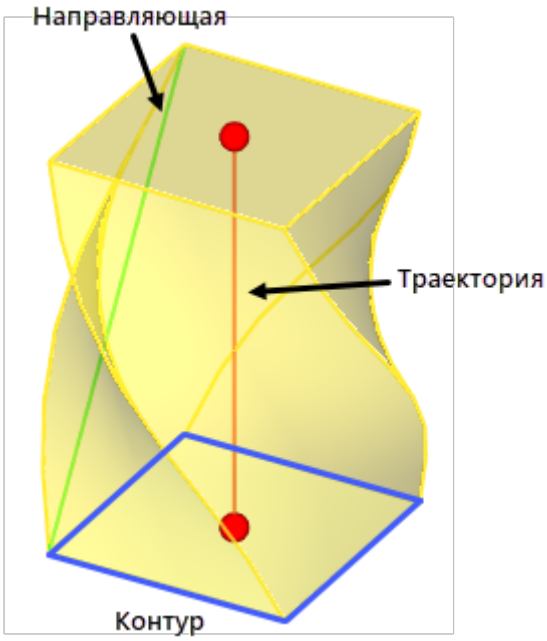
Манипулятор представляет собой два отрезка голубого цвета, показывающих векторы нулевого и заданного углов. На концах одного отрезка-манипулятора имеется две «ручки». При воздействии на

них мышкой с нажатой можно изменять значение угла поворота и положение точки на пути. При подведении курсора к «ручке» манипулятора курсор принимает соответствующую форму.

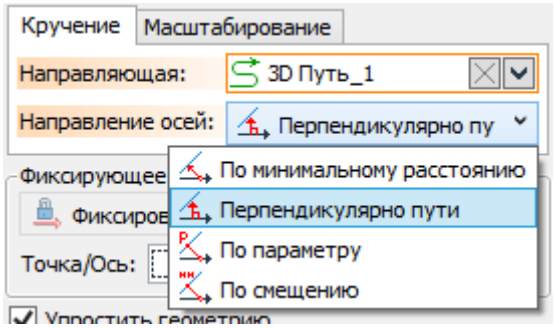
Использование вспомогательной геометрии для задания кручения



Для задания направляющей можно использовать любые объекты с проволочной геометрией.



После выбора направляющей диалог в окне параметров автоматически переключается на отображение выпадающего списка, из которого можно выбрать метод вычисления вектора поворота.



Для выбора доступны четыре варианта:

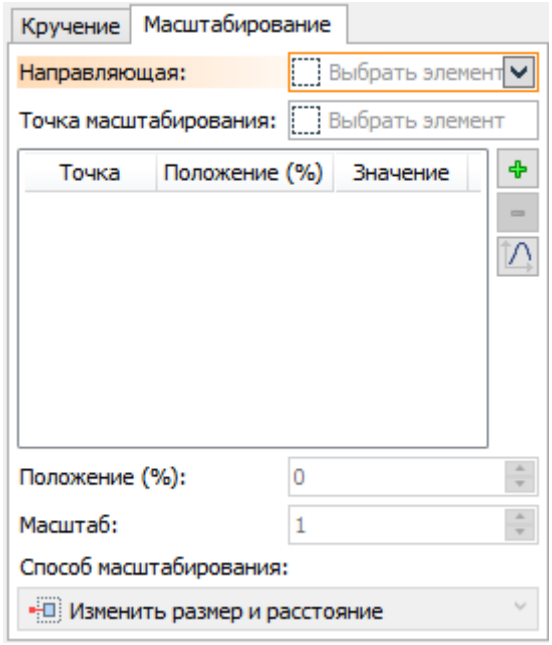
- По минимальному расстоянию
- Перпендикулярно пути
- По параметру
- По смещению

Более подробно о направлениях осей можно узнать в разделе Методы вычисления вспомогательных векторов.

Для задания поверхности можно использовать грань, поверхностный 3D профиль или операцию-поверхность.

При использовании вспомогательной геометрии манипуляторы и декорации не используются.

Масштабирование контура операции По траектории



Задание закона масштабирования контура

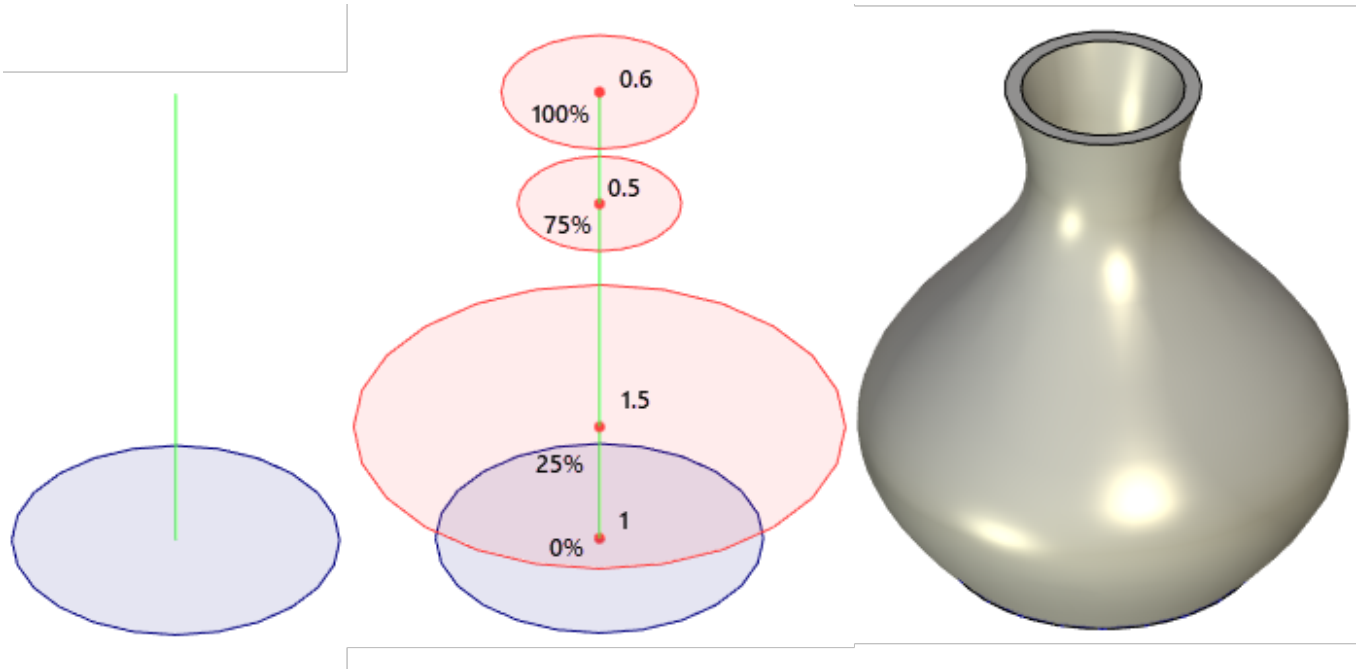
Задать закон масштабирования контура можно либо в таблице, либо с использованием вспомогательной геометрии. Последовательно рассмотрим все способы.

Табличный способ задания масштабирования контура

В окне параметров на закладке **Масштабирование** находятся поля для задания закона масштабирования. Принцип задания параметров точно такой же, как при задании кручения табличным способом. При «движении» контура можно задавать дополнительный закон масштабирования контура относительно начала системы координат сечения или относительно произвольной точки пространства, связанной с системой координат сечения и движущейся вместе с ней. Коэффициент масштабирования может быть задан в таблице или с использованием дополнительной направляющей.

Точка	Положение (%)	Значение
Начало	0	1
Точка_1	25	1.5
Точка_2	75	0.5
Конец	100	0.6

Таблица масштабов представляет собой набор точек траектории, в которых указано фиксированное значение масштабного коэффициента. Значение коэффициента в остальных точках траектории интерполируется системой автоматически.



Как и закон кручения, закон масштабирования контура можно задавать или редактировать и в графической форме. Для этого используется кнопка окна параметров. При нажатии на кнопку открывается окно редактирования графика. Область определения графика по оси X ограничена значениями 0-100. Область значений функции тоже ограничена – запрещено задавать значения радиуса меньше 0.

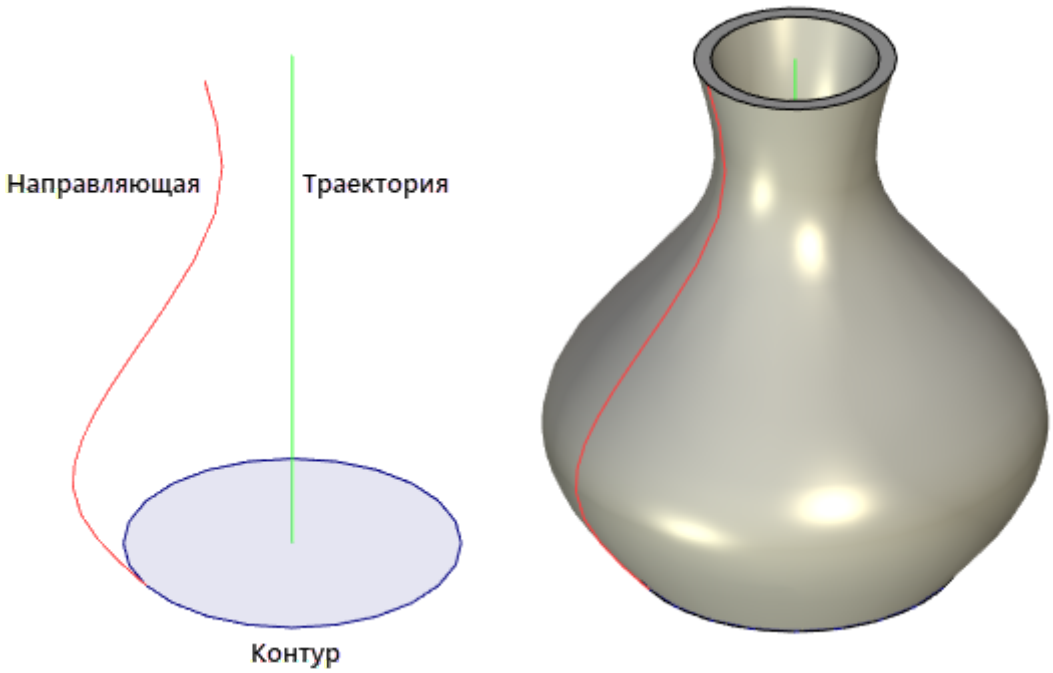
Дополнительно в окне параметров имеется выпадающий список для регулировки параметров масштабирования относительно точки привязки.

Выбор направляющей и дополнительной точки для масштабирования

Для выбора можно использовать любые объекты, способные определить 3D точку.

После выбора точки в окне параметров становится доступен выпадающий список, управляющий способами масштабирования относительно точки. Можно выбрать один из трёх пунктов – **Сохранить размер**, **Сохранить расстояние**, **Изменить расстояние и размер**.

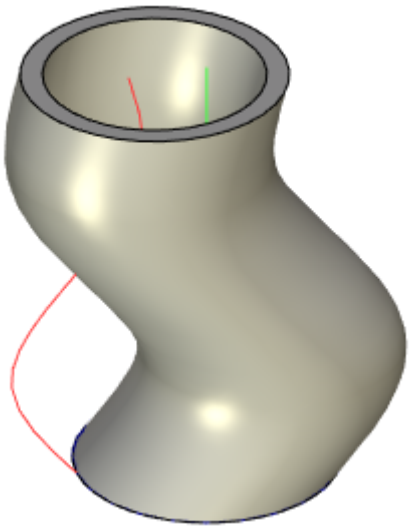
При использовании дополнительной направляющей коэффициент масштабирования текущего промежуточного сечения получается из отношения длины вспомогательного вектора, рассчитанного в текущей точке траектории, и длины вспомогательного вектора, рассчитанного для первого сечения. Методы вычисления вспомогательных векторов с использованием направляющих описаны в отдельном параграфе (см. ниже).



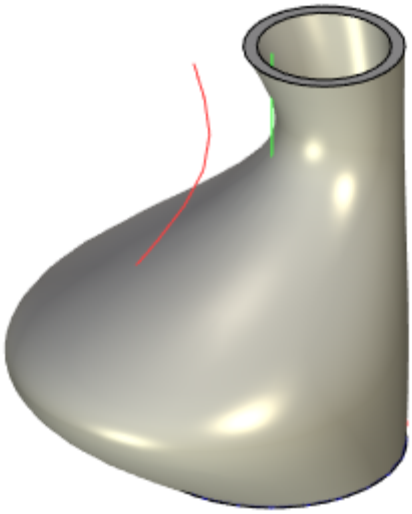
Точка масштабирования совместно с способом масштабирования позволяет дополнительно контролировать форму тела.

После выбора точки масштабирования возможен выбор способа изменения контура относительно точки:

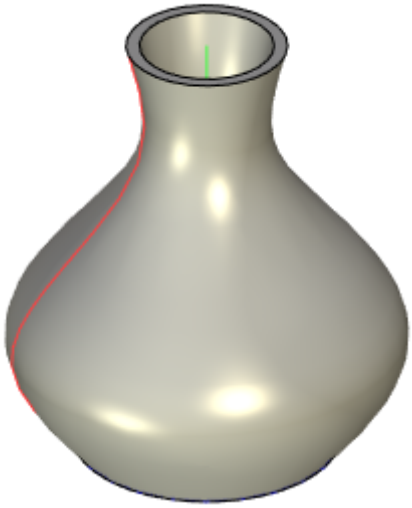
- **Сохранить расстояние.** Происходит изменение только размер контура, а расстояние от начала системы координат сечения до выбранной точки оставить неизменным



- **Сохранить размер.** Масштабируется только расстояние, сохранив исходные размеры контура



- **Изменить расстояние и размер.** Масштабировать и то и другое



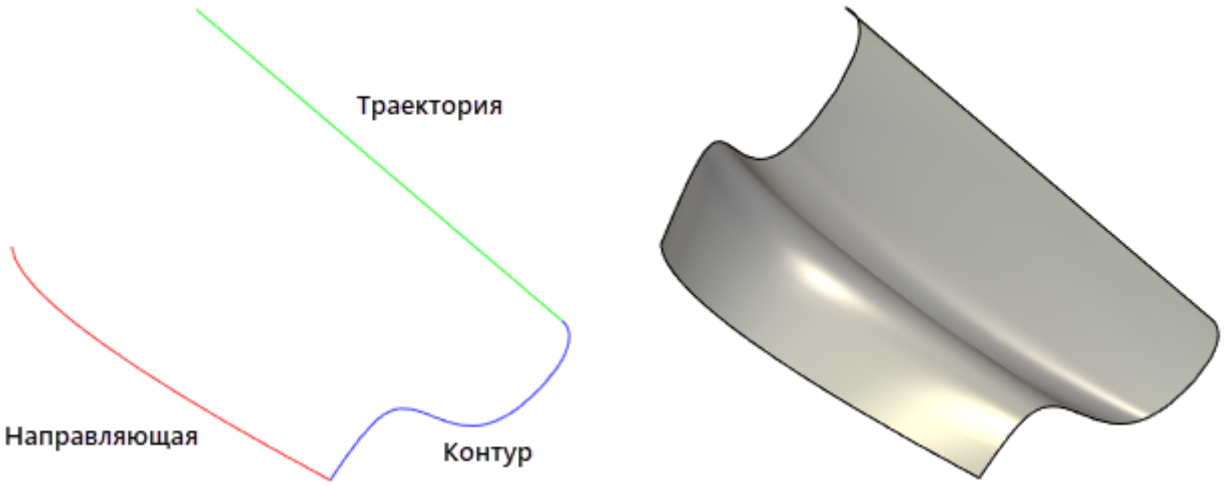
Создание тела по направляющим в операции По траектории

При создании тела по направляющим используется контур, траектория и как минимум одна дополнительная направляющая. С помощью первой дополнительной направляющей рассчитывается первый вспомогательный вектор для каждого промежуточного сечения. Промежуточные точки для определения вспомогательных векторов на траектории и дополнительных направляющих всегда рассчитываются «по параметру». Этот вектор используется одновременно для масштабирования промежуточного сечения и для вычисления направления одной из осей системы координат промежуточного сечения (ориентации промежуточного сечения). Направление второй оси системы координат промежуточного сечения может рассчитываться автоматически (из векторного произведения полученного вспомогательного вектора и касательной к траектории в точке начала системы координат промежуточного сечения).

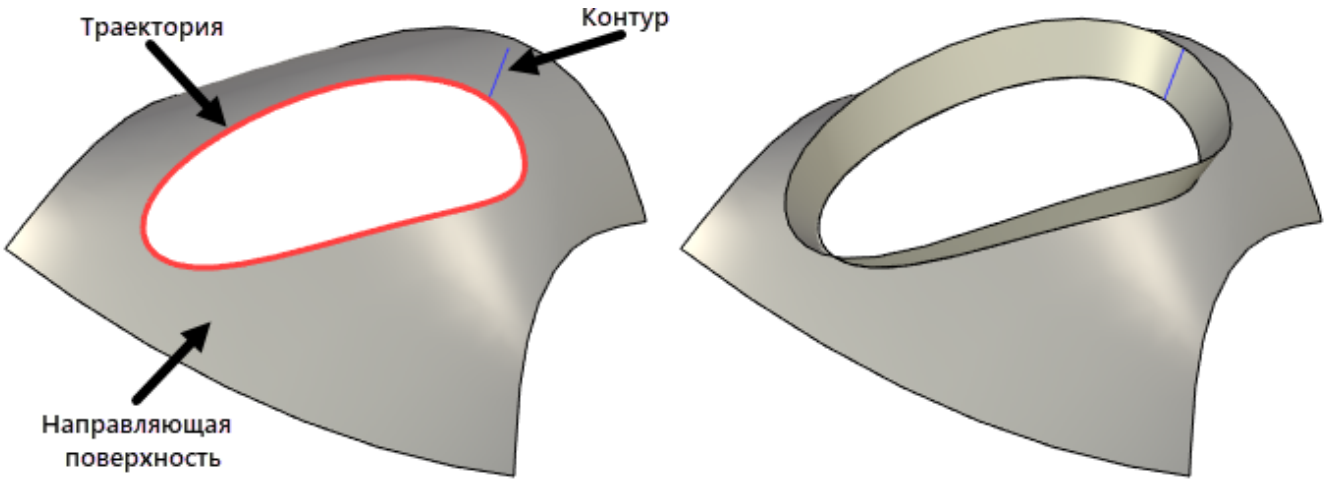
Если нужно ориентировать промежуточные сечения иначе, чем предлагает система, то можно использовать вторую дополнительную направляющую. При помощи неё система вычислит второй вспомогательный вектор для каждого промежуточного сечения. По двум вспомогательным векторам будет определена плоскость XY системы координат промежуточного сечения. Ось Y системы координат промежуточного сечения будет ориентирована в направлении, ближайшем ко второму вспомогательному вектору.

Способ создания тела по направляющим может быть использован для решения ряда специфических задач, таких например, как затягивание пространства между двумя кривыми при помощи поверхности, полученной из заданного контура. При создании такого тела предполагается, что исходный контур одной точкой будет лежать в начале первой направляющей, а второй своей точкой – в начале второй направляющей. В принципе, какой-то результат можно получить и при других исходных ориентациях контура, но при этом прогнозировать результат довольно сложно.

Если, например, исходный проволочный контур двумя крайними точками опирался на начало направляющих, то мы получим поверхность, соединяющую первую и вторую направляющие подобно исходному контуру.



Вместо первой и второй дополнительных направляющих можно использовать поверхности. При этом для ориентации контура будут использованы векторы-направления, вычисленные как нормали к поверхностям в точках, ближайших к точкам траектории. На практике чаще всего используются поверхности, граничащие с траекторией. Применение такого способа кручения контура при помощи поверхностей актуально в случаях, когда не применимы первые два способа ориентации контура - «перпендикулярно траектории» и «параллельно исходному». На следующем примере построено новое тело, в котором контур-отрезок ориентирован по нормали к дополнительной поверхности в каждой точке траектории.

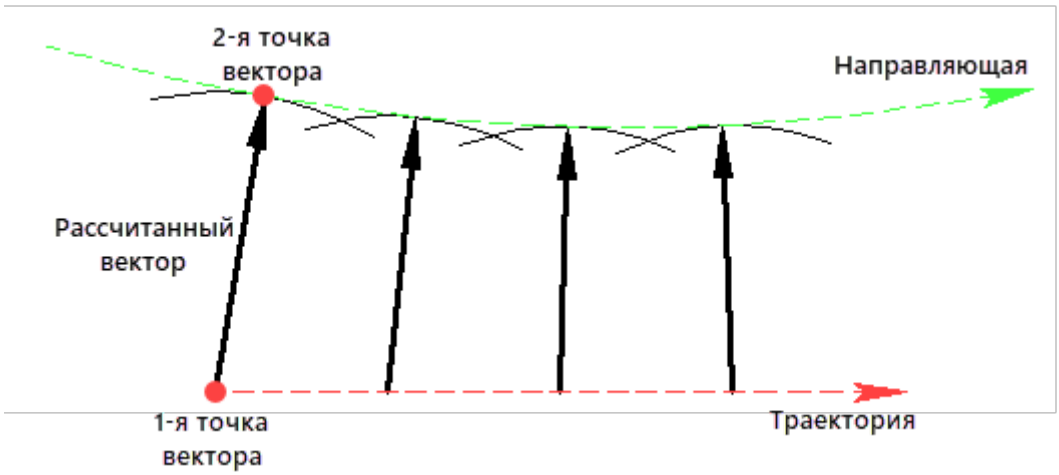


Задание тела по направляющим

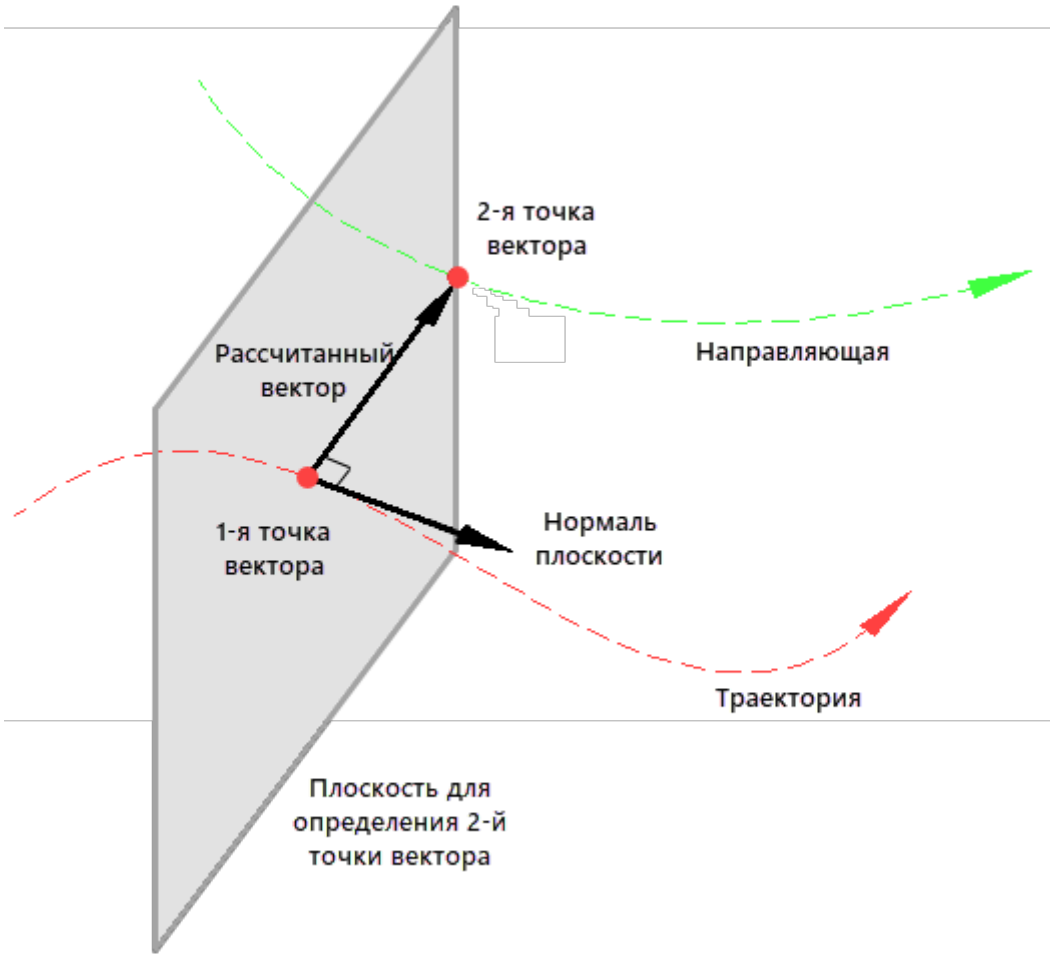
Отличие метода **по направляющим** от методов «перпендикулярно траектории» и «параллельно исходному» заключается в том, что обязательно нужно выбрать одну направляющую, которая одновременно будет задавать и закон масштабирования, и закон кручения. При этом нельзя выбрать метод вычисления векторов и точку масштабирования, но можно задать коррекцию исходного положения контура при помощи одной или трёх точек. Во время коррекции система ведет себя точно так же, как и при установленном параметре «перпендикулярно траектории».

Методы вычисления вспомогательных векторов операции По траектории

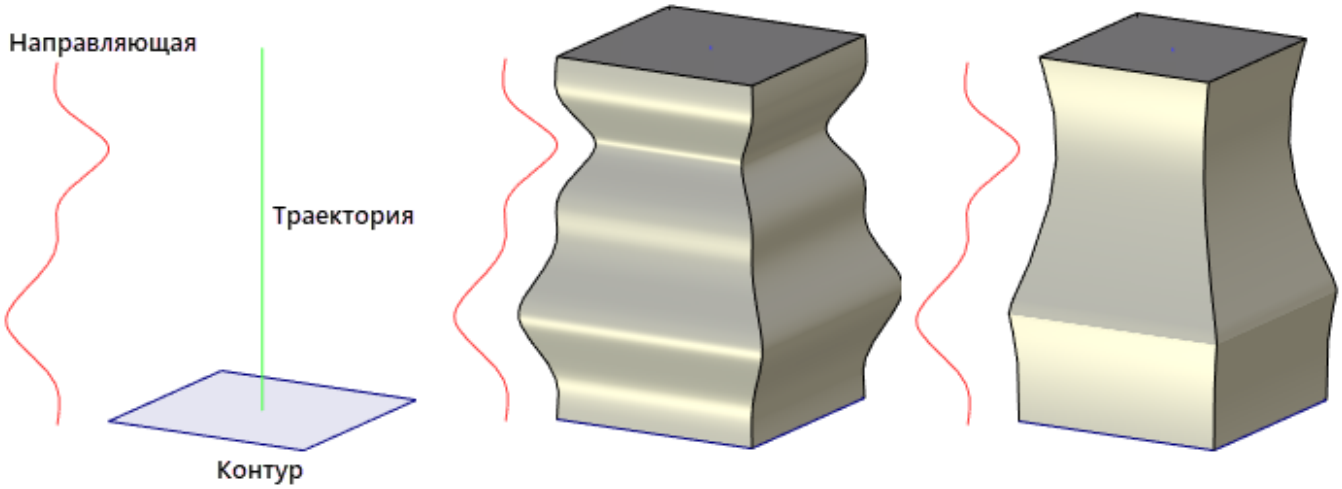
Вспомогательные векторы система использует для ориентации осей системы координат промежуточного сечения (поворота сечения) или для вычисления коэффициента масштабирования промежуточного сечения. При использовании дополнительной направляющей расчёт вспомогательного вектора производится следующим образом. Начало каждого вспомогательного вектора для каждого промежуточного сечения находится на траектории – в точках начала систем координат промежуточных сечений. Вторые точки вспомогательных векторов, определяющие их направление, располагаются на дополнительной направляющей. Расчёт вторых точек для определения вспомогательных векторов может производиться четырьмя методами.



По минимальному расстоянию. В качестве второй точки вектора будет взята точка направляющей, ближайшая к первой точке вектора на траектории.

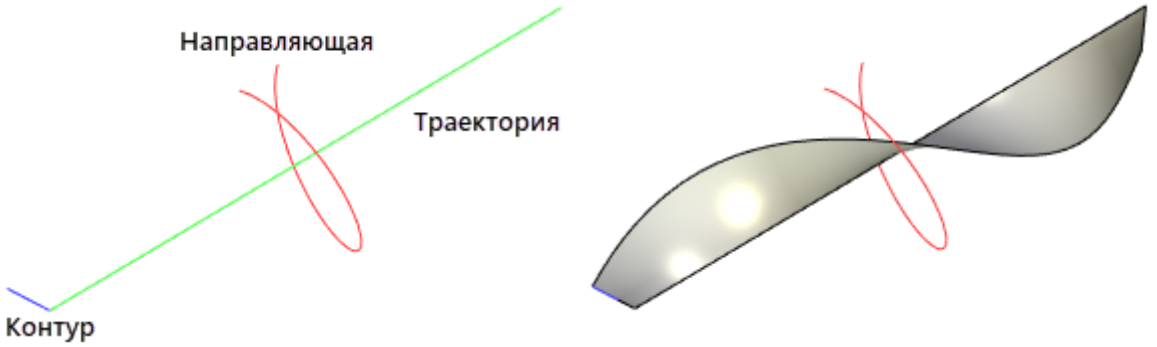


Перпендикулярно пути. Перпендикулярно траектории в первой точке строится плоскость. Эта плоскость должна пересечься с направляющей. В качестве второй точки используется точка пересечения плоскости и второй направляющей. Если в каких-то точках траектории нет пересечения перпендикулярной плоскости со второй направляющей, то выдается ошибка пересчета операции.
Пример применения опций **Перпендикулярно пути** и **По минимальному расстоянию**:



По параметру. Положение любой точки на кривой может быть задано параметром – значением, определяющим положение точки в процентах от длины кривой (0 – в начале кривой 1 – в конце кривой). Точка на направляющей берется с тем же значением параметра, что и у первой точки на траектории. Данный способ вычисления дополнительного вектора является наименее требовательным к ориентации и длине направляющих.

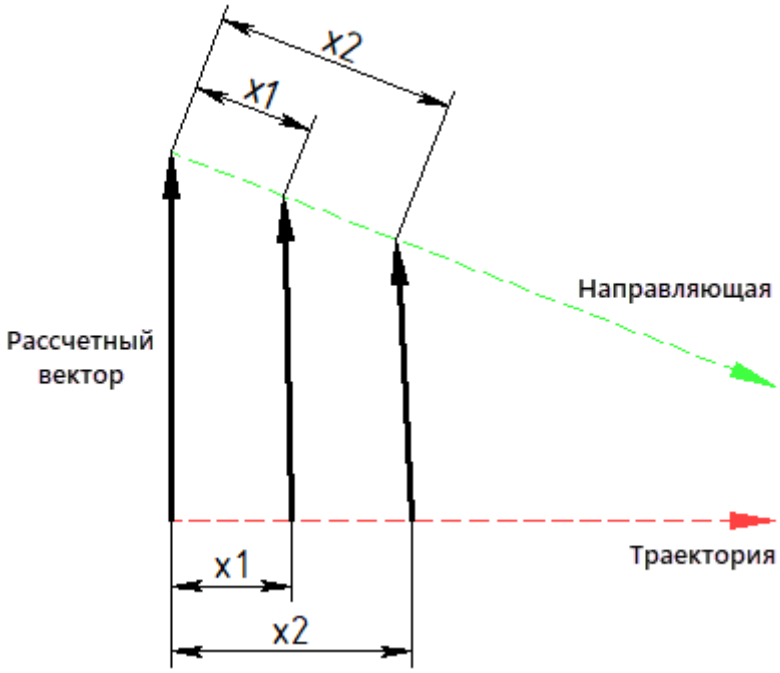
Данная опция автоматически применяется при использовании метода ориентации сечения **По направляющим**. Также пользователь может её включать самостоятельно при задании закона масштабирования или кручения, например, когда дополнительная направляющая короче траектории или не подходят остальные способы.
Пример применения опции **По параметру**:



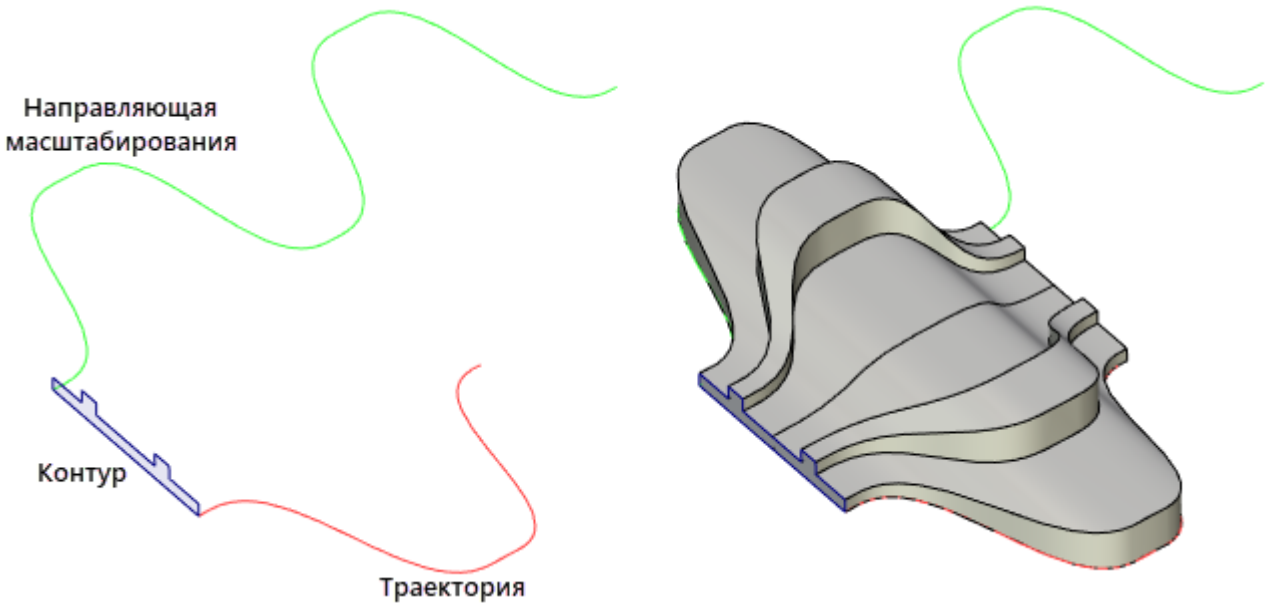
Исходные данные

Построение операции с опцией ***По параметру***

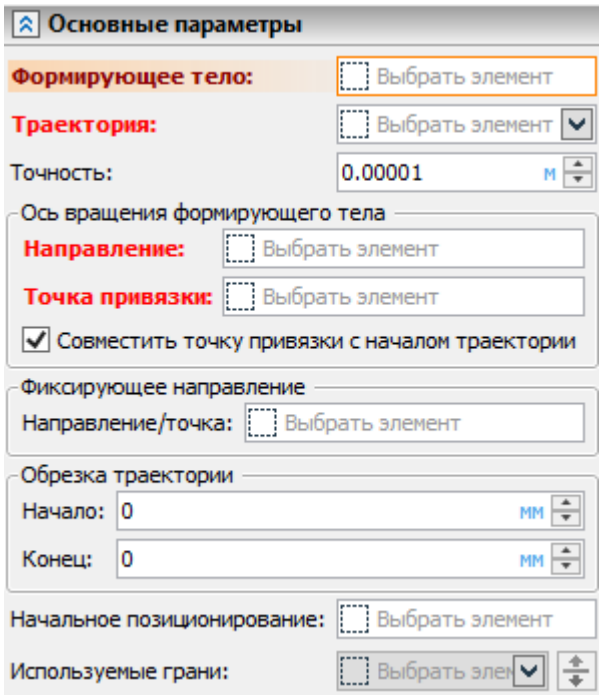
По смещению. Вычисляется длина траектории от начала кривой до первой точки. Затем на этом же расстоянии от начала направляющей берётся вторая точка. При данном способе вычисления направления вспомогательная направляющая должна быть равна или больше по длине, чем траектория. Данная опция может применяться, когда, например, нужно использовать только часть вспомогательной направляющей, равной по длине периметру траектории.



Пример применения опции **По смещению**:



Вытягивание тела По траектории



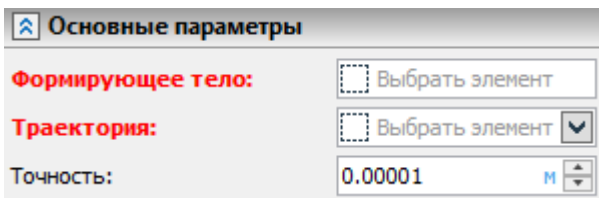
В команде **По траектории** имеется возможность использовать твёрдое тело в качестве исходного объекта, перемещающегося вдоль выбранной траектории. Для этого необходимо активировать опцию:

Вытягивание тела по траектории

При этом во время перемещения тело вращается вокруг заданной оси. След, оставляемый телом, может быть использован впоследствии, например, для булевой операции.
Команда позволяет моделировать след, который при обработке оставляет фреза.
Для создания операции требуется:

- Выбрать формирующее твёрдое тело,
- Выбрать траекторию,
- Выбрать направление оси вращения тела,
- Выбрать точку привязки оси вращения тела,
- Выбрать фиксирующее направление, точку начального позиционирования и используемые грани тела (необязательные действия).

Формирующее тело



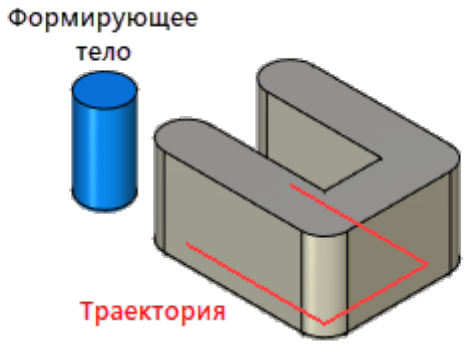
В качестве формирующего тела может быть выбрано только твёрдое тело. Нельзя выбрать поверхность или сеточную модель.
Неважно где именно располагается обрабатывающее тело по отношению к траектории.

Нужно учесть, что большие габариты обрабатывающего тела по сравнению с заданной траекторией могут привести к возникновению самопересечений и невозможности создания операции.

После выбора формирующего тела необходимо выбрать траекторию, по которой оно будет двигаться.
В качестве траектории может использоваться, например, путь, расположенный на плоскости или в пространстве.

Траектория

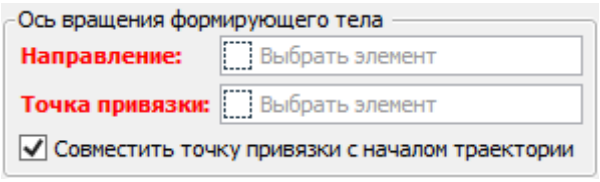
Траектория может быть замкнутой. Для замкнутой траектории нужно обязательно задать точку начального позиционирования.



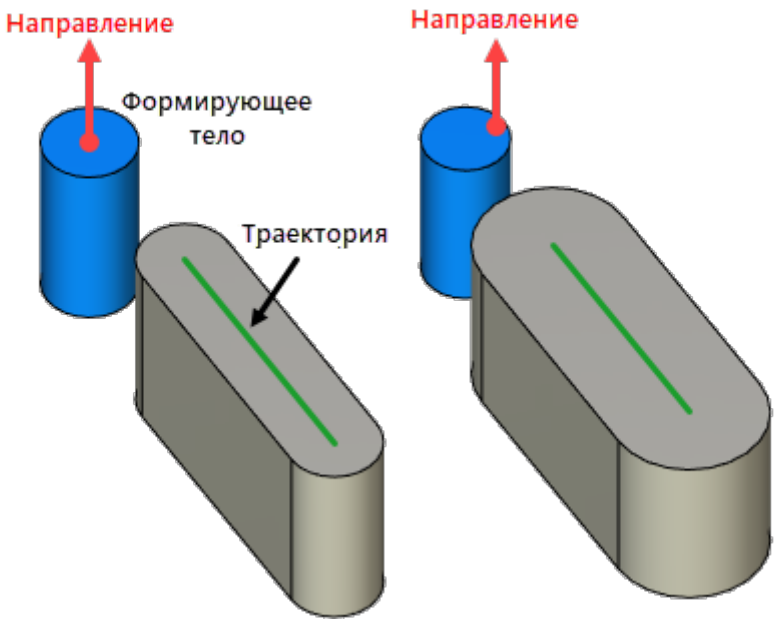
Траектория должна быть расположена перпендикулярно к оси вращения формирующего тела, если не выбрано фиксирующее направление, которое задаёт ориентацию формирующего тела.

Точность устанавливает допуск к создаваемой поверхности – отклонение полученной поверхности от точного решения. Измеряется в метрах.

Ось вращения формирующего тела

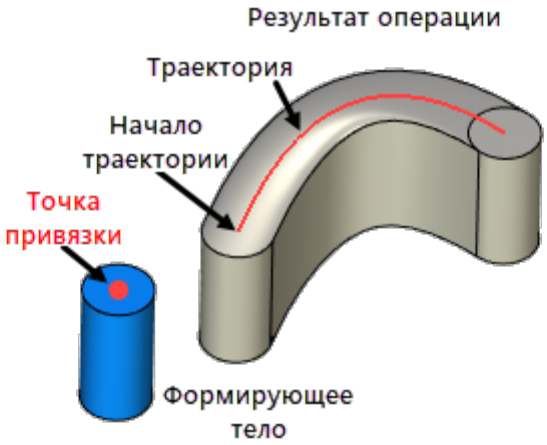


Во время перемещения тело будет вращаться. Поэтому нужно задать **направление** оси, вокруг которой оно будет вращаться.



После выбора оси, необходимо выбрать **точку привязки**.

Точка привязки



Точка привязки оси определит положение тела относительно траектории, так как точка привязки будет лежать на выбранной траектории.

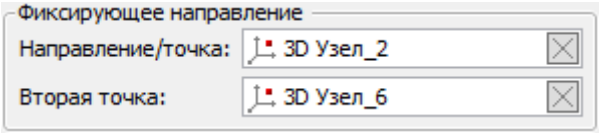
Если обрабатывающее тело должно находиться на некотором расстоянии от траектории, необходимо снять флаг **Совместить точку привязки оси вращения с началом траектории**.

В этом случае после задания всех основных параметров операции, необходимо дополнительно выбрать фиксирующее направление и точку начального позиционирования.

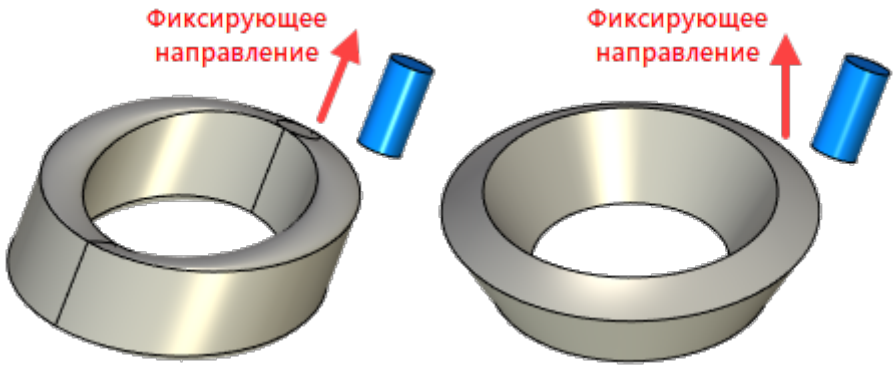
> Если обрабатывающее тело не расположено на траектории, траектория должна быть задана кривой типа G1.

Например, фиксирующее направление может совпадать с направлением оси вращения формирующего тела. Точка начального позиционирования может находиться в начале траектории.

Фиксирующее направление

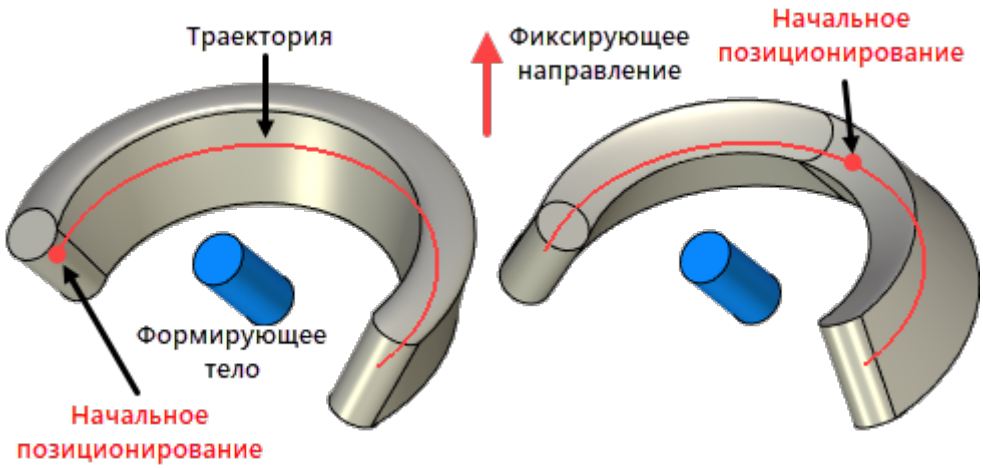


Фиксирующее направление задаёт ориентацию формирующего тела относительно траектории. Его можно задать либо направлением, либо двумя точками.



Фиксирующее направление не обязано совпадать с направлением оси вращения формирующего тела.

Если при создании пространственной траектории направление оси обрабатывающего тела и фиксирующее направление не совпадают, необходимо дополнительно задать точку начального позиционирования. Задание положение точки начального позиционирования на траектории влияет на форму тела, полученного в результате выполнения операции.



Пространственная траектория должна отвечать следующему требованию: все кривые траектории должны быть аналитическими кривыми, кривыми типа C2 или неэкспортированными спиральными кривыми.

Фиксирующее направление не должно совпадать ни в одной точке с касательной к траектории.

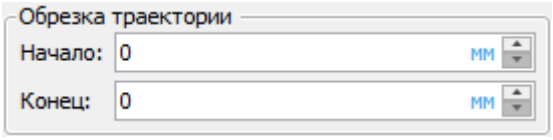
Используемые грани

С помощью опции **Используемые грани**, у обрабатывающего тела можно выбирать используемые грани.

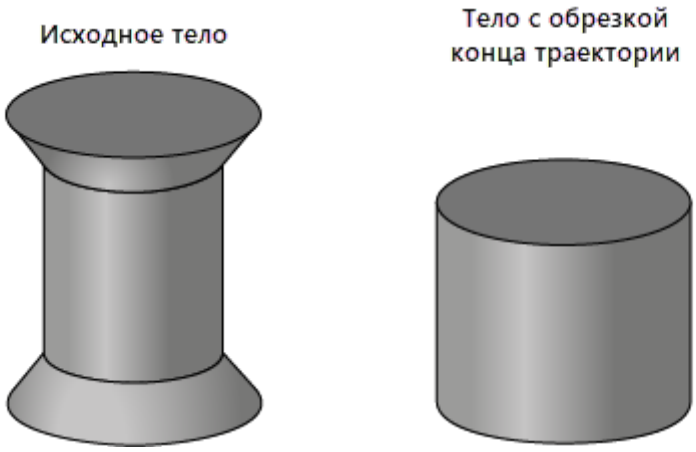
Только выбранные грани будут участвовать в операции. Если установить флаг **Инвертировать** , то выбранные грани не будут участвовать в операции.

> Результирующее тело можно использовать для булевой операции.

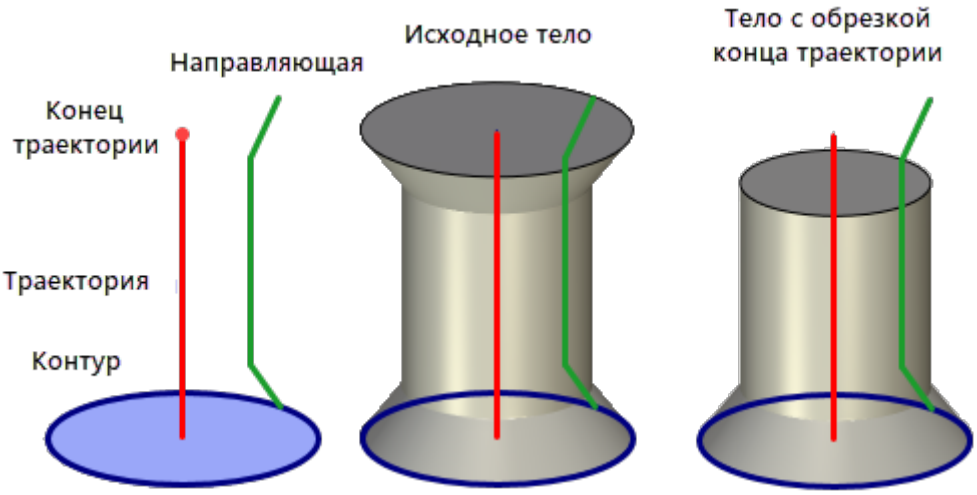
Обрезка траектории операции По траектории



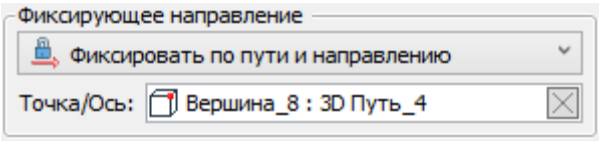
Эти опции используются в тех случаях, когда нельзя изменить исходный объект траектории, но необходимо укоротить саму траекторию.



Размер обрезаемых частей задается в условных единицах от начала или конца траектории.



Фиксирующее направление операции По траектории

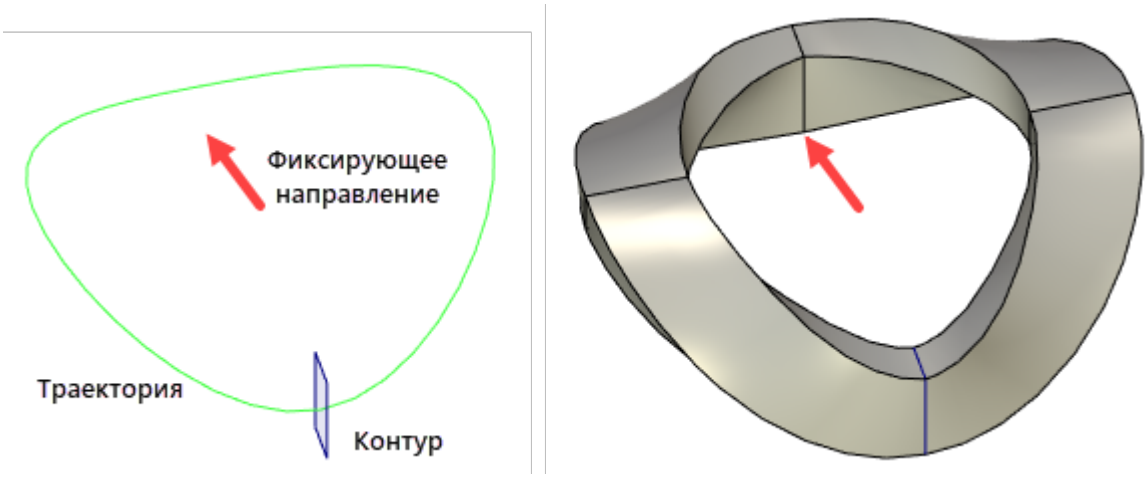


Фиксирующее направление позволяет настроить ориентацию контура во время «движения» по траектории.

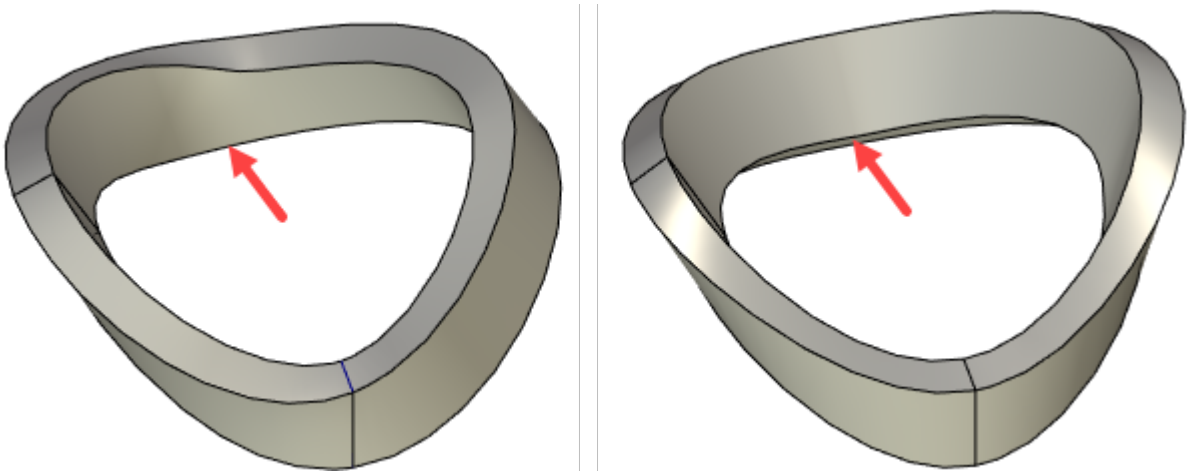
В качестве фиксирующего направления могут выступать грани, 3D пути, профили и т.д. Также можно задать пару точек, образующие вектор направления.

> Вектор, задающий фиксирующее направление, не должен совпадать с касательной к траектории ни в одной точке траектории.

Фиксация по пути и направлению: касательная к траектории в каждой точке траектории проецируется на плоскость, перпендикулярную к фиксирующему направлению. Система координат промежуточного сечения строится по полученной проекции касательной к траектории и по фиксирующему направлению.
Фиксация вращения: система координат промежуточного сечения строится по касательной к траектории в данной точке траектории и по векторному произведению фиксирующему направлению и касательной.



Исходная операция без использования фиксирующего направления



Фиксировать по пути и направлению

Фиксировать вращение

Дополнительные возможности операции По траектории

Точность

Параметр устанавливает допуск к создаваемой поверхности – отклонение полученной поверхности от точного решения. Измеряется в метрах.

Упростить геометрию

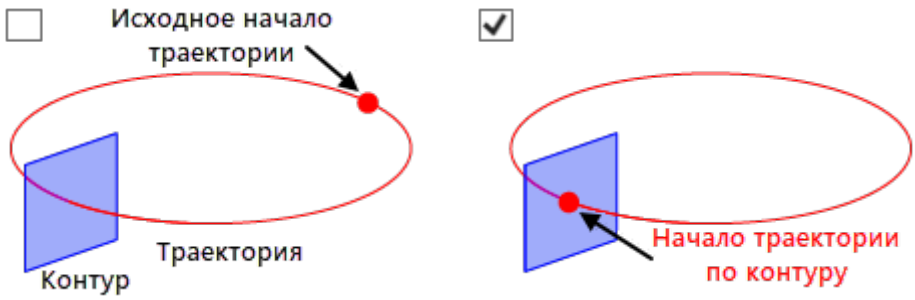
Данная установка позволяет строить аналитические поверхности (плоскости, цилиндры, сферы и торы) там, где это возможно. При отключённом параметре всегда строится точная сплайновая поверхность. Моделирование с аналитическими поверхностями происходит эффективнее - модель занимает меньше памяти, алгоритмы работы с такими поверхностями обрабатываются быстрее.

Обрабатывать самопересечения

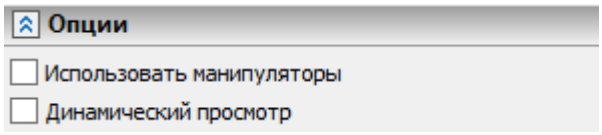
Данный параметр позволяет исправлять некоторые случаи самопересечений, возникающих при создании операции.

Начало траектории по контуру

Параметр предназначен для случаев использования замкнутой траектории, когда четко не определена начальная точка. При включённом флаге в качестве начальной точки (от которой будет строиться тело по траектории) автоматически выбирается ближайшая к контуру точка на траектории.



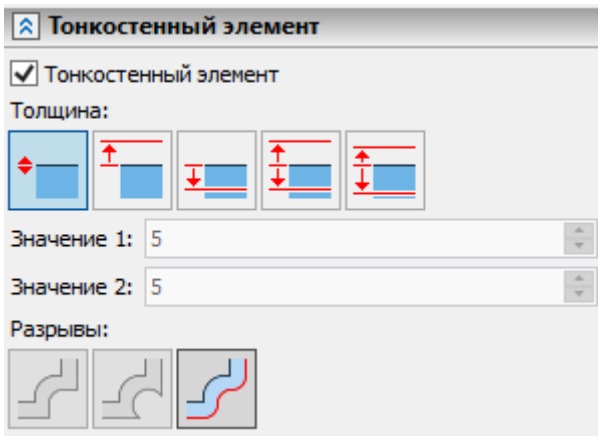
Опции



Флаг **Использовать манипуляторы** позволяет позволяет активировать манипуляторы в 3D сцене для динамического управлениями параметрами тела.

Флаг **Динамический просмотр** позволяет отображать предварительное результирующее тело. При создании сложных тел рекомендуется убирать этот флаг, так как время моделирование может увеличиваться.

Тонкостенный элемент в операции По траектории



Дополнительный режим создания тонкостенного элемента позволяет изменить результат выталкивания. В результате получается тело, аналогичное созданному с помощью операции Оболочка. Данный режим доступен только при выталкивании плоских контуров.

При задании толщины в выпадающем списке есть несколько опций:

Нет

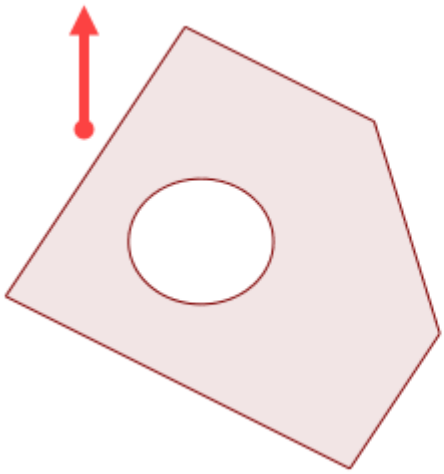
Наружу

Внутрь

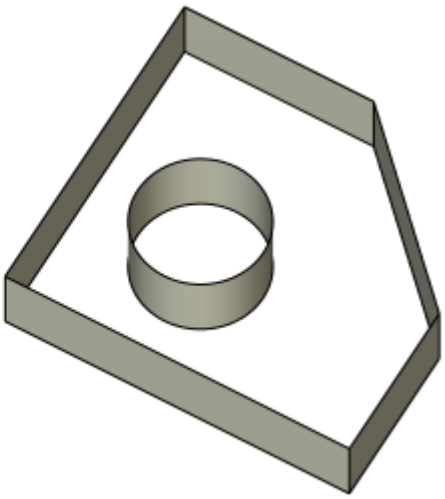
Симметрично

Разная

Нет (толщины) – результат выталкивания остаётся без изменений (применяется для получения поверхности на основе поверхностного же контура; для проволочного контура результат совпадает с результатом выталкивания без включения режима тонкостенного элемента);

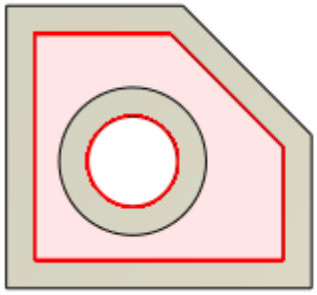


Исходный профиль

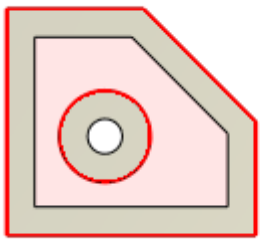


Тело-поверхность

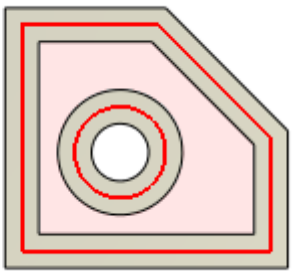
С приданием необходимой толщины боковым стенкам различными способами (внутрь, наружу, симметрично, с разной толщиной стенок внутри и снаружи исходной грани) – из тела-поверхности создаётся тонкостенное твёрдое тело путём придания толщины стенкам.



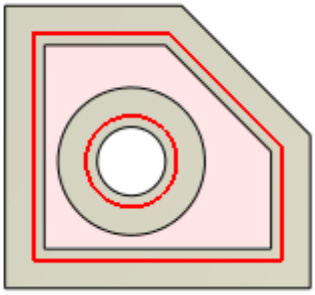
Наружу



Внутрь



Симметрично



Разная

Новые грани в тонкостенном теле образуются выталкиванием контура, эквидистантного к исходному контуру выталкивания. Форма граней зависит от способа обработки зазоров при создании эквидистантного контура:

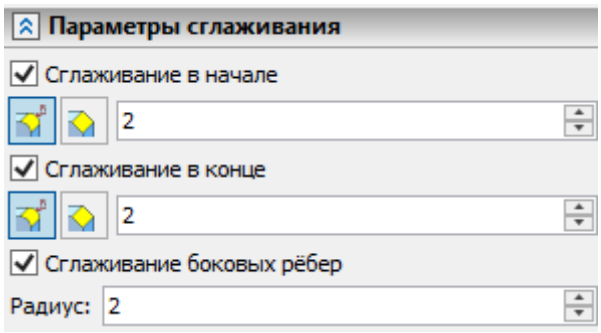
По кривой

По прямой

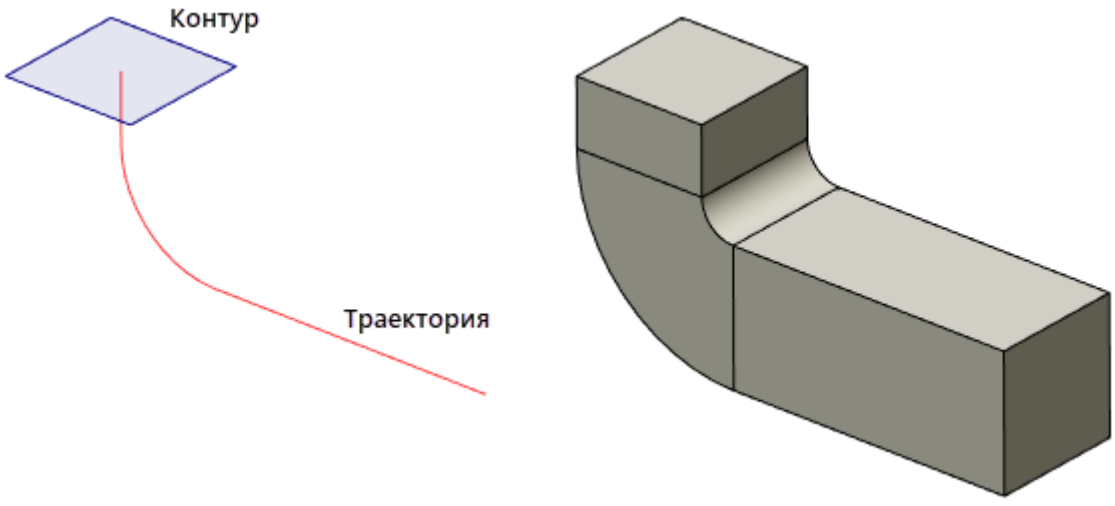
Со скруглением

По кривой – строится продолжение кривых, образующих исходный контур.
По прямой – из точек разрыва строятся прямые линии, касательные к линиям контура в точках разрыва
Со скруглением – строится скругление между конечными точками соседних сегментов создаваемого контура.

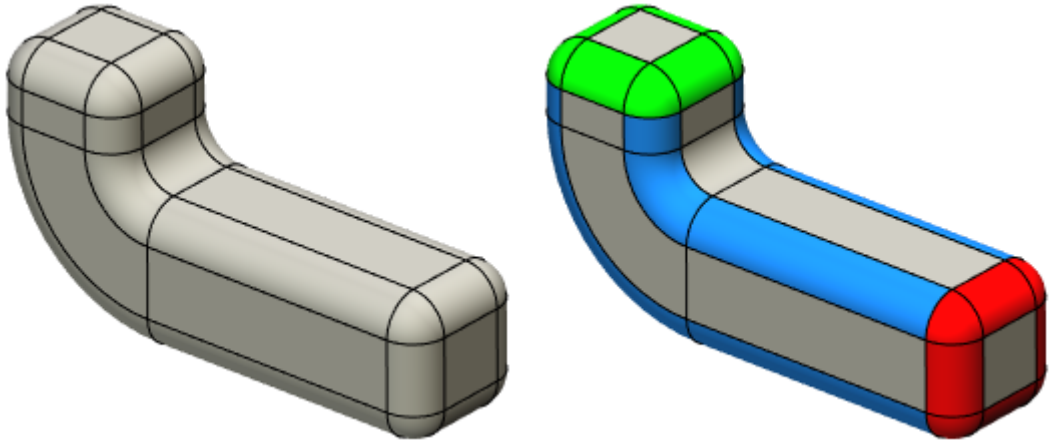
Параметры сглаживания операции По траектории



Опции данной вкладки позволяют сглаживать грани результирующего тела.



Исходная операция без сглаживания граней



Тело со со сглаживанием граней

Зеленым цветом выделены сглаженные грани в начале, красным - в конце, а синим - боковые рёбра. Для начальных и конечных граней есть возможность выбора профиля сглаживания:

- Скругление
- Фаска

Редактировать операцию По траектории

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<3ESW>	Правка > Операции > По траектории

Команда предназначена для редактирования операции По траектории.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента

	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

Если выбран один элемент, его можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо опцией <P>, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию). Перезадание элемента совпадает с командой **По траектории**.
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация <Shift> + (комбинация <Ctrl> + отменяет выбор).

По параметрам

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Операции > По параметрам
Клавиатура	Текстовое меню
<3SA>	Операции > По параметрам

Операция по параметрам представляет собой разновидность операции По траектории. Операция служит для создания тел со сложной геометрией поверхностей. Конечное тело получается в результате «движения» профиля по произвольной или специально заданной пространственной траектории. При этом система позволяет задать зависимость изменения параметров профиля от параметров его перемещения.

Правила создания операции

В автоменю становятся доступными следующие пиктограммы:

	<R>	Выбрать контур
	<F>	Отменить выбор контура
	<1>	Выбрать кривую, задающую положение начала координат
	<2>	Выбрать кривую, задающий направление оси X
	<3>	Выбрать кривую, задающий направление оси Y
	<4>	Выбрать поверхность, задающую ориентацию оси X
	<5>	Выбрать поверхность, задающую ориентацию оси Y

<6> Выбрать исходную систему координат

<7> Отменить выбор элементов, задающих систему координат

В зависимости от способа определения системы координат текущей копии, некоторые параметры могут являться как управляющими, так и управляемыми. При этом можно выделить два основных способа создания тела с параметрическим изменением профиля:

- Способ свободной ориентации копии
- Способ ориентации копии по путям или поверхностям

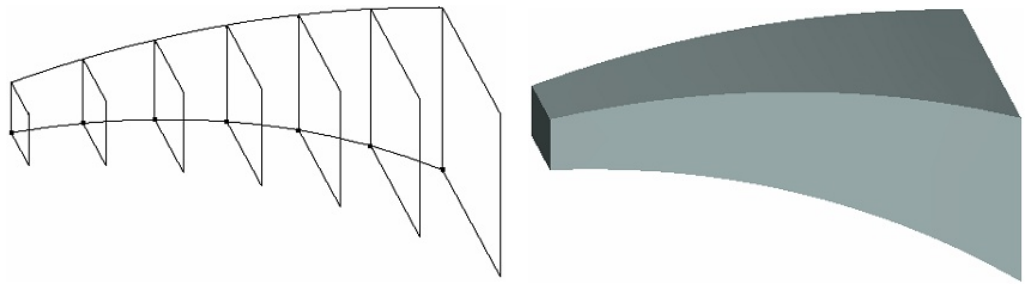
В каждом случае используются разные опции автоменю, несколько иная последовательность действий по заданию необходимых элементов и параметров операции. Далее рассмотрим каждый способ отдельно.

Основные темы в этом разделе:

- Общие сведения об операции По параметрам
- Свободная ориентацию копии в операции По параметрам
- Заданная ориентация копии в операции По параметрам
- Редактировать операцию По параметрам

Общие сведения об операции По параметрам

«Движение» профиля осуществляется за счет многократного копирования исходного профиля. По полученному набору профилей формируется конечное тело. Тело может быть замкнутым. В зависимости от типа геометрии профиля (поверхность или проволока) конечное тело может быть как твердым, так и телом-поверхностью.



Ведущим параметром операции является номер копии профиля. Номер копии автоматически изменяется в процессе расчёта операции от 1 до указанного количества с шагом 1.

Для каждой копии профиля рассчитывается так называемая **система координат текущей копии**. Копирование исходного профиля происходит в направлении от исходной системы координат к рассчитанной системе координат текущей копии. В качестве исходной системы координат пользователь может выбрать одну из локальных систем координат модели. Если локальная система координат не выбрана, то в качестве исходной системы координат используется глобальная система координат.

Определение положения начала и ориентация осей системы координат текущей копии производится двумя способами. Можно задавать законы изменения параметров системы координат, описывая их выражениями. Другой способ позволяет использовать 3D пути или поверхности других тел для определения в пространстве системы координат текущей копии. Каждый из способов подробно будет описан ниже. Управляя системой координат копии, пользователь управляет положением и ориентацией каждой копии профиля.

Управление параметрами системы координат копии осуществляется через диалог параметров операции. Можно выделить два основных типа параметров операции - управляемые параметры и управляющие параметры.

Управляемые параметры – их значения рассчитываются автоматически в процессе создания операции. Для считывания значений таких параметров можно назначить **независимые** переменные.

> Независимыми называют те переменные системы, которым присвоено конкретное значение, а не выражение. Они не зависят от других переменных системы. В свою очередь от них могут зависеть некоторые параметры 2D или 3D построений, а также другие (зависимые) переменные.

> В блоке управляемых параметров имя независимой переменной всегда выбирается из списка уже существующих в системе независимых переменных.

Параметр **Номер копии** всегда является управляемым. Для него обязательно нужно выбрать независимую переменную, которой будет присваиваться текущее значение номера копии при расчёте операции.

Чтобы задать зависимость между параметрами, определяющими положение копии в пространстве, и формообразующими параметрами копии профиля, вы можете подставить в поле управляемого параметра имя независимой переменной модели. После расчёта положения системы координат для текущего положения копии профиля, в блоке управляемых параметров присваиваются значения назначенным переменным. Если от назначенной независимой переменной каким-либо образом зависит геометрия профиля, то при создании каждой копии значения управляемых параметров будут присваиваться соответствующим параметрам модели. Таким образом, в зависимости от значений управляемых параметров будет пересчитываться форма профиля.

Переменная, которой присваивается значение номера копии, может указывать на номер строки базы данных.

Управляющие параметры – поля, зависимости в которых задаются пользователем. В поле управляющих параметров может быть вписано произвольное выражение. В данное выражение можно включить любую переменную системы. Например, включите в него переменную, отвечающую за номер копии. При этом получится определённая выражением зависимость данного параметра от номера копии.

Расчёт операции выполняется в следующем порядке: присваивается следующее значение номеру копии, рассчитываются управляющие параметры, вычисляются остальные управляемые параметры (если они есть), пересчитывается исходный профиль с текущими значениями переменных, выполняется копирование профиля.

В диалоге параметров операции, вызываемом опцией , можно задать общие параметры операции.

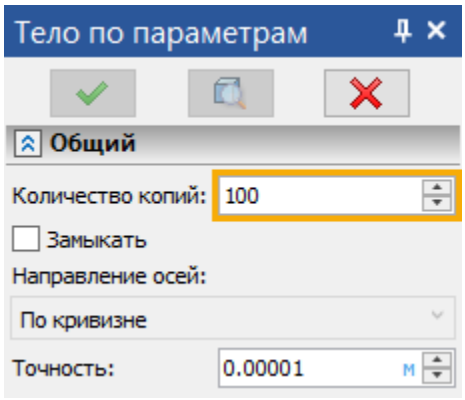
Свободная ориентация копий в операции По параметрам

Для создания тела по параметрам достаточно выбрать 3D профиль, задать количество копий и назначить независимую переменную на параметр **номер копии**. Используя переменную, принимающую значения номеров копий, можно создать определенные зависимости в полях управляющих параметров, а также в 2D или 3D построениях, от которых, в свою очередь, будет зависеть форма и положение 3D профиля.

Выбрать 3D профиль можно с помощью соответствующей опции в автоменю:

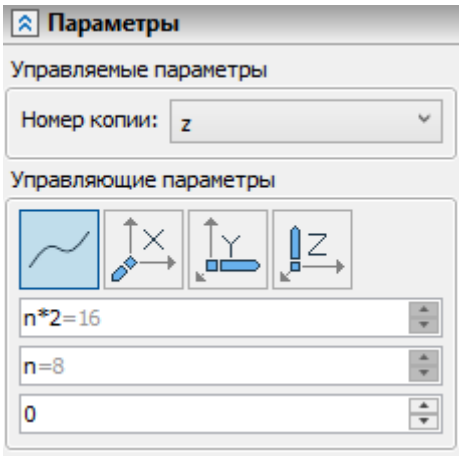
<R> Выбрать контур

Количество копий профиля можно назначить во вкладке **Общий** в окне параметров операции.



Кроме параметра **Количество копий** на данной закладке присутствует активная опция **Замыкать**. Если опцию включить, то тело, которое строится по набору сечений (набору копий исходного профиля), гладко замыкается, как если бы первое сечение было выбрано дважды.

После задания количества копий можно перейти ко вкладке **Параметры**.



На этой закладке присутствует 2 типа параметров, объединенных под названиями **Управляющие параметры** и **Управляемые параметры**.

При создании операции по данной схеме, управляемым параметром является только номер копии, а управляющими являются параметры, отвечающие за положение текущей копии профиля в пространстве. Для удобства выделено 4 группы управляющих параметров:

- положение на пути
- направление оси X
- направление оси Y
- направление оси Z

Для каждой группы управляющих параметров доступен ввод координат X,Y,Z точки, определяющей положение начала системы координат текущей копии.

Остальные параметры задают три вектора, которые определяют ориентацию системы координат текущей копии.

Вы можете явно описать положение системы координат текущей копии как функцию от номера копии. Для этого в блоке управляющих параметров необходимо описать требуемую зависимость (указать имена существующих переменных, зависящих от номера копии явно или неявно).

Каждый вектор, задающий направление оси системы координат копии определяется двумя точками. Первая точка имеет координаты <0.0.0>. Координаты вторых точек векторов, направляющих оси системы координат текущей копии, определяются параметрами X,Y,Z из соответствующей группы управляющих параметров.

В случае если векторы, определенные пользователем, не ортогональны или не образуют правую тройку, система доопределяет их автоматически. Определение осей идет по порядку X,Y,Z. Без изменения остаётся направление оси X, ось Y доворачивается до получения угла 90° в плоскости XY, затем определяется ось Z.

В случае, когда задано всего два вектора (например, для оси X и Z), то порядок доопределения векторов меняется и третий вектор (для оси Y) определяется в последнюю очередь.

Каждая копия профиля получается после копирования исходного профиля в направлении от глобальной системы координат к рассчитанной на данном шаге системе координат текущей копии.

Дополнительно можно выбрать локальную систему координат с помощью опции в автоменю:

<6> Выбрать исходную систему координат

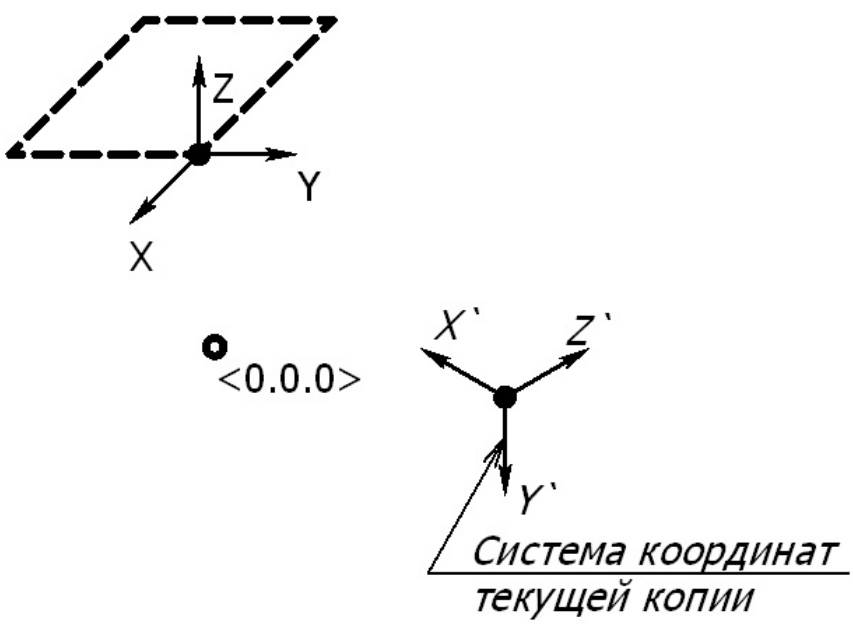
В этом случае при копировании исходного профиля будет использоваться выбранная система координат в качестве исходной.

При создании тела по параметрам по описываемой схеме, система вычисляет положение и ориентацию текущей копии профиля в следующем порядке.

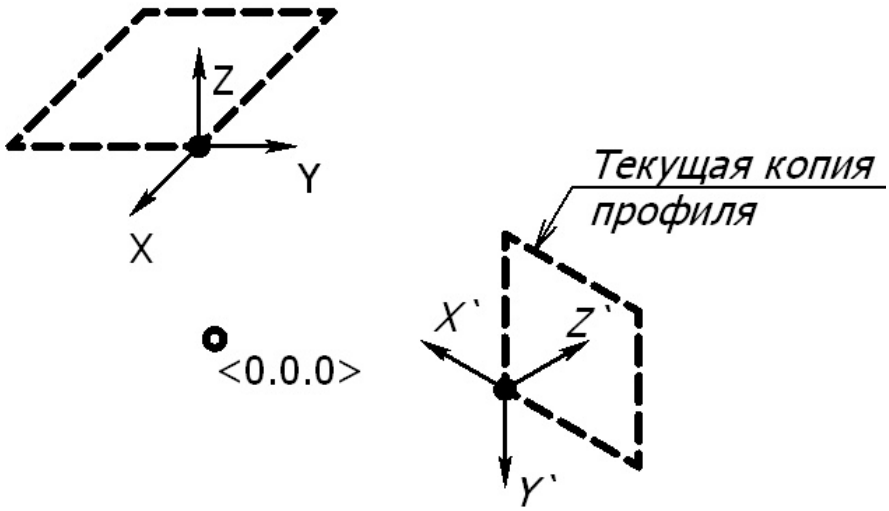
1. Переменной, отвечающей за номер копии, присваивается следующее значение.
2. Вычисляются абсолютные координаты точки, определяющей положение начала для системы координат текущей копии. Расчёт ведется по выражениям в полях управляющих параметров.

3. Вычисляются координаты векторов, определяющих направления осей системы координат текущей копии.

4. Создается система координат копии, расположенная в точке начала координат копии и ориентированная в соответствии с определёнными векторами.



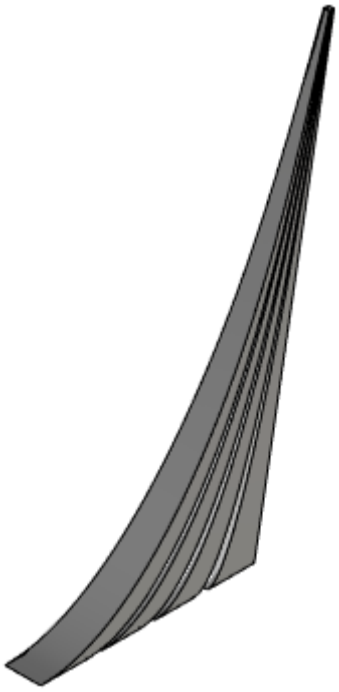
5. Если геометрия 3D профиля каким-либо образом зависит от переменной, которой присваивается номер текущей копии, то профиль будет пересчитан с текущим значением переменной.
6. Исходный профиль копируется по направлению от исходной системы координат к полученной системе координат текущей копии. Если исходная система координат не выбиралась, то при копировании профиля в качестве исходной используется глобальная система координат.



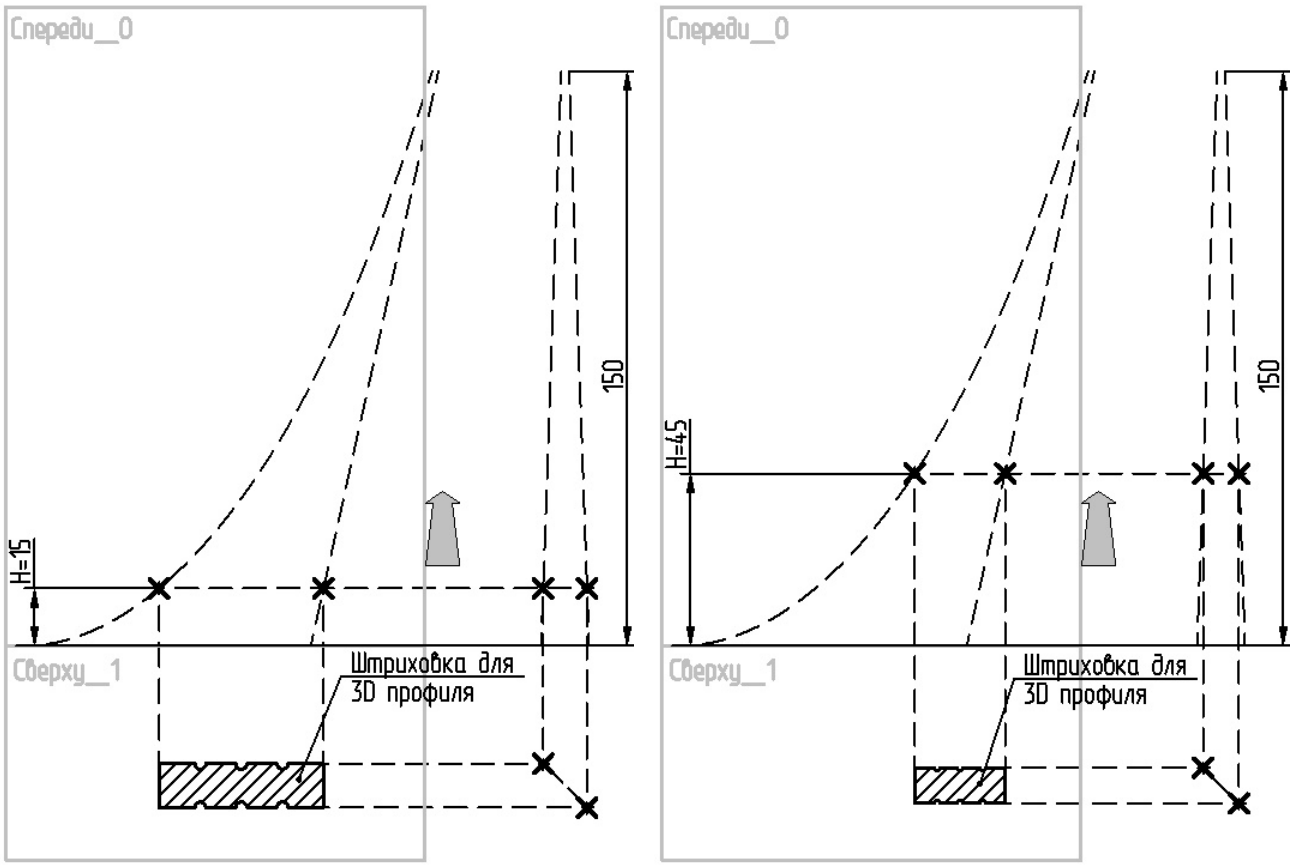
После расчёта всех копий исходного профиля результат объединяется в единое твердое или тело-поверхность сплайновыми поверхностями.

Пример 1

В качестве первого примера построим несложную модель.



Не будем останавливаться на подробностях создания вспомогательных 2D и 3D элементов построения, а вкратце рассмотрим сам принцип. Такую модель можно построить, если перемещать в пространстве 3D профиль, косвенно привязанный к нескольким направляющим. Будем использовать четыре направляющие на 2D виде: две определяют вид спереди и две – вид слева. Три направляющих являются прямыми, а одна – сплайном.



Проведена горизонтальная линия построения. Положение этой прямой определено выражением H-1. Таким образом, оно зависит от переменной H.

Поскольку ряд значений параметра номер копии начинается с единицы, иногда требуется вводить поправку (–1) в выражения, где участвует переменная номер копии. В данном примере требуется, чтобы первая копия профиля располагалась у основания, т.е. имела координату Y=0.

На пересечении горизонтальной прямой и направляющих построены четыре 2D узла. Эти узлы определят длину и ширину профиля, если к ним привязать вертикальные прямые. Для привязки плоскости профиля, по одному из 2D узлов построен 3D узел. Канавки по бокам профиля построены таким образом, что всегда делят его сторону на четыре равные части. Радиус канавок линейно зависит от длины профиля.

Понадобится две рабочие плоскости – вид спереди и вид сверху. Первая нужна для построения 3D узла, а вторая – для создания профиля. Начало координат находится на уровне основания модели (см. рисунки). Из начала координат построена прямая под углом 45° к горизонтали. Она нужна для передачи связи от направляющих на виде слева к штриховке профиля на виде сверху.

Все построения увязаны между собой таким образом, что при изменении значения переменной H происходит следующая цепочка изменений: горизонтальная прямая изменяет свое положение, вследствие чего изменяется положение зависящих от нее 2D узлов. Далее по цепочке изменится геометрия штриховки профиля, а также изменится положение 3D узла, к которому привязана плоскость 3D профиля. Соответственно, переместится в пространстве и сам 3D профиль.

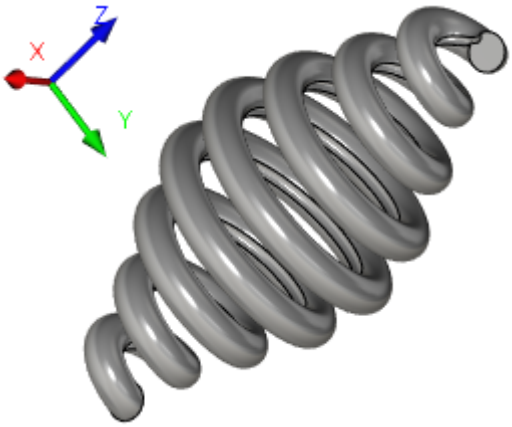
В параметрах операции для хранения значения номера копии нужно назначить переменную H. На закладке **Общий** нужно задать количество копий, соответствующее высоте модели с учетом поправки (150+1=151).

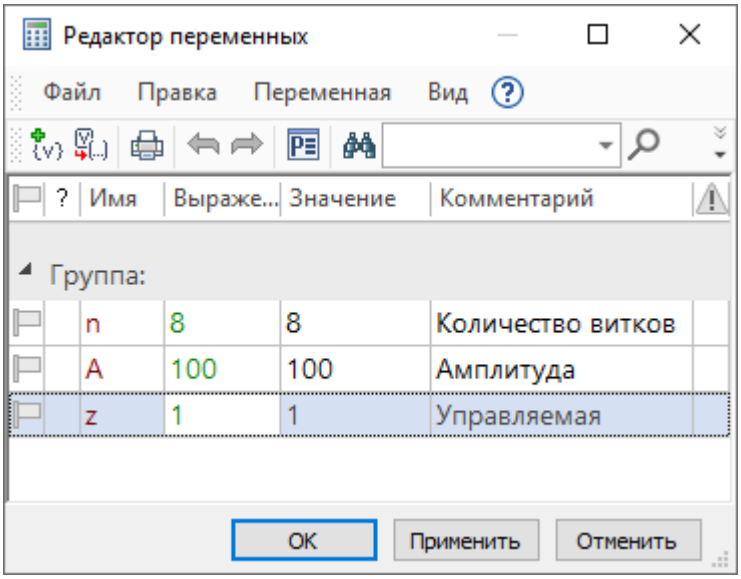
Описывать закон перемещения системы координат копии не нужно, поскольку исходный профиль перемещается сам при изменении номера копии. В результате получается, что система координат каждой копии совпадает с глобальной системой координат, поэтому текущая копия будет совпадать с исходным профилем по положению и геометрическим параметрам. Здесь важно только то, как движется исходный профиль при изменении переменной H, то есть при изменении номера копии.

Описанный способ удобен при использовании данных двумерного чертежа для построения сложной модели.

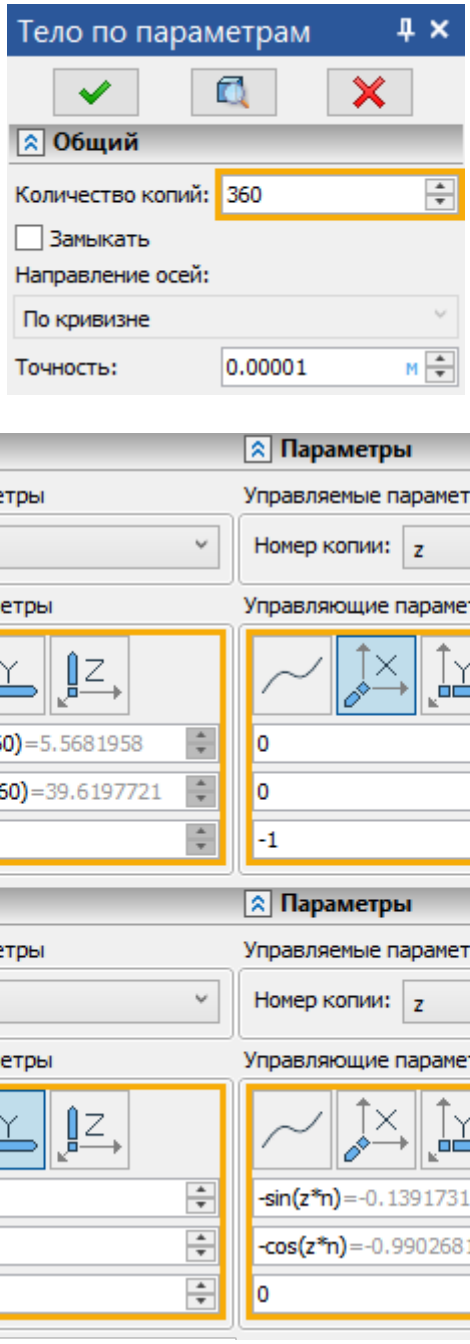
Пример 2

Второй пример демонстрирует метод построения модели, для которой известен точный закон перемещения профиля. Исходными данными для создания операции служат: 3D профиль; ЛСК, построенная в центре профиля и сориентированная относительно профиля как показано на рисунке (ось Z лежит в плоскости профиля и направлена на канавку); несколько независимых переменных.





В параметрах операции необходимо задать соответствующие выражения, как показано на следующих рисунках:



Выражения описывают винтовой закон с изменяющейся амплитудой. Амплитуда изменяется по закону косинуса. Количество копий равно 360 из следующих соображений: 360 градусов – период используемых в выражениях тригонометрических функций. Из рисунка видно, что ось Z исходной системы координат профиля должна быть всегда направлена в центр спирали (канавкой – к центру), ось X – в противоположном направлении по отношению к оси Z глобальной системы координат. Выражения, описывающие эти законы, находятся в соответствующих полях управляющих параметров. Ось Y определяется автоматически.

Заданная ориентация копий в операции По параметрам

Поскольку не всегда с помощью выражений удаётся точно описать закон изменения параметров копии, иногда удобно использовать 3D пути или поверхности других тел для определения положения и ориентации системы координат текущей копии.

Точка, определяющая начало системы координат текущей копии профиля, привязывается к 3D пути. Положением точки на этом пути можно управлять двумя способами.

Оси X и Y можно сориентировать по другим 3D путям или поверхностям других тел.

Выбор 3D пути для привязки начала системы координат копии осуществляется с помощью опции:

<1> Выбрать кривую, задающую положение начала координат

Выбор элементов для определения ориентации осей X и Y (ось Z определяется автоматически) осуществляется с помощью следующих опций в автоменю:

<1> Выбрать кривую, задающую положение начала координат

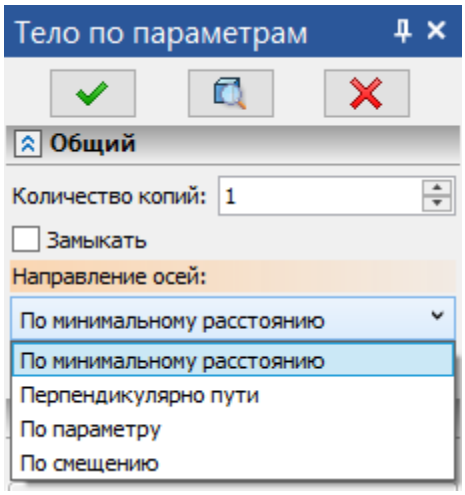
<2> Выбрать кривую, задающую направление оси X

<3> Выбрать кривую, задающую направление оси Y

<4> Выбрать поверхность, задающую ориентацию оси X

<5> Выбрать поверхность, задающую ориентацию оси Y

При создании операции с использованием 3D путей, вкладки **Общий** и **Параметры** несколько отличаются от описанных выше:



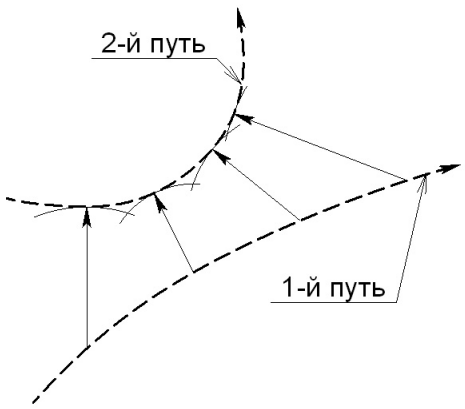
На вкладке **Общий** будут активны различные опции для управления направлениями осей. Какая группа будет активна, зависит от того, сколько путей было выбрано всего – один (только для определения начала системы координат копии) или два (для определения начала системы координат копии и для задания ориентации оси X и/или Y).

Выпадающий список **Направление осей**:

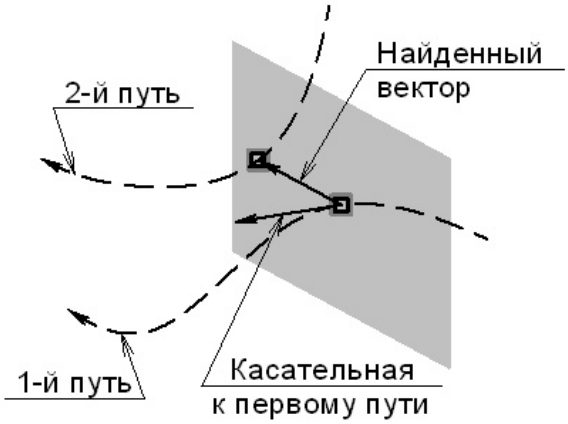
- **По кривизне**. Ось X совпадает по направлению с вектором кривизны пути. Если 3D путь представляет собой прямую, то ось ориентируется по оси X глобальной системы координат.
- **С минимальным кручением**. Ось X направлена таким образом, чтобы обеспечить плавное вращение от положения вектора кривизны в начале пути к положению вектора кривизны в конце пути.

Ось Z всегда направлена по касательной к пути в точке начала координат текущей копии. Направление оси Y, если оно не определено, вычисляется автоматически по осям X и Z.

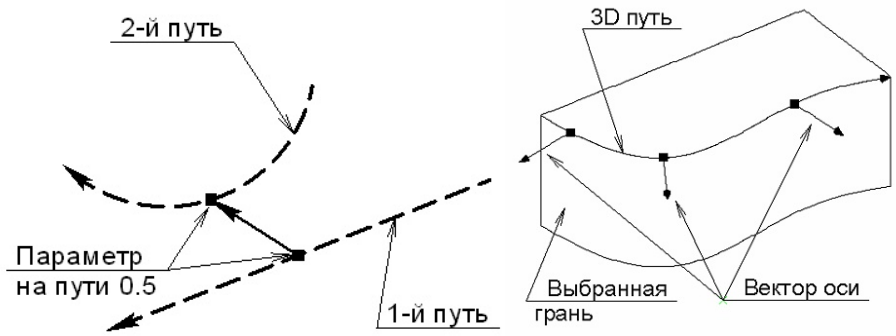
- **По минимальному расстоянию между путями в точке начала координат**. Из точки начала системы координат копии на первом пути строится вектор к ближайшей точке на втором пути.



- **Перпендикулярно пути**. Перпендикулярно касательной к первому пути в точке начала координат строится плоскость. Вектор оси задаёт точка пересечения второго пути и плоскости. Если искомая точка не найдена, выдается сообщение об ошибке.

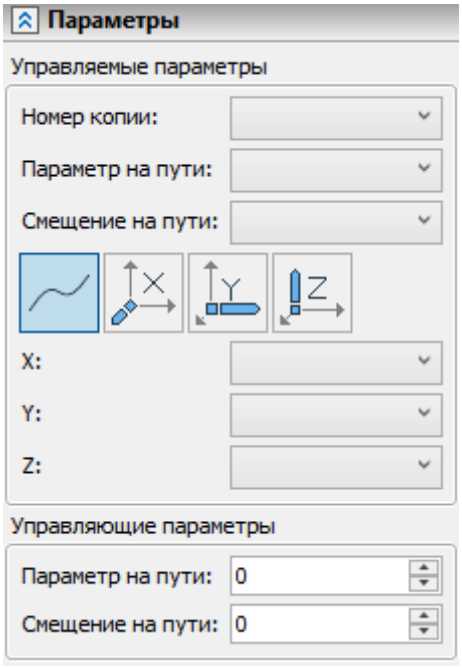


- **По параметру/по смещению**. Значение выражения в одном из этих полей управляющих параметров задают точку, принадлежащую второму пути, которая будет задавать направление оси. Если выбрана грань для ориентации оси, то в общем случае на грани определяется ближайшая точка до точки на пути, определяющей начало координат. Нормаль к поверхности грани в найденной на грани точке определяет направление оси. Наиболее прогнозируемый результат будет, если точка начала координат будет лежать на поверхности. Поэтому рекомендуется использовать грань для ориентации осей копии профиля в тех случаях, когда первый 3D путь принадлежит поверхности, выбираемой для ориентации профиля.



Построенные таким образом оси X и Y могут быть не перпендикулярны (если они направлены параллельно, то система выдаёт сообщение об ошибке). В этом случае ось Y будет дополнительно ориентирована до перпендикуляра к оси X в плоскости, которой принадлежат обе оси. Ось Z будет определяться автоматически.

Если для оси X задан путь или грань, а для оси Y нет, то ось Z будет направлена по касательной к пути, задающему положение начала координат, а ось Y определится автоматически. Если оси X и Z не перпендикулярны, то ось X дополнительно ориентируется описанным выше способом.
Рассмотрим вкладку **Параметры**:



Как видно из рисунка, к группе управляемых параметров теперь относится не только параметр **номер копии**, а также группы **положение на пути**, **направление оси X**, **направление оси Y**, **направление оси Z**. Плюс к этим параметрам добавились **параметр на пути** и **смещение по пути**.
С помощью группы управляемых параметров **Положение на пути** можно считывать абсолютные координаты точки начала координат текущей копии. Управляемые параметры из групп **Направление оси X/Y/Z** позволяют получить значения координат для векторов осей системы координат копии. Вы можете использовать информацию о положении и ориентации текущей копии профиля в пространстве для задания связи с другими параметрами модели.

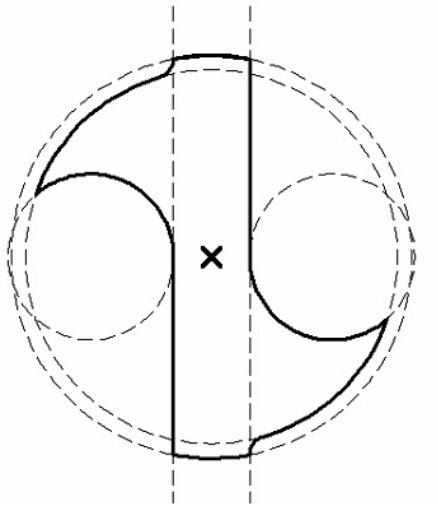
В группу управляющих параметров входят **параметр на пути** и **смещение по пути**. Параметр на пути и смещение по пути выполняют одну и ту же функцию – определяют положение точки на пути разными способами. Поэтому в полях управляющих параметров нельзя задать одновременно и параметр на пути, и смещение. Параметр на пути изменяется в пределах от 0 (в начале пути) до 1 (в конце пути); **смещение по пути** измеряется в единицах модели и равно длине участка пути от начала до искомой точки.

Если в соответствующем поле управляющих параметров вы описали функцию изменения **параметра на пути**, то управляемый параметр можно назначить только на смещение по пути, и наоборот.

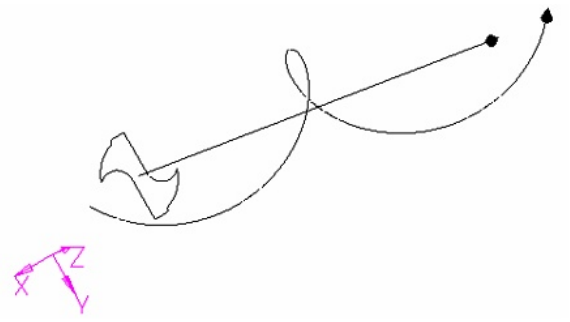
Пример

Рассмотрим создание тела по параметрам с использованием 3D путей на примере модели рабочей части сверла.

Создайте новый документ по прототипу с рабочими плоскостями. Следующий шаг – построение 3D профиля. Для этого активизируйте рабочую плоскость **Вид сверху** и начертите контур, как показано на рисунке. Для удобства профиль желательно построить таким образом, чтобы его центр находился в начале глобальной системы координат. В этом случае не потребуется строить локальную систему координат для привязки копии профиля к 3D пути во время создания операции.



Далее необходимо построить два 3D пути, с помощью которых профиль будет располагаться в пространстве при создании тела по параметрам. Путь, который отвечает за положение профиля, представляет собой прямую и совпадает с осью сверла. Его можно создать по двум 3D узлам, построенным на оси сверла. Длина этого пути будет определять длину рабочей части сверла. Другой путь отвечает за ориентацию профиля в пространстве и представляет собой винтовую линию. Второй путь легко построить с помощью цилиндрической рабочей поверхности.

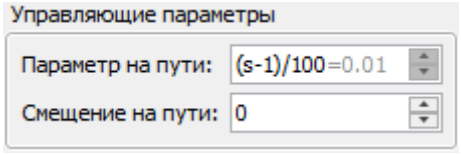


В редакторе переменных нужно создать независимую переменную для хранения значения номера копии. В данном примере была создана переменная s.

После вызова команды создания операции нужно выбрать 3D профиль, 3D путь для определения положения профиля и 3D путь для определения направления оси X. В параметрах операции на закладке **Общий** нужно задать количество копий – 101 (с учетом поправки) и выбрать опцию для двух путей **по минимальному расстоянию**.

На закладке **Параметры** выберите переменную s для номера копии. В данном примере из управляемых параметров нужен только этот.

В поле управляющих параметров **параметр на пути** нужно вписать выражение, по которому будет рассчитываться положение профиля на пути в зависимости от номера копии. Следует помнить, что параметр на пути изменяется в пределах от 0 до 1.



Редактировать операцию По параметрам

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<3ESA>	Правка > Операции > По параметрам

Команда предназначена для изменения операции По параметрам.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

Если выбран один элемент, его можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо опцией **<P>**, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию). Перезадание элемента совпадает с командой **По траектории**.
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** + (комбинация **<Ctrl>** + отменяет выбор).

Копия 3D элементов

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Операции > Копия Сборка (3D) > Сборка > Копия Листовой металл (3D) > Расширенные > Копия Поверхности > Расширенные > Копия Примитив > Расширенные > Копия
Клавиатура	Текстовое меню
<ЗСР>	Операции > Копия

Копия – операция системы T-FLEX CAD, позволяющая копировать существующие операции, Тела, 3D элементы построения и даже наборы граней. Параметры копирования определяются заданием двух ЛСК: **исходной** системы координат копирования и **целевой**. Преобразование осуществляется переносом исходной системы координат вместе со связанными с ней объектами копирования в положение, которое занимает целевая система координат. Операция создания 3D копии позволяет при копировании симметрично отображать выбранные элементы относительно одной из плоскостей целевой системы координат привязки. При создании 3D копии операций возможно автоматическое объединение созданной копии с исходной операцией, а также использование режима переноса (когда исходные тела при копировании удаляются).

Создание копии

Для выполнения операции копирования необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать исходные объекты копирования.
2. Выбрать исходную систему координат.
3. Выбрать целевую систему координат.
4. Задать параметры копирования (необязательное действие).
5. Завершить создание операции.

Ограничения

При создании и редактировании операции имеются следующие ограничения:

- Если хотя бы один из исходных объектов 3D копирования был использован для создания тела (включая 3D сварку), режим **Перенос** будет недоступен.
- Если хотя бы один из результирующих объектов операции был использован для задания любого другого объекта T-FLEX CAD, то во время редактирования 3D копии, возможность изменения нескольких исходных объектов, а также возможность включать и отключать режим копирования с объединением будут недоступны (для 3D копии операций).

Эти ограничения действуют на все типы 3D копий, кроме копий граней.

При копировании рабочих плоскостей или ЛСК, к этим копиям не могут быть применены дополнительные преобразования операции.

Основные темы в этом разделе:

- Общие сведения о копии 3D элементов
- Типы копий 3D элементов
- Создание копии 3D элементов
- Редактировать копию 3D элементов

Общие сведения о копии 3D элементов

Объекты копирования

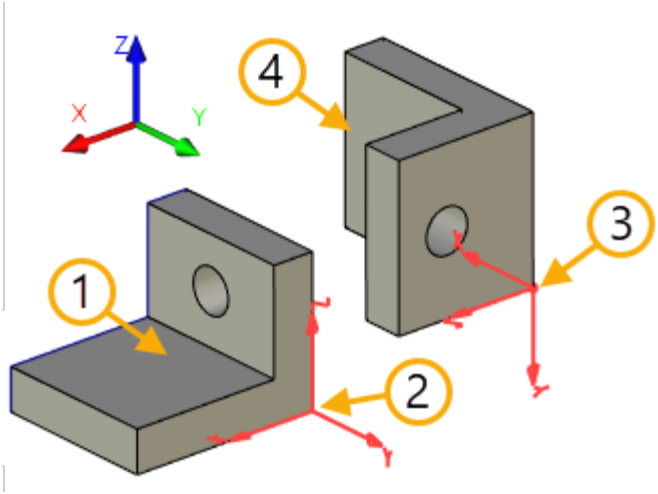
Набор копируемых объектов одной операции может содержать несколько элементов одного типа (только операции, только Тела, только грани и т.п.). В зависимости от типа 3D копии (т.е. от типа выбранных объектов копирования) меняются параметры и возможности операции (см. Типы копий 3D элементов).

Исходная и целевая системы координат

В качестве исходной и целевой систем координат можно выбрать любые существующие ЛСК.
Если нужная ЛСК (исходная или целевая) отсутствует в 3D модели, её можно создать автоматически при задании операции 3D копии. Для этого достаточно указать 3D точку начала координат требуемой ЛСК. В указанной точке создаётся новый 3D элемент – ЛСК. Направления её осей совпадут с направлением осей глобальной системы координат.

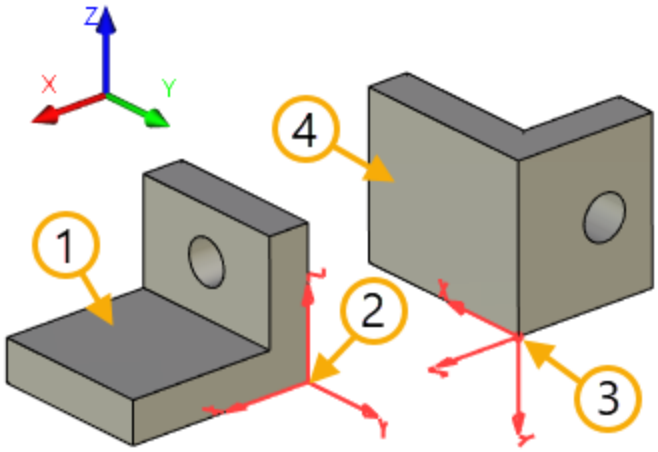
Общие принципы копирования

Положение создаваемой копии в общем случае определяется путём переноса исходной системы координат в целевую.



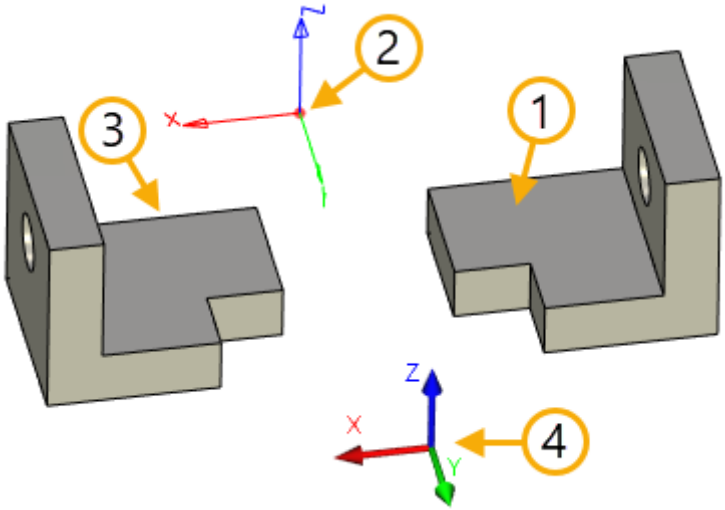
1. Исходное тело - операция
2. Исходная система координат
3. Целевая система координат
4. Копия

К создаваемой копии дополнительно можно применить преобразование симметрии относительно одной из плоскостей целевой системы координат.



1. Исходное тело - операция
2. Исходная система координат
3. Целевая система координат
4. Копия с дополнительной симметрией относительно плоскости XY целевой системы координат

При создании копии с дополнительной симметрией можно задать только одну исходную ЛСК. В этом случае система будет считать, что исходная и целевая ЛСК совпадают.



1. Исходное тело - операция
2. Исходная система координат
3. Копия с дополнительной симметрией относительно плоскости YZ
4. Глобальная СК

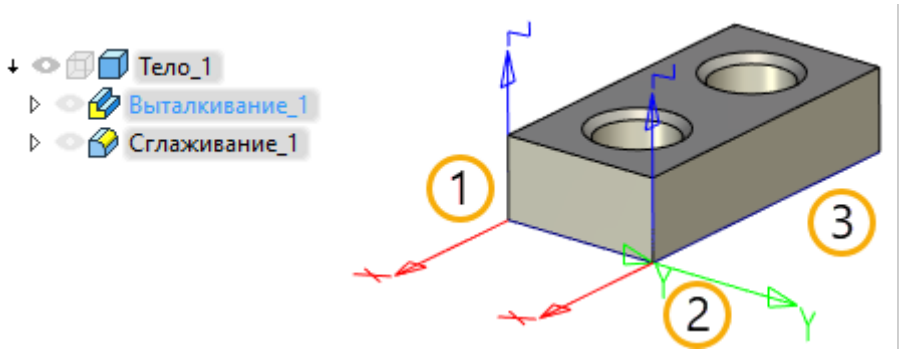
Дополнительное симметричное отражение копии позволяет получать результат, аналогичный применению операции 3D симметрии. Например, можно использовать такие копии для создания симметричных деталей (построить половину детали, выполнить операцию копирования с симметрией и сделать булеву операцию сложения двух половинок).

Типы копий 3D элементов

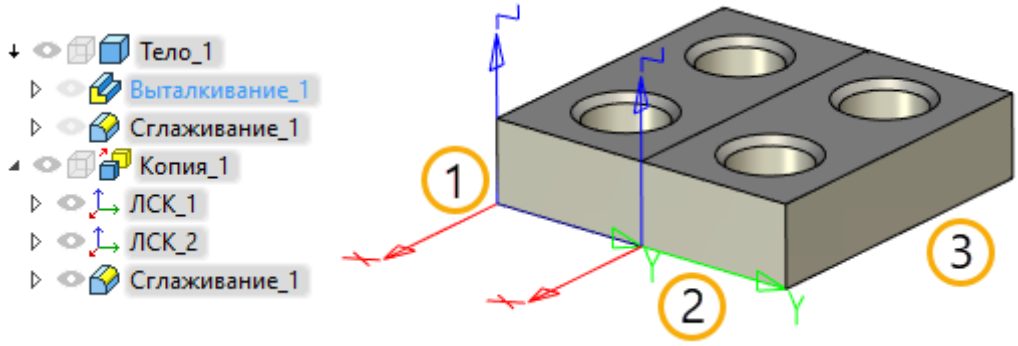
Копия операций

3D копия операций позволяет копировать существующие операции модели. В результате создания операции копирования появляются новые Тела – копии исходных операций.
В структуре модели результат 3D копии операций отображается следующим образом: если для создания копии была выбрана только одна операция, то последней операцией созданного Тела-

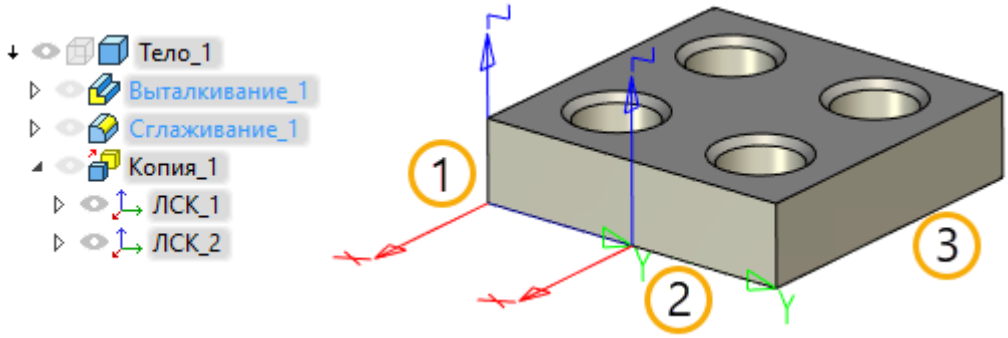
копии будет сама операция 3D копии. Если же 3D копия создавалась сразу для нескольких объектов, то создающими операциями у новых Тел будут ссылки на операцию копирования.
Дополнительный режим **копирования с объединением** автоматически объединяет созданную копию с телом исходной операции. Если набор объектов копирования содержит более одной операции, то каждая созданная копия объединяется с соответствующей ей исходной операцией.



1. Исходная система координат
2. Целевая система координат
3. Исходное тело

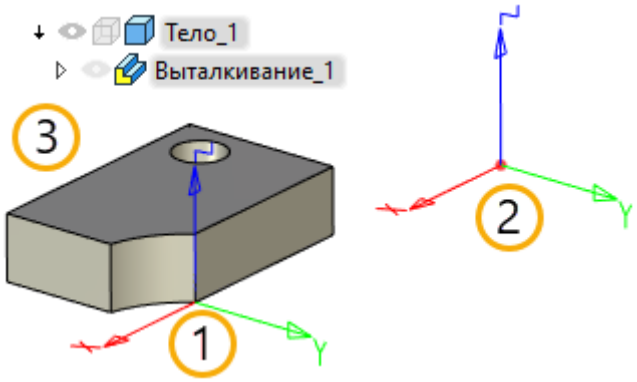


1. Исходная система координат
2. Целевая система координат
3. Создание копии без объединения

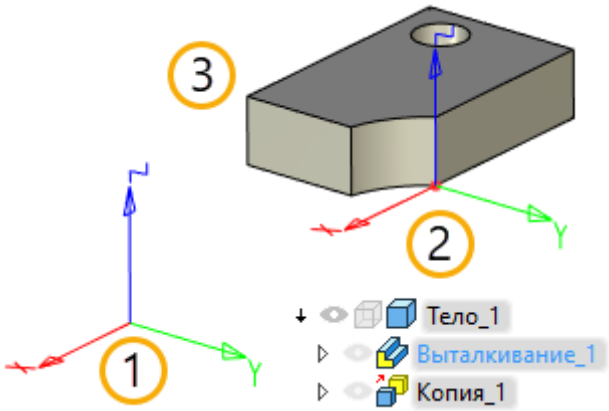


1. Исходная система координат
2. Целевая система координат
3. Создание копии с объединением

3D копия операций может работать в режиме переноса. В этом случае тело исходной операции удаляется, и в 3D сцене и в дереве 3D модели остаётся только созданная копия.



1. Исходная система координат
2. Целевая система координат
3. Исходное тело



1. Исходная система координат
2. Целевая система координат
3. 3D копия в режиме переноса (исходное тело удалено)

Копия Тел

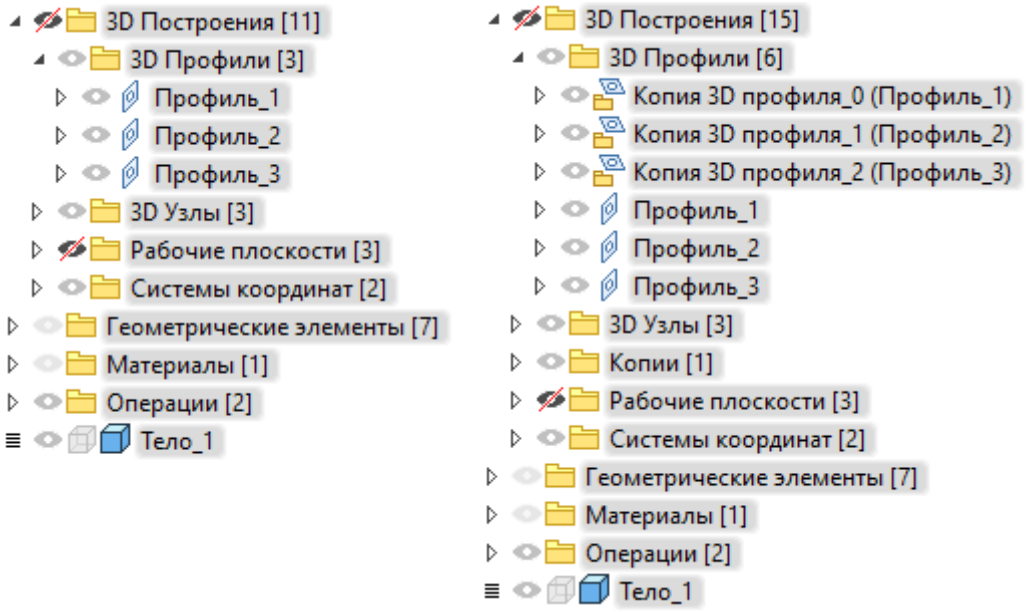
3D копия Тел создаётся так же, как и копия операций. Но если 3D копия операций копирует только результаты конкретных операций, то копия Тел копирует целиком Тело, полученное с использованием выбранной операции. Если в дальнейшем это Тело будет доработано, 3D копия будет пересчитана с учётом новых операций, вошедших в историю Тела (аналогично массивам Тел).

Копия 3D фрагментов

Симметрия 3D фрагментов создаётся так же, как и симметрия тел.
Операция попадает в дерево модели в виде элемента, внутри которого все элементы копии являются полнофункциональными фрагментами. Это позволяет применять, например, преобразования, сценарий управления разборкой и другие операции к выбранным элементам копий.

Копия 3D элементов построения

Операция копирования позволяет создавать копии любых 3D элементов построения.
В дереве 3D модели созданная операция заносится в специальную папку **3D Построения** > **Копии**. Элементы-копии, полученные в результате применения операции, также заносятся в соответствующие папки дерева. Например, при создании копии 3D профиля результирующий профиль-копия будет занесён в папку **3D Построения** > **3D профили**.
При копировании рабочих плоскостей и ЛСК к создаваемым копиям нельзя применять дополнительное преобразование симметрии.

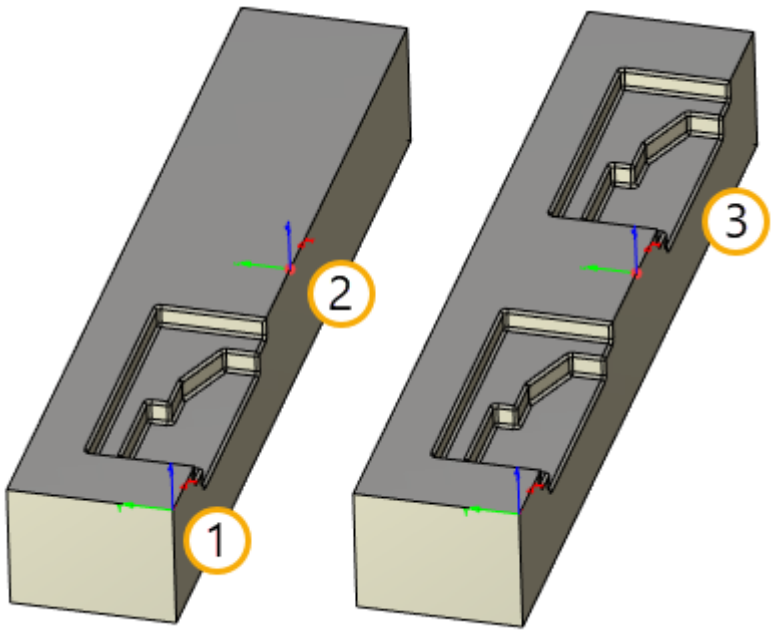


Дерево 3D модели до и после создания 3D копии элементов построения

Копия граней

Копирование граней позволяет добавлять к существующим в 3D модели телам отверстия и выступы, повторяющие уже имеющиеся конструктивные элементы.

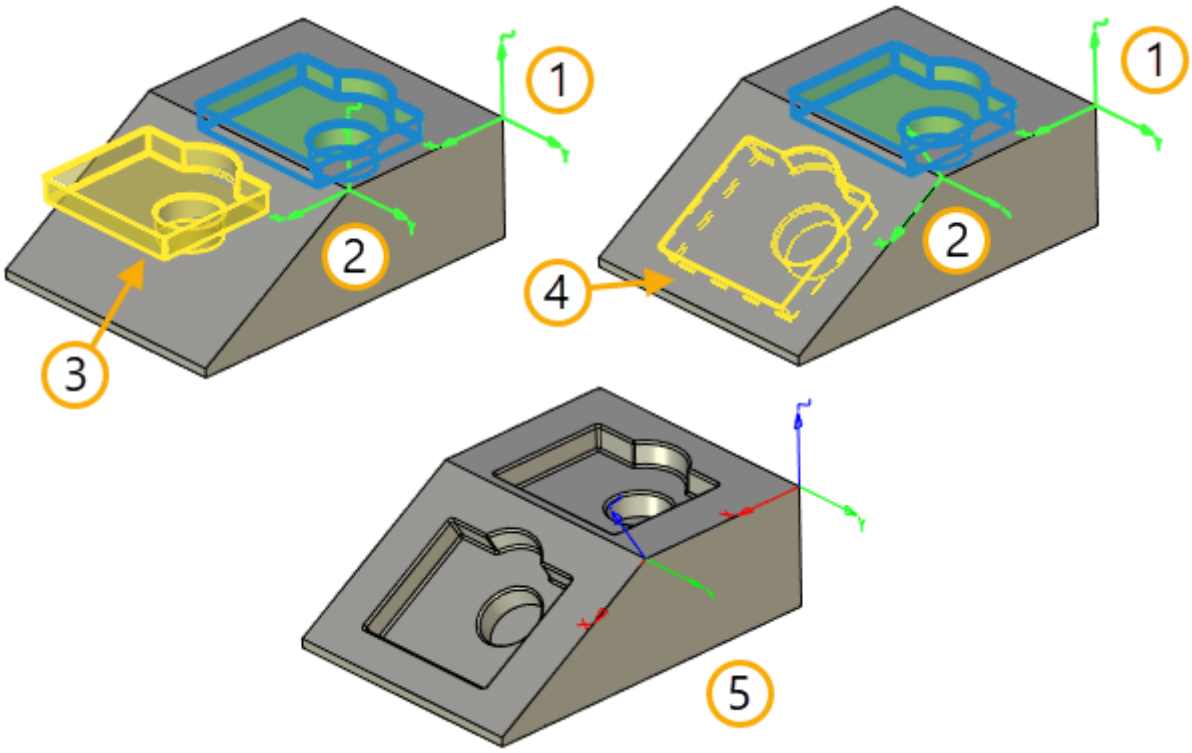
3D копия граней всегда создаётся на базе одного тела модели: все копируемые грани должны принадлежать этому телу. Результат создания операции копирования – набор граней-копий – также включается в исходное тело.



1. Исходная система координат
2. Целевая система координат
3. Результат создания 3D копии граней

Выбранный для создания 3D копии набор граней может быть произвольным, однако должен полностью описывать геометрию копируемого конструктивного элемента детали. Грани-копии

должны лежать в пределах исходного тела и пересекаться с другими его гранями так же, как грани исходного набора.



1. Исходная система координат
2. Целевая система координат
3. Пересечение копии с гранями исходного тела иное, чем у исходного набора (3D копия не будет создана)
4. Пересечение копии с гранями исходного тела такое же, как у исходного набора (3D копия будет создана успешно)
5. Результат создания 3D копии граней

При создании копии с симметрией на исходный набор граней накладывается дополнительное условие: все рёбра, ограничивающие копируемый набор граней, должны принадлежать одной базовой (не входящей в список копируемых) грани тела.
Задание исходного набора граней осуществляется так же, как и в массиве граней:

- Выбором замкнутой последовательности рёбер, ограничивающей требуемый набор граней.
- Прямым выбором всех необходимых граней;
- Выбором операции, в результате которой был создан требуемый набор граней.

На результат создания операции копирования граней можно влиять с помощью следующих дополнительных режимов:

- **Копирование в пределах одной грани**. Применение данного режима существенно уменьшает время пересчёта 3D копии граней;
- **Продлевать поверхности** (используется только совместно с режимом **Копирование в пределах одной грани**). Система автоматически будет продлевать или укорачивать копируемые грани для обеспечения корректной вставки их в тело;
- **Проверять пересечение с другими гранями** (используется для предотвращения создания самопересекающегося тела).

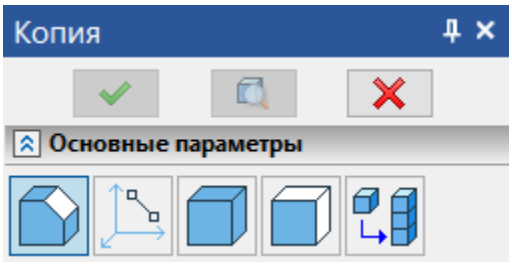
Подробное описание режимов копирования приведено в разделе Дополнительные параметры массива.

Создание копии 3D элементов

Выбор типа копии

Выбор типа создаваемой операции осуществляется в окне параметров во вкладке **Основные параметры**. Доступны следующие типы: **Копия операций**, **Копия элементов построения**, **Копия Тел**, **Копия граней** и **Копия фрагментов.**

В зависимости от того, какой тип копии выбран в списке, меняется набор опций автоменю команды и набор параметров в окне параметров.



Выбор исходных объектов копии

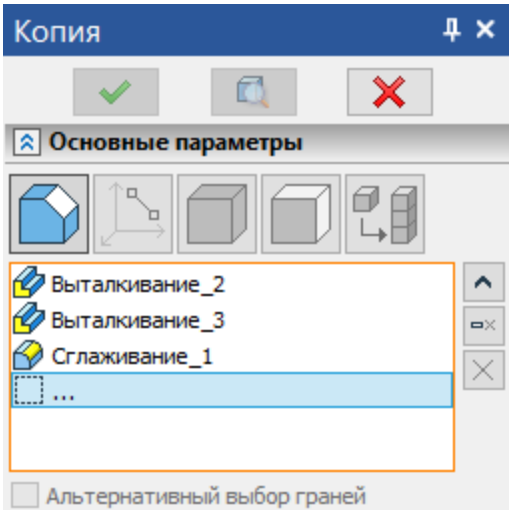
Для выбора исходных объектов копирования в автоменю будет доступна одна из следующих опций (в зависимости от выбранного типа операции):

	<N>	Выбрать 3D операцию (для копии операций)
	<N>	Выбрать 3D операцию (для копии Тел)
	<N>	Выбрать элемент построения
	<N>	Выбор копируемых граней или ограничивающих их рёбер и циклов

Выбор исходных объектов для копии 3D операций, Тел, 3D фрагментов, 3D элементов построения

Выбор объектов осуществляется прямо в 3D сцене или в дереве 3D модели. Выбранные объекты заносятся в список исходных объектов в окне параметров операции.

Для выбора 3D Тела можно указать (также либо в 3D сцене, если это возможно, или в дереве 3D модели) **любую** из операций, участвующих в создании данного Тела. В список выбранных объектов автоматически будет занесена **последняя** операция данного Тела.



Обратите внимание, что после выбора первого объекта (операции, элемента построения) опция автоматически отключается, и система переходит к заданию исходной системы координат. Для выбора нескольких объектов копирования необходимо самостоятельно повторно активизировать опцию выбора объектов копирования в автоменю команды или поместить курсор в строку "..." списка выбранных объектов (в окне параметров команды).
Для отказа от какого-либо из выбранных объектов следует указать его в списке и нажать кнопку **Удалить элемент из списка** или очистить все элементы с помощью кнопки **Очистить**.

> После выбора первого же объекта копирования поле задания типа копии становится недоступным для редактирования. Для смены типа копии необходимо удалить все 3D объекты, уже занесённые в список исходных объектов. Только после этого можно будет выбрать другой тип копирования.

Выбор исходных объектов для копии граней

Выбор исходного набора для копии граней осуществляется точно так же, как выбор исходных граней для массива граней (см. раздел Выбор исходных объектов массива).

Опция позволяет задать в панели фильтров способ выбора: выбором самих граней, выбором ограничивающих их рёбер, выбором операции.
Выбор операций, ограничивающих рёбер или самих граней осуществляется в 3D окне. Операции можно также выбирать в дереве 3D модели.

> Копия граней может создаваться только в рамках одного тела. Применение граней к стороннему телу может привести к ошибке.

При задании набора граней с помощью ограничивающих рёбер дополнительный флажок **Альтернативный поиск граней** указывает, какой набор граней из двух, определяемых заданной последовательностью рёбер, будет выбран в качестве исходного объекта копирования. Флажок имеет три состояния:
Включен по умолчанию ■. Система выбирает набор граней самостоятельно (по условию минимума площади). Если в процессе дальнейшей работы с 3D моделью соотношение площадей изменится, система автоматически изменит исходный набор граней;
Включен ☑**/Выключен** ☐. Каждое из этих двух состояний будет соответствовать конкретному набору граней (соответствие определяется системой). При любых дальнейших изменениях модели копируемый набор граней не меняется.

При создании копии граней опция остаётся активной до тех пор, пока пользователь самостоятельно не активизирует опцию выбора исходной/целевой системы координат.

Выбор исходной системы координат

Выбор существующей ЛСК в качестве исходной системы координат осуществляется с помощью опции:

<S> Выбрать исходную систему координат

Для автоматического создания ЛСК необходимо воспользоваться опцией:

<F> Выбрать 3D точку для создания исходной системы координат

Данная опция позволяет выбрать любой 3D элемент, способный определить 3D точку, которая будет началом координат новой ЛСК.

Выбор целевой системы координат

Выбор целевой системы координат происходит аналогично выбору исходной системы координат. Существующая ЛСК выбирается опцией:

<T> Выбрать целевую систему координат

Создать новую ЛСК в 3D точке можно с помощью опции:

<W> Выбрать 3D точку для создания целевой системы координат

Отказаться от выбранной ЛСК можно с помощью опции:

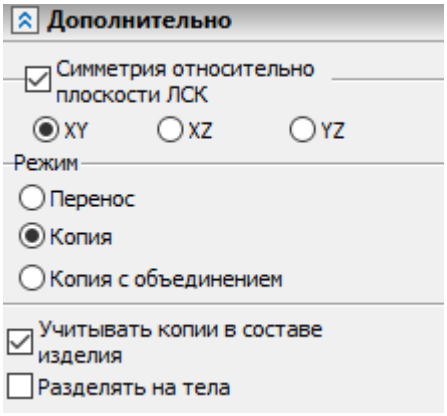
<C> Отменить выбор целевой системы координат

Задание параметров копирования

Необходимость применения преобразования симметрии к создаваемым копиям задаётся в окне параметров команды с помощью флажка **Симметрия относительно плоскости ЛСК**. Плоскость целевой системы координат, относительно которой будет осуществляться симметрия, выбирается с помощью переключателя: **XY**, **XZ**, **YZ**.

В диалоге параметров операции, вызываемом опцией , можно также задать параметры преобразования копии. Заданные там смещения и углы поворота будут применяться относительно целевой системы координат копии.

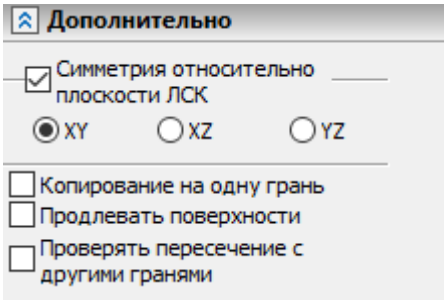
Режим копирования при создании 3D копии операций выбирается с помощью переключателя **Режим** в разделе **Дополнительно** окна параметров команды: **Перенос**, **Копия**, **Копия с объединением**.



Дополнительный флажок **Учитывать копии в составе изделия** используется только при копировании 3D фрагментов, включаемых в состав изделия. При установке флажка копии фрагментов также будут учитываться в составе изделия. Когда флажок снят, в состав изделия попадает только исходный фрагмент.

Флажок **Разделять на тела** используется при копировании сразу нескольких операций. Для каждой из них создаётся отдельное Тело-копия.

Дополнительные параметры копирования граней отличаются от параметров копий других типов.



Копирование на одну грань. Данный флажок устанавливается, когда необходимо включить режим **Копирование в пределах одной грани**.

Продлевать поверхности. Включает одноимённый режим. Всегда используется совместно с предыдущим флажком.

Проверять пересечение с другими гранями. Данный флажок позволяет включить режим проверки пересечения создаваемых копий с уже существующими гранями тела.

Подтверждение создания копии

Это действие возможно, когда в автоменю становится доступна опция:

<Ctrl>+<Enter> Закончить ввод

Опция (**<F5>**) позволяет просмотреть результат операции до подтверждения её создания. Повторное нажатие пиктограммы возвращает систему в состояние, когда был вызван предварительный просмотр.

Редактировать копию 3D элементов

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<3EC>	Правка > Операции > Копия

Команда предназначена для редактирования 3D Копий.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

Если выбран один элемент, его можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию). Перезадание элемента полностью совпадает с командой **Копия**.
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** + (комбинация **<Ctrl>** + отменяет выбор).

Симметрия 3D элементов

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Операции > Симметрия Сборка (3D) > Сборка > Симметрия Листовой металл (3D) > Расширенные > Симметрия Поверхности > Расширенные > Симметрия Примитивы > Расширенные > Симметрия
Клавиатура	Текстовое меню
<3SY>	Операции > Симметрия

Симметрия – операция системы T-FLEX CAD, позволяющая симметрично отразить выбранные 3D объекты относительно заданной плоскости. В качестве исходных объектов для создания симметрии (объектов симметрии) могут выбираться 3D элементы построения, операции, Тела, грани, 3D фрагменты.

При создании симметрии операций возможно автоматическое объединение созданной копии с исходной операцией, а также использование режима переноса (когда исходные тела при копировании удаляются).

Создание симметрии

Для создания операции симметрия необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать исходные объекты симметрии;
2. Выбрать плоскость симметрии;
3. Задать параметры симметрии (например, режим симметрии);
4. Завершить создание нажатием в автоменю или окне параметров команды.

Основные темы в этом разделе:

- Типы симметрии 3D элементов
- Создание симметрии 3D элементов
- Редактировать симметрию 3D элементов

Типы симметрии 3D элементов

Набор копируемых объектов одной операции симметрии может содержать несколько элементов, обязательно одного типа (только операции, только Тела, только грани и т.п.). Результат выполнения операции и её параметры зависят от типа исходных данных симметрии.

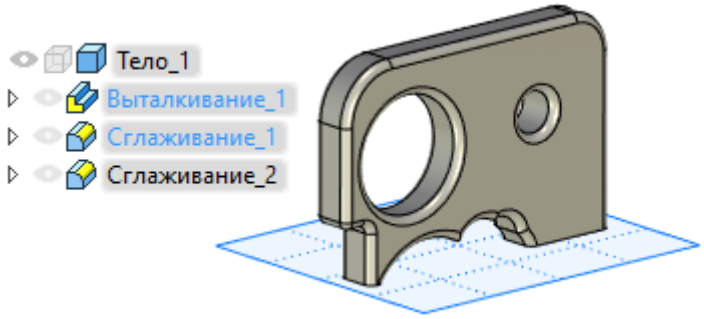
Симметрия операций

Симметрия операций позволяет симметрично копировать существующие операции модели. В результате появляются новые Тела – симметричные копии исходных операций.

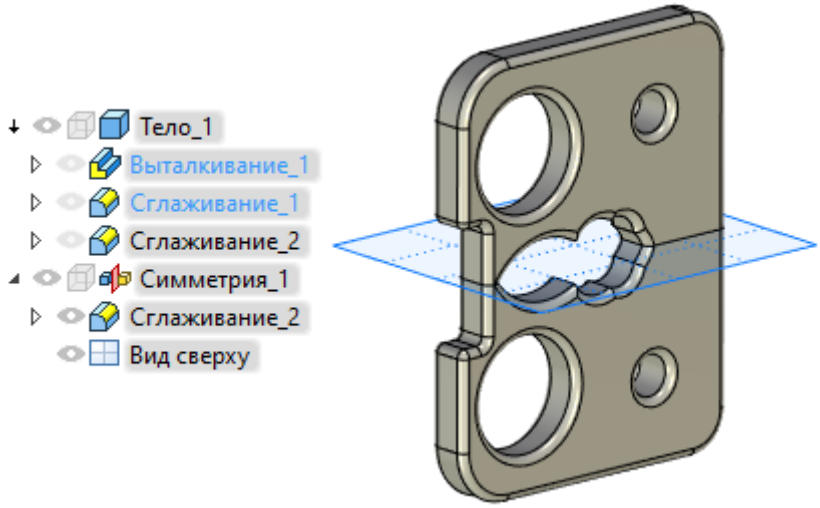
В структуре 3D модели результат симметрии операций отображается следующим образом: если для создания симметрии была выбрана только одна операция, то последней операцией созданного Тела-копии будет сама операция симметрии. Если же симметрия создавалась сразу для нескольких операций, то создающими операциями у новых Тел будут ссылки на операцию симметрии.

Дополнительный режим **копирования с объединением** автоматически объединяет созданную копию с телом исходной операции. Если набор объектов симметрии содержит более одной

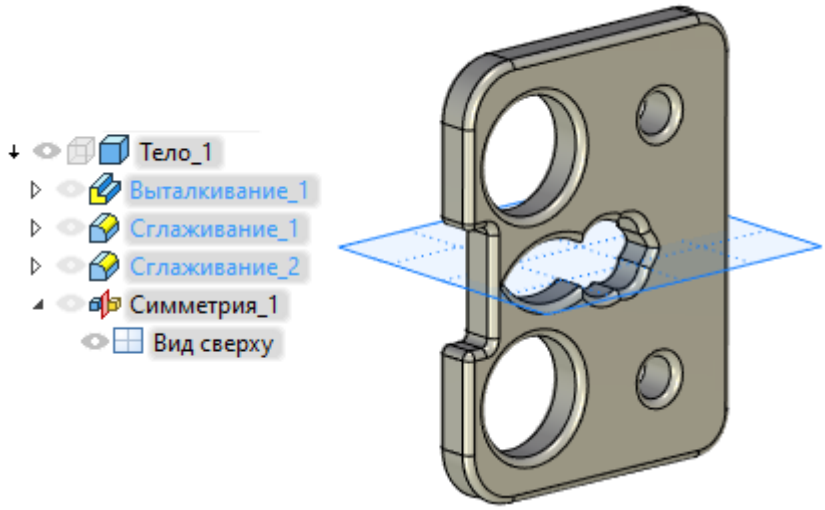
операции, то каждая созданная симметричная копия объединяется с соответствующей ей исходной операцией. Данный режим может быть полезен при проектировании сборок с большим количеством симметричных деталей.



Исходная модель

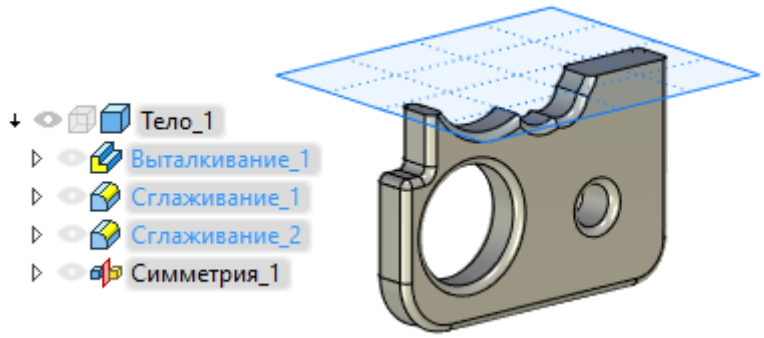


Копия без объединения



Копия с объединением

3D копия операций может работать в режиме переноса. В этом случае тело исходной операции удаляется, и в 3D сцене и в дереве 3D модели остаётся только созданная копия.



Перенос

Симметрия Тел

Симметрия Тел создаётся так же, как и симметрия операций. Но если симметрия операций копирует только результаты конкретных операций, то симметрия Тел копирует целиком Тело, полученное с использованием выбранной операции. Когда в дальнейшем это Тело будет доработано, симметрия будет пересчитана с учётом новых операций, вошедших в историю Тела.

Симметрия 3D фрагментов

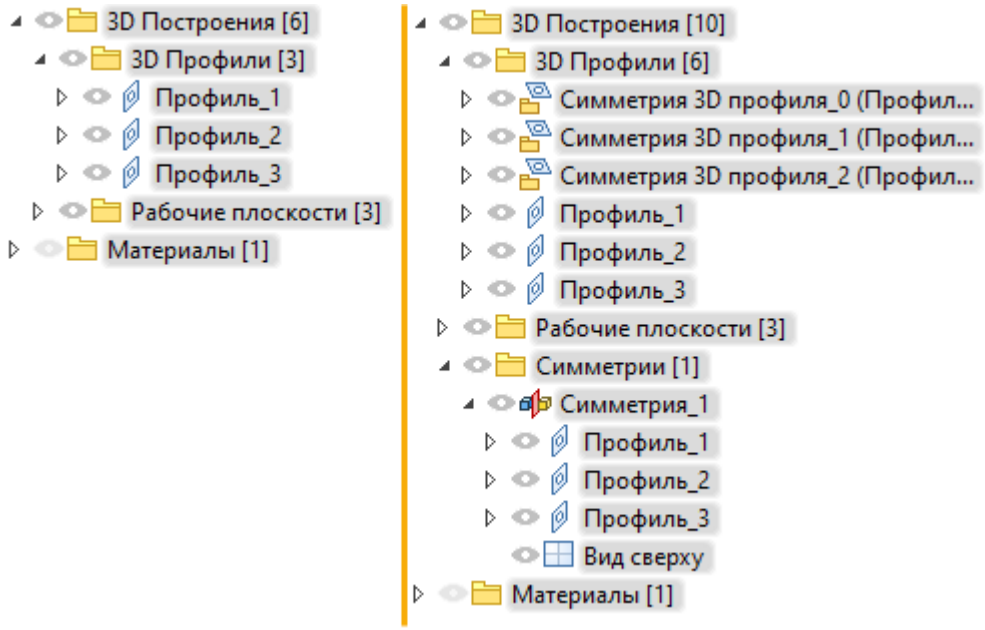
Симметрия 3D фрагментов создаётся так же, как и симметрия тел.

Операция попадает в дерево модели в виде элемента, внутри которого все элементы симметрии являются полнофункциональными фрагментами. Это позволяет применять, например, преобразования, сценарий управления разборкой и другие операции к выбранным элементам симметрий.

Симметрия 3D элементов построения

Операция симметрии позволяет симметрично копировать любые 3D элементы построения, кроме рабочих плоскостей и ЛСК. Как и в предыдущем случае, в рамках одной операции можно подвергать симметрии сразу несколько 3D элементов построения.

В дереве 3D модели созданная операция заносится в специальную папку **3D Построения** > **Симметрии**. Элементы-копии, полученные в результате операции, также заносятся в соответствующие папки дерева. Например, при создании симметрии 3D профиля результирующий профиль-копия будет занесён в папку **3D Построения** > **3D профили**.

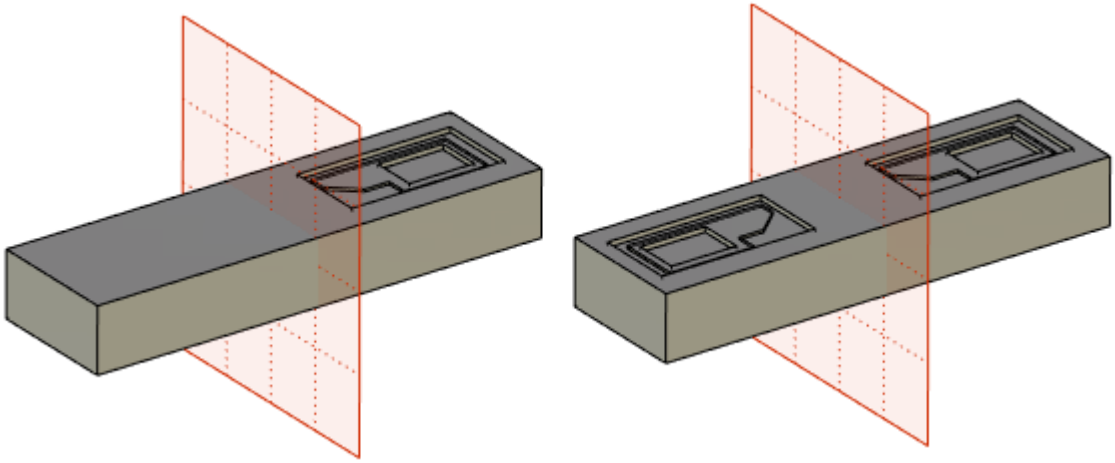


Дерево 3D модели до и после создания 3D симметрии элементов построения

Симметрия граней

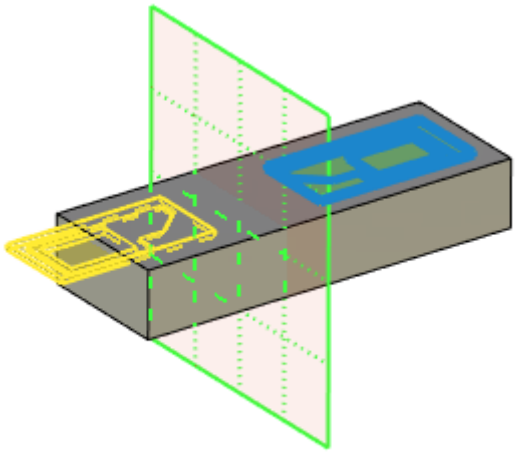
Симметрия граней, как и массив граней, и 3D копия граней, позволяет добавлять к существующим в 3D модели телам отверстия и выступы, повторяющие уже имеющиеся конструктивные элементы.

Все копируемые грани одной операции симметрии должны принадлежать одному телу. Результат создания операции симметрии – набор граней-копий – также включается в исходное тело.



Исходное тело и результат симметрии граней

Выбранный для создания симметрии набор граней должен полностью описывать геометрию копируемого конструктивного элемента детали. Грани-копии должны лежать в пределах исходного тела и пересекаться с другими его гранями так же, как грани исходного набора.



Симметрия не может быть создана, поскольку пересечение граней с симметричной копией иное, чем у исходного набора

Задание исходного набора граней осуществляется так же, как и в массиве граней:

- Выбором замкнутой последовательности рёбер, ограничивающей требуемый набор граней.
- Прямым выбором всех необходимых граней;
- Выбором операции, в результате которой был создан требуемый набор граней.

Кроме того, на исходный набор граней симметрии накладывается дополнительное условие: все рёбра, ограничивающие копируемый набор граней, должны принадлежать одной базовой (не входящей в список копируемых) грани тела.

На результат создания операции симметрии граней можно влиять с помощью следующих дополнительных режимов:

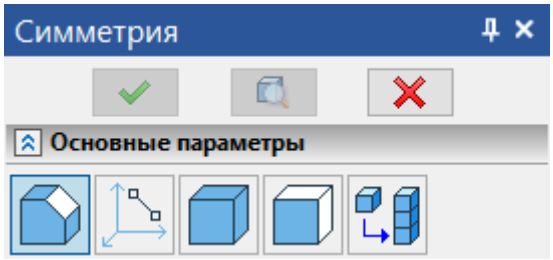
- **Копирование в пределах одной грани**. Применение данного режима существенно уменьшает время пересчёта симметрии;
- **Продлевать поверхности** (используется только совместно с режимом **Копирование в пределах одной грани**). Система автоматически будет продлевать или укорачивать копируемые грани для обеспечения корректной вставки их в тело;
- **Проверять пересечение с другими гранями** (используется для предотвращения создания самопересекающегося тела).

Подробное описание этих режимов приведено в разделе Дополнительные параметры массива.

Создание симметрии 3D элементов

Выбор типа симметрии

Выбор типа создаваемой операции осуществляется в окне параметров во вкладке **Основные параметры**. Доступны следующие типы: **Симметрия операций**, **Симметрия элементов построения**, **Симметрия Тел**, **Симметрия граней, Симметрия фрагментов**.



В зависимости от того, какой тип симметрии выбран в списке, меняется набор опций автоменю команды и набор параметров в окне параметров.

Выбор исходных объектов симметрии

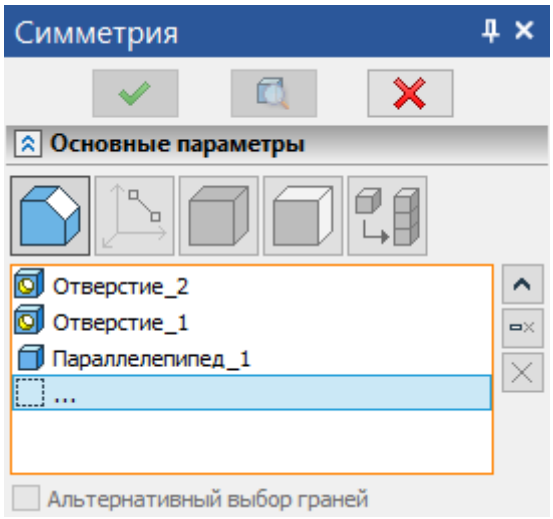
Для выбора исходных объектов симметрии в автоменю будет доступна одна из следующих опций (в зависимости от выбранного типа симметрии):

	<N>	Выбрать 3D операцию (для копии операций)
	<N>	Выбрать 3D операцию (для копии Тел)
	<N>	Выбрать элемент построения
	<N>	Выбор копируемых граней или ограничивающих их рёбер и циклов

Выбор исходных объектов для копии 3D операций, 3D фрагментов, Тел, 3D элементов построения

Выбор объектов осуществляется прямо в 3D сцене или в дереве 3D модели. Выбранные объекты заносятся в список исходных объектов копирования в окне параметров операции.

Для выбора 3D Тела можно указать (также либо в 3D сцене, если это возможно, или в дереве 3D модели) **любую** из операций, участвующих в создании данного Тела. В список выбранных объектов автоматически будет занесена **последняя** операция данного Тела.



После выбора первого объекта (операции, элемента построения) опция автоматически отключается, и система переходит к заданию плоскости симметрии. Для выбора нескольких объектов копирования необходимо самостоятельно повторно активизировать опцию выбора объектов копирования в автоменю команды или поместить курсор в строку ... списка объектов копирования (в окне параметров команды).

После выбора первого же объекта копирования поле задания типа операции становится недоступным для редактирования. Для смены типа копии необходимо удалить все 3D объекты, уже занесённые в список исходных объектов. Только после этого можно будет выбрать другой тип операции.

Выбор исходных объектов для копии граней

Выбор исходного набора для копии граней осуществляется точно так же, как выбор исходных граней для массива граней (см. раздел Выбор исходных объектов массива).

Опция позволяет задать в панели фильтров способ выбора: выбором самих граней, выбором ограничивающих их рёбер, выбором операции.
Выбор операций, ограничивающих рёбер или самих граней осуществляется в 3D окне. Операции можно также выбирать в дереве 3D модели.

> Симметрия граней может создаваться только в рамках одного тела. Применение граней к стороннему телу может привести к ошибке.

При задании набора граней с помощью ограничивающих рёбер флажок **Альтернативный поиск граней** указывает, какой набор граней из двух, определяемых заданной последовательностью рёбер, будет выбран в качестве исходного объекта симметрии. Флажок имеет три состояния.
Включен по умолчанию ■. Система выбирает набор граней самостоятельно (по условию минимума площади). Если в процессе дальнейшей работы с 3D моделью соотношение площадей изменится, система автоматически изменит исходный набор граней.
Включен ☑**/Выключен** ☐. Каждое из этих двух состояний будет соответствовать конкретному набору граней. Какой набор граней будет соответствовать конкретному состоянию флажка, выбирается системой произвольно после задания набора рёбер. При любых дальнейших изменениях модели копируемый набор граней не меняется.

При создании симметрии граней опция остаётся активной до тех пор, пока пользователь самостоятельно не активизирует опцию выбора плоскости симметрии.

> Чтобы получить корректную модель, грани-копии должны лежать в пределах исходного тела и пересекаться с другими его гранями так же, как грани исходного набора.

Выбор плоскости симметрии

Плоскость симметрии выбирается с помощью следующей опции автоменю:

<S> Выбрать плоскость симметрии

При создании симметрии 3D операций, Тел, 3D элементов построения данная опция включается автоматически после выбора первого объекта симметрии. Если в этот момент её отключить (для выбора нескольких объектов симметрии), то после выбора всех требуемых объектов потребуется принудительное включение опции.

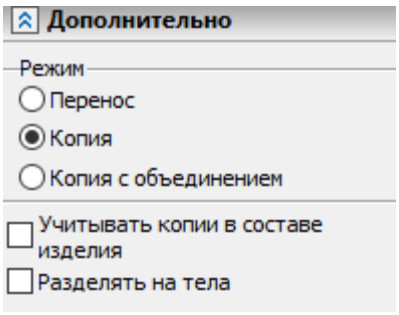
При создании симметрии граней опция всегда требует самостоятельной активизации пользователем.

Опция содержит выпадающий список фильтров для выбора 3D объектов, способных определить плоскость. Выбор осуществляется в 3D окне или в окне дерева 3D модели.
Отменить выбор плоскости симметрии можно с помощью опции:

<K> Отменить выбор плоскости симметрии

Задание параметров для симметрии 3D операций, Тел и 3D элементов построения

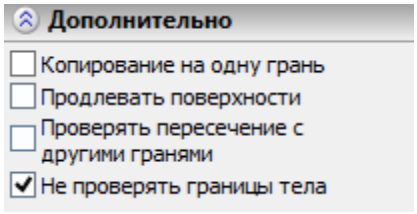
Режим симметрии выбирается с помощью переключателя **Режим** в разделе **Дополнительно** окна параметров команды: **Перенос**, **Копия**, **Копия с объединением**.
В некоторых случаях варианты **Перенос** и **Копия с объединением** могут быть недоступны (см. описание особенностей различных типов симметрии).



Дополнительный флажок **Учитывать копии в составе изделия** используется только при создании симметрии 3D фрагментов, включаемых в состав изделия. При установке флажка симметричные копии фрагментов также будут учитываться в составе изделия. Когда флажок снят, в состав изделия попадает только исходный фрагмент.
Флажок **Разделять на тела** используется при копировании сразу нескольких операций. Для каждой из них создаётся отдельное Тело-копия.

Задание параметров для симметрии граней

Дополнительные параметры симметрии граней отличаются от параметров симметрии других типов.
Копирование на одну грань. Данный флажок устанавливается, когда необходимо включить режим Копирование в пределах одной грани.
Продлевать поверхности. Включает одноимённый режим. Всегда используется совместно с предыдущим флажком.
Проверять пересечение с другими гранями. Данный флажок позволяет включить режим проверки пересечения создаваемых копий с уже существующими гранями тела.



Не проверять границы тела. Включённый параметр позволяет создать симметрию граней без запуска проверки самопересечений и правильности получаемой геометрии. Это существенно увеличивает скорость выполнения операции. Следует использовать этот параметр только если вы уверены в корректности получающейся модели.

Редактировать симметрию 3D элементов

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<3ESY>	Правка > Операции > Симметрия

Команда предназначена для редактирования операции Симметрия.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, <Ctrl>+<E>	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

Если выбран один элемент, его можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо опцией <P>, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию). Перезадание элемента совпадает с командой **Симметрия**.
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация <Shift>+ (комбинация <Ctrl>+ отменяет выбор).

Отверстие

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Расширенные > Отверстие Листовой металл (3D) > Расширенные > Отверстие Поверхности > Расширенные > Отверстие Примитив > Расширенные > Отверстие
Клавиатура	Текстовое меню
<3H>	Операции > Отверстие

Операция **Отверстие** позволяет создать набор отверстий. Все отверстия в наборе будут одинакового типа, размера и глубины. Набор может состоять из одного или более отверстий.
Для каждого отверстия из набора задаются основные параметры, глубина и точка привязки, лежащая на грани тела, в котором необходимо создать отверстие. Грань, на которой располагается точка привязки, будет являться базовой (несущей) гранью отверстия.
Базовые грани отверстий одного набора (т.е. входящих в состав одной операции) могут совпадать, быть разными, и даже принадлежать различным телам.

При одновременном создании отверстий через нескольких тел получится одна многотельная операция. Если при дальнейшей работе с моделью каждое из этих тел должно использоваться отдельно, то после создания отверстия необходимо будет воспользоваться операцией разделения.

Ориентация отверстий в наборе – ориентация оси отверстия в пространстве, угол поворота отверстия относительно его оси – может быть различной.
Для каждого элемента набора в процессе создания или редактирования операции можно изменить точку привязки, ориентацию. Любое отверстие можно удалить из набора.
В дереве модели напротив созданной операции **Отверстие** отображается его параметры, например, **Отверстие_5 [D20; H45]**.

Создание отверстия

Для создания отверстия необходимо выполнить следующие действия (порядок выполнения действий может быть другим):

1. Выбрать тип и основные геометрические параметры создаваемого набора отверстий;
2. Задать точки привязки отверстий;
3. Выбрать необходимую глубину отверстий;
4. Изменить ориентацию осей и углы поворота отверстий, выбранные системой по умолчанию (необязательное действие);
5. Завершить создание отверстий (с помощью в автоменю или окне параметров).

Основные темы в этом разделе:

- Шаблоны отверстий
- Выбор основных параметров отверстий
- Точки привязки отверстий
- Ориентация отверстий
- Глубина отверстий
- Отверстия через нескольких тел
- Изменение позиции и ориентации отверстий
- Конфигурация библиотек отверстий
- Создание пользовательских типов отверстий
- Редактировать отверстие

Шаблоны отверстий

Для создания отверстий используется два типа механизмов: примитивы или фрагменты (шаблоны).
Примитивы – механизм, создающий специальную операцию создания примитива для задания формы отверстия. Никаких внешних объектов при этом не используется.
При использовании механизма шаблона в тело вставляется специальный 3D фрагмент – шаблон отверстия.
Шаблон имеет набор параметров, которые предназначены для определения типа и размеров создаваемого на его основе отверстия.
Шаблоны отверстий хранятся в параметрической библиотеке **Hole Features**, входящей в конфигурацию **Служебная**. При необходимости эта библиотека может быть дополнена пользователем самостоятельно.

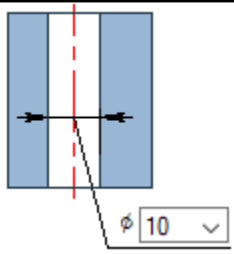
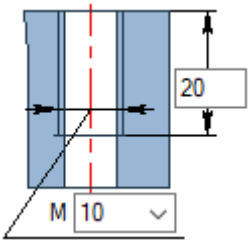
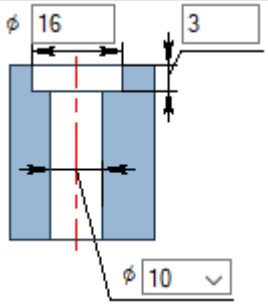
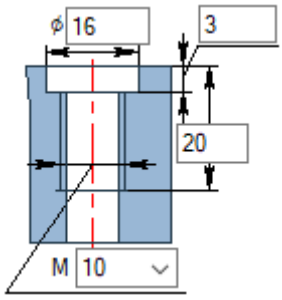
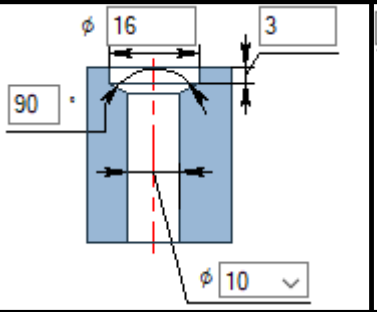
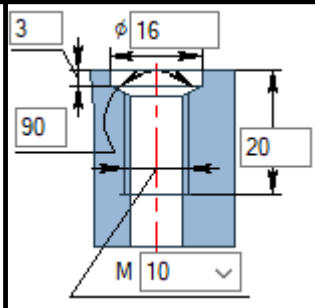
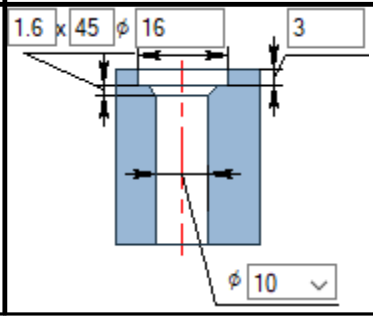
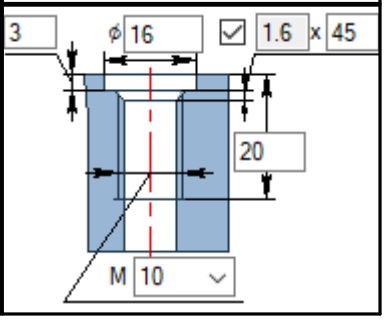
Если в параметрах документа заданы дюймовые единицы длины (**Параметры документа** > **Документ** > **3D** > **Единицы** > **Длина**), то при создании отверстий будет использоваться библиотека **Hole Features Inch**.

В стандартную библиотеку входят шаблоны отверстий следующих типов:

- Под концы установочных винтов (тип 1, 2, 3);
- Резьбовое;
- Центровое (форма A, B, C, E, F, H, R, T).

Для расширения списка отверстий, входящих в библиотеку, необходимо по определённым правилам создать шаблон нового типа отверстий в отдельном документе и добавить его в соответствующую библиотеку (**Hole Features** для метрических единиц или **Hole Features Inch** - для дюймовых).

Таблица шаблонов отверстий часть 1

Выбор	Под крепёжные детали	Резьбовое
	Насквозь	
		
		
		
		

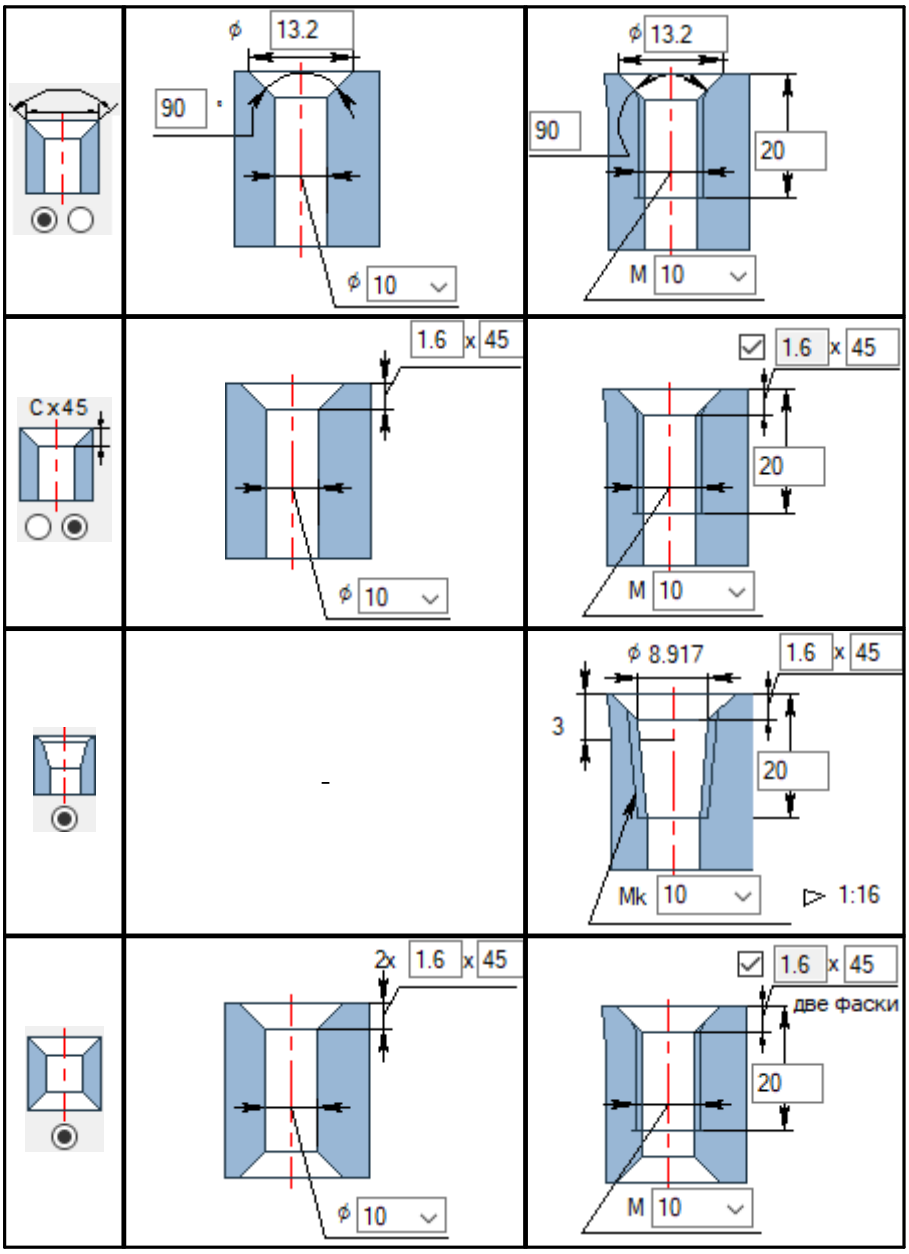
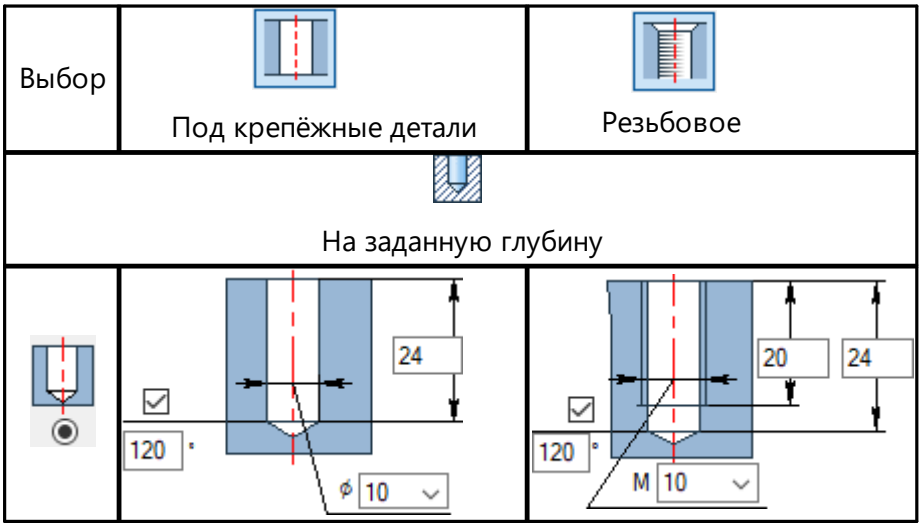


Таблица шаблонов отверстий часть 1.1



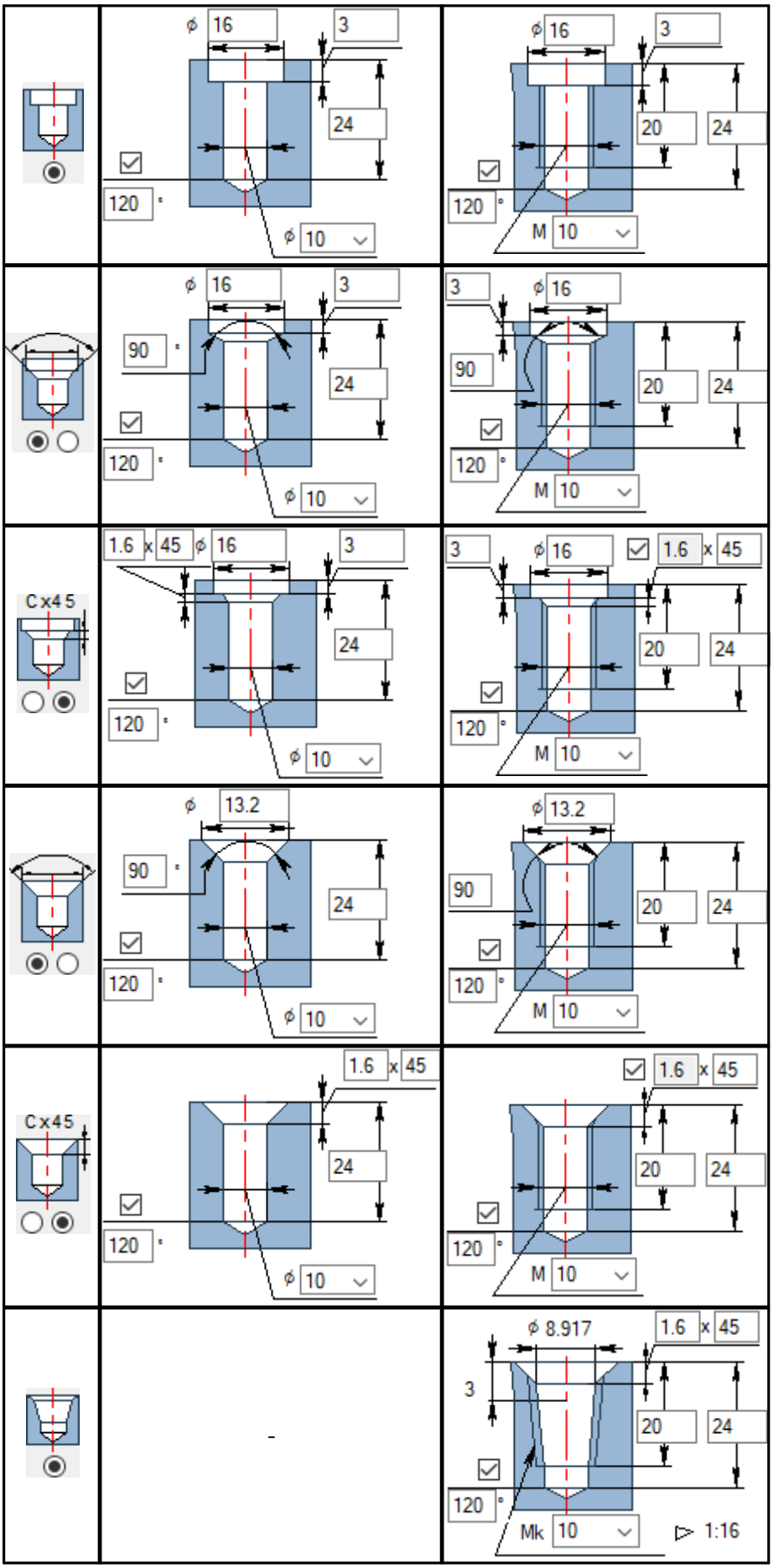


Таблица шаблонов отверстий часть 2

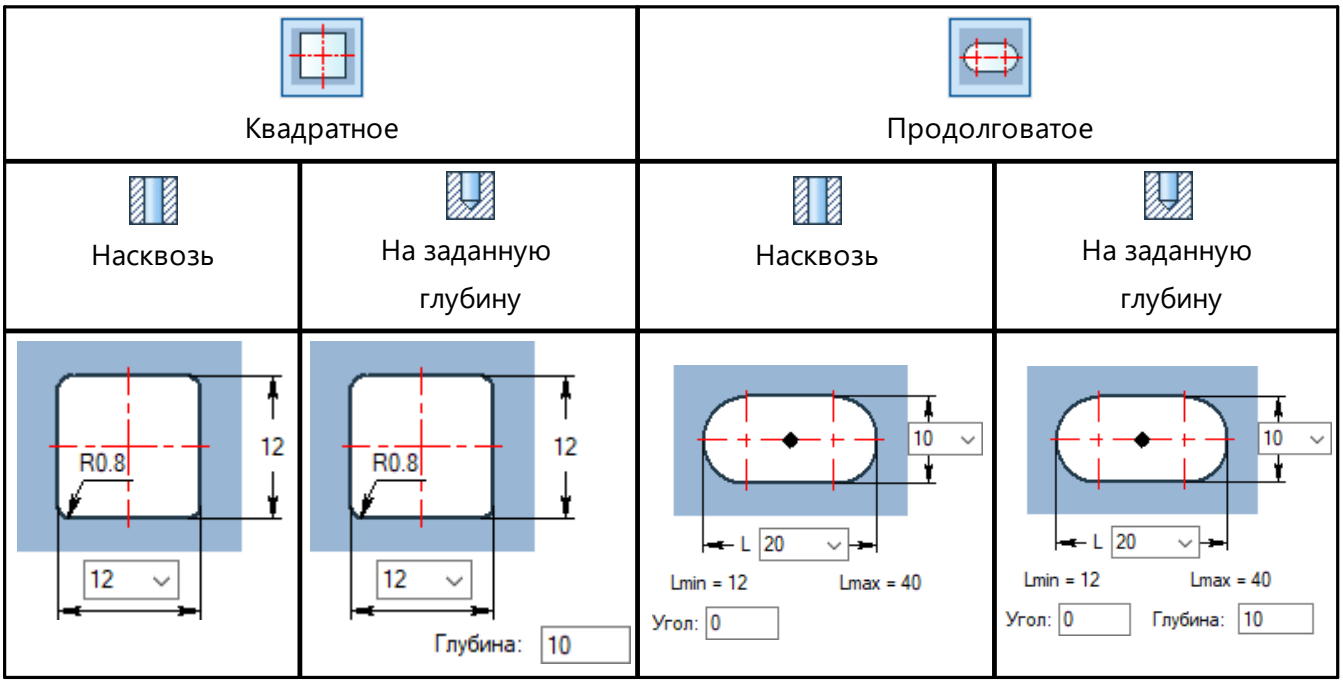
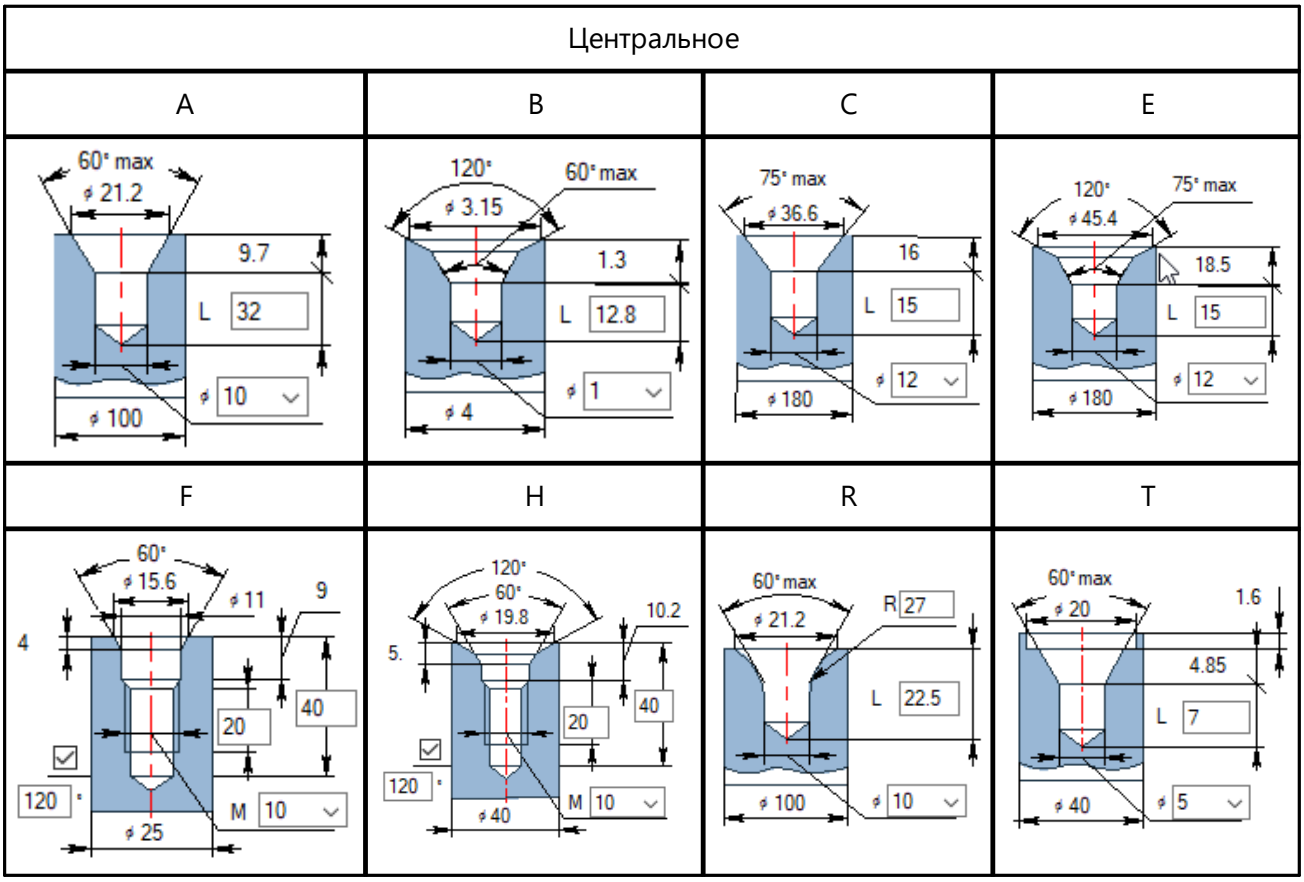


Таблица шаблонов отверстий часть 3

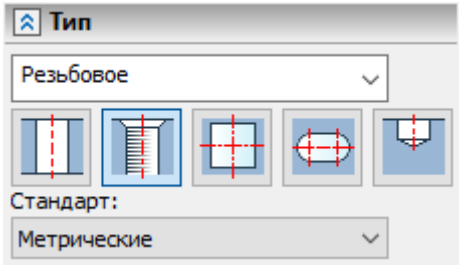


Выбор основных параметров

Выбор типа создаваемых отверстий осуществляется в окне параметров операции. Список отверстий содержит все элементы служебной библиотеки отверстий (Hole Features или Hole Features Inch).

Тип отверстия можно выбрать из выпадающего списка быстрого доступа или щёлкнув на соответствующей этому типу иконке. Если в списке выбран тип, иконка которого отсутствует в окне

параметров, то крайняя правая иконка будет заменена на иконку последнего выбранного типа. В выпадающем списке есть пункт **Выбрать**. С его помощью можно выбирать элементы из пользовательских библиотек.



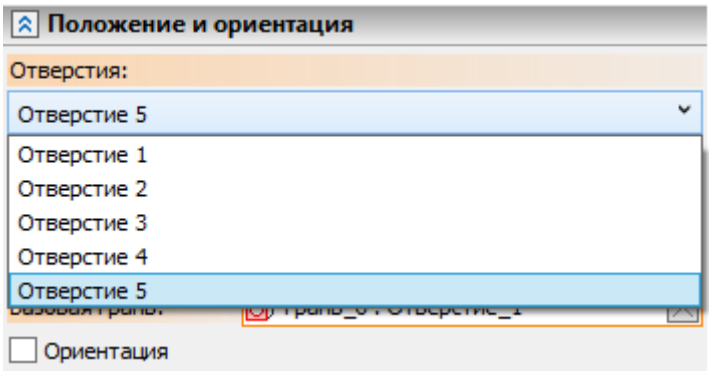
Содержимое списка связано с выбранным типом в поле **Стандарт**. При изменении стандарта, список изменяется соответственно.
Для выбора библиотек отверстий используется опция:

<B> Конфигурация библиотек

В нижней части окна параметров отображается условное обозначение отверстия выбранного типа и поля ввода всех его геометрических параметров. Для задания любого размера достаточно поместить курсор в соответствующее поле ввода на схеме и ввести требуемое число (или выбрать его из списка). Вместо числовых значений можно указывать переменные. В этом случае в качестве значения параметра будет выбираться ближайшее к значению переменной число из соответствующего списка.
Скрывать коннекторы. Флаг позволяет скрыть коннекторы создаваемого отверстия.
Сохранять материал. При активном флаге, к создаваемому отверстию будет применён основной материал тела. В противном случае будет использован материал покрытия.
Использовать параметры документа. Опция используется для отверстий, созданных с помощью механизма фрагментов. Если опция установлена, то в отверстии используются параметры документа, например, единицы измерения. Если опция выключена, то в отверстии будут использованы параметры самого фрагмента отверстия.
У сквозных несимметричных (то есть, например, имеющих фаску с одной стороны) отверстий можно при необходимости изменить направление оси отверстия на противоположное, установив дополнительный флажок **Перевернуть отверстие**. Обратите внимание, что данный флажок влияет на вид всех отверстий создаваемого набора.
Изменить первоначально заданные тип и размеры отверстий можно в любое время при создании или редактировании отверстий (до завершения создания нажатием).

Точки привязки отверстий

Для задания положения создаваемых отверстий необходимо последовательно для каждого отверстия указать его точку привязки. К каждой точке привязывается одно отверстие. Базовая (несущая) грань каждого отверстия выбирается системой автоматически. Оси отверстий по умолчанию направлены по нормали к базовым граням.
После задания точки привязки, текущее отверстие добавляется в выпадающий список **Отверстия** во вкладке **Положение и ориентация**.



Точки привязки отверстий задаются одним из следующих 3D элементов.

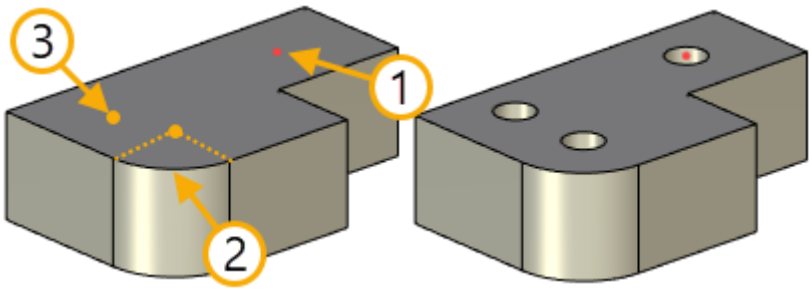
Гранью тела. Заданная грань станет базовой гранью отверстия; центр отверстия будет расположен в точке указания курсора при выборе грани. Для текущего отверстия появится возможность скорректировать координаты **U** и **V**, а также задать смещение от первого или второго ребра.

3D узлом, лежащим или не лежащим на грани тела.

- Если 3D узел лежит на грани, то грань будет выбрана в качестве базовой, центр отверстия совпадёт с заданным узлом.
- Если 3D узел не лежит на грани, то нужно выбрать тело (несколько тел), затем 3D узел. Отверстие будет построено по нормали к ближайшей грани тела. Если требуется выполнить отверстие не по нормали к поверхности, то дополнительно нужно указать направление. Если система не может рассчитать глубину отверстия то будет выдано соответствующее предупреждение.

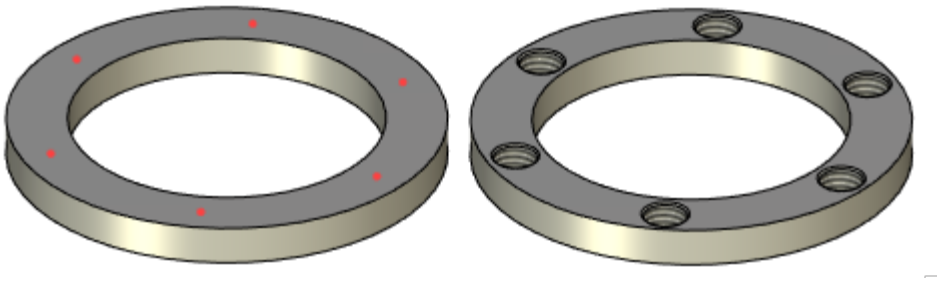
Круговым ребром, лежащим на одной из граней тела. Грань, на которой лежит плоскость выбранного кругового ребра, будет выбрана в качестве базовой; центр отверстия привязывается к центру окружности кругового ребра.

Ребром отверстия. Круговое ребро отверстия будет определять центр и базовую грань отверстия на заданную глубину из шаблона.



1. 3D Узел
2. Круговое ребро
3. Грань

Для быстрого создания набора отверстий в качестве точки привязки можно указать массив из 3D узлов. Автоматически будет создано отверстие в каждом 3D узле – элементе массива.

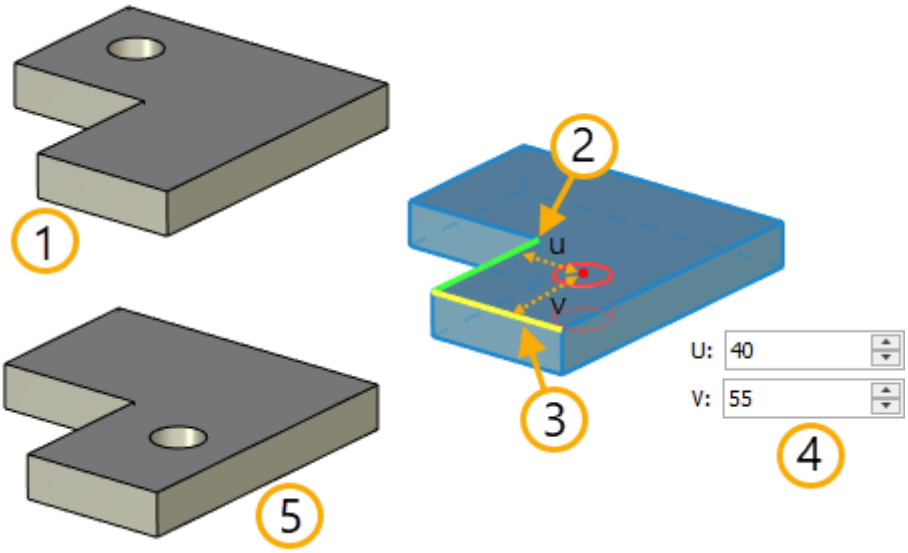


3D узлы - элементы массива отверстий

Изменение точки привязки

Точку привязки любого отверстия в наборе можно изменить одним из следующих способов:

1. Полностью перезадать точку привязки (со сменой базовой грани или 3D элемента, к которому должен быть привязан центр отверстия);
2. Изменить положение отверстия на текущей грани (не меняя саму базовую грань) – путём задания **смещений центра** отверстия от двух боковых рёбер базовой грани. Центр отверстия привязывается к точке грани, определяемой заданными смещениями;



1. Исходное положение отверстия
2. Первое ребро
3. Второе ребро
4. Задание смещений от первого ребра по U и от второго по V
5. Новое положение отверстия

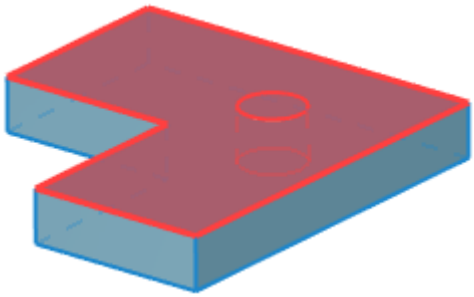
3. Использовать режим создания соосного отверстия с автоматическим изменением положения отверстия на базовой грани (см. Соосные отверстия).

Задание точек привязки отверстий

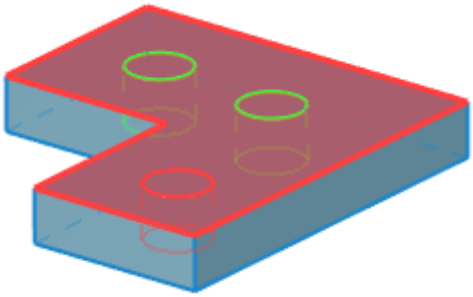
Для задания точек привязки отверстий в автоменю должна быть активна опция (активна по умолчанию при входе в команду):

<A> Выбрать грань, узел или круговое ребро для задания центра отверстия

При включенной опции достаточно указать в 3D окне требуемую грань, 3D узел или круговое ребро на грани. Тело, которому принадлежит выбранный элемент, подсвечивается, на нём появляется предварительное рёберное отображение создаваемого отверстия.



После задания точки привязки первого отверстия опция остаётся активной. Это позволяет перейти к созданию набора отверстий без дополнительных действий. Достаточно продолжить задание точек привязки после выбора первой точки.
В результате последовательного задания нескольких точек привязки в 3D сцене появляется предварительное изображение набора отверстий. Тип и геометрические параметры всех элементов набора будут совпадать.



Создать набор отверстий по массиву 3D узлов позволяет опция:

<M> Создать массив отверстий

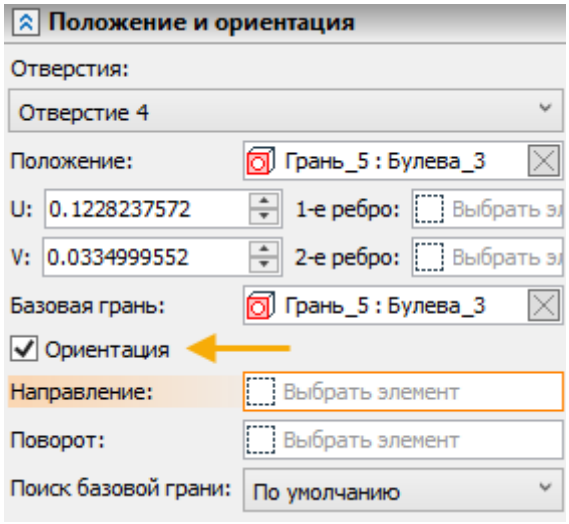
После выбора опции необходимо задать исходный массив узлов. Выбрать массив можно в дереве 3D модели или прямо в 3D сцене, указав любой из элементов массива с помощью .

При создании массива отверстий необходимо выставить максимально возможное количество элементов массива. Если это правило не соблюдено, при последующем увеличении количества отверстий в массиве может возникнуть смещение или исчезновений новых отверстий.

Ориентация отверстий

По умолчанию все создаваемые отверстия размещаются системой так, чтобы ось каждого отверстия (ось X системы координат шаблона отверстия) была направлена по нормали к поверхности базовой грани в точке привязки. Ориентация поперечного сечения отверстия, т.е. угол поворота отверстия вокруг его оси (определяемый направлением оси Y системы координат отверстия) выбирается системой произвольно.

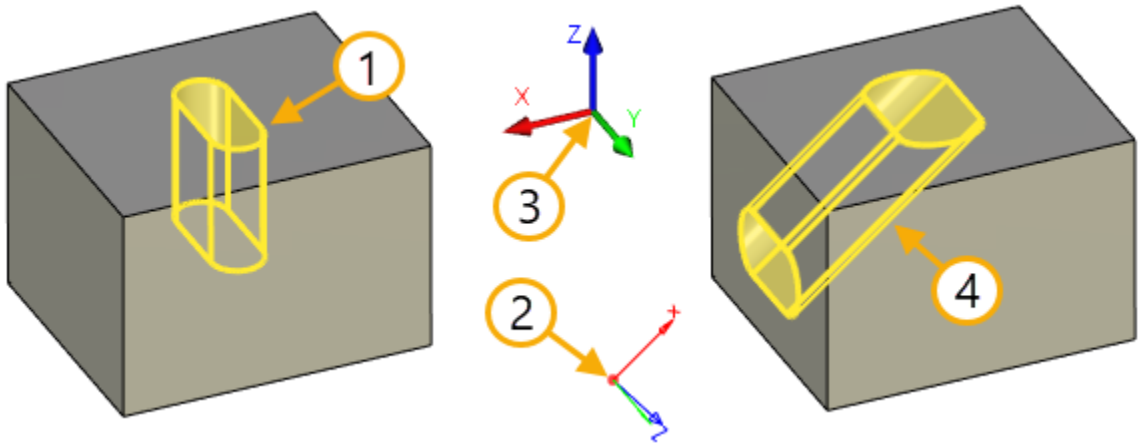
При необходимости можно изменить ориентацию каждого отверстия набора отдельно.
Ориентация задается с помощью указания **направления** и **поворота** для каждого отверстия. Параметры становятся доступны при активации флажка **Ориентация** во вкладке **Положение и ориентация**.



Изменить ориентацию отверстия можно одним из двух способов:

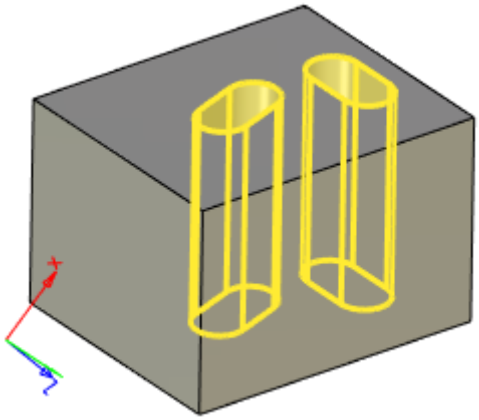
По дополнительной ЛСК

Заданная ЛСК используется для указания направления осей системы координат отверстия (заданной в его шаблоне).
Отверстие поворачивается таким образом, чтобы направления всех осей системы координат отверстия совпали с направлением осей выбранной ЛСК.
Задание направления по ЛСК:

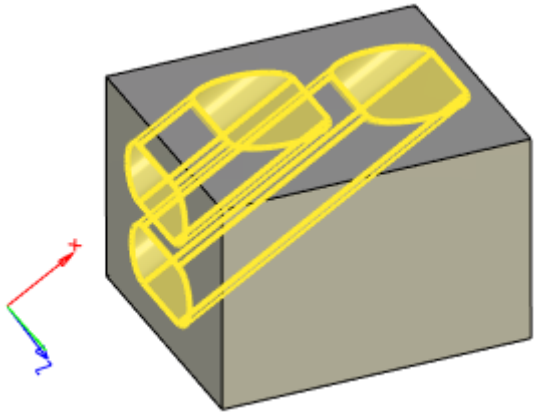


1. Исходное направление отверстия
2. ЛСК, задающая направление отверстия
3. Глобальная система координат
4. Направление отверстия по ЛСК

Задание поворота по ЛСК:



Также доступна возможность ориентации всех отверстий набора по одной ЛСК.

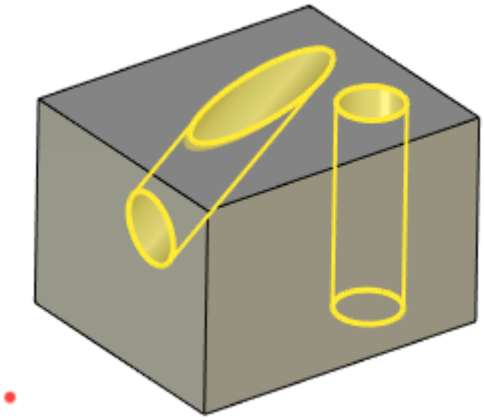


По 3D узлам

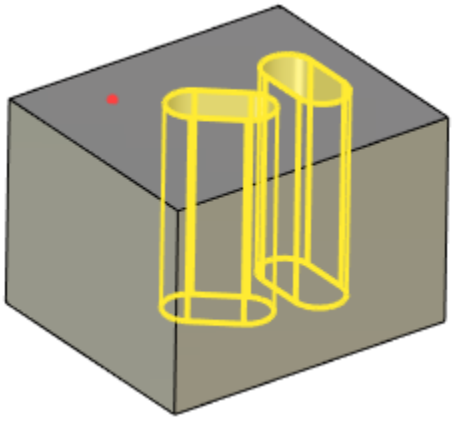
В этом случае отдельно задаются ориентация оси отверстия и угол поворота отверстия вокруг его оси. Можно определить только одну из этих величин, например, поворот отверстия вокруг оси, а саму ось оставить неизменной (так, как её расположила система) – для доворота некруглого отверстия вокруг его оси.

При задании 3D узла для ориентации оси отверстия ось будет направлена от точки привязки отверстия к 3D узлу. При задании 3D узла для поворота отверстия ось Y системы координат отверстия направляется от точки привязки к выбранному узлу.

Задание направления по 3D узлу:



Задание поворота по 3D узлу:



Поиск базовой грани

При необходимости в выпадающем списке **Поиск базовой грани** можно явно указать относительно какой базовой грани необходимо создать отверстие.

Доступно 3 опции:

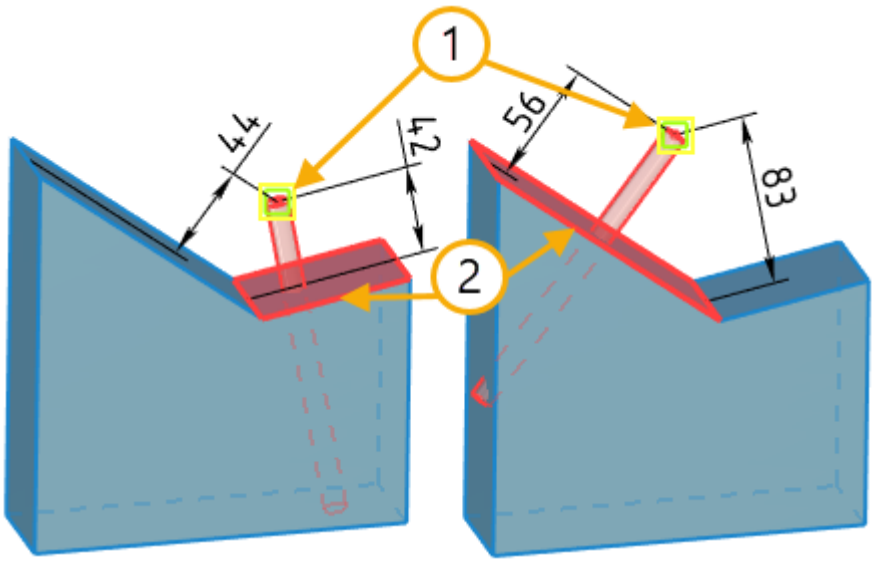
- **По умолчанию**
- **Ближайшая**
- **Первая**

Если выбрана опция **По умолчанию**, то создать отверстие можно только на основе 3D узлов, принадлежащих выбранной грани.

> Опции **Ближайшая** и **Первая** позволяют создать отверстие на основе 3D узлов, не принадлежащих выбранной грани.

Опция **Ближайшая** позволяет выбрать ближайшую базовую грань к выбранному 3D узлу. Для построения отверстия по ближайшей базовой грани необходимо:

1. Запустить команду создания отверстия.
2. В выпадающем списке **Поиск базовой грани** выбрать опцию **Ближайшая.**
3. Указать 3D узел по которому необходимо построить отверстие.

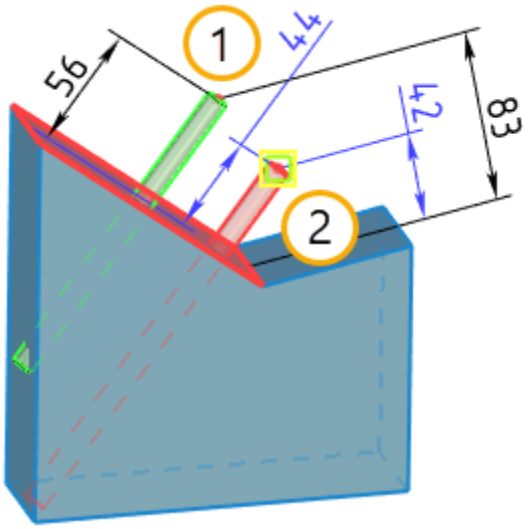


1. 3D узлы

2. Ближайшие базовые грани

Опция **Первая** используется для построения отверстия относительно базовой грани, по которой было построено первое отверстие. Данную опцию можно использовать только в режиме добавления дополнительных отверстий. Для построения отверстия таким способом необходимо:

1. Запустить команду создания отверстия.
2. Выбрать первый узел для создания первого отверстия.
3. Не выходя из команды, выбрать опцию **Первая.**
4. Указать 3D узел по которому необходимо построить следующее отверстие.



*1. Первый 3D узел, по которому строится первое отверстие с помощью опции **Ближайшая***
*2. Второй 3D узел, по которому строится второе отверстие с помощью опции **Первая***

Соосное отверстие

Любое отверстие может быть создано как соосное (т.е. лежащее на той же оси) произвольной цилиндрической или конической грани. Это можно использовать для создания отверстия, соосного другому существующему круглому отверстию.

Положение исходной грани должно допускать создание соосного ей отверстия. Например, при создании отверстия, соосного другому отверстию, исходное отверстие не может быть расположено на той же грани, что и создаваемое. Направление оси создаваемого отверстия будет совпадать с направлением оси исходной грани.

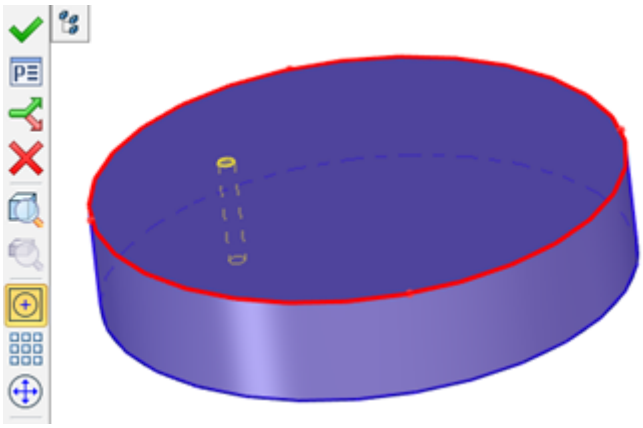
1. Исходное отверстие
2. Соосное отверстие

Создание отверстий с заданным направлением

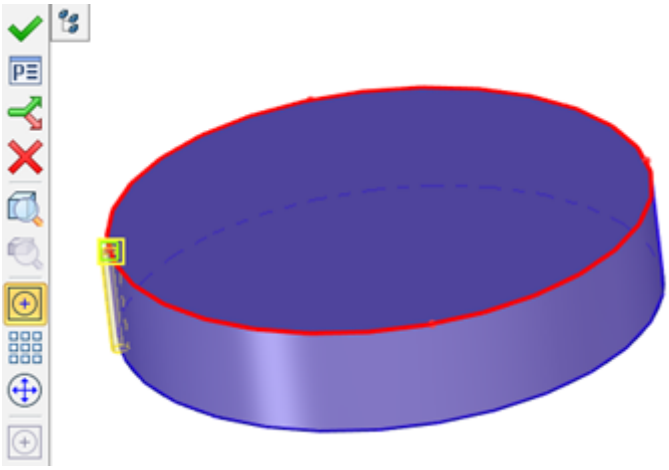
Иногда требуется создать отверстия по узлам, построенным на границе двух и более граней с учётом направления. Так как система не может автоматически определить направление, она подбирает первое подходящее решение. Однако пользователь может самостоятельно задать направление, выполнив следующую последовательность действий.

В данном примере мы построим массив отверстий по узлам, созданных на ребре тела. Узлы были созданы заранее.

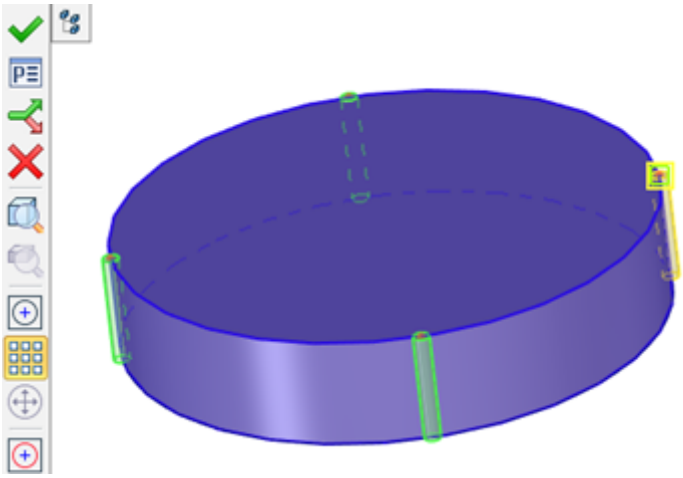
Шаг 1. Выбираем грань отверстия. Грань определяет направление отверстия.



Шаг 2. Привязываем текущее отверстие к узлу массива. Система построит отверстия относительно выбранной грани.



Шаг 3. Выбираем остальную часть массива.

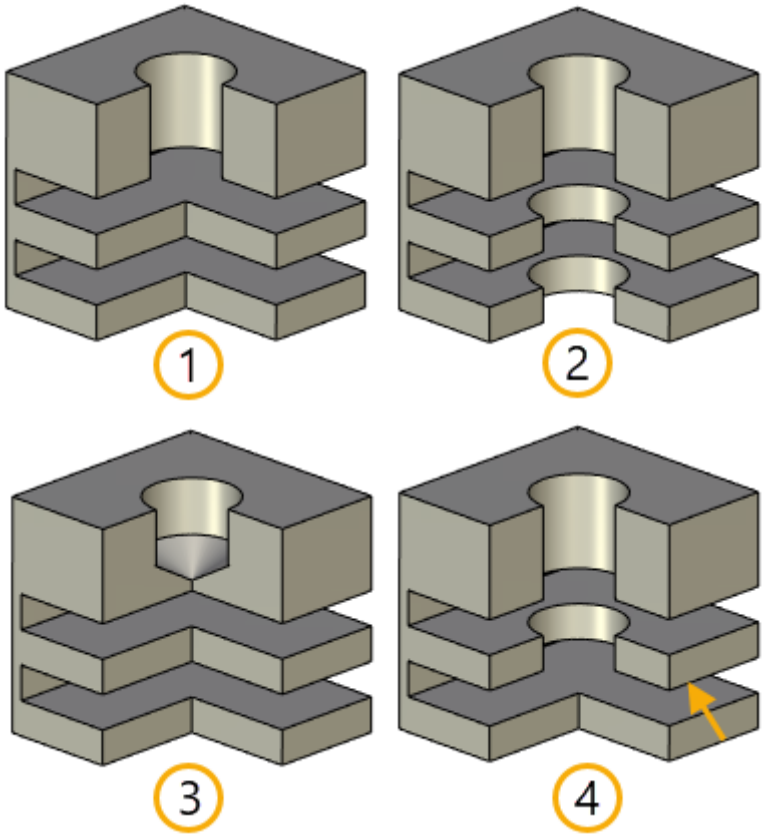


Глубина отверстий

Глубина отверстий набора может задаваться числовым значением или вычисляться автоматически в зависимости от задействованного режима:

- **До следующей грани**. Отверстия создаются до ближайших граней, пересекаемых поверхностями отверстий.

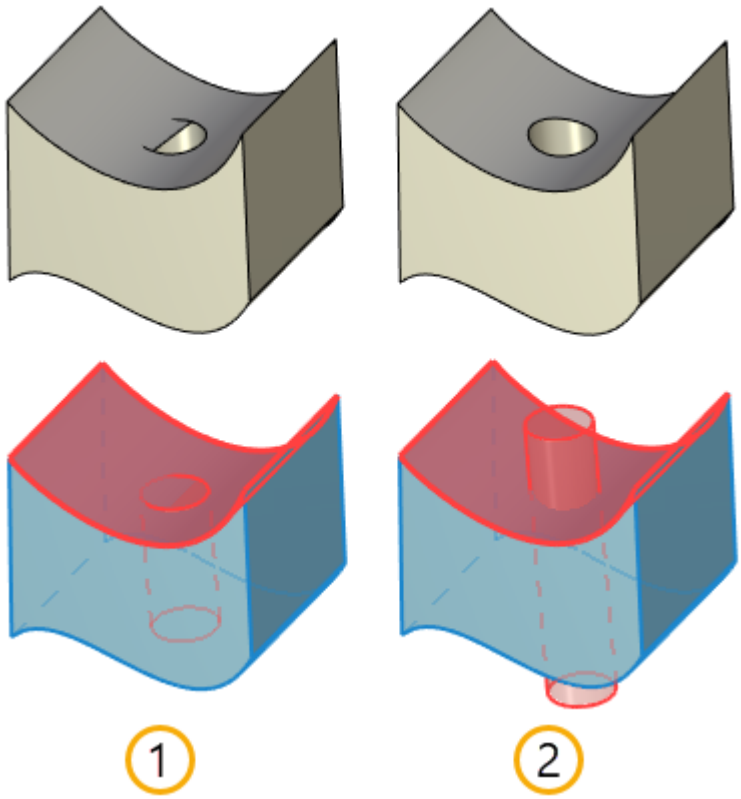
- **Насквозь**. Отверстия создаются через всё выбранное тело (набор тел).
- **На заданную глубину**. Глубина отверстий определяется числовым значением.
- **До заданной грани**. Отверстия создаются до заданной грани (выбранная грань должна пересекаться с поверхностями создаваемых отверстий).



1. До следующей грани
2. Насквозь
3. На заданную глубину
4. До заданной грани

> Для отверстий под концы установочных винтов и центровых отверстий формы A, B, C, E, R, T допускается использовать только режим **На заданную глубину**.

Случаи, когда оси отверстий не перпендикулярны пересекаемым ими граням тела или когда грани тела, пересекаемые отверстиями, неплоские, могут потребовать дополнительных мер для получения корректных входов отверстий. В этой ситуации удобно использовать режим **учёта неплоских граней**: отверстия дополнительно продлеваются с двух сторон на заданную величину припуска, а затем обрезаются гранями тела.



1. Создание отверстия без учёта неплоских граней
2. Создание отверстия с учётом неплоских граней

Задание глубины отверстия

Необходимый режим задания глубины отверстия устанавливается с помощью следующих опций автоменю команды:

	<E>	До следующей грани
	<F>	Насквозь
	<J>	На заданную глубину
	<S>	До заданной грани

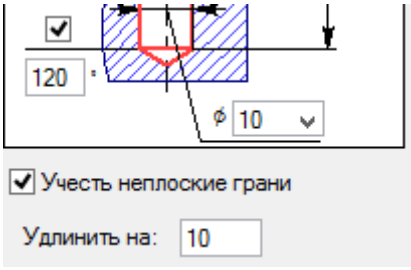
В зависимости от типа отверстий часть опций может быть недоступна.

Выбор первых двух режимов не требует каких-либо дополнительных действий. Глубина отверстий будет определена системой автоматически.

При включении режима в окне параметров операции, на условном обозначении отверстия, появятся дополнительные поля для задания глубины отверстия.

В последнем режиме (опция) необходимо дополнительно указать в 3D сцене грань, до которой необходимо прорезать отверстия. Выбранная грань будет помечена цветом (по умолчанию - **красным**).

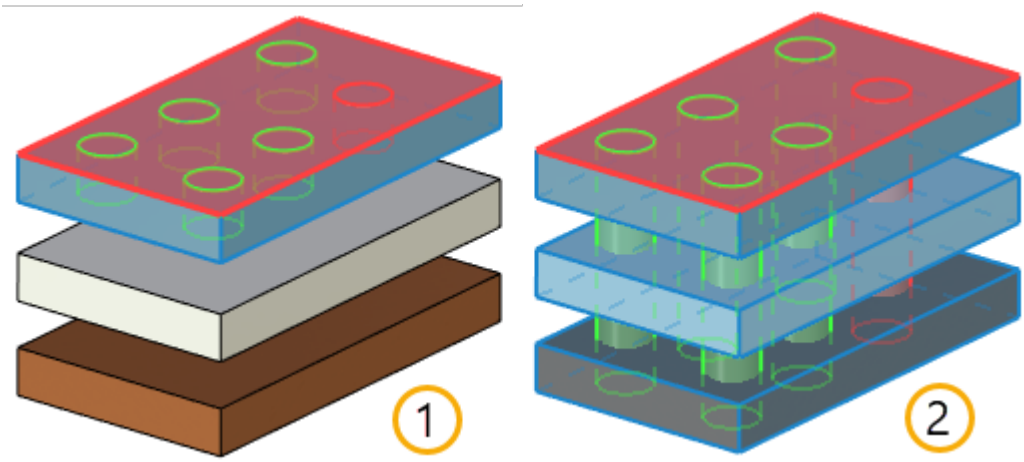
Дополнительный режим учёта неплоских граней включается флажком **Учесть неплоские грани** в нижней части окна параметров операции. После установки флажка в окне параметров появляется дополнительное поле **Удлинить на**, в котором необходимо ввести величину припуска отверстия.



Отверстия через несколько тел

Отверстия могут проходить сразу через несколько твёрдых тел. Результатом создания такого набора отверстий будет одна многотельная операция.

> Если при дальнейшей работе с моделью каждое из этих тел должно использоваться отдельно, то после создания отверстия необходимо будет воспользоваться операцией разделения.



1. Создание набора отверстий через одной тело
2. Создание набора отверстий через несколько тел

Создание отверстий через несколько тел одновременно

Выбрать дополнительные тела можно с помощью опции:

<K> Выбрать дополнительные тела

Тела можно выбирать как в дереве модели, так и прямо в 3D сцене.

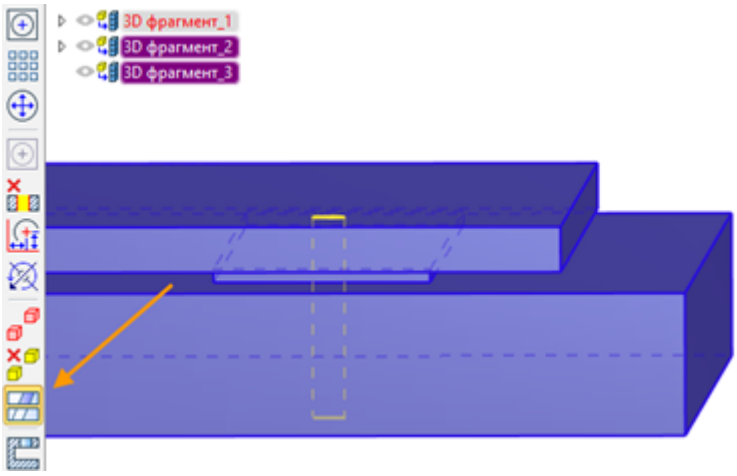
> Не рекомендуется в качестве дополнительного тела выбирать в дереве модели операцию-родителя уже выбранного тела, т.к. в этом случае будет создана копия этой операции.

Отменить выбор тел позволяет опция:

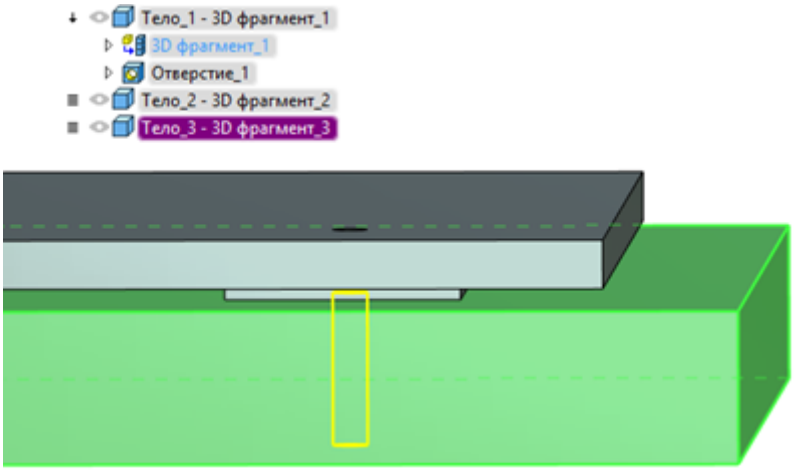
<L> Отменить выбор дополнительных тел

С помощью опции **Создавать соосные тела** можно создавать соосные отверстия в нескольких телах или фрагментах, и при этом они не будут объединены в одно.

<H> Создавать соосные отверстия



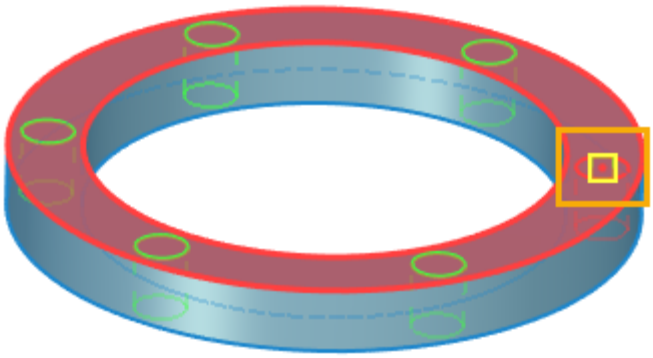
Для каждого тела создаётся независимое отверстие.



Параметризация поддерживается на уровне общих переменных. Т.е. если задать размеры отверстия через переменные, то эти переменные сохранятся для каждого из отверстий.

Изменение позиции и ориентации отверстий

Изменение точки привязки и ориентации выполняется отдельно для каждого отверстия в создаваемом наборе. То отверстие, параметры которого можно редактировать в данный момент, выделяется в 3D сцене цветом. По умолчанию используется **красный** цвет. Остальные отверстия набора – **зелёные**.



Обычно редактируемым является последнее созданное отверстие. Выбрать другое отверстие набора можно с помощью опции:

<D> Выбрать отверстие для редактирования

После активизации данной опции достаточно указать курсором на одно из созданных отверстий и нажать . Указанное отверстие будет выделено.
Удалить выбранное отверстие можно с помощью опции:

<X> Удалить отверстие

Изменение точки привязки отверстия

Полностью перезадать точку привязки отверстия можно с помощью опции:

<R> Изменить положение отверстия

После вызова данной опции необходимо указать новую точку привязки редактируемого отверстия.
Изменить положение отверстия на текущей базовой грани можно в опциях.
Изменить параметры существующего отверстия можно, выбрав его в дереве модели и вызвав из контекстного меню команду - **Переменные**.

В диалоге параметров операции, вызываемом опцией , можно задать общие параметры операции.
Для редактирования созданной операции используется специальная команда.

Режим доработки 3D фрагмента

<Num0> Режим доработки 3D фрагмента

Опция автоматически становится доступной в автоменю команды при выборе элементов на фрагменте в сборке.

Конфигурация библиотек отверстий

Опция автоменю **Конфигурация библиотек** отображает структуру библиотек, используемых в текущей операции. Опция позволяет указать фрагменты, которые попадут в выпадающий список быстрого доступа, а также подключить библиотеки пользователя с дополнительными фрагментами.

После вызова опции появляется окно **Конфигурации**. В нём отображается дерево со следующими папками конфигураций:

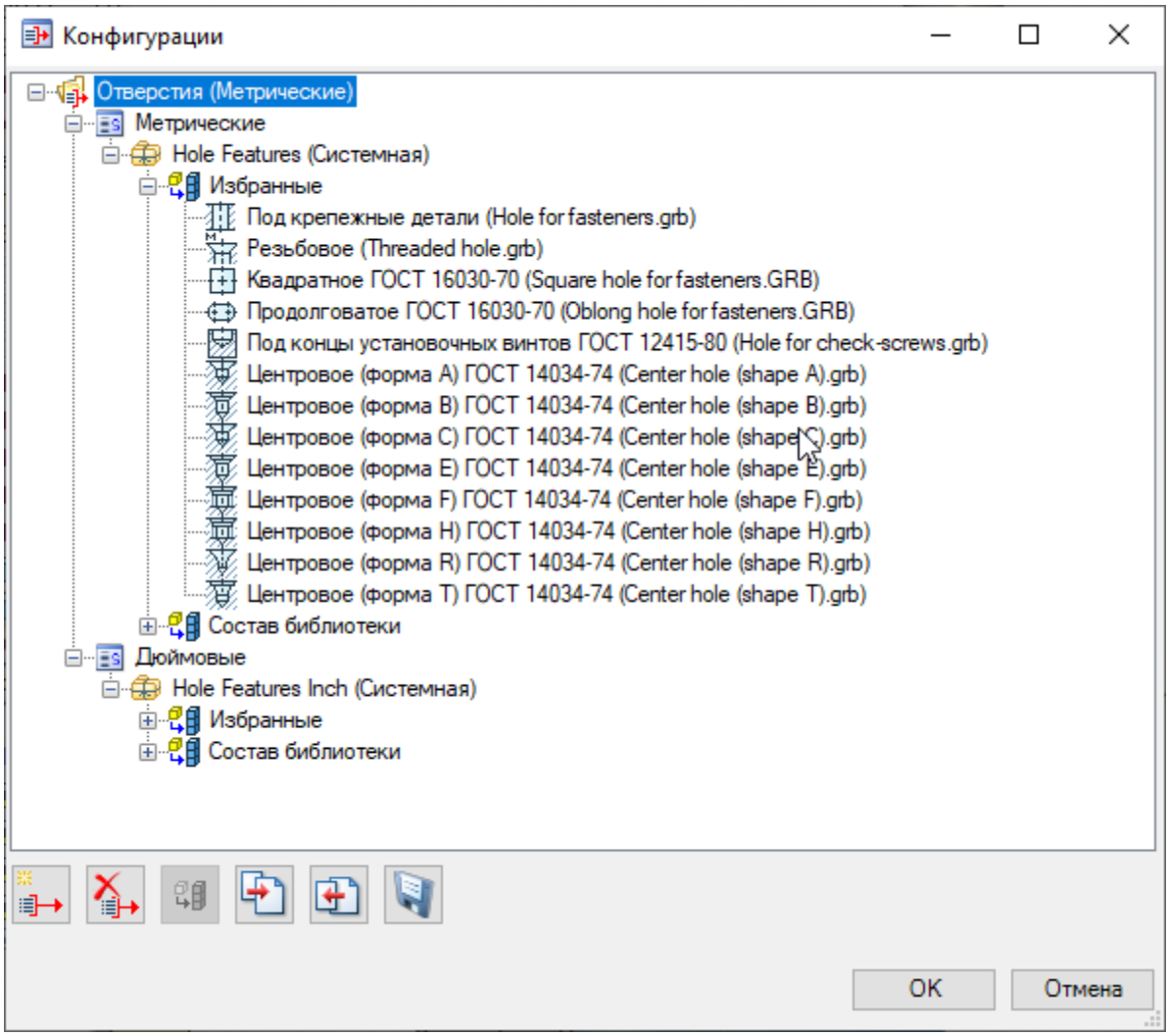
Конфигурация библиотеки. Зависит от команды, в которой было вызвано это окно.

Стандарт. Определяет набор библиотек привязанных к стандарту.

Подключённая библиотека. Содержит файлы с фрагментами для добавления в выпадающий список быстрого доступа.

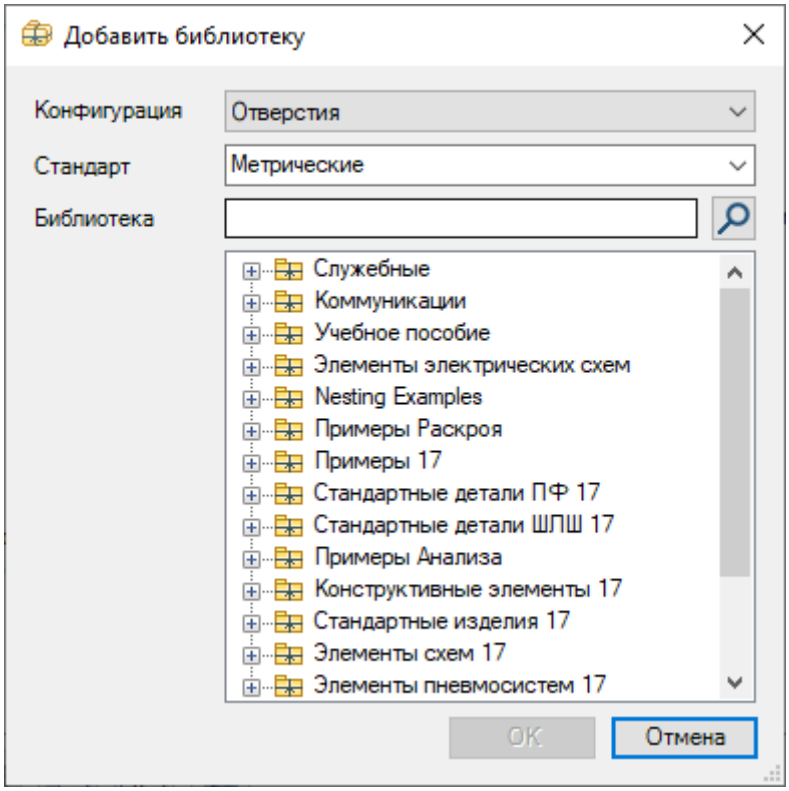
В папке каждой библиотеки есть группы **Избранные** и **Состав библиотеки**.

В группе **Состав библиотеки** отображаются все файлы фрагментов, находящиеся в выбранной библиотеке. В группе **Избранные** отображаются фрагменты, которые включены в список быстрого доступа.



Добавить библиотеку. После активации появляется окно **Добавить библиотеку**.

Нужно выбрать конфигурацию, стандарт и подключаемую библиотеку. По умолчанию в системе создано два стандарта: метрический и дюймовый. Для добавления нового стандарта необходимо ввести его имя в поле **Стандарт**. Выпадающий список в поле **Библиотека** содержит все библиотеки, которые подключены в окне **Меню документов**.



Удалить элемент. Удаляет выбранную конфигурацию, стандарт или библиотеку.

Добавить/удалить фрагмент как элемент по умолчанию. Позволяет выбрать фрагменты, которые будут добавлены в список для быстрого доступа и в группу Избранное.

Экспортировать конфигурацию библиотек позволяет экспортировать конфигурации во внешний файл формата *.xml.

Импортировать конфигурацию библиотек позволяет загрузить конфигурации из внешнего файла формата *.xml.

Сохранить изменения. Позволяет сохранить внесённые в конфигурациях изменения.

Создание пользовательских типов отверстий

Операция создания отверстия объединяет в себе два действия - вставку 3D фрагмента и вычитание его из тела 3D модели. В операции **Отверстие** эти действия выполняются системой автоматически (достаточно выбрать тип отверстия и указать точку привязки). В данном разделе описана методика создания 3D модели, которая может быть использована в качестве 3D фрагмента-отверстия.

Файл-фрагмент отверстия представляет собой параметрическую 3D модель, геометрические параметры которой связаны со специальными зарезервированными переменными, которые обрабатываются программой. Действия пользователя при создании библиотечного элемента рассмотрим на примере создания файла Отверстие центровое с метрической резьбой.

1. Если отверстие имеет различные варианты исполнения, то удобно использовать внутреннюю базу данных, в которую заносятся соответствующие типоразмеры. В примере создана внутренняя база данных b, в которой заполнены поля параметров будущего отверстия.

b											
№	N	V	D	Dh	H	A	W	R	h	Rf	Di
1	#10-24	24	0.19	0.77	0.082	9	0.21	0.031	0.125	0.031	0.1404
2	1/4-20	20	0.25	0.989	0.098	9	0.28	0.031	0.219	0.031	0.1905
3	5/16-18	18	0.3125	1.208	0.114	9	0.342	0.031	0.25	0.031	0.2464
4	3/8-16	16	0.375	1.332	0.145	11	0.405	0.047	0.25	0.031	0.3005
5	7/16-14	14	0.4375	1.458	0.176	13	0.468	0.047	0.281	0.031	0.3525
6	1/2-13	13	0.5	1.582	0.176	12	0.53	0.047	0.281	0.031	0.4084

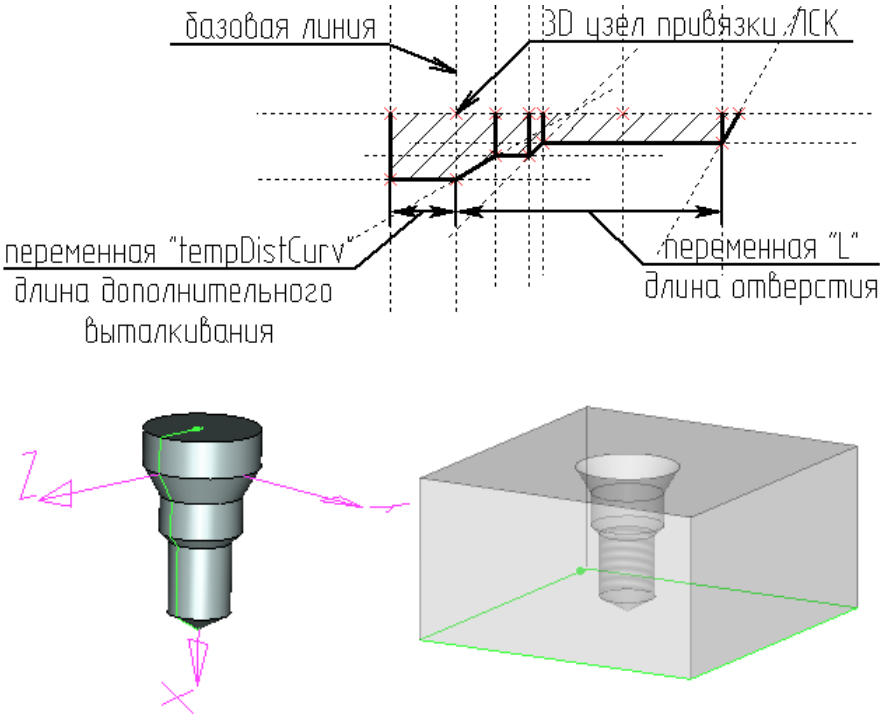
2. **Обязательным** условием является создание специальных переменных, с которыми будут связаны параметры создаваемого элемента в команде **Отверстие**. Эти переменные должны быть внешними. Необходимо в новом файле создать следующие переменные с указанными значениями:

- **IsThrough** - переменная, отвечающая за тип отверстия (0 – глухое, 1 – сквозное)

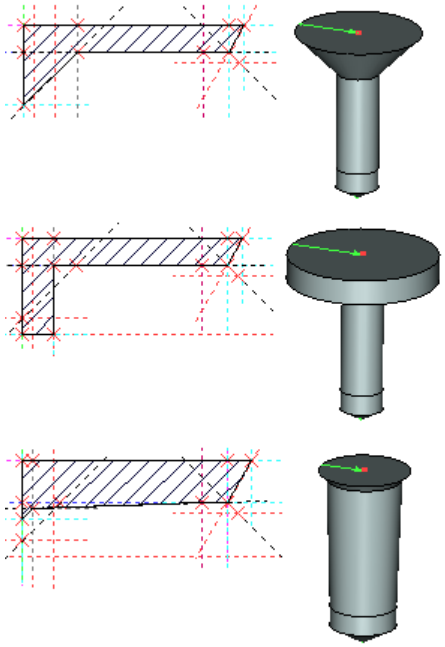
3D модель фрагмента любого отверстия должна быть построена таким образом, чтобы вид отверстия (глухое, сквозное) менялся в зависимости от значения данной переменной. Значение переменной будет определяться состоянием опций операции **Отверстие** при вставке отверстия. Данная внешняя переменная обязательно должна присутствовать во фрагменте отверстия.

- **length** – переменная, отвечающая за глубину отверстия.

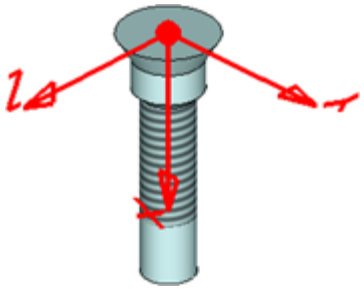
При нанесении фрагмента значение данной переменной будет определено системой (для сквозного отверстия) или пользователем в диалоге внешних переменных фрагмента (для глухого отверстия).
Данную переменную можно не создавать (или не делать её внешней), если создаваемое отверстие может быть только глухим, и глубина его не может быть задана произвольно, а определяется стандартом. В таком случае глубина однозначно определяется другим параметром отверстия (например, диаметром, как у отверстий под концы установочных винтов). При нанесении отверстия, не имеющего внешней переменной **length**, в автоменю операции **Отверстие** будут недоступны опции выбора типа отверстия.
Остальные необходимые переменные пользователь может создавать и именовать по своему усмотрению.
Например, в рассматриваемом фрагменте отверстия создана дополнительная внешняя переменная **IsThrough**. В зависимости от её значения глубина отверстия может быть увеличена на величину, задаваемую ещё одной внешней переменной **tempDistCurv**. Это необходимо в случае, если отверстие наносится на криволинейную грань (выпуклую или вогнутую) или направлено под углом к плоской грани. Когда значение переменной **IsThrough** равно 0 – удлинение не требуется, 1 – удлинение необходимо. Глухое отверстие будет удлиняться на эту величину с одной стороны, сквозное – с двух сторон.
3. **Создание 3D профиля отверстия**
3D профиль отверстия создается на основе 2D построений на рабочей плоскости. Т.к. отверстие может быть создано на криволинейной грани модели (выпуклой или вогнутой) или направлено под углом к плоской грани, то необходимо предусмотреть выступающую часть отверстия. При помощи переменной **tempDistCurv** задается длина этой части с обоих концов отверстия. Если отверстия имеет глухое (переменная **IsThrough=0**), то глубина отверстия **L=length**. Если отверстие сквозное, то **L=length+tempDistCurv**.
Если отверстие вставляется на криволинейную грань и требуется дополнительное выталкивание, то длина этой части задается значением переменной **tempDistCurv**.



4. После создания 3D профиля, создаем операцию вращения. Если отверстие является не телом вращения, то можно использовать операцию Выталкивание. Пример – квадратное отверстие в стандартной библиотеке. Желательно в файле-фрагменте отверстия создавать только одну операцию. В том случае, если отверстие имеет несколько исполнений, то его форма должна изменяться при помощи ассоциативных привязок линий построения.



5. При создании отверстия фрагмент вставляется при помощи локальной системы координат. Необходимо создать в модели отверстия систему координат, которая будет использоваться в качестве исходной по умолчанию. Точка начала системы координат должна принадлежать оси отверстия, а ось X должна быть направлена внутрь отверстия вдоль его оси. В параметрах системы координат должен быть установлен флаг **Для привязки фрагмента**.



6. Если отверстие резьбовое, то на цилиндрическую грань следует нанести косметическую резьбу (команда Резьба). Диаметр этой цилиндрической грани должен соответствовать внутреннему диаметру резьбы. Параметры резьбы (тип, диаметр, шаг, направление) можно связать с переменными. Для того, чтобы резьба отверстия правильно распознавалась на проекции, в параметрах операции **Резьба** нужно поставить **Сторона: внутренняя**.
7. Для управления параметрами отверстия пользователь может создать диалог при помощи элементов управления.

Добавление отверстия в библиотеку

Для того, чтобы созданный Вами фрагмент добавился в общий список команды **Отверстие**, его нужно сохранить в папке **\T-FLEX CAD\Библиотеки\Служебные\Hole Features** (для метрического прототипа) или **\T-FLEX CAD\Библиотеки\Служебные\Hole Features Inch** (для дюймового прототипа).
Вы также можете создать файл иконки (*.ico) для Вашего файла отверстия с размерами изображения 16x16 (для мелких иконок) и 32x32 (для крупных иконок). Файл иконки должен называться так же как и файл фрагмента (*.grb) и лежать в той же папке.

Редактировать отверстие

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<ЗЕН>	Правка > Операции > Отверстие

Команда предназначена для редактирования Отверстия.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, <Ctrl>+<E>	Выполнить команду редактирования элемента

	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

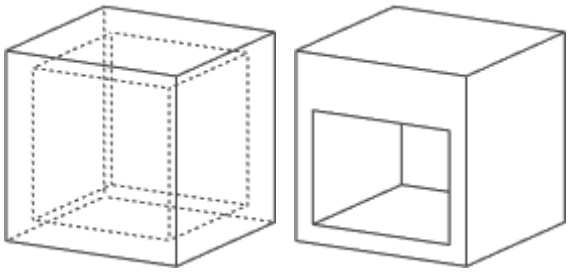
Если выбран один элемент, его можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо опцией <P>, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию). Перезадание элемента совпадает с командой **Отверстие**.
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация <Shift> + (комбинация <Ctrl> + отменяет выбор)

Оболочка

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Расширенные > Оболочка Примитив > Расширенные > Оболочка
Клавиатура	Текстовое меню
<3SH>	Операции > Оболочка

Операция **Оболочка** позволяет создавать оболочки на основе твёрдых тел. Оболочка представляет собой полое, тонкостенное твёрдое тело со стенками указанной толщины. При построении оболочек часть граней исходного твёрдого тела можно удалять.



Принцип построения операции **Оболочка** заключается в следующем: для каждой грани исходного твёрдого тела на заданном расстоянии строится эквидистантная поверхность. Расстояние может быть задано вдоль нормали (наружу), против нормали (внутрь) или в обе стороны. Значение и направление смещения задаётся для всех граней сразу, при этом для каждой грани можно задать свои, особые, параметры смещения. Объём между исходными поверхностями твёрдого тела и эквидистантными – будет образовывать оболочку.

Создание оболочки

Для создания оболочки необходимо выполнить следующий набор действий:

- Выбрать удаляемую грань или твёрдое тело целиком;
- Указать направление смещения и величину смещения;

- Выбрать грани, для которой толщина и направление стенки задаётся по особым условиям (*необязательное действие*);
- Задать дополнительные параметры (*необязательное действие*);
- Завершить создание операции.

Выбор удаляемой грани или тела

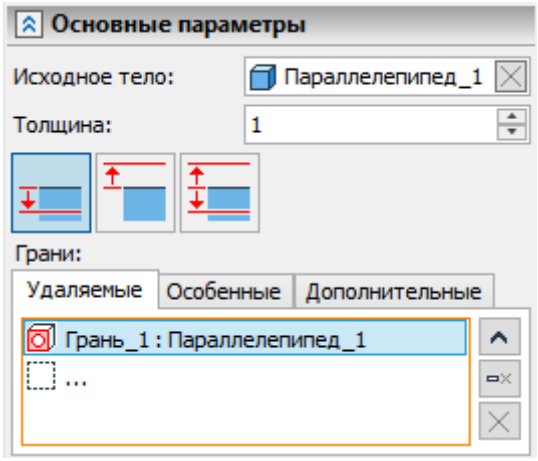
Для создания оболочки твёрдого тела с удалением одной или нескольких граней используется опция:

<R> Выбрать удаляемую грань

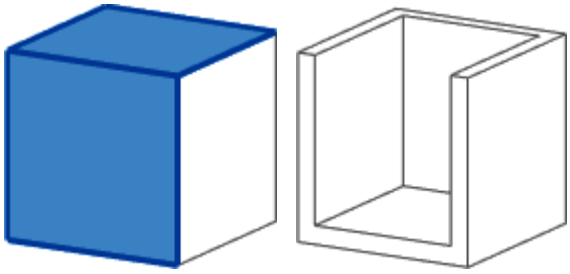
Именно эта опция установлена по умолчанию после вызова команды. С её помощью можно выбрать грань или набор граней, которые при создании оболочки будут удалены. Одновременно с выбором первой удаляемой грани происходит и выбор тела, которому принадлежит эта грань. Тело в этом случае подсвечивается, а выбранная грань выделяется цветом.
Выбранные для удаления грани заносятся в список в специальном поле окна параметров на закладке **Удаляемые**.

> Перевод курсора в окно параметров в поле с этим списком активизирует опцию выбора удаляемых граней.

В поле **Толщина** окна параметров можно задать толщину для остальных стенок создаваемой оболочки. По умолчанию установлено значение 1. Это значит, что всем оставшимся граням тела, будет придана толщина 1мм (единицы измерения зависят от настроек документа).



Наращивание стенок оболочки может производиться наружу, внутрь или симметрично относительно исходного тела. Выбор направления осуществляется нажатием кнопки с соответствующей иконкой в окне параметров.

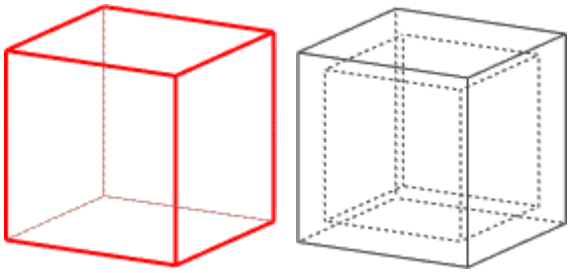


Толщина стенок может иметь как положительное, так и отрицательное значение. При задании отрицательных значений построение оболочки будет производиться в противоположную сторону относительно заданной.
Задать толщину и направление можно также при помощи манипулятора в 3D сцене.

Если необходимо создать оболочку, не удаляя ни одной грани, то сразу после вызова команды создания оболочки следует воспользоваться опцией автоменю:

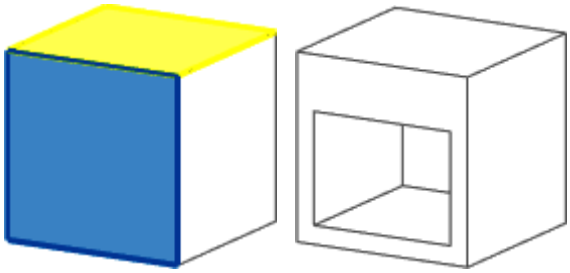
<O> Выбрать тело

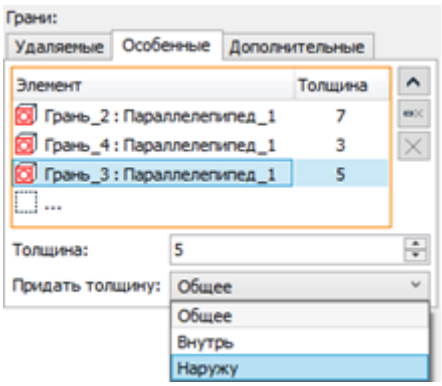
С помощью этой опции необходимо выбрать твёрдое тело, из которого будет создаваться полое тело с заданной толщиной стенок.



Выбор граней, для которых толщина стенки задаётся отдельно

Если необходимо для одной или нескольких граней задать отдельную толщину стенок – нужно активировать закладку **Особенные**. Тогда выбираемые грани будут попадать в список особенных. Направление смещения и толщину особенных граней можно задать при помощи манипуляторов в 3D сцене, или в окне параметров. параметры можно задать сразу для нескольких особенных граней при множественном выборе.





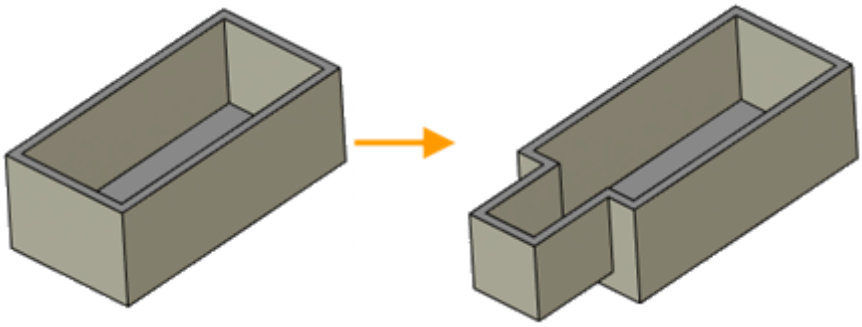
Перейти к выбору особенных граней можно при помощи опции автоменю:

<T> Выбрать грань, для которой толщина стенки задаётся отдельно

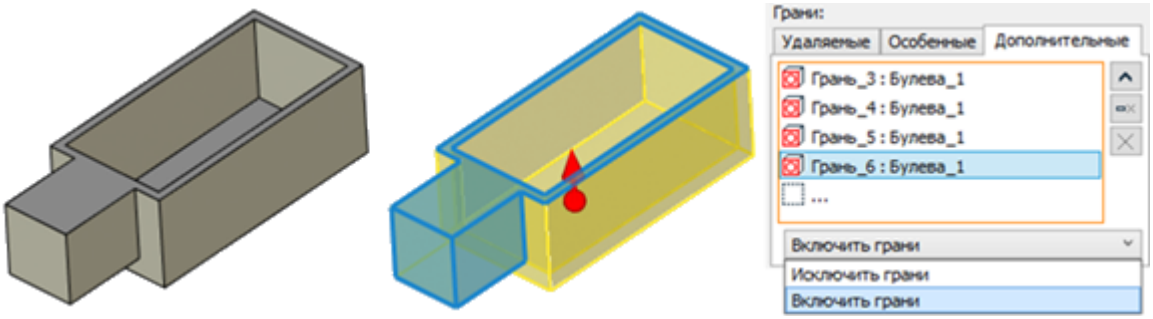
Выбранные в таком режиме грани попадут на закладку **Особенные**.

Включение и исключение дополнительных граней

Созданную оболочку можно изменить путём добавления в неё новых элементов.

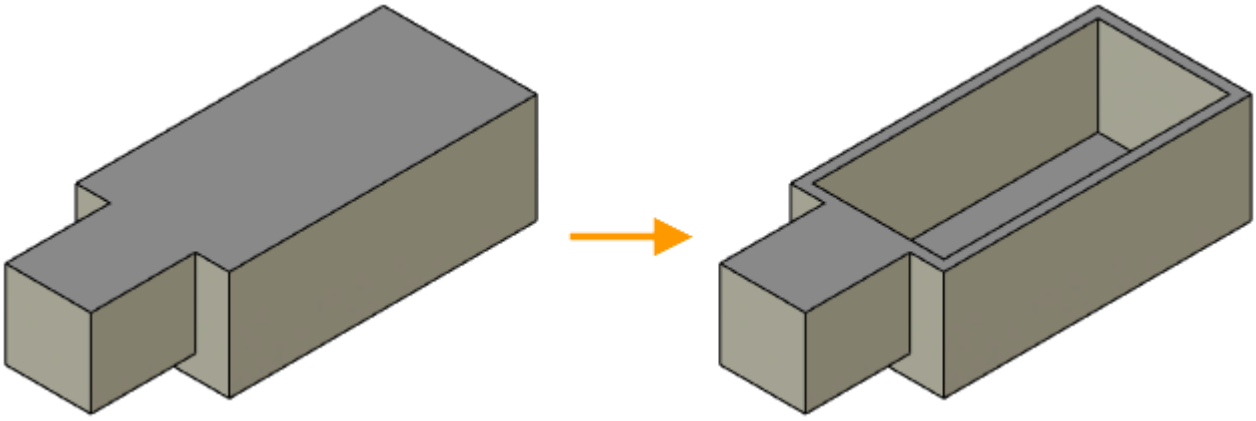


Для этого на внешнюю сторону оболочки при помощи булевой операции нужно добавить новый элемент. Далее добавленный элемент необходимо преобразовать в оболочку.

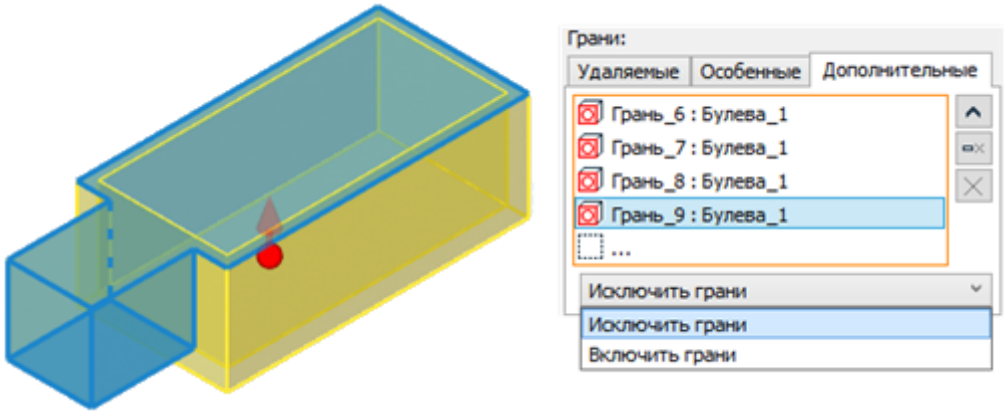


Для этого нужно вызвать команду **Оболочка** выбрать удаляемую грань: верхняя грань элемента. Далее необходимо указать грани, которые будут добавлены в оболочку. Для этого нужно активировать закладку **Дополнительные**, и выбрать в 3D сцене добавляемые грани: три боковых грани элемента и нижнюю грань. В раскрывающемся списке указать, что дополнительные грани являются добавляемыми: **Включить грани**. Также в окне параметров, в поле параметра **Толщина** можно указать смещение на добавляемых гранях.

Если часть исходного твёрдого тела нужно преобразовать в оболочку, а часть нет, то необходимо исключать грани, относительно которых не будет смещения, и внутри которых останется твёрдое тело без создания полости.



Для указания таких граней необходимо их выбрать на закладке **Дополнительные** и указать **Исключить грани**. В рассматриваемом примере это вновь три боковые грани и нижняя грань элемента, но в данном случае мы наоборот указываем что элемент не должен быть включён в оболочку.



Для всех списков выбранных геометрических объектов доступно редактирование: геометрические объекты можно удалять выборочно, или весь список объектов сразу. Пиктограмма позволяет свернуть список, оптимизировав таким образом размер окна.
Завершить команду с созданием тела согласно указанным параметрам можно следующим образом:

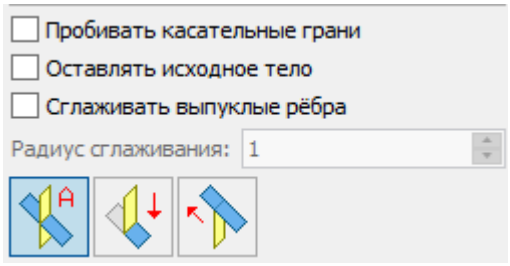
<Ctrl+Enter> Закончить ввод

Выход из команды без создания тела:

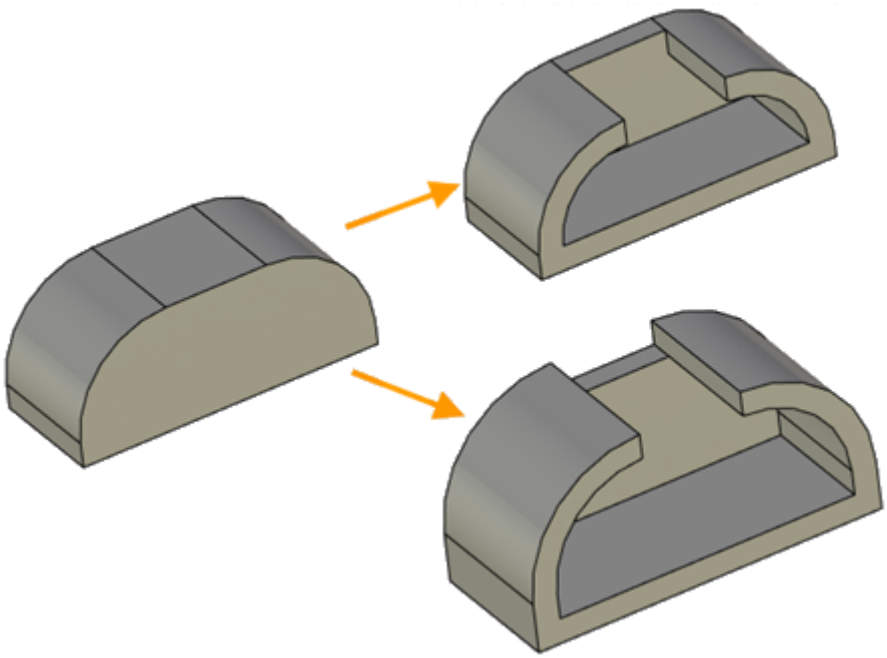
<X> Выйти их команды

Дополнительные параметры операции

Дополнительные параметры операции можно настроить в окне параметров при помощи соответствующих переключателей.

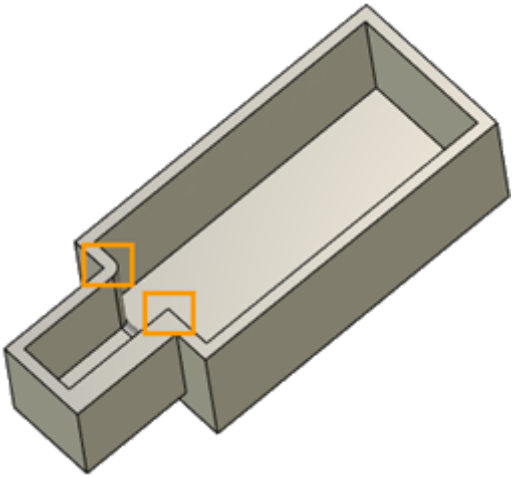


Пробивать касательные поверхности. Установка данного параметра позволяет создать оболочку в тех случаях, когда удаляемая грань является касательной к соседним неплоским граням, например созданным скруглением (радиусная фаска).

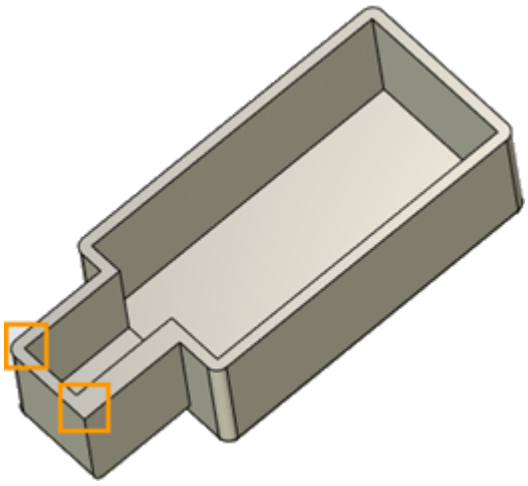


Оставлять исходное тело. Данная опция позволяет вместе с результатом оставить в сцене исходное тело. Это может быть полезным, когда нужно иметь одновременно две модели детали.

Сглаживать выпуклые рёбра. Опция позволяет сглаживать выпуклые рёбра, образованные смещением смежных граней, у которых равная величина смещения (величина смещения определяет толщину результирующей стенки оболочки). Опция имеет ограничение: сглаживание будет выполнено только радиусом равным толщине стенки, в противном случае сглаживание выполнено не будет.



Сглаживание выпуклых рёбер при смещении граней внутрь



Сглаживание выпуклых рёбер при смещении граней наружу

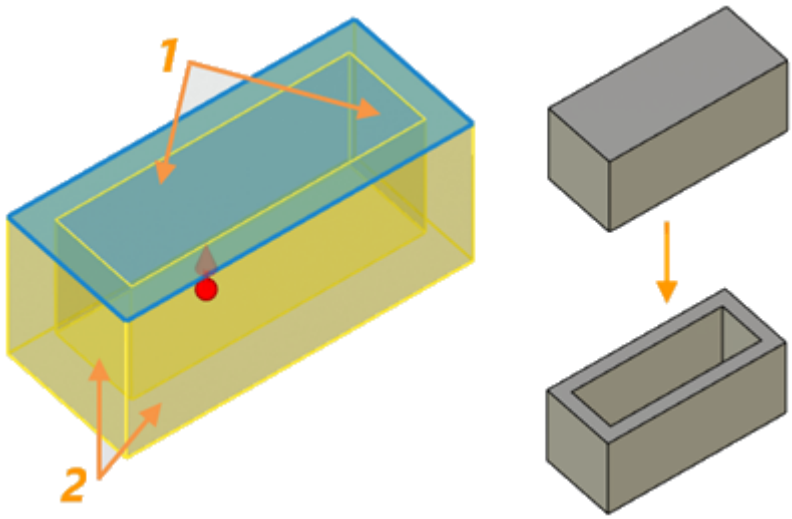
Обработка граней, пересекающихся при расширении. Если при расширении грани пересекаются, то есть три способа обработки данного случая. Выбор варианта обработки пересечения расширяемых граней осуществляется пользователем переключением соответствующих пиктограмм.

Авто

Расширение перемещаемых

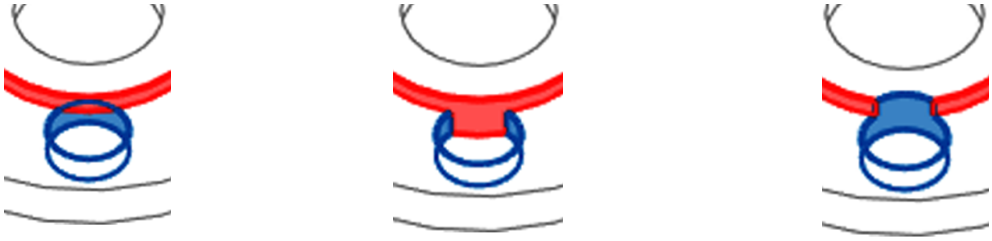
Расширение фиксированных

Под расширяемой гранью следует понимать грань, которая смещается от исходной, называемой фиксированной.



1 – расширяемые грани; 2 – фиксированные грани.

Авто. Система предложит вариант обработки без перекрытия граней если это возможно. Если это невозможно, то любой другой возможный вариант.
Расширение перемещаемых. Перемещаемые грани будут перекрывать фиксированные по всей длине граней.
Расширение фиксированных. Фиксированные грани будут перекрывать перемещаемые по всей длине граней.



Авто – перемещаемые и фиксированные грани не перекрываются

Расширение перемещаемых – перемещаемые грани перекрывают фиксированные

Расширение фиксированных – фиксированные грани перекрывают перемещаемые

Также в команде доступна опция **Упростить геометрию**.

Динамический просмотр

В процессе задания/редактирования параметров оболочки в 3D окне динамически отображается будущий результат текущей операции. Для ускорения работы динамический просмотр можно отключить, сняв флажок **Динамический просмотр** в секции «Опции» окна параметров команды.

Использование манипуляторов

Для задания основных численных параметров оболочки в наглядном динамическом режиме удобно использовать специальные вспомогательные графические объекты – манипуляторы. Манипуляторы появляются автоматически после выбора объектов.

В данной операции используется 2 типа манипуляторов:

- Манипулятор задания общей толщины оболочки (появляется при выборе тела или удаляемой грани на самой большой - не выбранной - грани модели);
- Манипуляторы задания толщины особенных граней.

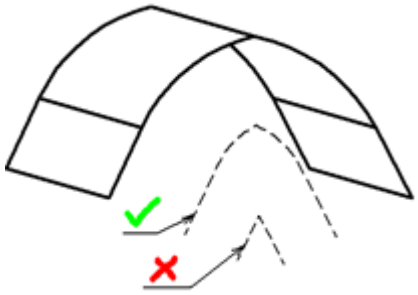
Манипуляторы могут задавать смещение граней как во внутрь, так и наружу, синхронизированы с параметрами направления смещения граней.

> Работа с манипуляторами при одновременном использовании большого количества объектов на компьютере небольшой производительности может вызывать ощутимые замедления системы. Для ускорения работы в этом случае манипуляторы можно выключить. Флажок Использовать манипуляторы находится в окне параметров в секции «Опции».

Возможные причины ошибок

При создании операции **Оболочка** могут возникать ситуации, когда система не сможет рассчитать конечный результат. Причиной неудачи могут стать некоторые особенности геометрии исходных тел. Рассмотрим наиболее типичные ситуации:

1. **Вырождение граней**. При построении эквидистант часть граней может исчезать. Иногда система может обрабатывать такие случаи, но если таких граней в результате встречается много или исчезает несколько смежных друг с другом граней, система выдаёт ошибку.



2. **Эквидистантные грани не пересекаются**. После построения эквидистантных граней система находит линии пересечения соседних граней для получения конечного тела. Иногда могут возникать ситуации, когда две соседние эквидистантные грани не пересекаются.

В диалоге параметров операции, вызываемом опцией , можно задать общие параметры операции.

Основные темы в этом разделе:

- Редактировать оболочку

Редактировать оболочку

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<3ESH>	Правка > Операции > Оболочка

Команда предназначена для редактирования Оболочки.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

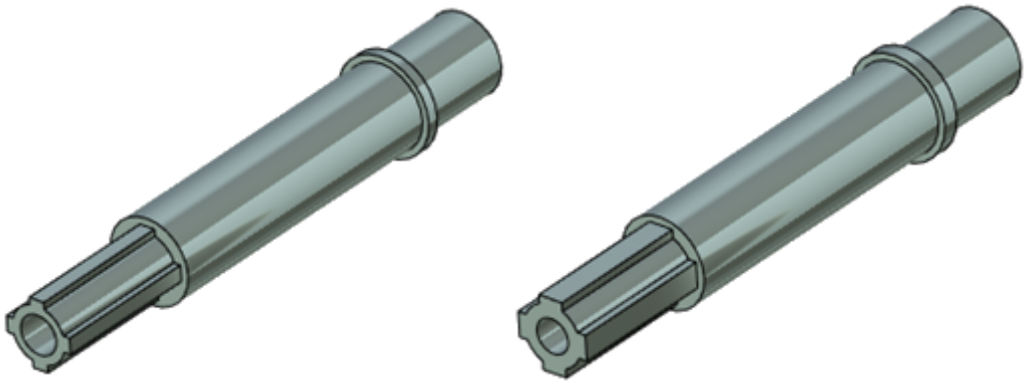
Если выбран один элемент, его можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо опцией **<P>**, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию). Перезадание элемента совпадает с командой Оболочка.
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** + (комбинация **<Ctrl>** + отменяет выбор).

Тело смещения

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Расширенные > Тело смещения Примитив > Расширенные > Тело смещения
Клавиатура	Текстовое меню
<3СО>	Операции > Тело смещения

Тело смещения – позволяет создать эквидистантное не полое тело, грани которого будут смещены по нормали на указанную величину относительно граней исходного твёрдого тела. Данная команда может быть полезна для создания заготовок с припуском на обработку, или модели покрытия детали некоторым веществом с заданной толщиной слоя.
Смещение может быть выполнено внутрь или наружу от исходных граней тела. Можно задать направление и величину смещения для всех граней вместе или выбрать особенные грани с иными параметрами смещения.



Деталь и заготовка под механообработку

Правила задания операции

Необходимо выбрать исходное твёрдое тело. Режим выбора тела автоматически активен при вызове команды.

<О> Выбрать тело

Выбранное тело будет указано в диалоге в соответствующем поле. Поле редактируемое: при помощи пиктограммы выбор тела можно отменить и осуществить выбор другого тела повторно. Выбор нескольких тел недопустим.
Также в диалоге нужно выбрать направление смещения при помощи соответствующих пиктограмм.

Внутрь

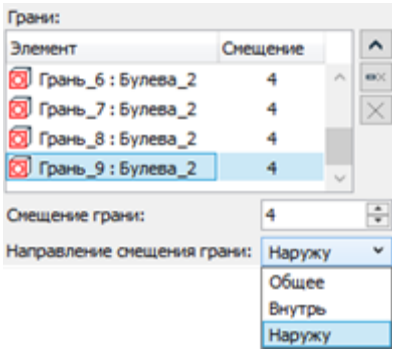
Наружу

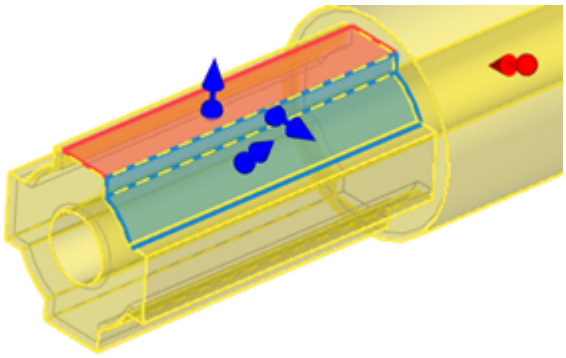
Внутрь – смещение от граней поверхности тела по нормали внутрь тела.

Наружу – смещение от граней поверхности тела по нормали в сторону от тела.
В поле **Смещение** – нужно указать величину смещения. Величина смещения будет задана для всех граней тела, если не выбраны особенные грани.
Для выбора особенных граней нужно активировать опцию автоменю:

<T> Выбрать грань, для которой толщина стенки задаётся отдельно

Данная опция автоменю автоматически становится активной после выбора тела. Выбранные в данном режиме грани автоматически попадают в редактируемый список.
Для каждого элемента списка можно установить направление и значение смещения. В случае выбора варианта **Общее** (выбран по умолчанию) – направление смещения будет таким же, как и у всех граней, не попавших в список. Каждую грань можно удалить из списка при помощи пиктограммы или очистить весь список граней при помощи пиктограммы .
Управлять направлением и значением смещения можно при помощи манипуляторов в 3D сцене. При выборе особенной грани для неё появляется свой отдельный манипулятор.





Можно задать одинаковые параметры смещения для нескольких граней выделив их в списке с зажатой клавишей **<Shift>**. В случае использования манипуляторов в 3D сцене, манипуляторы выделенных в списке граней будут связно перемещаться согласно перемещению любого из манипуляторов.
Завершить команду с созданием тела согласно указанным параметрам можно следующим образом:

<Ctrl+Enter> Закончить ввод

Выход из команды без создания тела:

<X> Выйти из команды

Дополнительные параметры операции

Оставлять исходное тело. Данная опция позволяет вместе с результатом оставить в сцене исходное тело. Это может быть полезным, когда нужно иметь одновременно две модели детали.
В команде доступна возможность Упрощения геометрии.

Опции

Динамический просмотр. Опция является стандартной для всех команд трёхмерного моделирования. Опция включает упрощённое изображение создаваемого тела, динамически изменяющегося при изменении исходных параметров. Включена по умолчанию.
Использовать манипуляторы. Опция является стандартной для всех команд трёхмерного моделирования и включена по умолчанию. Опция включает вспомогательные графические объекты

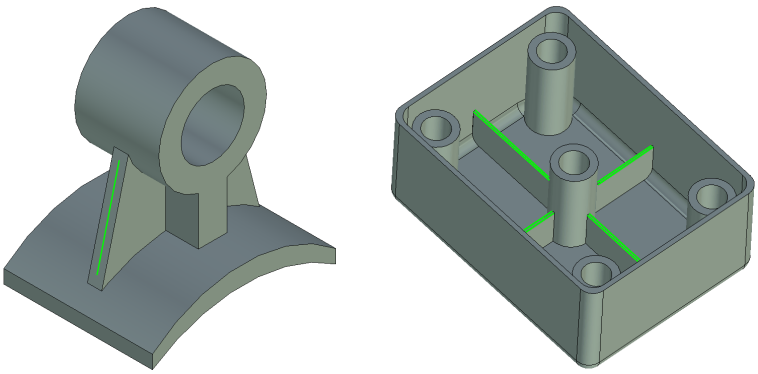
– манипуляторы. В данной операции есть два типа манипуляторов: манипулятор задания общего смещения и манипуляторы особенных граней.

Ребро

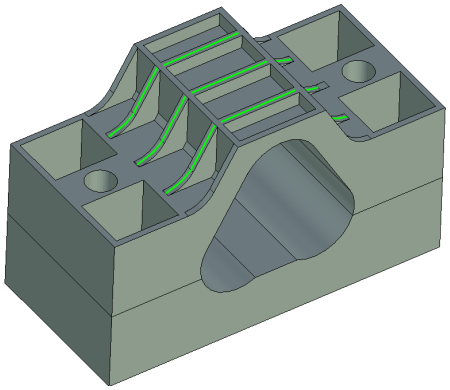
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Расширенные > Ребро
Клавиатура	Текстовое меню
<3ST>	Операции > Ребро

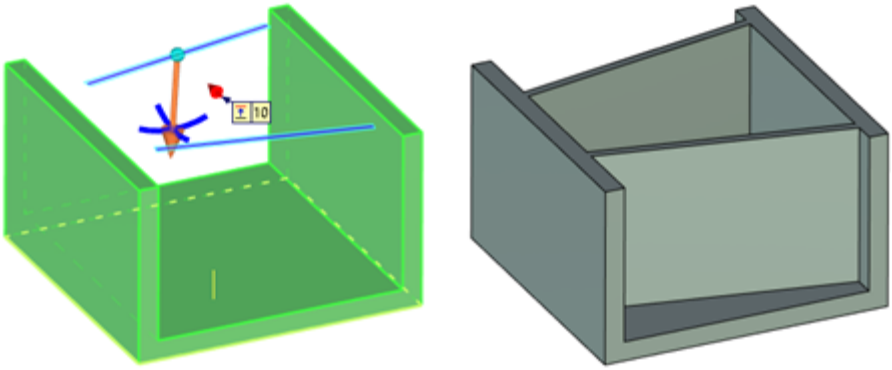
Ребро жёсткости представляет собой элемент, полученный методом расширения контура до пересечения с гранями исходного тела в заданном направлении.
Ребро можно создавать на основе как замкнутых, так и разомкнутых контуров. Результатом выполнения операции является твёрдое тело, полученное с использованием булевой операции объединения созданного ребра жёсткости с исходным телом.



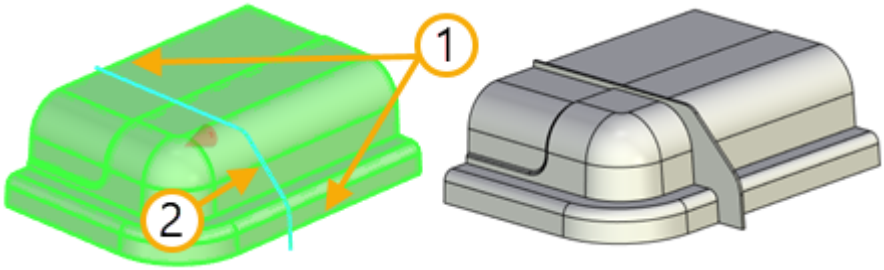
Пользователь задаёт направление расширения исходного контура и его толщину. Путем выбора нескольких контуров можно создавать сетку рёбер жёсткости. Толщина для нескольких объектов в этом случае задается сразу же для всей сетки.



Контур может состоять из нескольких частей. В этом случае для всех частей контура задаётся одно общее направление на твёрдое тело.

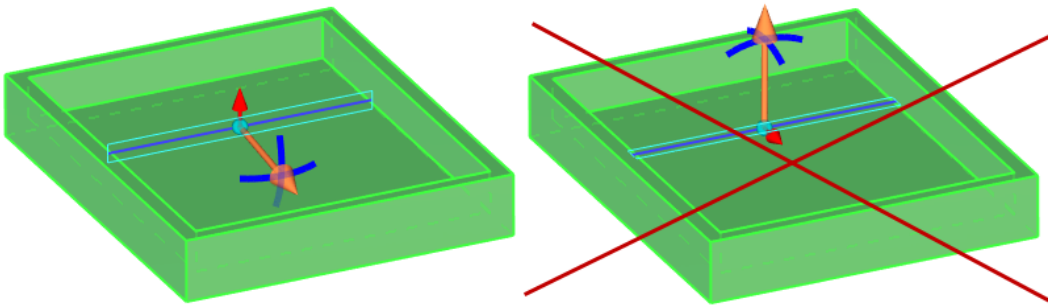


Контур создаваемого ребра жёсткости не обязательно ограничивать стенками твёрдого тела. Достаточно, чтобы система могла автоматически определить границы создаваемого ребра. На картинке ребро жёсткости ограничено плоскостями, в которых лежат грани твёрдого тела.



1. Грани твёрдого тела
2. Контур создаваемого ребра

Необходимо помнить, что если границы не могут быть автоматически определены, то построение ребра будет невозможно.



Создание ребра жёсткости

Перед построением ребра жёсткости детали требуется создать контур, определяющий форму этого ребра.

Для создания операции необходимо выполнить следующую последовательность действий:

1. Выбрать исходное тело
2. Выбрать образующий контур
3. Выбрать направление контура
4. Задать толщину ребра жёсткости
5. Задать дополнительные возможности операции (необязательное действие)
6. Подтвердить создание операции

Основные темы в этом разделе:

- Создать Ребро
- Направление расширения контура Ребра
- Дополнительные возможности Ребра

- Редактировать Ребро

Создать Ребро

Выбор исходного тела

Для создания ребра жёсткости в первую очередь необходимо выбрать исходное тело. После вызова команды в автоменю автоматически активизируется опция:

<S> Выбрать тело

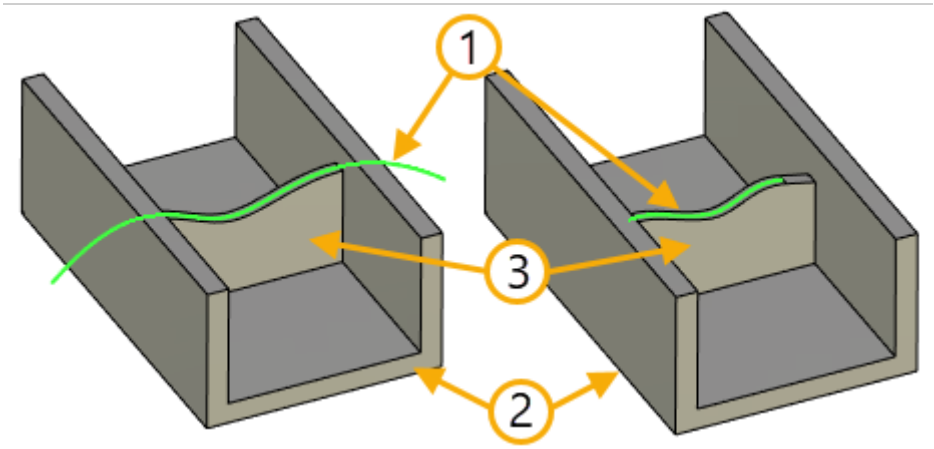
Для выбора тела необходимо в 3D окне подвести курсор к нужному элементу. Если тело одно, то оно выбирается автоматически. Выбираемый элемент будет подсвечен, у курсора появится подсказка с его названием. Для выбора необходимо нажать . Отменить выбор тела можно нажатием .

Выбор контура

После выбора исходного тела автоматически активизируется опция выбора контура, определяющего форму создаваемого ребра жёсткости.

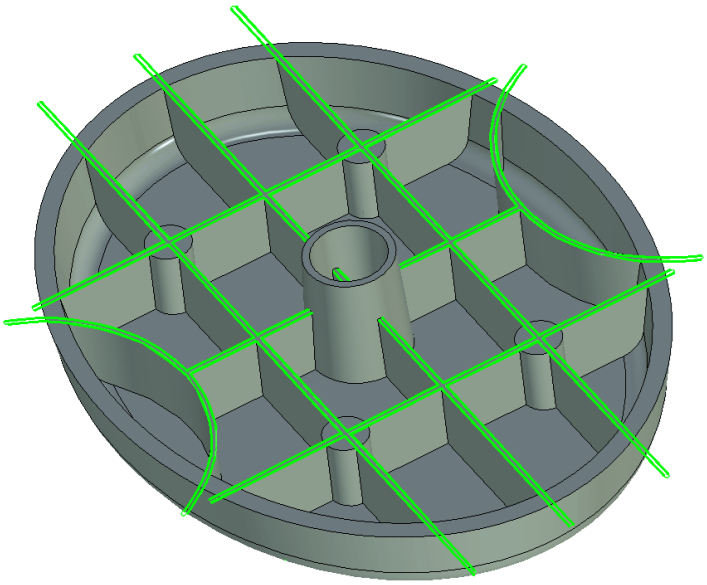
<C> Выбрать образующий контур

В качестве контура могут быть 3D профили, грани, ребра, пути, циклы.
После выбора первого контура данная опция остается активной.
При выходе контура за пределы исходного тела происходит его усечение до нужных размеров.

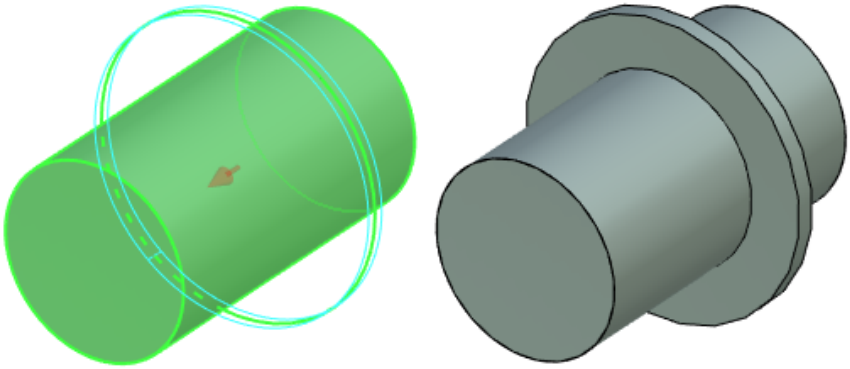


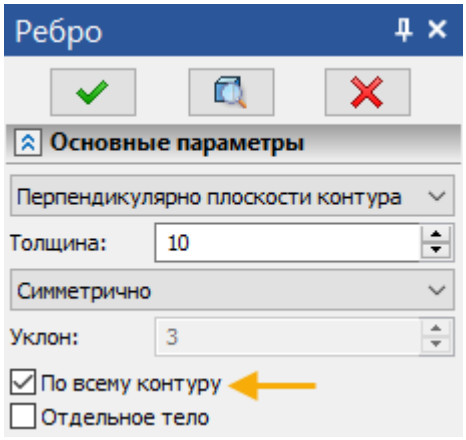
1. Исходный контур
2. Исходное тело
3. Построенное ребро жесткости
2. Контур создаваемого ребра

Контур, если он разомкнут, продлевается до пересечения с моделью, а все пространство между поверхностями детали и данным контуром будет заполнено материалом заданной толщины.
Одним контуром могут создаваться два и больше рёбер.

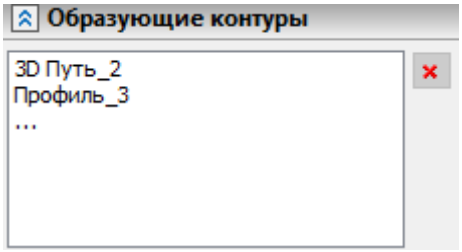


По всему контуру. При включенной опции можно создать ребро жёсткости по замкнутому контуру снаружи тела.





Все выбранные контуры отображаются во вкладке **Образующие контуры** в окне параметров команды.



Кнопка удаляет выбранный контур из списка.

Направление расширения контура Ребра

Направление расширения контура

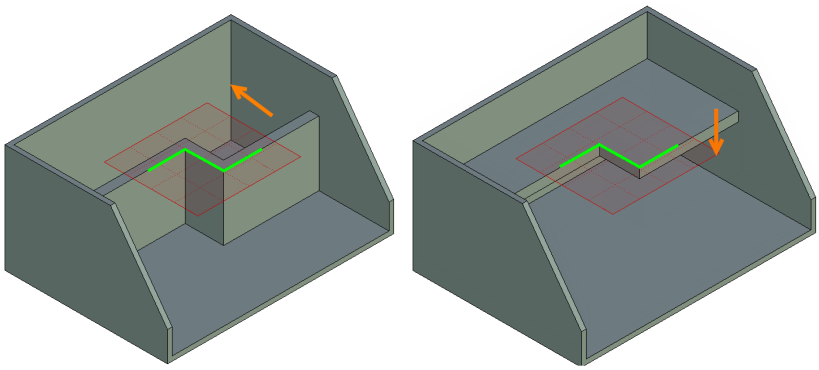
Расширение контура может осуществляться в двух направлениях:

- В плоскости контура
- Перпендикулярно плоскости контура

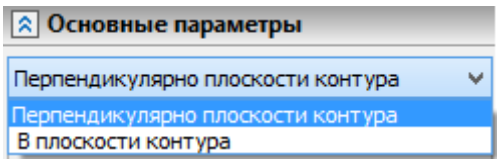
Направление выталкивания ребра жёсткости

Выталкивание контура может осуществляться в двух направлениях:

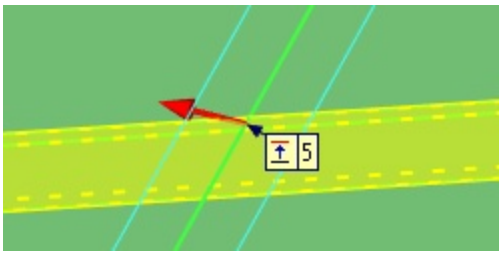
- В плоскости контура (поверхность ребра образуется расширением контура в направлении его плоскости).
- Перпендикулярно плоскости контура (поверхность ребра образуется расширением контура в направлении, перпендикулярном его плоскости).



Для выбора варианта расширения контура необходимо воспользоваться вкладкой **Основные параметры** окна параметров команды.



Направление расширения контура отображается в сцене при помощи манипулятора–стрелки.



Направление контура для прямого отрезка

Для образующего контура, заданного прямым отрезком, плоскость расположения определяется автоматически. Если отрезок является профилем, то выбирается плоскость, в которой он создан. Если отрезок задан участком пути, то система определяет плоскость, в которой он расположен, довернув отрезок в глобальной системе координат до ближайшей плоскости, с которой он будет совпадать.
В соответствии с выбранной плоскостью расположения строится направление расширения контура.
Для выбора направления расширения контура вручную, необходимо воспользоваться опцией:

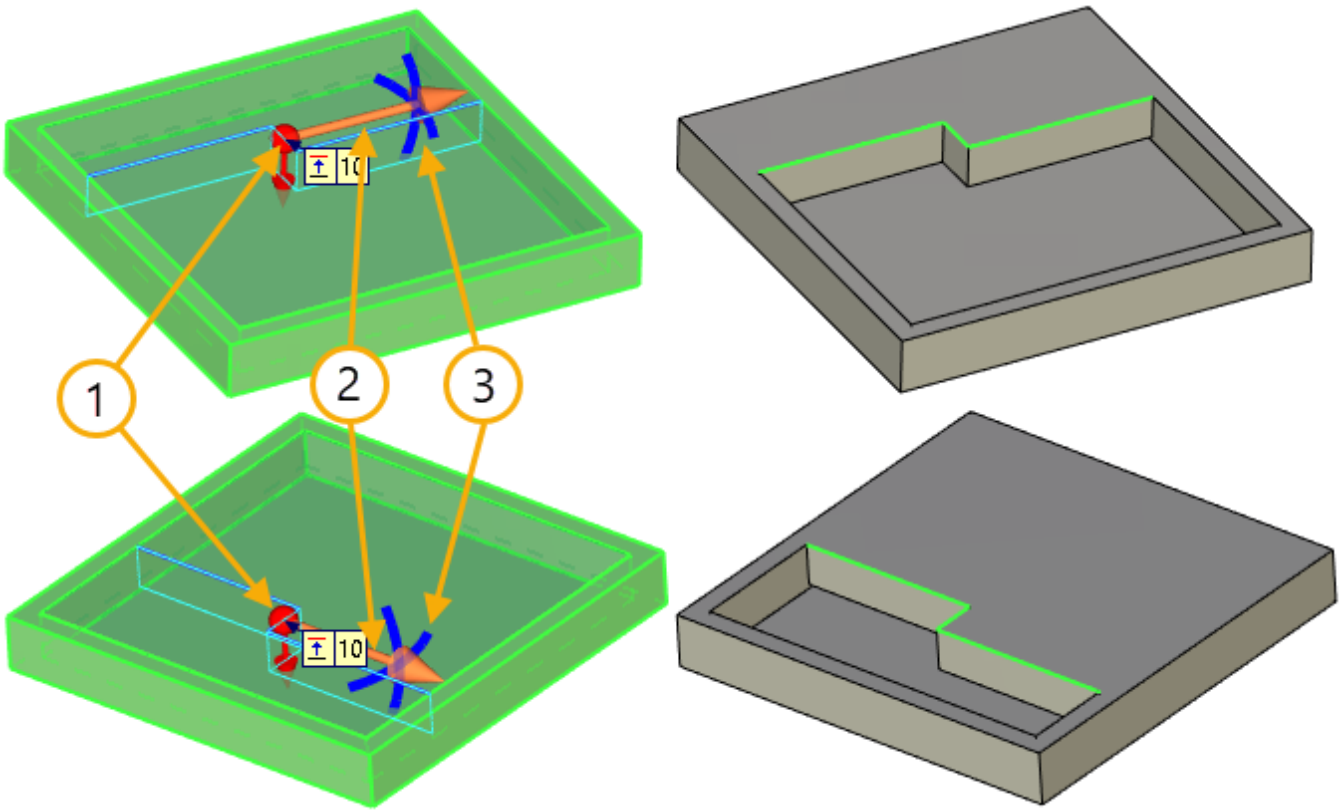
<D> Выбрать направление контура

После активации, необходимо указать вспомогательный элемент. Если указывается объект, задающий плоскость - грань, рабочая плоскость и т.п., то направлением будет являться нормаль к этой плоскости. Либо можно сразу указать объект, определяющий направление, - прямое ребро, ось системы координат и т.п.
Направление расширения контура, заданное с помощью данной опции, будет влиять на все выбранные контуры, заданные прямыми отрезками.
Для отмены выбора направления используется опция:

<K> Отменить выбор направления контура

Выбор направления на твёрдое тело

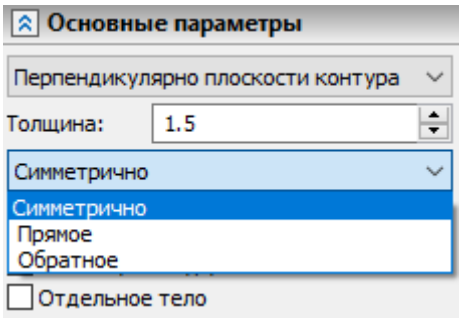
Кроме задания направления расширения контура, можно выбрать направление на твёрдое тело. С его помощью определяется, какая часть полупространства, созданного образующим контуром, будет преобразована в ребро жёсткости.
Для выбора направления на твёрдое тело служит специальный манипулятор, который указывает внутрь ребра жёсткости из точки расположенной на контуре. Если контур разомкнут, точка располагается в центре линии контура. Для замкнутого контура расположение точки на контуре выбирается произвольно. Для удобства работы с манипулятором её можно переместить вдоль контура.
Направление на твёрдое тело можно выбрать для каждого отдельного контура. Для изменения направления нужно переместить манипулятор, потянув за одну из его дуг.
Манипулятор позволяет вручную задать направление на твёрдое тело. Таким образом, системе не требуется самостоятельно определять нужное направление.
После создания операции, всё пространство между стенками исходного тела и контуром в указанном манипулятором направлении будет преобразовано в ребро жёсткости заданной толщины.



1. Точка
2. Направление на твёрдое тело
3. Дуги манипулятора

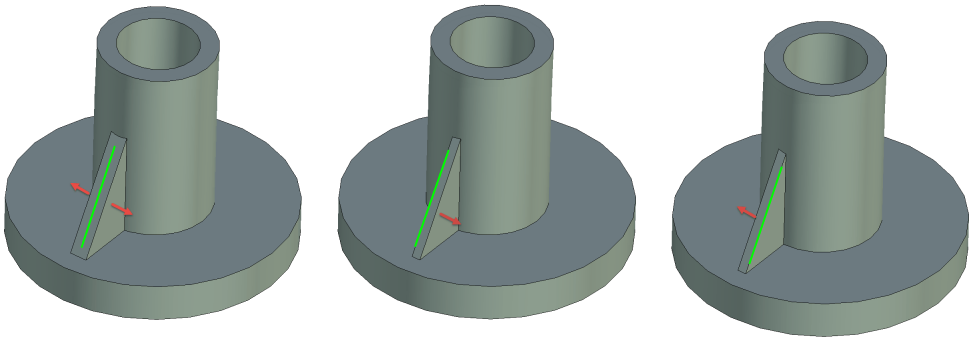
Толщина ребра

При формировании ребра жёсткости происходит приращение материала в направлении перпендикулярном плоскости расширения контура.
Значение толщины можно задать в поле вкладки **Основные параметры** окна параметров команды или при помощи манипулятора, указывающего направление контура.



Для ребра также нужно указать направление приращения толщины:

- **Прямое**. Направление совпадает с направлением нормали плоскости контура.
- **Обратное**. Направление противоположно направлению нормали плоскости контура.
- **Симметрично**. Толщина придается ребру в обоих направлениях относительно плоскости контура.



Симметрично Прямое направление Обратное направление

Направление приращения толщины можно выбрать из выпадающего списка во вкладке **Основные параметры**

В случае если задаваемое значение параметра толщины станет больше значения длины контура, то соответствующее поле переименовывается в **Высоту**.

Дополнительные возможности Ребра

Уклон граней ребра

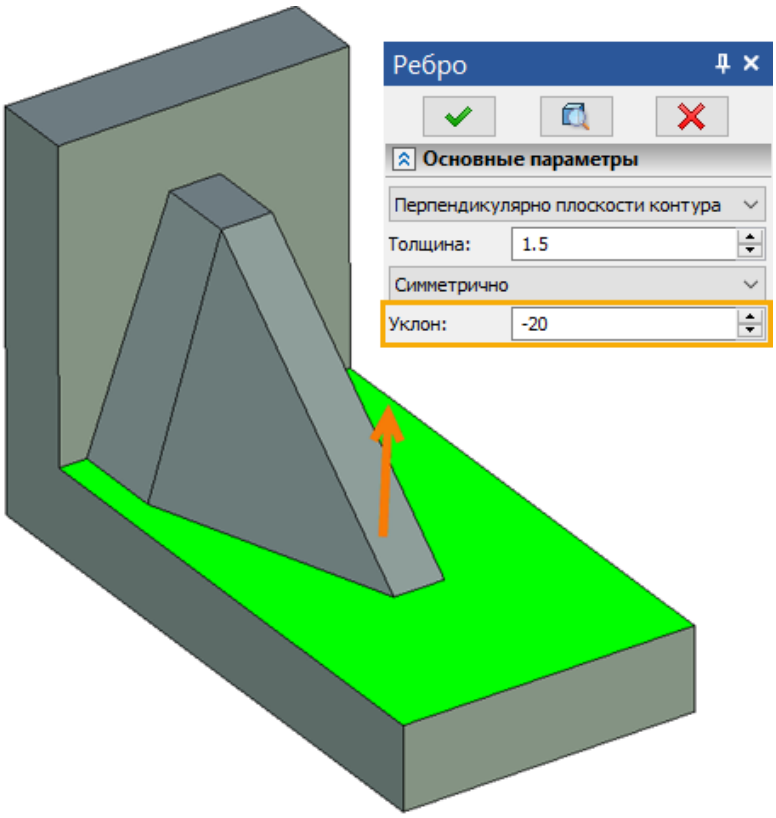
Если требуется, чтобы грани ребра жёсткости имели уклон, необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать направление уклона, воспользовавшись опций:

<T> Выбрать направление уклона

При включении этой опции выбирается геометрический элемент, задающий направление уклона.

2. Ввести значение угла уклона.

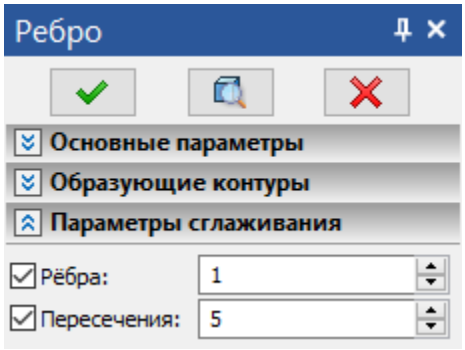


На примере в качестве геометрического элемента, задающего направление уклона выступает нормаль к выделенной грани.
Для отмены выбора направления уклона используется опция:

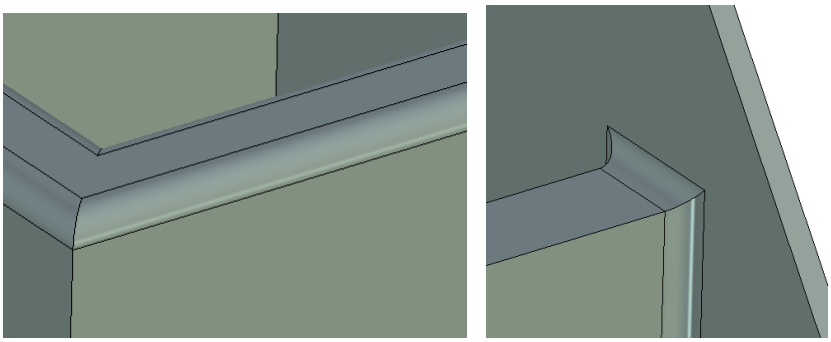
<R> Отменить выбор направления уклона

Сглаживание рёбер жёсткости

Для задания параметров сглаживания рёбер жёсткости необходимо воспользоваться вкладкой **Параметры сглаживания** в окне параметров команды.



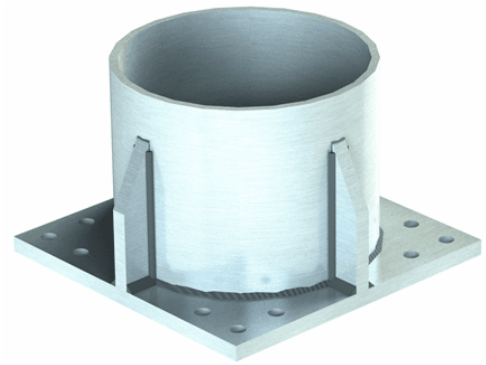
Для сглаживания боковых граней ребра жёсткости нужно включить флажок **Рёбра** и ввести необходимое значение радиуса сглаживания в поле рядом с флажком.



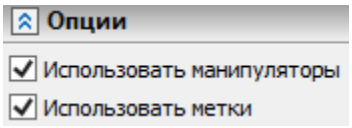
Для сглаживания пересечений ребра жёсткости с исходным телом нужно включить флажок **Пересечение** и ввести необходимое значение радиуса сглаживания в поле рядом с флажком.

Отдельное тело

Ребро жёсткости может быть создано как отдельное тело. Опция, в частности, позволяет создавать сварные конструкции с использованием рёбер жёсткости. Данный способ часто применяется при моделировании сварной конструкции фланца и трубы.

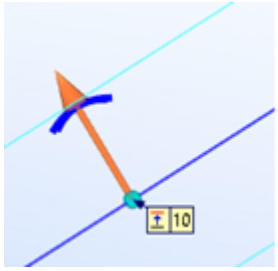


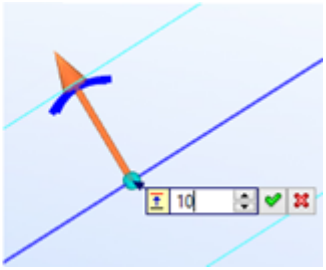
В разделе **Опции** можно настроить отображение вспомогательных элементов на экране.



Опция **Использовать манипуляторы** позволяет включать/отключать отображение манипуляторов, задающих направление на твёрдое тело и ширину ребра жёсткости.

Опция **Использовать метки** позволяет включать/отключать отображение метки, показывающей толщину создаваемого ребра.





Редактировать Ребро

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<3EST>	Правка > Операции > Ребро

Команда предназначена для редактирования Рёбер жёсткости.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

Если выбран один элемент, его можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо опцией **<P>**, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию).
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** + (комбинация **<Ctrl>** + отменяет выбор).

Отсечение

Вызов команды:

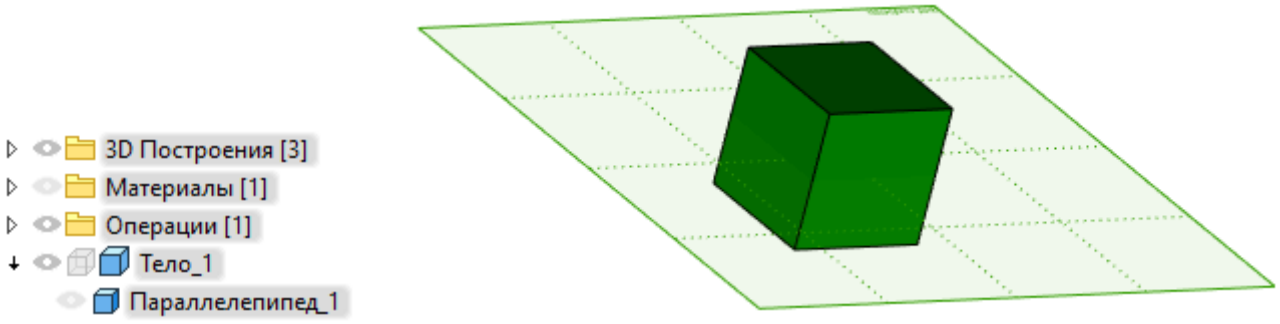
Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Расширенные > Отсечение Листовой металл (3D) > Расширенные > Отсечение Поверхности > Расширенные > Отсечение
Клавиатура	Текстовое меню
<3CU>	Операции > Отсечение

Операция отсечения позволяет рассекать тела (как твердые, так и тела-поверхности) поверхностями. В качестве секущих поверхностей могут быть выбраны тела-поверхности, рабочие плоскости и поверхности, 3D сечения, 3D профили, грани и массивы вышеперечисленных элементов. Результатом операции может быть удаление части исходного тела, разбиение исходного тела на части без разделения на тела или разбиение исходного тела на новые тела в зависимости от выбранного режима и параметров команды. Доступны следующие режимы работы команды:

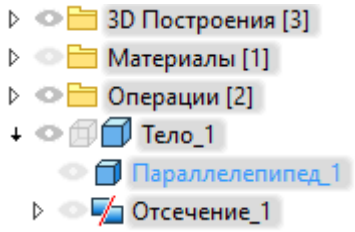
Отсечение

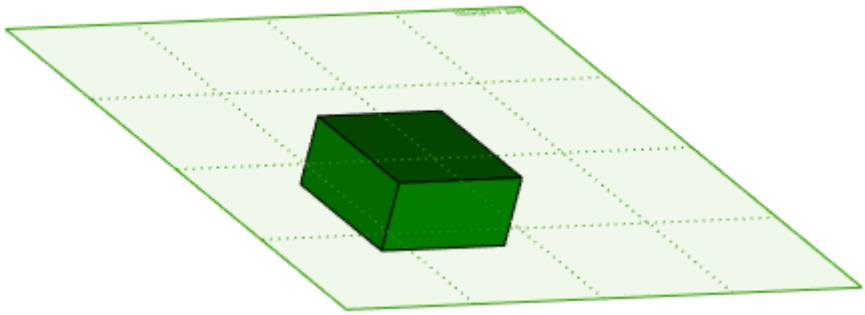
Рассечение

Рассечение с разделением

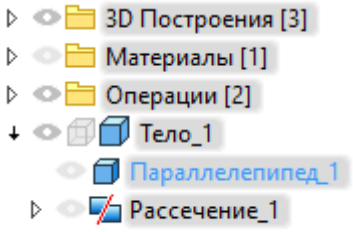


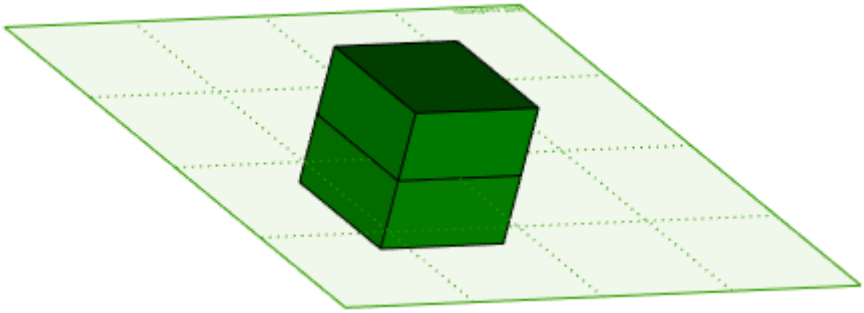
Исходное тело и секущая плоскость



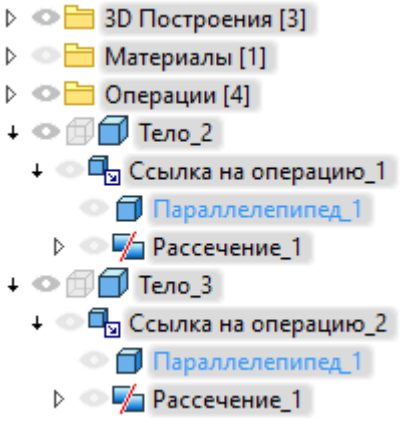


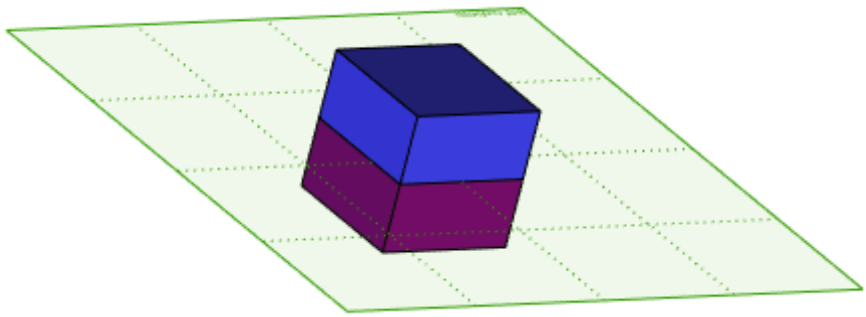
Результат **отсечения**:
удалена часть исходного тела.





Результат **рассечения**:
исходное тело разделено на части



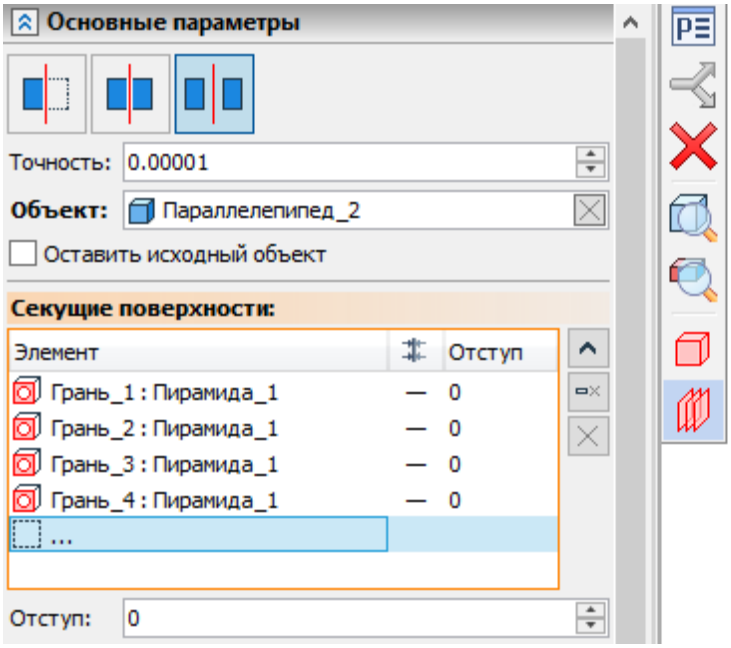


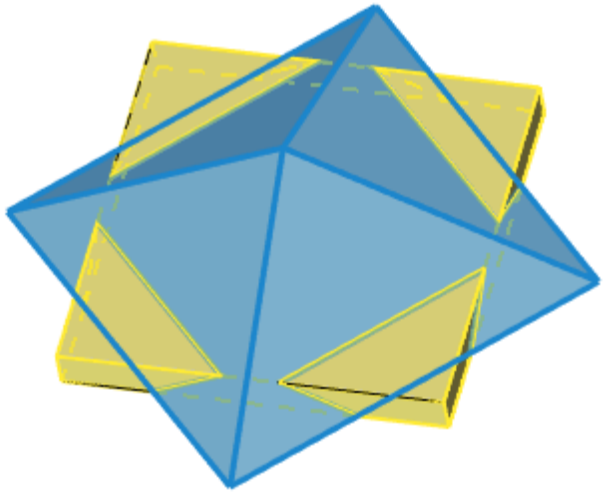
Результат **рассечения с разделением**:
исходное тело разделено на два новых тела

Основные темы в этом разделе:

- Создать отсечение
- Редактировать отсечение

Создать отсечение

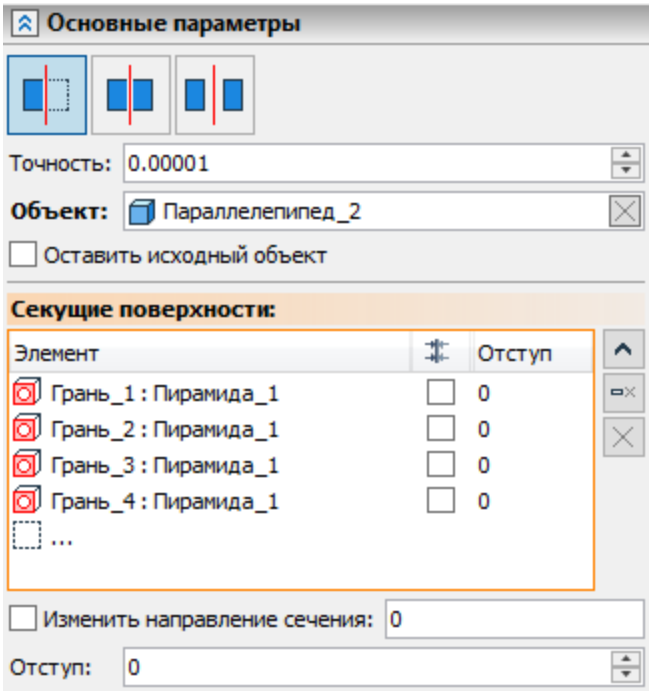




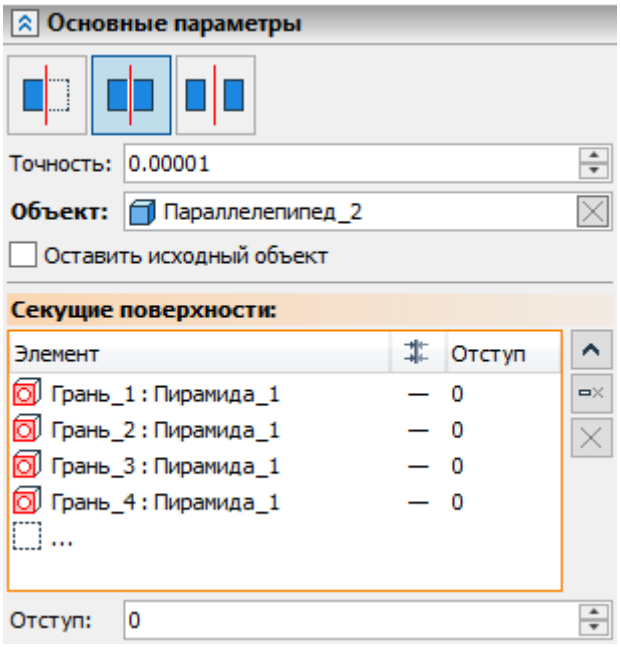
Для создания отсечения необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать режим работы команды (**Отсечение**, **Рассечение**, **Рассечение с разделением**);
2. Выбрать объект отсечения (тело);
3. Указать, будет ли сохранён исходный объект (необязательное действие);
4. Выбрать секущие поверхности;
5. Задать отступы от выбранных секущих поверхностей (необязательное действие);
6. Изменить направления сечения для выбранных секущих поверхностей (необязательное действие, доступное только в режиме **Отсечение**);
7. Выбрать, какие из получившихся в результате рассечения частей будут оставлены (необязательное действие, доступное только в режимах **Рассечение** и **Рассечение с разделением**).
8. Подтвердить создание операции .

Основные параметры



Основные параметры команды в режиме ***Отсечение***



Основные параметры команды в режимах ***Рассечение*** и ***Рассечение с разделением***

В верхней части вкладки **Основные параметры** окна параметров команды находятся кнопки выбора режима работы команды:

Отсечение

Рассечение

Рассечение с разделением

Ниже находится поле ввода параметра **Точность**. Так же, как и во многих других командах, данный параметр определяет значение допуска, при котором объекты аппроксимируются или считаются совпадающими. Кроме того, **Точность** влияет на применение Отступа. Значения отступа, меньшие по модулю, чем точность, игнорируются.

Следует иметь в виду, что **Отступ** задаётся в миллиметрах, а **Точность** в метрах.

Рассекаемое тело выбирается в 3D сцене или дереве модели с помощью опции автоменю:

<B> Выбрать 3D операцию

Выбранное тело подсвечивается зелёным цветом в 3D сцене и отображается в поле **Объект** в окне параметров команды. С помощью кнопки **Очистить** , расположенной в правой части поля, можно отменить выбор объекта и выбрать новый. Выбор нескольких объектов одновременно недоступен. В качестве объекта могут выбраны твердые тела и тела-поверхности.

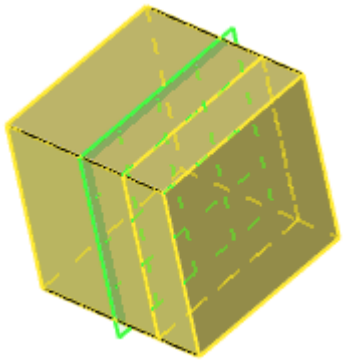
По умолчанию исходное тело заменяется результатом отсечения. Если установить флаг **Оставить исходный объект**, после создания отсечения будут доступны как результат отсечения, так и исходное тело.

Секущие поверхности выбирается в 3D сцене или дереве модели с помощью опции автоменю:

<C> Выбор набора секущих поверхностей

Выбранные поверхности подсвечиваются синим цветом в 3D сцене и заносятся в список **Секущие поверхности** в окне параметров команды. Секущая поверхность, соответствующая выбранной в данный момент строке списка подсвечивается красным цветом в 3D сцене. Управление списком осуществляется при помощи кнопок **Развернуть**, **Свернуть**, **Удалить элемент из списка**, **Очистить**. После выбора секущих поверхностей зеленая подсветка исходного объекта в 3D сцене сменяется тёмно-жёлтой подсветкой результата отсечения. В качестве секущих поверхностей могут быть выбраны тела-поверхности, рабочие поверхности, 3D сечения, 3D профили, грани и массивы вышеперечисленных элементов. Список секущих поверхностей имеет следующие столбцы:

- **Элемент**
  Содержит иконку типа выбранного элемента, название элемента и название операции, которой принадлежит элемент.
- **Изменить направление сечения**
  В режиме **Отсечение** содержит флаг одноимённой опции. В остальных режимах содержит прочерк.
- **Отступ**
  По умолчанию исходное тело делится на части по пересечению с секущей поверхностью. При необходимости можно рассекать тело не самой поверхностью, а эквидистантой к ней. Расстояние от выбранной в списке секущей поверхности до эквидистанты к ней задаётся в поле **Отступ**, расположенном под списком поверхностей. Заданное значение отображается в списке в столбце **Отступ**.



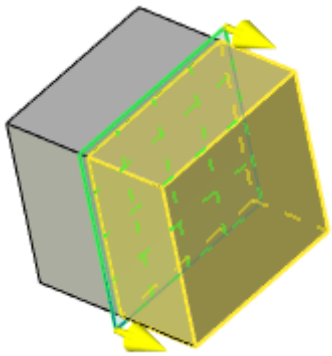
Направление сечения

В режиме **Отсечение** удаляется часть исходного тела, находящаяся по одну из сторон секущей поверхности. По умолчанию система автоматически выбирает удаляемую часть. Можно сменить удаляемую часть на противоположную, включив опцию **Изменить направление сечения** для выбранной в списке поверхности. Флаг этой опции доступен как непосредственно в списке секущих поверхностей (второй столбец), так и под списком. Под списком также находится поле ввода значения для данной опции. Установленному флагу соответствует значение "1", снятому - "0". Можно использовать переменную в качестве значения для управления направлением с помощью

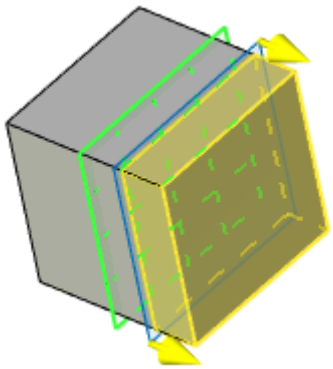
Параметризации. Допустимы только целые значения. Любое значение, отличное от нуля, равнозначно единице. Также данную опцию можно переключать в автоменю:

<D> Изменить направление сечения

Для каждой из выбранных секущих поверхностей в 3D окне отображаются стрелки, указывающие на ту часть тела, которая останется после отсечения.:

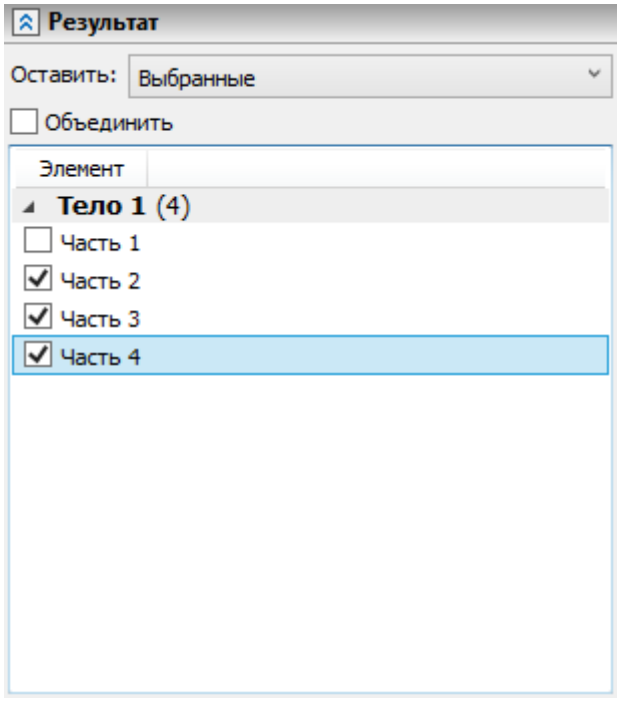


Если в качестве секущей поверхности выбрана рабочая плоскость и задан **Отступ**, то стрелки отображаются не на самой поверхности, а на эквидистанте к ней:

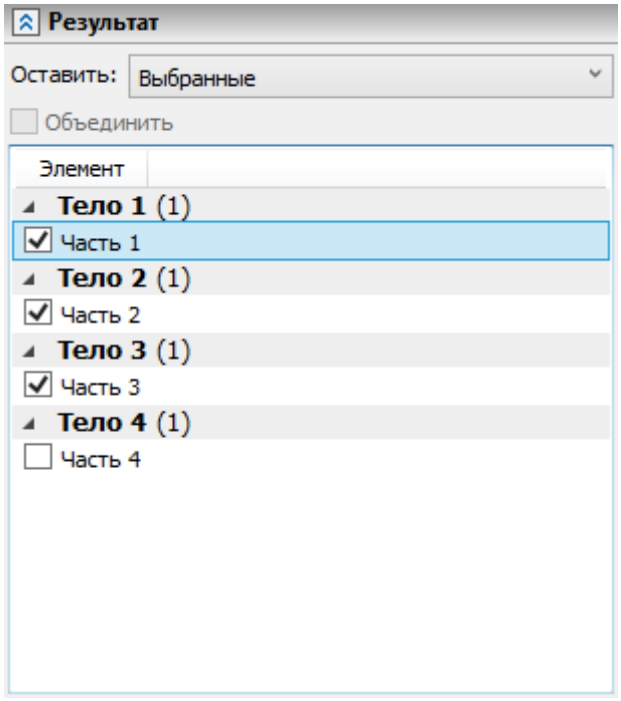


Нажатие на стрелке меняет направление сечения на противоположное.

Результат



Вкладка Результат
в режиме ***Рассечение***



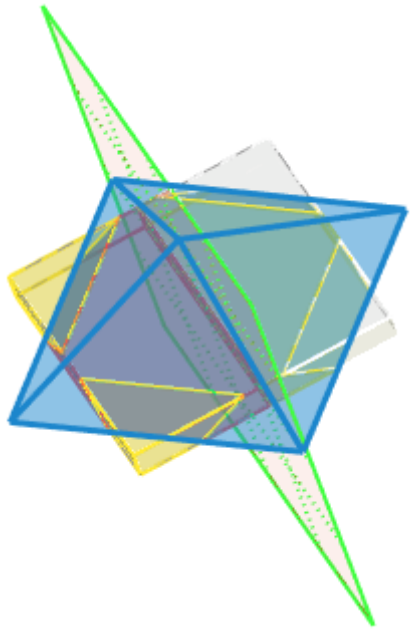
Вкладка Результат
в режиме ***Рассечение с разделением***

В режимах **Рассечение** и **Рассечение с разделением** окно параметров команды содержит вкладку **Результат**. При включенном динамическом просмотре в ней отображается список частей исходного тела, получающихся в результате рассечения. Части сгруппированы по телам, образующимся при создании операции (В режиме **Рассечение** тело всегда одно, в режиме **Рассечение с разделением** каждой части соответствует своё тело**).** Можно свернуть часть списка, относящуюся к конкретному телу, нажав на кнопку слева от названия тела. Кнопка сменит вид на . Повторное нажатие снова развернет список.

Для каждой части в списке доступен свой флаг. По умолчанию все флаги установлены. Над списком частей расположен выпадающий список **Оставить**, в котором доступны следующие опции:

- **Все** (по умолчанию)
  Все части сохраняются после подтверждения создания операции. Выбор данной опции автоматически устанавливает флаги для всех частей.
- **Выбранные**
  Части с установленными флагами сохраняются после подтверждения создания операции, остальные удаляются.
- **Все, кроме выбранных**
  Части со снятыми флагами сохраняются после подтверждения создания операции, остальные удаляются.

Часть, выбранная в списке, подсвечивается красным цветом в 3D сцене (независимо от того, будет ли она удалена или сохранена), сохраняемые части - жёлтым, удаляемые части - белым.



В режиме **Рассечение,** когда не все флаги в списке частей установлены, над списком доступен флаг **Объединить**. Если его установить, то после подтверждения операции сохраняемые части объединятся. Таким образом результат **Рассечения** будет аналогичен результату **Отсечения**, но с расширенными возможностями по выбору сохраняемых частей (**Отсечение** не поддерживает сохранение геометрически не связанных друг с другом частей).

Смотрите также:

- Предварительный просмотр
- Общие параметры 3D элементов

Редактировать отсечение

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	**Текстовое меню**
<3EU>	Правка > Операции > Отсечение

Команда предназначена для редактирования операции Отсечение.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента

	<F4>, <Ctrl>+<E>	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

Если выбран один элемент, его можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо опцией **<P>**, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию). Перезадание элемента совпадает с командой **Отсечение**.
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** + (комбинация **<Ctrl>** + отменяет выбор).

Резьба

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Расширенные > Резьба
Клавиатура	Текстовое меню
<ЗАТ>	Операции > Резьба

Данная операция позволяет создавать **косметические резьбы** на цилиндрических и конических гранях 3D модели. Косметической такая резьба называется потому, что при выполнении команды на выбранную грань накладывается текстура, изображающая резьбу с учетом заданных границ и значений шага и направления. В отличии от резьбы, созданной при помощи операции Спираль, данная операция не создаёт сложной геометрической поверхности и не требует больших затрат времени при создании и пересчете модели. При создании 2D проекций система автоматически создаёт линии изображения соответствующие нанесённой резьбе. При оформлении чертежа размеры, привязанные к таким линия изображения, будут отображать условное обозначение резьбы. При создании чертежей резьба такого типа также будет отображаться на проекциях. Кроме того, в дереве модели напротив созданной операции **Резьба** отображается её обозначение, например, **Резьба_5 [M14x1.5]**.
Параметры стандартных резьб содержатся в файле **Treads.xml**, который расположен в папке **Program**.
Вызов команды также доступен из контекстного меню при выбранной цилиндрической или конической грани (пункт **Создать** > **Резьба**). В этом случае при вызове команды несущая грань считается уже выбранной.

Основные темы в этом разделе:

- Создать резьбу
- Отображение резьбы на проекциях

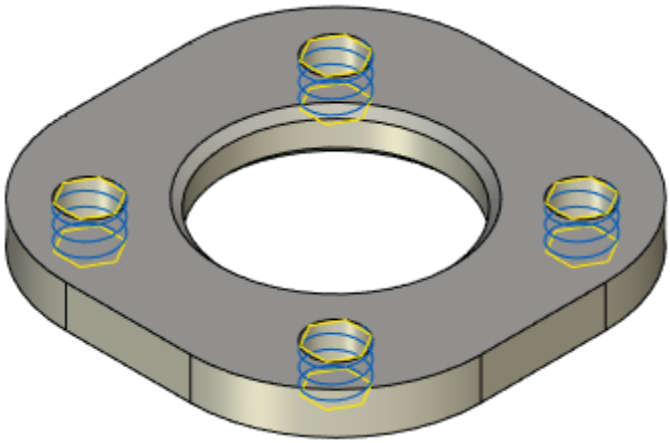
- Параметры резьбы
- Редактировать резьбу

Создать резьбу

Для создания операции необходимо выполнить следующую последовательность действий:
1. Указать несущую грань.
2. Задать параметры резьбы.
3. Задать границы начала и конца резьбы (необязательное действие).
4. Подтвердить создание операции.

Выбор несущей грани

Опция (<**F**>) по умолчанию активна после вызова команду. Для выбора доступны цилиндрические и конические грани. Допускается выбор нескольких граней одинакового типа и диаметра.
После выбора грани на её поверхности отображается схематичное изображение резьбы в виде спирали, границы резьбы (по умолчанию резьба наносится на всю длину грани).



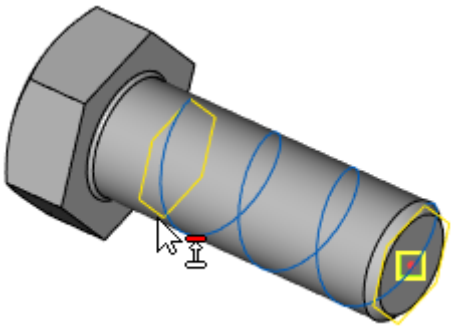
Ребро грани, ближе к которому был расположен курсор мыши в момент выбора, задаёт начало резьбы (т.е. направление нарезки откладывается от него).

Параметры резьбы

Параметры операции отображаются в служебном окне **Параметры**. Также окно параметров можно вызвать при помощи опции автоменю (<**P**>). Параметры резьбы по умолчанию выбираются из специального файла на основе значения диаметра несущей грани. При одном и том же диаметре несущей грани параметры, подобранные системой для наружной и внутренней резьбы, будут разными. Для наружной резьбы диаметр несущей грани считается наружным диаметром, для внутренней резьбы – внутренним.

Задание отступов (границ) резьбы

По умолчанию резьба создаётся по всей длине выбранной грани. Для задания отступов можно использовать опции автоменю и окно **Параметры** или **манипуляторы**, которые на рисунке отображены жёлтым цветом. При наведении курсора на манипулятор его форма меняется на для **начальной границы** резьбы или на - для **конечной**. Перемещая мышь с нажатой левой кнопкой можно изменить положение границ резьбы. Численные значения отступов будут отображаться в окне **Параметры**.
По умолчанию отступы задаются относительно начала и конца грани. При помощи опций автоменю можно изменить тип задания отступов.



Для начальной границы резьбы используется опция , выпадающий список которой содержит пиктограммы:

<A> От начала грани

Отступ начала резьбы отсчитывается от начальной границы несущей грани. Начальной границей считается то ребро, ближе к которому был расположен курсор при выборе грани.

<S> От объекта

Отступ начала резьбы будет отсчитываться от выбранного дополнительно 3D объекта. Опции, предназначенные для выбора объектов разных типов, описаны ниже.

Для конечной границы резьбы используется опция , выпадающий список которой содержит пиктограммы:

<D> От конца грани

Отступ откладывается от конечного ребра несущей грани.

<F> От начала резьбы

Отступ откладывается от начальной границы резьбы, т.е. значение отступа определяет длину резьбы.

<G> От начала грани

<H> От объекта

Опция позволяет откладывать отступ от начального ребра несущей грани. При использовании опции отступ начала резьбы будет отсчитываться от выбранного дополнительно 3D объекта. Опции, предназначенные для выбора объектов разных типов, описаны ниже.

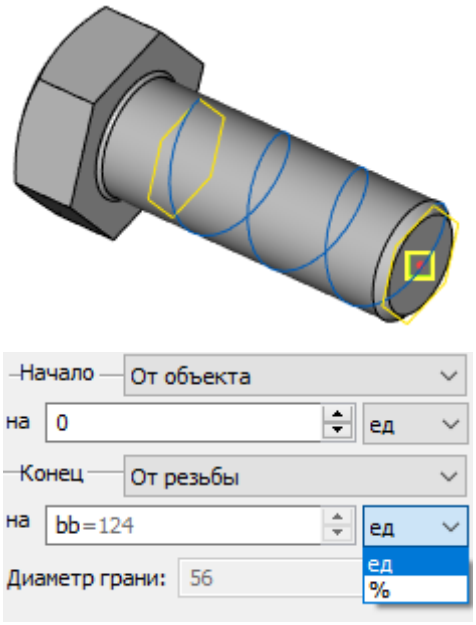
Если тип начала или конца резьбы задан **От объекта**, то в автоменю становятся доступны дополнительные пиктограммы:

<V> Выбирать точки

<L> Выбирать прямые

<U> Выбирать плоскости

Каждая из этих опций использует фильтры для определения набора типов допустимых для выбора объектов (см. раздел Выбор 3D элементов). Т.е. для выбора доступны те объекты, на основе которых система может определить геометрию 3D точки, прямой или плоскости.
Например, на болте резьба создаётся после создания фаски, поэтому начальная граница задаётся **От объекта**. В качестве объекта может быть выбрана торцевая грань или принадлежащая этой грани 3D точка. Для конечной границы резьбы можно установить тип **От резьбы** и задать отступ точным значением длины резьбы.



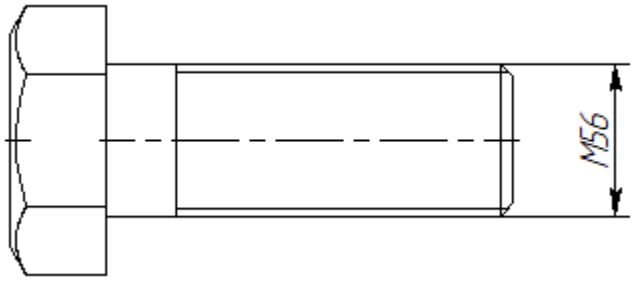
Опция автоменю (<**R**>) производит отмену выбора несущей грани и объектов, задающих отступы.

Завершение создания операции

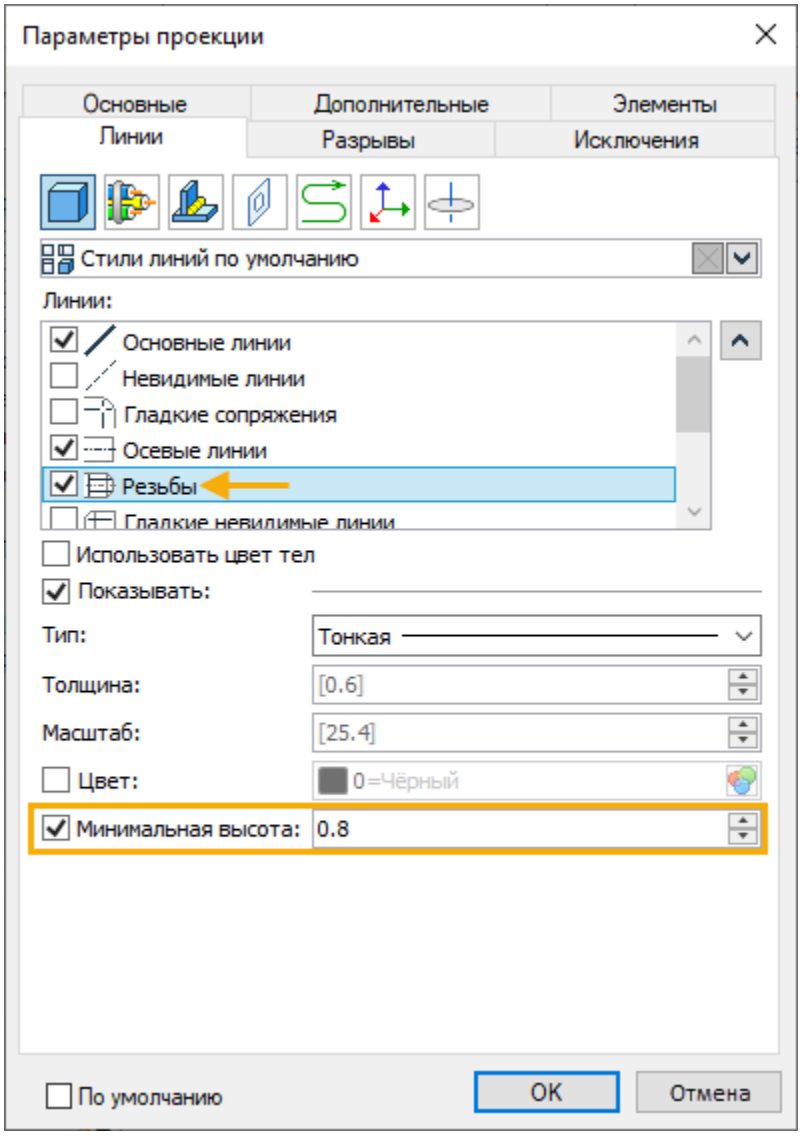
Подтвердить создание операции необходимо при помощи опции (<**Ctrl**>+<**Enter**>).
Редактировать операцию можно либо повторно вызвав окно **Параметры**, либо с помощью специальной команды

Отображение резьбы на проекциях

На 2D проекциях резьбовых тел по умолчанию автоматически проставляются линии обозначения резьбы.

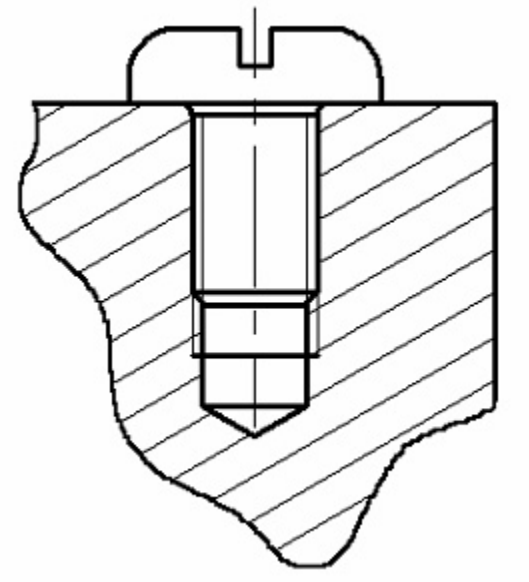


Наличие линий управляется параметрами проекции, закладка **Линии**.

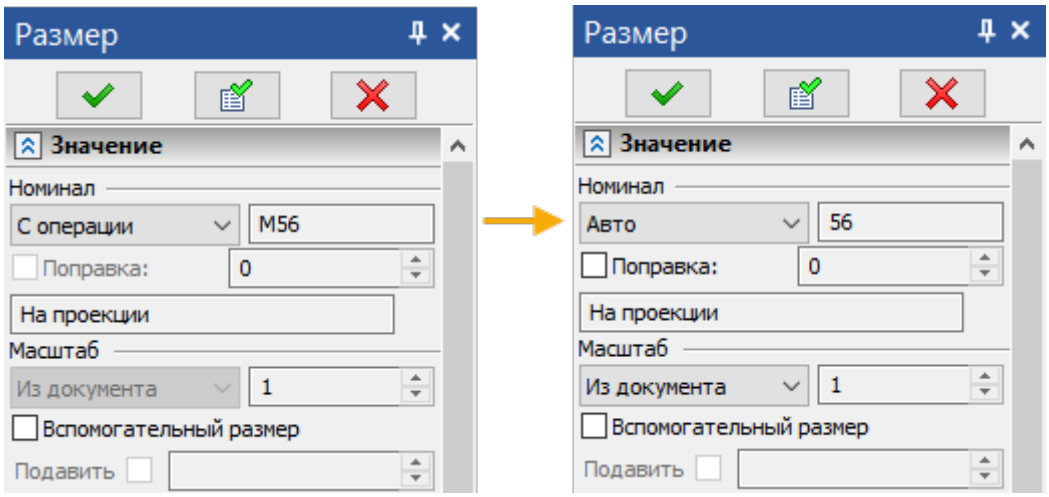


Обычно расстояние на чертеже между тонкой линией резьбы и основной линией резьбовой грани соответствует фактической высоте профиля резьбы, умноженной на масштаб проекции. Однако, при маленьком масштабе проекции эти две линии могут сливаться друг с другом. Чтобы этого не происходило, в параметрах проекции по умолчанию включена опция **Минимальная высота** со значением 0.8 мм. В результате, если высота резьбы на листе чертежа с учетом масштаба проекции составляет менее 0.8 мм, то фактическое значение высоты игнорируется, а линия резьбы изображается на расстоянии 0.8 мм от основной линии. Данную опцию можно отключить, сняв её флаг, или изменить значение минимальной высоты профиля. Флаг и поле ввода минимальной высоты доступны в параметрах проекции на вкладке **Линии** при выборе резьб в списке типов линий.

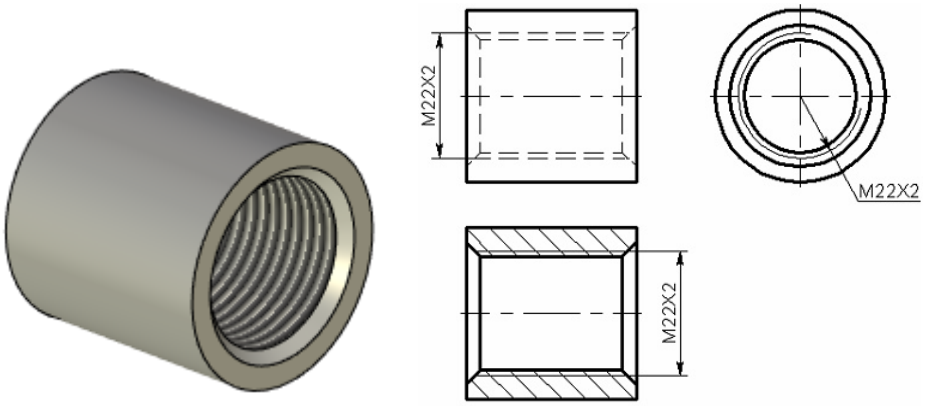
При построении разрезов резьбовых соединений в параметрах 2D проекции должен быть установлен флажок Закрашивать очерк элемента. Если флажок установлен, то изображение резьбового соединения строится корректно. В противном случае линии проекции болта и отверстия будут накладываться друг на друга (так как тела в резьбовом соединении имеют взаимное проникновение).



При простановке размеров по линиям резьбы автоматически проставляется обозначение резьбы. Для отмены этого режима (простановки обычного размера) необходимо в параметрах размера изменить значение параметра **С операции** на **Авто** (по умолчанию у размеров по линиям резьбы стоит **С операции**).



Скрытые резьбы могут отображаться на 2D проекции пунктирными линиями при включении режима показа невидимых линий, а при создании сечения или разреза резьба изображается обычным способом. В этих случаях также возможно автоматическое нанесение обозначения резьбы при создании размеров по линиям резьбы.



Параметры резьбы

Закладка Общие

Задаёт общие параметры операции .

- Имя. Имя операции уникально, оно отражает по умолчанию порядковый номер проведенной операции (**Резьба** и т.д.). В момент создания имя операции не отражается в окне параметров.

Закладка Операция

Стандарт. Значением данного поля может быть одно из наименований стандарта, существующего в файле **Treads.xml** или **Нестандартная резьба**. Значение параметра задаётся выбором из списка или вводом числового значения в поле, расположенное справа. В это поле можно ввести числовое значение или переменную, задающую идентификатор стандарта в файле **Treads.xml**. При выборе нестандартной резьбы все параметры, в том числе и строка обозначения резьбы, задаются вручную, файл в этом случае не используется.

Сторона. Параметр определяет вид резьбы.

- **Текущая**. Вид резьбы (наружная или внутренняя) определяется автоматически в зависимости от типа выбранной грани. Если при дальнейшей работе с моделью тип несущей грани изменится (например, после выполнения булевой операции), то резьба отображаться не будет из-за несоответствия типа грани. Данное значение установлено по умолчанию.
- **Наружная**. Резьба считается наружной при любом типе несущей грани. Диаметр грани задаёт наружный диаметр резьбы (при установленном флаге **Автоподбор**).
- **Внутренняя**. Резьба считается внутренней при любом типе несущей грани. Диаметр грани задаёт внутренний диаметр резьбы (при установленном флаге **Автоподбор**). Например, при создании резьбы на наружной грани тела, которое будет использоваться как 3D фрагмент для создания отверстия, т.е. будет автоматически вычитаться при вставке в сборку, необходимо использовать значение **Внутренняя**.

Автоподбор. По умолчанию при создании операции этот флаг установлен, т.е. параметры резьбы подбираются из базы данных по диаметру несущей грани. Система выбирает значение диаметра резьбы, **ближайшее** к значению диаметра грани, из списка допустимых для выбранного стандарта значений. В случае нахождения двух значений выбирается более приоритетное в соответствии с требованиями ГОСТ. Не рекомендуемые в ГОСТ значения отмечены в списке скобками. Затем из ряда шагов, соответствующих выбранному диаметру, подбирается наиболее предпочтительный шаг (для метрической резьбы таким будет крупный шаг, для других резьб – рекомендуемый в ГОСТ). Значение, соответствующее крупному шагу выделяется в списке более жирным шрифтом. Автоматический подбор параметров резьбы будет выполняться и при изменении диаметра несущей грани в процессе пересчета модели.

Для нестандартной резьбы включение автоподбора недоступно.

При отключенном режиме автоподбора в диалоге параметров для стандартной резьбы можно задать произвольные значения параметров или имена переменных. Однако и в этом случае параметры резьбы берутся из базы данных – подбираются ближайшие к значениям, введённым пользователем. Такие параметры не меняются при изменении диаметра несущей грани.

Диаметр. Для нестандартной резьбы в данном поле вводится значение диаметра резьбы. При создании одной стандартных резьб в поле отображается значение, отобранное из базы данных. Если в базе данных найдено несколько ближайших значений, то все они будут занесены в список.

Шаг. Параметр содержит значение шага создаваемой резьбы. Для стандартной резьбы по умолчанию система отображает предпочтительный шаг. При необходимости можно выбрать другой шаг из предлагаемого системой списка. В этом случае при автоматическом пересчёте после изменения диаметра грани будет подбираться не наиболее предпочтительный шаг, как должно быть по умолчанию, а ближайший к установленному вручную.

Высота. Значение поля отображает высоту рабочего профиля резьбы для данного шага. Параметр является справочным, т.е. редактировать его значение невозможно.

Число заходов. Значение параметра задаёт число заходов резьбы.

Левосторонняя. Если флаг установлен, то создаваемая резьба будет левосторонней (по умолчанию флаг снят). В поле справа можно ввести числовое значение или переменную, управляющую состоянием флага. Значение 0 или меньше - флаг снят, любое значение больше нуля - флаг установлен. При создании левосторонней резьбы в строку обозначения добавляются соответствующие символы.

Класс. Параметр содержит список допусков (классов точности), заданных в базе данных для текущих параметров резьбы.

Обозначение. Параметр содержит строку обозначения резьбы. При создании размера на линиях изображения резьбы, принадлежащих 2D проекции, данное обозначение проставляется автоматически. При создании стандартной резьбы параметр является справочным, т.е. редактировать его значение невозможно.

Диаметр грани. Поле отображает значение диаметра несущей грани. Параметр является справочным, т.е. редактировать его значение невозможно.

Следующая группа параметров задаёт способ задания **отступа резьбы** и его значение.

Начало. Задаёт отступ от начальной границы резьбы. Может принимать одно из значений:

- **От начала грани**. Отступ откладывается от того ребра несущей грани, ближе к которому был расположен курсор в момент выбора (это ребро считается началом). Данное значение установлено по умолчанию.
- **От объекта**. Отступ откладывается от точки, задаваемой дополнительно выбираемым 3D объектом (точкой, прямой, плоскостью). Тип объекта выбирается при помощи соответствующих опций автоменю. Если отступ задаётся 3D точкой, то он откладывается от проекции дополнительной точки на ось несущей поверхности. Если отступ задаётся прямой, то он откладывается от точки на оси, расположенной по кратчайшему расстоянию между осью и выбранной прямой. Если отступ задаётся плоскостью, то он откладывается от точки пересечения оси с выбранной плоскостью.

Конец. Задаёт отступ от конечной границы резьбы. Может принимать одно из значений:

- **От конца грани**. Отступ откладывается от конечной границы грани.
- **От начала резьбы**. Отступ откладывается от начальной границы резьбы.
- **От начала грани**. Данный тип задания отступа описан выше (группа параметров **Начало**).
- **От объекта**. Данный тип задания отступа описан выше (группа параметров **Начало**).

Численное значение отступа задаётся в поле На. По умолчанию отступ задаётся в единицах модели. При необходимости можно выбрать из списка, расположенного справа, значение %. Тогда значение отступа будет задаваться в процентном отношении к длине несущей грани (если отступ задаётся от начала резьбы, то исходной длиной считается расстояние от начала резьбы до конца грани).

Установить по умолчанию. Выбранная опция означает, что заданные общие параметры будут использованы для всех последующих операций.

Редактировать резьбу

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<ЗЕАТ>	Правка > Операции > Резьба

Команда предназначена для редактирования Резьбы.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

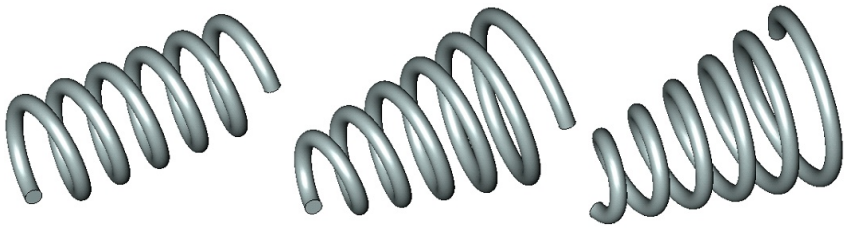
Если выбран один элемент, его можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо опцией **<P>**, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию). Перезадание элемента совпадает с командой **Резьба**.
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** (комбинация **<Ctrl>** отменяет выбор).

Пружина

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Расширенные > Пружина
Клавиатура	Текстовое меню
<3SP>	Операции > Пружина

Данная операция позволяет получить 3D тело в виде винтовой конической или цилиндрической пружины с круглым сечением. Тело создаётся путём перемещения профиля-окружности по винтовой кривой, определяющей ось проволоки в пружине.



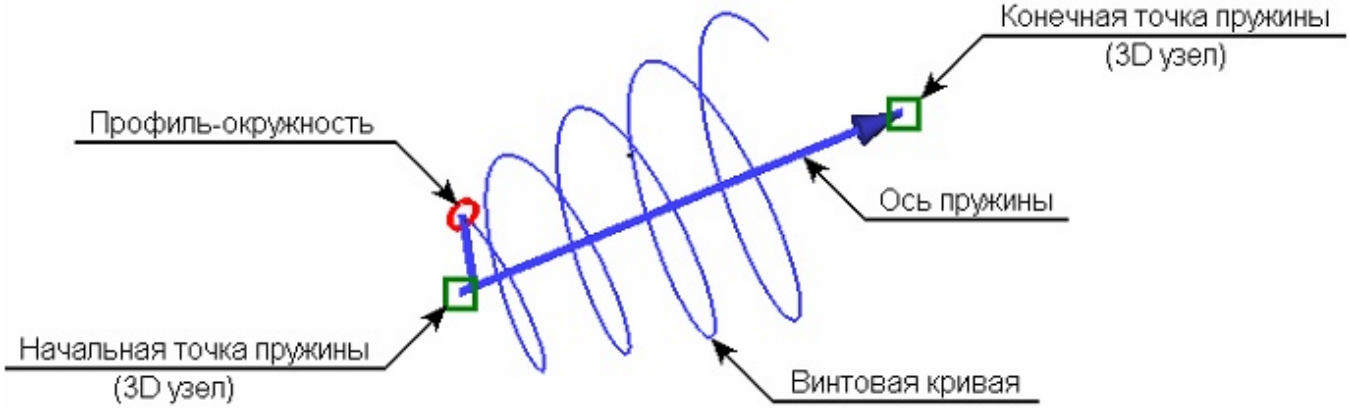
Основные темы в этом разделе:

- Общие сведения о пружине
- Создать пружину
- Редактировать пружину

Общие сведения о пружине

Ось пружины

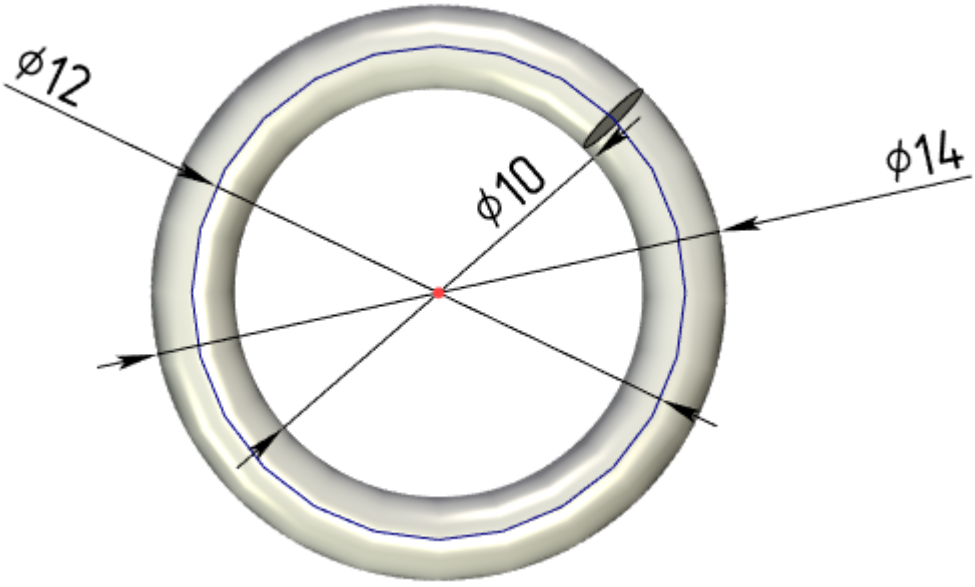
Винтовая кривая, по которой перемещается профиль-окружность, строится вокруг оси пружины. Ось определяется двумя 3D точками: начальной и конечной. 3D точки могут задаваться 3D узлами, а так же любым 3D объектом, способным определить точку в пространстве. Вектор, задающий ось пружины, будет направлен от первой точки ко второй (соответственно будут определяться начало и конец пружины). Вид кривой определяется параметрами пружины. Перемещаемый профиль будет располагаться перпендикулярно винтовой кривой.



Основные параметры пружины

Вид получающегося в результате выполнения данной операции тела определяется следующими параметрами:

- **Радиус/диаметр проволоки пружины** – определяет радиус/диаметр профиля-окружности, перемещением которого образуется тело.
- **Радиусы/диаметры пружины на её концах** – т.е. радиусы/диаметры винтовой кривой в начале и конце пружины (у цилиндрической пружины радиусы в начале и конце пружины совпадают). Опция **Режим** позволяет указать, радиус или диаметр будет использован для задания начала и конца пружины. **Диаметр** может быть задан **внешний, внутренний** или **средний**; **радиус** может быть задан только **средним**.

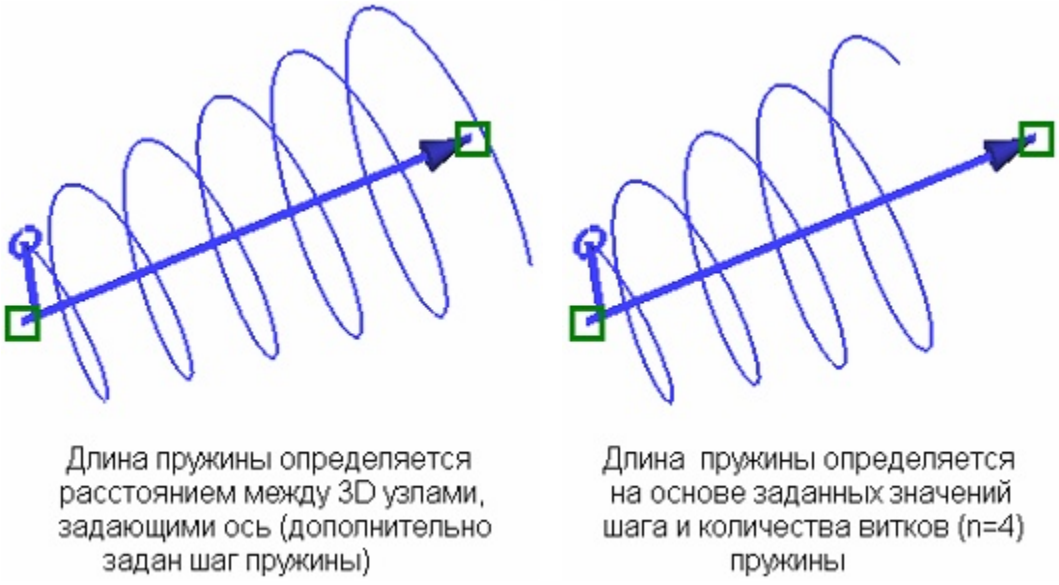


10 - внутренний диаметр

12 - средний диаметр

14 - внешний диаметр

- **Направление навивки пружины**: по часовой стрелке (правое) или против часовой стрелки (левое).
- **Начальный угол** - позволяет задать начальное положение профиля относительно положения по умолчанию или заданной стартовой точки.
- **Шаг, количество витков и длина пружины в свободном состоянии**. Пружину можно создать, одновременно задав любые два из следующих параметров: **Длина, Шаг** и **Витки**. Система автоматически отключит один из двух параметров при попытке задать третий. По умолчанию в качестве длины используется расстояние между начальной и конечной точкой оси пружины. В этом случае достаточно задать только шаг либо только количество витков – недостающий параметр система вычислит самостоятельно. В тех случаях, когда задаются и шаг, и количество витков пружины, её длина будет определяться только ими.



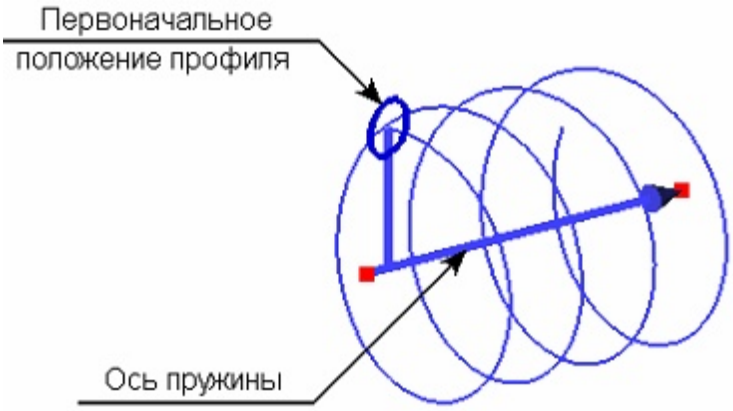
Длина пружины определяется расстоянием между 3D узлами, задающими ось (дополнительно задан шаг пружины)

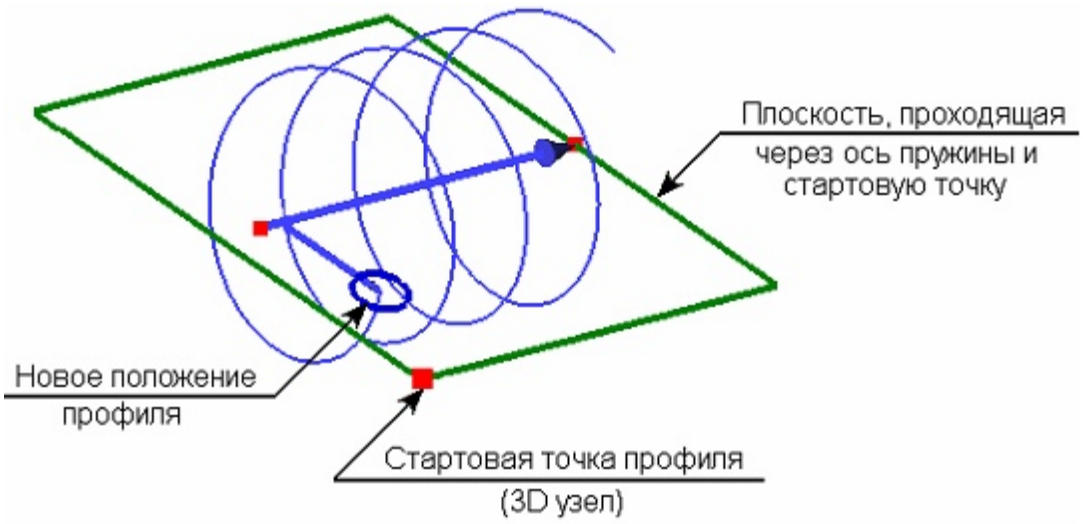
Длина пружины определяется на основе заданных значений шага и количества витков (n=4) пружины

Начальное положение профиля пружины

Начальное положение профиля выбирается системой произвольно. Его можно изменить, задав требуемое положение с помощью дополнительной 3D точки – **стартовой точки положения профиля.** Дополнительно можно указать числовое значение угла поворота профиля от исходного положения (**Начальный угол**).

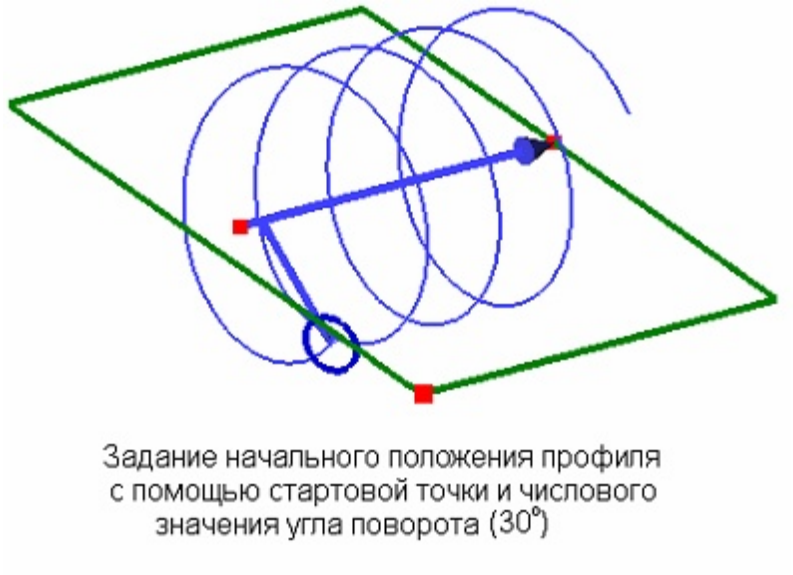
При задании стартовой точки профиля он переместится по заданному начальному радиусу пружины на плоскость, проходящую через выбранную точку и ось пружины.





При одновременном задании угла стартовой точки и числового значения угла поворота угол откладывается от положения профиля, заданного стартовой точкой.

Задание начального положения профиля числовым значением угла поворота (30°) без выбора стартовой точки



Задание начального положения профиля с помощью стартовой точки и числового значения угла поворота (30°)

Поджим и шлифовка концов пружины

При необходимости на концах пружины можно выполнить сжатие и зашлифовку витков. На рисунке ниже показана пружина, у которой в начале (слева) поджат один виток, а на конце (справа) один виток поджат и пружина зашлифована на 3/4 диаметра проволоки.

Положение пружины относительно начальной и конечной точек

Пружину, длина которой задана шагом и количеством витков, можно принудительно выровнять по начальной или конечной точкам

Выравнивание по начальной точке

Выравнивание по конечной точке

Создать пружину

Подробная информация о геометрическом смысле упоминаемых ниже параметров приведена в разделе Общие сведения о пружине.

Создание пружин

Для создания пружины необходимо выполнить следующие действия:

1. Задать ось пружины.
2. Задать основные параметры пружины (необязательное действие).
3. Выбрать стартовую точку положения профиля пружины (необязательное действие).
4. Задать параметры поджима и зашлифовки концов пружины (необязательное действие).
5. Применить выравнивание по начальной или конечной точке оси (необязательное действие).
6. Задать параметры булевой операции (необязательное действие).
7. Подтвердить создание операции

Задание оси пружины

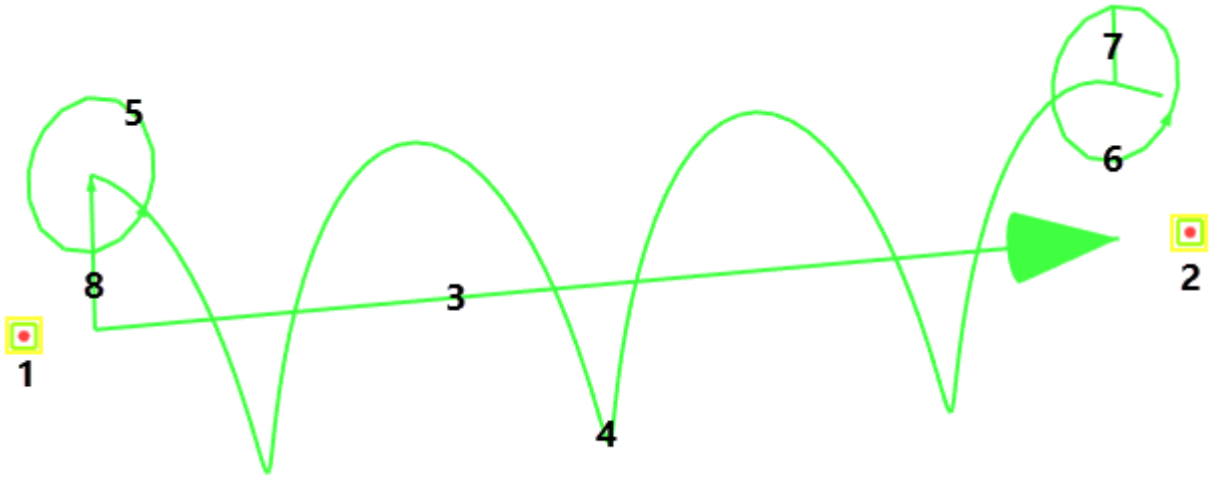
Начальная точка оси пружины задаётся с помощью следующей опции автоменю:

<F> Выбрать начальную 3D точку оси

Конечная точка оси выбирается с помощью опции:

<S> Выбрать конечную 3D точку оси

Данные опции активизируются последовательно. Выбранные объекты помечаются в 3D окне. После выбора второй точки в 3D сцене отобразится предварительное каркасное изображение создаваемой пружины следующего вида:



1 - Начальная точка оси

2 - Конечная точка оси

3 - Ось

4 - Винтовая кривая

5 - Профиль в начале

6 - Профиль в конце

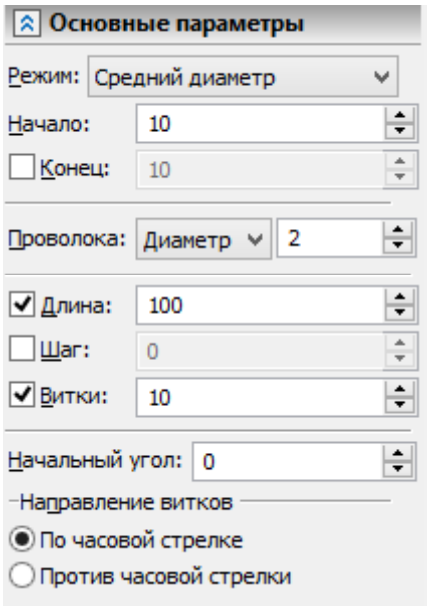
7 - Радиус профиля

8 - Начальный радиус винтовой кривой

На данном этапе можно уже закончить создание операции, нажав в заголовке окна параметров или в автоменю.

Задание основных параметров пружины

На вкладе **Основные параметры** окна параметров команды задаются следующие параметры пружины:



Параметр **Режим** позволяет выбрать, каким способом будет задаваться радиус/диаметр винтовой кривой. В выпадающем списке доступны следующие варианты:

- **Средний радиус;**
- **Средний диаметр;**
- **Внешний диаметр;**
- **Внутренний диаметр.**

В зависимости от выбранного режима, в полях **Начало** и **Конец** можно будет задать соответствующий радиус или диаметр винтовой кривой для начала и конца пружины

По умолчанию создаётся цилиндрическая пружина, т.е. поле **Конец** неактивно, а радиус/диаметр винтовой кривой постоянен по всей длине. При необходимости установите флаг для параметра **Конец** и задайте его значение. Радиус/диаметр винтовой кривой в таком случае будет изменяться линейно от значения в **Начале** к значению в **Конце**.

В поле **Проволока** можно задать радиус или диаметр профиля пружины.

Ниже находятся поля ввода параметров **Длина, Шаг** и **Витки**. По умолчанию доступен для редактирования только параметр **Витки**, а **Длина** и **Шаг** вычисляются автоматически. Для ручного задания желаемого параметра установите флаг слева от имени параметра. Система сама отключит один из двух активных параметров при попытке задать третий.

Начальный угол. Параметр задаёт угловое смещение начала пружины относительно стартовой точки профиля.

Выбор направления навивки пружины (**По часовой стрелке** или **Против часовой стрелки**) осуществляется с помощью переключателя **Направление витков.**

Выбор стартовой точки положения профиля пружины

Задать стартовую точку профиля пружины можно с помощью следующей опции автоменю (она становится активной после выбора второй точки оси):

<B> Выбрать стартовую точку положения профиля

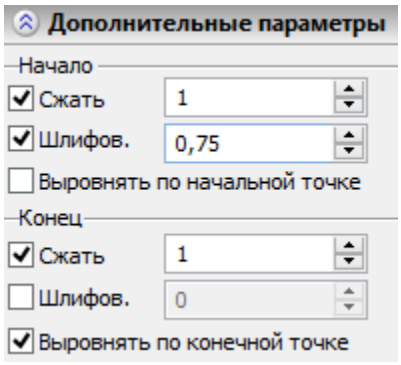
Отказаться от выбранной 3D точки можно, просто выбрав другую точку с помощью той же опции, либо воспользовавшись опцией:

<K> Удалить стартовую точку положения профиля

В этом случае профиль примет первоначальное положение.
Задать числовое значение угла поворота профиля от стартовой точки можно с помощью параметра **Начальный угол** (вкладка **Основные параметры** окна параметров команды).

Задание поджима и зашлифовки концов пружины

Параметры поджима и зашлифовки концевых витков пружины устанавливаются на вкладке **Дополнительные параметры** окна параметров команды. Для того, чтобы поджать витки в начале пружины, необходимо установить флаг **Сжать** в группе параметров **Начало** и указать в поле ввода рядом необходимое количество витков. Установка флага **Шлифовать** в группе параметров **Начало** позволяет на сколько диаметров проволоки срезается пружина по нормали к оси.
Аналогично задаются параметры поджима и шлифовки в конце пружины с помощью флагов в группе параметров **Конец**.



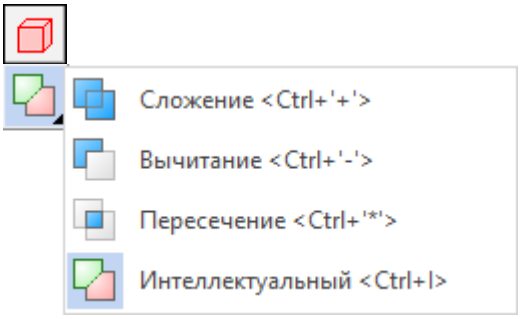
Задание выравнивания пружины по начальной и конечной точкам

Для выравнивания пружины по начальной или конечной точкам необходимо установить в окне параметров соответствующий флажок: **Выровнять по начальной точке** или **Выровнять по конечной точке**. В случае неоднозначного выбора (при одновременной установке обоих флажков), система самостоятельно выравнивает пружину по начальной точке.

Использование создаваемого тела в булевой операции

В нижней части автоменю находятся опции создания булевой операции.

Подробная информация по данным опциям приведена в разделе Использование Булевой операции при создании других операций.



Смотрите также:

- Общие опции команд твердотельного моделирования
- Общие параметры 3D элементов
- Предварительный просмотр

Редактировать пружину

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<3ESP>	Правка > Операции > Пружина

Команда предназначена для редактирования Пружин.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

Если выбран один элемент, его можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо опцией **<P>**, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию). Перезадание элемента совпадает с командой **Пружина**.
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** + (комбинация **<Ctrl>** + отменяет выбор).

Спираль

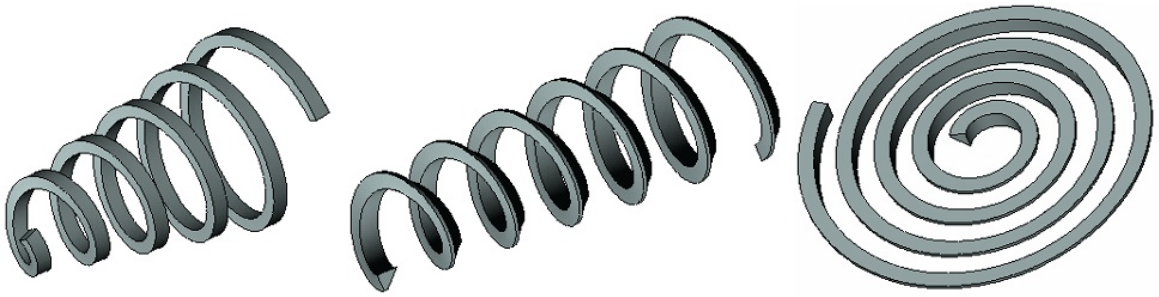
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Расширенные > Спираль
Клавиатура	Текстовое меню
<3SR>	Операции > Спираль

Данная операция позволяет получить 3D тело путём перемещения произвольного 3D профиля по винтовой кривой. Профиль может быть ориентирован ортогонально оси спирали, параллельно оси спирали, либо ортогонально винтовой кривой.
Винтовая кривая может быть построена вдоль оси (прямой или криволинейной) или на плоскости. Винтовая кривая строится аналогично командам Спиральный 3D путь вдоль оси и Плоский спиральный 3D путь.
После вызова команды необходимо выбрать тип создаваемой спирали, после чего следовать инструкциям, данным в разделе для выбранного типа. Доступны следующие типы спирали:

Вдоль оси

Плоская



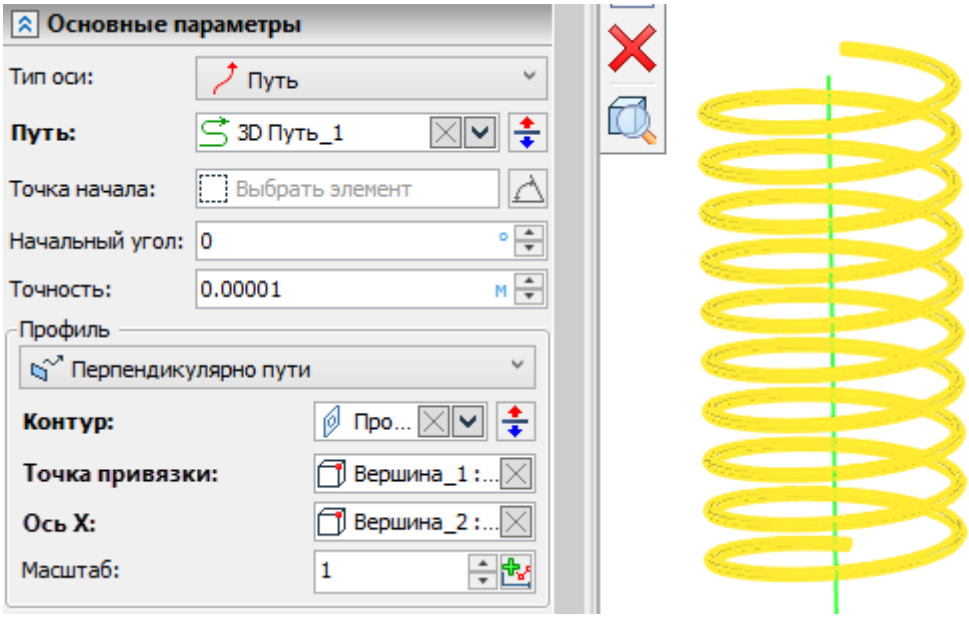
Основные темы в этом разделе:

- Спираль вдоль оси
- Плоская спираль
- Редактировать спираль

Спираль вдоль оси

Спирали данного типа создаются с помощью следующей опции в команде **Спираль**:

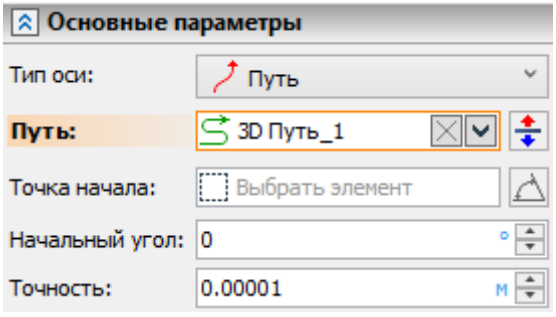
Вдоль оси



Для создания спирали вдоль оси необходимо выполнить следующие действия:
1. Выбрать тип оси
2. Задать ось спирали.
3. Выбрать стартовую точку и/или начальный угол (необязательное действие).
4. Выбрать профиль.
5. Задать вектор привязки профиля.
6. Задать ориентацию профиля в пространстве (необязательное действие).
7. Задать масштабирование профиля (необязательное действие).
8. Задать длину, шаг, число и направление витков винтовой кривой спирали (необязательное действие).
9. Задать радиус или диаметр спирали (необязательное действие).
10. Подтвердить создание операции .

Ниже приведено описание параметров команды.
Общие теоретические сведения о данном типе спирали доступны по ссылке.

Ось, точка начала, начальный угол



Доступны следующие **Типы оси**:

- **Две точки**

- **Путь**
- **Ось**
- **Точка и направление**

В зависимости от выбранного типа оси появляются поля **Первая точка, Вторая точка, Путь, Ось** и **Направление**, активируя которые можно выбрать в 3D сцене или дереве модели объекты, определяющие ось.

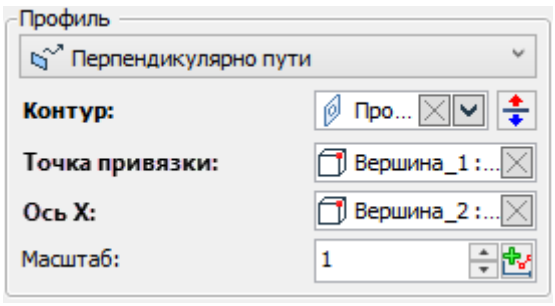
По умолчанию спираль строится от начала к концу оси на всю длину оси или вектора направления. Однако, это можно изменить, задав дополнительные параметры.
Для всех вышеперечисленных вариантов доступна кнопка **Развернуть**, позволяющая сменить направление спирали относительно оси. Для всех типов осей кроме варианта **Путь** данная кнопка позволяет переключаться между построением спирали по направлению к концу оси и противоположно, начало спирали при этом не меняется. Для **Пути** данная кнопка переключает не только направление, но и начало спирали (начальная или конечная точка оси).

Точка начала позволяет выбрать начало генерации спирали. Если точка лежит в плоскости начала оси (нормаль к оси через её первую точку), начало спирали будет лежать на прямой, проходящей через эту точку по нормали к оси. Если точка не лежит в плоскости начала оси, результат зависит от состояния опции **Только для задания отсчёта угла**. При выключенной опции (по умолчанию) плоскость начала оси сдвигается до точки начала, после чего начало спирали определяется аналогично описанному выше. При включенной опции точка начала проецируется на плоскость начала оси. Если точка начала не выбрана, система автоматически выбирает в качестве начала спирали произвольную точку на плоскости начала оси.
Если не задан начальный радиус или диаметр, то радиус/диаметр спирали определяется положением точки начала.

Начальный угол - угол поворота начальной точки спирали вокруг оси. Если задана **Точка начала**, угол отсчитывается от неё, в противном случае - от автоматически выбранной в качестве начала произвольной точки.

Точность - значение допуска, при котором объекты аппроксимируются или считаются совпадающими.

Профиль



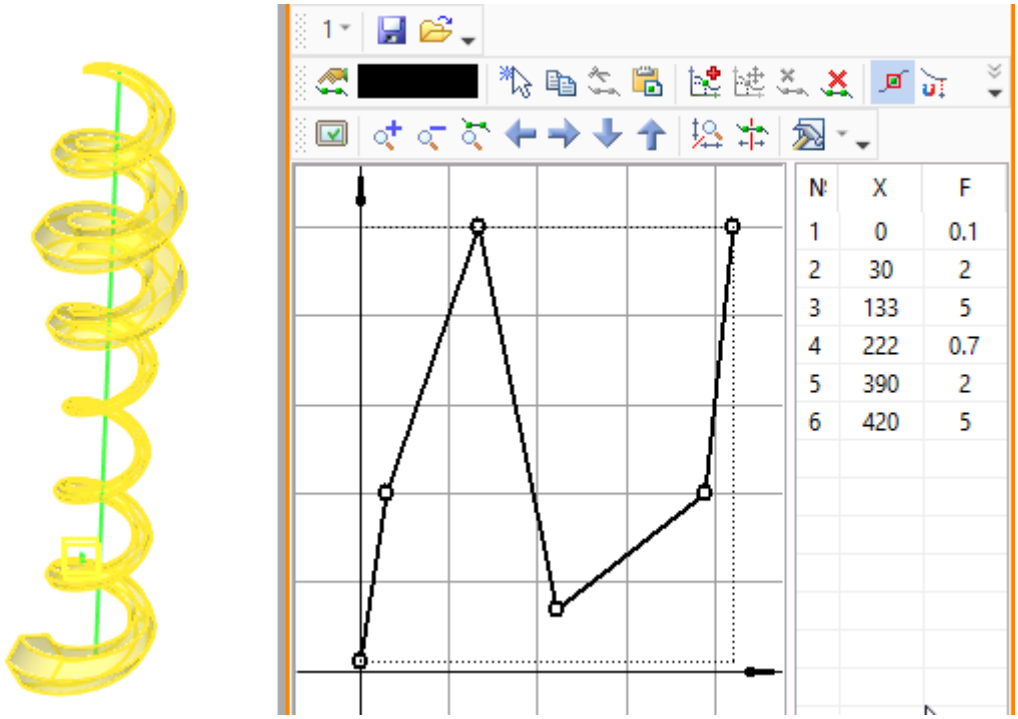
В группе **Профиль** можно выбрать один из следующих вариантов ориентации профиля:

- **Параллельно оси**
  Профиль будет параллелен оси на протяжении всей длины спирали.
- **Перпендикулярно оси**
  Профиль будет перпендикулярен оси на протяжении всей длины спирали.
- **Перпендикулярно пути**
  Профиль будет перпендикулярен винтовой кривой на протяжении всей длины спирали.

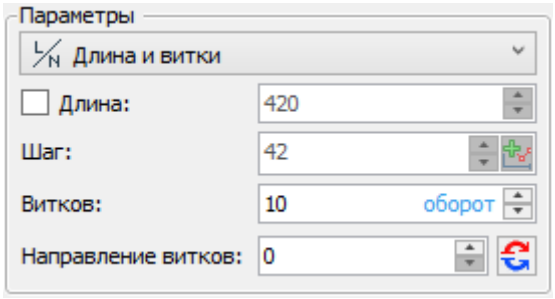
Ниже находится поле **Контур**, активировав которое можно выбрать в 3D сцене или дереве модели объекты, задающие профиль спирали. Справа от данного поля находится кнопка **Перевернуть профиль**, поворачивающая профиль на 180 градусов вокруг вектора привязки.

После выбора контура требуется указать две точки, определяющие вектор привязки профиля. Начальная точка вектора указывается с помощью поля **Точка привязки**, конечная - с помощью поля **Ось X**.

Под полями выбора точек привязки расположено поле для задания **Масштаба** профиля. Значение масштаба можно ввести с клавиатуры или задать графиком зависимости от длины спирали. Для добавления графика нажмите кнопку **Создать график**, находящуюся справа от поля ввода параметра. Подробная информация доступна в разделе Использование графиков в 3D операциях.



Параметры винтовой кривой



В группе **Параметры** можно выбрать сочетание параметров, по которому будет строиться спираль. Доступны следующие варианты:

- **Длина и витки** (по умолчанию)
- **Длина и шаг**
- **Шаг и витки**

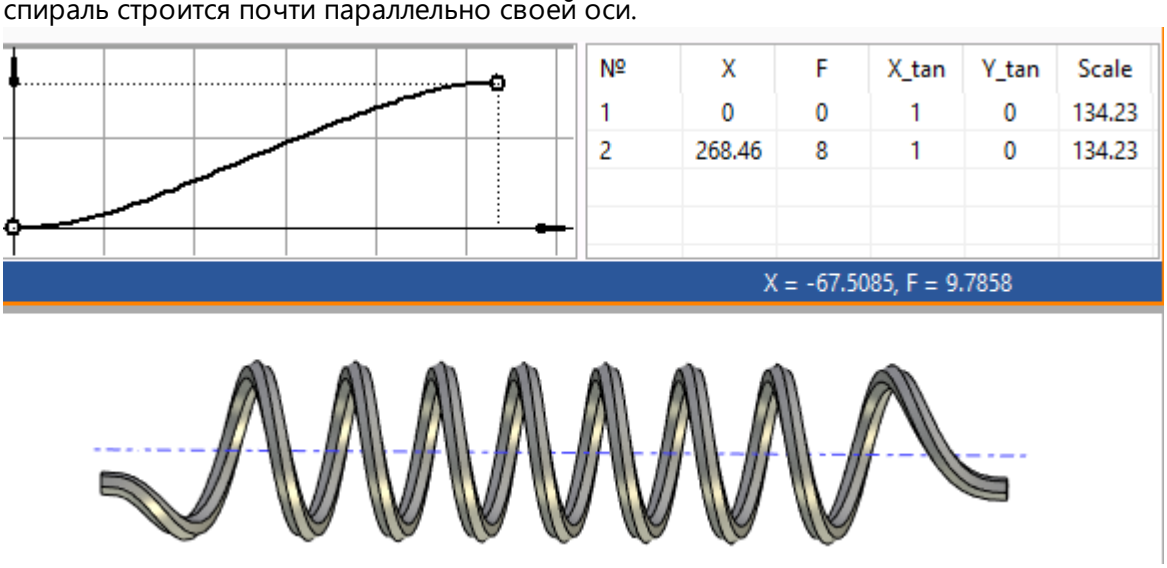
В зависимости от выбора будут доступны для редактирования только два из трех параметров (**Длина**, **Шаг** и **Витки**). Третий параметр рассчитывается системой автоматически, исходя из значений остальных параметров. Для вариантов и **Длина** по умолчанию определяется длиной оси, а применения пользовательского значения длины следует установить флаг слева от поля ввода. Данные параметры должны быть больше нуля.

При выборе варианта , шаг можно задавать как постоянным значением, так и графиком зависимости от длины спирали. Для добавления графика нажмите кнопку **Создать график**, находящуюся справа от поля ввода параметра. Подробная информация доступна в разделе Использование графиков в 3D операциях.

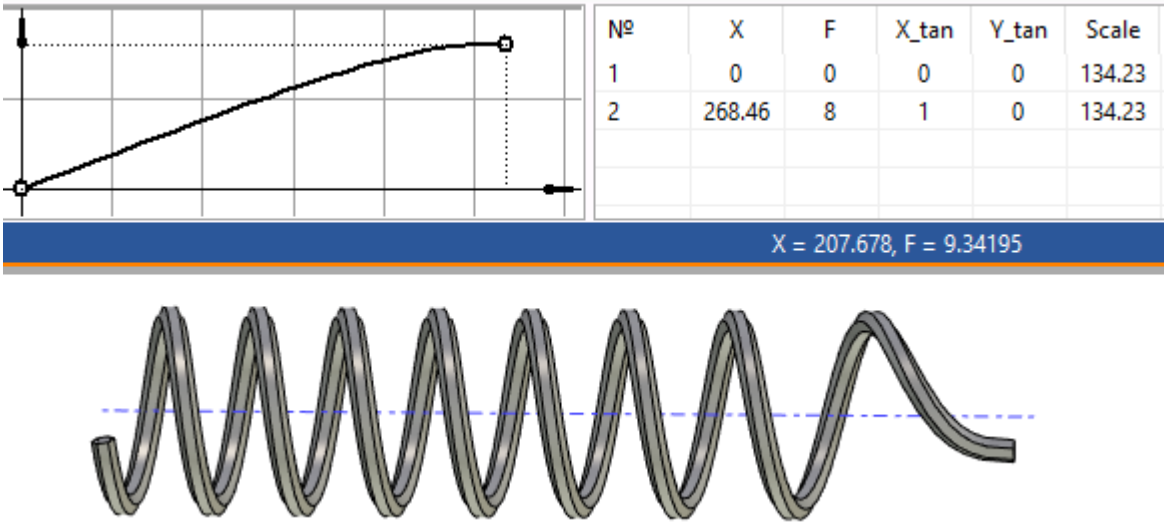
При использовании графика шага значение функции определяет количество витков на участке соответствующей длины от начала спирали.

Функция на графике шага должна всегда возрастать, иначе операция выдаст ошибку.

Параметры сплайна графика, создаваемого по умолчанию, таковы, что на начальном и конечном участках значение функции почти не изменяется. В результате на начальном и конечном участках спираль строится почти параллельно своей оси.

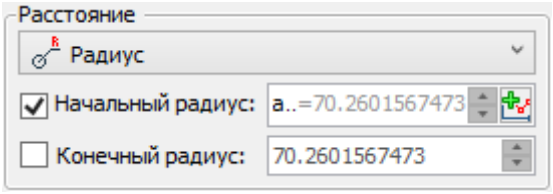


Избавиться от участков спирали, параллельных оси, можно, изменив параметры касания сплайна так, чтобы значение функции изменялось более интенсивно. Ниже изображена та же спираль, что и на предыдущей иллюстрации, отличающаяся лишь значением **X_tan** для начальной точки графика шага.



Параметр **Направление витков** и кнопка **Обратное направление витков** служат для переключения направления витков по или против часовой стрелки. По умолчанию кнопка не нажата и значение параметра равно нулю. Нажатие кнопки меняет значение на единицу. Также можно вводить значения вручную или с помощью переменных. Допустимы только целые положительные значения. Значения больше единицы равнозначны ей.

Радиус/диаметр



В группе параметров **Расстояние** можно задать изменение радиуса/диаметра спирали с каждым новым витком. Сначала надо выбрать нужный способ задания расстояния из двух вариантов:

- **Радиус**
- **Диаметр**

В зависимости от выбора будут доступны поля **Начальный** и **Конечный радиус** или **Начальный** и **Конечный диаметр.** Для применения данных параметров нужно установить флаг слева от требуемого параметра.

Если флаг для начального радиуса/диаметра снят, то требуется задать **Точку начала**, положением которой будет определяться начальный радиус/диаметр спирали. При этом всё ещё можно задавать **Конечный радиус/диаметр**.

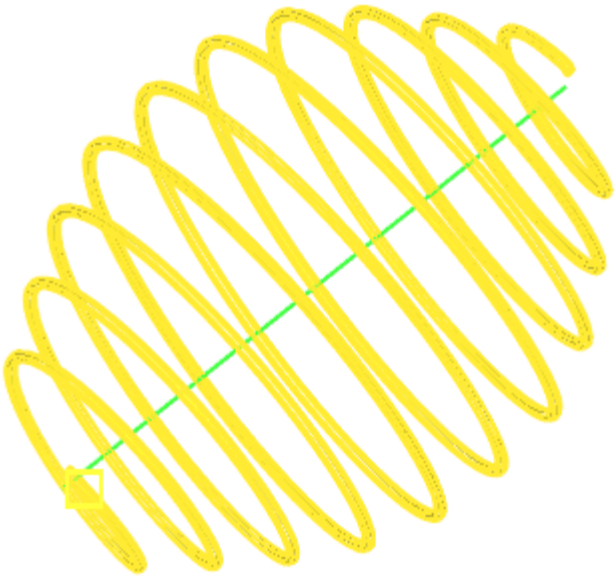
> Если не заданы ни начальный радиус/диаметр, ни точка начала, операция выдаст ошибку.

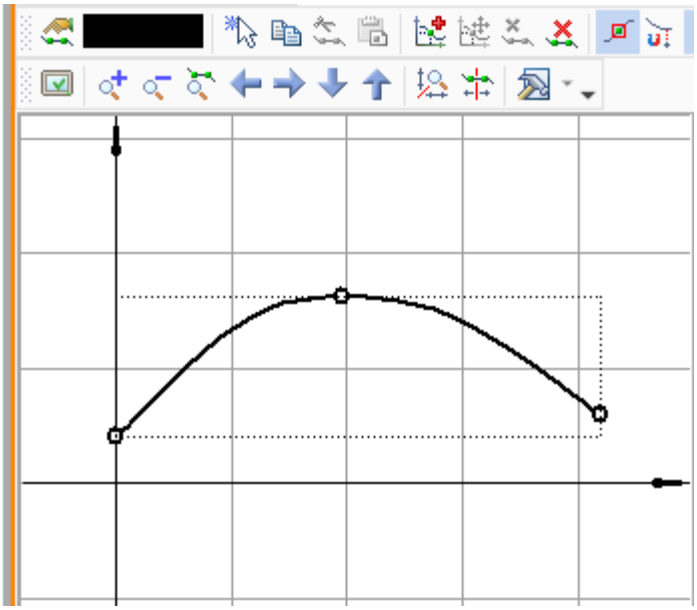
По умолчанию радиус/диаметр изменяется линейно от начального к конечному значению вдоль длины спирали.

Зависимость изменения **диаметра/радиуса** спирали от длины (вдоль оси) можно задать с помощью графика. Для этого нужно установить флаг только у параметра **Начальный радиус/диаметр** и нажать кнопку **Создать график**, находящуюся справа от поля ввода параметра. Подробная информация доступна в разделе Использование графиков в 3D операциях.

> Начало и конец графика по оси X могут выходить за пределы длины спирали. Главное, чтобы график был определен на протяжении всей длины спирали, в противном случае система выдаст ошибку.

> При использовании **Полилинии** в качестве графика у неё может быть только две точки - начальная и конечная. В противном случае система выдаст ошибку.





Смотрите также:

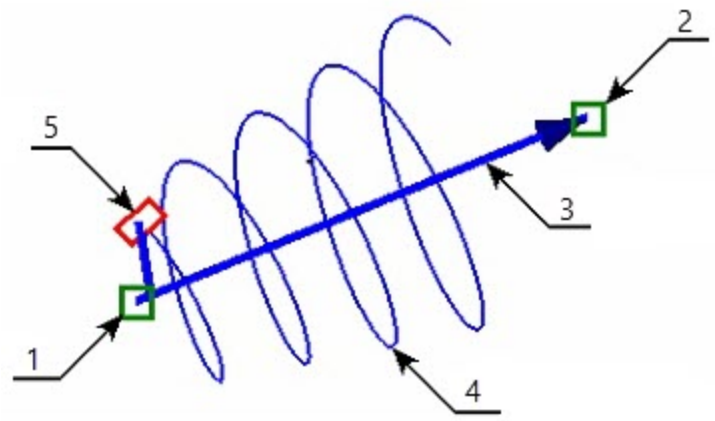
- Общие сведения о спирали вдоль оси
- Использование создаваемого тела в булевой операции
- Общие опции команд твердотельного моделирования
- Предварительный просмотр
- Общие параметры 3D элементов

Общие сведения о спирали вдоль оси

Ось спирали

Винтовая кривая, по которой перемещается профиль, строится вокруг оси спирали. Ось может быть прямой или криволинейной.

Прямая ось может быть задана двумя 3D точками: начальной и конечной. 3D точки могут задаваться 3D узлами, а также любым 3D объектом, способным определить точку в пространстве. Вектор, задающий ось спирали, будет направлен от первой точки ко второй (соответственно будут определяться начало и конец спирали). Также прямую ось можно задать точкой и направлением или выбрать непосредственно саму ось.



1 - Первая точка оси

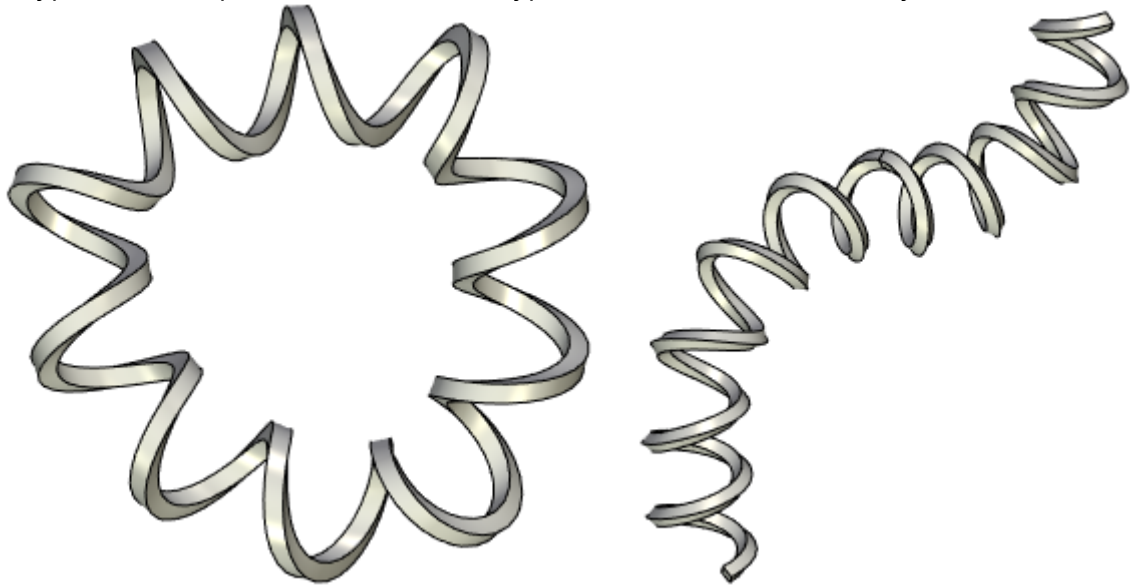
2 - Вторая точка оси

3 - Ось спирали

4 - Винтовая кривая

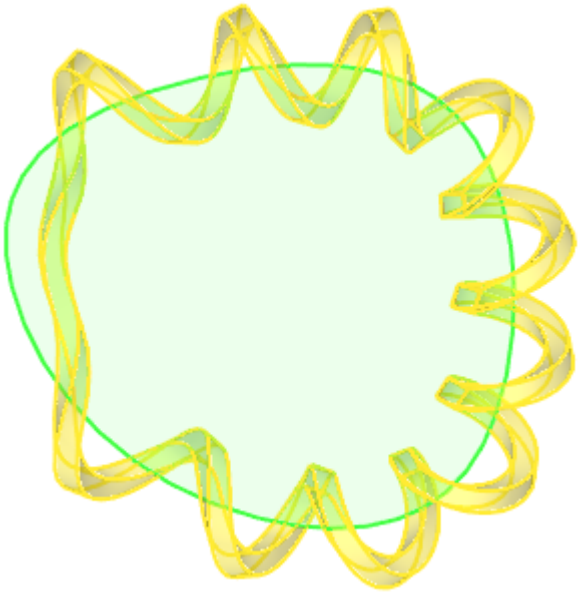
5 - Профиль спирали

Криволинейная ось может быть задана 3D путями, 3D профилями, циклами, рёбрами. Допускается множественный выбор объектов. Главное, чтобы выбранные объекты составляли неразрывный контур гладко сопряженных линий. Контур оси может быть как замкнутым так и незамкнутым.



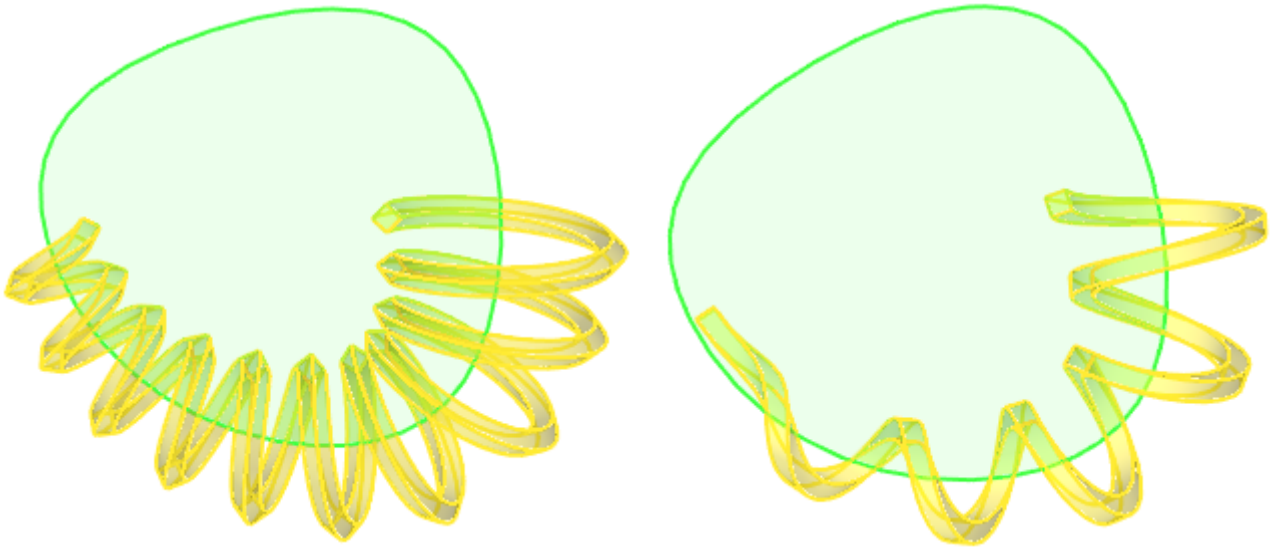
По умолчанию по замкнутой оси строится замкнутая спираль.

При построении замкнутой спирали существует ряд ограничений. В частности, значения масштаба профиля, а также радиус/диаметр винтовой кривой должны совпадать в начале и в конце спирали, а параметр **X_tan** в начальной и конечной точках графика шага должен быть больше нуля.



Замкнутая спираль, построенная с использованием графика шага

При необходимости построить незамкнутую спираль по замкнутой оси уменьшите длину спирали. На незамкнутую спираль, построенную по замкнутой оси вышеуказанные ограничения не распространяются.

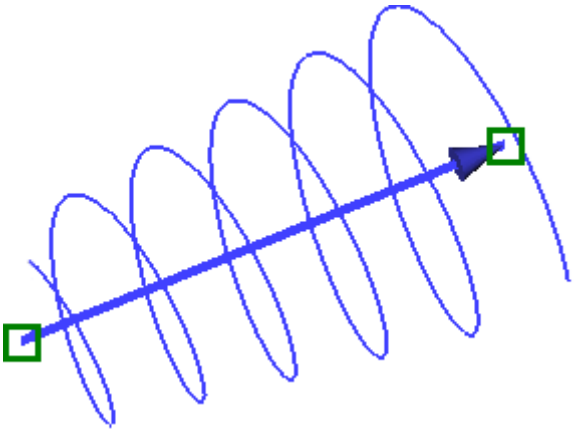


Параметры винтовой кривой спирали

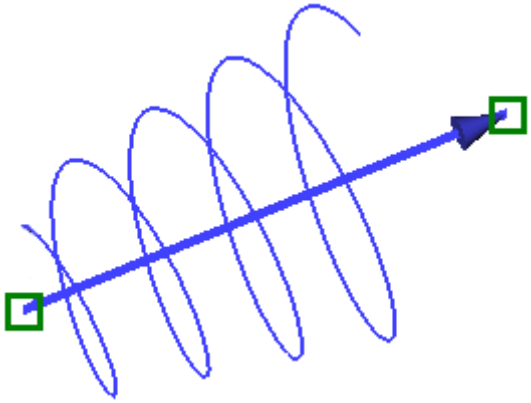
К основным параметрам винтовой кривой спирали относятся следующие величины:

- **Радиус/диаметр**
  По умолчанию создается цилиндрическая спираль, т.е. такая, у которой радиус/диаметр постоянен по всей длине. Можно задать разные значения радиуса/диаметра в начале и в конце. Тогда он будет изменяться линейно от начального к конечному значению. Третий вариант - задать график изменения радиуса по длине спирали.
- **Начальный угол и/или точка начала**
  Определяют начало винтовой кривой (см. ниже).
- **Направление витков спирали**
  По умолчанию используется направление по часовой стрелке (относительно направления оси); при необходимости можно сменить направление навивки на противоположное.

- **Шаг, количество витков и длина**
  Спираль можно создать, используя одну из следующих комбинаций параметров: **Длина и витки, Длина и шаг, Шаг и витки**.
  Третий параметр будет вычислен автоматически, исходя из значений двух других. По умолчанию в качестве длины используется расстояние между начальной и конечной точкой оси спирали. При необходимости можно ввести значение длины вручную.
  При выборе комбинации **Длина и шаг,** шаг можно задавать как постоянным значением, так и графиком в зависимости от длины спирали.



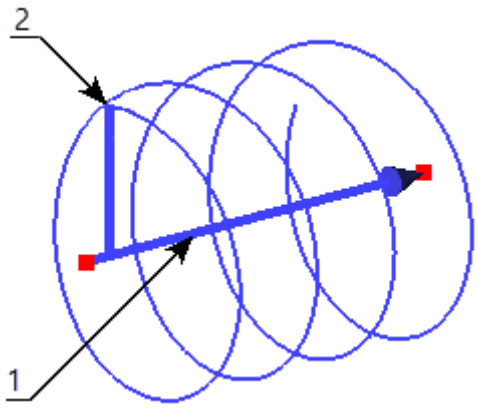
Длина винтовой кривой определена расстоянием между 3D узлами, задающими ось (дополнительно задан шаг винтовой кривой)



Длина винтовой кривой определена на основе заданных значений шага и количества витков (n=4)

Начало винтовой кривой спирали

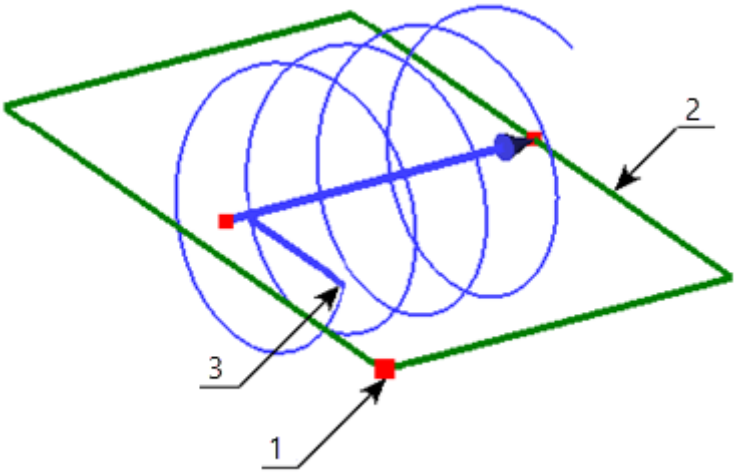
По умолчанию начало винтовой кривой выбирается системой произвольно. При необходимости его можно изменить, задав требуемое положение с помощью дополнительной 3D точки - **точки начала**. Дополнительно можно указать числовое значение **начального угла** поворота винтовой кривой.



1 - Ось

2 - Положение по умолчанию точки начала винтовой кривой

При задании точки начала, начало винтовой кривой переместится по заданному начальному радиусу на плоскость, проходящую через выбранную точку и ось спирали.

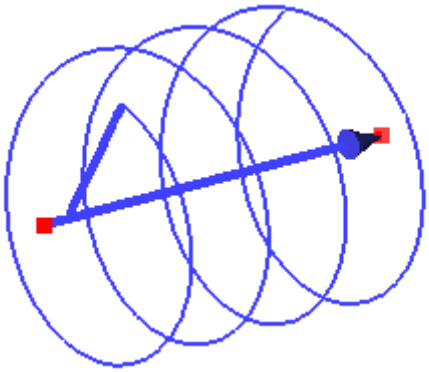


1 - Выбранная точка начала

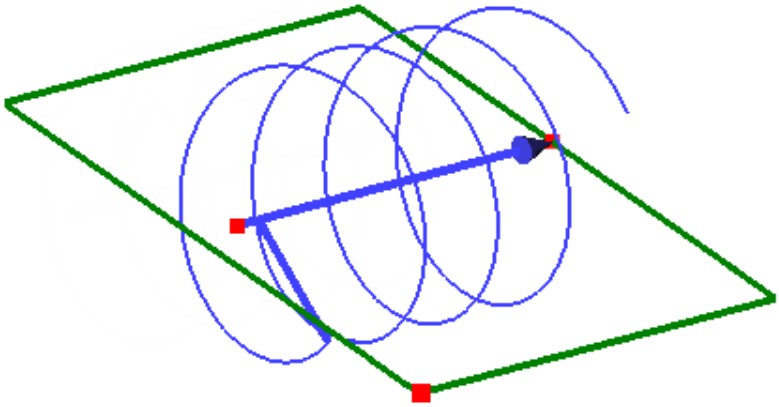
2 - Плоскость, проходящая через ось и точку начала

3 - Начало винтовой кривой

При одновременном задании точки начала и числового значения начального угла, угол откладывается от плоскости, проходящей через ось спирали и точку начала.



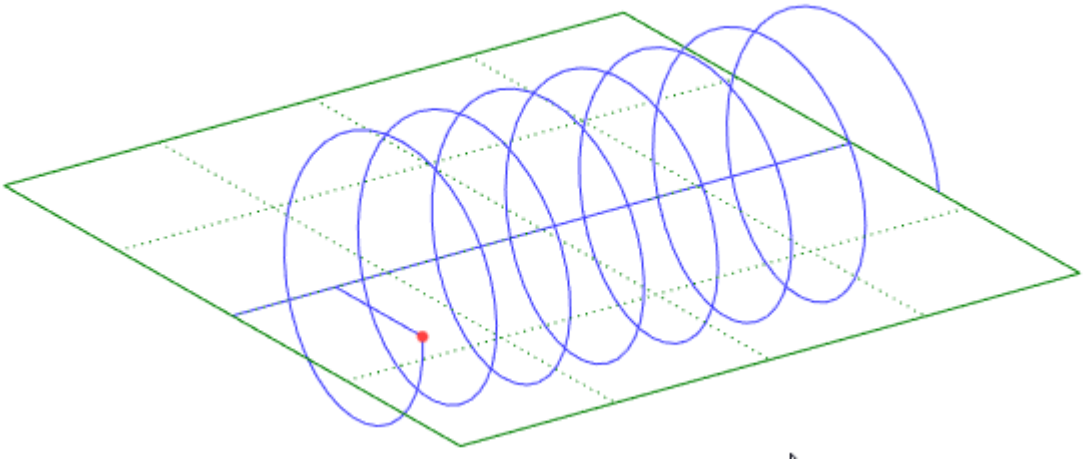
Задание начала винтовой кривой числовым значением начального угла (30°) без выбора точки начала



Задание начала винтовой кривой с помощью точки начала и числового значения начального угла (30°)

Использование точки начала для задания радиуса/диаметра

Если задать точку начала и снять флаг параметра начальный радиус/диаметр, то начальный радиус/диаметр винтовой кривой будет определяться положением точки начала. Это позволяет получить ассоциативную связь между точкой начала и радиусом/диаметром кривой, т.е. кривая будет перестраиваться при изменении положения точки начала.

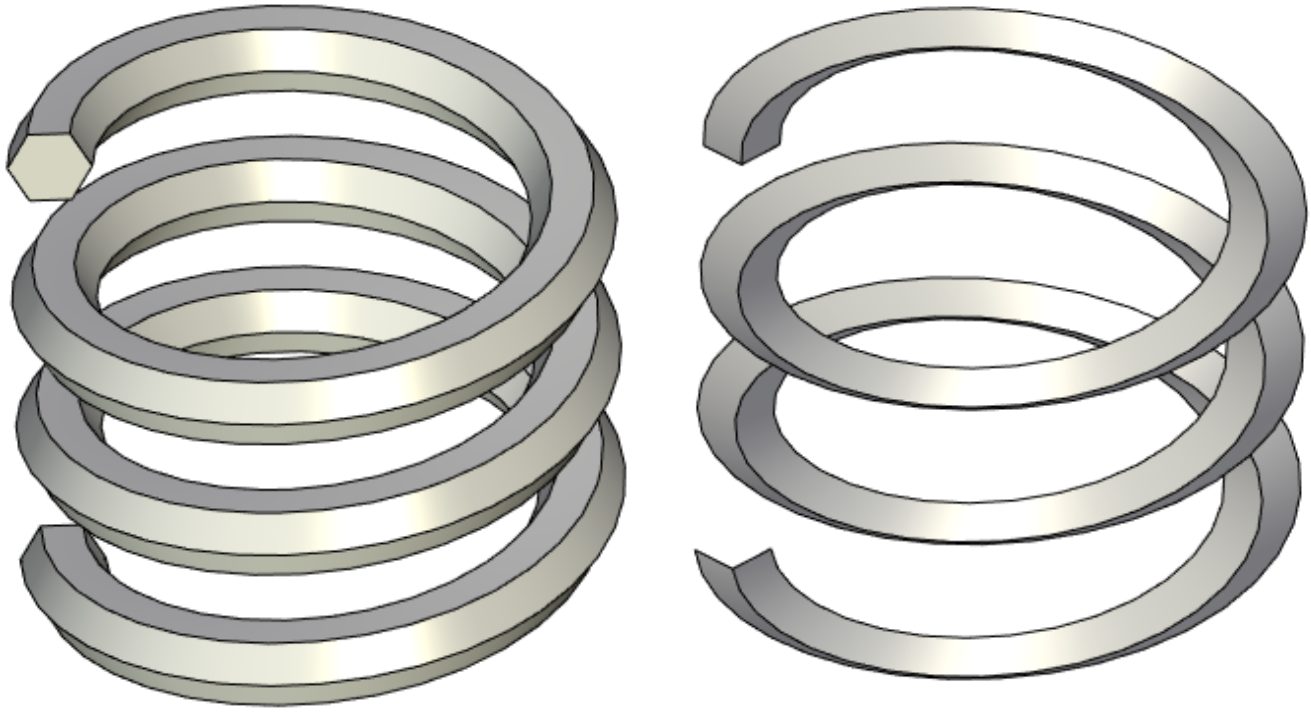


Радиус/диаметр винтовой кривой задан точкой начала

Профиль спирали и его ориентация в пространстве

В качестве профиля спирали можно выбрать 3D профиль, 3D путь, грань, цикл, ребро или набор связанных рёбер. При выборе замкнутого контура результатом операции будет твёрдое тело, незамкнутого - поверхность.

Профиль должен быть плоским, иначе операция выдаст ошибку.

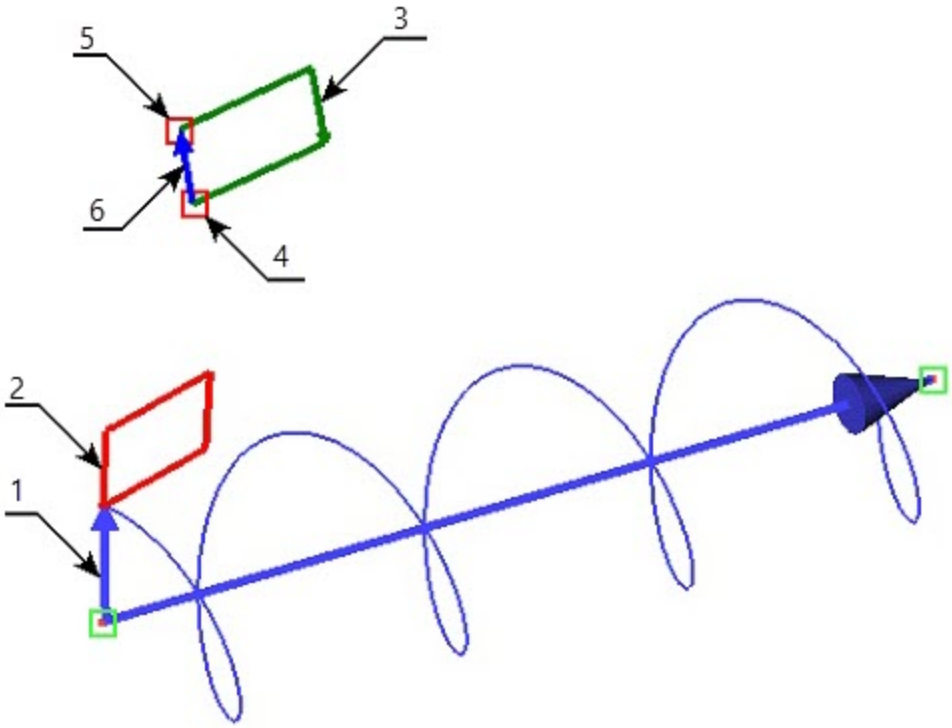


Спираль на основе замкнутого профиля

Спираль на основе незамкнутого профиля

Положение профиля в пространстве задаётся с помощью вектора привязки. Вектор привязки профиля спирали указывается с помощью двух 3D точек - начальной и конечной. Вектор привязки профиля, созданного на основе 2D построений, можно задавать с помощью двух 2D узлов на плоскости профиля.

При создании спирали первая точка вектора привязки профиля совмещается с конечной точкой радиус-вектора в начале спирали, а направление вектора совпадает с направлением радиус-вектора.



1 - Радиус-вектор

2 - Профиль спирали

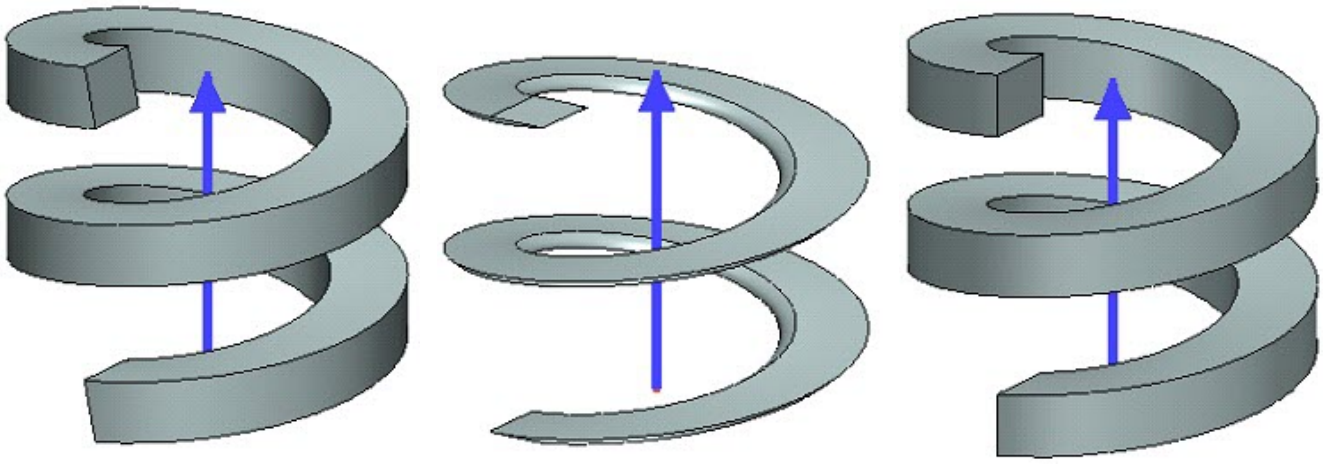
3 - Исходный профиль

4 - Первая точка привязки

5 - Вторая точка привязки

6 - Вектор привязки профиля

Затем профиль поворачивается вокруг вектора привязки до одного из следующих положений: **перпендикулярно винтовой кривой**, **перпендикулярно оси** или **параллельно оси**.

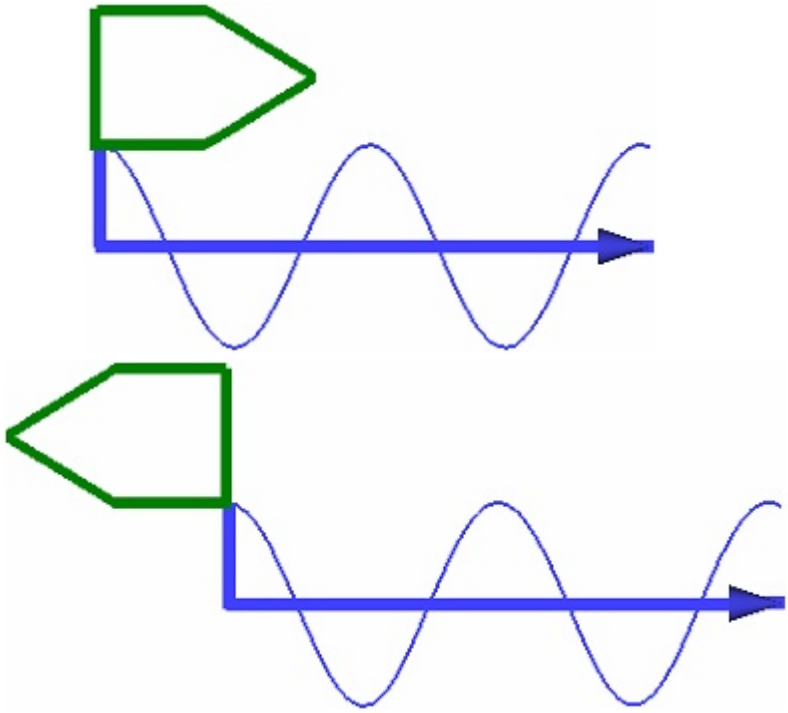


Перпендикулярно винтовой кривой спирали

Перпендикулярно оси спирали

Параллельно оси спирали

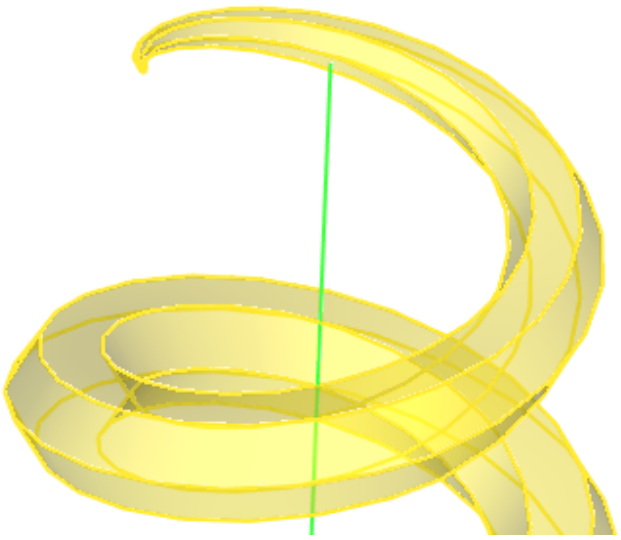
При необходимости можно развернуть профиль спирали вокруг радиус-вектора на 180 градусов.

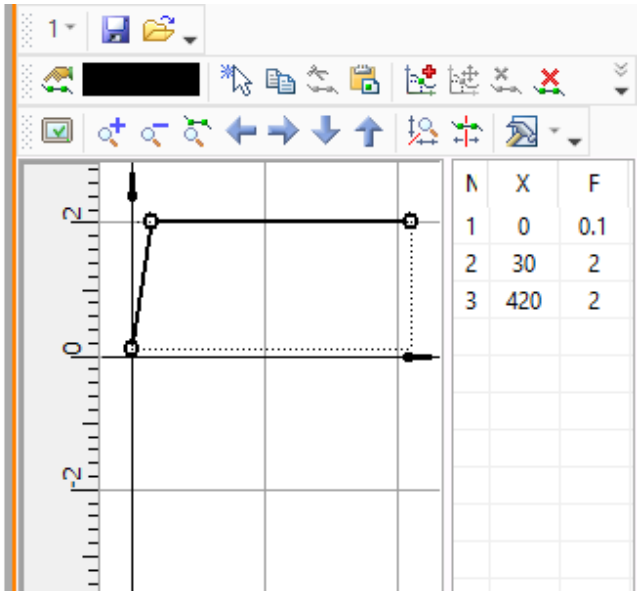


Масштабирование профиля спирали

По умолчанию выбранный профиль используется в неизменном виде. При необходимости можно изменить его **Масштаб**. Масштаб может быть задан как константой, так и графиком зависимости от длины спирали. Задание масштаба графиком позволяет, например, моделировать сбег резьбы.

Значение масштаба должно быть больше единицы, иначе операция выдаст ошибку.

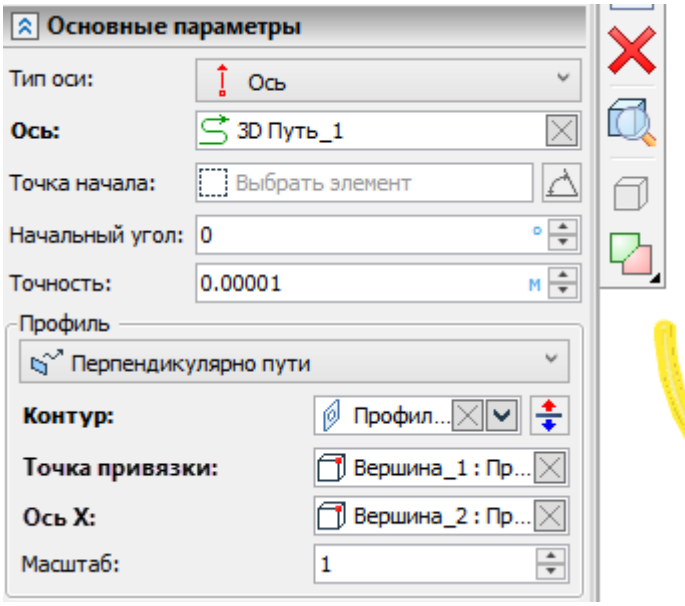


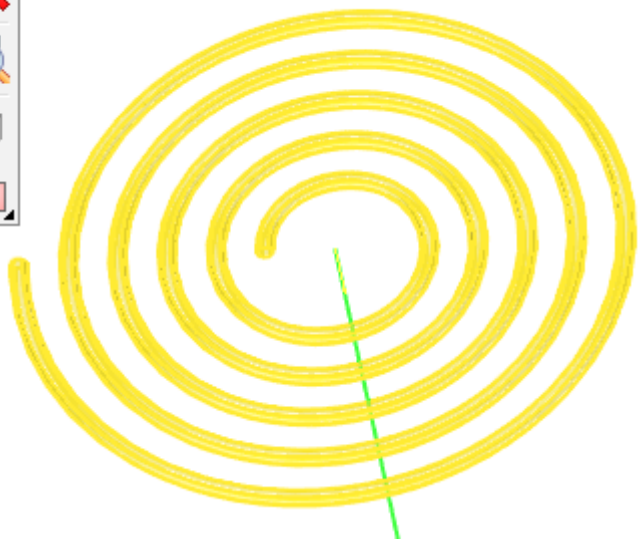


Плоская спираль

Спирали данного типа создаются с помощью следующей опции в команде **Спираль**:

Плоская



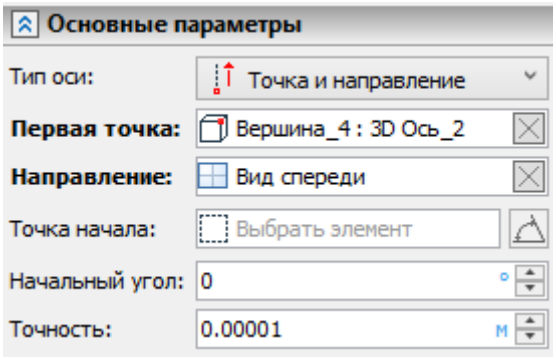


Для создания плоской спирали необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать тип оси
2. Задать ось спирали.
3. Выбрать стартовую точку и/или начальный угол (необязательное действие).
4. Выбрать профиль.
5. Задать вектор привязки профиля.
6. Задать ориентацию профиля в пространстве (необязательное действие).
7. Задать масштаб профиля (необязательное действие).
8. Задать шаг, число и направление витков винтовой кривой спирали (необязательное действие).
9. Задать радиус или диаметр спирали (необязательное действие).

10. Подтвердить создание операции .

Ось, точка начала, начальный угол



Для плоской спирали ось определяет направление нормали и положение плоскости, в которой строится спираль.
Доступны следующие **Типы оси**:

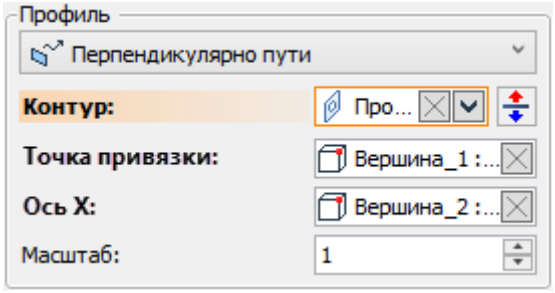
- **Две точки**
  Первая точка задает положение плоскости, **Вторая точка** - направление нормали.
- **Ось**
  Плоскость спирали располагается в начальной точке оси.
- **Точка и направление**
  Первая точка задает положение плоскости, **Направление** - направление нормали.

В зависимости от выбранного типа оси появляются поля **Первая точка, Вторая точка, Ось** и **Направление**, активируя которые можно выбрать в 3D сцене или дереве модели объекты, определяющие ось.

Точка начала позволяет выбрать начало генерации спирали. Если точка лежит в плоскости спирали, начало спирали будет лежать на прямой, проходящей через эту точку по нормали к оси. Если точка не лежит в плоскости спирали, результат зависит от состояния опции **Только для задания отсчёта угла**. При выключенной опции (по умолчанию) плоскость спирали сдвигается до точки начала, после чего начало спирали определяется аналогично описанному выше. При включенной опции точка начала проецируется на плоскость спирали. Если точка начала не выбрана, система автоматически выбирает произвольную точку в качестве начала спирали.
Начальный угол - угол поворота начальной точки спирали вокруг оси. Если задана **Точка начала**, угол отсчитывается от неё, в противном случае от автоматически выбранной в качестве начала произвольной точки.

Точность - значение допуска при котором объекты аппроксимируются или считаются совпадающими.

Профиль



В группе **Профиль** можно выбрать один из следующих вариантов ориентации профиля:

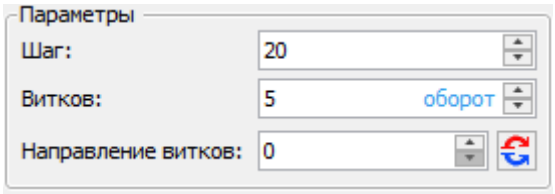
- **Параллельно оси**
  Профиль будет параллелен оси на протяжении всей длины спирали.
- **Перпендикулярно оси**
  Профиль будет перпендикулярен оси на протяжении всей длины спирали.
- **Перпендикулярно пути**
  Профиль будет перпендикулярен винтовой кривой на протяжении всей длины спирали.

Ниже находится поле **Контур**, активировав которое можно выбрать в 3D сцене или дереве модели объекты, задающие профиль спирали. Справа от данного поля находится кнопка **Перевернуть профиль**, поворачивающая профиль на 180 градусов вокруг вектора привязки.

После выбора контура требуется задать две точки, определяющие вектор привязки профиля. Начальная точка вектора точка задаётся с помощью поля **Точка привязки**, конечная - с помощью поля **Ось X**.

Под полями выбора точек привязки расположено поле для задания **Масштаба** профиля.

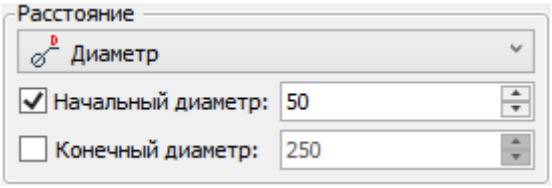
Параметры винтовой кривой



В группе **Параметры** можно задать **Шаг** и количество **Витков** спирали. Данные параметры должны быть больше нуля.

Параметр **Направление витков** и кнопка **Обратное направление витков** служат для переключения направления витков по или против часовой стрелки. По умолчанию кнопка не нажата и значение параметра равно нулю. Нажатие кнопки меняет значение на единицу. Также можно вводить значения вручную или с помощью переменных. Допустимы только целые положительные значения. Значения больше единицы равнозначны ей.

Радиус/диаметр



В группе параметров **Расстояние** можно задать изменение радиуса/диаметра спирали с каждым новым витком. Сначала надо выбрать нужный способ задания расстояния из двух вариантов:

- **Радиус**
- **Диаметр**

В зависимости от выбора будут доступны поля **Начальный** и **Конечный радиус** или **Начальный** и **Конечный диаметр.** Для применения данных параметров нужно установить флаг слева от требуемого параметра.

При применении **Начального** и **Конечного диаметра/радиуса** одновременно становится недоступным для редактирования поле **Шаг**, т.к в этом случае шаг рассчитывается автоматически, исходя из **диаметров/радиусов** и количества **витков**.

Смотрите также:

- Использование создаваемого тела в булевой операции
- Общие опции команд твердотельного моделирования
- Предварительный просмотр
- Общие параметры 3D элементов

Редактировать спираль

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<3ESR>	Правка > Операции > Спираль

Команда предназначена для изменения операций Спираль.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>,	Выполнить команду редактирования элемента

<Ctrl>+<E
>

	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

Если выбран один элемент, его можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо опцией <P>, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию). Перезадание элемента совпадает с командой **Спираль**.
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация <Shift>+ (комбинация <Ctrl>+ отменяет выбор).

Уклон граней

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Расширенные > Уклон > Уклон граней
Клавиатура	Текстовое меню
<3ТА>	Операции > Уклон > Уклон граней

Данная операция позволяет отклонять одну или несколько выбранных граней на заданный угол с автоматической коррекцией смежных граней. Для каждой уклоняемой грани можно задавать свой угол уклона. Уклон граней можно использовать, к примеру, при проектировании деталей, изготовляемых методом литья под давлением. Добавление уклонов в деталь позволяет обеспечить извлечение детали из матрицы.

Методы создания уклона граней

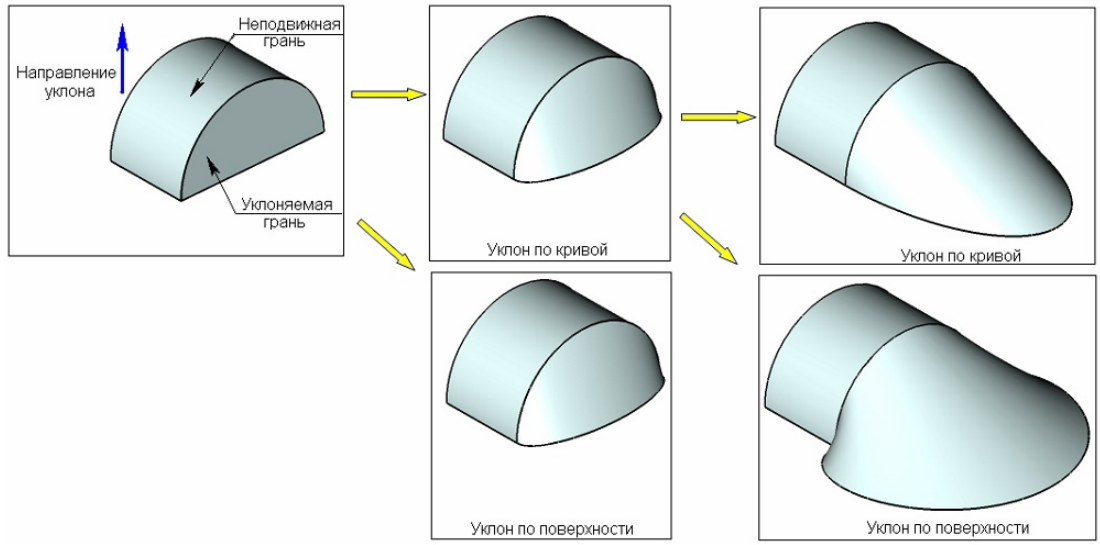
В операции предусмотрены различные методы формообразования уклоняемой грани:

- Стандартный
- По смещению
- По кривой
- По поверхности

Метод формирования уклона выбирается из выпадающего списка параметра **Метод**.
Метод формирования уклона **По смещению** может быть установлен автоматически при включении опции выбора грани смещения.
По умолчанию используется стандартный метод уклона граней. Он позволяет построить поверхность уклона, точно следующую форме исходной поверхности и заданному углу уклона.
В ряде случаев стандартный метод не позволяет создать требуемый уклон. В таких ситуациях можно использовать методы **По кривой** и **По поверхности**. Эти виды уклона менее строго следует форме исходной уклоняемой грани, что позволяет построить уклон в тех случаях, когда стандартный метод уклона не работает. Методы **По кривой** и **По поверхности** отличаются способом разрешения

неопределённости при создании поверхности уклона. В первом случае для построения уклона используется касательная к кривой неподвижного ребра, а во втором – нормаль к уклоняемой поверхности. Уклоны по кривой и по поверхности обычно применяются для придания детали более эстетического вида.

Во многих случаях методы По кривой и По поверхности дают одинаковое решение. Например, в примере на рисунке ниже разница между этими методами заметна только при повторном применении уклона.



Создание уклона граней

После вызова команды для создания уклона (кроме ступенчатого уклона и уклона по смещению) необходимо:

1. Указать направление уклона;
2. Задать требуемое количество пар неподвижная линию/уклоняемая грань;
3. Задать угол уклона (или набор углов уклона при уклонении нескольких граней);
4. Выбрать метод уклона (при необходимости);
5. Задать при необходимости дополнительные параметры (способ заделки стыков между уклоняемыми и неуклоняемыми гранями; между гранями, уклоняемыми на разные углы);
6. Завершить создание операции с помощью .

В диалоге параметров операции, вызываемом опцией , можно задать общие параметры операции.

Основные темы в этом разделе:

- Направление, уклоняемый и неподвижный элементы Уклона граней
- Величина Уклона граней
- Обработка стыков Уклона граней
- Ступенчатый Уклон граней
- Редактировать Уклон граней
- Дополнительные возможности Уклона граней

Направление, уклоняемый и неподвижный элементы Уклона граней

Направление уклона

Направление, от которого отсчитывается угол уклона граней, определяется вектором. Этот вектор может быть задан двумя способами.

- Первый способ предполагает выбор объекта, геометрия которого определяет вектор уклона: нормаль к грани, плоское ребро и т.д.
- Вектор может быть задан двумя 3D точками. Вторая 3D точка определяет направление вектора.

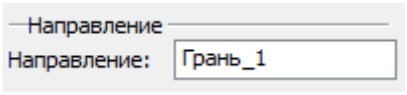
При проектировании литейных деталей нужно установить направление уклона по направлению разъёма пресс-формы.

Задание направления уклона

Для задания направления уклона одним 3D объектом используется опция:

<D> Выбрать направление уклона

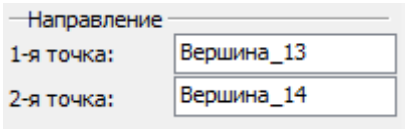
Данная опция позволяет выбирать в 3D сцене объекты, чья геометрия может определить вектор направления уклона. После выбора объекта его имя отображается в окне параметров.



Для задания направления уклона двумя 3D точками используются следующие опции:

<1> Выбрать первую точку направления уклона

<2> Выбрать вторую точку направления уклона



Выбранные элементы так же отображаются в окне параметров. Направление уклона отображается в виде вектора в 3D сцене.

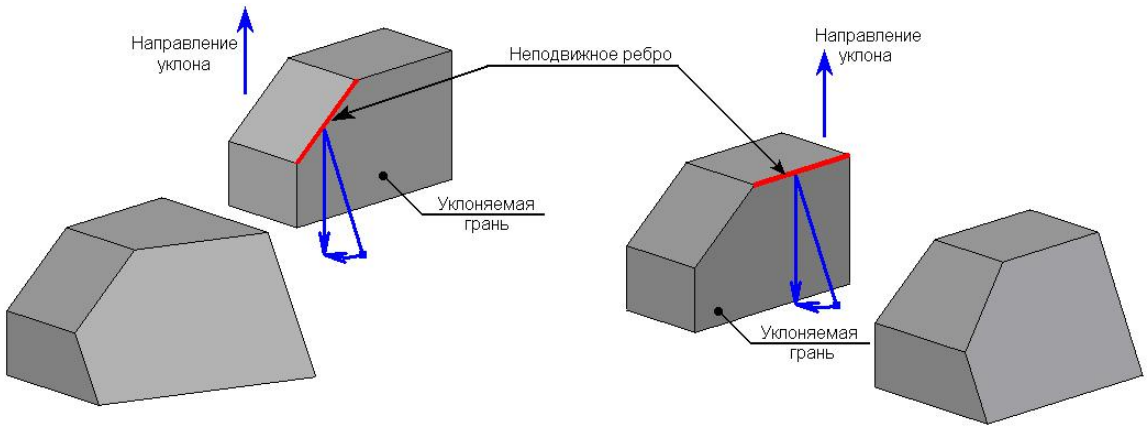
Отменить выбор направления можно при помощи опции:

<X> Отменить выбор направления

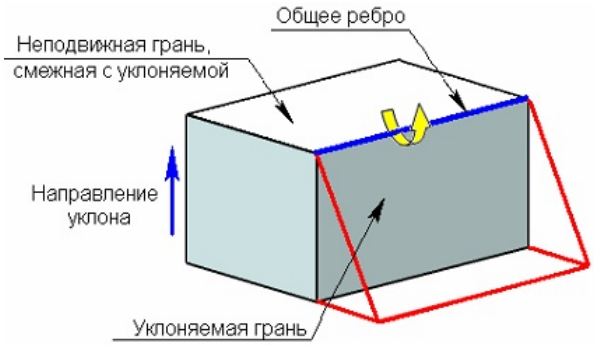
Неподвижное ребро/неподвижная грань уклона

Для каждой уклоняемой грани необходимо указать неподвижное ребро или грань.

Неподвижное ребро задаёт неподвижную линию уклона – линию на уклоняемой грани, которая не меняет своего положения в процессе уклона. Относительно неподвижной линии происходит построение поверхности уклона. Неподвижное ребро должно принадлежать тому же телу, что и уклоняемая грань.

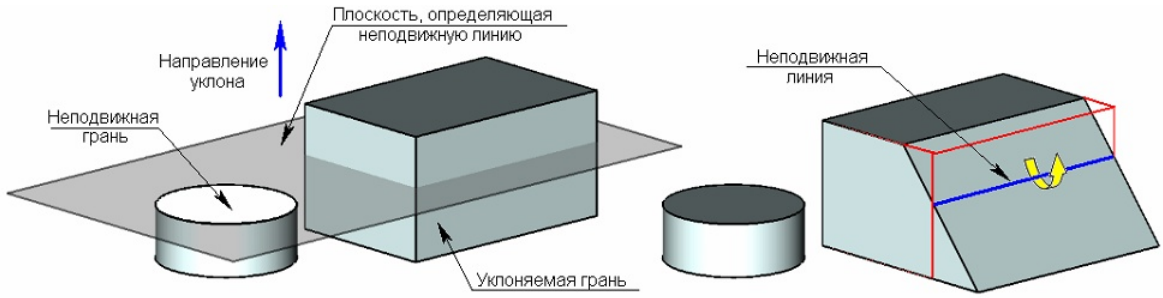


Вместо ребра можно указать неподвижную грань. Пересечение выбранной грани с уклоняемой гранью определяет неподвижную линию уклона.



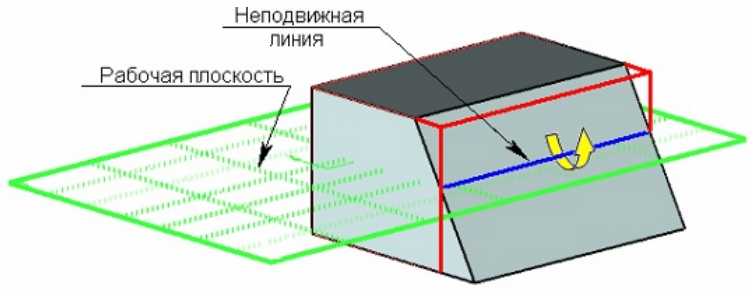
В отличие от неподвижного ребра, неподвижная грань может быть выбрана на другом теле. После выбора неподвижной грани команда строит плоскость на её основе до пересечения с уклоняемой гранью. Линия пересечения этой плоскости с уклоняемой гранью будет неподвижной линией, относительно которой будет строиться уклон грани.

Неподвижная грань может быть смежной с уклоняемой гранью. В этом случае общее ребро будет являться неподвижным ребром, относительно которого будет уклоняться грань.



Неподвижные рёбра и неподвижные грани определяются отдельно для каждой уклоняемой грани.

Вместо набора неподвижных граней можно указать одну рабочую плоскость. Она будет задавать неподвижную линию сразу для всех уклоняемых граней текущей операции. Неподвижная линия каждой уклоняемой грани будет определяться как пересечение выбранной рабочей плоскости с данной гранью.



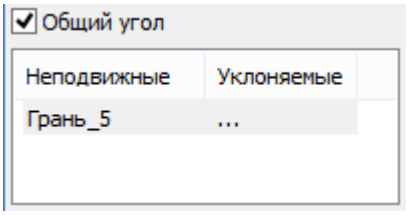
Задание неподвижного объекта и уклоняемой грани

После задания направления уклона команда предлагает определить неподвижную линию первой уклоняемой грани. Для этого используются следующие опции автоменю:

<T> Выбрать неподвижную грань

<E> Выбрать неподвижное ребро

<W> Выбрать рабочую плоскость



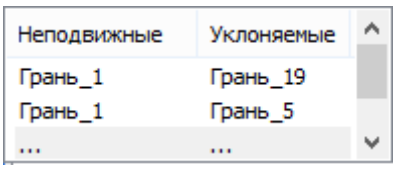
После выбора соответствующего элемента он будет добавлен в список **Неподвижные/Уклоняемые** окна параметров команды.

Затем система предложит выбрать уклоняемую грань. В автоменю станет активной опция:

<F> Выбрать уклоняемую грань

Выбранная уклоняемая грань также заносится в список **Неподвижные/ Уклоняемые** рядом с соответствующим ей неподвижным объектом.

> Неподвижная линия (ребро, грань, рабочая плоскость) и уклоняемая грань задаются попарно. Каждой уклоняемой грани должен соответствовать неподвижный объект, и наоборот.



Дальнейшее поведение команды зависит от типа выбранного неподвижного объекта. Если это было неподвижное ребро, то будет предложено выбрать следующее неподвижное ребро. Если же это были грань или рабочая плоскость, то система будет ожидать задания ещё одной уклоняемой грани. Выбранная ранее неподвижная грань/плоскость по умолчанию будет считаться неподвижным объектом для всех выбираемых затем уклоняемых граней. Для того, чтобы выбрать другой неподвижный объект, необходимо вручную активизировать соответствующую опцию (или), выбрать требуемый объект (грань или ребро), а затем указать уклоняемую грань.

Обратите внимание, что в рамках одной операции можно указывать только одну рабочую плоскость – она станет неподвижным объектом для всех уклоняемых граней.

Для создания уклона всех граней, смежных с одной неподвижной гранью, достаточно после выбора неподвижной грани включить следующую опцию автоменю:

<A> Выбрать все смежные уклоняемые грани

Все грани, смежные с заданной неподвижной гранью, будут автоматически выбраны как уклоняемые.

Для того, чтобы изменить уже заданные неподвижные объекты или уклоняемые грани, необходимо выбрать в списке **Неподвижные/Уклоняемые** нужную пару, включить опцию выбора требуемого объекта (, или) и выбрать его заново.

Удалить заданную пару неподвижный объект/уклоняемая грань можно, выбрав их в списке и нажав кнопку **Удалить** или клавишу <**Del**>.

Отменить выбор рабочей плоскости можно также при помощи опции:

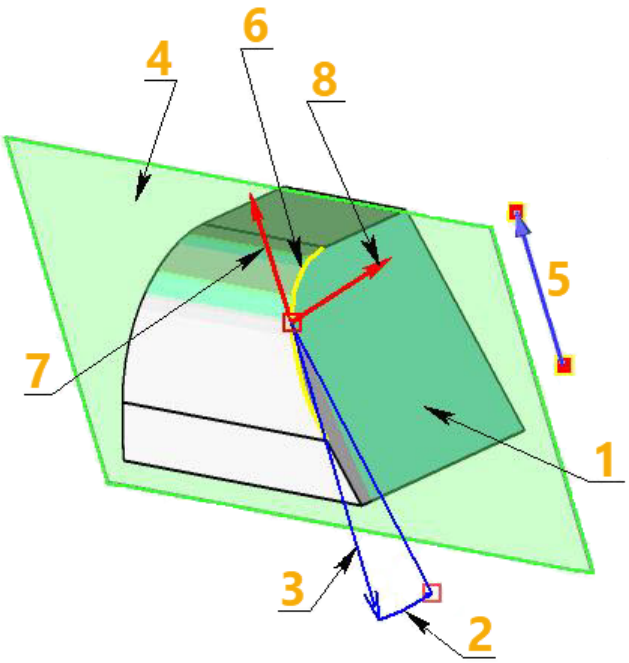
<X> Отменить выбор рабочей плоскости

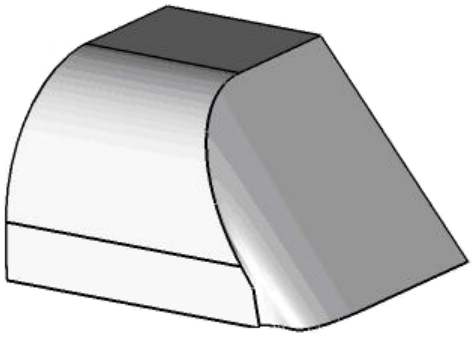
Величина Уклона граней

Отсчёт угла уклона

Угол уклона грани отсчитывается в соответствии со следующим алгоритмом:

- В каждой точке неподвижного ребра строится нормаль к уклоняемой грани.
- В эту же точку переносится вектор направления уклона.
- На основе этих двух векторов строится плоскость, в которой будет отсчитываться угол уклона.
- Далее определяется вектор, задающий нулевое значение угла уклона.
- Относительно этого вектора в плоскости откладывается угол уклона и строится результирующий вектор, через который будет проходить поверхность уклонённой грани.





1 - Уклоняемая грань

2 - Угол уклона

3 - Стрелка манипулятора,
отмечающая нулевое значение угла уклона

4 - Плоскость,
в которой отсчитывается угол уклона

5 - Направление уклона, заданное двумя 2D узлами

6 - Неподвижное ребро

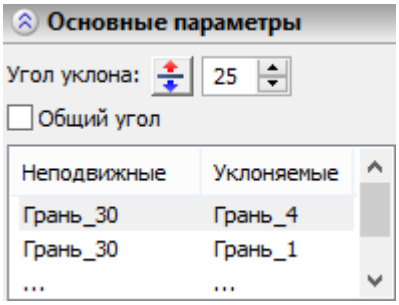
7 - Вектор направления уклона,
перенесённый в центр неподвижного ребра

8 - Вектор нормали к уклоняемой грани
в центре неподвижного ребра

Результат уклона грани

Задание угла уклона

Угол уклона задаётся числовым значением в параметрах операции. Он может быть как общим для всего набора пар неподвижных объектов и уклоняемых граней, или задаваться для каждой пары в отдельности. По умолчанию задается общий угол.



Если для определённой пары неподвижный объект/уклоняемая грань требуется задать отличное от общего значение угла, необходимо выполнить следующие действия:

- В окне параметров команды установить курсор на выбранную пару неподвижного и уклоняемого объектов.
- Снять галочку с параметра **Общий угол**.

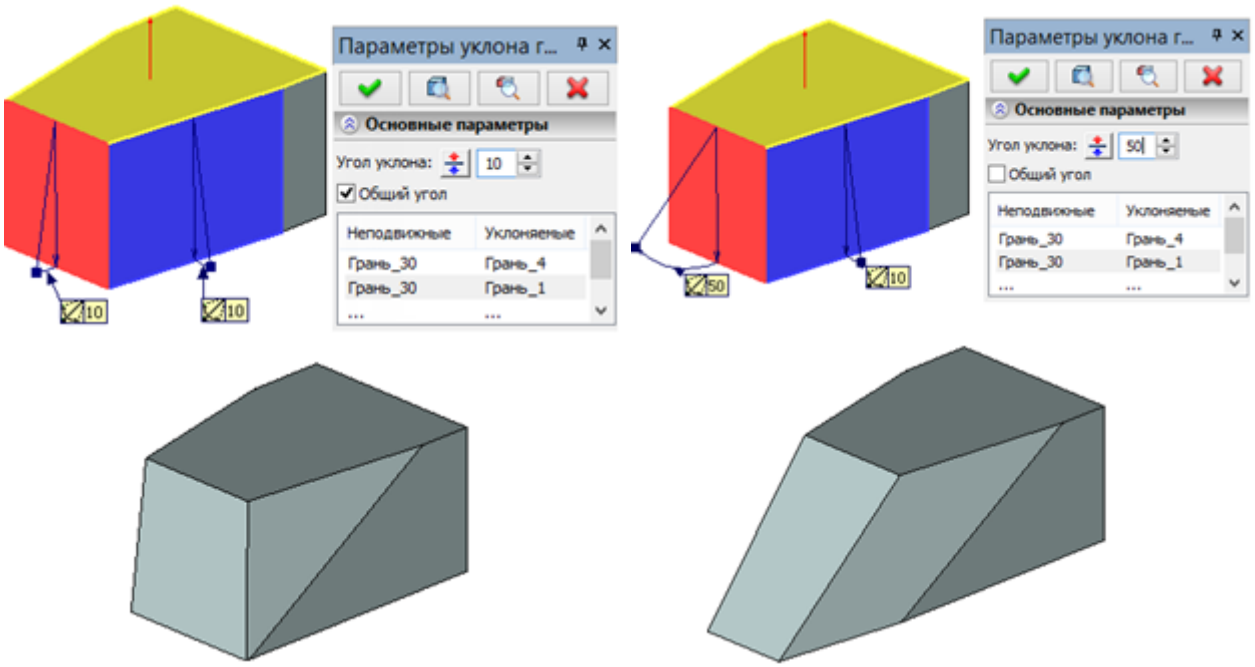
Задать значение угла для выбранной пары.

Для более наглядного задания углов уклона граней в команде предусмотрено использование манипуляторов. С помощью манипуляторов можно динамически изменять значение угла уклона.

> В некоторых сложных случаях манипуляторы могут не отображаться.

Манипулятор для задания угла уклона представляет собой два вектора, соединённые дугой окружности. Оба вектора берут свое начало от неподвижного объекта (грань, ребро). Направление первого вектора совпадает с направлением уклона. Направление второго вектора определяет положение результирующей грани. Изменение угла уклона производится перемещением конца второго вектора.

Для каждой пары неподвижный объект/уклоняемая грань в 3D сцене будет отображен свой манипулятор. Если для всех пар неподвижный объект/уклоняемая грань установлен общий угол, то достаточно изменить угол уклона при помощи любого из манипуляторов. Если для какой-либо пары выключен параметр "**Общий угол**", то изменение положения манипулятора приведет к изменению угла только для этой пары.



Изменить направление уклона грани можно либо задав отрицательное значение угла, либо включив кнопку в диалоге параметров уклона грани.

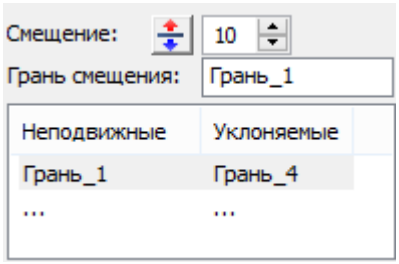
Задание уклона по смещению

Для создания **уклона граней по смещению** необходимо.

1. Задать направление уклона;
2. Указать неподвижную линию уклона;
3. Указать уклоняемую грань или набор граней;
4. Указать грань, в плоскости которой будет откладываться смещение;
5. Задать смещение уклоняемой грани;
6. Задать при необходимости дополнительные параметры (способ заделки стыков между уклоняемыми и неуклоняемыми гранями, между гранями, уклоняемыми на разные углы и т.п.);
7. Завершить создание операции с помощью .

Направление уклона, неподвижная линия уклона и уклоняемая грань указываются так же, как и при обычном уклоне. Для задания грани, в плоскости которой будет откладываться смещение, необходимо включить следующую опцию автоменю:

<O> Выбрать грань для построения уклона по смещению



Имя выбранной грани будет отображено в окне параметров команды (поле **Грань смещения**). Смещение задаётся числовым значением в параметре **Смещение**.

При задании грани для отсчёта смещения для параметра **Метод** автоматически устанавливается значение **Уклон по смещению**.

Обработка стыков Уклона граней

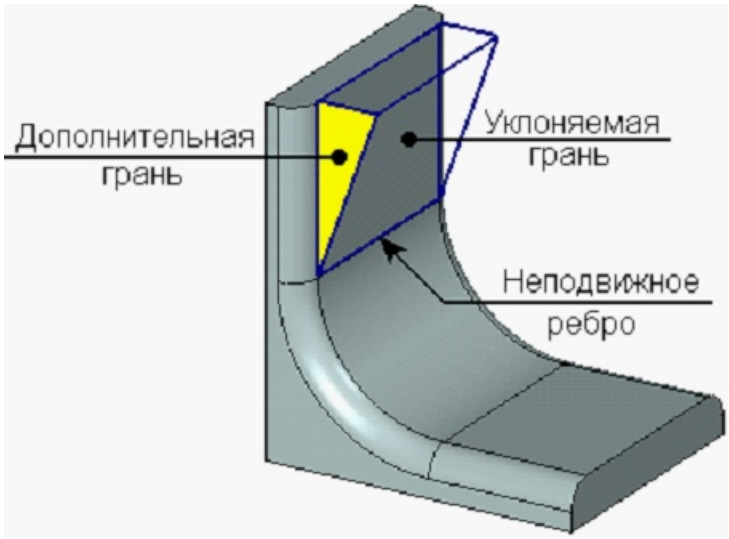
Обработка стыков между уклоняемыми и смежными с ними гранями

При выполнении уклона возможно возникновение разрывов между уклоняемыми и смежными с ними неуклоняемыми гранями. Для обработки таких разрывов можно использовать два способа:

- Создание дополнительных плоских граней;
- Продолжение поверхности неуклоняемой грани.

Первый способ предполагает создание дополнительной плоской грани для заделки разрыва. Второй способ позволяет сохранить сопряжение между этими гранями. При этом часть уклонённой грани будет отсечена поверхностью, построенной на продолжении смежной грани.

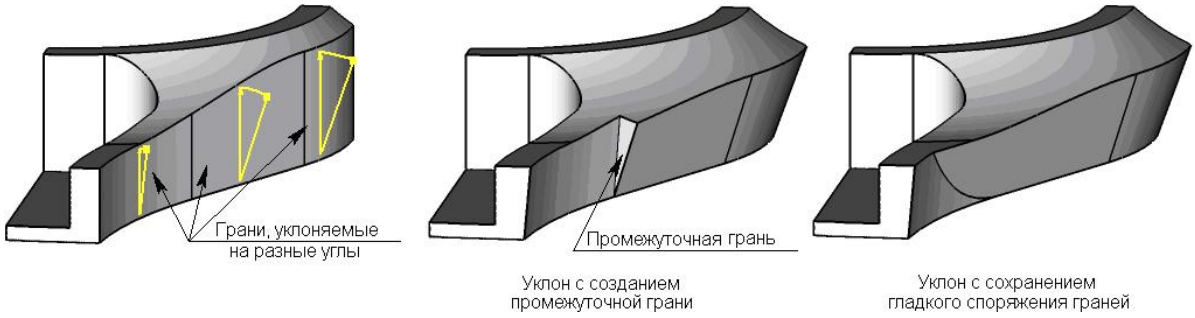
В некоторых случаях создание дополнительной грани является единственно возможным вариантом заделки разрыва на стыке граней. На рисунке справа представлен именно такой случай.



Обработка стыков между уклоняемыми гранями

При уклоне смежных граней на разные углы между ними возможно образование разрывов. Для исправления этой ситуации можно использовать следующие способы:

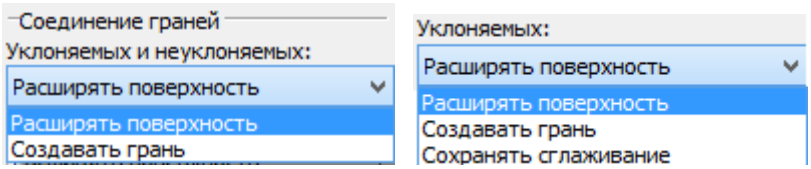
- Создание дополнительных плоских граней;
- Продолжение поверхности неуклоняемой грани;
- Сохранять сглаживание.



Задание обработки стыков между гранями

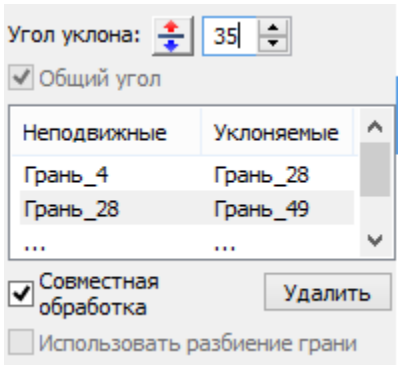
Выбрать метод соединения уклоняемой и смежной с ней гранями можно при помощи параметра **Соединение граней/Уклоняемых и неуклоняемых** в окне параметров команды.

Аналогично можно выбрать метод соединения между уклоняемыми гранями.



Совместная обработка граней

Для совместной обработки двух смежных граней необходимо указать одну из граней в качестве неподвижной для второй, и включить флажок **Совместная обработка** в окне параметров команды.



По такому же принципу можно совместно уклонять три и более граней.

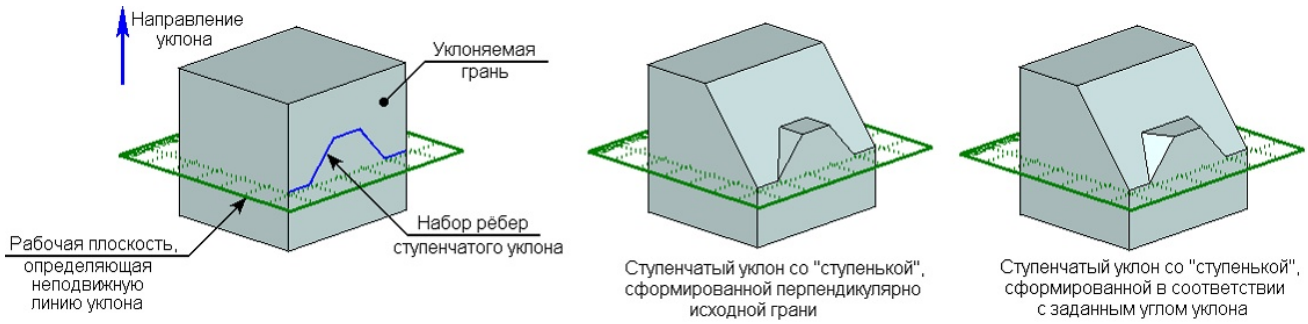
Ступенчатый Уклон граней

Для создания ступенчатого уклона задаются:

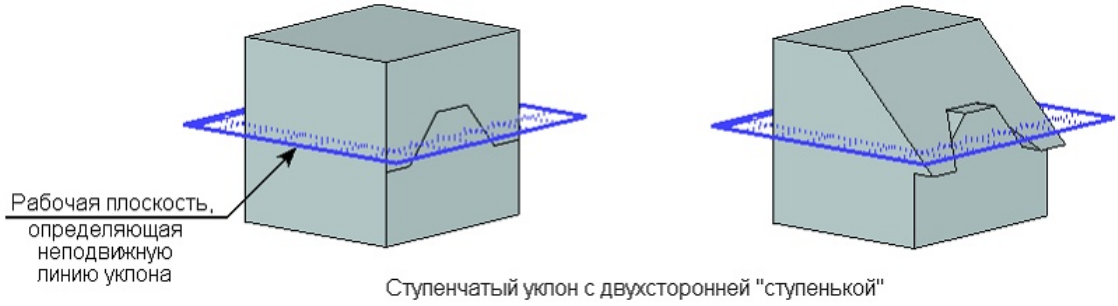
1. Направление уклона;
2. Неподвижная грань или рабочая плоскость;
3. Уклоняемая грань;
4. Непрерывная последовательность рёбер на уклоняемой грани, геометрия которых должна быть сохранена при выполнении уклона. Все рёбра заданной последовательности должны быть не параллельны вектору направления уклона.

Для добавления рёбер на уклоняемую грань можно использовать команду Разделить грань.

В результате уклоняемая грань поворачивается относительно неподвижной грани/рабочей плоскости. Вдоль линии, образованной заданной последовательностью рёбер, формируется ступенька. Дополнительные грани, формирующие ступеньку, могут быть созданы двумя способами: перпендикулярно исходной грани или под заданным углом уклона.

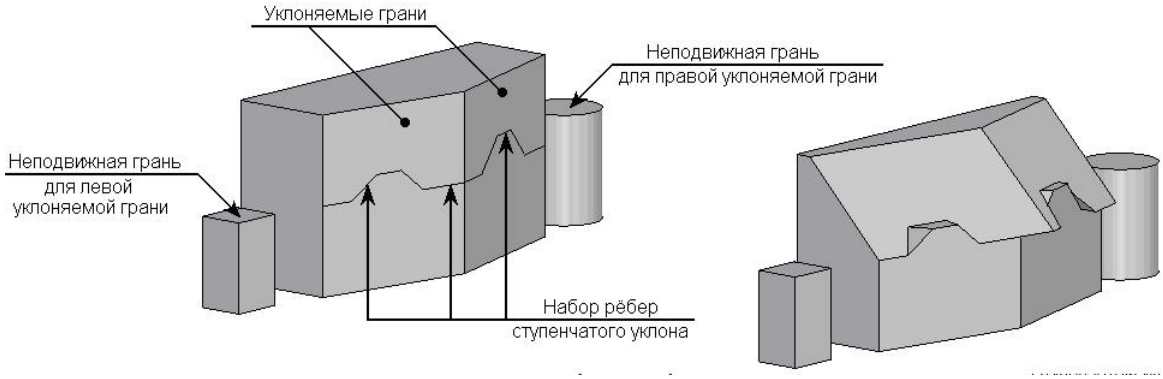


При создании ступенчатого уклона возможно создание двусторонней ступеньки.



Ступенчатый уклон с двухсторонней "ступенькой"

Ступенчатый уклон можно создавать сразу на нескольких гранях тела.



Создание ступенчатого уклона

Для создания **ступенчатого уклона граней** необходимо:

1. Задать направление уклона;
2. Указать неподвижную линию уклона;
3. Указать уклоняемую грань или набор граней;
4. Указать последовательность рёбер на уклоняемой грани;
5. Задать угол уклона (или набор углов уклона в случае выбора нескольких уклоняемых граней);
6. Указать способ создания дополнительных граней (по нормали или с уклоном);
7. Завершить создание операции с помощью .

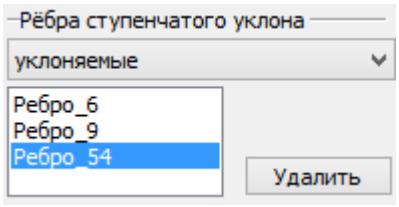
Направление уклона, неподвижная линия уклона и уклоняемая грань указываются так же, как и при обычном уклоне.

Для задания рёбер ступенчатого уклона необходимо включить опцию:

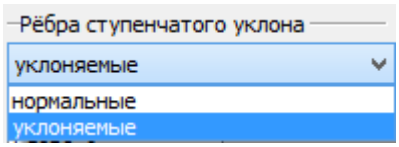
<G> Выбрать набор рёбер для ступенчатого уклона

При активизации этой опции команда переходит в режим выбора рёбер, относительно которого будет формироваться ступенчатый уклон.

Выбранные рёбра ступенчатого уклона будут занесены в соответствующий список окна параметров команды. Удалить выбранное ребро можно, выбрав его в списке и нажав на кнопку **Удалить**.



Способ создания дополнительных граней, образующих ступеньку, выбирается с помощью списка **Рёбра ступенчатого уклона**. Если установить значение **Нормальные**, грани будут сформированы перпендикулярно исходной грани. При значении **Уклоняемые** грани будут формироваться под заданным углом уклона.



Редактировать Уклон граней

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<ЗЕТА>	Правка > Операции > Уклон граней

Команда предназначена для редактирования Уклона граней.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, <Ctrl>+<E>	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

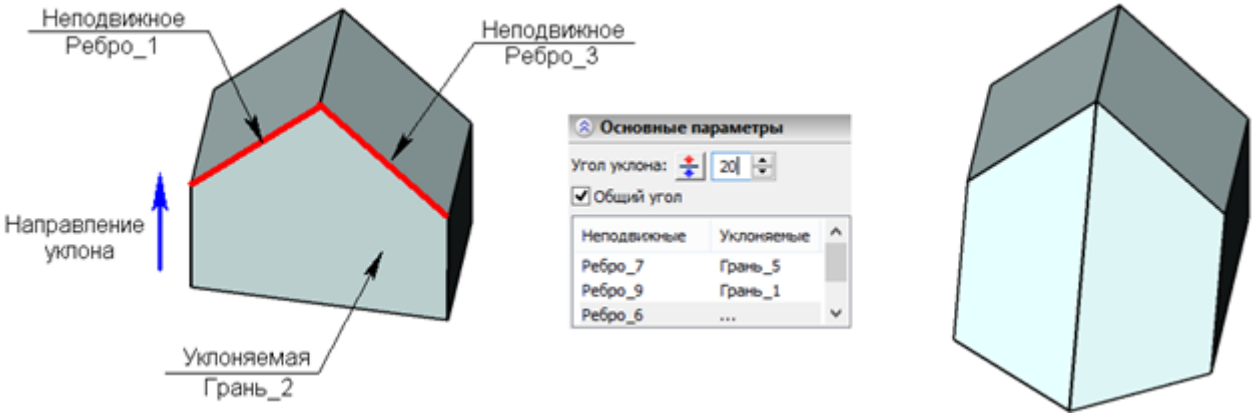
Если выбран один элемент, его можно удалить, выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию). Перезадание операции полностью совпадает с командой **Уклон граней**.

При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация <**Shift**>+ (комбинация <**Ctrl**>+ отменяет выбор).

Дополнительные возможности Уклона граней

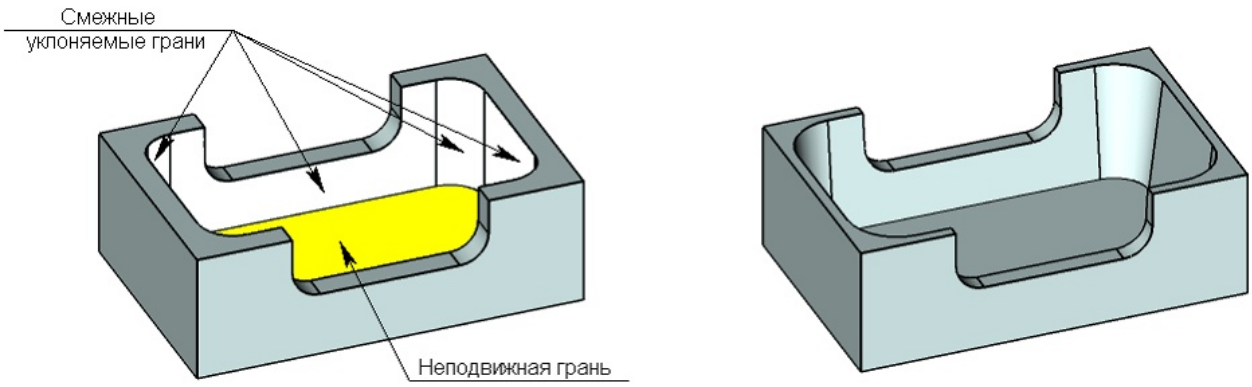
Уклонение грани относительно нескольких неподвижных граней/ребер

Операция позволяет создавать уклон выбранной грани относительно нескольких неподвижных граней или ребер. В результате создания операции уклоняемая грань разобьется на две части. Рёбра полученных граней будут иметь заданный угол уклона.



Уклон всех смежных граней

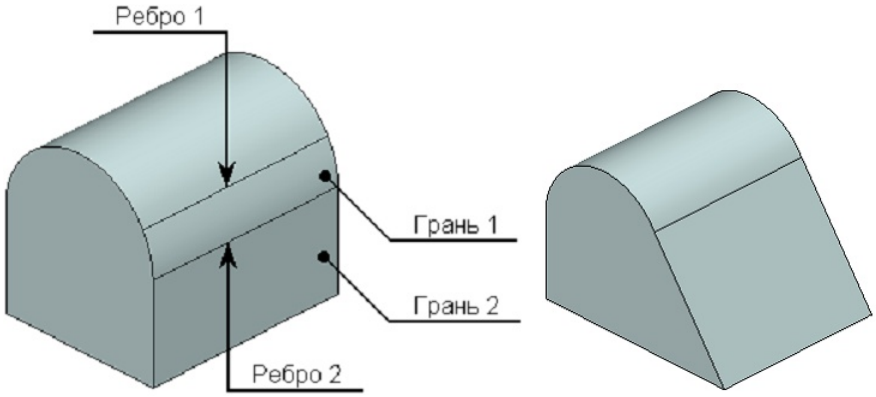
Для быстрого создания уклонов в команде предусмотрен режим уклона всех граней, смежных с неподвижной. В этом случае достаточно указать только неподвижную грань. Команда сама определит все смежные грани для уклона.



Совместная обработка смежных граней

Режим совместной обработки смежных граней позволяет производить одновременный уклон пары смежных граней, когда одна из уклоняемых граней служит неподвижной гранью для второй. В обычном режиме попытка выполнения такого уклона приведёт к возникновению ошибки.

На рисунке ниже приведён пример, в котором требуется одновременно уклонить две грани: Грань 1 и Грань 2. Для грани Грань 1 в качестве неподвижного ребра выбирается Ребро 1. Для Грани 2 неподвижная линия должна определяться гранью Грань 1 или ребром Ребро 2. Но и Грань 1, и Ребро 2 будут изменены при выполнении уклона. В этой ситуации может помочь режим совместной обработки граней. Включив его и указав Грань 1 в качестве неподвижного объекта для грани Грань 2, можно получить корректный уклон одновременно обеих граней.



Разбиение грани

Данный параметр используется в тех случаях, когда необходимо создать уклон криволинейной грани. Команда разбивает грань на участки, определяя ту позицию, при которой возможно создать поверхность уклона. Уклонённые участки будут проходить касательно к оставшейся криволинейной части грани, под заданным углом к вектору уклона.

Для создания уклона с разбиением грани необходимо выбрать разбиваемую грань в качестве неподвижной (уклоняемая грань в этом случае не указывается) и установить флажок **Использовать разбиение грани**.

Следует отметить, что данная функциональность разбиения грани осталась в команде для поддержания совместимости с предыдущими версиями T-FLEX CAD. Сейчас в команде Разделение грани можно различными способами разделить криволинейную грань на участки для последующего уклонения.

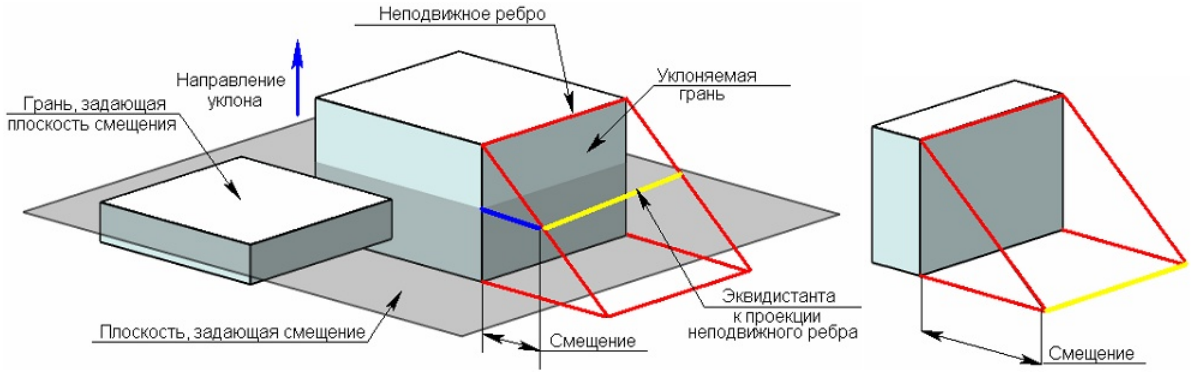
Уклон граней по смещению

Метод задания уклона по смещению позволяет определять величину уклона не по углу, а по смещению уклоняемой грани относительно исходного положения.

Механизм получения уклона методом по смещению следующий:

- На плоскость, выбранной для задания смещения грани, по направлению уклона проецируется неподвижная грань или ребро;
- Относительно спроецированной грани или ребра строится эквидистанта на заданное расстояние. В данном случае параметром уклона является смещение эквидистанты;

Результирующая поверхность будет проходить через эквидистанту к проекции неподвижного ребра.



Режим доработки 3D фрагмента

<Num0> Режим доработки 3D фрагмента

Опция автоматически становится доступной в автоменю команды при выборе элементов на фрагменте в сборке.

Уклон тела

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Расширенные > Уклон > Уклон тела
Клавиатура	Текстовое меню
<3ТВ>	Операции > Уклон > Уклон тела

Операция уклона тела позволяет формировать двусторонние уклоны граней тела относительно заданного направления уклона и разделяющего тела. Разделяющее тело делит исходное тело на две части: верхнюю и нижнюю, которые уклоняются отдельно друг от друга. В качестве разделяющего обычно указывается тело-поверхность, но можно использовать и твёрдые тела.
Для верхних и нижних уклонов операция позволяет задавать разные углы уклона. При необходимости можно задавать только верхний или нижний угол, т.е. создавать односторонний уклон тела.
Использование операции уклона тела позволяет значительно упростить процесс проектирования литых деталей и их формообразующих. Разделяющее тело соответствует поверхности разъёма, а направление уклона – направлению разъёма литейной формы.

Создание уклона тела

Для создания уклона тела необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать исходное тело.
2. Выбрать разделяющее тело.
3. Задать направление уклона.
4. Выбрать верхний набор рёбер.
5. Выбрать нижний набор рёбер (необходимо для двустороннего уклона).
6. Задать верхние и нижние углы уклона.
7. Задать дополнительные параметры уклона (метод создания уклона, способ обработки стыков между уклоняемыми гранями, угловое соединение и т.п.);
8. Завершить создание операции с помощью .

Основные темы в этом разделе:

- Общие сведения об Уклоне тела
- Создание Уклона тела
- Дополнительные параметры Уклона тела
- Задание дополнительных параметров Уклоне тела
- Редактировать Уклон тела

Общие сведения об Уклоне тела

Для создания уклона тела прежде всего необходимо указать само уклоняемое тело, разделяющее тело, наборы верхних и нижних неподвижных рёбер уклоняемого тела, направление и угол уклона.

Направление уклона

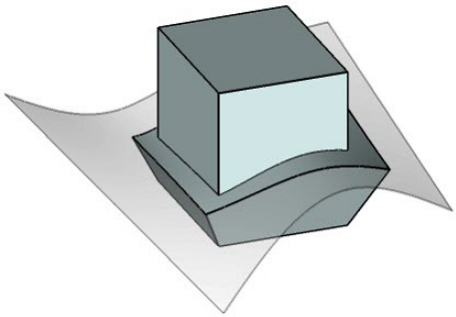
Направление уклона представляет собой ориентированный в пространстве вектор, относительно которого будут отсчитываться углы уклона граней.
Вектор направления уклона может быть определён двумя способами:

- Одним 3D объектом, геометрия которого может определить вектор;

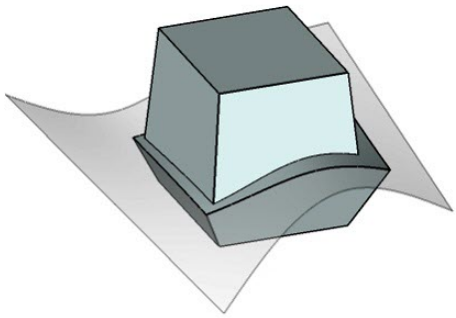
- Двумя 3D точками, задающими начало и конец вектора.

Разделяющее тело

Разделяющее тело используется для разделения исходного тела на две части, каждая из которых может уклоняться отдельно. При уклонении граней по обе стороны от разделяющего тела получается *двусторонний уклон*. При уклонении граней, расположенных с одной стороны от разделяющего тела, строится *односторонний уклон* тела.



Односторонний уклон

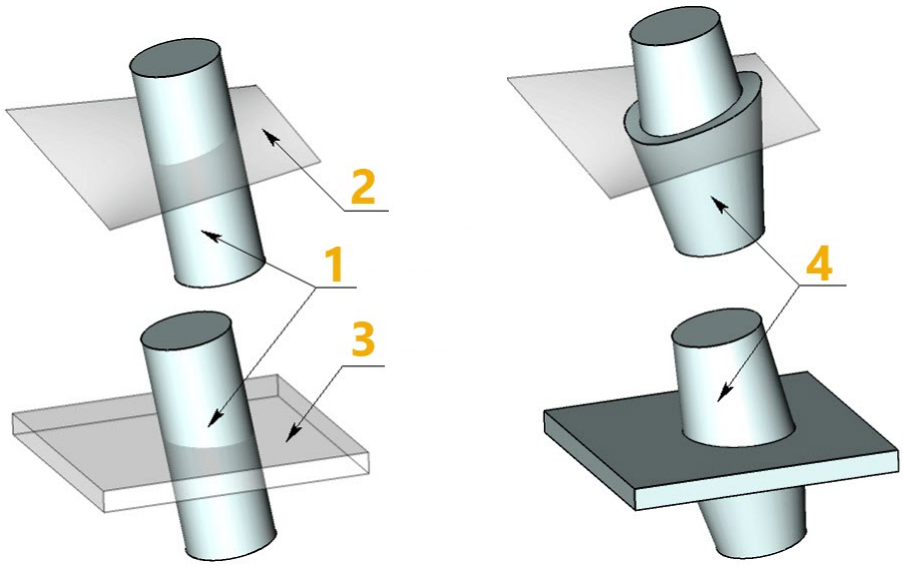


Двухсторонний уклон

В качестве разделяющего тела может быть использовано как тело-поверхность, так и твёрдое тело. Чаще всего в качестве разделяющего используется тело-поверхность. После выполнения операции разделяющее Тело остаётся в 3D сцене.

Разделяющее тело не должно иметь сквозных отверстий. Кроме того, разделяющее тело должно быть достаточно большим, чтобы полностью пересекать результирующее тело по направлению уклона.

Если в качестве разделяющего тела было выбрано твердое Тело, то в результате применения операции **Уклон тела** будет образовано одно Тело путем объединения уклоненного Тела с разделяющим.



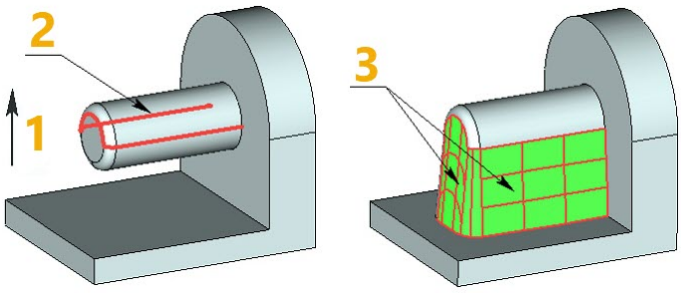
1 - Исходное тело

2 - Разделяющее тело-поверхность

3 - Разделяющее твёрдое тело

4 - Результат применения операции

В качестве разделяющего тела может быть использовано само исходное тело. На рисунке ниже изоклина граней исходного тела была выбрана в качестве исходных рёбер для создания уклона. В качестве разделяющего тела выступает само исходное тело.



1 - Направление уклона

2 - Изоклина граней исходного тела

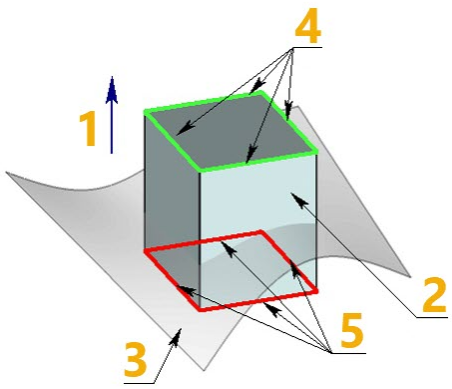
3 - Добавленный материал

Неподвижные рёбра/грани

Для формирования двустороннего уклона тела требуется указать два набора рёбер: **верхние** рёбра и **нижние** рёбра.

Верхним и нижним набором исходных рёбер будем условно называть рёбра исходного тела, расположенные соответственно выше и ниже разделяющего тела по направлению уклона. Рёбра

задают грани, для которых требуется построить уклон, а также определяют неподвижные линии этих граней.



1 - Направление уклона

2 - Исходное тело

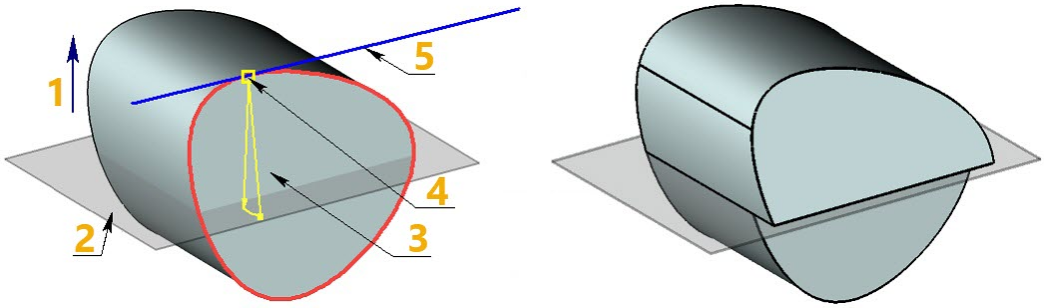
3 - Разделяющее тело

4 - Верхний набор рёбер

5 - Нижний набор рёбер

Можно выбрать только один набор неподвижных рёбер (верхний или нижний). В этом случае будет сформирован односторонний уклон.

Вместо исходных рёбер можно указывать сами исходные грани. Например, при создании уклона тела может возникнуть ситуация, когда невозможно выбрать исходные рёбра верхнего и нижнего набора. Либо этих рёбер не существует, либо их геометрия не позволяет сформировать уклон тела. В этом случае для уклона указываются наборы исходных граней, по которым определяются виртуальные рёбра для построения уклона тела. Если, например, грань выбрана как верхняя, то команда автоматически определяет наивысшую точку этой грани по заданному направлению уклона. В этой точке определяется виртуальное ребро, проходящее касательно к ребру выбранной грани и перпендикулярно вектору направления уклона.



1 - Направление уклона

2 - Разделяющее тело

3 - Выбранная верхняя грань

4 - Наивысшая точка грани по направлению уклона

5 - Виртуальное ребро

Угол уклона

Угол уклона задаётся отдельно для верхнего и нижнего набора рёбер, т.е. для верхних и нижних граней. В рамках каждого набора все грани будут иметь одинаковый угол уклона.

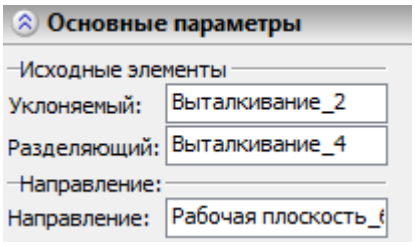
Создание Уклона тела

Выбор исходного тела

При входе в операцию **Уклон тела** режим выбора исходного тела активизируется автоматически.

<S> Выбрать исходное тело

Выбрать исходное тело можно либо в сцене, либо в дереве 3D модели. После выбора исходного тела в окне параметров будет отображена соответствующая операция исходного тела.



Выбор разделяющего тела

После выбора исходного тела происходит переход в режим выбора разделяющего тела. Для выбора твердого тела или тела-поверхности в качестве разделяющего в автоменю команды предусмотрены следующие опции:

<A> Выбрать разделяющее твердое тело

<H> Выбрать разделяющее тело-поверхность

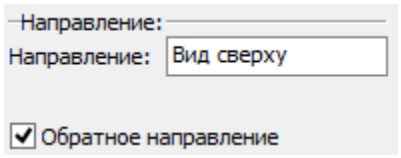
При использовании одной из этих опций для выбора разделяющего тела, соответствующим образом настраивается селектор. Например, в режиме выбора тела-поверхности в качестве разделяющего могут быть использованы следующие объекты: грань, 3D профиль, операция (поверхность). Кроме того, фильтры выбора объектов можно настроить и с помощью панели фильтров.
В режиме выбора твердого тела в качестве разделяющего доступен выбор только объектов с твердотельной геометрией
Имя объекта, используемого в качестве разделяющего тела, отображается в окне **Параметры**.

Задание направления уклона

Следующим шагом создания операции является выбор элемента для задания направления уклона. Это можно сделать при помощи опции:

<D> Выбрать направление уклона

Как и в большинстве других операций, опция выбора направления уклона позволяет выбирать различные 3D элементы, определяющие вектор направления. Объект, задающий направление, отображается в окне параметров.

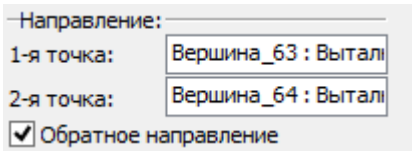


Для изменения направления уклона на противоположное следует включить параметр **Обратное направление**.
Также направление уклона можно задать при помощи двух 3D точек. Для этого предусмотрены следующие опции:

<1> Выбрать первую точку направления уклона

<2> Выбрать вторую точку направления уклона

Выбранные элементы отображаются в окне параметров.



Отменить выбор направления можно при помощи опции:

<K> Отменить выбор направления

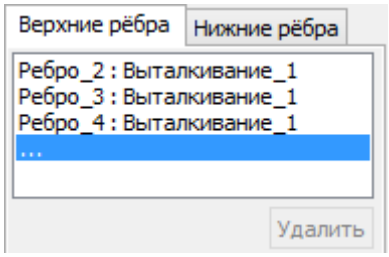
Выбор неподвижных рёбер

Выбор набора рёбер осуществляется непосредственно в 3D окне. Для создания одностороннего уклона достаточно выбрать только верхний набор рёбер. Для двустороннего уклона необходимо выбрать еще и нижний набор рёбер. Для этого используются следующие опции:

<T> Выбрать верхние рёбра

<B> Выбрать нижние рёбра

Каждое выбранное ребро будет добавляться в список рёбер в окне **Параметры**. Переключение режима выбора верхнего или нижнего набора рёбер можно осуществить либо при помощи опций автоменю, либо переключением соответствующих закладок в диалоге окна **Параметры**. Для удаления ребра нужно выбрать его в списке, нажать кнопку **Удалить** или клавишу **<Del>**.



Опции и можно использовать совместно с режимом выбора последовательности гладко сопряжённых рёбер, который активируется опцией:

<G> Режим выбора последовательности гладко сопряжённых рёбер

> Последовательностью гладко сопряжённых рёбер называется набор рёбер, образующий замкнутую или разомкнутую неразрывную кривую, не имеющую изломов (обеспечивается непрерывность по первой производной).

При использовании данного режима автоматически выбираются все рёбра, способные составить гладкую последовательность вместе с выбираемым ребром.
Для отмены выбора всех рёбер служит следующая опция:

<R> Отменить выбор всех рёбер

Выбор неподвижных граней

Для выбора нижних и верхних граней предусмотрены следующие опции:

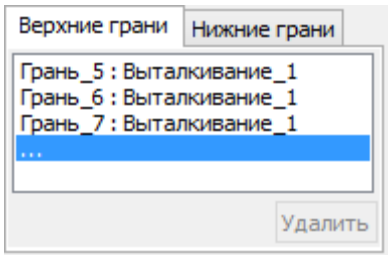
<U> Выбрать верхние грани

<O> Выбрать нижние грани

Перейти в режим выбора верхних и нижних граней также можно, указав курсором на пустую строку в окне **Параметры** на закладках диалога **Верхние и нижние грани**. Выбор граней, так же как и рёбер, осуществляется в 3D окне. Выбранные грани будут добавлены в список граней в окне **Параметры**. Для удаления грани нужно выбрать ее в списке, нажать кнопку **Удалить** или клавишу <**Del**>.

Для отмены выбора всех граней служит опция:

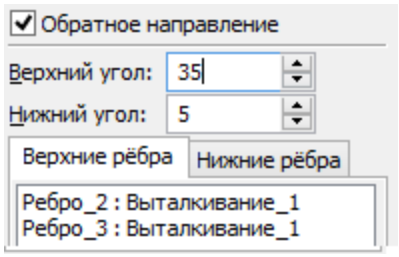
<Z> Отменить выбор всех граней

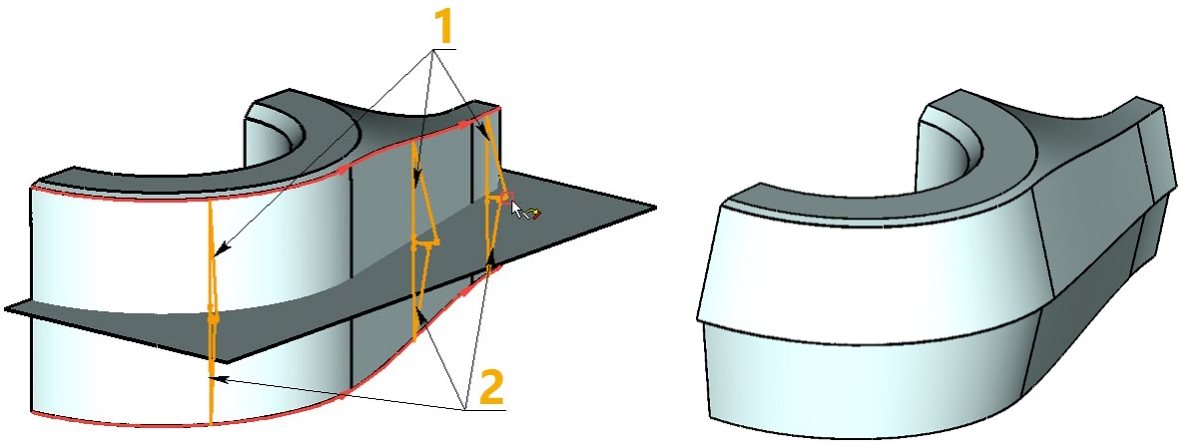


Задание углов уклона

В команде существует возможность задания углов уклона верхней и нижней граней исходного тела. Задать углы можно, указав значение в диалоге окна **Параметры**.

Изменить значения углов уклона можно и при помощи манипуляторов. После того как были определены рёбра, относительно которых будет строиться уклон тела, в 3D окне будут отображены манипуляторы для изменения углов. Принцип действия этих манипуляторов такой же, как и манипуляторов, используемых для задания углов уклона в команде Уклон граней.





1 - Манипуляторы для задания верхнего угла

2 - Манипуляторы для задания нижнего угла

На этом этапе в автоменю становится доступна опция:

<Ctrl>+<Enter> Закончить ввод

В диалоге параметров операции, вызываемом опцией , можно задать общие параметры операции.

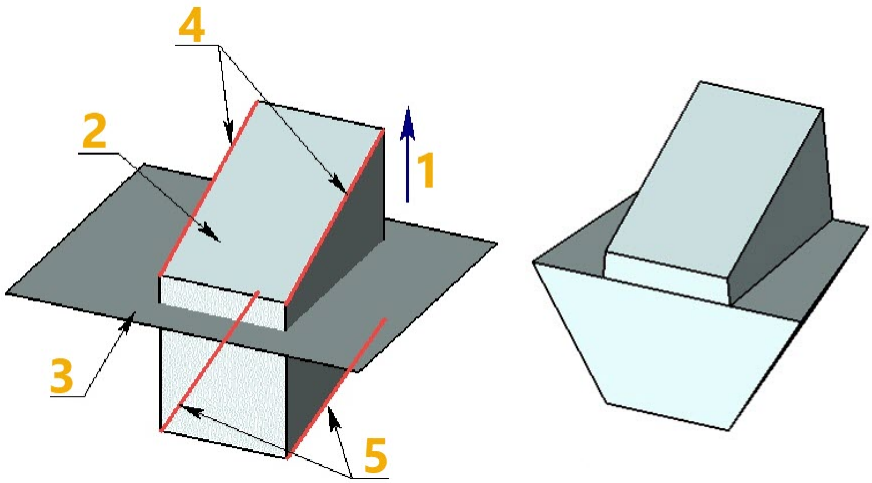
Дополнительные параметры Уклона тела

Угловое соединение

В результате выполнения двустороннего уклона по линии раздела уклоняемых граней тела может образоваться разрыв-ступенька вследствие неравномерного смещения верхних и нижних граней. Избежать образования ступеньки можно, используя режим *углового соединения*.

При создании углового соединения система автоматически корректирует смещения верхних и нижних отклоняемых граней таким образом, чтобы они имели общее ребро (на разделяющем теле). Корректировка смещений всегда производится путём добавления материала.

Угловое соединение может быть создано только при построении двустороннего уклона с разделяющим телом-поверхностью.



Уклон тела без углового соединения

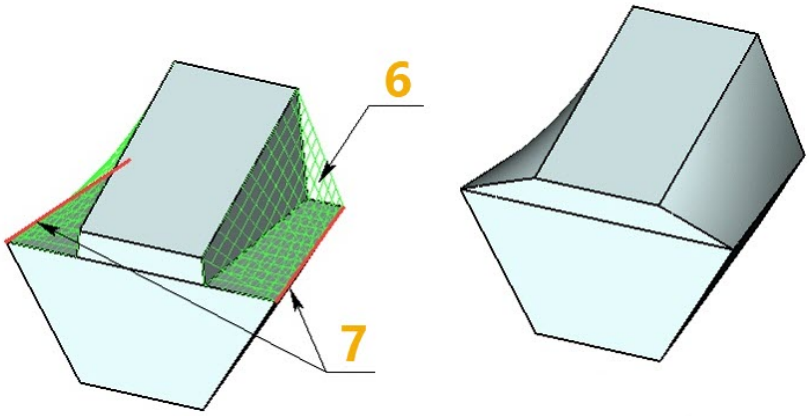
1 - Направление уклона

2 - Исходное тело

3 - Разделяющее тело-поверхность

4 - Верхний набор рёбер

5 - Нижний набор рёбер



Уклон тела с угловым соединением

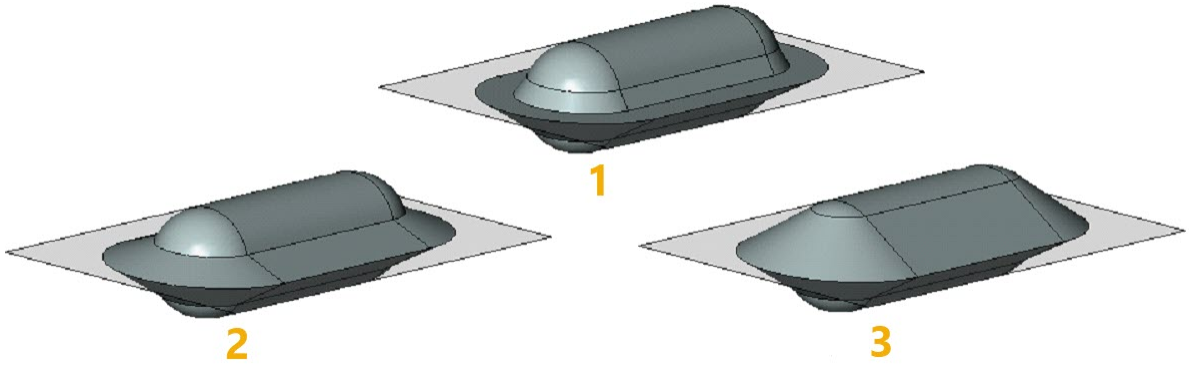
6 - Добавленный материал

7 - Общие рёбра отклонённых граней

Формирование углового соединения может осуществляться одним из следующих методов.

- **От ребра** – материал добавляется от определяющего данную грань ребра. Границы скорректированной грани будут включать в себя исходное ребро, заданное для этой грани (или часть ребра).

- **По касательной к грани** – материал добавляется таким образом, чтобы исправленная поверхность была касательной к соседним граням (там, где это возможно). Исходные рёбра при этом могут быть удалены и заменены новыми, сформированными на основе линии пересечения скорректированной грани и соседней грани.
- **Комбинация первых двух вышеописанных методов** – в зависимости от геометрии получающегося тела система выбирает для каждой уклоняемой грани, нуждающейся в коррекции, свой метод формирования углового соединения. Приоритет отдаётся методу **От ребра**. Если для какой-то грани его использовать не удаётся, применяется метод **По касательной к грани**.

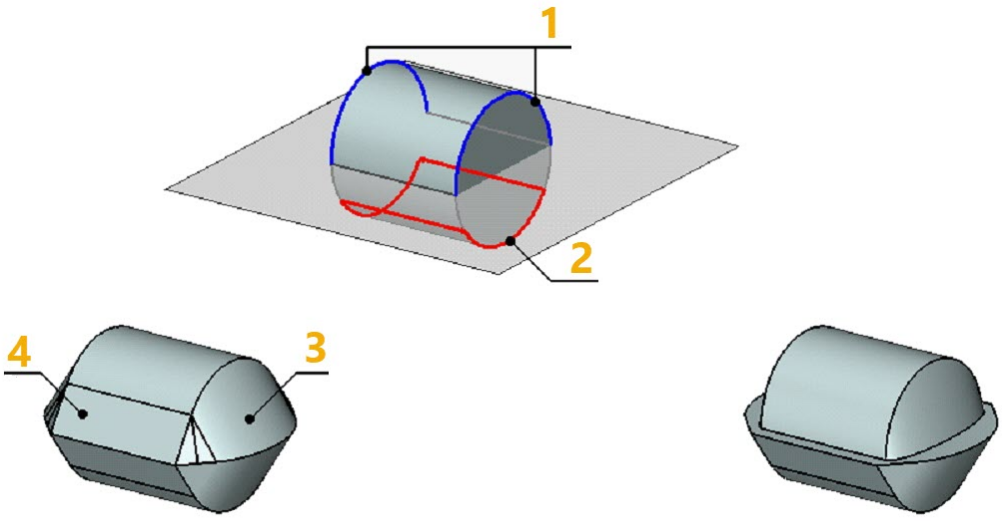


1 - Результат уклона без углового соединения

2 - Угловое соединение методом **От ребра**

3 - Угловое соединение методом **По касательной к грани**

На рисунке ниже приведён пример создания углового соединения с использованием комбинации двух методов. Верхний набор рёбер уклона здесь является незамкнутым, и для боковой цилиндрической грани невозможно применить метод **От ребра**. Поэтому для создания углового касания на боковых гранях уклонённого тела был использован метод **По касательной к грани**. На торцевых гранях коррекция осуществлена методом **От ребра**.



Уклон тела с комбинацией методов углового соединения

Уклон тела без углового соединения

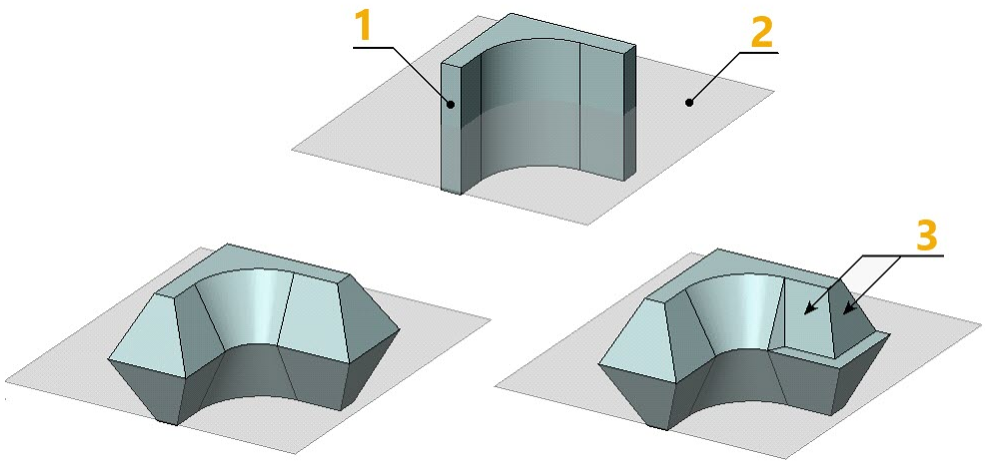
1 - Верхний набор рёбер

2 - Нижний набор рёбер

3 - Угловое соединение методом **От ребра**

4 - Угловое соединение методом **По касательной к грани**

По умолчанию в режиме углового соединения система корректирует смещения всех уклоняемых граней. При необходимости можно запретить коррекцию смещения любой из уклоняемых граней.



Уклон с угловым соединением всех уклоняемых граней

Уклон с исключением части граней из углового соединения

1 - Исходное тело

2 - Разделяющее тело

3 - Грани, исключаемые из углового соединения

Метод создания уклона

В команде предусмотрены следующие методы формирования уклона тела:

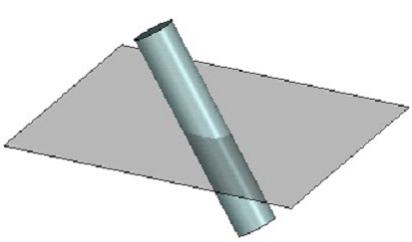
- **Стандартный** – позволяет построить поверхность уклона, точно следующую форме исходной поверхности и заданному углу уклона.
- **По кривой**, По поверхности – менее строго следуют форме исходных уклоняемых граней, что позволяет построить уклон в тех случаях, когда стандартный метод уклона не работает.

Более подробно эти алгоритмы описаны в разделе Уклон граней.

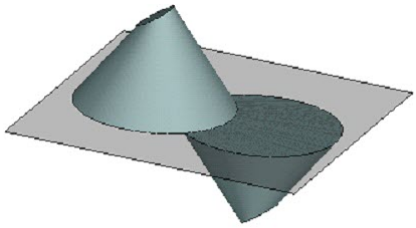
По умолчанию в операции используется стандартный метод уклона. При необходимости можно использовать другой метод уклона как для всего уклоняемого тела, так и для каждой уклоняемой грани в отдельности.

Исправление вогнутых углов

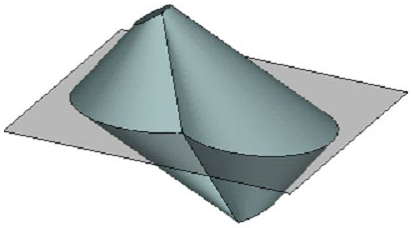
В некоторых случаях при создании уклона с угловым соединением на теле образуются вогнутые углы, что может помешать удачному созданию операции уклона.



Исходное и разделяющее тела



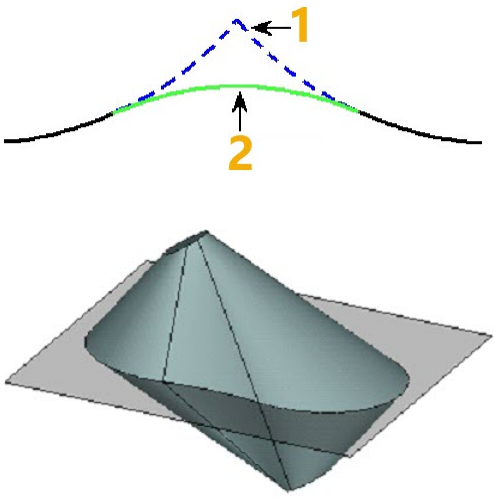
Уклон без углового соединения



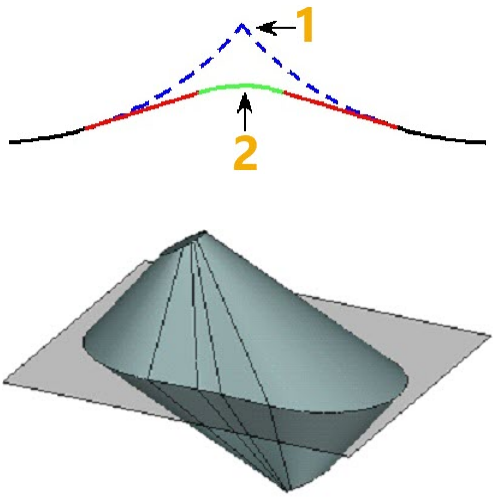
Уклон с угловым соединением (образовались вогнутые углы)

Для исключения подобной ситуации в операции предусмотрены различные способы обработки вогнутых углов:

- **Не исправлять** – образующиеся вогнутые углы оставляются без изменений;
- **Цилиндрическая поверхность** – вогнутые углы закрываются поверхностью цилиндрического типа. При этом в плоскости разделяющего тела проекция вогнутого угла заменяется дугой окружности заданного радиуса.
- **Смешанная поверхность** – вогнутые углы закрываются поверхностью смешанного типа. В плоскости разделяющего тела проекция угла заменяется комбинацией дуги окружности заданного радиуса и прямых, касательных к поверхности уклоняемого тела.



Исправление вогнутых углов с помощью поверхности цилиндрического типа



Исправление вогнутых углов с помощью поверхности смешанного типа

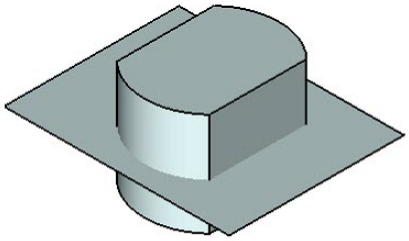
1 - Вогнутый угол

2 - Встраиваемая поверхность

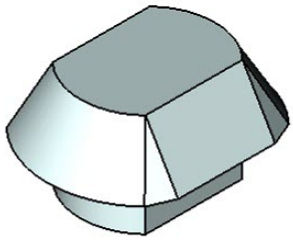
Обработка стыков уклоненных граней

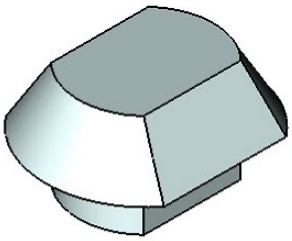
При создании уклона в команде есть возможность выбора способа обработки стыков между уклоняемыми гранями. Существует два способа обработки:

- **Расширять поверхности** – в этом случае смежные уклоненные грани будут продлены до пересечения.
- **Создавать плоские** – при использовании этого способа будет создана плоская грань между двумя смежными уклоненными гранями.



Заделка стыка при помощи плоских граней

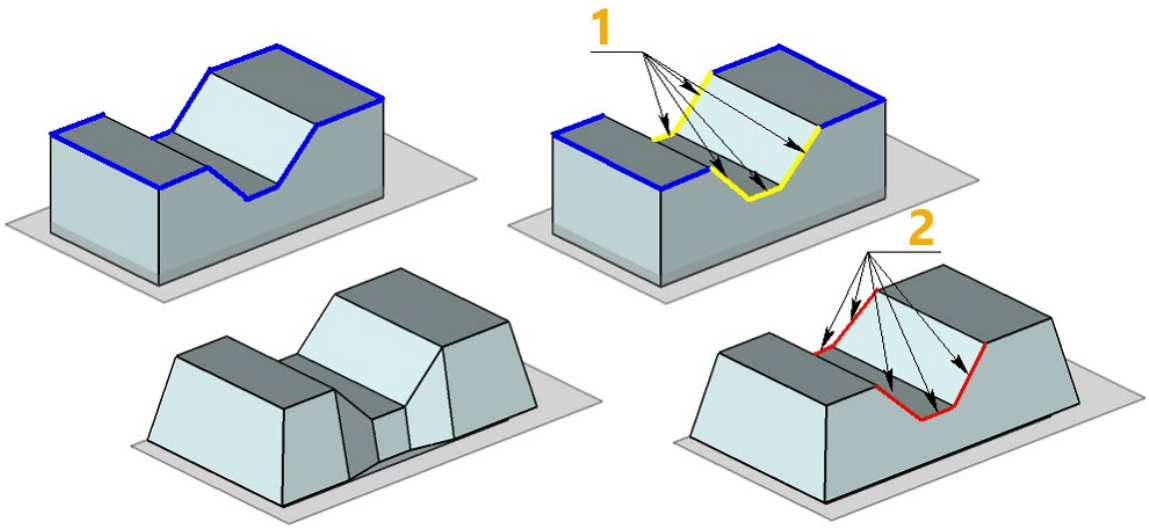




Заделка стыка продлением смежных граней до пересечения

Замена рёбер

В ряде случаев сохранение формы рёбер, определённых как неподвижные, приводит к созданию лишних граней на уклоняемом теле. Для улучшения результата операции можно разрешить замену некоторых **неподвижных** рёбер. Благодаря этой возможности, в отдельных случаях, удается избежать создания дополнительных отклонённых граней. При этом рёбра создаются таким образом, чтобы сформировать единую отклоненную грань.



Уклон тела без замены рёбер

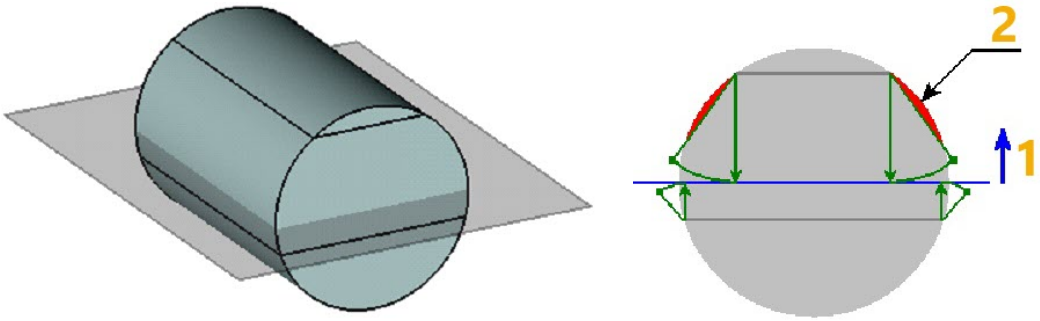
Уклон тела с заменой рёбер

1 - Заменяемые рёбра

2 - Новые рёбра

Подрез

В некоторых случаях создание уклона требует не добавления, а удаления материал уклоняемого тела. В такой ситуации необходимо использовать опцию создания подреза. В противном случае выполнение уклона будет невозможным.



1 - Направление уклона

2 - Материал, который должен быть удалён для создания уклона

Задание дополнительных параметров Уклона тела

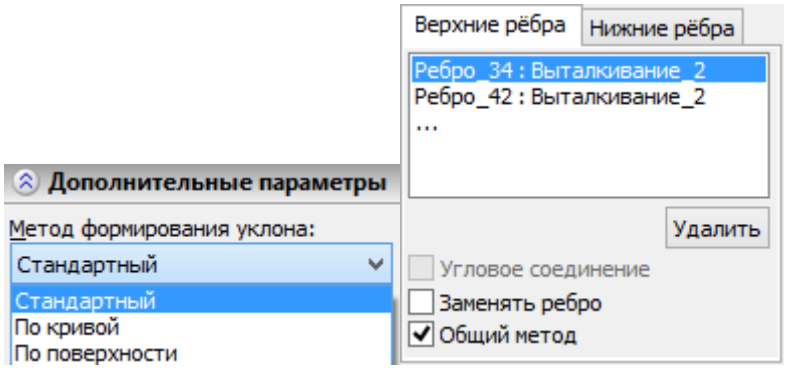
Выбор метода формирования уклона

Метод формирования уклона определяется значением параметра **Метод формирования уклона**. Для изменения значения параметра используется выпадающий список. По умолчанию используется стандартный метод.

Для всех выбранных неподвижных рёбер уклона по умолчанию установлен флажок **Общий метод**. Это значит, что значение параметра **Метод формирования уклона** едино для всех выбранных

неподвижных рёбер уклона. При изменении значения данного параметра меняется метод создания уклона всех уклоняемых граней.

Для того, чтобы указать для какой-либо уклоняемой грани другой метод уклона (отличный от заданного для всего тела) необходимо: выбрать в списке рёбер ребро, соответствующее данной грани, отключить флажок **Общий метод**, и с помощью параметра **Метод формирования уклона** указать нужный способ уклона.



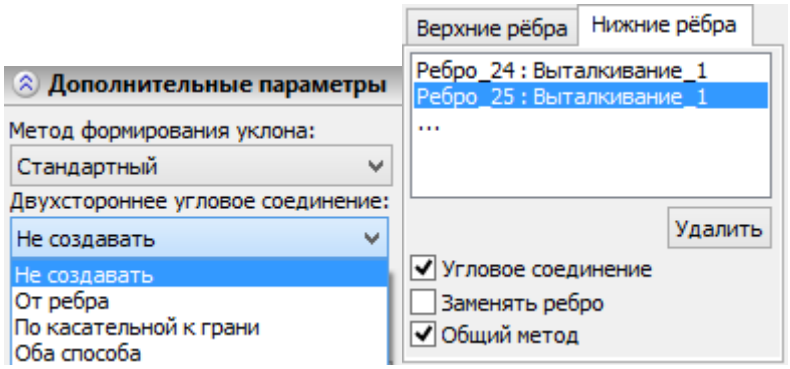
Создание углового соединения

Созданием углового соединения управляет параметр **Двустороннее угловое соединение**. По умолчанию установлено значение **Не создавать**, т.е. угловое соединение не создаётся.

Для создания углового соединения необходимо выбрать из выпадающего списка одно из следующих значений: **От ребра**, **По касательной к грани**, **Оба способа**. Различие между этими тремя вариантами было описано выше.

> Угловое соединение может быть создано только при построении двустороннего уклона с листовым разделяющим телом.

По умолчанию угловое соединение создаётся для всех уклонённых граней тела. Для исключения какой-либо грани из углового соединения необходимо снять флаги **Угловое соединение** для верхнего и нижнего рёбер, соответствующих данной грани.

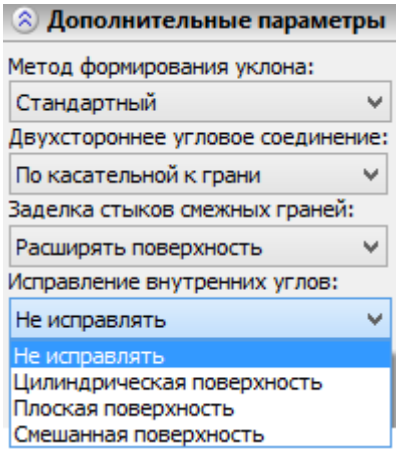


Выбор способа исправления вогнутых углов

За исправление вогнутых углов, возникающих при выполнении уклона с угловым соединением, отвечает параметр **Исправление вогнутых углов**. По умолчанию для данного параметра установлено значение **Не исправлять**, т.е. вогнутые углы оставляются без изменений.

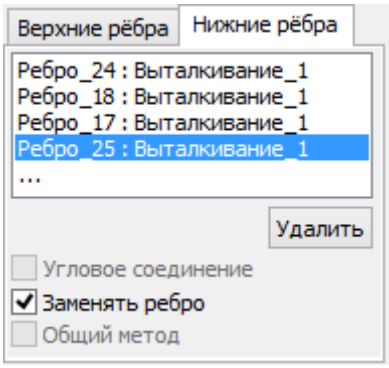
Для автоматического исправления вогнутых углов необходимо выбрать из выпадающего списка данного параметра другое значение:

- **Цилиндрическая поверхность** – вогнутый угол закрывается поверхностью цилиндрического типа. Дополнительно нужно указать радиус поверхности в параметре **Радиус**;
- **Смешанная поверхность** – вогнутый угол закрывается поверхностью смешанного типа. Радиус цилиндрического сегмента поверхности указывается с помощью параметра **Радиус**.



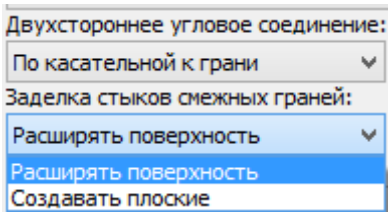
Управление заменой рёбер

Возможностью замены неподвижных рёбер при формировании уклона управляет флажок **Заменять ребро**. По умолчанию запрещена замена всех выбранных рёбер уклона (флажок отключен для всех рёбер). Чтобы разрешить замену какого-либо ребра, следует выбрать его в списке рёбер и установить флажок **Заменять ребро**.



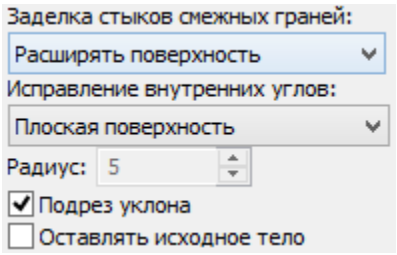
Заделка стыков смежных граней

Способ обработки стыков между уклоняемыми гранями выбирается с помощью параметра **Заделка стыков смежных граней**.



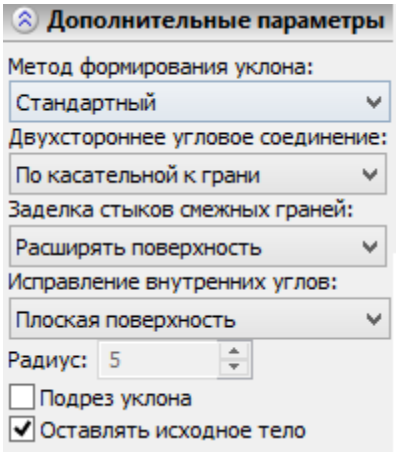
Задание подреза

Режим подреза уклона включается с помощью флажка **Подрез уклона**. По умолчанию этот флажок отключен.



Оставлять исходное тело

Операция создания уклона тела позволяет оставлять исходное тело в 3D сцене. Для этого достаточно установить флажок **Оставлять исходное тело**.



Редактировать Уклон тела

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<ЗЕТВ>	Правка > Операции > Уклон тела

Команда предназначена для редактирования Уклона тела.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента

	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

Если выбран один элемент, его можно удалить, выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию).
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация <**Shift**> + (комбинация <**Ctrl**> + отменяет выбор).

Деформация

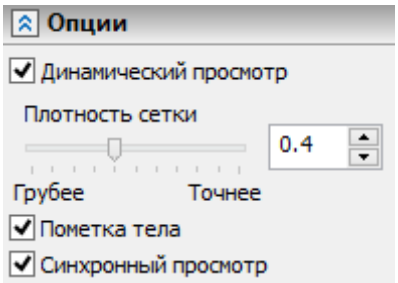
При создании операций деформации в модели на основе параметров, задаваемых пользователем, формируется функция, производящая деформацию объёма исходного тела. Данная функция определяется на всём объёме исходного тела или на его части. Применение функции непрерывным образом деформирует весь объём этого тела (или его части). Топология деформируемой части тела не изменяется. Сохраняется количество граней, рёбер, вершин и т.д. При необходимости, грани и рёбра частного вида (плоскости, отрезки, цилиндры, дуги окружностей и т.д.) автоматически заменяются на сплайновые поверхности и кривые.
Команды деформации могут выполняться как над твёрдыми, так и над телами-поверхностями.

Точность

Как у некоторых других команд T-FLEX CAD для работы со сложными геометрическими формами у всех команд деформации есть параметр **Точность,** который задаёт значение точности вычислений функции деформации. Значение точности задается в метрах.

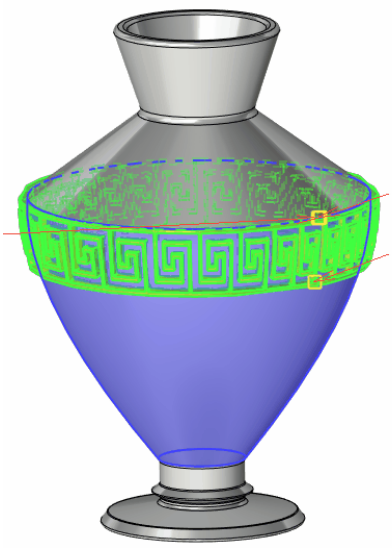
Опции операций деформации

В процессе задания/редактирования параметров деформаций в 3D окне динамически отображается будущий результат текущей операции. Для ускорения работы динамический просмотр можно отключить, сняв флажок **Динамический просмотр** в окне параметров команды. Дополнительный параметр **Плотность сетки** регулирует точность сетки, используемой для визуализации результата операции. Увеличение плотности сетки приводит к замедлению пересчёта тел в сцене, но увеличивает точность прорисовки.



Имейте в виду, что геометрия, отображаемая при **Динамическом просмотре**, может отличаться от фактического результата операции. Для гарантированного отображения фактического результата воспользуйтесь предварительным просмотром результата операции.

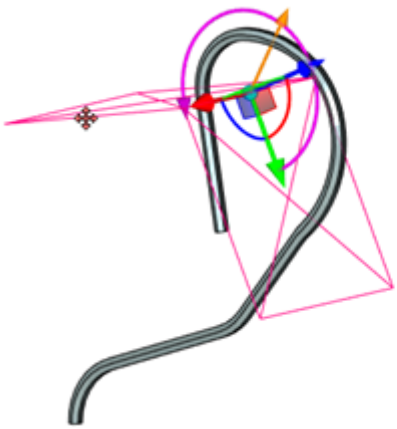
При отключении опции **Пометка тела**, тело перестаёт подсвечиваться в сцене, что упрощает визуальное восприятие деформируемого объекта.



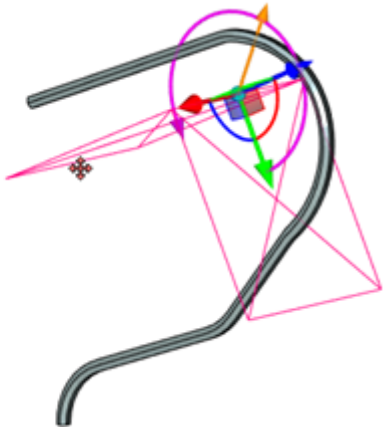
Пометка тела включена

Пометка тела выключена

Опция **Синхронный просмотр** позволяет следить за деформациями тела в реальном времени. Отключение опции ускоряет пересчёт, т.к. при этом не требуется время на изменение твёрдого тела.



Синхронный просмотр включен.
Виден предполагаемый результат.



Синхронный просмотр выключен.
Изменяются только манипуляторы.

Режим доработки 3D фрагмента

<Num0> «Режим доработки 3D фрагмента»

Опция автоматически становится доступной в автоменю команды при выборе фрагмента.

Основные темы в этом разделе:

- Перекос
- Масштабирование/Скручивание
- Сгибание

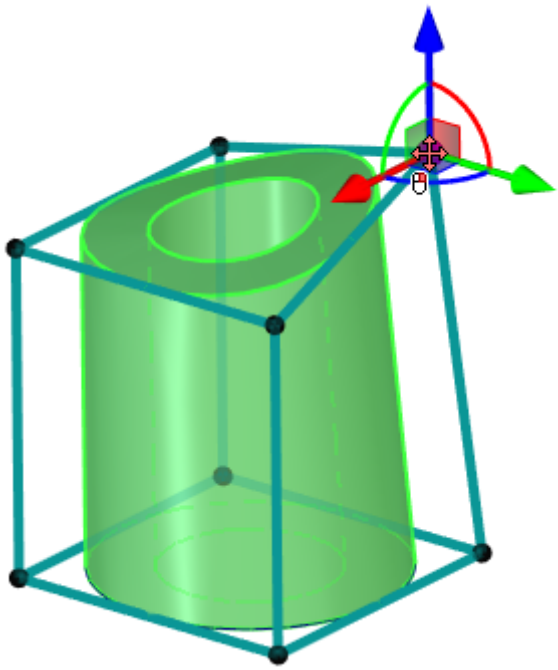
- Скульптурная деформация
- Деформация по кривой
- Деформация по поверхности
- Редактировать Деформацию

Перекос

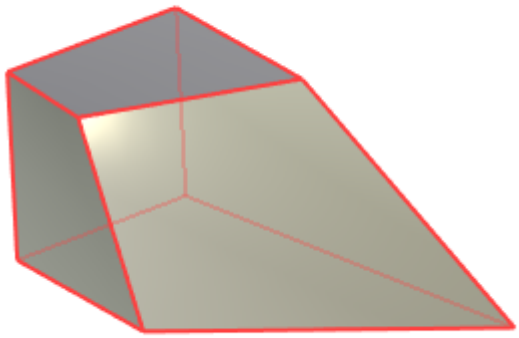
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Специальные > Деформация > Перекос
Клавиатура	Текстовое меню
<3DRS>	Операции > Деформация > Перекос

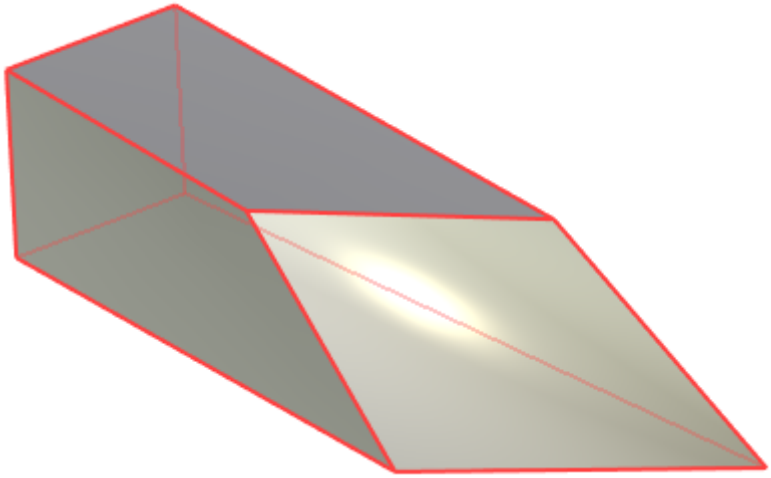
В операции перекоса функция деформации задаётся перемещением вершин ограничивающего параллелепипеда исходного тела. Ограничивающий параллелепипед рассчитывается относительно осей глобальной системы координат или дополнительно заданной ЛСК.
Перемещение вершин ограничивающего параллелепипеда может осуществляться вдоль любой из координатных осей системы координат (той, относительно которой построен ограничивающий параллелепипед), вдоль рёбер ограничивающего параллелепипеда, по диагоналям граней ограничивающего параллелепипеда. Для задания перемещений в команде используются манипуляторы, а также окно параметров команды.



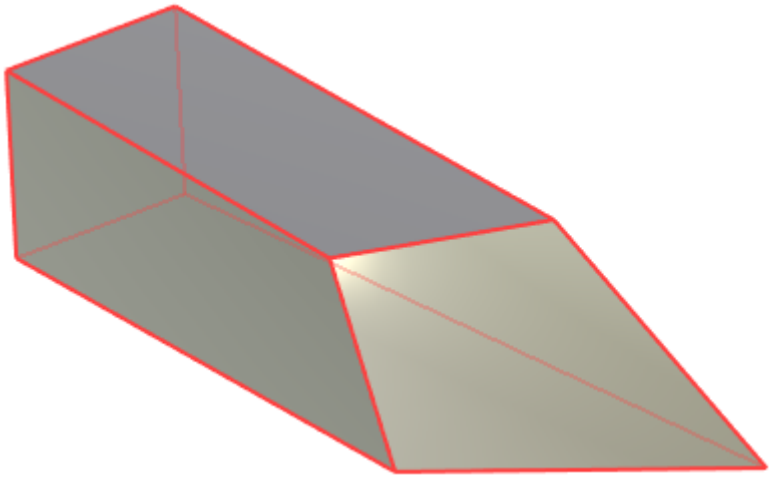
Величина смещений вершин ограничивающего параллелепипеда может задаваться как в абсолютных единицах – единицах модели, так и в относительных – в долях длины (в процентах) ограничивающего параллелепипеда по соответствующим осям. Относительные координаты можно использовать в случаях, когда требуется сохранение пропорций деформированной модели при любых изменениях исходных операций. Например, на рисунке ниже показано как будет изменяться деформированная модель при изменении длины исходного выталкивания в зависимости от того, в каких единицах были заданы смещения вершин ограничивающего параллелепипеда.



Изначальная деформация

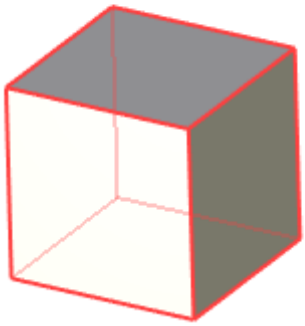


Деформация после увеличения длины исходного тела, если смещения точек были заданы абсолютными величинами

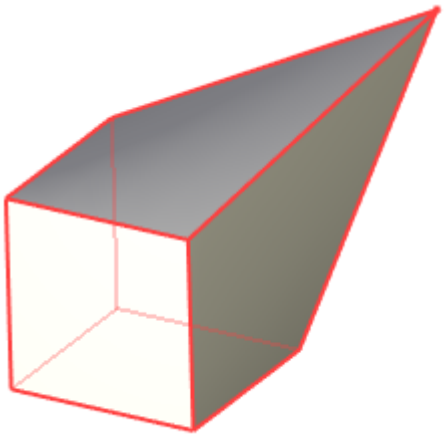


Деформация после увеличения длины исходного тела, если смещения точек были заданы относительными величинами

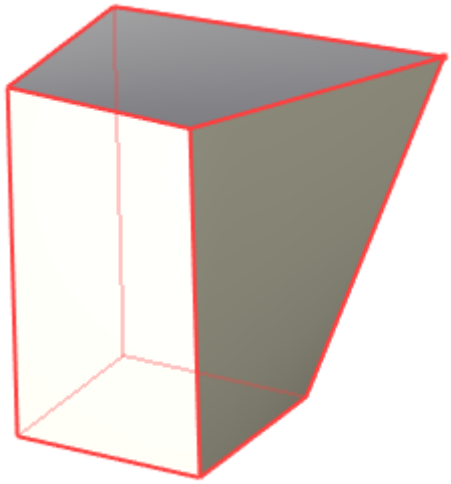
Вершины ограничивающего параллелепипеда можно привязывать к 3D точкам. В этом случае смещение не зависит от изменения деформируемого тела и от того, какие единицы выбраны для задания смещений.



Исходное тело и 3D узел



Перекос одной из вершин исходного тела привязан к 3D узлу



Привязка к узлу сохранилась после увеличения высоты исходного тела

При привязке вершины к 3D точке можно дополнительно задавать смещения вершины относительно выбранной 3D точки.

Создание деформации перекосом

Для задания деформации необходимо:

1. Выбрать деформируемое тело;
2. Указать ЛСК, относительно которой будет формироваться ограничивающий параллелепипед (необязательное действие);
3. Указать ЛСК, относительно которой будут рассчитываться смещения вершин ограничивающего параллелепипеда (необязательное действие);
4. Задать привязки вершин ограничивающего параллелепипеда к 3D точкам (необязательное действие);
5. Задать требуемые смещения вершин ограничивающего параллелепипеда;
6. Завершить создание операции нажатием .

Выбор деформируемого тела и ЛСК деформации

Для выбора деформируемого тела используется опция автоменю:

<O> Выбрать 3D операцию

Данная опция включена по умолчанию при входе в команду. Деформируемое тело выбирается с помощью в 3D окне или в дереве 3D модели. Выбранное тело подсвечивается и на экране появляется контур ограничивающего параллелепипеда.

По умолчанию ограничивающий параллелепипед рассчитывается относительно осей системы координат выбранной операции. Можно переключаться между расчётом ограничивающего параллелепипеда относительно глобальной системы координат и системы координат выбранной операции с помощью следующих опций автоменю, сгруппированных в один выпадающий список:

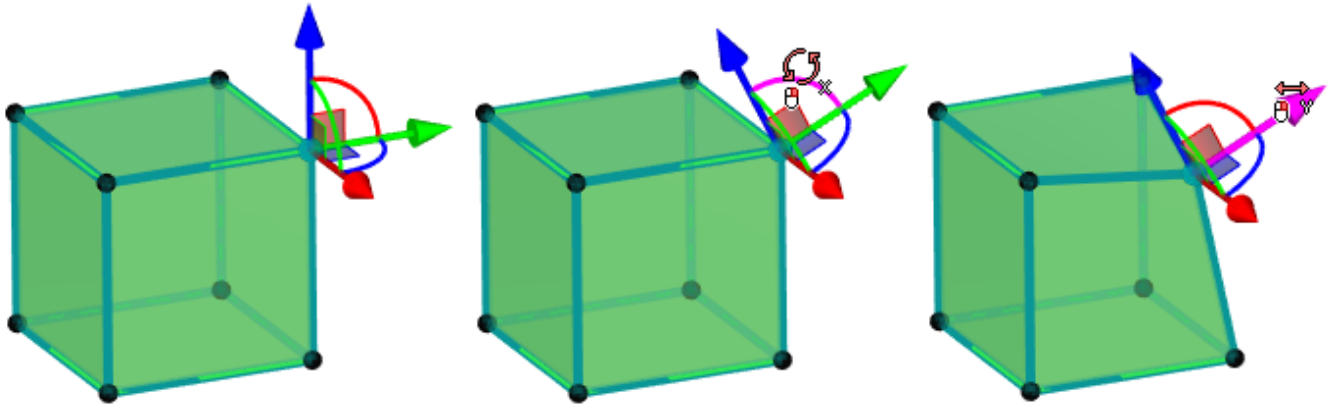
<1> ЛСК на основе ГСК

<2> ЛСК на основе операции

После выбора ЛСК ограничивающий параллелепипед будет автоматически перестроен в соответствии с осями ЛСК.

Задание смещений для узлов ограничивающего параллелепипеда деформации

После построения охватывающего параллелепипеда можно в 3D окне в любом порядке выбирать узлы параллелепипеда и задавать для них смещения (от исходного положения). Для задания смещений узлов используются 3D манипуляторы.



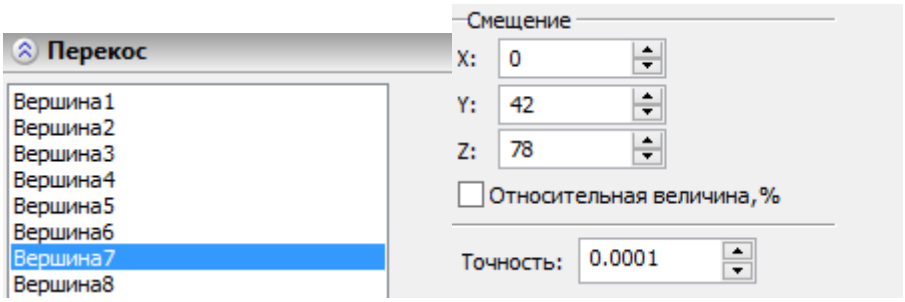
По умолчанию смещения задаются в той же системе координат, в которой рассчитан ограничивающий параллелепипед. Можно выбрать произвольную существующую в 3D сцене систему координат для задания смещений при помощи опции автоменю:

<L> Выбрать исходную систему координат

Манипуляторы для задания смещений будут сориентированы согласно выбранной ЛСК.
Отказаться от выбранной ЛСК можно с помощью опции:

<C> Отменить выбор системы координат

Смещения вершин ограничивающего параллелепипеда (относительно их исходного положения) можно задавать и в окне параметров команды. После выбора деформируемого тела в окне параметров появляется список всех вершин ограничивающего параллелепипеда. Под списком расположены поля для ввода значений смещений (группа параметров **Смещение**). Для задания смещений достаточно выбрать нужный узел-вершину в списке (она подсветится в списке и в 3D окне), и задать в полях группы **Смещение** значения смещений по осям X, Y, Z.
Единицы, в которых задаются смещения вершин, определяются состоянием флажка **Относительная величина,** %. По умолчанию он отключен, и задаваемые смещения являются абсолютными (т.е. считаются в единицах модели). Если флажок включить, то заданные смещения будут пересчитаны в относительных единицах.



Для привязки вершины ограничивающего параллелепипеда к 3D точке необходимо выбрать нужную вершину (в 3D окне или в списке вершин в окне параметров команды) и включить следующую опцию автоменю:

<Z> Задать привязку к точке

После активизации данной опции надо выбрать 3D точку привязки. Выпадающий список опции содержит фильтры для выбора различных 3D объектов, способных определить 3D точку. Выбранный 3D объект указывается в списке вершин рядом с именем той вершины ограничивающего параллелепипеда, положение которой он задаёт.
Для вершины ограничивающего параллелепипеда, привязанной к 3D точке, останутся доступны поля задания смещений в окне параметров. Заданные в них значения будут определять смещения вершины относительно 3D точки привязки. Смещения относительно точки привязки можно также задать и в 3D окне с помощью манипуляторов.
Для отмены привязки к 3D точке необходимо выбрать нужную вершину (в 3D окне или в списке вершин в окне параметров команды) и вызвать следующую опцию автоменю:

<D> Отменить привязку к точке

После вызова опции текущая вершина отвязывается от 3D точки. Обратите внимание, что при этом смещение данной вершины не изменяется. Вершина останется в положении, заданном 3D точкой. Однако в дальнейшем, при изменении исходной модели или положения 3D точки, смещения данной вершины ограничивающего параллелепипеда будут пересчитываться так, как если б они были сразу заданы числовыми значениями.

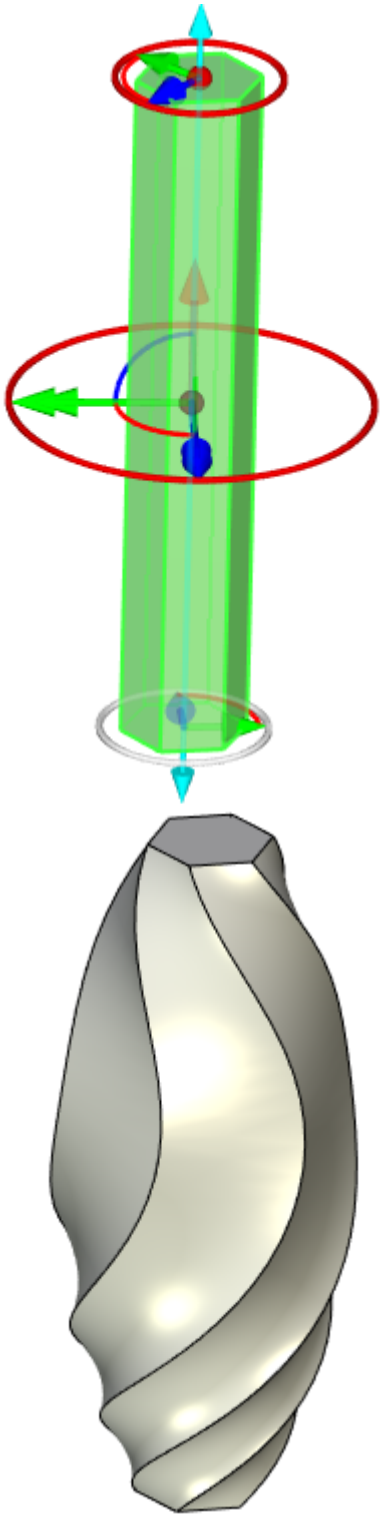
Масштабирование/Скручивание

Вызов команды:

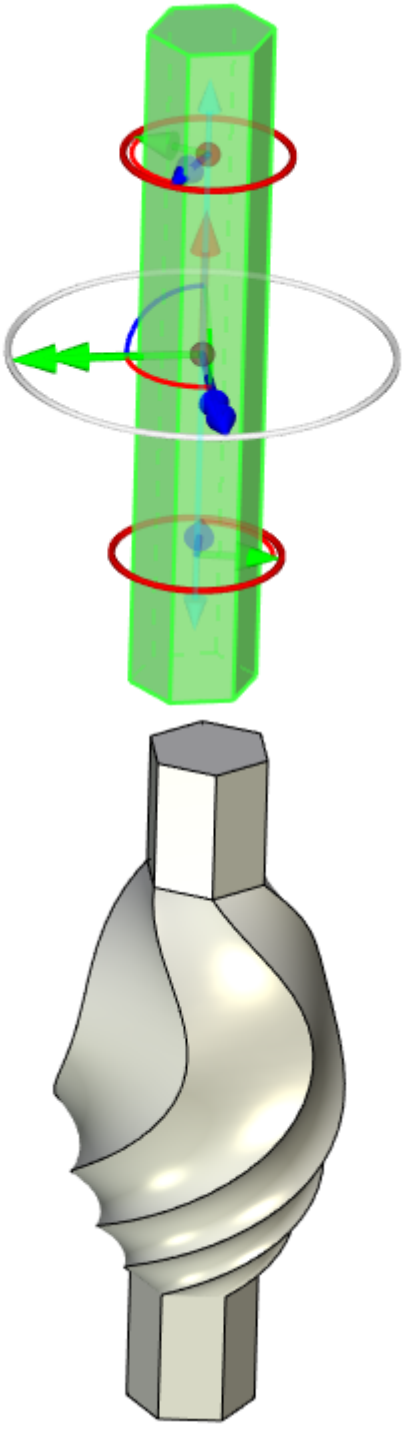
Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Специальные > Деформация > Масштабирование/Скручивание
Клавиатура	Текстовое меню
<3DRT>	Операции > Деформация > Масштабирование/Скручивание

Деформация масштабирования/скручивания всегда задаётся относительно системы координат деформации (определённой с помощью ЛСК). Скручивание осуществляется только вокруг оси X системы координат деформации, масштабирование возможно вдоль всех осей.
Функция деформации определяется на основе заданных параметров (угла скручивания и масштабов деформации) нескольких сечений деформируемого тела, расположенных вдоль оси X системы

координат деформации. Для разных сечений можно задавать различные масштабы и углы скручивания вдоль осей системы координат деформации. Масштабы по разным осям для каждого сечения могут быть разными. Значения всех параметров (кроме положения сечения) можно задавать с помощью переменных.



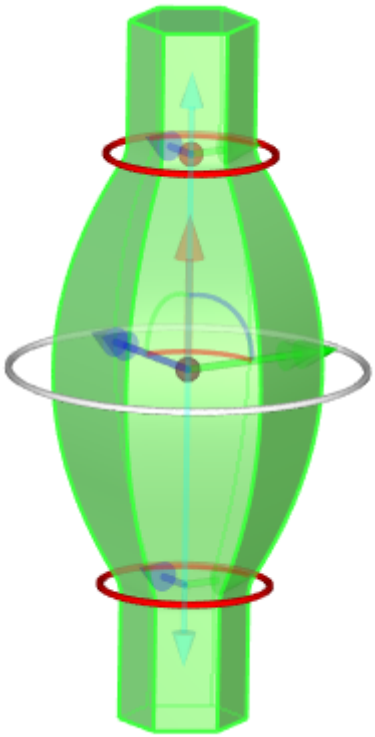
Деформация всего тела



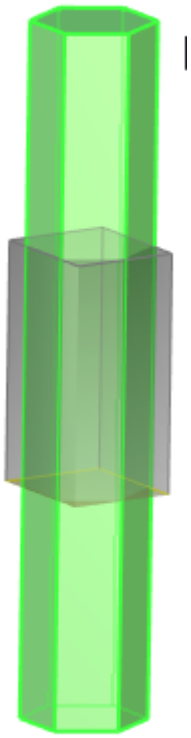
Деформация части тела

Функция деформации рассчитывается на заданной **области определения функции деформации** вдоль оси X. Область определения функции деформации задаётся начальной и конечной границами

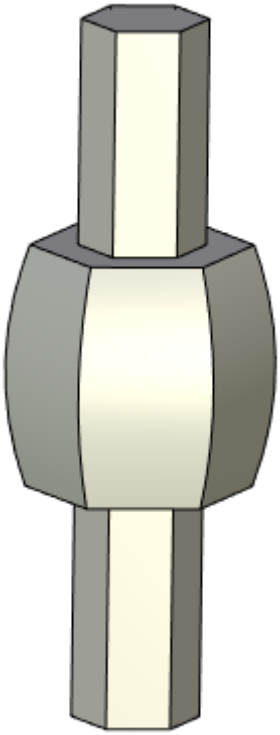
вдоль оси X. Область определения функции деформации может включать в себя всё деформируемое тело, часть его или выходить за пределы тела.
Рассчитанная функция применяется к части деформируемого тела, заданной **областью деформации**. Область деформации по умолчанию строится как ограничивающий параллелепипед деформируемого тела (в осях выбранной системы координат деформации). При необходимости размеры области деформации можно изменить, сдвигая грани параллелепипеда области. Допускается задавать положение граней привязкой к 3D точке.



Область определения функции деформации



Область деформации



Результат деформации

Создание масштабирования/скручивания

Для создания данного типа деформации используется команда **Масштабирование/Скручивание**.
После вызова команды необходимо:

1. Выбрать деформируемое тело;
2. Указать ЛСК деформации (не обязательно);
3. Выбрать область определения функции деформации;
4. Выбрать область деформации (при необходимости);
5. Указать положение сечений деформации;
6. Задать параметры сечений деформации;
7. Завершить создание операции нажатием .

Выбор деформируемого тела и ЛСК деформации

Для выбора деформируемого тела используется опция автоменю:

<O> Выбрать 3D операцию

Данная опция включена по умолчанию при входе в команду. Деформируемое тело выбирается с помощью в 3D окне или в дереве 3D модели. Выбранное тело подсвечивается.
После выбора тела, участвующего в операции, система сама создаёт ЛСК, на основе которой будут происходить деформации. Для автоматически создаваемой ЛСК можно вручную переключаться между ЛСК на основе глобальной системы координат и ЛСК на основе выбранной операции с помощью следующих опций автоменю, сгруппированных в один выпадающий список:

<1> ЛСК на основе ГСК

<2> ЛСК на основе операции

После выбора ЛСК ограничивающий параллелепипед и область определения функции деформации будут автоматически перестроены в соответствии с осями ЛСК.
Вместо автоматически создаваемой ЛСК можно выбрать существующую в 3D сцене систему координат с помощью опции:

<L> Выбрать исходную систему координат

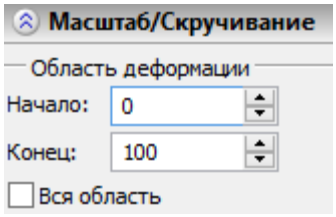
Рекомендуется создавать ЛСК деформации таким образом, чтобы её ось X была направлена вдоль оси тела, так скручивание тела будет осуществляться именно вокруг оси X системы координат.

Отказаться от выбранной ЛСК можно с помощью опции:

<C> Отменить выбор системы координат

Задание области определения функции деформации и области деформации

Задание области определения функции деформации осуществляется в окне параметров команды (группа параметров **Область деформации**).
Параметры **Начало** и **Конец** определяют расстояния от начала координат ЛСК деформации до начальной и конечной границы области определения функции деформации. Расстояния измеряются вдоль оси X ЛСК в единицах модели. По умолчанию система подставляет в эти поля такие значения, чтобы область определения функции деформации охватывала всё деформируемое тело. Задав в этих полях другие значения, можно сузить или расширить область деформации.



При установленном флаге **Вся область** область определения функции деформации рассчитывается автоматически по текущей области деформации.

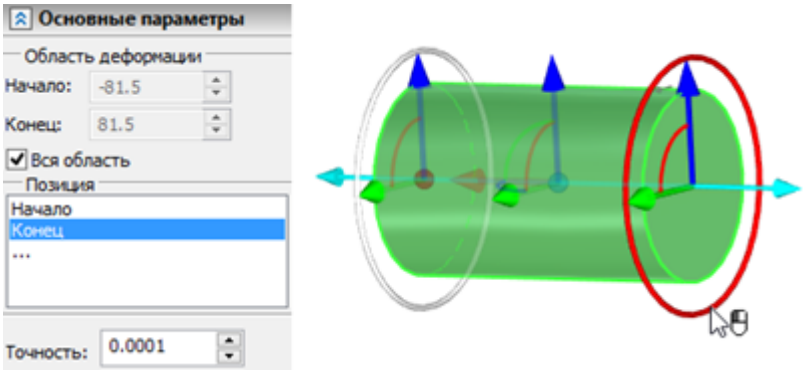
Ограничивающий параллелепипед области деформации изначально охватывает всё тело. Для изменения размеров области деформации, как и в скульптурной деформации, используется опция автоменю:

<D> Изменить область деформации

Изменение области деформации производится так же, как и в скульптурной деформации. Для выхода из режима изменения размера области деформации необходимо отключить в автоменю опцию .

Создание сечений деформации

После выбора ЛСК на экране появятся 3D манипуляторы для управления положением и параметрами сечений деформации. По умолчанию создаются только два сечения: в начале и в конце области деформации. Эти сечения нельзя удалить, нельзя изменить их положение.



В окне параметров команды, в поле **Позиция** формируется список всех заданных для данной деформации сечений. Окно параметров работает синхронно с манипуляторами сечений в 3D окне. При выборе манипулятора какого-либо сечения в 3D окне это же сечение автоматически выбирается и в списке. И наоборот: сечение, выбранное в поле **Позиция**, автоматически становится активным в 3D окне. Манипулятор масштаба выбранного для редактирования (активного) сечения выделяется в 3D окне белым цветом (манипуляторы масштаба неактивных сечений красные).

Новые сечения можно добавлять нажатием левой кнопкой мыши по линии, соединяющей центры двух существующих сечений.

Кнопки и в диалоге параметров команды позволяют создавать новые сечения деформации и удалять существующие. **Новое сечение** по умолчанию размещается **после** сечения, активного на момент нажатия кнопки . Исключением является случай, когда в момент нажатия кнопки активным было конечное сечение – в этом случае новое сечение будет размещено перед конечным.

Перемещение/Масштабирование вдоль оси X осуществляется относительно начала координат используемой системы координат. Манипулятор перемещения/масштаба существует для обоих начальных эллипсов.

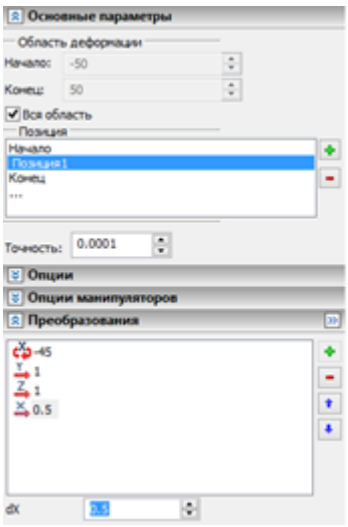
Манипулятор локальной системы координат можно скрыть с помощью соответствующего флага в окне **Параметры**.

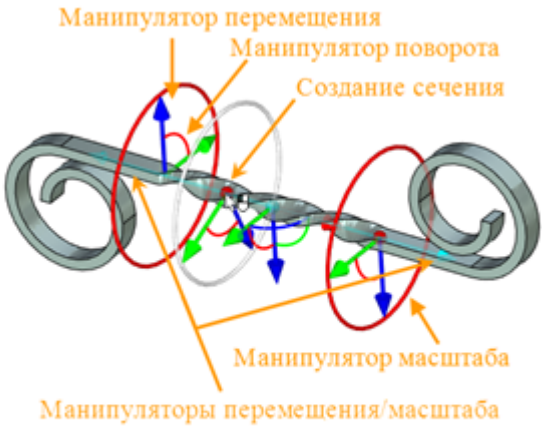
Задание параметров сечений

Для задания параметров какого-либо сечения необходимо предварительно сделать его активным, выбрав в списке сечений в окне параметров или прямо в 3D окне. После этого можно задавать параметры сечения в разделе **Преобразования**.

Для задания параметров сечения в 3D окне используются специальные манипуляторы активного сечения. При подводе курсора манипулятор подсвечивается. Для изменения любого параметра

сечения, связанного с определённым манипулятором, подведите курсор к нужному манипулятору, нажмите и, не отпуская нажатой клавиши мыши, переместите курсор до требуемого положения манипулятора.





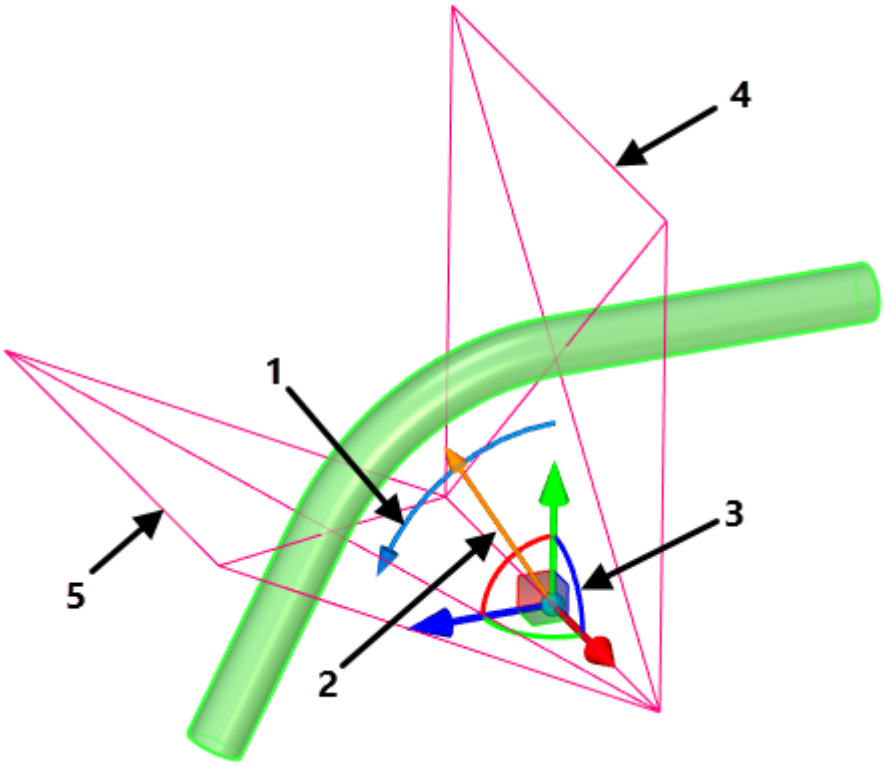
Манипулятор масштаба также позволяет одновременно изменять масштабы по двум осям (Y и Z). Для этого надо подвести курсор к произвольной точке активного сечения, нажать и, не отпуская нажатой клавиши мыши, переместить курсор в нужное положение.

Сгибание

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Специальные > Деформация > Сгибание
Клавиатура	Текстовое меню
<3DRB>	Операции > Деформация > Сгибание

Деформация сгибанием позволяет согнуть выбранное тело относительно выбранной оси на заданный угол. Для создания деформации указывается деформируемое тело, начало и направление оси сгибания, угол и радиус сгибания. Для задания оси сгибания, угла и радиуса сгиба используется специальный многоэлементный манипулятор в виде ЛСК с дополнительными элементами для задания угла и радиуса сгибания.



1 - Манипулятор угла сгибания.

2 - Манипулятор радиуса сгибания.

3 - Манипулятор ЛСК сгибания.
Ось X манипулятора (красная) является осью сгибания.

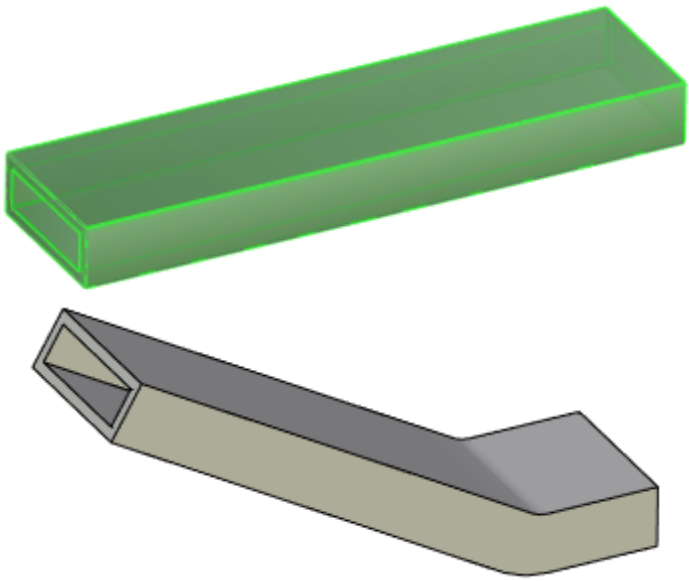
4 - Плоскость, разделяющая тело на сгибаемую и несгибаемую части.
Проходит через ось сгибания и задает начало отсчета угла.

5 - Плоскость, показывающая окончание зоны деформации.

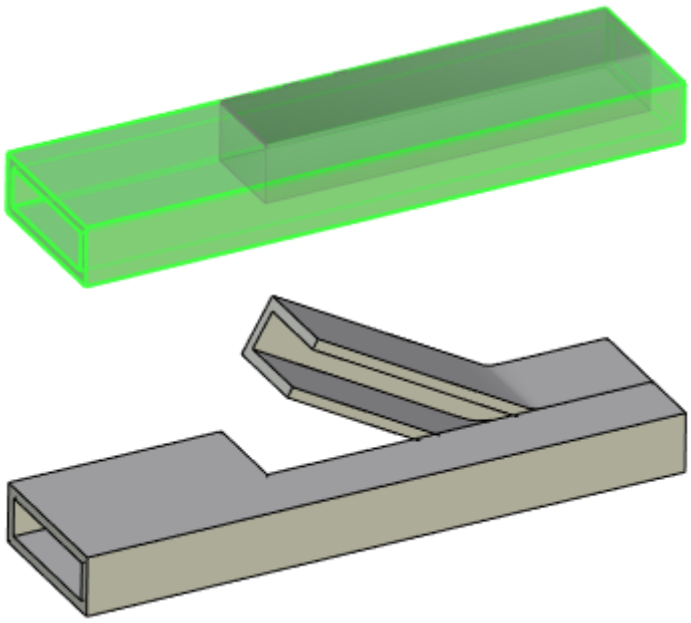
Угол и радиус сгибания можно задавать как с помощью манипулятора, так и числовыми значениями в окне параметров команды.

> Радиус сгибания определяет положение «нейтральной» поверхности. Для исходного тела это плоскость, которая переходит в цилиндр на согнутом теле. Точки на данной поверхности не подлежат деформации растяжения или сжатия.

В операции имеется возможность быстро сменить деформируемую часть тела, а также создать двустороннее сгибание (относительно разделяющей плоскости).
Как и в скульптурной деформации, в деформации перекосом можно менять размеры области деформации (размеры ограничивающего параллелепипеда области деформации). По умолчанию она охватывает всё тело.



Область деформации охватывает всё тело



Область деформации охватывает только часть тела

Создание деформации сгибанием

Для создания деформации сгибанием используется команда **Сгибание**.

После вызова команды необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать деформируемое тело;
2. Выбрать ЛСК деформации (при необходимости);
3. С помощью манипулятора указать положение зоны сгибания и оси сгибания;
4. Выбрать область деформации (при необходимости);
5. Задать радиус и угол сгиба (с помощью манипулятора или в окне параметров команды);
6. Выбрать режим создания деформации (деформация выбранной части тела, деформация противоположной части тела, двусторонняя деформация);

7. Завершить создание операции нажатием .

Выбор сгибаемого тела и ЛСК деформации

Сгибаемое тело выбирается при помощи следующей опции автоменю:

<O> Выбрать тело для деформации

Данная опция автоматически становится активной после вызова команды. Тело можно выбрать нажатием в 3D сцене или дереве модели. Выбранное тело подсвечивается.

По умолчанию ограничивающий параллелепипед области сгибания рассчитывается относительно осей системы координат выбранной операции. Можно переключаться между расчётом ограничивающего параллелепипеда относительно глобальной системы координат и системы координат выбранной операции с помощью следующих опций автоменю, сгруппированных в один выпадающий список:

<1> ЛСК на основе ГСК

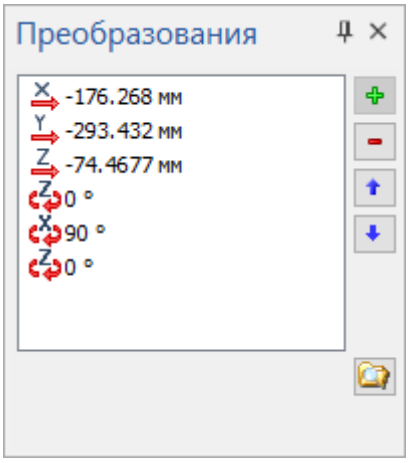
<2> ЛСК на основе операции

После выбора ЛСК ограничивающий параллелепипед будет автоматически перестроен в соответствии с осями ЛСК.

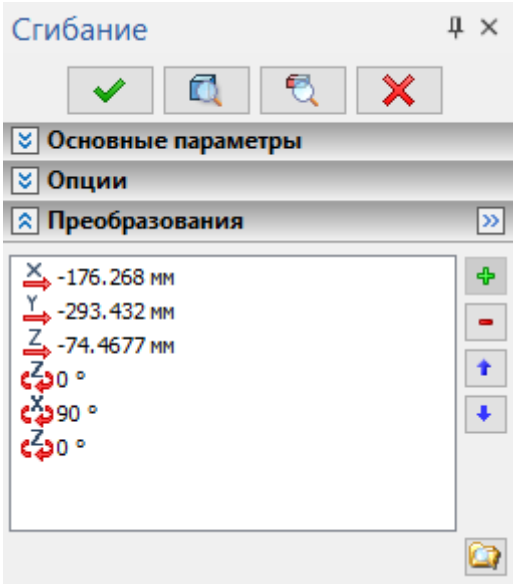
Выбор оси сгибания и плоскости раздела тела

После выбора деформируемого тела в 3D сцене появляется манипулятор ЛСК сгибания. По умолчанию оси манипулятора ориентированы по сторонам ограничивающего параллелепипеда области деформации. Ось сгибания совпадает с осью X манипулятора. Плоскость, разделяющая деформируемую и недеформируемые части тела, определяется плоскость XY манипулятора.

Работа с манипулятором деформации сгибанием осуществляется аналогично описанному для команды Преобразования 3D элементов. По умолчанию преобразования, применённые к манипулятору, отображаются в отдельном окне. С помощью кнопок справа от заголовка окна его можно перевести во всплывающий режим или закрыть .



При закрытом окне преобразований они отображаются в окне параметров команды.

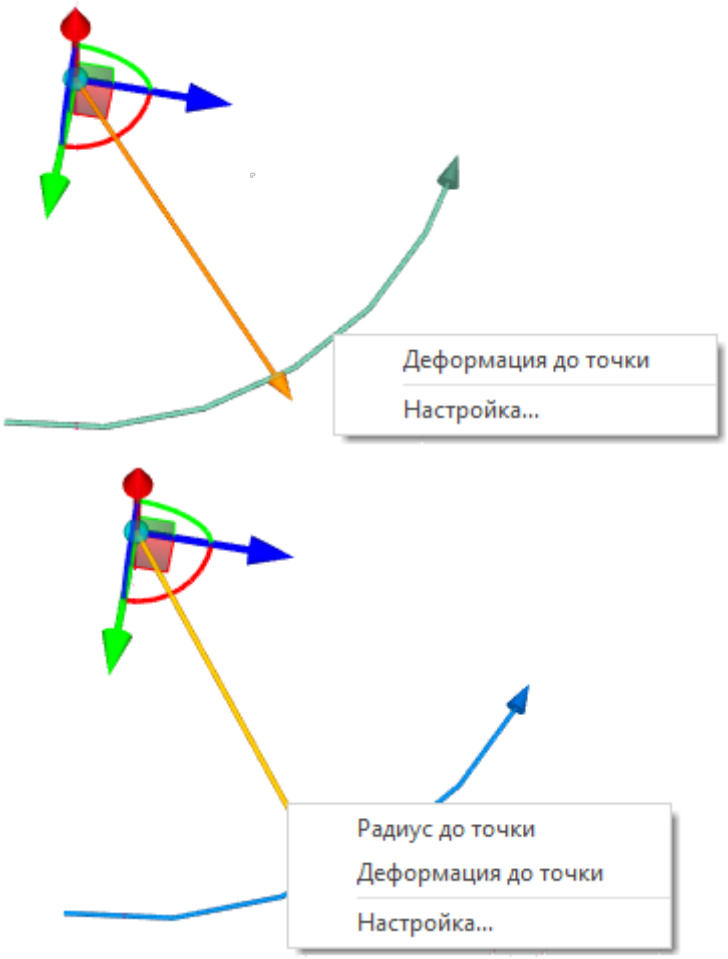


Задание угла и радиуса сгибания

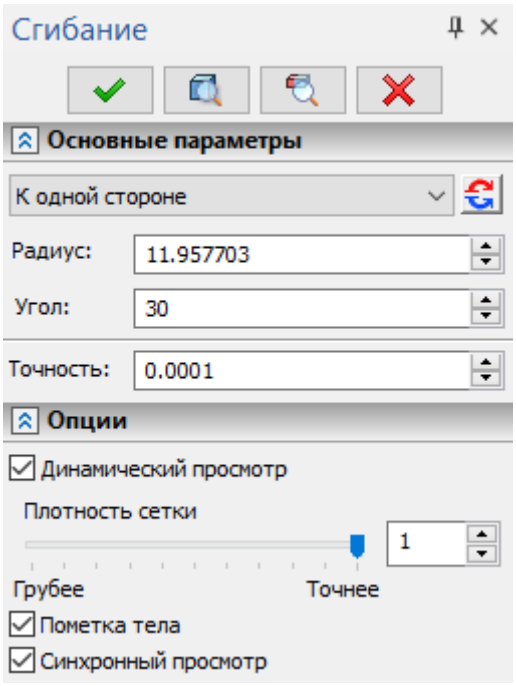
Задать числовые параметры сгибания – угол и радиус сгиба – можно разными способами. Можно указать точные значения параметров в окне параметров команды (параметры **Радиус**, **Угол**).

Можно воспользоваться манипуляторами в 3D окне. Для задания значений угла и радиуса с помощью манипуляторов необходимо подвести курсор к соответствующему манипулятору, нажать и, не отпуская нажатой клавиши мыши, перетащить манипулятор до нужного положения. Допускается также, выбрав соответствующий манипулятор, нажать . В этом случае манипулятор начнёт динамически следовать за курсором. Для фиксации нужного положения манипулятора необходимо повторно нажать .

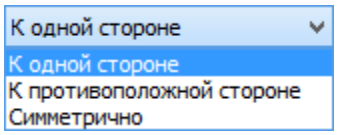
В контекстном меню манипуляторов задания угла и радиуса доступны команды для задания значений радиуса и угла с помощью 3D точек, а также вызов диалога настройки манипулятора. Настройка осуществляется аналогично описанному для команды Преобразования 3D элементов.



Быстро изменить направление отсчёта угла сгибания можно с помощью кнопки в окне параметров команды.



Выбор режима сгибания.



Режим создания деформации задаётся в окне параметров команды с помощью выпадающего списка **Режим**. По умолчанию установлено значение **К одной стороне**, то есть деформация применяется только к одной части исходного тела (той, которая выбирается системой по умолчанию). Для того, чтобы операция была применена к другой половине тела, следует включить вариант **К противоположной стороне**.
Для создания двусторонней деформации, то есть сгибания обеих частей тела, следует установить вариант **Симметрично**.

Изменение размеров области сгибания

Ограничивающий параллелепипед области деформации изначально охватывает всё тело. Для изменения размеров области деформации, как и в скульптурной деформации, используется опция автоменю:

<D> Изменить область деформации

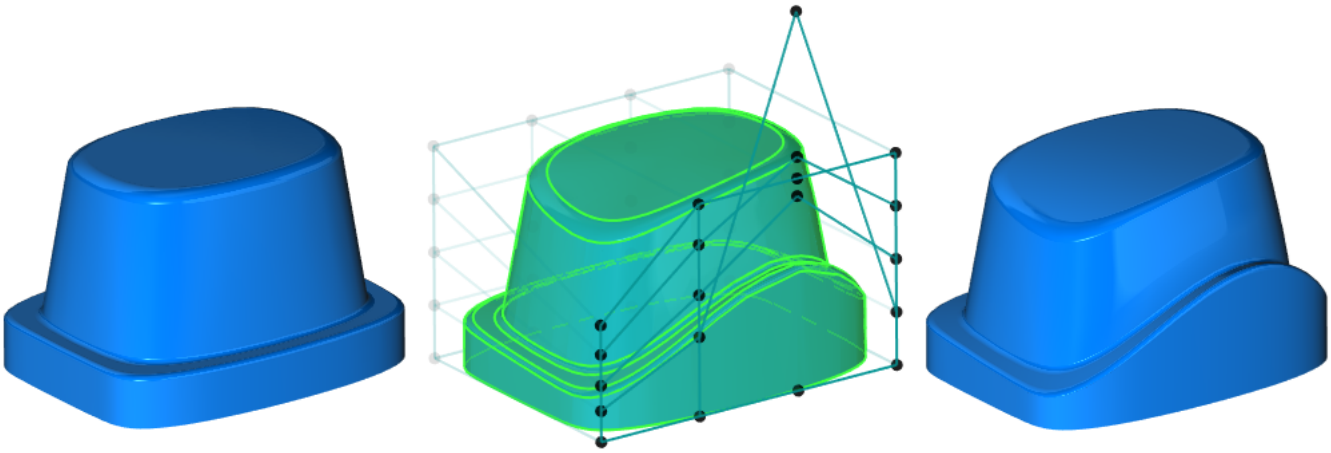
Изменение области деформации производится так же, как и в скульптурной деформации. Для выхода из режима изменения размера области деформации необходимо отключить в автоменю опцию .

Скульптурная деформация

Вызов команды:

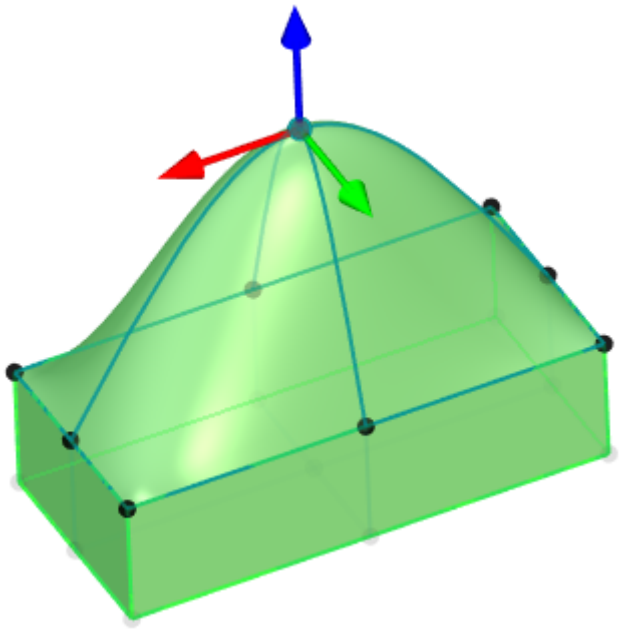
Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Специальные > Деформация > Скульптурная деформация
Клавиатура	Текстовое меню
<3DRC>	Операции > Деформация > Скульптурная деформация

При скульптурной деформации функция деформации определяется перемещением точек регулярной сетки на одной из граней ограничивающего параллелепипеда.

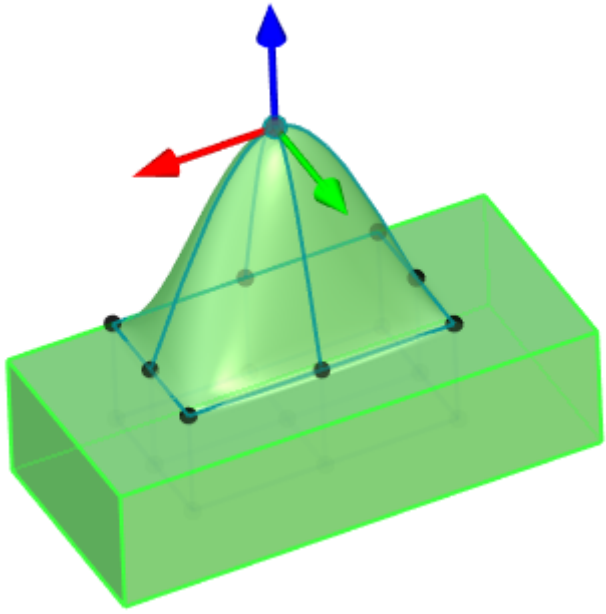


Ограничивающий параллелепипед может строиться относительно осей глобальной системы координат или дополнительно заданной ЛСК.

По умолчанию параллелепипед области деформации охватывает всё тело. При необходимости его размеры можно менять, изменяя тем самым область деформации.

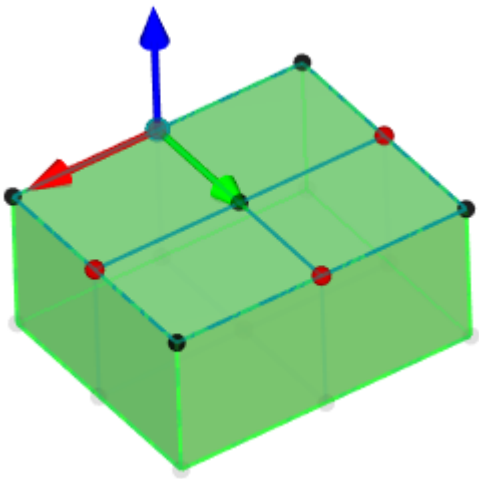


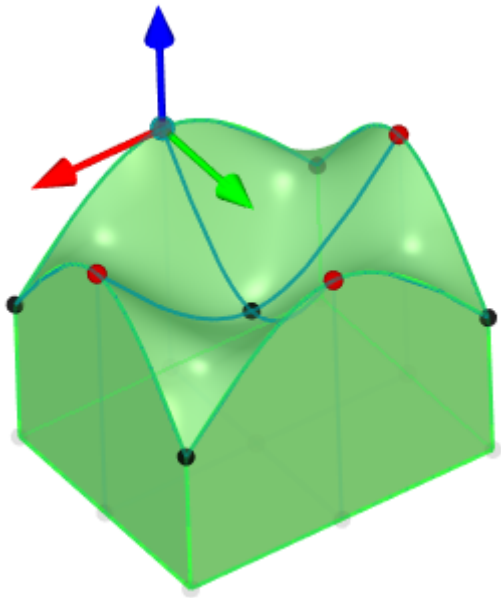
Область деформации охватывает всё тело



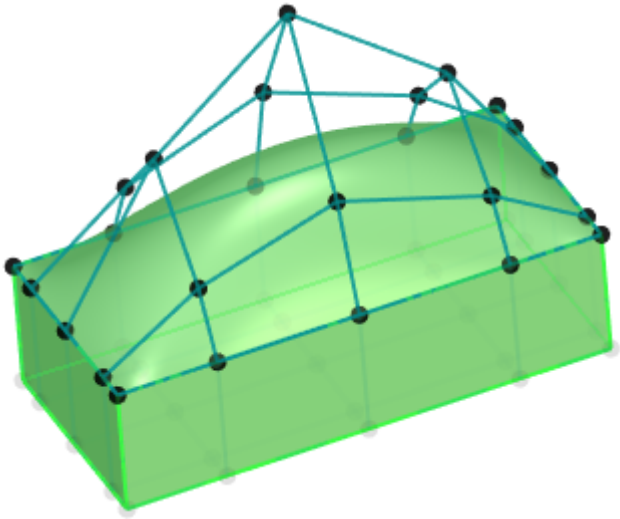
Область деформации охватывает часть тела

На грани ограничивающего параллелепипеда, выбранной для создания деформации, автоматически создаётся регулярная сетка. Размерность сетки задаётся пользователем. Любой из узлов сетки может быть перемещён относительно исходного положения на заданную пользователем величину. Одновременно можно выбирать и перемещать сразу несколько узлов.

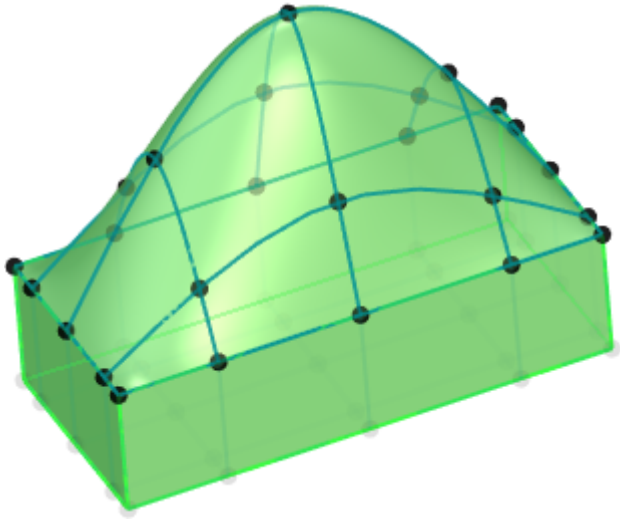




В результате перемещения узлов сетки плоская грань условного ограничивающего параллелепипеда преобразуется в пространственную сплайновую поверхность, которая и формирует требуемый закон преобразования тела. Формируемая сплайновая поверхность может быть двух типов: по управляющему многограннику (узлы сетки используются для построения управляющего многогранника поверхности) и интерполирующая (проходящая непосредственно через узлы сетки).



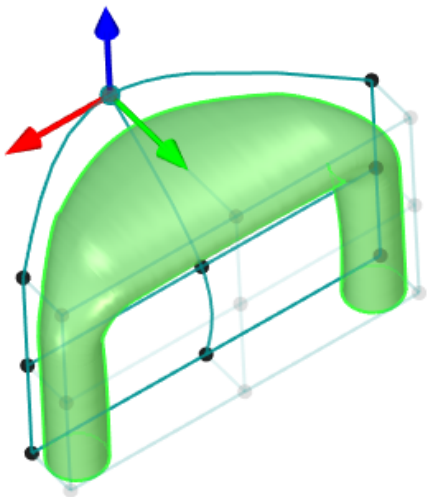
Деформация с формированием сплайновой поверхности по управляющему многограннику



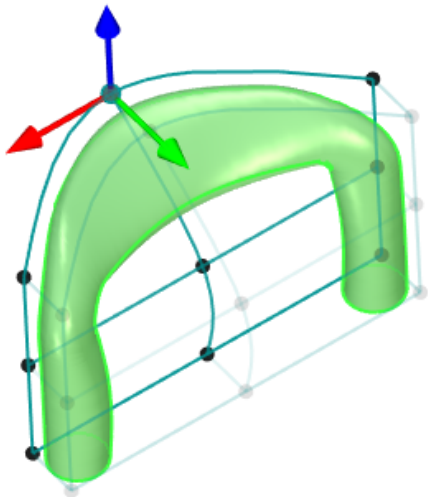
Деформация с формированием сплайновой поверхности интерполяцией по точкам

Скульптурная деформация имеет три режима создания:

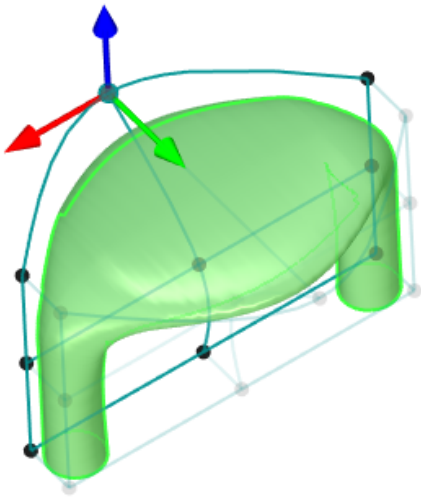
- **Односторонний** – перемещаются только узлы, расположенные на выбранной грани ограничивающего параллелепипеда;
- **Двусторонний** – перемещаются узлы, расположенные на выбранной и противоположной ей гранях ограничивающего параллелепипеда. Узлы на грани, противоположной выбранной, перемещаются в том же направлении на то же расстояние;
- **Симметричный** – перемещаются узлы, расположенные на выбранной и противоположной ей гранях ограничивающего параллелепипеда. Узлы на противоположной грани перемещаются симметрично относительно плоскости симметрии параллелепипеда.



Односторонний режим



Двусторонний режим

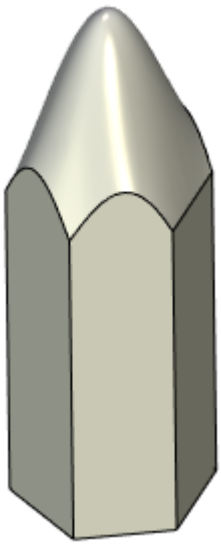


Симметричный режим

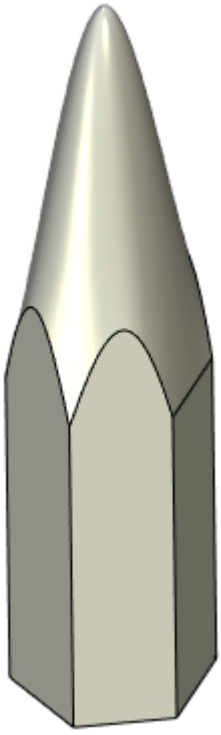
Величина смещений узлов сетки от исходного положения может задаваться как в абсолютных единицах – единицах модели, так и в относительных – в долях длины (в процентах) ограничивающего параллелепипеда по соответствующим осям. Относительные координаты можно использовать в случаях, когда требуется сохранение пропорций деформированной модели при любых изменениях исходных операций. На рисунке ниже показано, как будет изменяться деформированная модель при

изменении длины исходного выталкивания в зависимости от того, в каких единицах были заданы смещения узлов сетки.

Изначальная деформация

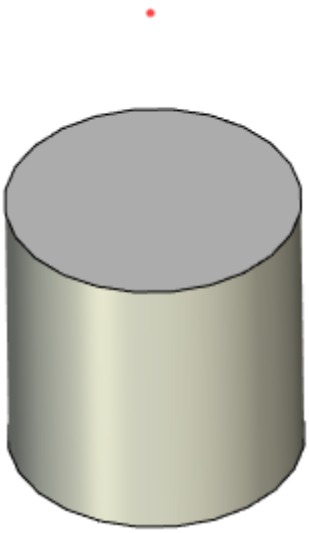


Деформация после увеличения длины исходного тела, если смещения точек были заданы абсолютными величинами



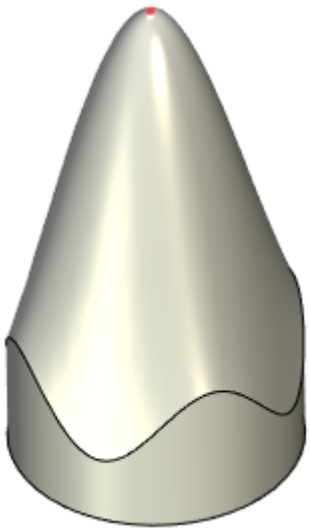
Деформация после увеличения длины исходного тела, если смещения точек были заданы относительными величинами

Для узлов сетки можно задавать привязку к 3D точкам. В этом случае положение узла определяется положением 3D точки привязки и не зависит от изменения деформируемого тела и единиц задания смещений.



Исходное тело и 3D узел

Узел сетки деформации привязан к 3D узлу



Привязка к узлу сохранилась после уменьшения высоты исходного тела

При привязке узла сетки к 3D точке можно дополнительно задавать смещения узла относительно выбранной 3D точки.

Создание скульптурной деформации

Для создания скульптурной деформации используется команда **Скульптурная деформация**.
После вызова команды необходимо:

1. Выбрать деформируемое тело;
2. Указать ЛСК деформации (необязательное действие);
3. Задать границы области деформации (ограничивающего параллелепипеда области деформации) (необязательное действие);
4. Указать деформируемую грань ограничивающего параллелепипеда;
5. Задать параметры сетки на выбранной грани (необязательное действие);
6. Задать режим деформации: односторонняя, симметричная или двусторонняя деформация (необязательное действие);
7. Задать в 3D окне требуемые смещения узлов сетки;
8. Завершить создание операции нажатием .

Выбор деформируемого тела и ЛСК деформации

Для выбора деформируемого тела используется опция автоменю:

<O> Выбрать тело для деформации

Данная опция включена по умолчанию при входе в команду. Деформируемое тело выбирается с помощью в 3D окне или в дереве 3D модели. Выбранное тело подсвечивается и на экране появляется контур ограничивающего параллелепипеда.
После выбора тела, участвующего в операции, система сама создаёт ЛСК, на основе которой будут происходить деформации. Для автоматически создаваемой ЛСК можно вручную переключаться между ЛСК на основе глобальной системы координат и ЛСК на основе выбранной операции с помощью следующих опций автоменю, сгруппированных в один выпадающий список:

<1> ЛСК на основе ГСК

<2> ЛСК на основе операции

После выбора ЛСК ограничивающий параллелепипед будет автоматически перестроен в соответствии с осями ЛСК.
Вместо автоматически создаваемой ЛСК можно выбрать существующую в 3D сцене систему координат с помощью опции:

<L> Выбрать исходную систему координат

Отказаться от выбранной ЛСК можно с помощью опции:

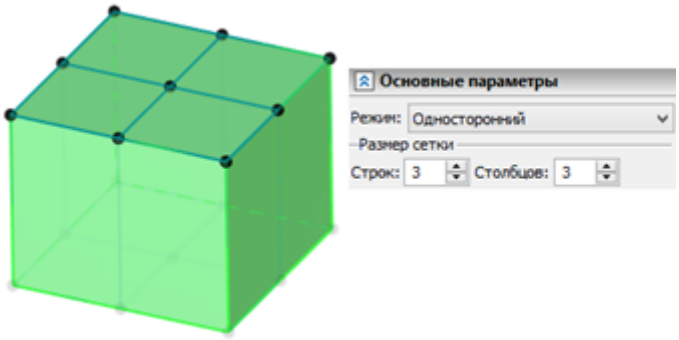
<C> Отменить выбор системы координат

Выбор деформируемой грани и режима деформации

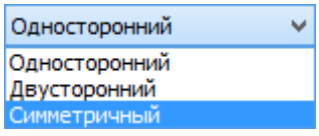
После создания ограничивающего параллелепипеда необходимо указать ту его грань, которая будет деформироваться. Для этого достаточно подвести курсор к нужной грани (она подсветится) и нажать . В автоменю при этом будет активна опция выбора грани:

<T> Выбрать управляющую грань параллелепипеда

На выбранной грани появится сетка (по умолчанию 3x3). Изменить параметры сетки можно в окне параметров команды (группа параметров **Размер сетки**). Максимально допустимый размер сетки – 40x40.



По умолчанию деформация создаётся в одностороннем режиме, т.е. перемещаются только узлы выбранной грани ограничивающего параллелепипеда. Изменить режим можно также в окне параметров команды с помощью параметра **Режим**.



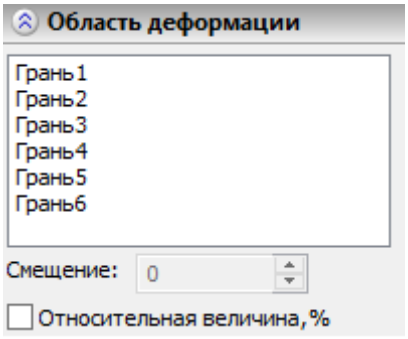
Изменение размера области деформации

Ограничивающий параллелепипед области деформации изначально охватывает всё тело. Для изменения размеров области деформации используется опция автоменю:

<D> Изменить область деформации

После вызова данной опции команда переходит в режим изменения границ области деформации. Пометка деформируемой грани и сетка временно скрываются с экрана. В окне параметров команды появляется список граней ограничивающего параллелепипеда области деформации.
Задавать смещения граней ограничивающего параллелепипеда можно прямо в 3D окне или в окне параметров команды (с помощью списка граней).

В 3D окне для смещения грани достаточно указать на неё с помощью (выбранная грань будет подсвечена), и, не отпуская нажатой клавиши мыши, переместить грань в нужное положение. При выборе грани в 3D окне она автоматически помечается в списке граней в окне параметров. В поле параметра **Смещение** отображается заданное для грани смещение.



Изменить положение грани ограничивающего параллелепипеда можно и в окне параметров, просто выбрав грань в списке (в 3D окне выбранная грань будет помечена цветом) и введя нужное значение смещения в поле параметра **Смещение**.
Для того, чтобы смещения граней определялись в относительных единицах (относительно исходных размеров ограничивающего параллелепипеда области деформации, т.е. размеров ограничивающего параллелепипеда деформируемого тела), необходимо установить флаг **Относительная величина,** %.
Для привязки грани к 3D узлу надо воспользоваться опцией:

<Z> Задать привязку грани к точке

После вызова опции необходимо указать 3D точку, к которой должна быть привязана выбранная грань ограничивающего параллелепипеда области деформации. Для задания точки можно использовать любой 3D объект, способный определить точку (3D узел, вершину тела и т.п.). Выбранный 3D объект указывается в списке граней рядом с именем той грани ограничивающего параллелепипеда, положение которой он задаёт.
Для грани, привязанной к 3D точке, также можно задавать смещения – в данном случае это будут смещения относительно 3D точки, к которой привязана грань.
Отменить привязку грани к 3D точке можно с помощью опции:

<H> Отменить привязку грани к точке

После отмены привязки положение грани не меняется. Однако смещения грани пересчитываются относительно габаритов тела и в дальнейшем не зависят от положения бывшей точки привязки данной грани.
Для быстрой отмены всех изменений области деформации можно воспользоваться опцией:

<W> Задать область деформации по габаритам тела

Данная опция сбрасывает все заданные смещения граней ограничивающего параллелепипеда области деформации.

Для выхода из режима изменения размера области деформации необходимо отключить в автоменю опцию .

Задание смещения узлов сетки деформации

Смещения узлов сетки можно задавать как в окне параметров, так и прямо в 3D окне.

Для задания смещений в 3D окне необходимо последовательно выбирать узлы (или группы узлов) и с помощью манипулятора в 3D окне сдвигать их до нужного положения.

Для выбора одного узла сетки достаточно подвести к нему курсор мыши и нажать . Выбранный узел подсветится, и у него появится манипулятор в виде системы координат. Смещение узла задаётся сдвигом манипулятора вдоль одной или сразу двух осей (работа с таким манипулятором осуществляется аналогично описанному для команды Преобразования 3D элементов).

Выбрать сразу несколько узлов сетки можно различными способами. Например, можно последовательно выбирать нужные узлы при нажатой клавише **<Ctrl>**. Манипулятор в этом случае будет отрисовываться у последнего выбранного узла группы. При перемещении манипулятора все точки группы будут смещаться в одинаковом направлении и на одинаковое расстояние.

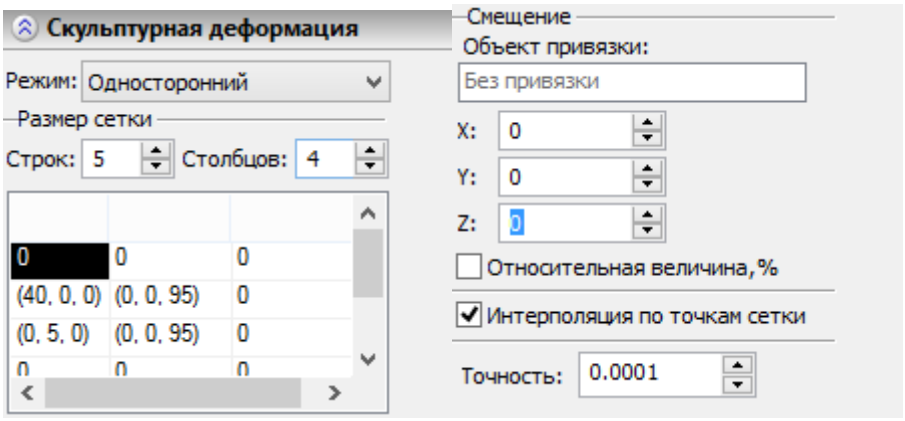
Все узлы, лежащие на одной линии сетки, можно быстро выбрать, просто указав эту линию с помощью . При этом все узлы, лежащие на данной линии сетки, будут выбраны, но манипулятор не появится. Для его активизации необходимо указать на один из выбранных узлов. Если при нажатой клавише **<Ctrl>** последовательно указать две линии сетки, то будут выбраны все узлы обеих указанных линий сетки, и т.п.

При редактировании можно быстро выбрать прямоугольную группу точек сетки с помощью **<Shift>**.

В режиме **Интерполяция по точкам сетки** можно добавить новую линию сетки, зажав **<Alt>** и указав на существующую в сцене горизонтальную или вертикальную линию без изменения деформирующего закона. Для задания смещений узлов сетки в окне параметров используется таблица в группе параметров **Размер сетки**. Каждая ячейка этой таблицы соответствует одному из узлов сетки. У узлов, для которых смещение не задано, в ячейке отображается 0. Для смещённых узлов отображаются заданные смещения в формате (X,Y,Z), где X – смещение узла по оси X, Y – смещение по оси Y, Z – смещение по оси Z. Для задания смещения любого узла сетки необходимо выбрать в таблице ячейку, соответствующую нужному узлу. При этом под таблицей становятся доступны для редактирования параметры группы **Смещение**. Они задают смещения узла по оси **X**, по оси **Y** и по оси **Z**. При изменении значений смещений узел в 3D окне будет двигаться.

Как и при работе в 3D окне, допускается одновременное задание смещений сразу для группы узлов. Для выбора нескольких узлов (т.е. нескольких ячеек таблицы узлов) используется +**<Ctrl>**.

Единицы, в которых задаются смещения узлов сетки, определяются состоянием флажка **Относительная величина, %**. По умолчанию он отключён, и задаваемые смещения являются абсолютными (т.е. считаются в единицах модели). Если флажок включить, то заданные смещения будут пересчитаны в относительных единицах.



Для привязки узла сетки к 3D точке необходимо выбрать нужный узел (в 3D окне или в таблице узлов в диалоге команды) и включить следующую опцию автоменю:

<A> Задать привязку к точке

После активизации данной опции необходимо выбрать 3D точку, к которой должен быть привязан текущий узел сетки. Выпадающий список опции содержит фильтры для выбора различных 3D объектов, способных определить 3D точку. Выбранный 3D объект заносится в поле **Объект привязки**: группы параметров **Смещение**.
Для узла сетки, привязанного к 3D точке, дополнительно можно указать величины смещений относительно выбранной 3D точки (с помощью манипулятора в 3D окне или в окне параметров).
Для того, чтобы отменить привязку узла сетки к 3D точке, необходимо выбрать нужный узел сетки (в 3D окне или в таблице узлов в диалоге команды) и вызвать следующую опцию автоменю:

<B> Отменить привязку к точке

После вызова опции текущий узел сетки отвязывается от 3D точки. Обратите внимание, что при этом смещение данного узла не меняется. Он остаётся в положении, заданном 3D точкой. Однако в дальнейшем, при изменении исходной модели или положения 3D точки, смещения данного узла сетки деформации будут пересчитываться так, как если б они были сразу заданы числовыми значениями.
Тип формируемой сплайновой поверхности (по управляющему многограннику или по узлам сетки) определяется состоянием флажка **Интерполяция по точкам сетки**. Когда флажок отключён, создаётся сплайновая поверхность по управляющему многограннику, когда флажок включён – сплайновая поверхность, проходящая через узлы сетки.

Деформация по кривой

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Специальные > Деформация > Деформация по кривой
Клавиатура	Текстовое меню
<3DRV>	Операции > Деформация > Деформация по кривой

Закон деформации по кривой определяется двумя пространственными кривыми (исходной и целевой). Исходная кривая обозначает деформируемое тело в исходном состоянии; целевая кривая – в результирующем состоянии. Закон преобразования пространства строится так, чтобы обеспечить переход исходной кривой в целевую.

В общем случае исходная и целевая кривые могут иметь произвольную форму. Чаще всего в качестве исходной 3D кривой используется прямая (например, одно из рёбер деформируемого тела или прямой 3D путь).

При построении закона деформации в каждой точке обеих кривых вычисляются вспомогательные ЛСК1(s) и ЛСК2(s) (s – параметр кривой), попарное совмещение которых позволяет уточнить ориентацию получающегося тела в пространстве. Вспомогательные ЛСК вычисляется системой следующим способом: за ось X берётся касательная к исходной/целевой кривой в текущей точке, за ось Y – нормаль к вспомогательной поверхности в данной точке той же кривой, ось Z получается как векторное произведение осей X и Y.

Вспомогательные поверхности для исходной и целевой кривых могут строиться по-разному в зависимости от выбранного алгоритма деформации по кривой:

- Кривая – Кривая;
- Кривая – Спираль;
- Пара кривых – Пара кривых.

3D кривая – 3D кривая

При использовании данного алгоритма каждой из кривых (исходной и целевой) пользователем задаётся дополнительный вектор направления. Для этого указывается ЛСК, одна из осей которой будет определять вектор направления.

Вспомогательная поверхность для обоих кривых (исходной и целевой) формируется как результат перемещения векторов направления вдоль соответствующих кривых методом минимального кручения.

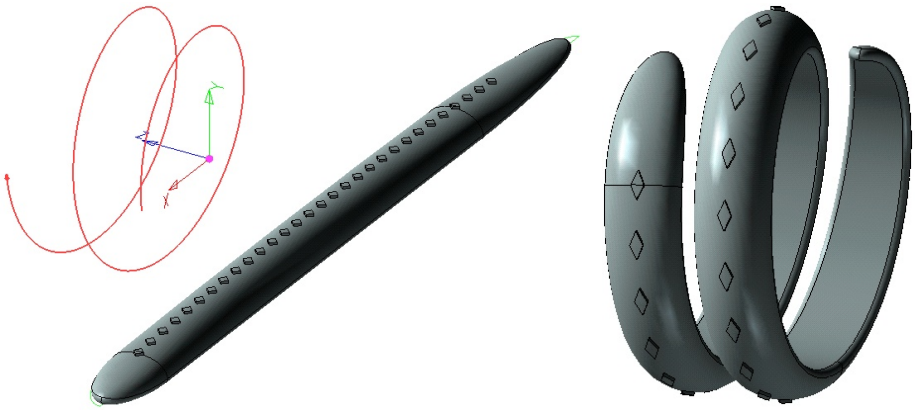
В качестве примера применения данного алгоритма можно рассмотреть одну из решаемых им типовых задач – сворачивание исходного тела в кольцо. Результирующее тело может быть замкнутым.

Кривая – Спираль

Данный алгоритм базируется на предположении, что целевая кривая спиралеподобна, т.е. существует пространственная ось, вокруг которой эта кривая намотана. Применение данного алгоритма деформации по кривой позволяет закручивать тела вокруг осесимметричных кривых наиболее естественным образом.

В этом случае для исходной кривой указывается дополнительный вектор направления (выбором ЛСК и одной из её осей). Вспомогательная поверхность для исходной кривой формируется, как и в предыдущем случае, перемещением заданного вектора вдоль кривой методом минимального кручения.

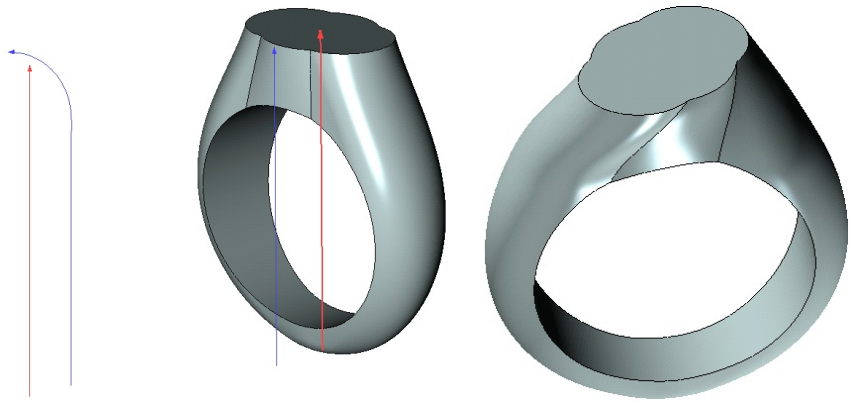
Для целевой кривой указывается её ось, также выбором ЛСК и указанием нужной оси. Для целевой кривой вспомогательная поверхность формируется как множество векторов, направленных из каждой точки кривой на ось по кратчайшему расстоянию.



Пара кривых – Пара кривых

В данном алгоритме для каждой из основных кривых (исходной и целевой) задаётся дополнительная 3D кривая кручения.

При вычислении закона преобразования вспомогательные поверхности для исходной и целевой кривых формируются как множество векторов, направленных из каждой точки исходной/целевой кривой на соответствующую ей точку кривой кручения.

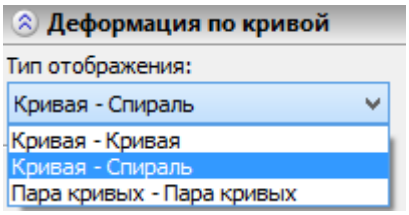


Создание деформации по кривой

Для создания деформации по кривой используется команда **Деформация по кривой**.
Первым шагом после вызова команды является выбор деформируемого тела:

<O> Выбрать тело для деформации

Данная опция включена по умолчанию при входе в команду. Деформируемое тело выбирается с помощью в 3D окне или в дереве 3D модели. Выбранное тело подсвечивается.
После задания деформируемого тела необходимо в окне параметров команды выбрать требуемый алгоритм деформации. Для этого используется выпадающий список параметра **Тип отображения**.
В зависимости от выбранного алгоритма деформации будет варьироваться последовательность следующих действий.



Создание деформации типа Кривая – Кривая

Если в списке параметра **Тип отображения** выбрано значение **Кривая – Кривая**, то в автоменю становится активной опция:

<O> Выбрать тело для деформации

Данная опция включена по умолчанию при входе в команду. Деформируемое тело выбирается с помощью в 3D окне или в дереве 3D модели. Выбранное тело подсвечивается.
Затем система предложит выбрать исходную кривую:

<T> Выбрать исходную кривую

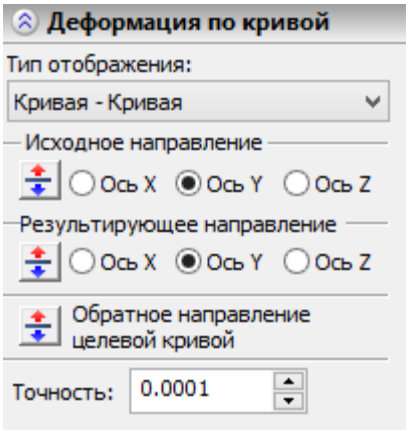
Выпадающий список данной опции содержит список 3D элементов, способных определить 3D кривую. Выбранная кривая помечается в 3D сцене.
Отменить выбор исходной кривой можно с помощью опции:

<H> Отменить выбор исходной кривой

После выбора исходной кривой необходимо указать ЛСК, ось которой будет являться вектором направления для исходной кривой:

<L> Выбрать исходную систему координат

В окне параметров команды нужно указать ту ось выбранной ЛСК, которая будет служить вектором направления исходной кривой (параметр **Исходное направление**). Одна или две оси могут быть недоступны для выбора, это означает, что выбор подобного вектора направления невозможен для указанных исходной и целевой кривых.
На основе указанного вектора направления система автоматически рассчитает вспомогательную поверхность для исходной кривой и вспомогательные ЛСК в каждой точке кривой. В 3D окне для наглядности отобразится вспомогательная ЛСК для начальной точки исходной кривой.
Кнопка позволяет изменить направление получившегося вектора направления исходной кривой, а следовательно, и ориентацию вспомогательных ЛСК.



Для отмены выбора ЛСК, задающей вектор направления исходной кривой, используется опция:

<C> Отменить выбор системы координат

Целевая кривая и её вектор направления указываются аналогично с помощью следующих опций:

<B> Выбрать результирующую кривую

<D> Отменить выбор результирующей кривой

<M> Выбрать целевую систему координат

<N> Отменить выбор системы координат

Меняя оси, задающие векторы направления для обоих кривых, а также направления этих осей, можно подобрать необходимый вариант преобразования. Для получения желаемого результата также можно воспользоваться кнопкой [**Обратное направление целевой кривой**], позволяющей изменить направление выбранной целевой кривой.

Создание деформации типа Кривая – Спираль

Если в списке параметра Тип отображения выбрано значение **Кривая – Спираль**, то в автоменю становится активной опция:

<O> Выбрать тело для деформации

Деформируемое тело выбирается с помощью в 3D окне или в дереве 3D модели.
Затем система предложит выбрать исходную кривую:

<T> Выбрать исходную кривую

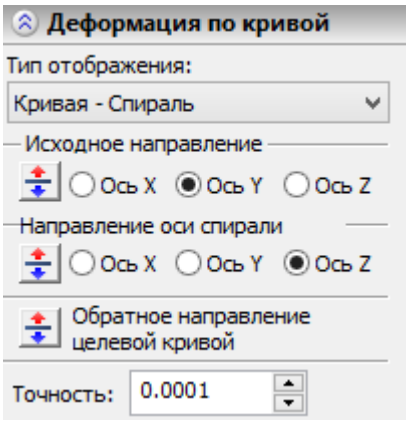
Отменить выбор исходной кривой можно с помощью опции:

<H> Отменить выбор исходной кривой

После выбора исходной кривой необходимо указать ЛСК, ось которой будет являться вектором направления для исходной кривой:

<L> Выбрать исходную систему координат

В окне параметров команды нужно указать ту ось выбранной ЛСК, которая будет служить вектором направления исходной кривой (параметр **Исходное направление**). В 3D окне отобразится вспомогательная ЛСК для начальной точки исходной кривой.
Кнопка позволяет изменить направление получившегося вектора направления исходной кривой



Для отмены выбора ЛСК, задающей вектор направления исходной кривой, используется опция:

<C> Отменить выбор системы координат

Целевая кривая и её ось указываются аналогично с помощью следующих опций:

<B> Выбрать результирующую кривую

<D> Отменить выбор целевой кривой

<M> Выбрать целевую систему координат

<N> Отменить выбор системы координат

Как и в предыдущем случае, для получения желаемого результата можно использовать кнопку **Обратное направление целевой кривой**, позволяющую изменить направление выбранной целевой кривой.

Создание деформации типа Пара кривых – Пара кривых

При выборе варианта **Пара кривых – Пара кривых** в автоменю становится активной опция:

<O> Выбрать тело для деформации

Деформируемое тело выбирается с помощью в 3D окне или в дереве 3D модели.
Затем система предложит выбрать исходную кривую:

<T> Выбрать исходную кривую

Отменить выбор исходной кривой можно с помощью опции:

<H> Отменить выбор исходной кривой

Далее необходимо указать кривую кручения для исходной кривой деформации:

<K> Выбрать исходную кривую кручения

Кривая выбирается в 3D окне или в дереве 3D модели.
Для отмены выбора исходной кривой кручения используется опция:

<L> Отменить выбор исходной кривой кручения

Целевая кривая и её кривая кручения указываются аналогично с помощью следующих опций:

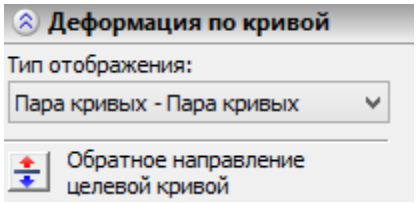
<B> Выбрать результирующую кривую

<D> Отменить выбор результирующей кривой

<M> Выбрать результирующую кривую кручения

<N> Отменить выбор результирующей кривой кручения

Дополнительно в окне параметров команды доступна кнопка **Обратное направление целевой кривой**, позволяющая изменить направление выбранной целевой кривой.

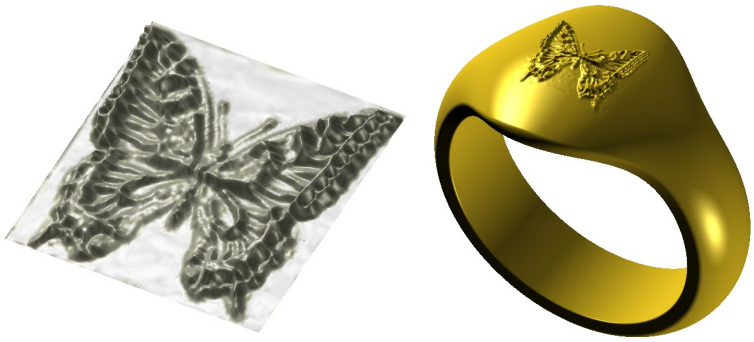


Деформация по поверхности

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Специальные > Деформация > Деформация по поверхности
Клавиатура	Текстовое меню
<3DRF>	Операции > Деформация > Деформация по поверхности

В деформации по поверхности закон деформации определяется двумя поверхностями: исходной и целевой. Функция деформации строится таким образом, чтобы исходная поверхность отобразилась в целевую.
В общем случае исходная и целевая поверхности могут не принадлежать деформируемому телу. На практике удобно в качестве исходной поверхности выбирать одну из граней деформируемого тела. Функция отображения в этом случае строится таким образом, чтобы обеспечить «изгиб» деформируемого тела на целевую поверхность.



В качестве деформируемого тела можно выбирать как твёрдое тело, так и тело-поверхность.
Исходная и целевая поверхности могут задаваться гранью, 3D профилем или телом-поверхностью. Тело-поверхность, задаваемое в качестве исходной поверхности, должно состоять из одной грани. Для определения целевой поверхности можно использовать многогранную поверхность, однако необходимо, чтобы её грани имели стыковку с непрерывностью по касательной плоскости.

> В качестве исходной поверхности не рекомендуется выбирать поверхности со сложной геометрией, например, грани с выдавленным на них рисунком. При преобразовании такой грани в целевую поверхность возможна потеря геометрии грани. В подобной ситуации лучше в качестве исходной поверхности указать, например, 3D профиль, построенный в плоскости, содержащей границы сложной грани.

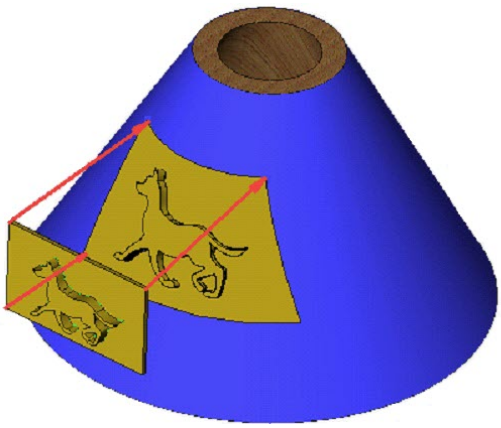
Для уточнения функции деформации задаются базовые точки на исходной и целевой поверхностях. Для каждой поверхности указывается три лежащие на ней точки. Точки можно задавать с помощью 3D узлов, вершин или других 3D объектов, способных определить 3D точку. Заданные точки не

должны лежать на одной прямой. Порядок указания точек на исходной и на целевой поверхностях должен совпадать.

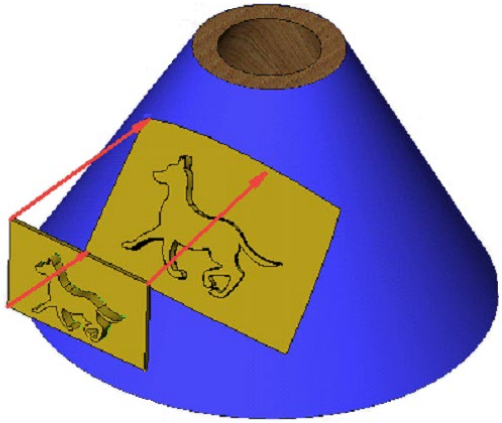
При выполнении деформации по поверхности используются два метода преобразования:

- **По параметрам** – преобразование с совмещением базовых точек поверхностей. При этом способе деформации точки на исходной поверхности точно переходят в точки на целевой поверхности. При использовании данного метода целевая поверхность не может иметь более одной грани;
- **С минимальными искажениями** – преобразование с сохранением геометрических расстояний между точками исходной поверхности. Этот метод даёт минимальные искажения, если расстояние между первыми двумя точками на исходной и результирующей поверхностях совпадают. Если расстояния не совпадают, то расстояния пересчитываются с соответствующим коэффициентом подобия. Расстояния меряются как длины нормальных сечений.

Метод **с минимальными искажениями** может работать в случае, когда целевая поверхность состоит из набора граней. Он обеспечивает наложение без неравномерностей, свойственных внутренней параметризации поверхности.

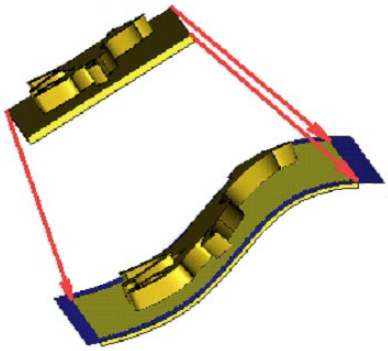


По параметрам

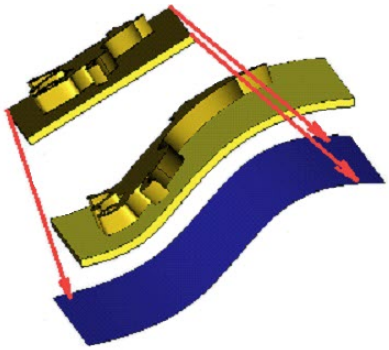


С минимальными искажениями

При создании деформации может быть задано смещение от целевой поверхности. В этом случае при формировании функции деформации исходная поверхность будет преобразовываться не в целевую, а в эквидистантную ей поверхность с заданным смещением.

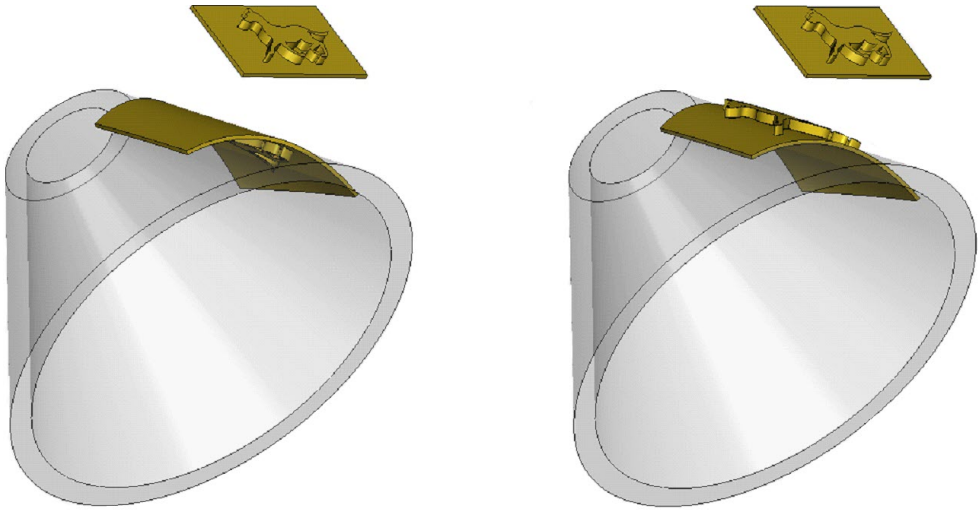


Без смещения



Со смещением

В результате деформации результирующее тело может оказаться с любой стороны относительно целевой (или эквидистантной ей) поверхности. Положение тела можно быстро изменить с помощью кнопки в окне параметров команды.



Создание деформации по поверхности

Для создания деформации по поверхности используется команда **Деформация по поверхности**
Для создания деформации по поверхности необходимо:

1. Выбрать деформируемое тело;
2. Выбрать исходную поверхность деформации;
3. Указать базовые точки на исходной поверхности;
4. Выбрать целевую поверхность деформации;
5. Указать базовые точки на целевой поверхности;
6. Задать метод деформации (По параметрам или С минимальными искажениями);
7. Задать смещение (при необходимости);
8. Завершить создание операции нажатием .

Выбор деформируемого тела и исходной поверхности

После вызова команды в автоменю появятся опции для задания необходимых исходных данных. Для выбора деформируемого тела используется опция:

<O> Выбрать деформируемое тело

Данная опция включена по умолчанию при входе в команду. Деформируемое тело выбирается с помощью в 3D окне или в дереве 3D модели. Выбранное тело подсвечивается.
Затем система предложит выбрать исходную поверхность деформации:

<T> Выбрать исходную поверхность

Выпадающий список данной опции содержит список 3D элементов, способных определить исходную поверхность деформации: грань, операция (поверхность), рабочая поверхность, 3D профиль. Выбранная поверхность помечается в 3D сцене.

Выбор точек соответствия на деформируемом теле и исходной поверхности

После выбора исходной поверхности в автоменю будут последовательно активизироваться опции для выбора трёх базовых точек исходной поверхности:

<L> Выбрать первую точку на исходной поверхности

<K> Выбрать вторую точку на исходной поверхности

<G> Выбрать третью точку на исходной поверхности

Выпадающие списки данных опций содержат фильтры выбора 3D элементов, способных определить 3D точку.

Для задания целевой поверхности используется следующая опция автоменю (она становится активной автоматически после задания базовых точек исходной поверхности):

<M> Выбрать целевую поверхность

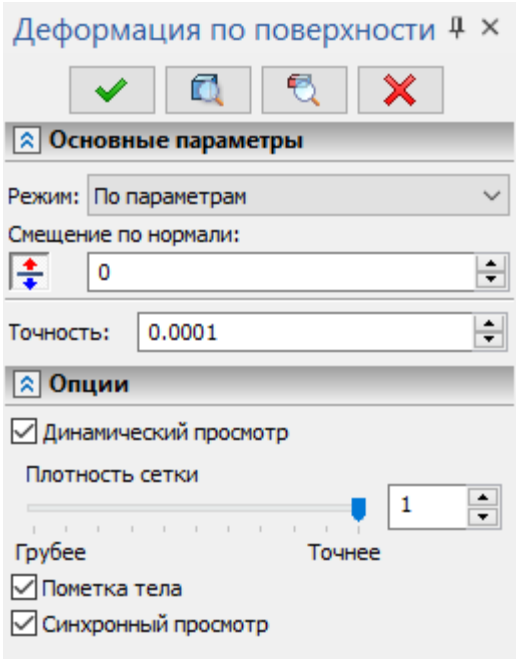
Данная опция также имеет выпадающий список фильтров для выбора разных типов 3D элементов, способных определить поверхность.
После выбора целевой поверхности необходимо последовательно указать её базовые точки:

<R> Выбрать первую точку на целевой поверхности

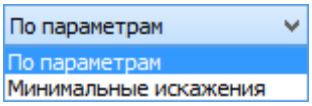
<F> Выбрать вторую точку на целевой поверхности

<B> Выбрать третью точку на целевой поверхности

Задание параметров деформации



Режим деформации выбирается с помощью параметра **Режим** в окне параметров команды.



Смещение исходной поверхности относительно целевой задаётся с помощью параметра **Смещение**. Изменить положение деформированного тела относительно целевой поверхности можно с помощью кнопки в окне параметров команды (слева от параметра **Смещение**).

Редактировать Деформацию

Для редактирования операций деформации используются следующие команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
	Правка > Операции > Деформация > Перекос

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
	Правка > Операции > Деформация > Масштабирование/Скручивание

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
	Правка > Операции > Деформация > Сгибание

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
	Правка > Операции > Деформация > Скульптурная деформация

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
	Правка > Операции > Деформация > Деформация по кривой

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
	Правка > Операции > Деформация > Деформация по поверхности

В вышеперечисленных командах доступные следующие опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

Если выбран один элемент, его можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо опцией **<P>**, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию).

При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** + (комбинация **<Ctrl>** + отменяет выбор).

Поверхностное моделирование

Набор команд, объединённых в группу под названием «Поверхности», предназначен для работы поверхностями и гранями тел. Команды позволяют создавать новые поверхности, добавлять и изменять грани.
Поверхности можно создавать не только с помощью команд, предназначенных для поверхностного моделирования, но и с помощью операций твердотельного моделирования.

Основные темы в этом разделе:

- Мостик
- Переходная поверхность
- Линейчатая поверхность
- Продолжение по закону
- Поверхность смещения
- Заполнение области
- Сшивка
- Разделение граней
- Удаление граней
- Отделение граней
- Замена граней
- Изменение граней
- Перемещение граней
- Расширение поверхности

Мостик

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Специальные > Поверхности > Мостик Поверхности > Операции > Мостик
Клавиатура	Текстовое меню
<BRI>	Операции > Поверхности > Мостик

Мостик – операция, предназначенная для соединения двух поверхностей переходной с возможностью управления параметрами сопряжения и границами крайних точек. В качестве исходных могут служить тела-поверхности или грани твёрдых тел. При этом, независимо от топологии базовых элементов, результат будет получен в виде поверхности.

Основные темы в этом разделе:

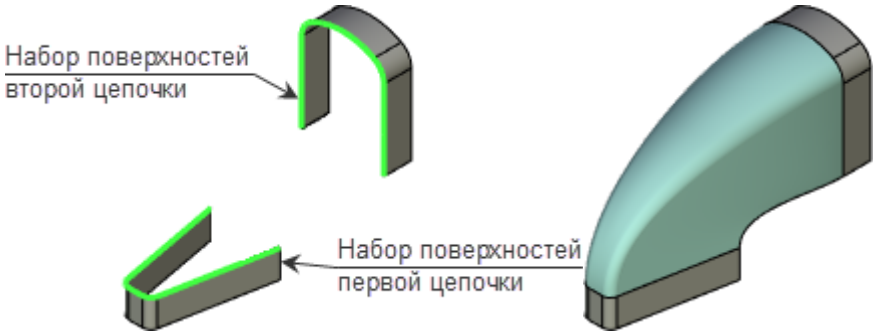
- Общие сведения о Мостике
- Создание Мостика

Общие сведения о Мостике

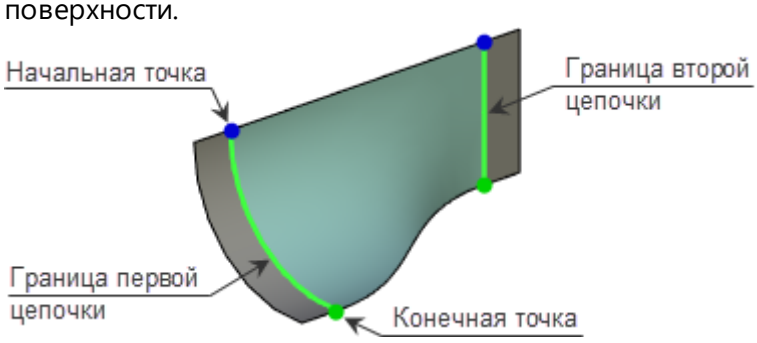
Цепочки мостика

Переходная поверхность, образующаяся в результате операции, определяется геометрией исходных цепочек. Цепочка представляет собой поверхность либо грань твёрдого тела с выбранным ребром, которое будет являться границей с переходной поверхностью. Одна цепочка может быть составлена

из нескольких последовательно соединённых поверхностей, которые можно свободно добавлять и удалять в процессе задания операции. Набор поверхностей, составляющих одну цепочку, должен принадлежать одному объекту либо телу.

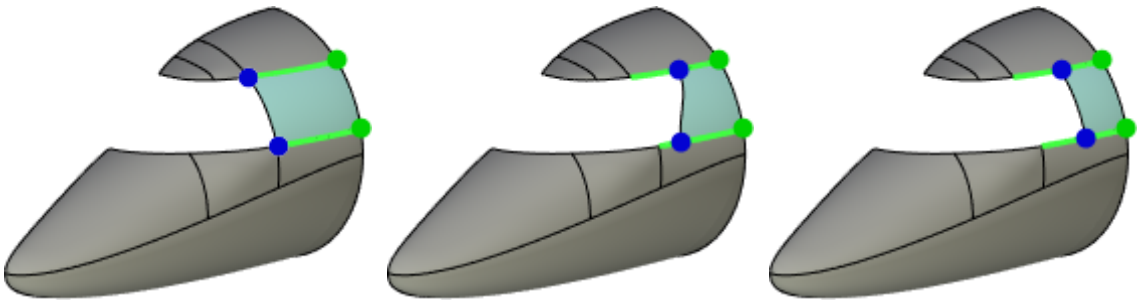


Каждая цепочка имеет крайние точки: начальную и конечную. Ориентация переходной поверхности определяется соответствием крайних точек между цепочками. В случае необходимости можно изменить последовательность соответствия точек, тем самым изменив ориентацию переходной поверхности.



Система обеспечивает возможность управления границами переходной поверхности, сдвигая крайние точки вдоль рёбер исходных цепочек. Значения сдвига можно задать в процентном отношении от длины граничного ребра, в единицах измерения либо определять по геометрической точке, лежащей на границе. При необходимости допускается синхронизировать значения сдвига крайних точек.

Значение сдвига не может превышать длину ребра цепочки.

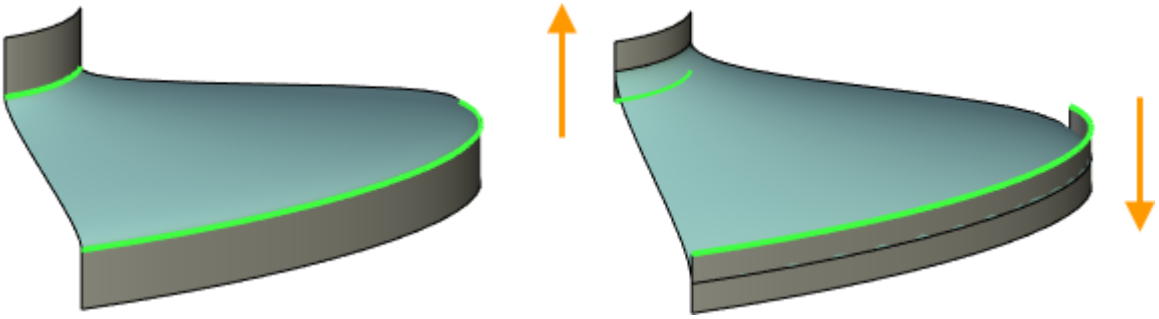


Сдвиг не задан

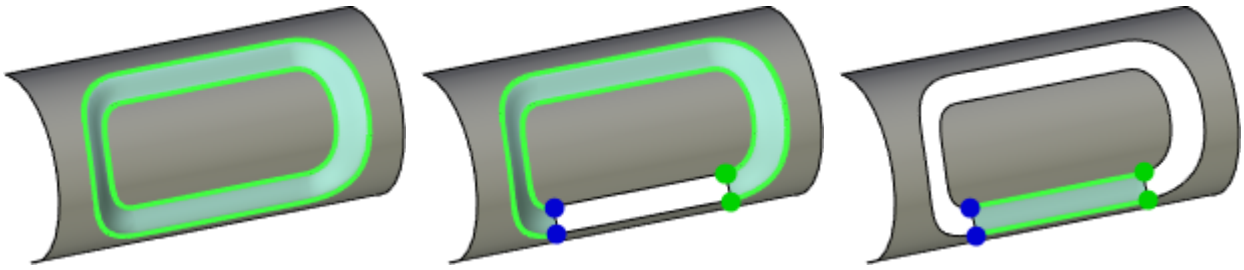
Различные значения начальных сдвигов

Значения начальных сдвигов синхронизированы

Помимо сдвига допускается смещение переходной поверхности по нормали к граничным рёбрам вглубь исходных цепочек.



Исходные поверхности могут быть замкнутыми. При работе с замкнутыми цепочками допускается размыкать контур с последующим определением направления обхода.



Контур замкнутый

Разомкнутый – прямое направление

Разомкнутый – обратное направление

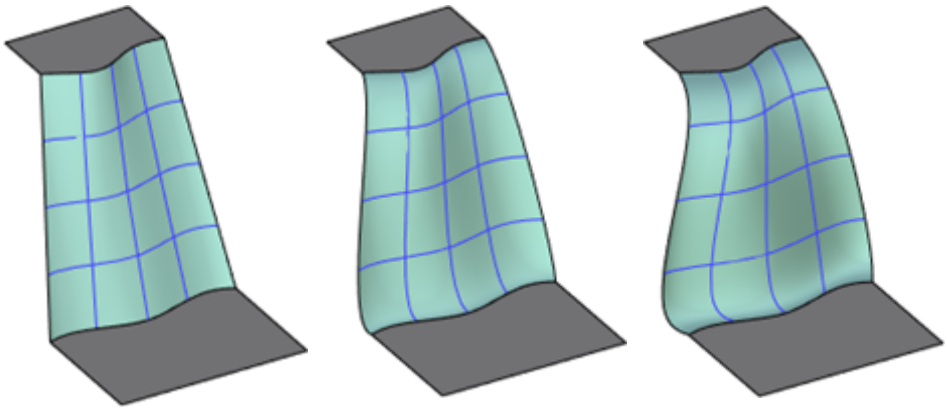
Граничные условия

На границе перехода от наборов исходных поверхностей к переходной система позволяет управлять параметрами сопряжения, определяя условие непрерывности – G0, G1, G2. Это позволяет получить более точную поверхность, в том числе с формированием плавных переходов.

Непрерывность **G0** означает, что границы исходного набора ограничивающих поверхностей и переходной поверхности совпадают в пространстве.

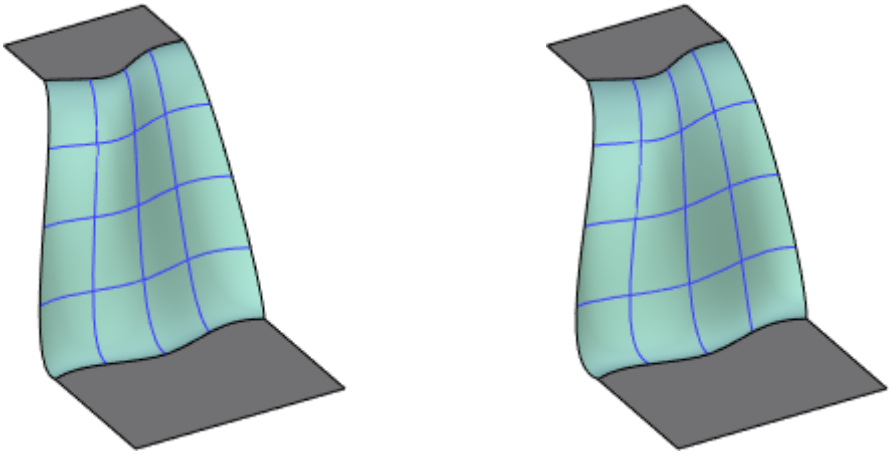
Непрерывность **G1** означает, что не только границы исходного набора ограничивающих поверхностей и переходной поверхности совпадают в пространстве, но и совпадают их направления (касательные).

Непрерывность **G2** означает, что помимо совпадения в пространстве и совпадения направления касательных, на границе поверхностей совпадают радиусы их кривизны.



Непрерывность G0 Непрерывность G1 Непрерывность G2

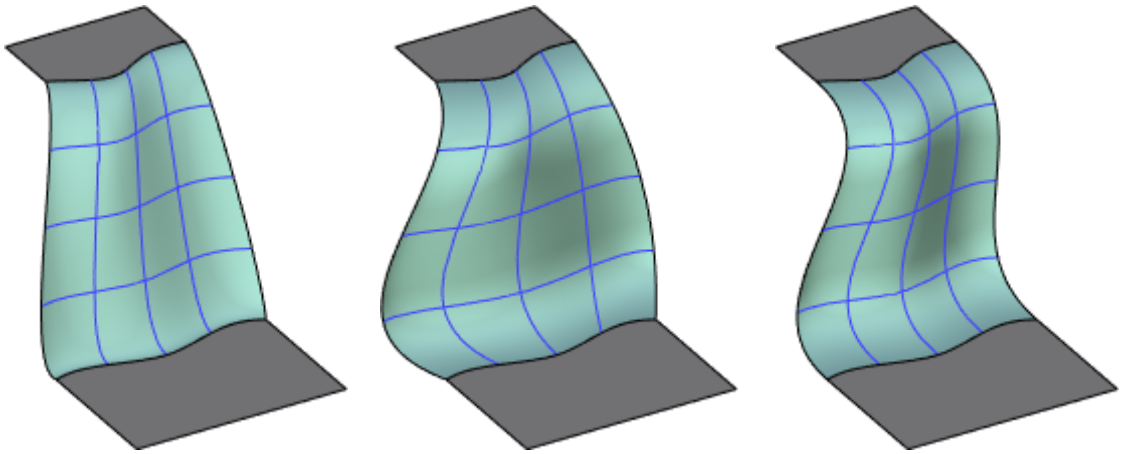
Для условий непрерывности G1 и G2 допускается задавать значение модуля касательной – коэффициента, масштабирующего значение производной в заданном направлении.



Значение модуля касательной равен 1,0 Значение модуля касательной равен 2,0

Типы сопряжений поверхностей

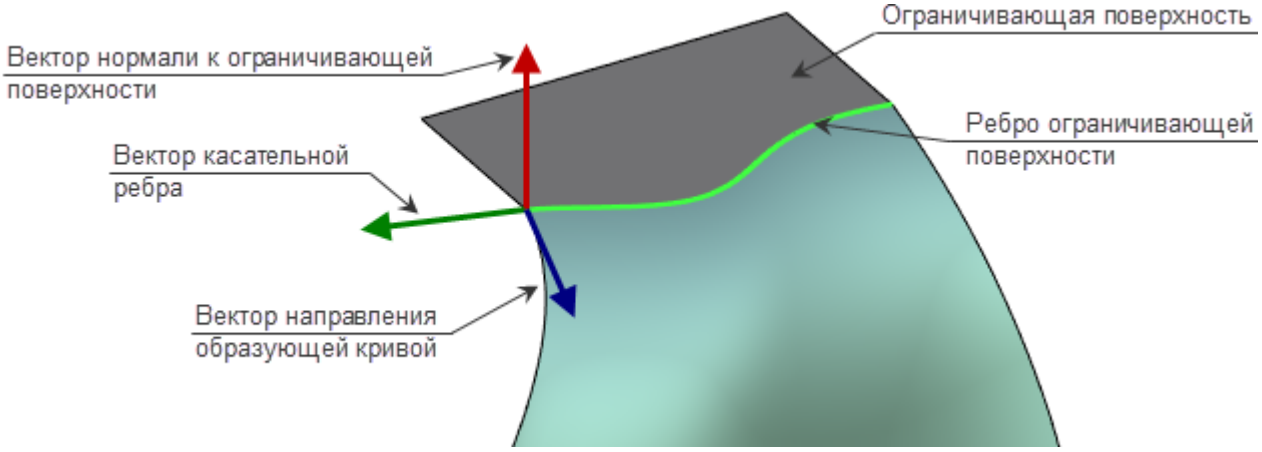
Формирование переходной поверхности обуславливается образующими кривыми, соединяющими крайние точки обеих цепочек. Для получения более точной поверхности допускается определять направление этих кривых относительно ограничивающих поверхностей.



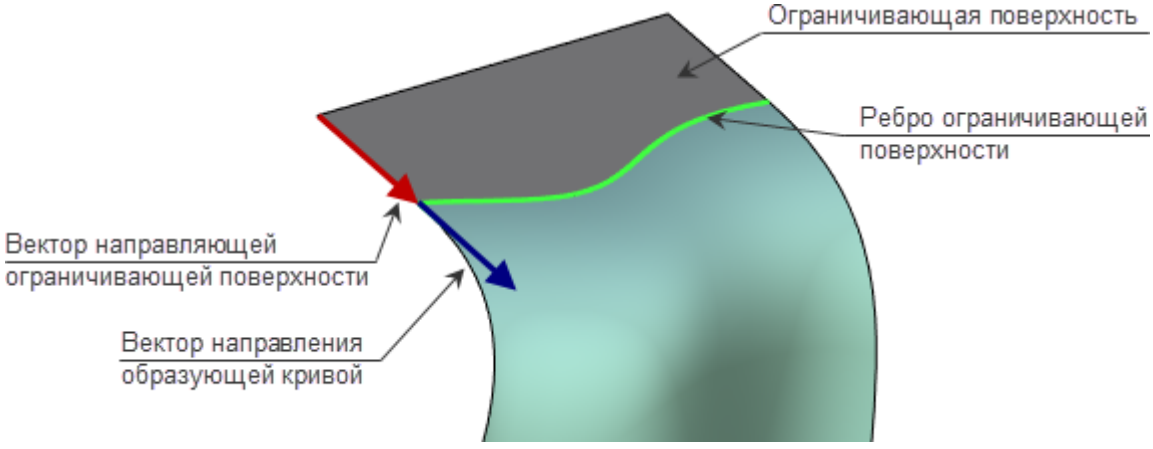
Автоматически Перпендикулярно Изопараметрически

Доступно три варианта:

- Автоматически. В этом случае направление образующих определяется системой самостоятельно с целью получения оптимального результата.
- Перпендикулярно. В этом случае вектор направления образующей кривой перпендикулярен вектору нормали к ограничивающей поверхности и вектору касательной её ребра.

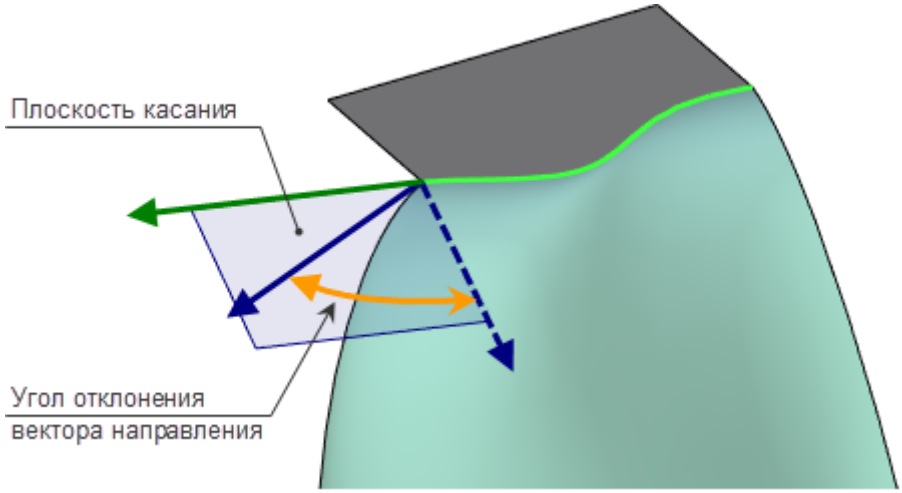


- Изопараметрически. В этом случае вектор направления образующей кривой является продолжением вектора направляющей ограничивающей поверхности.

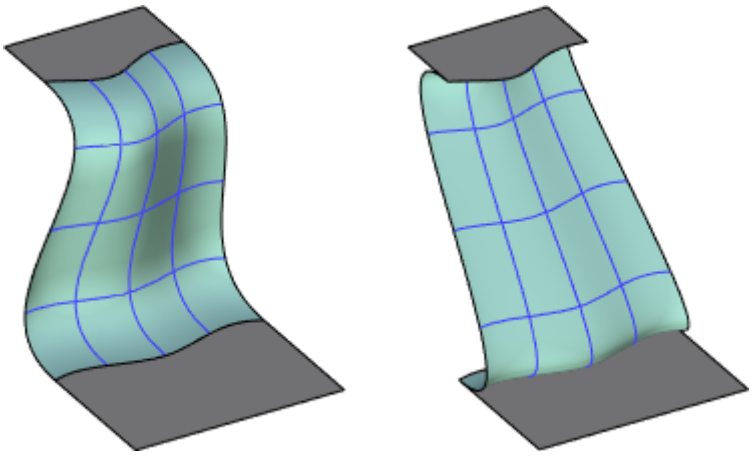


Помимо направления для образующих кривых допускается уточнять значения модуля касательной в крайних точках.

При перпендикулярном и изопараметрическом сопряжении поверхностей наряду с модулем касательной допускается задавать угол отклонения вектора направления образующей кривой в плоскости касания от исходного положения, определяемого способом сопряжения. Плоскость касания определяется вектором касания ребра ограничивающей поверхности и вектором направления.



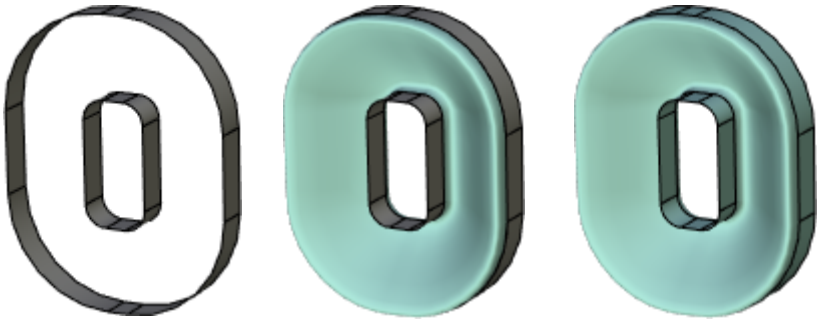
По умолчанию переходная поверхность строится таким образом, что в результате она образовывает прямое касание с исходной цепочкой. Однако при необходимости допускается изменять направление касания на противоположное.



Прямое касание Обратное касание

Дополнительные возможности

Результатом операции по умолчанию является отдельная поверхность, сопряжённая с исходными наборами поверхностей. При необходимости система позволяет сшивать исходные поверхности с переходной в одну поверхность.



Набор исходных поверхностей | Результат без сшивки | Результат с сшивкой

Создание Мостика

Для работы в команде и задания необходимых параметров совместно используется окно параметров и автоменю. Удобство изменения параметров при работе в динамическом режиме обеспечивается использованием специальных графических объектов в 3D окне – манипуляторов и меток, которые появляются автоматически после выбора элементов. Эти объекты помогают быстро оценивать и изменять вид будущего результата операции.

Для создания операции нужно выполнить следующие действия:

- Выбрать рёбра первой цепочки
- Выбрать рёбра второй цепочки
- Выбрать ограничивающие грани для обеих цепочек
- Определить граничные условия переходной поверхности
- Определить способ сопряжения поверхностей
- Задать параметры сдвигов
- Задать параметры результата
- Подтвердить создание операции

Выбор рёбер цепочек

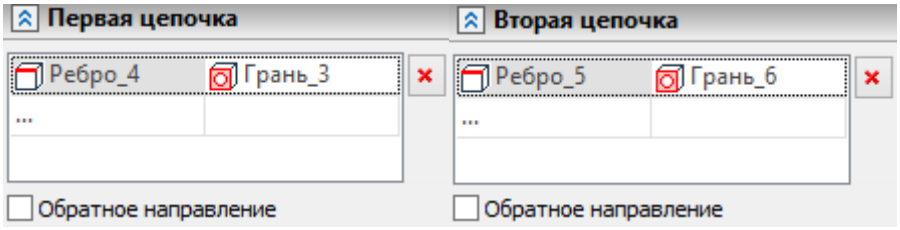
Задание операции начинается с выбора рёбер, между которыми будет строиться переходная поверхность. Набор рёбер первой или второй цепочки формируется, когда активна одна из следующих опций автоменю:

<U> Выбрать рёбра для первой цепочки

<V> Выбрать рёбра для второй цепочки

Переключение между опциями осуществляется нажатием на кнопку пиктограммы в автоменю. Выбор рёбер осуществляется при помощи мыши в 3Dокне.

Выбранные рёбра каждой цепочки отображаются в списках на соответствующих вкладках окна параметров. Переключение между списками в окне параметров активируют соответствующие опции в автоменю.



Для удаления выбранного ребра из списка используется кнопка Удалить .
По умолчанию включена опция:

<G> Режим выбора последовательности гладко сопряжённых рёбер

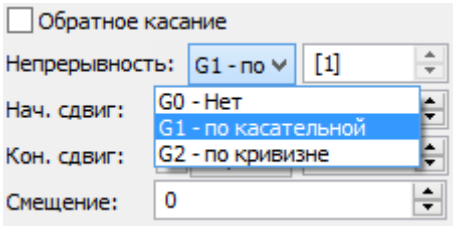
В этом случае достаточно указать любое ребро необходимой цепочки для автоматического выбора всей последовательности. Если нужно выбирать рёбра по отдельности, данную опцию следует отключить.
Для каждого ребра автоматически назначается ограничивающая грань, к которой строится переходная поверхность. Выбор другой ограничивающей грани для данного ребра осуществляется в 3D окне при включенной опции:

<F> Выбрать ограничивающую грань

Смена ориентации переходной поверхности в выбранной цепочке осуществляется параметром **Обратное направление**. В 3D окне имеется метка , дублирующая данный параметр.
Разрыв замкнутого контура цепочки и определение направления обхода осуществляется специальной меткой в 3D окне, которая имеет 3 состояния: замкнутый , разомкнутый – прямое направление , разомкнутый – обратное направление .

Определение граничных условий

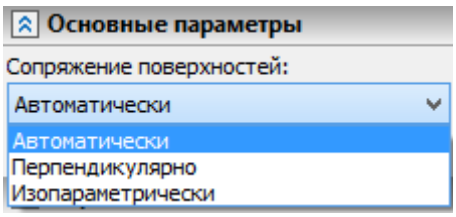
Определение условия непрерывности для каждой цепочки осуществляется параметром **Непрерывность**. Для работы в динамическом режиме в 3D окне используется метка, соответствующая значению данного параметра: G0 , G1 , G2 .



Условия непрерывности G1 и G2 предполагают задание параметра **Модуль касательной**. Для этого в 3D окне используется манипулятор в виде стрелки красного цвета, значение которого дублируется в окне параметров. По умолчанию значение равно [1].
Смена направления касания переходной поверхности с исходной цепочкой осуществляется параметром **Обратное касание**. В 3D окне этот параметр дублируется меткой .

Определение способа сопряжения поверхностей

Сопряжение поверхностей исходных цепочек с переходной определяется соответствующим параметром в окне параметров. По умолчанию установлено значение **Автоматически**.



Для управления касательной в выбранной крайней точке цепочки используется опция:

<E> Выбрать вершину для точного задания направления касательной

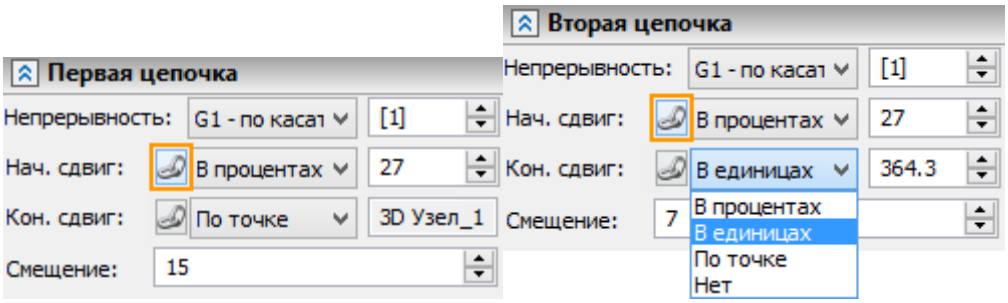
После выбора необходимой точки в 3D окне появляется манипулятор, управляющий значением модуля касательной образующей кривой в этой точке. Для сопряжения поверхностей **Перпендикулярно** и **Изопараметрически** дополнительно появляется манипулятор угла отклонения касательной от начального положения.

Задание параметров сдвига

Задание начальных и конечных сдвигов от крайних точек обеих цепочек осуществляется при помощи манипуляторов либо вводом значений в окне параметров. Значение допускается задавать в процентах от длины граничного ребра, в единицах измерения, а также определять по геометрической точке, лежащей на ребре. Выбор точки осуществляется в 3D окне.

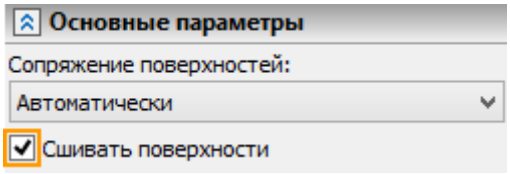
Для синхронизации значений сдвигов соответствующих точек цепочек необходимо включить параметр для нужной точки любой цепочки.

Отступ границы переходной поверхности от границы цепочки по направлению ограничивающей поверхности задаётся манипулятором в виде синей стрелки в 3D окне, дублирующим параметр **Смещение**.



Задание параметров результата

Для сшивки переходной поверхности с исходными цепочками в одну поверхность необходимо воспользоваться параметром **Сшивать поверхности**, располагающимся на вкладке **Основные параметры** в окне параметров.

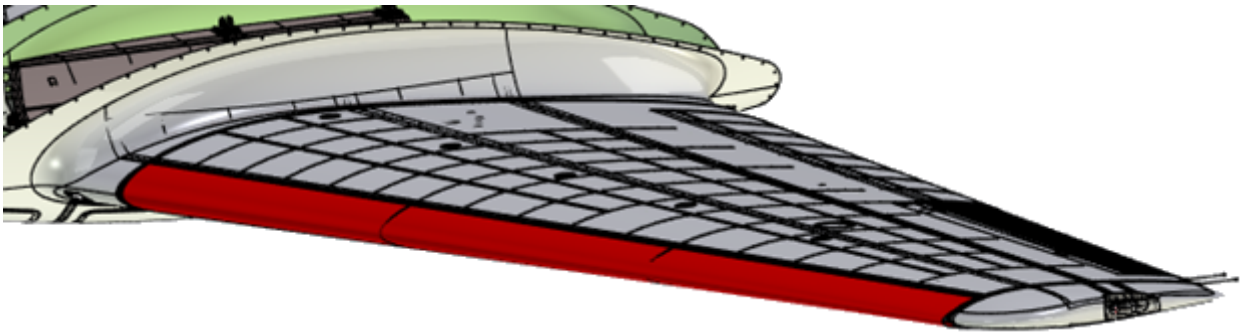


Переходная поверхность

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Специальные > Поверхности > Переходная поверхность Поверхности > Операции > Переходная поверхность
Клавиатура	Текстовое меню
<3Y>	Операции > Поверхности > Переходная поверхность

Переходная поверхность – операция, предназначенная для построения поверхности с заданным вариантом математического описания образующих профилей. Положение профилей в пространстве определяется опорной кривой: в каждой точке опорной кривой можно построить касательную, которая будет задавать нормаль плоскости, в которой лежит образующий профиль. В зависимости от выбранного варианта переходной кривой и заданных параметров, образующий профиль может быть параболой, гиперболой, дугой эллипса, дугой окружности, окружностью или отрезком.
Переходная поверхность позволяет создавать сложные пространственные поверхности с чётко заданным пользователем математическим описанием. В первую очередь это нужно для конструкторов работающих над созданием изделий, сложных с точки зрения аэро- и гидродинамики.



Основные темы в этом разделе:

- Общие сведения о Переходной поверхности
- Коническое – Дискриминант
- Коническое – Путь
- Коническое – Касательно
- Коническое – Четыре точки
- Окружность – Касание поверхности
- Окружность – Радиус
- Окружность – Радиус и угол
- Окружность – Три точки
- Прямая – Угол
- Прямая – Касание поверхностей

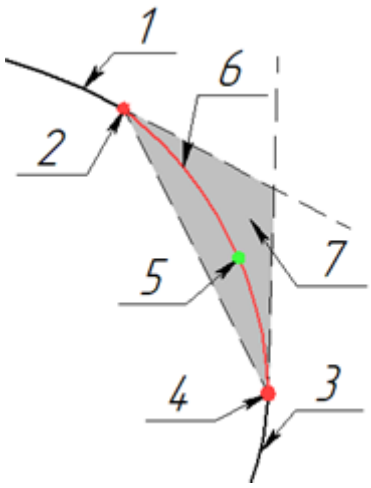
Общие сведения о Переходной поверхности

Типы переходной поверхности

Переходная поверхность, может быть построена по образующему профилю девяти типов.

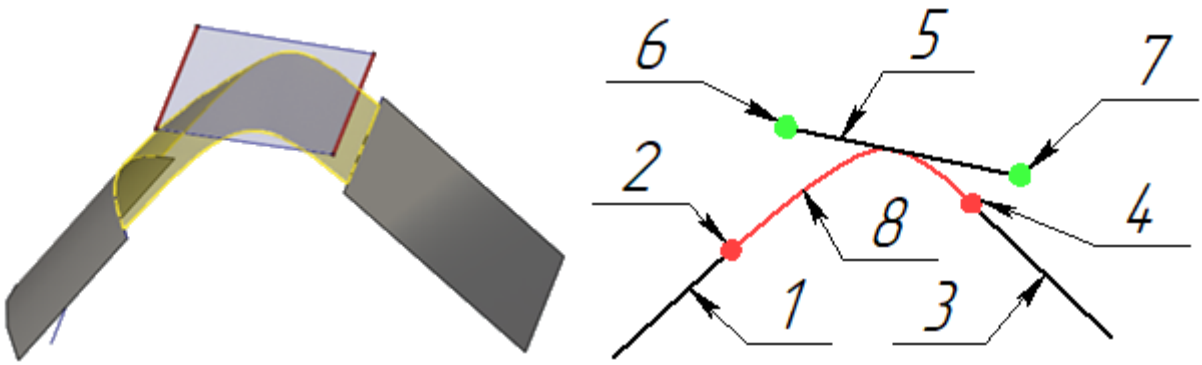
Коническое – Дискриминант. Создает поверхность конического сечения, имеющую форму гладкого скругления между двумя кривыми, лежащими на заданных поверхностях. Образующий профиль может быть параболой эллипсом или гиперболой. Степень пологости получаемой поверхности определяет параметр **Дискриминант**, изменяющийся в пределах от 0 до 1 (не включительно). Если **Дискриминант** больше 0,5 – то образующие профили будут являться гиперболами. Если меньше 0,5 – то дугами эллипса. Если **Дискриминант** равен 0,5 – то параболой. Соответственно, чем больше **Дискриминант** – тем создаваемая поверхность будет менее пологая.

Коническое – Путь. Создает поверхность конического сечения, имеющую форму гладкого скругления между двумя кривыми, лежащими на заданных поверхностях. Образующий профиль может быть параболой, дугой эллипса или гиперболой. Форму скругления поверхности определяет промежуточный путь, через который должен пройти каждый образующий профиль. Положение каждой точки пути ограничено площадью треугольника, показанного на рисунке.



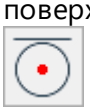
1 – первая поверхность; 2 – точка первой направляющей кривой; 3 – вторая поверхность; 4 – точка второй направляющей кривой; 5 – точка на промежуточном пути; 6 – полученная поверхность (образующий профиль поверхности); 7 – допустимая область положения точки промежуточного пути.

Коническое – Касательно. Создает поверхность конического сечения, имеющую форму гладкого скругления между двумя кривыми, лежащими на заданных поверхностях. Образующий профиль может быть параболой эллипсом или гиперболой. Форму скругления поверхности определяет справочная поверхность, заданная двумя справочными кривыми. Справочная поверхность будет невидимая для пользователя, если выбранные справочные кривые не принадлежат к уже созданной поверхности. Создаваемая поверхность должна быть касательной к справочной поверхности. При этом справочная поверхность должна быть такой, чтобы каждый образующий профиль мог быть к ней касательным. В противном случае, создаваемая поверхность будет пересекать справочную без условия касательности.



1 – первая поверхность; 2 – точка первой направляющей кривой; 3 – вторая поверхность; 4 – точка второй направляющей кривой; 5 – справочная поверхность; 6 – точка первой справочной кривой; 7 – точка второй справочной кривой; 8 – полученная поверхность (образующий профиль поверхности).

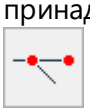
Коническое – Четыре точки. Создает поверхность конического сечения, гладко касающуюся заданной поверхности по указанной направляющей (первой направляющей), при этом форма поверхности определяется тремя другими направляющими.

 Окружность – Касание поверхности. Создаёт поверхность, которая касательна к указанной поверхности. Образующий профиль поверхности имеет форму дуги окружности с заданным углом относительно точки касания, центр дуги лежит на заданной кривой. Угол дуги может быть постоянным по всей длине поверхности или переменным, заданным при помощи графика.

Окружность – Радиус. Создаёт замкнутую поверхность, образующие профили которой представляют собой окружности заданного радиуса. Радиус может быть постоянным или переменным. Центр окружностей определяется указанной кривой.

Окружность – Радиус и угол. Создаёт поверхность, которая проходит через кривую и касательна поверхности, которой принадлежит данная кривая. Поперечное сечение поверхности имеет форму дуги окружности с заданным радиусом и углом. Радиус и угол могут быть постоянными по всей длине поверхности, а могут быть заданы графиком.

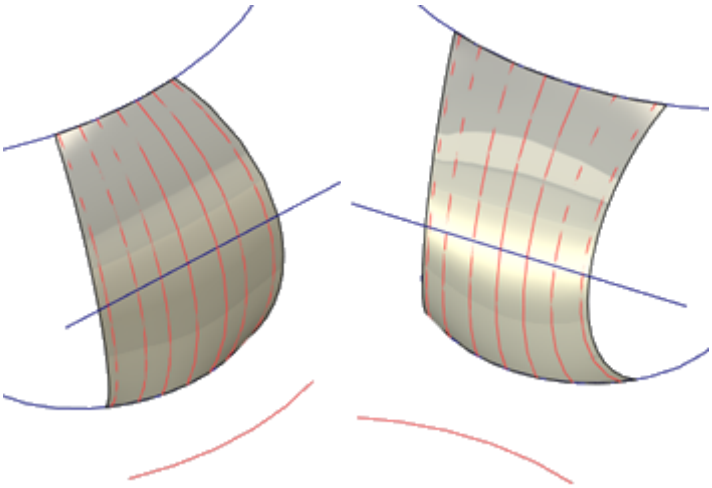
Окружность – Три точки. Создаёт поверхность, которая проходит через три заданных кривых. Поперечное сечение поверхности имеет форму дуги окружности, построенной по трём точкам принадлежащим каждой из трёх заданных кривых. Кривые могут сходиться в одной точке.

 Прямая – Угол. Создаёт поверхность, образующие профили которой представляют собой отрезки. Каждый отрезок будет расположен под заданным углом к выбранной поверхности. Одна крайняя точка отрезка будет лежать на поверхности, другая – на направляющей кривой, заданной пользователем. Угол может быть постоянным или переменным. При нулевом угле поверхность строится по касательной. Поверхность ограничена с одной стороны начальной направляющей, с другой – пересечением (или касанием) с плоскостью.

Прямая – Касание поверхностей. Создаёт поверхность, образующие профили которой представляют собой отрезки. Каждый отрезок в крайних точках будет касателен к указанным пользователем поверхностям.

Опорная кривая

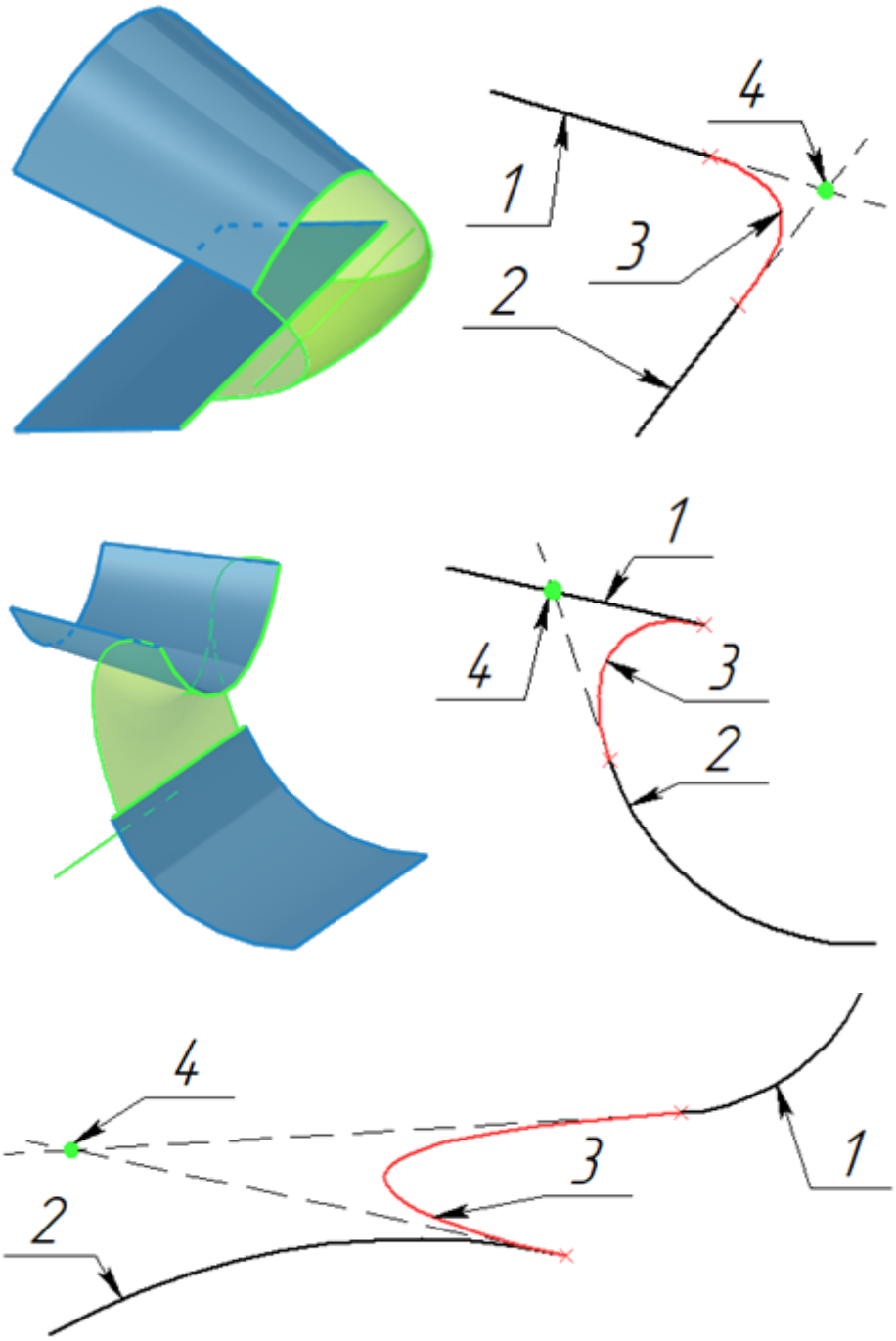
Основополагающим элементом любого варианта построения переходной поверхности является опорная кривая. Опорную кривую можно задать 3D путём, трассой, ребром или несколькими гладко сопряжёнными рёбрами. Опорная кривая определяет направление касательных, по нормалям к которым будут расположены плоскости, на которых, в свою очередь, будут находиться образующие профили, задающие геометрию создаваемой поверхности. Образующие профили и плоскости в которых они лежат для пользователя не видны. На рисунке показано влияние опорной кривой на расположение задающих профилей (профили показаны условно, т.к. их реальная частота построения гораздо выше).



Опорная кривая может находиться в любом месте 3D сцены. При этом расположение опорной кривой должно быть таким, чтобы избежать пересечения крайних образующих профилей, с учётом кривизны опорной кривой и её расстояния до других определяющих элементов. В случае, если опорная кривая представляет собой отрезок – пересечения крайних образующих профилей в любом случае не будет, т.к. они параллельны друг другу. Кроме того, нужно учитывать границы опорной кривой: за границами опорной кривой поверхность построена не будет. Опорная кривая может выходить за границы других задающих элементов.

Направление изгиба поверхности

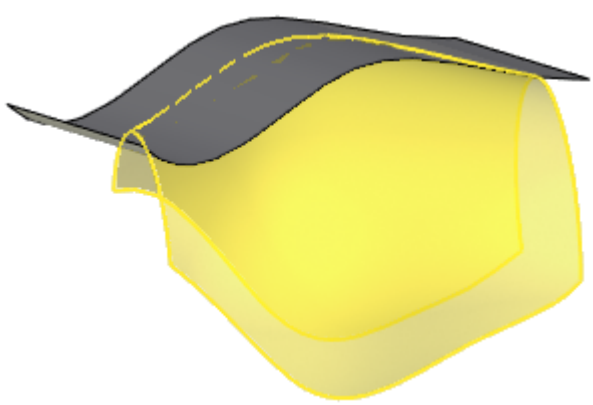
Направление касания (изгиба) переходных поверхностей конического сечения (поверхностей первых четырех вариантов) определяется расположением поверхностей, на которых лежат направляющие кривые. При этом направление выгиба создаваемой поверхности будет единственно возможным. Направление выгиба будет определяться направлением точки пересечения касательных, построенных к поверхностям в плоскостях образующих профилей.

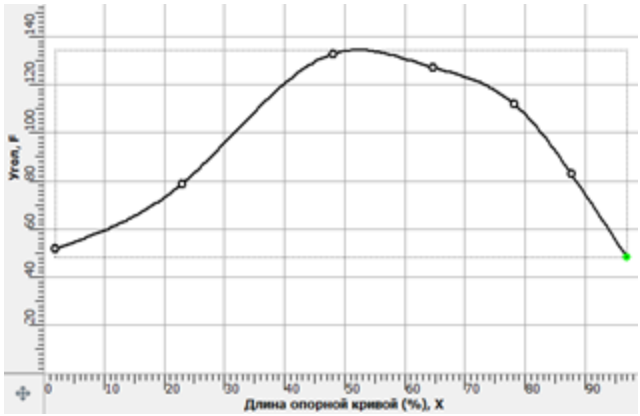


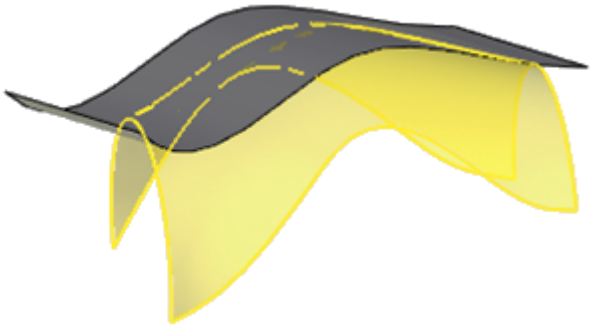
1 – первая поверхность; 2 – вторая поверхность; 3 – полученная поверхность (профиль поверхности); 4 – точка пересечения касательных.

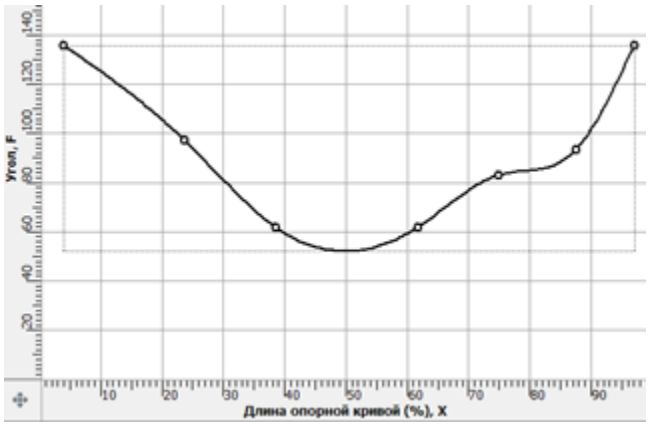
Управление свободной границей

Для вариантов построения переходной поверхности **Окружность – Касание поверхности, Окружность – Радиус и угол,** края поверхности не зависят от выбранных геометрических элементов и определяются только численным параметром **Угол**, который можно указать постоянным или переменным, заданным графиком. Переменные значения задаются относительно длины опорной кривой.









Параметры точности

У всех вариантов построения поверхности есть три параметра точности: **Точность разбиения**, **Точность вычислений**, **Упростить геометрию**.

Точность разбиения. Определяет точность разбиения всех заданных кривых: опорная кривая, осевая кривая, направляющие кривые и т.д. Параметр задаёт максимальное расстояние от хорды, построенной между двумя соседними точками разбиения, до кривой. Количество точек разбиения определяет количество образующих профилей. По умолчанию параметр точности разбиения имеет значение 0,0001 м.

Точность вычислений. Определяет точность аппроксимации образующих профилей и точность соединения поверхностью соседних образующих профилей. По умолчанию параметр точности вычисления имеет значение 0,00001 м. Указанное значение позволяет получать корректные поверхности в абсолютном большинстве случаев. Менять данный параметр без видимых проблем построения не рекомендуется.

Упростить геометрию. Данный параметр определяет тип краёв поверхности: край поверхности может представлять собой единую кривую (если флаг установлен) или последовательный набор рёбер (если флаг снят). По умолчанию флаг установлен. Количество рёбер будет на одно меньше количества образующих профилей.

Использовать направляющие. Направляющая – кривая, определяющая характерные точки образующих профилей: через каждую характерную точку направляющей кривой проходит образующий профиль (см. поясняющие схемы выше). Кроме того, направляющая может задавать форму итоговой поверхности между двумя соседними образующими профилями. Если флаг данной опции поставлен, то при построении соединяющей поверхности между каждыми двумя соседними профилями будет использована форма направляющей кривой, приходящейся на участок между двумя рассматриваемыми профилями (между двумя точками направляющей кривой, которые определяют геометрию образующих профилей). Если флаг опции снят – то участок между двумя характерными точками направляющей кривой (точками, задающими профили) будет

аппроксимирован некоторой функцией, которая может отличаться по форме от рассматриваемого участка направляющей. При этом функция аппроксимации в обязательном порядке будет проходить через точки направляющей кривой, задающей профили.
Флаг опции установлен по умолчанию.
В случае, если строится поверхность конического сечения (первые четыре варианта построения поверхности), то направляющие (на схематичных рисунках обозначены позициями 2 и 4) чётко задают форму между образующими профилями, поэтому для этих вариантов построения поверхности данную опцию отключать не рекомендуется.
В случае, если направляющая кривая задана только с одной стороны, или если направляющая кривая в явном виде не задана, а определяется из построения, например, как в пятом варианте построения с касанием поверхности профилей, представляющих собой окружность, то в некоторых случаях снятие флага позволяет получить результат в большей степени удовлетворяющей пользователя. В рассматриваемом способе построения (и близких к нему) направляющая задана с одной стороны и определятся из построения, как соединительная кривая по точкам касания окружностей, лежащая в заданной поверхности касания что может повлиять на симметричность поверхности и её кривизну. Поэтому допустимо снять флаг рассматриваемой опции, и использовать аппроксимацию направляющей кривой на участках между профилями вместо направляющей кривой.
Угловая точность. Параметр доступен только во варианте построения **Прямая – Касание поверхностей**. Данный параметр определяет допустимый угол между образующим профилем (отрезком) и касательными к выбранным поверхностям в крайних точках отрезка. Значение по умолчанию 1°. Минимально допустимое значение 0,1°. Для экономии вычислительных ресурсов указывать значение угловой точности меньше 0,3° не рекомендуется.

Опции

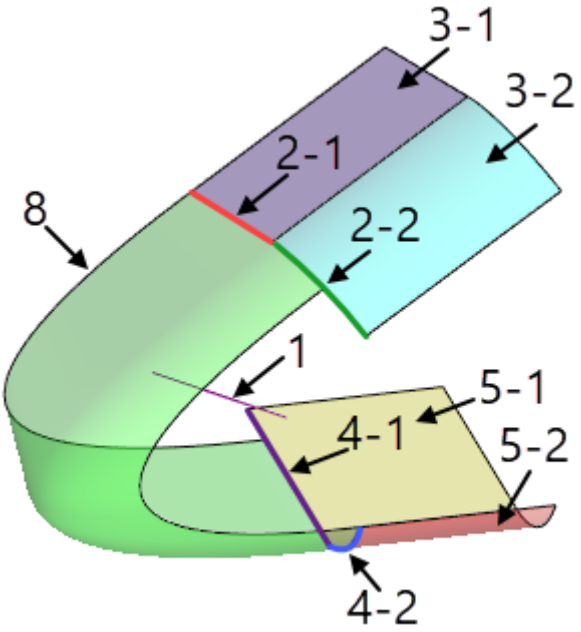
В опциях есть дополнительная возможность, включённая по умолчанию: **Динамический просмотр**. Опция является стандартной для всех команд трёхмерного моделирования. Опция включает упрощённое изображение создаваемой поверхности, динамически изменяющейся при изменении исходных параметров.

Коническое - Дискриминант

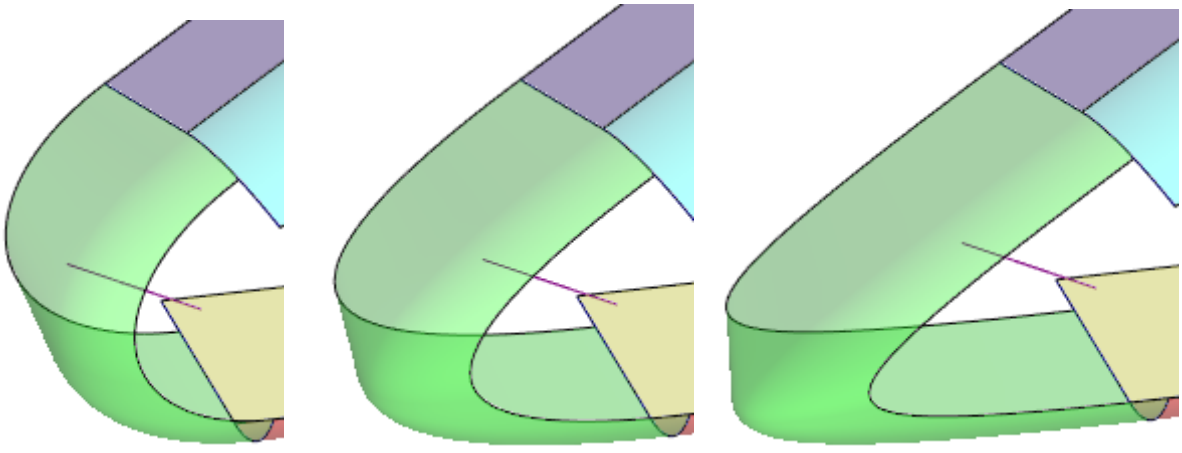
Для создания поверхности **Коническое – Дискриминант** нужно выполнить следующие действия.

1. Выбрать опорную кривую. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер.
2. Выбрать первую направляющую. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер. Первая направляющая должна полностью лежать на первой грани.
3. Выбрать первую грань. Может быть задана гранью, поверхностью или набором гладкосопряжённых граней.
4. Выбрать вторую направляющую. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер. Вторая направляющая должна полностью лежать на второй грани.
5. Выбрать вторую грань. Может быть задана гранью, поверхностью или набором гладкосопряжённых граней.
6. Задать значение дискриминанта в диапазоне от 0,001 до 0,999. Значение может быть постоянным или переменным, заданным при помощи графика. Ось абсцисс графика – длина вдоль опорной кривой.
7. Изменить, или оставить значения по умолчанию для параметров, определяющих точность построения.

8. Подтвердить создание поверхности.



1. Опорная кривая
2-1. Первое ребро из набора гладкосопряженных рёбер первой направляющей
2-2. Второе ребро из набора гладкосопряженных рёбер первой направляющей
3-1. Первая часть из набора гладкосопряженных граней первой грани
3-2. Вторая часть из набора гладкосопряженных граней первой грани
4-1. Первое ребро из набора гладкосопряженных рёбер второй направляющей
4-2. Второе ребро из набора гладкосопряженных рёбер второй направляющей
5-1. Первая часть из набора гладкосопряженных граней второй грани
5-2. Вторая часть из набора гладкосопряженных граней второй грани
8. Полученная поверхность, форма которой зависит от дискриминанта

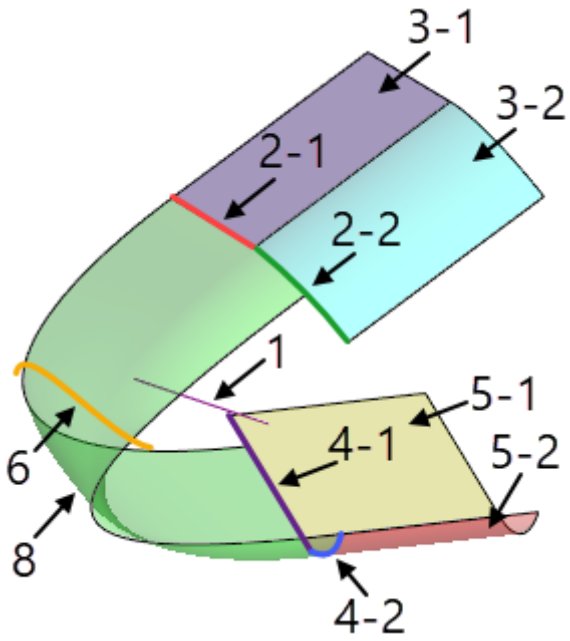


Дискриминант равен 0.3 Дискриминант равен 0.5 Дискриминант равен 0.7

Коническое - Путь

Для создания поверхности **Коническое – Путь** нужно выполнить следующие действия.

1. Выбрать опорную кривую. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер.
2. Выбрать первую направляющую. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер. Первая направляющая должна полностью лежать на первой грани.
3. Выбрать первую грань. Может быть задана гранью, поверхностью или набором гладкосопряжённых граней.
4. Выбрать вторую направляющую. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер. Вторая направляющая должна полностью лежать на второй грани.
5. Выбрать вторую грань. Может быть задана гранью, поверхностью или набором гладкосопряжённых граней.
6. Выбрать промежуточный путь. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер.
7. Изменить, или оставить значения по умолчанию для параметров, определяющих точность построения.
8. Подтвердить создание поверхности.

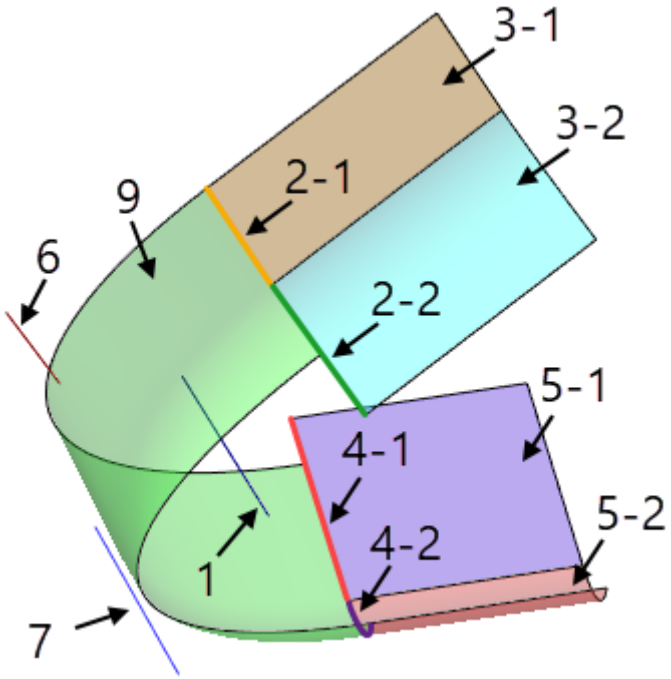


1. Опорная кривая
2-1. Первое ребро из набора гладкосопряженных рёбер первой направляющей
2-2. Второе ребро из набора гладкосопряженных рёбер первой направляющей
3-1. Первая часть из набора гладкосопряженных граней первой грани
3-2. Вторая часть из набора гладкосопряженных граней первой грани
4-1. Первое ребро из набора гладкосопряженных рёбер второй направляющей
4-2. Второе ребро из набора гладкосопряженных рёбер второй направляющей
5-1. Первая часть из набора гладкосопряженных граней второй грани
5-2. Вторая часть из набора гладкосопряженных граней второй грани
6. Промежуточный путь
8. Полученная поверхность

Коническое - Касательно

Для создания поверхности **Коническое – Касательно** нужно выполнить следующие действия.

1. Выбрать опорную кривую. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер.
2. Выбрать первую направляющую. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер. Первая направляющая должна полностью лежать на первой грани.
3. Выбрать первую грань. Может быть задана гранью, поверхностью или набором гладкосопряжённых граней.
4. Выбрать вторую направляющую. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер. Вторая направляющая должна полностью лежать на второй грани.
5. Выбрать вторую грань. Может быть задана гранью, поверхностью или набором гладкосопряжённых граней.
6. Выбрать первую справочную кривую. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер.
7. Выбрать вторую справочную кривую. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер.
8. Изменить, или оставить значения по умолчанию для параметров, определяющих точность построения.
9. Подтвердить создание поверхности.



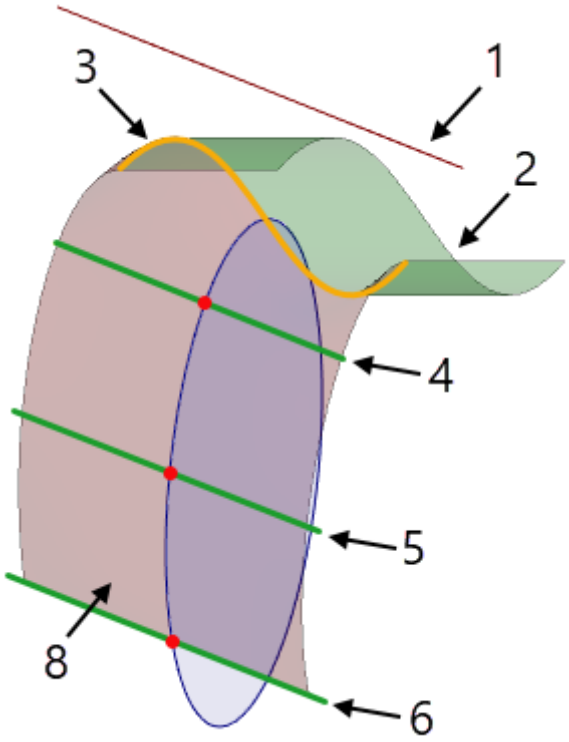
1. Опорная кривая
2-1. Первое ребро из набора гладкосопряженных рёбер первой направляющей
2-2. Второе ребро из набора гладкосопряженных рёбер первой направляющей
3-1. Первая часть из набора гладкосопряженных граней первой грани
3-2. Вторая часть из набора гладкосопряженных граней первой грани
4-1. Первое ребро из набора гладкосопряженных рёбер второй направляющей
4-2. Второе ребро из набора гладкосопряженных рёбер второй направляющей
5-1. Первая часть из набора гладкосопряженных граней второй грани
5-2. Вторая часть из набора гладкосопряженных граней второй грани
6. Первая справочная кривая
7. Вторая справочная кривая
9. Полученная поверхность

Коническое - Четыре точки

Коническое – 4 точки. Создает поверхность конического сечения, гладко касающуюся заданной поверхности по указанной направляющей (первой направляющей), при этом форма поверхности определяется тремя другими направляющими.

Для создания поверхности **Коническое – 4 точки** нужно выполнить следующие действия.

1. Выбрать опорную кривую. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер.
2. Выбрать первую грань. Может быть задана гранью, поверхностью или набором гладкосопряжённых граней.
3. Выбрать первую направляющую. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер. Первая направляющая должна полностью лежать на первой грани.
4. Выбрать вторую направляющую. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер. Вторая направляющая должна полностью лежать на первой грани.
5. Выбрать третью направляющую. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер. Третья направляющая должна полностью лежать на первой грани.
6. Выбрать четвертую направляющую. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер. Четвертая направляющая должна полностью лежать на первой грани.
7. Изменить, или оставить значения по умолчанию для параметров, определяющих точность построения.
8. Подтвердить создание поверхности.

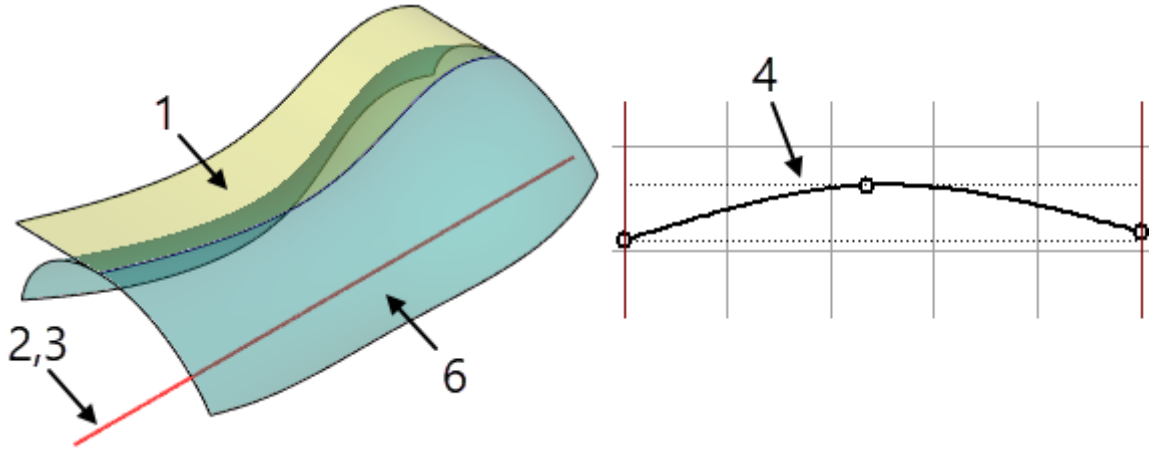


1. Опорная кривая
2. Первая грань
3. Первая направляющая
4. Вторая направляющая
5. Третья направляющая
6. Четвертая направляющая
8. Полученная поверхность

Окружность - Касание поверхности

Для создания поверхности **Окружность – Касание поверхности** нужно выполнить следующие действия.

1. Выбрать касательную грань. Может быть задана гранью, поверхностью или набором гладкосопряжённых граней.
2. Выбрать осевую кривую. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер.
3. При необходимости выбрать опорную кривую. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер. В случае, если опорная кривая не выбрана – ориентацию образующих профилей будет задавать осевая кривая.
4. Задать угол. Диапазон изменения угла от 0° до 180°. Значение может быть постоянным или переменным, заданным при помощи графика. В случае использования графика диапазон изменения от 0 до 179,99°. График не может переходить из отрицательной области в положительную или наоборот. Ось абсцисс графика – длина вдоль опорной кривой. Угол откладывается симметрично в обе стороны от точки касания.
5. Изменить, или оставить значения по умолчанию для параметров, определяющих точность построения.
6. Подтвердить создание поверхности.

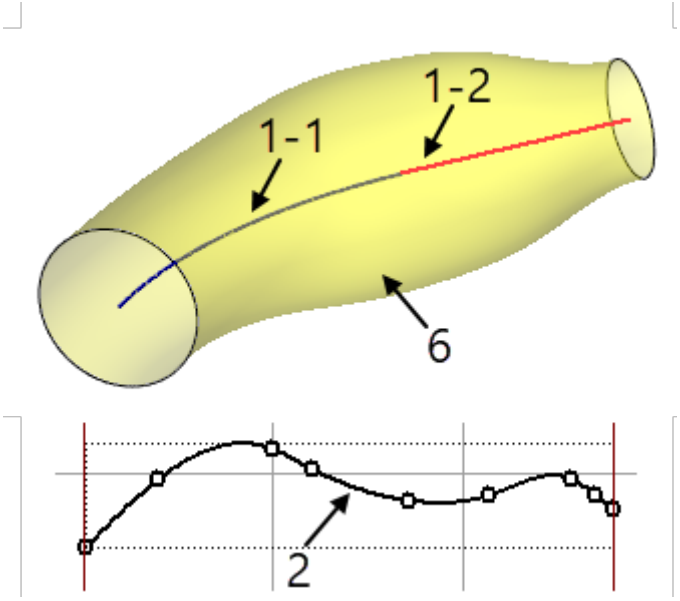


1. Касательная грань
2. Осевая кривая
3. Опорная кривая
4. Угол (ось ординат) относительно длины опорной кривой (ось абсцисс)
6. Полученная поверхность

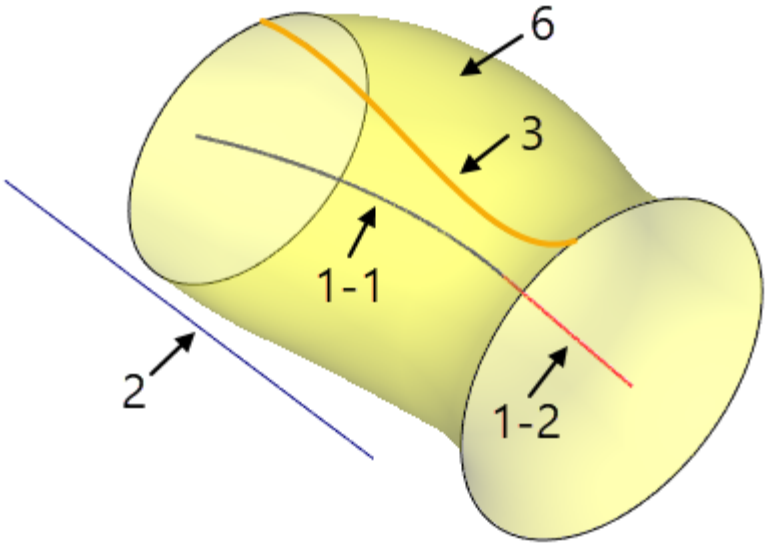
Окружность - Радиус

Для создания поверхности **Окружность – Радиус** нужно выполнить следующие действия.

1. Выбрать осевую кривую. Может представлять собой путь, трассу, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер.
2. При необходимости выбрать опорную кривую. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер. В случае, если опорная кривая не выбрана – ориентацию образующих профилей будет задавать осевая кривая.
3. При необходимости выбрать кривую радиуса. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер.
4. В случае, если не задана кривая радиуса, задать радиус. Значение может быть постоянным или переменным, заданным при помощи графика. Ось абсцисс графика – длина вдоль осевой кривой или опорной кривой если она задана.
5. Изменить, или оставить значения по умолчанию для параметров, определяющих точность построения.
6. Подтвердить создание поверхности.



1-1. Первое ребро из набора гладкосопряженных рёбер осевой кривой
1-2. Второе ребро из набора гладкосопряженных рёбер осевой кривой
4. Радиус (ось ординат) относительно длины опорной кривой (ось абсцисс)
6. Полученная поверхность



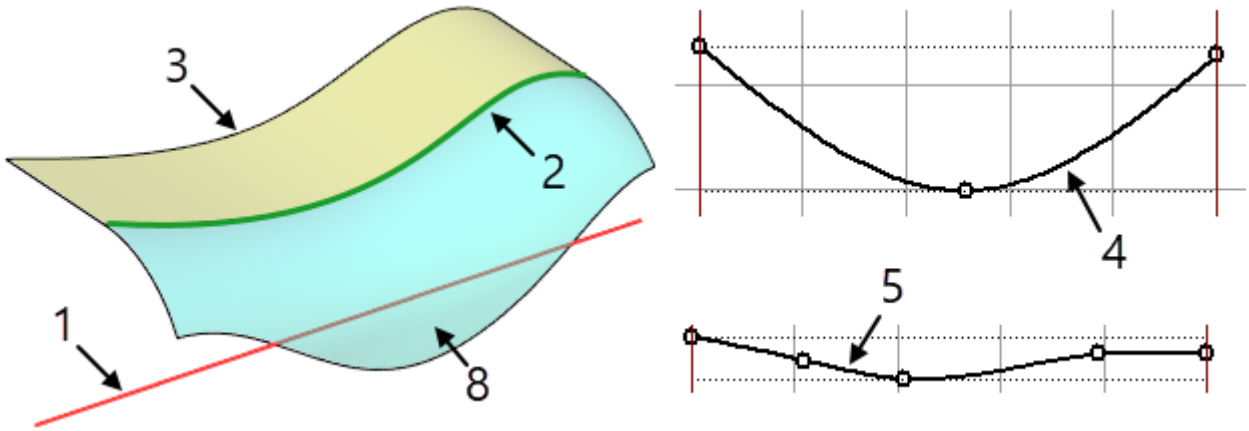
1-1. Первое ребро из набора гладкосопряженных рёбер осевой кривой
1-2. Второе ребро из набора гладкосопряженных рёбер осевой кривой
2. Опорная кривая
3. Кривая радиуса
6. Полученная поверхность

Окружность - Радиус и угол

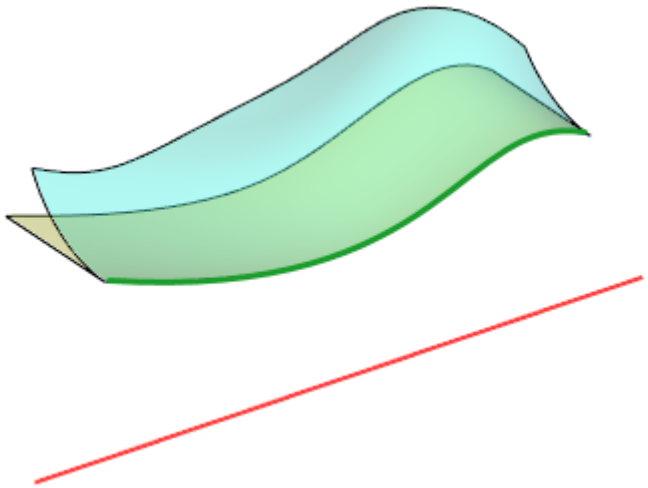
Для создания поверхности **Окружность – Радиус и угол** нужно выполнить следующие действия.

1. Выбрать опорную кривую. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер.

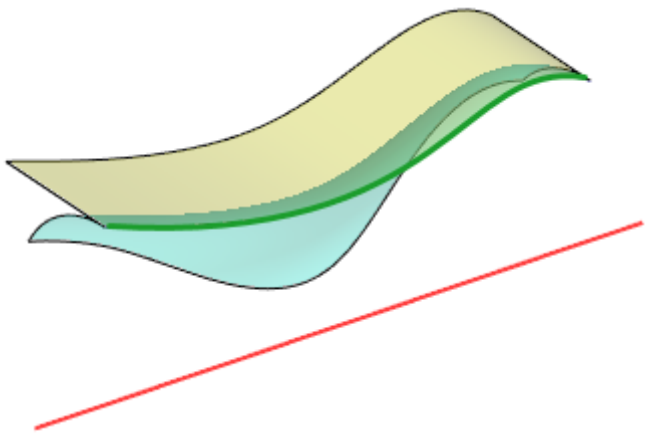
2. Выбрать направляющую кривую. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер. Должна полностью лежать на касательной грани.
3. Выбрать касательную грань. Может быть задана гранью, поверхностью или набором гладкосопряжённых граней.
4. Задать радиус. Значение может быть постоянным или переменным, заданным при помощи графика.
5. Задать угол. Диапазон изменения угла от -360° до +360°. Значение может быть постоянным или переменным, заданным при помощи графика. В случае использования графика диапазон изменения от -359,99° до 0, либо от 0 до +359,99°. График не может переходить из отрицательной области в положительную или наоборот. Ось абсцисс графика – длина вдоль опорной кривой.
6. При необходимости поставить флаг обратного направления. Установка и снятие флага изменяет направление касания на противоположное. Сочетание параметров угла и обратного направления позволяет создать поверхность в любой из четвертей условной системы координат заданной исходной поверхностью и направляющей кривой.
7. Изменить, или оставить значения по умолчанию для параметров, определяющих точность построения.
8. Подтвердить создание поверхности.



1. Опорная кривая
2. Начальная направляющая
3. Касательная грань
4. Радиус (ось ординат) относительно длины опорной кривой (ось абсцисс)
5. Угол (ось ординат) относительно длины опорной кривой (ось абсцисс)
8. Полученная поверхность



6. Обратное направление радиуса

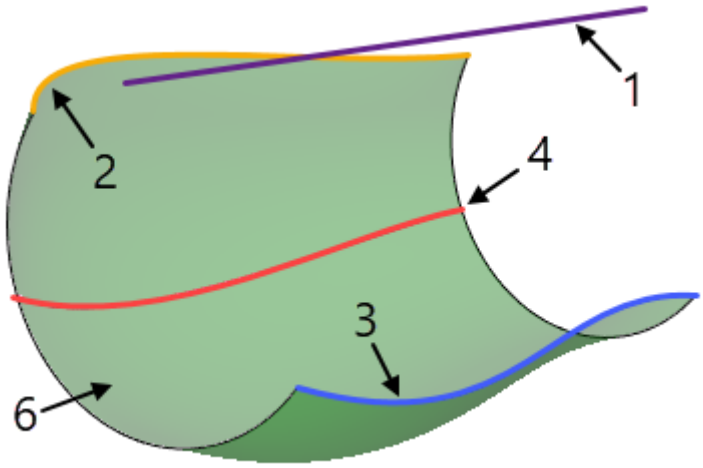


6. Обратное направление угла

Окружность - Три точки

Для создания поверхности **Окружность – Три точки** нужно выполнить следующие действия:

1. Выбрать опорную кривую. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер.
2. Выбрать начальную направляющую. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер.
3. Выбрать конечную направляющую. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер.
4. Выбрать внутреннюю направляющую. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер.
5. Изменить, или оставить значения по умолчанию для параметров, определяющих точность построения.
6. Подтвердить создание поверхности.

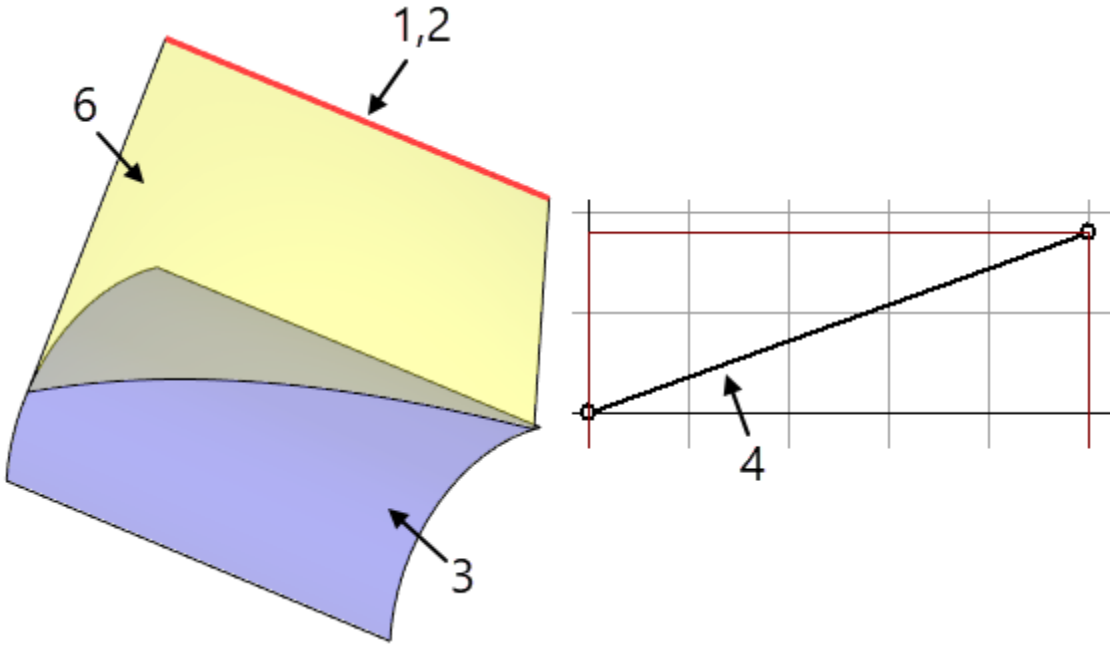


1. Опорная кривая
2. Начальная направляющая
3. Конечная направляющая
4. Внутренняя направляющая
6. Полученная поверхность

Прямая - Угол

Для создания поверхности **Прямая – Угол** нужно выполнить следующие действия:

1. Выбрать опорную кривую. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер.
2. Выбрать начальную направляющую. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер.
3. Выбрать конечную грань. Может быть задана гранью, поверхностью или набором гладкосопряжённых граней.
4. Задать угол. Диапазон изменения угла от 0 до 180°. Значение может быть постоянным или переменным, заданным при помощи графика. В случае использования графика диапазон изменения также от 0 до 180°. Если значение угла 0° или 180°– поверхность строится как касательная. Ось абсцисс графика – длина вдоль опорной кривой.
5. Изменить, или оставить значения по умолчанию для параметров, определяющих точность построения.
6. Подтвердить создание поверхности.

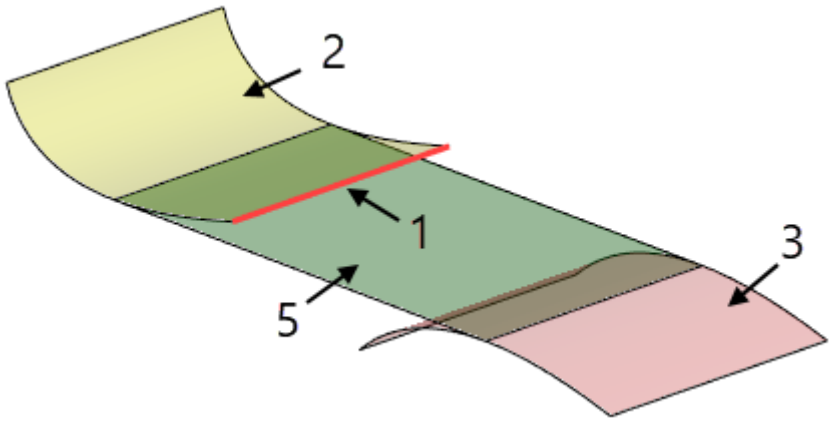


1. Опорная кривая
2. Начальная направляющая
3. Конечная грань
4. Угол (ось ординат) относительно длины опорной кривой (ось абсцисс)
6. Полученная поверхность

Прямая - Касание поверхностей

Для создания поверхности **Прямая – Касание поверхностей** нужно выполнить следующие действия:

1. Выбрать опорную кривую. Может представлять собой путь, трассу, незамкнутый профиль, ребро или последовательность гладкосопряжённых рёбер.
2. Выбрать первую поверхность. Может быть задана гранью, поверхностью или набором гладкосопряжённых граней.
3. Выбрать вторую поверхность. Может быть задана гранью, поверхностью или набором гладкосопряжённых граней.
4. Изменить, или оставить значения по умолчанию для параметров, определяющих точность построения.
5. Подтвердить создание поверхности.



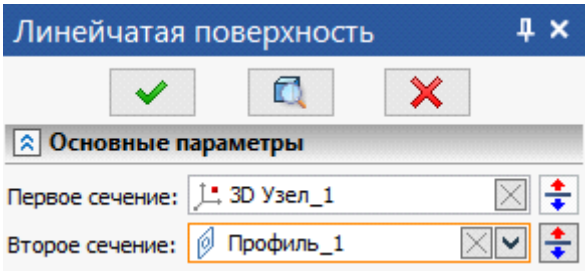
1. Опорная кривая
2. Первая поверхность
3. Вторая поверхность
5. Полученная поверхность

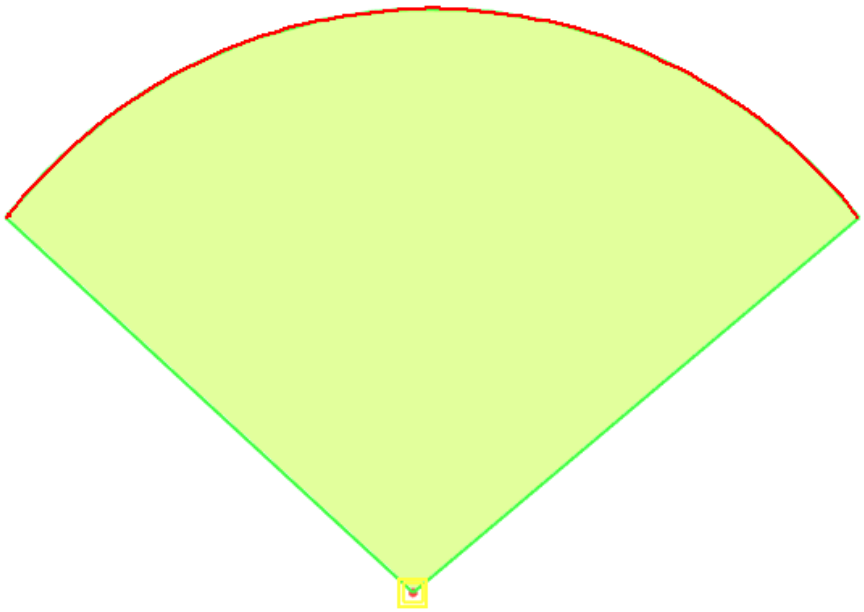
Линейчатая поверхность

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Специальные > Поверхности > Линейчатая поверхность Поверхности > Операции > Линейчатая поверхность
Клавиатура	Текстовое меню
<3Q>	Операции > Поверхности > Линейчатая поверхность

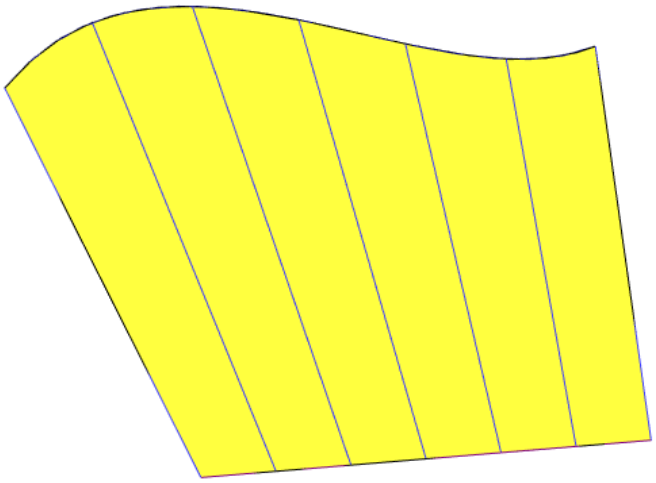
Операция позволяет строить поверхности, образующей которых является прямая, по двум выбранным сечениям. В качестве сечений могут быть выбраны ребра/профили/пути, а также любые геометрические точки.



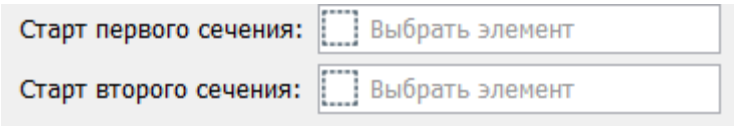


Существует возможность сменить направление всего сечения. В случае разных направлений сечений, при выборе второго сечения автоматически произойдет реверс первого.
Сечения могут быть гладкими и с изломами.
Существует два типа выравнивания – **По длине дуги** и **По опорной кривой**.

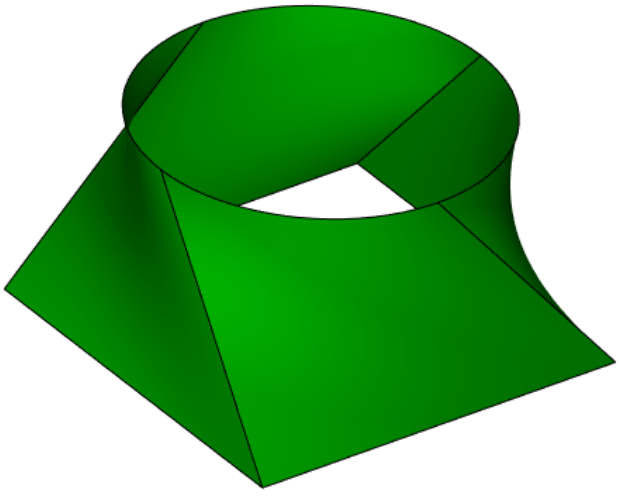
Суть типа **По длине дуги** заключается в распределении изопараметрических кривых, т.е. интервалы между соседними изопараметрическими кривыми имеют одинаковое отношение к общей длине.



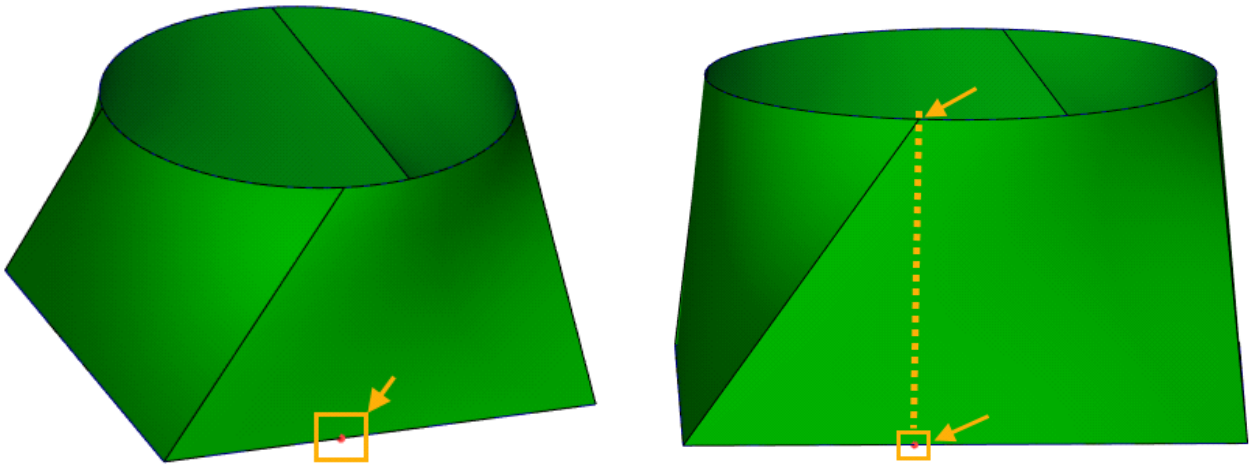
Реализована возможность построения поверхностей между замкнутыми контурами, при условии, что оба контура замкнуты. В таком случае появятся поля, позволяющие задать старт первого и второго сечения.



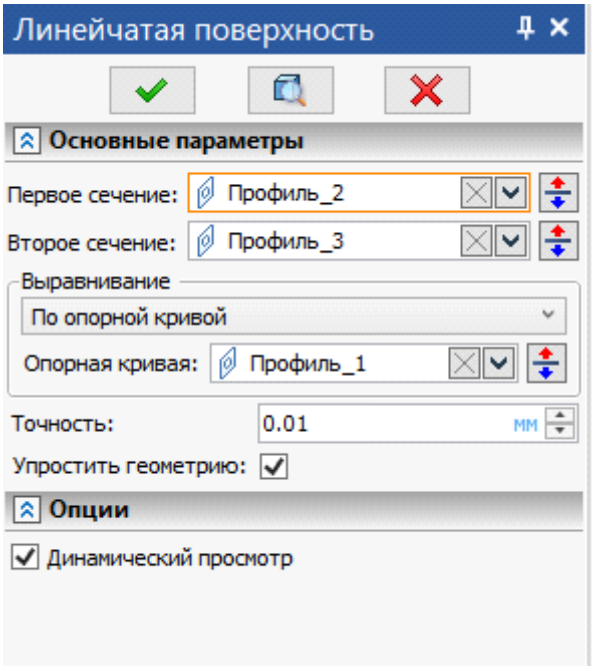
В качестве старта сечений можно выбирать точки. Ниже представлена модель без указания старта сечения, т.е. старт второго и первого сечения выбирается автоматически.

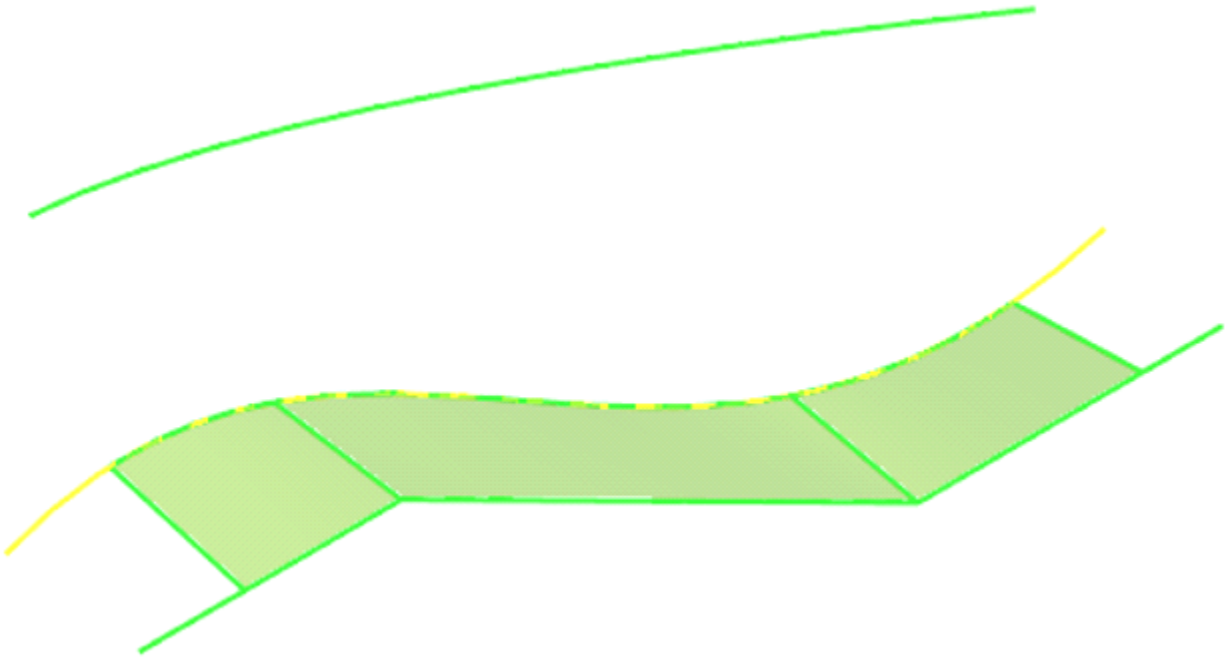


Если в качестве старта второго сечения указать 3D узел, расположенный на первом сечении, то результат будет выглядеть следующим образом:



Суть типа **По опорной кривой** заключается в том, что в каждом поперечном сечении к опорной кривой, на результирующей поверхности будет отображена прямая. В качестве опорной кривой можно выбрать профиль/путь/набор ребер.





Также добавлена возможность задавать замкнутые сечения с изломами.

Продолжение грани по закону

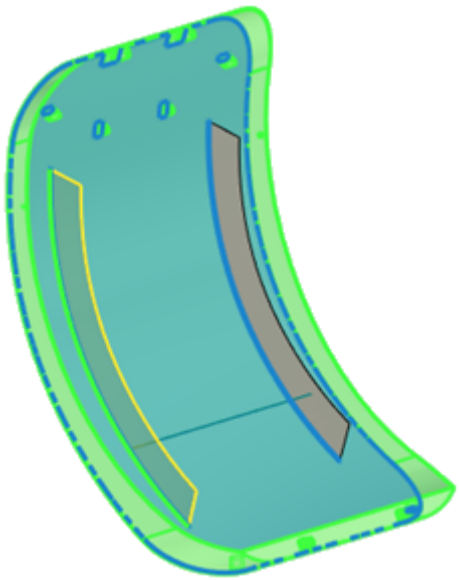
Вызов команды может быть выполнен одним из следующих способов:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Специальные > Поверхности > Продолжение по закону Поверхности > Операции > Продолжение по закону
Клавиатура	Текстовое меню
<3CW>	Операции > Поверхности > Продолжение по закону

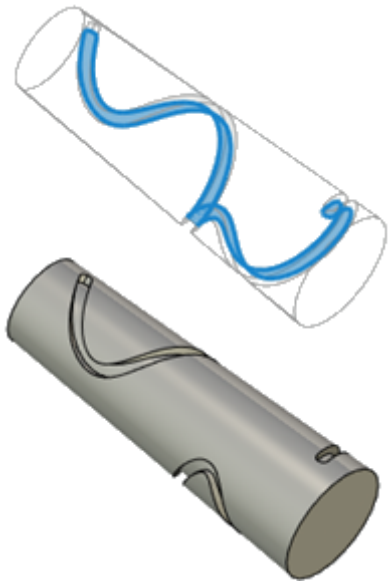
Продолжение по закону – операция, относящаяся как к поверхностному, так и к твердотельному моделированию.

Команда разделена на два типа – **Прямая** и **Дуга окружности.** При типе **Прямая**, поверхность проходит через указанную направляющую кривую, под заданным углом к выбранной грани. Создаваемая поверхность может иметь либо один свободный край, геометрия которого определяется пользователем – в этом случае поверхность ограничена направляющей кривой, либо два свободных края – в этом случае направляющая кривая лежит внутри создаваемой поверхности. Создаваемой поверхности можно придать толщину – в этом случае будет создано твёрдое тело.

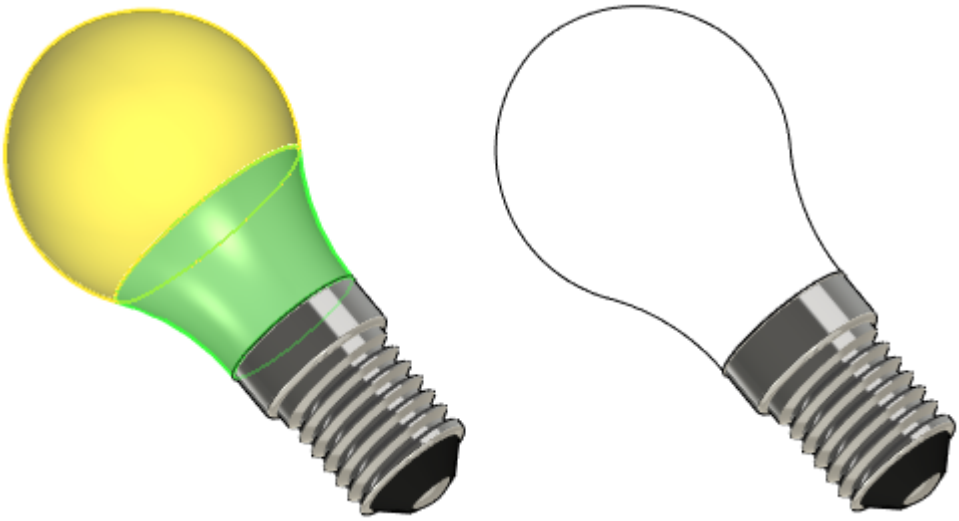
Команду удобно использовать при создании поверхностей, представляющих собой рёбра сложной формы опирающихся на изогнутые поверхности, например, при работе с корпусными деталями авиации, космонавтики и судостроения.



В твердотельном моделировании тип **Прямая** позволяет удобно и быстро создавать канавки, полученные фрезерованием.



При типе **Дуга окружности**, поверхность касается указанной грани в указанном ребре.



Для такой поверхности можно задать граничные условия **G1** и **G2**, а также **направление** и **длину**.

Дополнительные параметры

Точность. Параметр устанавливает допуск к создаваемой поверхности – отклонение полученной поверхности от точного решения. Измеряется в метрах. По умолчанию параметр точности имеет значение 0,00001 м.

Упростить геометрию. Опция убирает избыточные рёбра.

Опции

В опциях есть дополнительная возможность, включённая по умолчанию: **Динамический просмотр**. Опция является стандартной для всех команд трёхмерного моделирования. Опция включает упрощённое изображение создаваемой поверхности, динамически изменяющейся при изменении исходных параметров.

Основные темы в этом разделе:

- Продолжение грани по прямой
- Продолжение грани по дуге

Продолжение грани по прямой

Поверхность

Для создания поверхности нужно выбрать два геометрических элемента: **Грань** и **Направляющая кривая**.

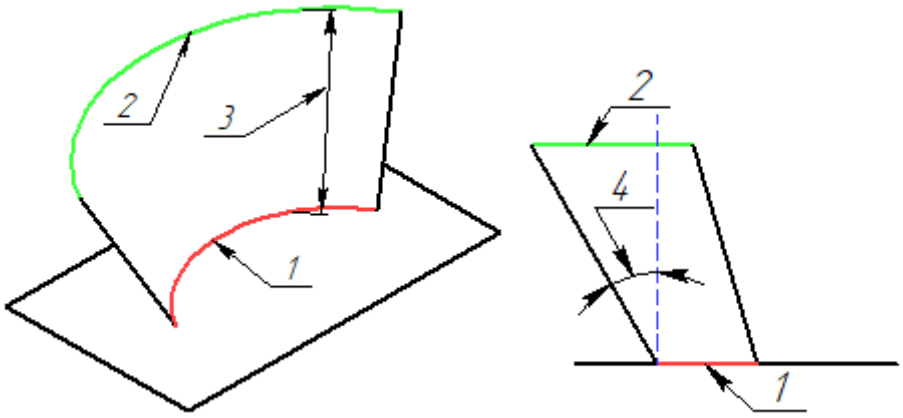
Грань. Исходная грань может принадлежать поверхности или твёрдому телу.

Направляющая кривая. Должна целиком лежать на грани, может состоять из нескольких элементов и быть либо гладкой, либо иметь изломы, направляющая кривая может быть замкнутой.

Создаваемая поверхность определяется двумя основными характеристиками: **Высота** и **Угол**.

Высота. Определяет длину образующей, заданную расстоянием от направляющей кривой до свободного края поверхности.

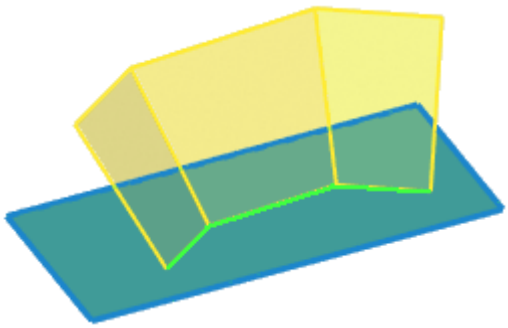
Угол. Определяет угол между образующей и нормалью к исходной грани, построенной в точке, лежащей на направляющей кривой.



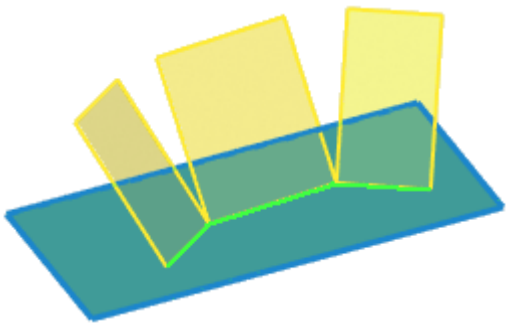
1 – опорная кривая, 2 – свободный край поверхности, 3 – Высота, 4 – Угол

Обработка разрывов

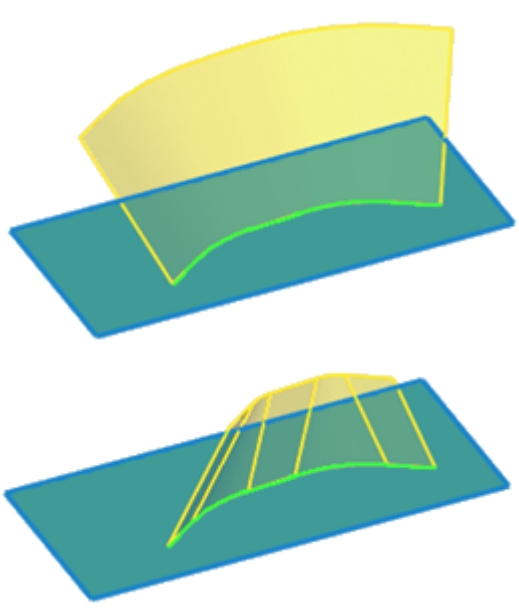
В случае, если направляющая кривая не гладкосопряжённая и имеет изломы, создаваемая поверхность может иметь разрывы или самопересечения. Для обработки таких случаев в команде есть специальная опция работы с изломами **Продлить**. В этом случае поверхности будут продолжены до пересечения, или наоборот обрезаны по линии пересечения. В случае, если такая обработка не нужна – следует указать вариант **Разделить**.



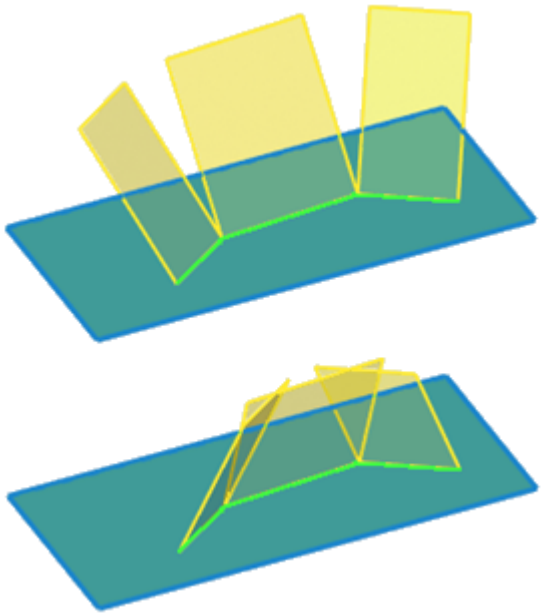
Продлить



Разделить



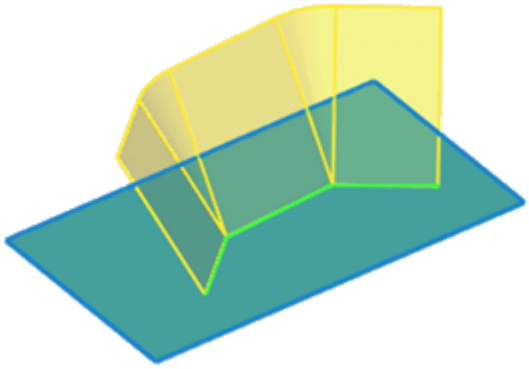
Направляющая кривая гладкосопряжённая



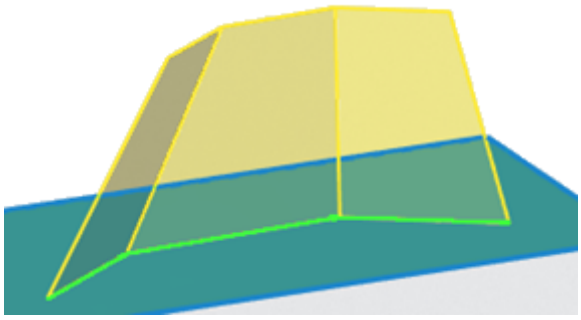
Направляющая кривая не гладкосопряжённая

Есть также третий вариант обработки: **Скруглить**. В этом случае участок разрыва будет заполнен поверхностью сечение которой представляет собой дугу окружности, касательную к поверхностям.

Если участка разрыва нет, т.е. если плоскости были «обрезаны» по линии пересечения – то опцию **Скруглить** применять нельзя.



Скругление изломов

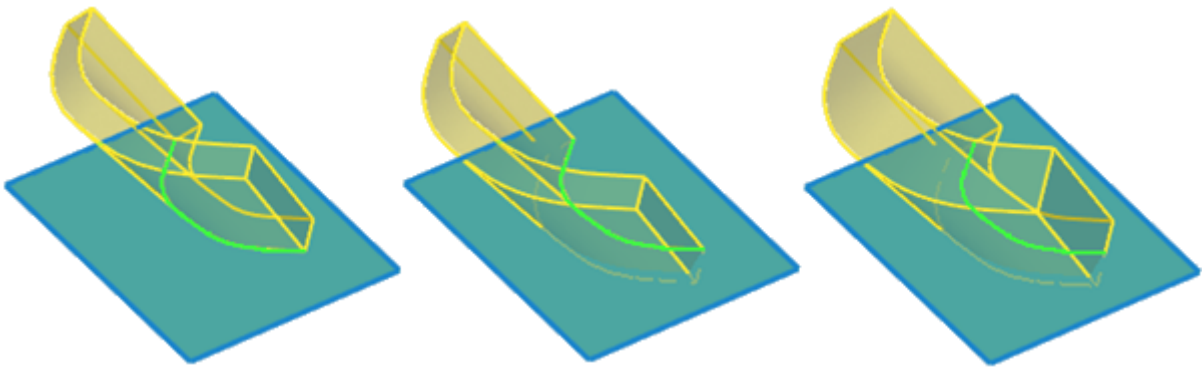


Нельзя скруглять изломы

В случае, если направляющая кривая имеет изломы и лежит на неплоской грани, то параметр **Угол** может быть равен только нулю. Во всех остальных случаях значение параметра **Угол** может быть любым.

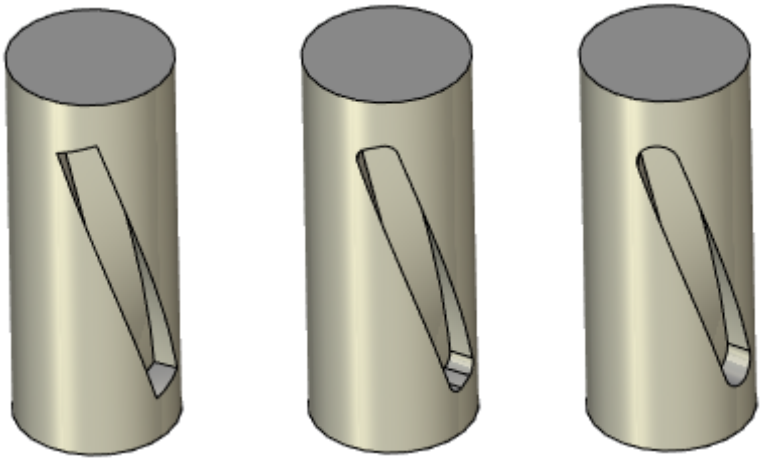
Тело

Создаваемой поверхности можно придать толщину. В этом случае поверхность будет вытолкнута по нормали на заданную величину. Величина выталкивания поверхности определяется параметром **Отступ**. Варианты выталкивания можно выбрать из списка **Толщина**. По умолчанию указан вариант **Нет**, т.е. по умолчанию система создаёт поверхность.



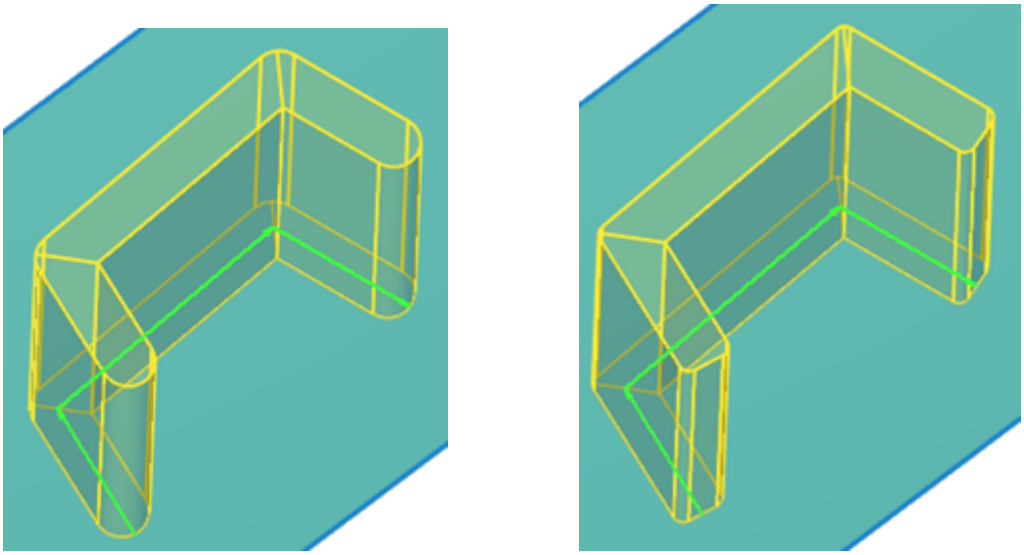
Скругления

В случае, если исходная грань принадлежит твёрдому телу, при помощи команды **Продолжение по закону** можно создавать канавки, представляющие собой след от фрезы. Для этого создавать поверхность нужно внутрь тела: в параметре **Продолжение** выбрать вариант **Внутрь**. Толщина канавки относительно направляющей кривой задаётся вариантами придания толщины и значением параметра **Отступ**. Для того, чтобы полученное тело было вычтено из тела, которому принадлежит исходная грань – нужно указать вариант булевой операции **Вычитание**. Крайние рёбра или грани можно скруглить, имитируя тем самым след от фрезы. Для этого нужно выбрать вариант скругления: **Рёбра** или **Грани**. Если выбран вариант **Грани**, то крайние грани будут представлять собой цилиндрические поверхности радиусом равным половине толщины полученной канавки.



Нет скругления | Скругление рёбер | Скругление граней

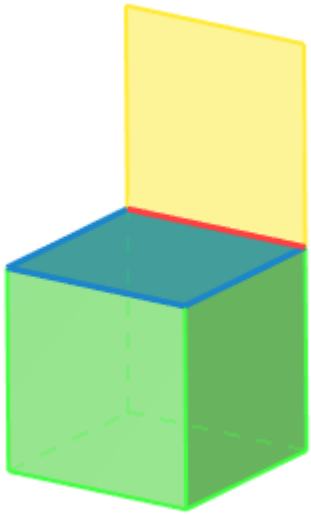
Если направляющая кривая имеет изломы, то при создании тела их можно обработать. В параметре **Изломы** нужно выбрать вариант **Скруглить**. В этом случае на внешнем изгибе тела будет создано скругление, равное половине толщины тела. В случае, если в параметре **Скругление** выбран вариант **Рёбра**, то внешний изгиб тела будет скруглён радиусом, указанным в поле **Радиус**. Указанные опции позволяют имитировать создание канавки фрезой, с заданным диаметром.



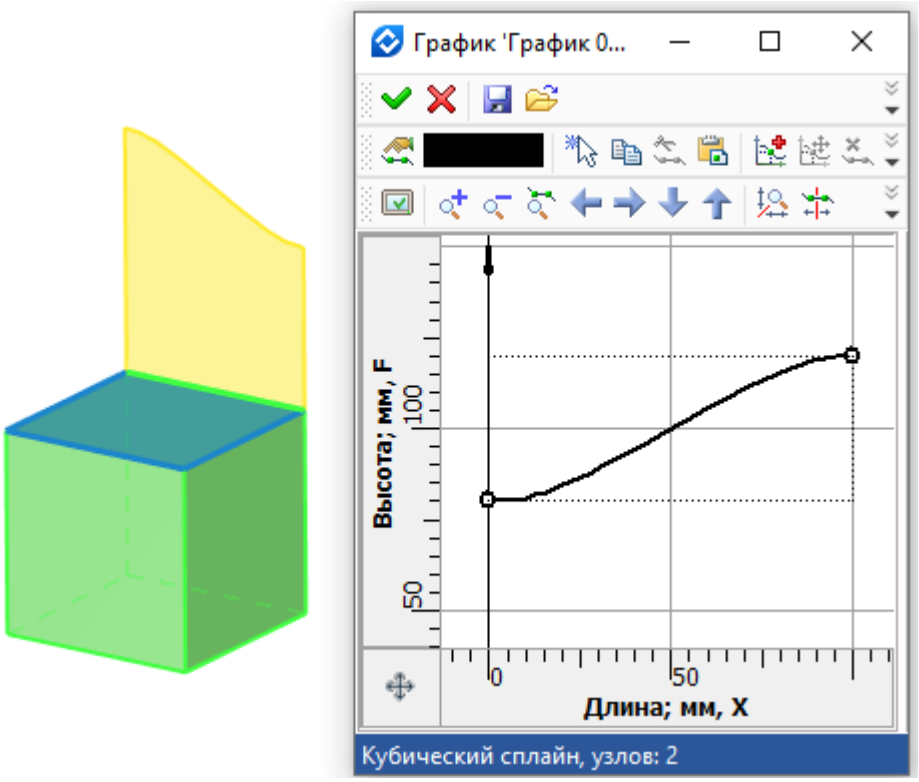
Радиус скругления равен половине толщины | Задано значение радиуса скругления

Использование графиков

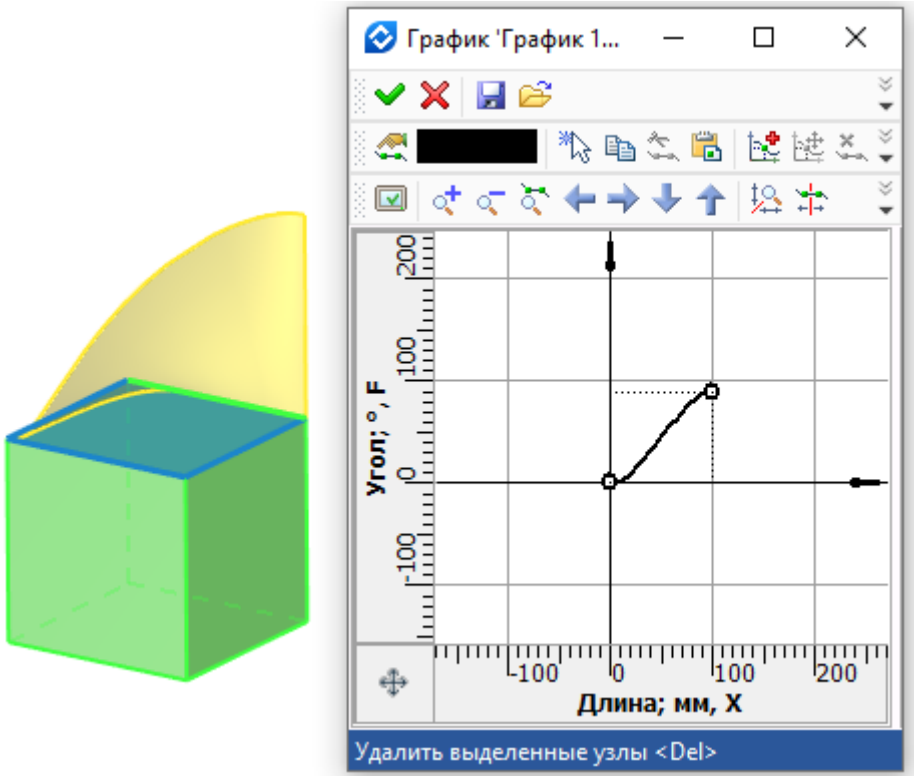
Можно задавать **Высоту** и **Угол** графиком в зависимости от длины направляющей кривой.
После нажатия кнопки доступен диалог с выбором типа графика.
Далее график редактируется с помощью редактора графиков T-FLEX CAD.



Угол и высота заданы константами



Высота задана графиком



Угол задан графиком

Основные темы в этом разделе:

- Создание тела при Продолжении грани по прямой
- Создание поверхности при Продолжении грани по прямой

Создание тела при Продолжении грани по прямой

Для создания тела нужно выполнить следующие действия.

Осуществить все шаги создания поверхности, перечисленные выше.

1) Сменить параметр **Толщина** с варианта **Нет**, на вариант из списка.

Наружу. Направление выталкивания (отступа) поверхности совпадает с нормалью поверхности.

Внутрь. Направление выталкивания (отступа) поверхности противоположно нормали поверхности.

Симметрично. Выталкивание (отступ) поверхности выполняется вдоль и против нормали, симметрично относительно поверхности.

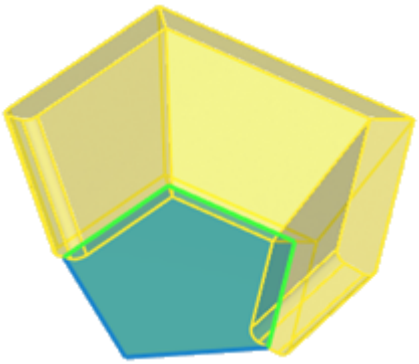
Разная. При выборе данного варианта доступно задать различное значение отступа поверхности в направлениях наружу и внутрь.

2) Задать отступ. В поле **Отступ** указать значение длины выталкивания поверхности. В случае, если выбран вариант толщины **Разная,** будет доступно два поля ввода: **Отступ (наружу)** и **Отступ (внутрь)**, определяющих значение длины выталкивания поверхности в соответствующих направлениях.
3) Выбрать вариант скругления из списка.

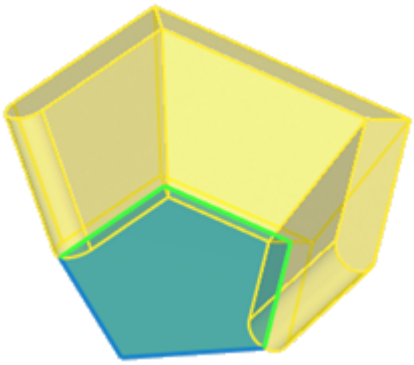
Нет. Скругления не выполняются.

Рёбра. Скругляются крайние рёбра тела радиусом заданного значения.

Грани. Скругляются крайние грани тела, радиусом, равным половине толщины: крайне грани представляют собой цилиндрическую поверхность.

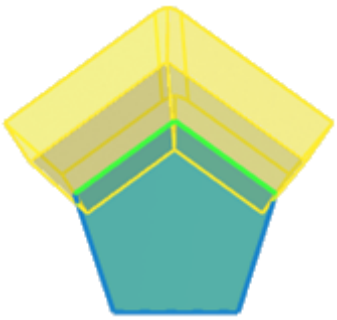


Рёбра



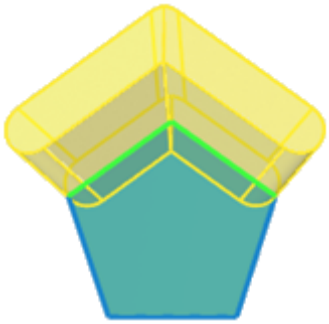
Грани

4) В случае если выбран вариант скругления **Рёбра** – нужно в поле **Радиус** указать радиус скругления.
5) Если нужно скруглить внешние рёбра на изломах, нужно выбрать в параметре **Изломы** вариант **Скруглить**. Если в параметре **Скругление** выбран вариант **Нет** или **Грани** – скругление будет выполнено радиусом, равным половине толщины тела. Если выбран вариант **Рёбра**, то скругление будет выполнено радиусом, заданным в поле **Радиус**.



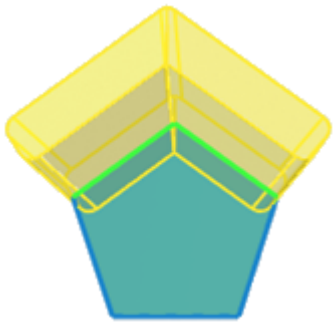
Изломы: Скруглить

Скругление: Нет



Изломы: Скруглить

Скругление: Грани



Изломы: Скруглить

Скругление: Рёбра

6) Выбрать из списка вариант булевой операции.

Нет. Булева операция не выполняется.

Сложение. Тело с исходной гранью и созданное тело будут объединены.

Вычитание. Из тела с исходной гранью будет вычтено созданное тело. Опция доступна только при твердотельном моделировании.

> Булева операция может быть выполнена только в том случае, если тело с исходной гранью и создаваемое тело однотипны: поверхность может быть объединена только с поверхностью, твёрдое тело только с твёрдым. В случае если тело с исходной гранью и создаваемое тело разного типа – кнопка завершения операции будет недоступна.

7) Завершить команду при помощи .

Создание поверхности при Продолжении грани по прямой

Для создания поверхности нужно выполнить следующие действия.

1) Выбрать грань, относительно нормалей которой будет задан наклон создаваемой поверхности.

2) Выбрать направляющую кривую. Может представлять собой 3D путь, трассу, 3D профиль, ребро или последовательность элементов. Выбранный элемент может быть замкнутым. Последовательность может содержать как гладкосопряжённые элементы, так и не гладкосопряжённые элементы. Последовательность элементов может образовывать замкнутый контур. Направляющая должна полностью лежать на указанной грани.
3) Выбрать из списка вариант продолжения. Параметр **Продолжение** определяет направление создания поверхности.

Наружу. Если выбрана грань твёрдого тела, то поверхность будет создана с внешней стороны тела. Если выбрана грань поверхности, то направление определяется нормалью к грани. В данном случае направление создания поверхности будет совпадать с направлением нормали. Если требуется противоположное направление, то следует выбрать вариант **Внутрь**.

Внутрь. Если выбрана грань твёрдого тела, то поверхность будет создана внутри тела. Если выбрана грань поверхности, то направление определяется нормалью к грани. В данном случае направление создания поверхности будет противоположно нормали. Если требуется обратное направление, то следует выбрать вариант **Наружу**.

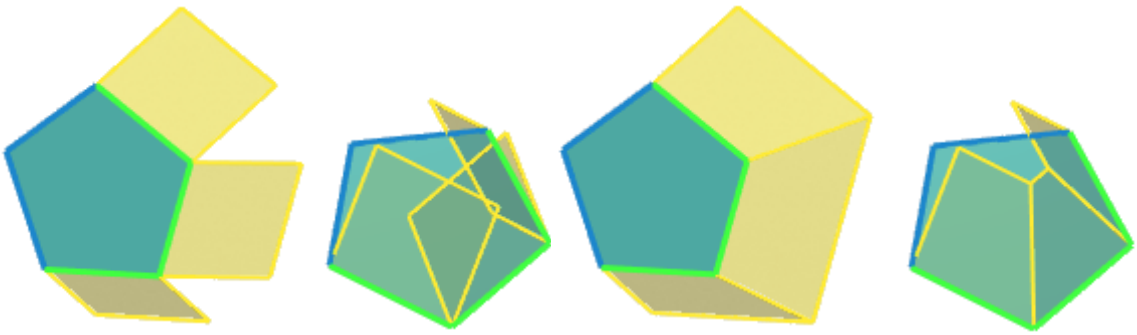
Симметрично. Поверхность будет создана симметрично относительно выбранной грани.

Разное. При выборе данного варианта доступно задать различное значение высоты поверхности в направлениях наружу и внутрь.

4) Задать высоту поверхности. В поле **Высота** указать расстояние от направляющей кривой до края поверхности. случае, если выбран вариант продолжения **Разное,** будет доступно два поля ввода: **Высота (наружу)** и **Высота (внутрь)**, определяющих высоту в соответствующих направлениях.
5) Задать угол наклона создаваемой поверхности относительно нормалей выбранной грани: ввести значение в поле **Угол**. Можно вводить значения от -180° до 180°. По умолчанию значение равно нулю. Это означает, что создаваемая поверхность расположена по нормали к выбранной грани. При значении 90° создаваемая поверхность будет касательна к выбранной грани. В случае, если необходимо сменить направление уклона на противоположное необходимо поставить флаг опции **Отразить зеркально**.
6) Выбрать из списка вариант обработки изломов в случае ввода контура с изломами.

Разделить. Каждый участок ломанной направляющей будет образовывать свою отдельную грань, не связанную с гранями образованными другими участками.

Продлить. Грани, образованнее по ломанной направляющей, будут продлены до взаимного пересечения. Либо, наоборот, обрезаны по линии пересечения.



Разделить Продлить

Скруглить. Грани, образованнее по ломанной направляющей, будут соединены поверхностью образованной дугой окружности переменного радиуса. Данная опция доступна только при наличии разрыва между гранями поверхности, в случае их пресечения опцию использовать нельзя.

7) Завершить команду при помощи .

Продолжение грани по дуге

Для типа **Дуга окружности** можно создать только поверхность.

Создание поверхности

Для создания поверхности нужно выполнить следующие действия.

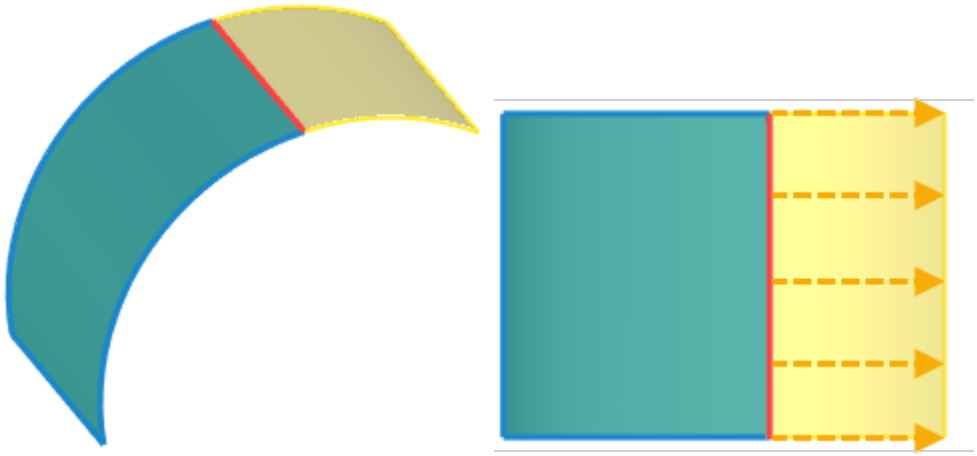
1. Выбрать **грань**, из которой будет выходить поверхность.
2. Выбрать **ребро**, касательное к грани.
3. Выбрать граничное условие **G1** или **G2**. Для граничного условия **G1** станет доступно задание радиуса и смены направления поверхности. Для граничного условия **G2** радиус высчитывается автоматически. Особенностью данного условия является то, что вычислять нужно не радиус кривизны ребра в его точке, а радиус кривизны поверхности в заданном направлении (в этой же точке ребра). Если же кривизна в заданном направлении изменит свой знак, то результирующая поверхность в этом месте будет изгибаться в другую сторону.

> **G1** соединяет профильные кривые поверхности **с непрерывностью по касанию** к граничным поверхностям. **G2** соединяет профильные кривые поверхности с **непрерывностью по кривизне** к граничным условиям.

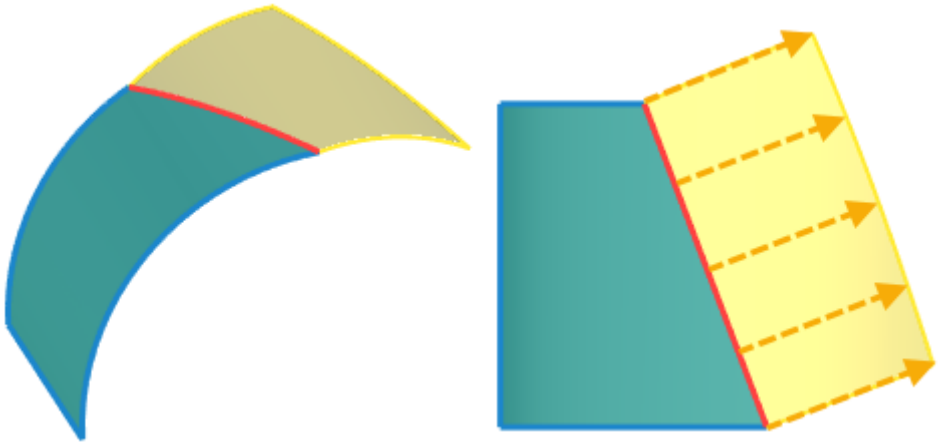
> Для **G2** необходимо выбирать неплоские грани, т.к. плоскость не имеет кривизны.

4. Задать **направление**. Доступно два варианта - **Перпендикулярно** и **Изопараметрически**.

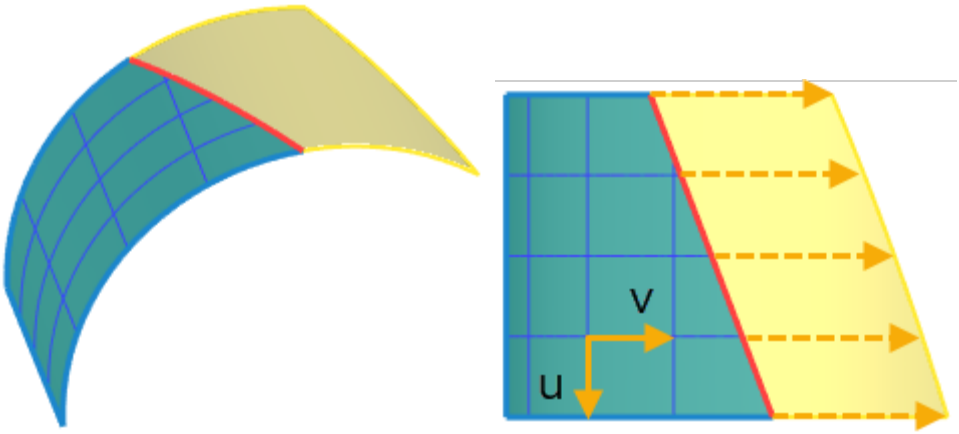
Перпендикулярно позволяет задать направление поверхности перпендикулярно выбранному ребру.



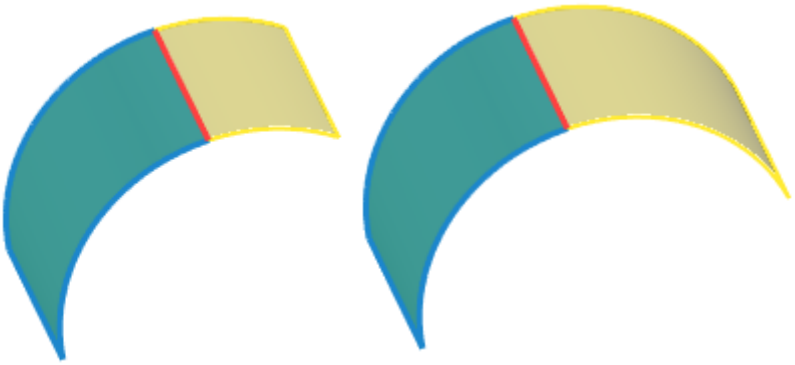
В некоторых случаях недостаточно продолжить поверхность перпендикулярно ребру. Например, в приведенном ниже примере, вариант **Перпендикулярно** не дает желаемый результат.



Для таких случаев предназначен вариант **Изопараметрически**, который позволяет построить продолжение по касательной к изопараметрическим кривым грани в каждой точке выбранного ребра.



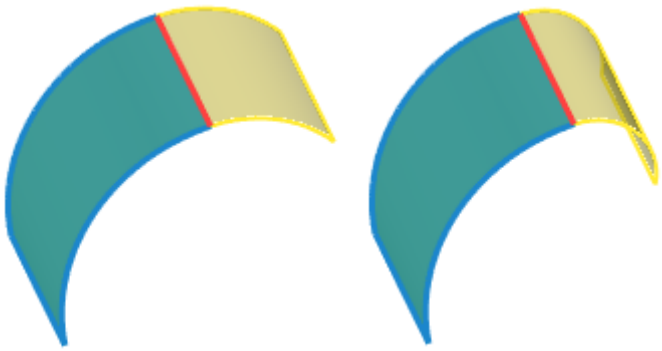
5. Задать длину создаваемой поверхности.



Длина = 100 Длина = 200

Доступна возможность задания графика зависимости (см. раздел Графики).

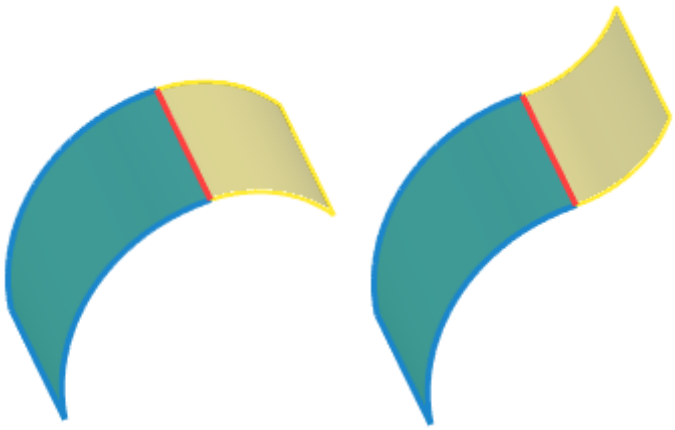
6. Если выбрано граничное условие **G1**, то появляется возможность задать **радиус** создаваемой поверхности.



Длина = 100, Радиус = 100 Длина = 100, Радиус = 50

Доступна возможность задания графика зависимости (см. раздел Графики).

7. Если выбрано граничное условие **G1**, то появляется возможность сменить направление поверхности.



Обычное направление поверхности Противоположное направление поверхности

8. Выбрать из списка вариант булевой операции.
Нет. Булева операция не выполняется.
Сложение. Поверхность с исходной гранью и созданная поверхность будут объединены.

Булева операция может быть выполнена только в том случае, если тело с исходной гранью и создаваемое тело однотипны, т.е. поверхность может быть объединена только с поверхностью.

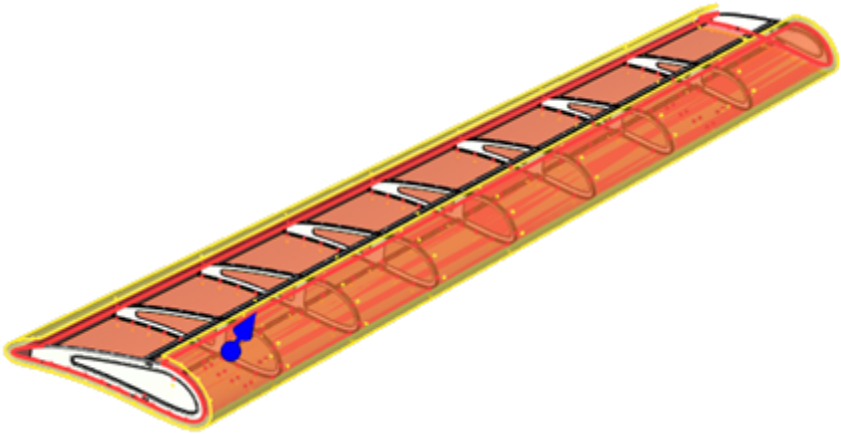
9. Завершить команду при помощи .

Поверхность смещения

Вызов команды может быть выполнен одним из следующих способов:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Специальные > Поверхности > Поверхность смещения Поверхности > Операции > Поверхность смещения
Клавиатура	Текстовое меню
<3SO>	Операции > Поверхности > Поверхность смещения

Поверхность смещения позволяет создать эквидистантные поверхности от граней тела или граней поверхности. Смещение выполняется по нормали к выбранным граням: вдоль или против нормали, на заданную величину. Операция удобна для создания внешних поверхностей тонкостенных деталей, на основе созданных внутренних поверхностей, или наоборот.



Создание поверхности смещения

После вызова команды необходимо выбрать грани, относительно которых будет выполнено смещение. По умолчанию в команде активна опция автоменю, позволяющая выбрать грани:

<T> Выбрать грань

Опция взаимосвязана со списком **Грани** в окне параметров. Пока опция и список активны, можно в любой момент выбрать желаемые объекты в 3D сцене или дереве модели нажатием . При это доступны два фильтра выбора:

Выбор операций

Позволяет выбрать операцию, результатом которой является тело-поверхность. Для построения поверхности смещения будут использованы все грани этого тела, величина смещения будет общей для всех граней.

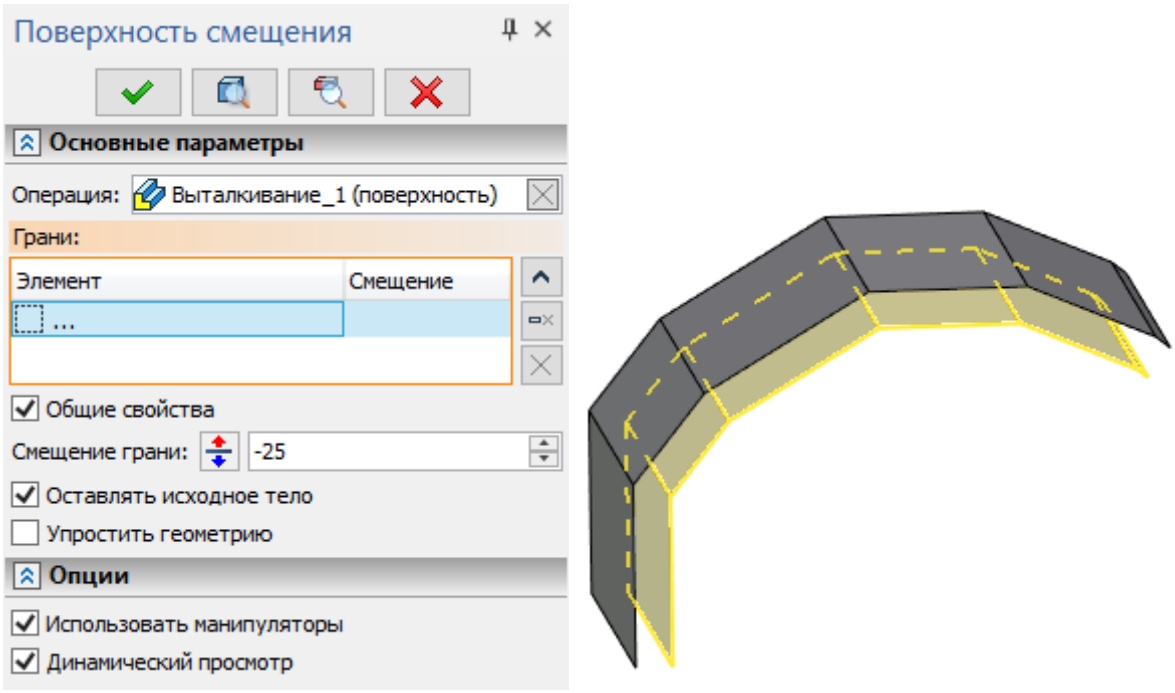
Выбор граней

Позволяет непосредственно указать грани, используемые для построения поверхности смещения. Все грани должны принадлежать одному телу (твёрдому или поверхности). Они могут быть гладкосопряжёнными, имеющими общие рёбра или не связными. Величина смещения по умолчанию является общей для всех выбранных граней, но при необходимости можно указать индивидуальные смещения для каждой грани.

Если активировать поле **Операция** в окне параметров нажатием , выбор граней становится недоступен, и можно выбрать только операцию.

Выбор операций

После выбора операции её иконка и имя отображаются в поле **Операция** в окне параметров команды. С помощью кнопки в правой части поля можно **Очистить** выбор. Список граней, расположенный ниже, в данном случае не используется.



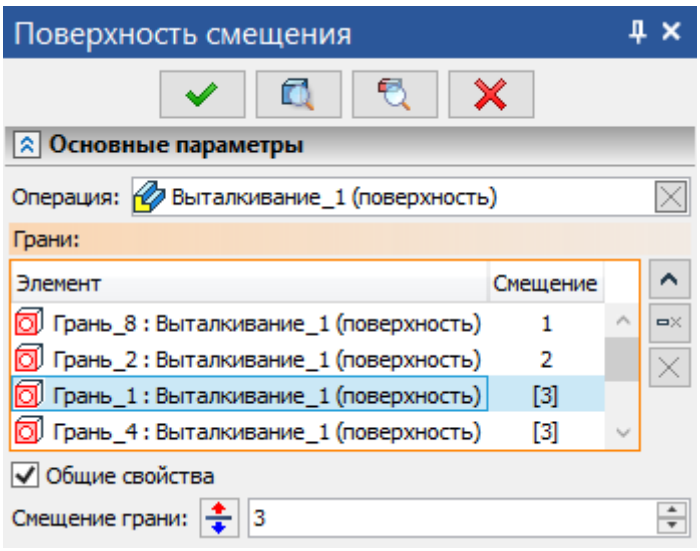
Величина смещения задаётся в поле **Смещение грани** ниже и является общей для всех граней. Положительные значения откладываются по нормали к каждой из граней, отрицательные - в противоположном направлении. Манипуляторы смещений не отображаются.

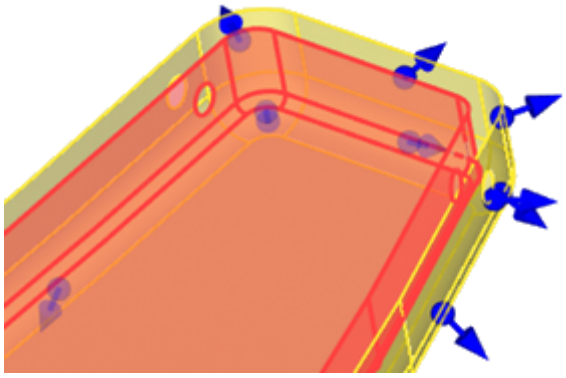
Повторный выбор операции заменяет текущий. Повторный выбор грани того же тела приводит к отказу от использования всех граней и дальнейшая работа с командой осуществляется как описано ниже для выбора граней. Повторный выбор грани другого тела невозможен, пока выбрана операция.

Выбор граней

После выбора грани её иконка и имя отображаются в списке **Грани** в окне параметров команды. Выбор следующей грани добавляет её в список. Строки списка можно выбирать с помощью . Множественный выбор осуществляется с помощью +<**Shift**> и +<**Ctrl**>. Грань, соответствующая выбранной строке списка подсвечивается в 3D окне красным, остальные выбранные грани - жёлтым. С помощью кнопок, расположенных справа от списка, его можно **Развернуть**, **Свернуть**, **Очистить,** а также удалить выбранную строку (**Удалить элемент из списка**).

Родительская операция выбранных граней отображается в поле **Операция.** Отмена выбора операции с помощью кнопки **Очистить** в правой части поля также очищает список граней.





Для каждой грани в списке отображается величина смещения. Её можно изменить с помощью поля **Смещение грани** в окне параметров команды или манипулятора в 3D окне. Положительные значения откладываются по нормали к каждой из граней, отрицательные - в противоположном направлении. Направление можно также изменить на противоположное с помощью кнопки , расположенной рядом с полем ввода смещения.

По умолчанию под списком установлен флаг **Общие свойства**, в результате чего величина и направление смещения являются общими для всех граней. Если его снять для граней, строки которых выбраны в списке, их смещение будет задаваться индивидуально, а их манипуляторы перемещаться отдельно от остальных. Общая величина смещения отображается в списке граней в квадратных скобках, индивидуальная - без скобок.

Завершение работы

Завершить команду с созданием поверхности согласно указанным параметрам можно следующим образом:

<Ctrl>+<Enter> Закончить ввод

Выход из команды без создания поверхности:

<X> Выйти из команды

Дополнительные параметры операции

Оставлять исходное тело. Данная опция позволяет вместе с результатом оставить в сцене исходное тело или поверхность. Это может быть полезным, когда нужно иметь одновременно исходные и результирующие грани.

Упростить геометрию. При установке данного флага система попытается упростить геометрию создаваемой операции, заменив сплайновые поверхности аналитическими (участками цилиндра, сферы или тора) там, где это возможно.

Опции

Динамический просмотр. Опция является стандартной для всех команд трёхмерного моделирования. Опция включает упрощённое изображение создаваемой поверхности, динамически изменяющейся при изменении исходных параметров. Опция включена по умолчанию.

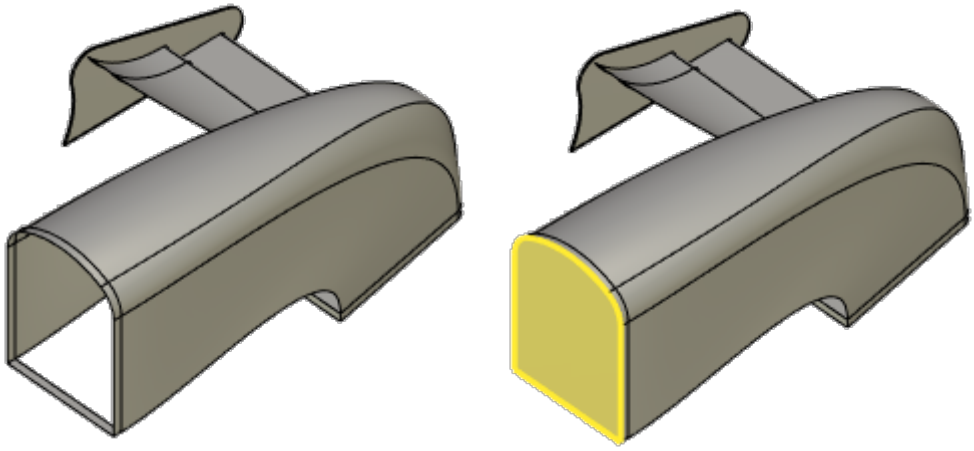
Использовать манипуляторы. Опция является стандартной для всех команд трёхмерного моделирования и включена по умолчанию. Опция включает вспомогательные графические объекты – манипуляторы. В данной операции есть один тип манипуляторов: манипулятор задания смещения граней.

Заполнение области

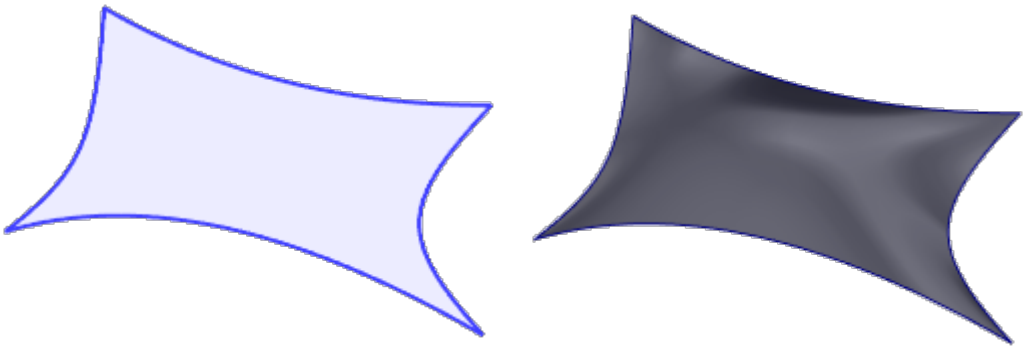
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Специальные > Поверхности > Заполнение области Поверхности > Заполнение области
Клавиатура	Текстовое меню
<3ZF>	Операции > Поверхности > Заполнение области

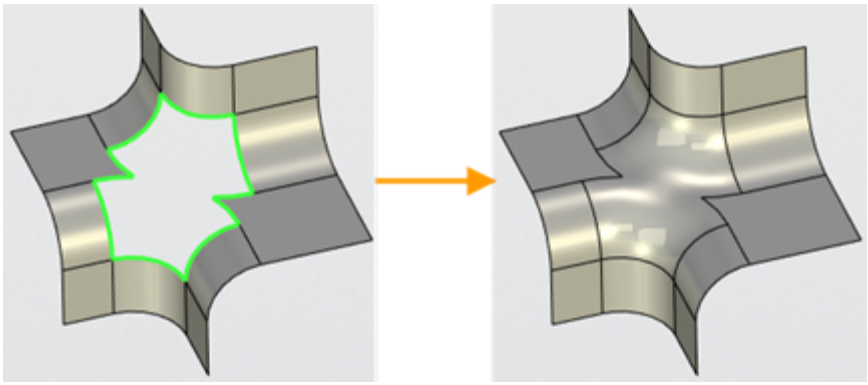
Данная операция предназначена для заполнения замкнутых пустых областей-контуров в поверхности тела или замкнутой «пустой» области образованной между поверхностями разных тел.



Кроме того можно использовать операцию для создания поверхностей без контуров по 3D пути, 3D профилю или набору рёбер.



Команда используется при поверхностном и твердотельном моделировании. Применение команды в твердотельном моделировании имеет существенные ограничения. Кроме того, она может быть полезна при работе с импортированными моделями, в телах которых есть пустоты, полученные потерей некоторых граней при некачественном экспорте/импорте.



Основные темы в этом разделе:

- Общие сведения о Заполнении области
- Выбор контура Заполнения области
- Параметры контура Заполнения области
- Общие параметры Заполнения области
- Редактировать Заполнение области

Общие сведения о Заполнении области

Выбор заполняемых областей

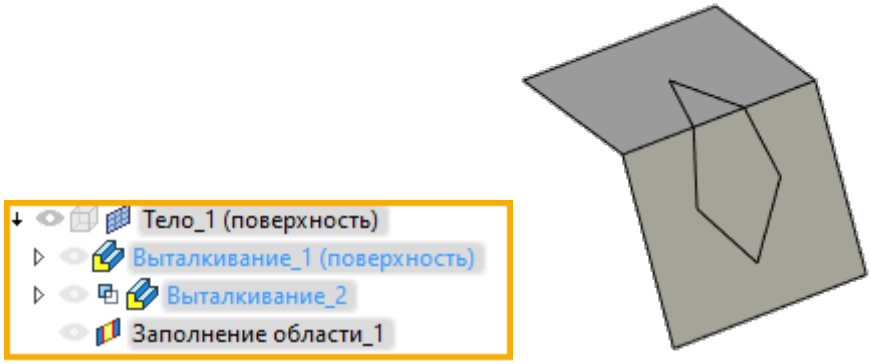
При выполнении операции можно заполнить сразу несколько областей в одном теле.

Каждая область задаётся своим контуром – набором рёбер, ограничивающих данную область. Для задания контура необходимо указать все входящие в него рёбра тела. Контуры должны быть замкнутыми.

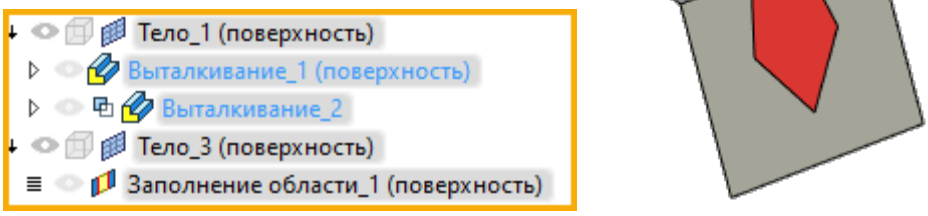
При задании контуров автоматически выбираются все ребра замкнутого контура, достаточно указать одно из рёбер каждого контура.

Существует три основных сценария работы с операцией:

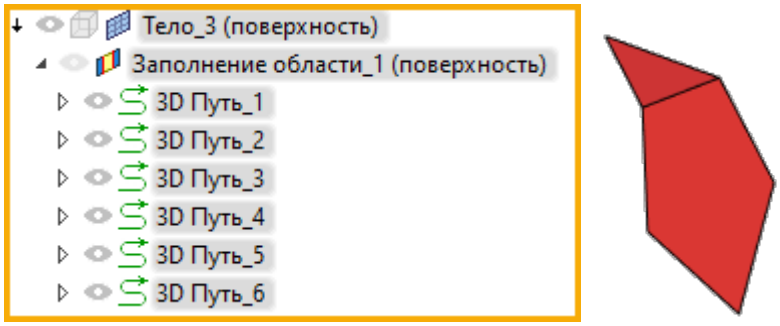
1. Есть исходная операция и результат объединяется в одно тело с помощью опции Объединить:



2. Есть исходная операция, результат не объединяется, т.е. создаются отдельные тела:



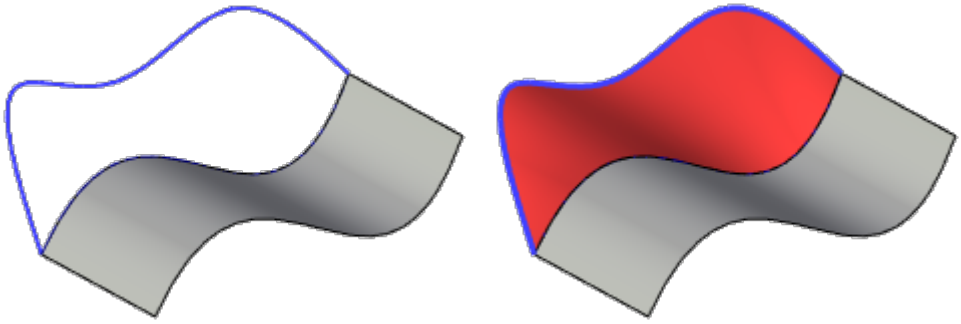
3. Нет исходной операции, контур выделяется отдельно:



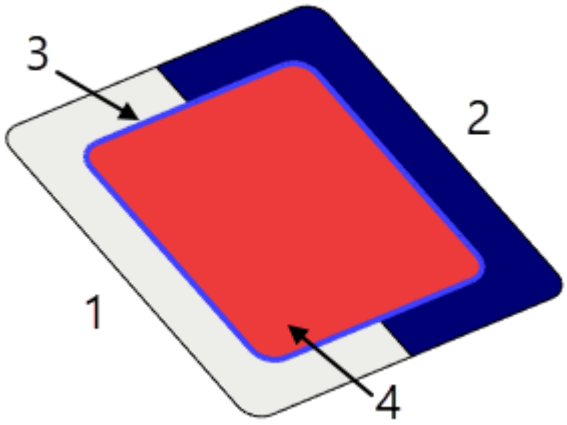
Если нет исходной поверхности, то система не может определить с неё граничные условия.

В операции возможно комбинировать рёбра поверхности с рёбрами 3D пути или 3D профиля.

Исходная поверхность и 3D путь	Результирующая поверхность, построенная по ребру исходной и 3D пути



Кроме того, существует возможность выбрать в качестве одного контура рёбра с двух разных поверхностей.



1. Первая поверхность
2. Вторая поверхность
3. Контур, состоящий из рёбер разных поверхностей
4. Результирующая поверхность

Граничные условия

В операции можно управлять общей гладкостью создаваемой поверхности и сглаживанием поверхности на краях (рёбрах).

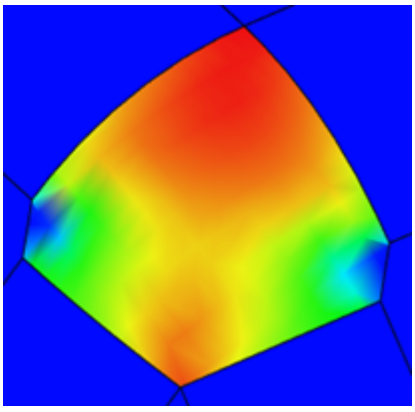
Доступно три варианта сглаживания поверхности на краях (рёбрах) области заполнения.

- G0 – не гладкое сопряжение поверхностей;
- G1 – сопряжение по касательной;
- G2 – сглаживание с равенством кривизны на ребре спряжения поверхностей.

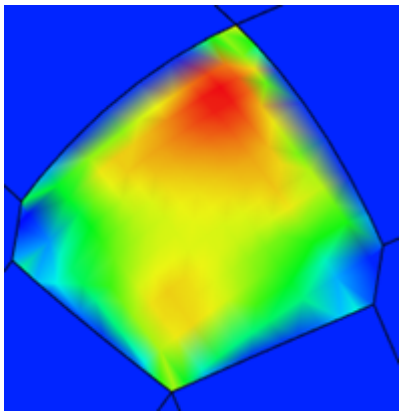
По умолчанию выполняется сглаживание G1.

Сглаживание можно задать для каждого ребра в контуре.

На рисунке показано сравнение кривизны поверхностей, полученных сглаживанием G1 и G2.



Для всех рёбер условие G1

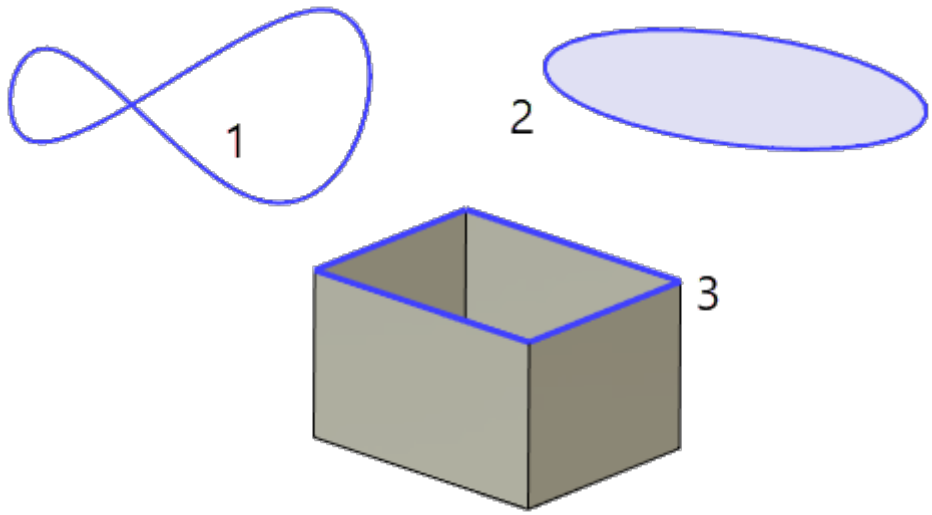


Для всех рёбер условие G2

При граничном условии G1 кривизна меняется резко. А при граничном условии G2 функция кривизны не имеет разрывов, за исключением мест, которые были получены при помощи других операций: сглаживание, выталкивание контура и т.д.

Выбор контура Заполнения области

После запуска команды, система предлагает выбрать контур заполняемой области. В качестве контура может быть задано несколько 3D путей (замкнутых), несколько 3D профилей (замкнутых) или набор рёбер (замкнутый). Доступна возможность одновременно выбирать 3D пути/3D профили/рёбра в качестве одного контура.



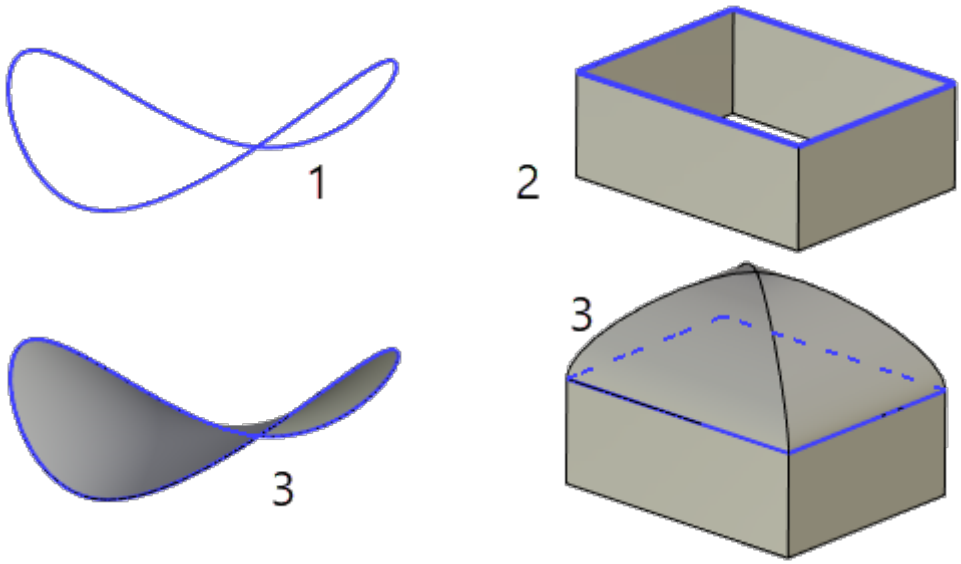
1. Замкнутый 3D путь
2. Замкнутый 3D профиль
3. Замкнутый набор рёбер

При выборе контура, автоматически выбирается исходная операция, которой принадлежит выбранный контур. В качестве исходной операции может быть выбрана **поверхность** или **твёрдое тело**.

> Рекомендуется использовать тела-поверхности.

Все контуры (или часть контуров) должны принадлежать исходной операции.
В некоторых случаях, исходной операции может не быть, например, если выбрать замкнутый 3D путь. В данном случае поверхность создастся по контуру, но для неё нельзя будет задать граничные условия.

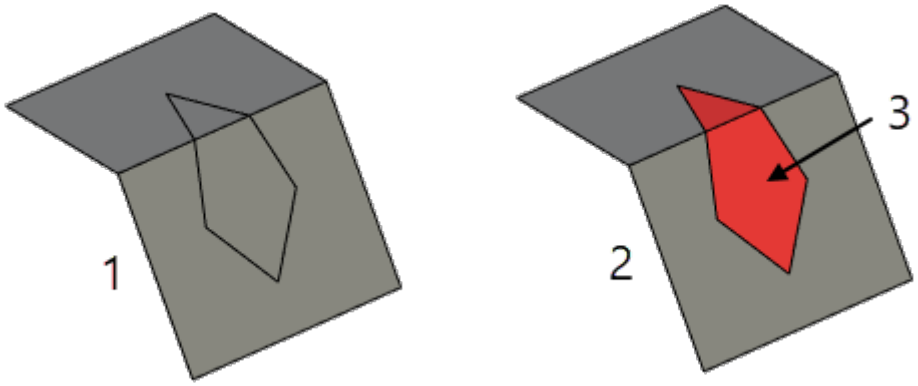
Без исходной операции **С исходной операцией**



1. Замкнутый 3D путь
2. Набор рёбер
3. Результирующая поверхность

Если в качестве элемента контура выбирается ребро, то система пытается определить весь контур целиком, т.е. выбирает смежные ребра. Выбранные элементы помещаются в поле **Состав,** в котором отображается тип элемента и его Граничные условия.
С помощью опции **Объединить**, можно регулировать булевой операцией сложения, т.е. объединять создаваемую поверхность с исходной. По умолчанию опция включена. При необходимости создать отдельную поверхность заполнения опцию нужно отключить.

С объединением **Без объединения**



1. Результирующая единая поверхность
2. Исходная поверхность
3. Поверхность, заполненная по контуру

Параметры контура Заполнения области

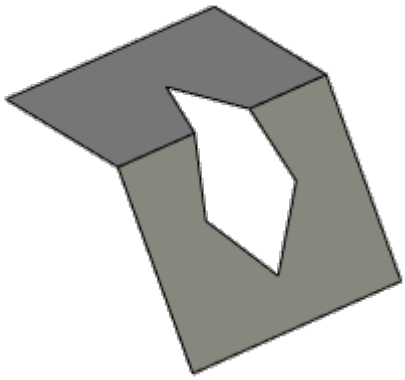
После выбора контура необходимо настроить параметры создания поверхности.
Доступно четыре параметра - **Метод**, **Форма**, **Гладкость** и **Дополнительное условие**.

Метод

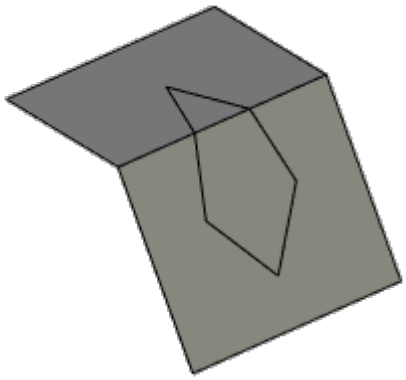
С помощью данного параметра можно регулировать метод заполнения области.

Данный параметр имеет две опции **Заплатка** и **Затяжка**.
Заплатка позволяет заполнить область классическим методом, оставив "след" заполнения области в виде рёбер.

Исходная поверхность



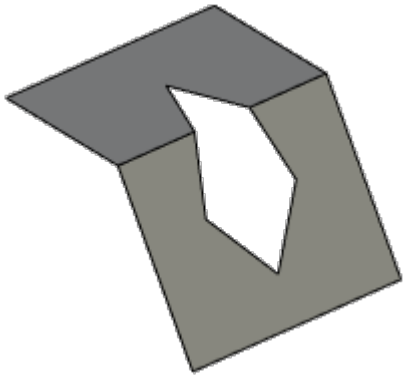
Заполнение области методом заплатки



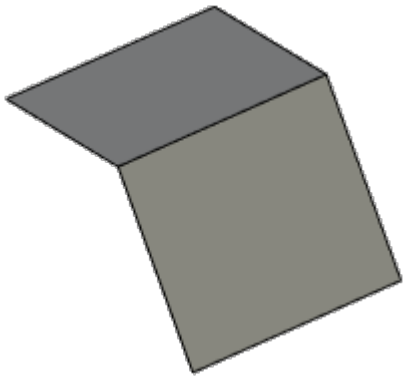
Данный вариант является основным методом.

Затяжка является частным случаем и позволяет "затянуть" поверхность.

Исходная поверхность



Заполнение области методом затяжки



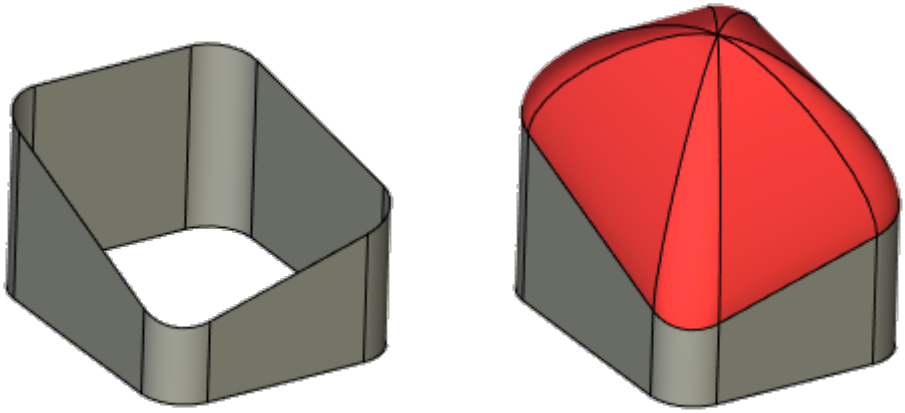
При таком методе становятся недоступным выбор остальных параметров операции.

Форма

С помощью данного параметра можно регулировать форму создаваемой поверхности.
Данный параметр имеет четыре опции - **Гладко**, **Негладко**, **Предпочтительно плоскость**, **Плоскость**.
С помощью опции **Гладко** можно заполнить область используя граничные условия G0, G1 или G2 для каждого граничного ребра, а также управлять общей гладкостью для контура.

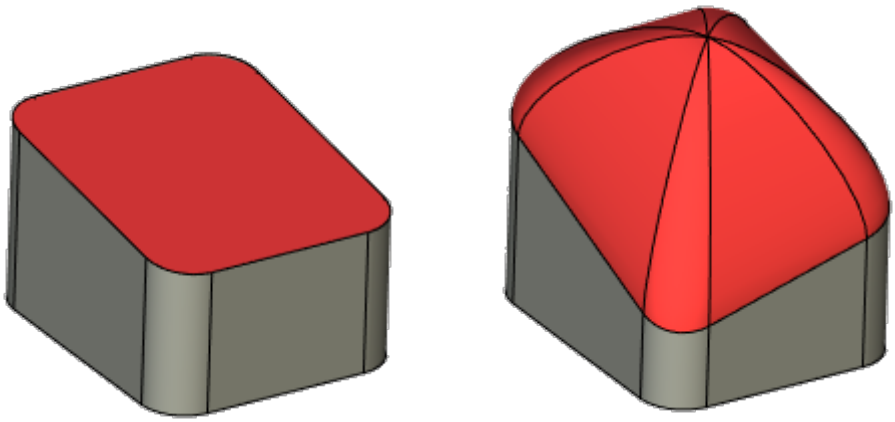
Исходная поверхность

Форма создаваемой поверхности "Гладко"



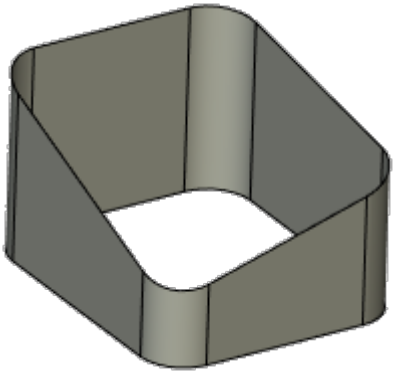
С помощью опции **Предпочтительно плоскость** можно также управлять общей гладкостью, однако нельзя задавать граничные условия для каждого ребра. В первую очередь система пытается заполнить выбранную область плоскостью, а в случае неудачи – сплайновой поверхностью. В этом случае результат будет аналогичен опции **Гладко**, но для него нельзя будет задать граничные условия для рёбер.

Успешное затягивание плоскостью | **Неуспешное затягивание плоскостью**

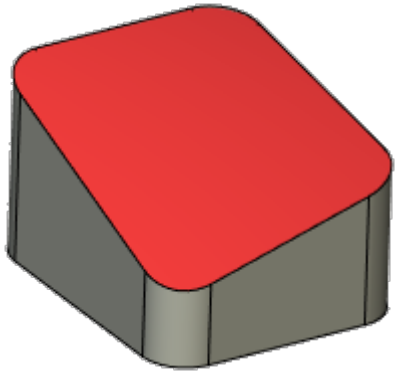


С помощью опции **Не гладко** отверстие заполняется, игнорируя все требования гладкости, используя аналитическое решение, где это возможно.

Исходная поверхность

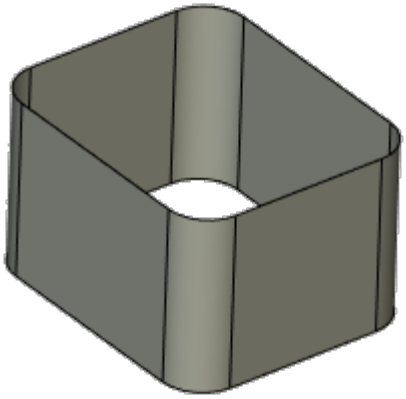


Форма создаваемой поверхности "Не гладко"

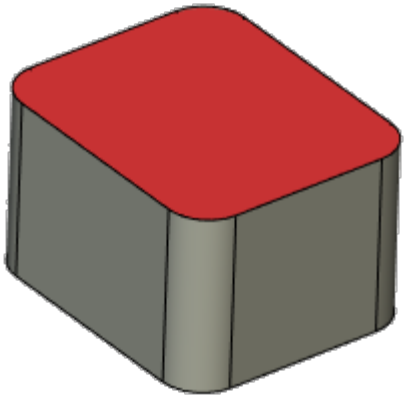


С помощью опции **Плоскость** можно заполнить тело только плоской поверхностью. Для этой опции недоступны все требования гладкости.

Исходная поверхность



Форма создаваемой поверхности "Плоскость"

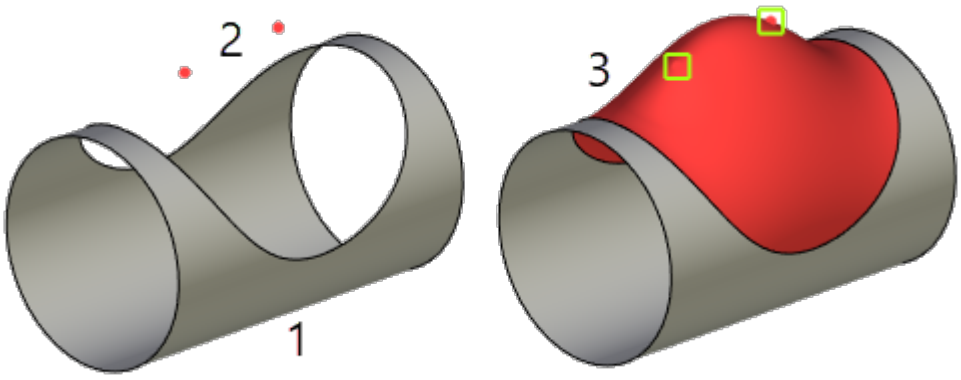


Дополнительное условие

С помощью дополнительных условий можно задать поведение создаваемой поверхности.
Дополнительное условие **Точки** позволяет построить поверхность, проходящую через набор точек, принадлежащих или не принадлежащих контуру.

Исходная поверхность

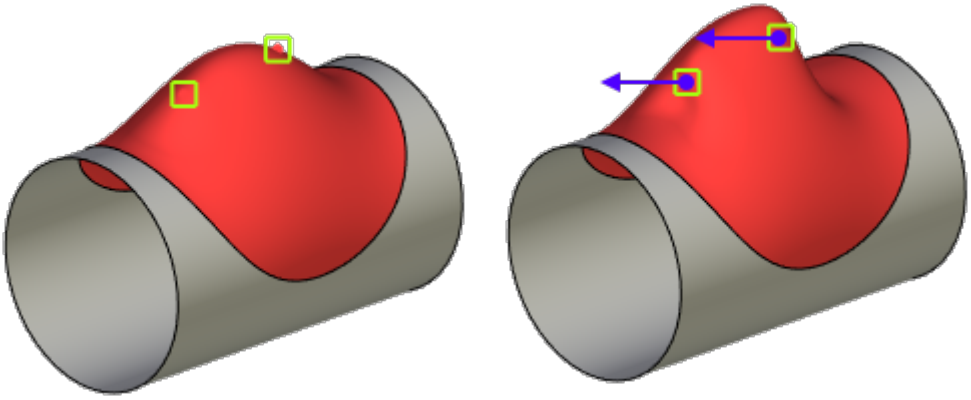
Результирующая поверхность по набору точек



1. Исходная поверхность
2. Набор точек, через которые должна проходить результирующая поверхность
3. Результирующая поверхность

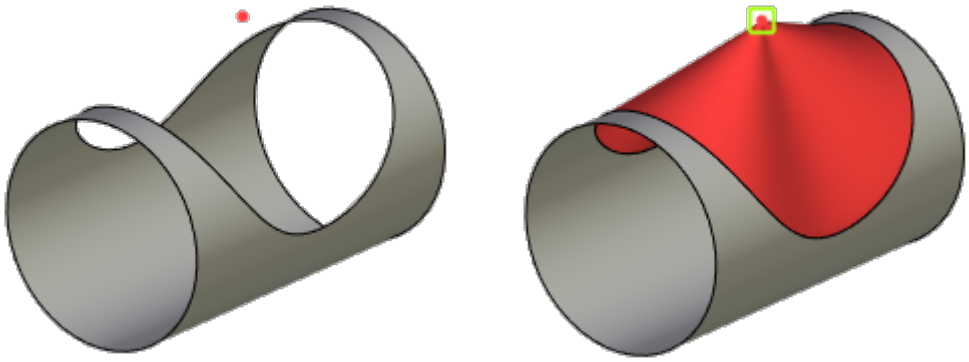
Для каждой точки можно задать **Нормаль**. После выбора соответствующей опции, появится меню задания векторов, аналогичное операции По сечениям. Различие состоит только в том, что длина вектора берётся из единичной длины.

Результирующая поверхность по набору точек	**Результирующая поверхность по набору точек с указанием нормали для точек**



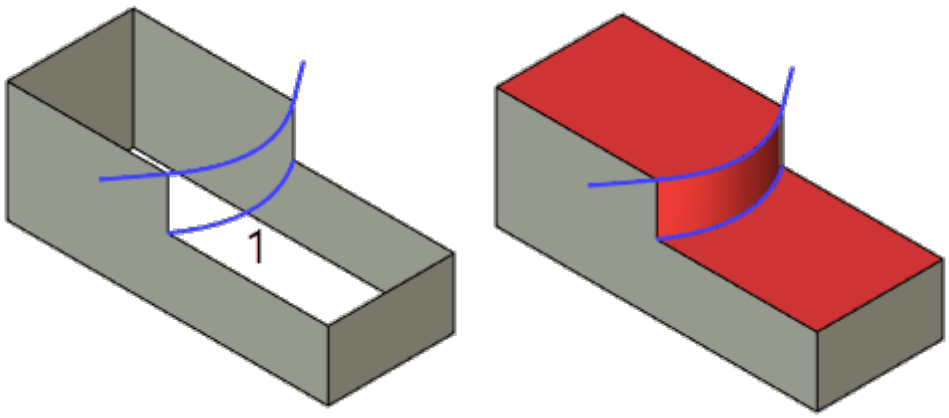
Дополнительное условие **Вершина** позволяет выбрать одну точку, принадлежащую или не принадлежащую контуру и построить относительно неё поверхность. При таком условии можно выбрать тип **Зажима.** Тип зажима принимает три значения - **Нет**, **Авто**, **Нормаль**. Когда выбран режим **Нет**, то поверхность строится без дополнительных условий гладкости.

Исходная поверхность	**Результирующая поверхность по одной вершине без зажима**



Если выбран режим **Нормаль**, то система работает аналогично дополнительному условию **Точки** с использованием нормали.
Режим **Авто** позволяет системе самостоятельно определить требуемый зажим.
Дополнительное условие **Ребра** позволяет задать направляющие для создаваемой поверхности. Принцип работы схож с направляющими в операции По сечениям. Если выбраны направляющие длиннее, чем границы контура, то при создании поверхности будет использована та часть направляющей, которая находится внутри контура.

Исходная поверхность | **Результирующая поверхность по направляющим**

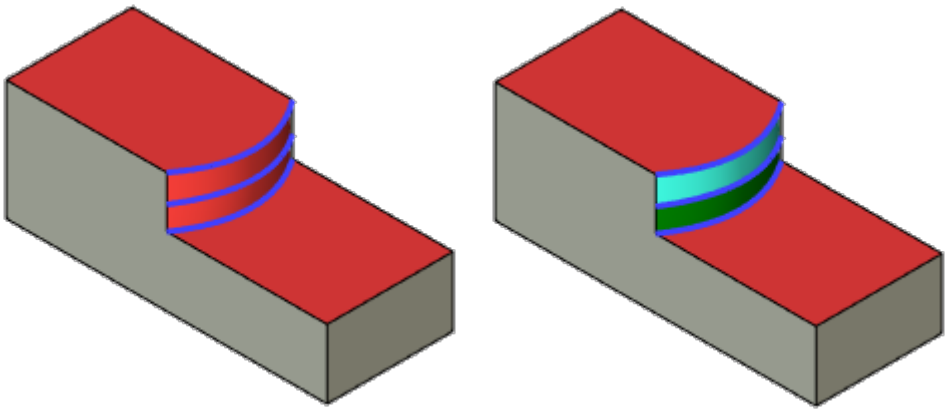


1. Направляющие (3D Пути)

Для направляющих также можно выбрать **Состав**.
При необходимости направляющие можно отпечатать на грани, т. е. разделить грань по направляющей.

Без отпечатывания направляющих
Результат - одна грань

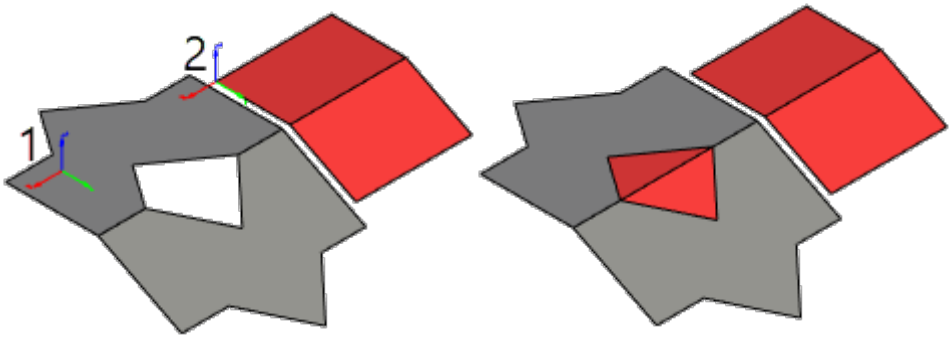
С отпечатыванием направляющих
Результат - две грани



На данном рисунке выбрана форма **Не гладко**, т.к. форма **Гладко** может быть только если рёбра соответствуют условию касательности к телу контура.

При дополнительном условии **Грани** задаются дополнительные грани, которые будут преобразованы в затягивающую поверхность. Если грани находятся за пределами заполняемой области, то можно задать исходную ЛСК поверхности и ЛСК граней, с помощью которых система сможет правильно определить место заполнения области. Можно заполнить область по граням дополнительной поверхности с **обрезкой по контуру**...

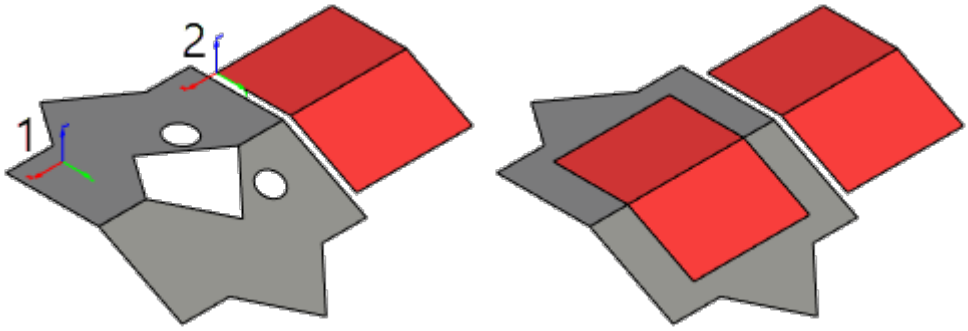
Исходная и дополнительная поверхности	**Заполнение области по граням дополнительной поверхности с обрезкой по контуру**



1. Исходная ЛСК
2. ЛСК граней

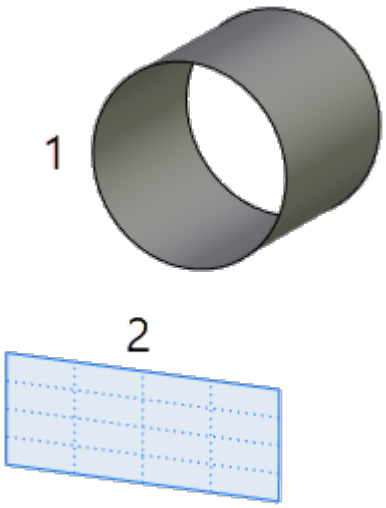
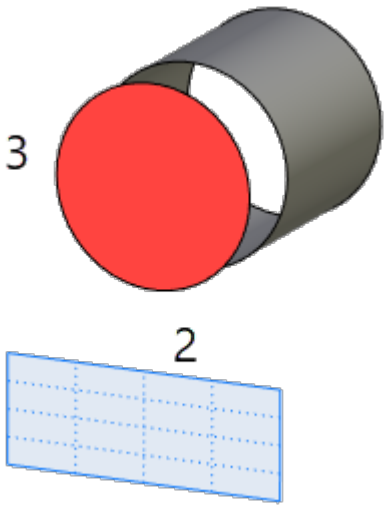
... и с **обрезкой по граням**. В этом случае можно заполнить несколько контуров.

Исходная и дополнительная поверхности	**Заполнение области по граням дополнительной поверхности с обрезкой по граням**



1. Исходная ЛСК
2. ЛСК граней

При дополнительном условии **Поверхность**, контур проецируется на дополнительную поверхность по нормали. Полученная проекция является ограничивающим контуром на выбранной поверхности. Полученная внутри контура поверхность является результатом операции. В качестве дополнительной поверхности могут быть выбраны рабочая плоскость/поверхность, 3D профиль, грань, ребро или операция. Если происходит объединение с исходным телом, то результат должен находиться на исходном теле.

Исходная и вспомогательная поверхности	**Заполнение области по вспомогательной поверхности без объединения**
	

1. Исходная поверхность
2. Вспомогательная поверхность (Рабочая плоскость)
3. Результирующая поверхность

Для тороидальных и сферических поверхностей может потребоваться уточнение грани. Для этого задается **Вспомогательная точка**, благодаря которой выберется ближайшая грань к этой точке.

Общие параметры Заполнения области

Точность

Значение допуска, при котором объекты аппроксимируются или считаются совпадающими. По умолчанию 0.00001 м.

Разбиение

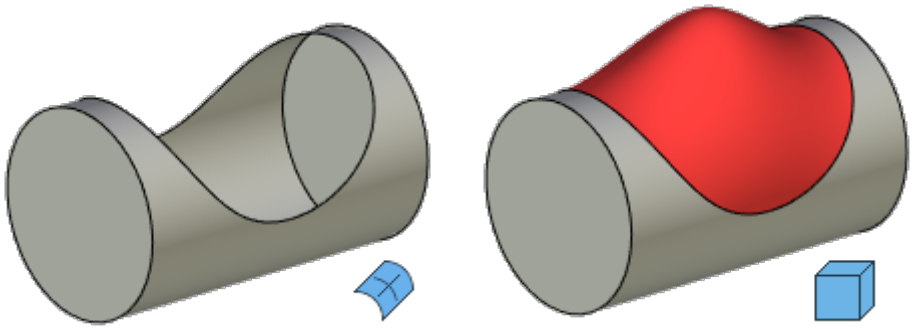
При заполнении области может возникнуть ситуация, когда полученная поверхность разделена рёбрами на несколько отдельных граней. В этом случае можно упростить геометрию при помощи опции **Разбиение.** Данная опция работает аналогично опции **Разбиение** в операции По сечениям.

Тонкостенный элемент

По умолчанию в операции включена опция **Тонкостенный элемент,** т.е. создаётся тело-поверхность.

Если исходная поверхность замкнута, то можно создать твёрдое тело сняв флаг с опции **Тонкостенный элемент.**

Исходная поверхность **Результирующее твёрдое тело**



Редактировать Заполнение области

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<3EZF>	Правка > Операции > Поверхности > Заполнение области

Команда предназначена для изменения тела полученного в результате выполнения операции Заполнение области.

Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, <Ctrl>+<E>	Выполнить команду редактирования элемента

	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

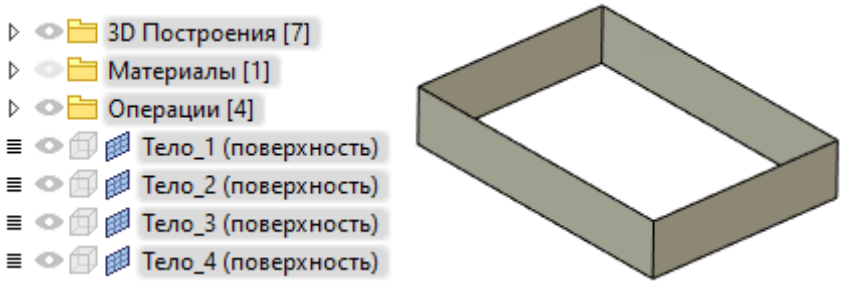
Если выбран один элемент, его можно удалить, выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию).
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация <Shift> + (комбинация <Ctrl> + отменяет выбор).

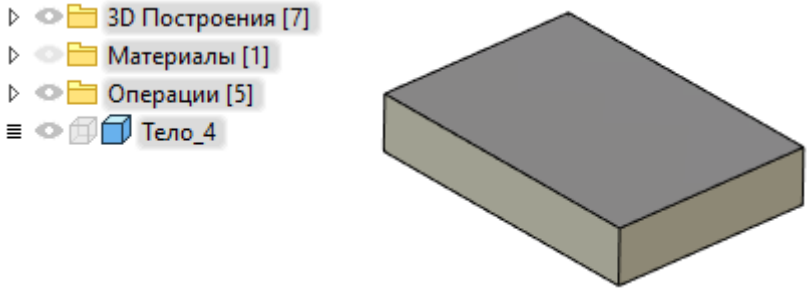
Сшивка

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Специальные > Поверхности > Сшивка Поверхности > Операции > Сшивка
Клавиатура	Текстовое меню
<3SS>	Операции > Поверхности > Сшивка

Данная команда позволяет объединить набор разрозненных поверхностей в одну поверхность и, если необходимо, создать из них замкнутый объём и получить твёрдое тело.



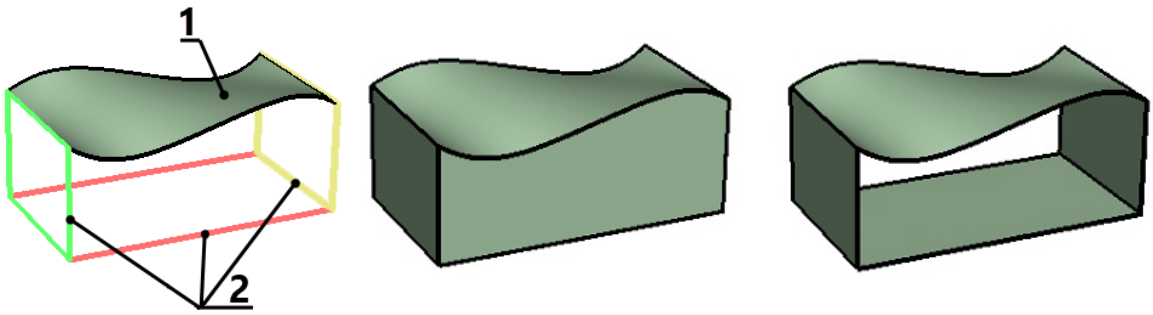


Для создания операции необходимо определить набор поверхностей, которые нужно объединить. В качестве исходных поверхностей могут быть выбраны 3D профили, грани или операции. В последнем случае операция должна представлять собой тело-поверхность, например, результат выталкивания или вращения проволочного контура, импорта поверхности из других приложений. После сшивки

исходные тела-поверхности сохраняются, либо заменяются результатом сшивки, в зависимости от параметров сшивки. Исходные 3D профили или грани сохраняются в любом случае.

Сшиваемые поверхности должны быть смежными и не перекрывающимися.

В результате сшивки может быть получено либо твёрдое тело, либо новая поверхность. По умолчанию создается твёрдое тело. При этом система пытается достроить недостающие грани до получения замкнутого объема.

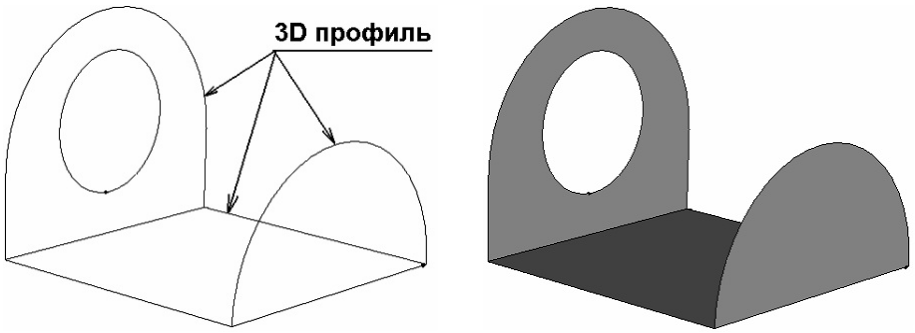


Исходная модель | Создание твёрдого тела | Создание поверхности

1 - Тело-поверхность

2 - 3D профили

В некоторых случаях (например, если достраиваемая поверхность должна иметь больше одной грани) создание твёрдого тела невозможно.



Для выполнения команды необходимо выполнить следующие действия:
1. Выбрать сшиваемые поверхности.
2. Задать дополнительные параметры (необязательное действие).
3. Подтвердить создание операции.

Выбор сшиваемых поверхностей

Для создания сшивки необходимо указать 3D элементы, определяющие набор сшиваемых поверхностей. Сделать это можно с помощью следующих опций автоменю:

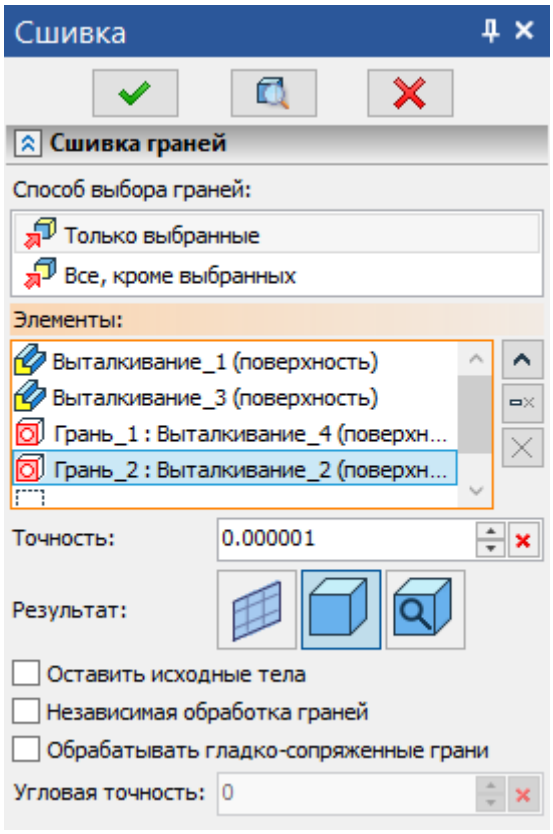
<R> Выбрать 3D профиль

<F> Выбрать грань

<O> Выбрать поверхность

... или с помощью соответствующих фильтров в панели фильтров.

Выбранные 3D элементы заносятся в список **Элементы** в окно параметров команды. При выборе граней какого-либо тела (или нескольких тел) можно дополнительно указать системе, какой набор граней данного тела (тел) использовать в сшивке: **только выбранные** или **все, кроме выбранных**.



Отменить выбор 3D элемента можно двумя способами:

- Повторно выбрать этот элемент в 3D сцене с помощью ;
- Выбрать его в списке **Элементы** в окне параметров команды и нажать **Удалить элемент из списка**.

Для отмены выбора сразу всех элементов используется опция:

<K> Отменить выбор всех элементов

Задание дополнительных параметров

Точность

Значение допуска, при котором объекты считаются совпадающими. Чем меньше значение, тем меньше допустимые зазоры между сшиваемыми элементами. Максимально возможное значение - 0,1.

Результат

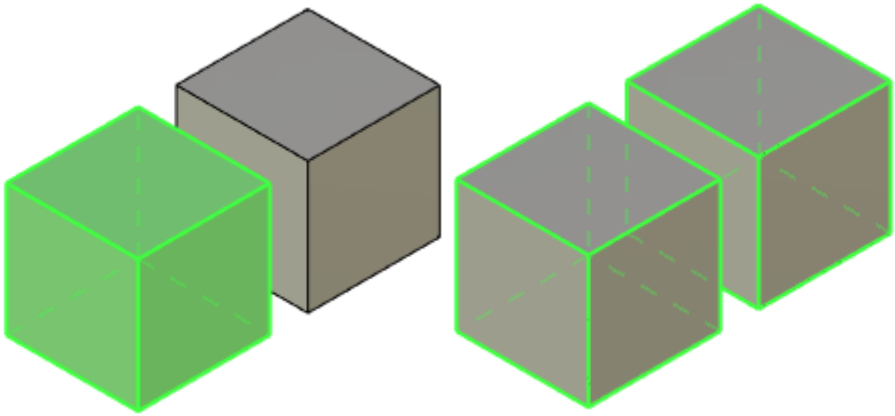
От данного параметра зависит, будет ли система пытаться построить твёрдое тело, добавив недостающие грани до получения замкнутого объема, или создаст тело-поверхность на основе выбранных элементов. Доступны следующие опции:

- **Тело**
  Система попытается создать из сшиваемых граней твёрдое тело. Если это невозможно, операция выдаст ошибку.
- **Поверхность**
  Будет создано тело-поверхность на основе выбранных элементов.

- **По умолчанию**
  Система попытается создать твёрдое тело, а если это невозможно, создаст поверхность. Данная опция выбрана по умолчанию.

Оставить исходные тела
После сшивки исходные тела-поверхности сохраняются, либо заменяются результатом сшивки, в зависимости от состояния данного флага. Исходные 3D профили или грани сохраняются в любом случае.

Независимая обработка граней
Опция предоставляет возможность сшивать в рамках одной операции несколько раздельных тел, не контактирующих между собой.



Обрабатывать гладко-сопряженные грани
Если данная опция включена, то при выборе одной из граней, входящих в последовательность гладко сопряжённых граней, будет сшиваться вся последовательность. При этом в список элементов для сшивки заносится только непосредственно выбранная грань. При последующих изменениях модели набор сшиваемых граней может автоматически меняться в соответствии с изменением последовательности гладко сопряжённых граней, в который входит выбранная грань.

Последовательность гладко сопряжённых граней можно также выбрать с помощью опции **Выбор гладко сопряжённых элементов,** доступной на панели фильтров, но при этом в список элементов для сшивки будут внесены все грани, входящие в последовательность. При последующих изменениях модели, если в последовательности появятся новые грани, они не будут включены в операцию сшивки, а если какие-либо из изначально выбранных граней будут утрачены, операция сшивки выдаст ошибку.

Угловая точность
Максимальный угол в радианах между касательными к выбранным поверхностям в месте стыка, при котором грани считаются гладко сопряжёнными. Максимально возможное значение - 0,1.

Основные темы в этом разделе:

- Редактировать сшивку поверхностей

Редактировать сшивку поверхностей

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<3ESS>	Правка > Операции > Поверхности > Сшивка

Команда предназначена для изменения тела полученного в результате выполнения операции Сшивка.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

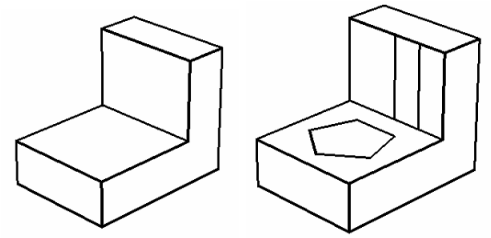
Если выбран один элемент, его можно удалить, выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию).
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** + (комбинация **<Ctrl>** + отменяет выбор).

Разделение граней

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Специальные > Поверхности > Разделение граней Поверхности > Операции > Разделение граней
Клавиатура	Текстовое меню
<3ZS>	Операции > Поверхности > Разделение граней

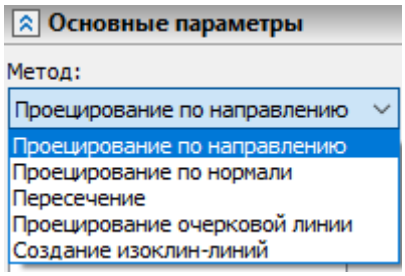
Данная команда предназначена для формирования на уже существующих гранях новых участков заданной формы. В частности, это бывает нужно при создании линий и поверхностей разъема или подготовке 3D модели к анализу методом конечных элементов, например, чтобы правильно приложить нагрузку.



Разделяемыми элементами (то есть элементами, на которых будут сформированы новые грани) могут быть как одна или несколько граней, так и операция целиком. В зависимости от метода разделения, форма нового участка определяется либо на основе формы разделяющего элемента (Грани, Рёбра, 3D Профиля, Операции), либо на основе геометрии разделяемого элемента.
Для создания операции необходимо выполнить следующий набор действий:
1. Выбрать метод разделения.
2. Выбрать разделяемые объекты.
3. Выбрать разделяющие объекты (необязательное действие).
4. Задать направление (необязательное действие).
5. Подтвердить создание операции.

Выбор метода разделения

Метод разделения определяет то, каким образом будут определяться границы новых граней, а значит и то, какие данные будет необходимо задать. Выбор метода разделения производится с помощью выпадающего списка, расположенного в верхней части окна параметров. При входе в команду, по умолчанию выбран метод **Проецирование по направлению**.



Выбор разделяемых объектов

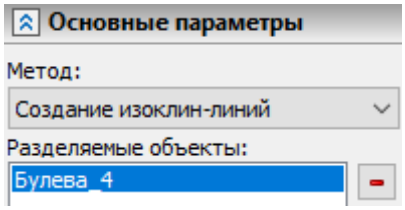
Разделяемые объекты - это те объекты, которые будут разделены в процессе проведения операции.

В качестве разделяемых элементов могут быть выбраны многоконтурные операции и профили.

Для входа в режим выбора разделяемых объектов можно либо воспользоваться опциями автоменю:

<B> Выбор разделяемых операций

<F> Выбор разделяемых граней



Для выбора другим способом можно поместить курсор в свободную строку поля **Разделяемые объекты**. После этого можно выбрать необходимые грани или операции в 3D окне. Если в качестве разделяемого объекта выбрана операция, это означает, что в качестве разделяемых объектов будут выбраны все грани операции. Если после пересчёта количество граней у исходной операции изменится, программа это учтёт.
Для отмены выбора используется опция:

<R> Отменить выбор разделяемых объектов

Выбор разделяющих объектов

Выбор разделяющих объектов может производиться только если используется метод разделения **Проецирование по направлению**, **Проецирование по нормали** или **Пересечение**. В других случаях выбирать разделяющие объекты не нужно.

В качестве разделяемых элементов могут быть выбраны многоконтурные операции и профили.

В первых двух случаях есть возможность использовать опцию:

<C> Выбор разделяющих контуров

Она позволяет выбрать элементы (3D Пути, Рёбра, Профили, Грани и Циклы), определяющие границы новых граней.
Если выбран метод **Пересечение**, используется либо опция:

<O> Выбор разделяющих операций

В этом случае программа будет искать пересечение со всеми гранями операции, либо опция:

<A> Выбор разделяющих граней

Программа будет учитывать только выбранные грани.
Если в качестве разделяемого объекта выбрана операция, есть возможность в качестве разделяющего объекта выбрать плоскость. При этом используется опция:

<P> Выбор разделяющей плоскости

Для отмены выбора используется опция:

<K> Отменить выбор разделяющих объектов

Задание направления

Направление необходимо задавать, если используется метод разделения **Проецирование по направлению**, **Проецирование очерковой линии** или **Создание изоклин-линий**. Во всех случаях направление можно задать с помощью выбора двух 3D узлов. При этом используются опции:

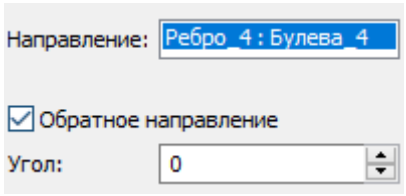
<1> Выбрать первую точку

<2> Выбрать вторую точку

Либо можно использовать опцию:

<D> Выбор направления проецирования

которая позволяет выбирать элементы для непосредственного указания направления.
Необходимо, чтобы профиль проецировался в сторону разделяемых объектов, иначе после подтверждения создания операции программа выдаст сообщение об ошибке пересчета модели.



Если получилось, что направление проецирования указывает от разделяемых объектов, то для изменения выбранного направления на противоположное можно использовать опцию **Обратное направление**, которая расположена в нижней части окна параметров.
Для отмены выбора:

<U> Отменить выбор направления проецирования

В диалоге параметров операции, вызываемом опцией , можно задать общие параметры операции.

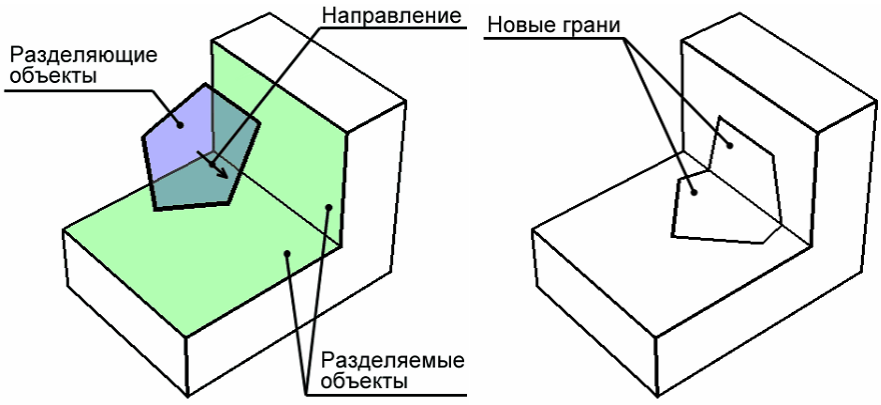
Основные темы в этом разделе:

- Методы разделения граней
- Редактировать разделение граней

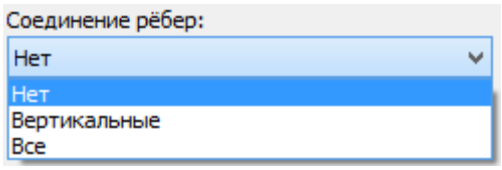
Методы разделения граней

Проецирование по направлению

При данном методе разделяющие объекты проецируются на разделяемые объекты по заданному направлению.



При использовании данного метода необходимо задать разделяющий и разделяемый объекты. Кроме этого должно быть задано направление проецирования. Если разделяющий объект – это плоский 3D профиль, за направление берётся нормаль к 3D профилю. При этом необходимо следить, чтобы профиль проецировался в сторону разделяемых объектов. В других случаях необходимо задать направление вручную.

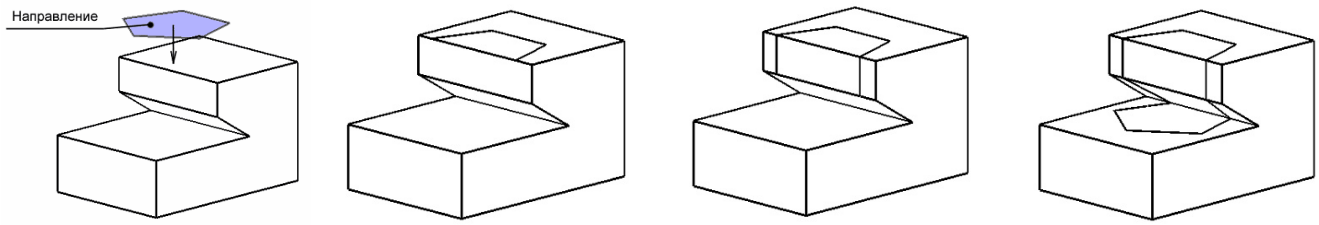


Может оказаться, что разделяющие объекты проецируются вдоль поверхности или даже на обратную сторону поверхности. Опция **Соединение рёбер**, появляющаяся после выбора разделяющего элемента (и при использовании метода **Проецирование по направлению**), позволяет выбрать режим соединения рёбер в данном случае.

Нет значит, что программа попытается создать новые рёбра только на тех гранях, которые видны при взгляде в заданном направлении.

Вертикальные значит, что программа попытается создать новые рёбра на тех гранях, которые видны при взгляде в заданном направлении или параллельны ему.

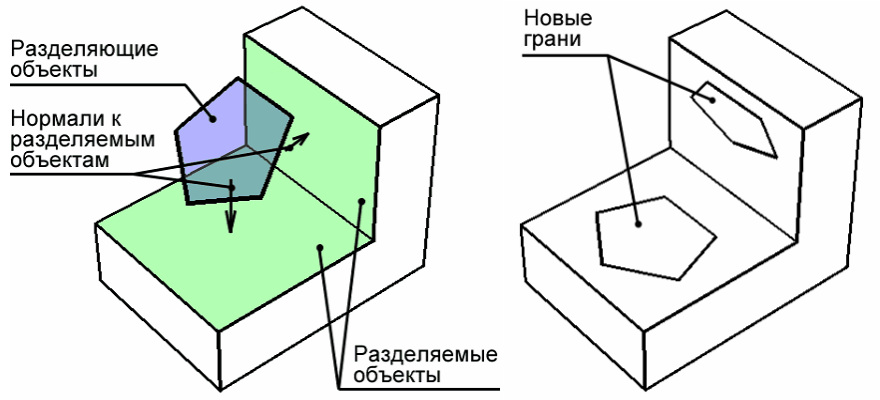
Все значит, что программа попытается создать рёбра на всех гранях, в том числе и на гранях невидимых при взгляде в заданном направлении. При этом необходимо, чтобы новые рёбра на гранях, которые невидимы при взгляде в заданном направлении, имели возможность соединиться с новыми рёбрами на других гранях. На рисунках ниже показан пример работы каждой опции.



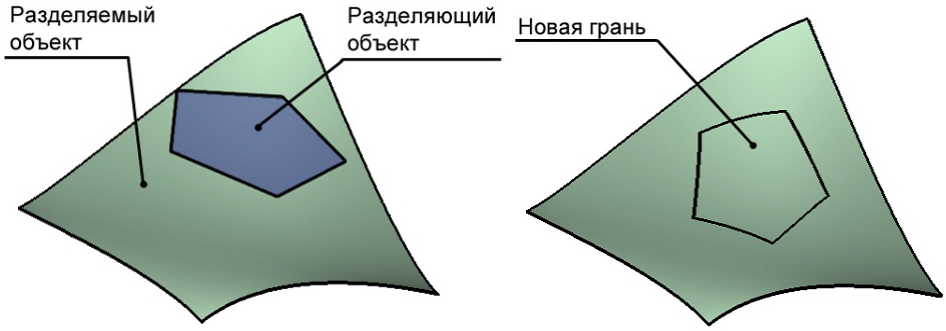
Нет Вертикальные Все

Проецирование по нормали

При данном методе границы новых граней определяются проецированием разделяющих объектов на каждый разделяемый объект по нормали к разделяемым объектам. Необходимо задать только разделяющие и разделяемые объекты.



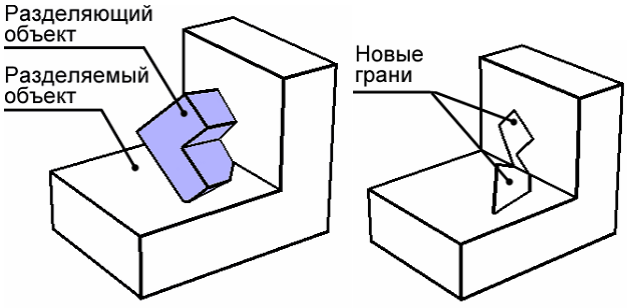
Если разделяемый объект не плоскость, то в каждой точке поверхности может быть своя нормаль. В таком случае, разделяющий объект проецируется на разделяемый следующим образом: точка на ребре разделяющего объекта проецируется в ту точку разделяемого объекта, нормаль которой пересекает точку на ребре разделяющего объекта.



Важно, чтобы все точки разделяющего объекта проецировались на поверхность разделяемого объекта лишь один раз, иначе команда не будет выполнена.

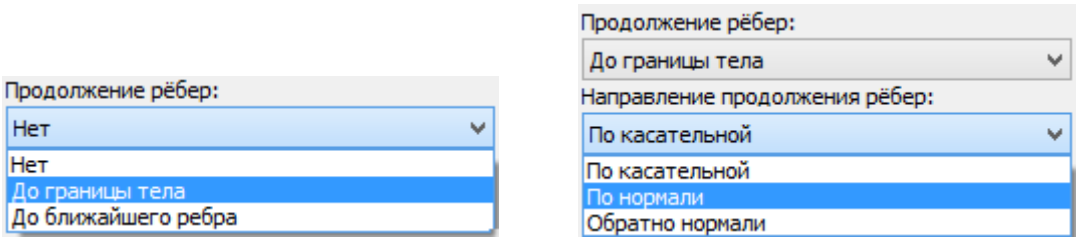
Пересечение

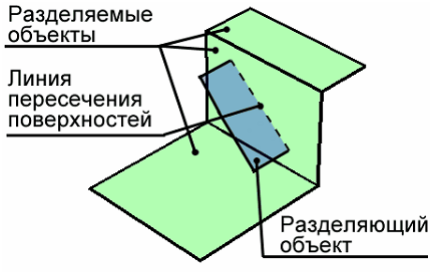
В данном методе границами новых граней становятся линии пересечения разделяющего и разделяемого объекта.



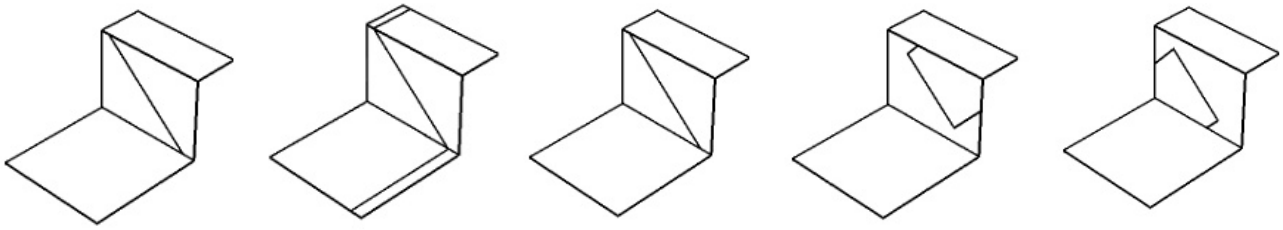
Необходимо задать разделяющий и разделяемый объекты.

Если в качестве разделяемого и разделяющего объектов выбраны поверхности, в окне параметров становятся доступны опции **Продолжение рёбер** и **Направление продолжения рёбер**.





Они могут использоваться в том случае, если грань разделяющей поверхности не полностью пересекает разделяемый объект. В этом случае, если у **Продолжение рёбер** установлено **Нет**, никаких новых рёбер после завершения команды не появится. Если же установлено **До ближайшего ребра** или **До границы тела**, линия пересечения тел будет продолжена (в первом случае до ближайшего рёбра, во втором – через все тело), и она сформирует ребро.

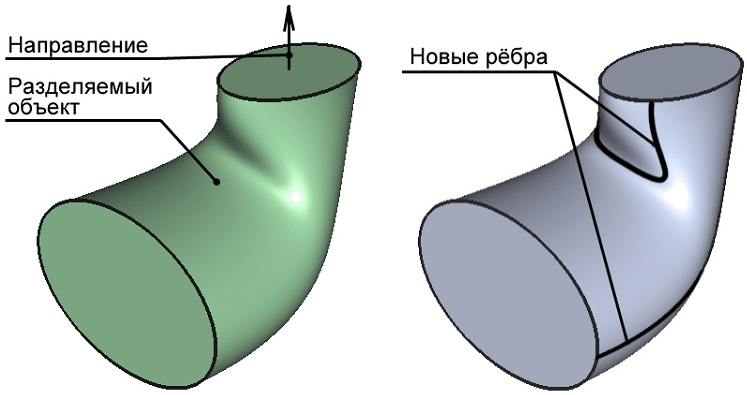


Ребро продолжено до ближайшего ребра | Ребро продолжено до границы тела | Направление по касательной | По нормали | Обратно нормали

Опция **Направление продолжения рёбер** позволяет указать в каком направлении будет продолжено ребро: либо **по касательной** к положению рёбра, либо **по нормали** (**обратно нормали**). Влияние каждого параметра показано на рисунке ниже.

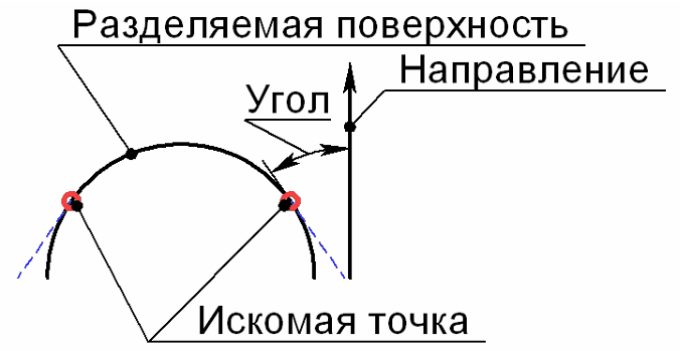
Проецирование очерковой линии

В данном методе границами новых граней становится очерковая линия разделяемого объекта.

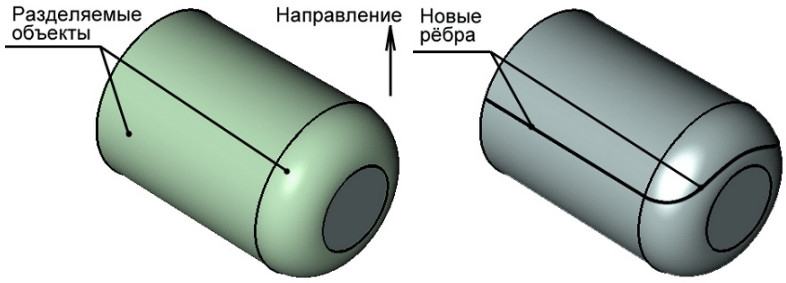


Необходимо задать разделяемый объект и направление.

Создание изоклин-линий



При использовании этого метода границами новых граней становится **изоклина** – линия, **в каждой точке которой поверхность, касательная к разделяемой поверхности, находится под заданным углом к выбранному направлению**. В 2D это легко изобразить схематично (рисунок слева). В 3D программа находит набор точек – линию.



Изоклины удобно использовать при проектировании пресс-форм. В некоторых случаях необходимо создать изоклину, чтобы использовать операцию Уклон.

Редактировать разделение граней

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<3EZS>	Правка > Операции > Поверхности > Разделение граней

Команда предназначена для изменения тела полученного в результате выполнения операции Разделение граней.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента

	<F4>, <Ctrl>+<E>	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

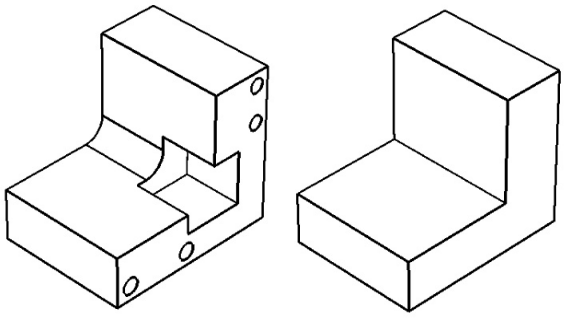
Если выбран один элемент, его можно удалить, выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию).
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация <Shift>+ (комбинация <Ctrl>+ отменяет выбор).

Удаление граней

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Специальные > Поверхности > Удаление граней Поверхности > Операции > Удаление граней
Клавиатура	Текстовое меню
<3ZD>	Операции > Поверхности > Удаление граней

Данная команда позволяет удалить одну или несколько выбранных граней. Удаление граней приводит к нарушению топологии твёрдого тела. В нём образуются пустоты, нарушающие замкнутый объём. При необходимости система может попытаться ликвидировать их разными методами. Иначе результат будет представлять тело-поверхность.



Операция используется при поверхностном и твердотельном моделировании, когда требуется локальное изменение топологии модели без изменения исходных связей. Также она может быть полезной при подготовке модели к расчёту методом конечных элементов, например, для удаления мелких, несущественных для расчёта, элементов модели.
Удаляемые грани могут указываться непосредственно, при этом выбираются именно те грани, которые необходимо удалить. Однако грани могут указываться и косвенно. В этом случае

выбирается либо ограничивающая удаляемые грани последовательность рёбер, либо грань, от которой зависят удаляемые грани.
При работе с командой необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать удаляемые грани.
2. Выбрать способ удаления.
3. Задать дополнительные параметры (необязательное действие).
4. Подтвердить создание операции.

Основные темы в этом разделе:

- Выбор удаляемых граней
- Способ удаления граней
- Дополнительные параметры удаления граней
- Редактировать удаление граней

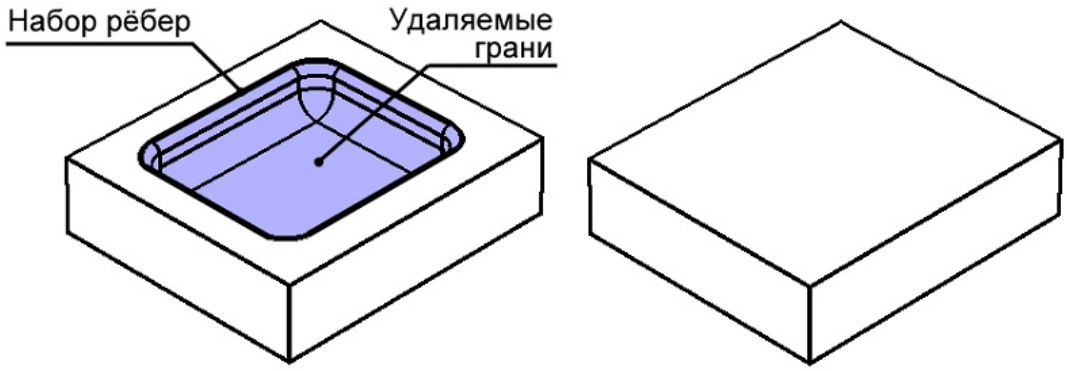
Выбор удаляемых граней

Опция **Выбрать объекты** автоменю команды **Удаление граней** предназначена для выбора объектов, определяющих, какие грани будут удалены.

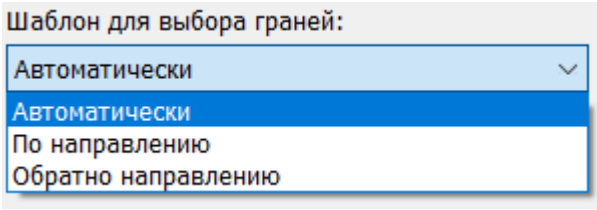
<F> Выбрать объекты

Также можно использовать соответствующие фильтры в панели фильтров.

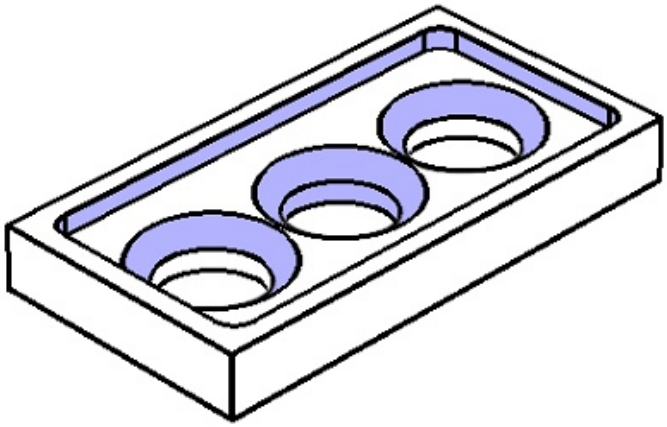
По умолчанию есть возможность выбора граней, рёбер и циклов.
В простейшем случае можно выбрать те же грани, которые необходимо удалить. Но кроме этого есть удобная возможность выбрать замкнутую последовательность рёбер, определяющую удаляемые грани (выбранные элементы заносятся в список **Удаляемые грани**). Такая возможность позволяет не только ускорить процесс выбора удаляемых граней. Если модель будет параметрической, и при её изменении в удаляемой области появится новая грань, программа это учтет.



Замкнутая последовательность рёбер разделяет грани тела на два набора: один удаляется, другой остается. Для определения того, какой именно набор граней будет удален, а какой нет, используется опция **Шаблон для выбора граней**.



По умолчанию опция установлена на **Автоматически** - программа удаляет тот набор граней, чья площадь минимальна. Опции **По направлению** и **Обратно направлению** позволяют самостоятельно выбирать удаляемый набор граней.



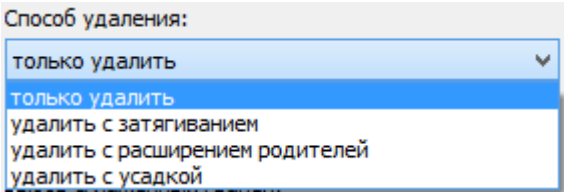
Удаляемый набор граней автоматически подсвечивается в 3D окне. Следует отметить, что можно выбирать несколько наборов замкнутых рёбер одновременно (они не должны пересекаться и могут быть вложенными).
Это делает возможным выделение более сложных наборов удаляемых граней.
При выборе набора ребер по умолчанию включена опция:

<G> Режим выбора последовательности гладко сопряжённых рёбер

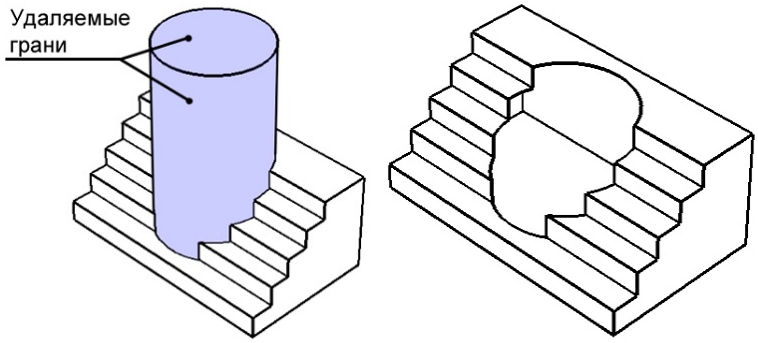
Если нужно выбирать рёбра по отдельности, данную опцию следует отключить.

Способ удаления граней

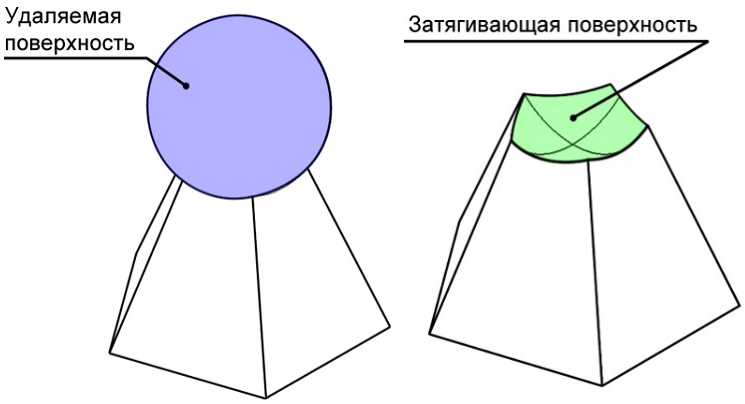
В команде Удаление граней параметр **Способ удаления** определяет действия программы после того, как выбранные элементы были удалены: нужно ли замкнуть образовавшиеся пустоты и как это сделать. Доступны следующие способы удаления:



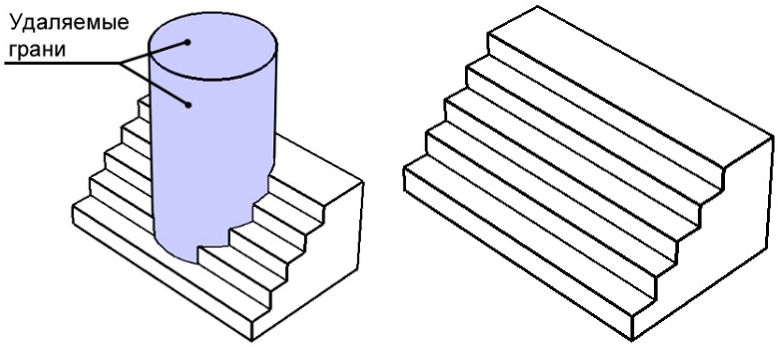
- **Только удалить**
  При данном методе программа только удаляет выбранные грани, ничего не делая с получившимся в модели отверстием. Если исходная операция была твердым телом, то после проведения удаления модель лишится замкнутого объёма и станет телом-поверхностью.



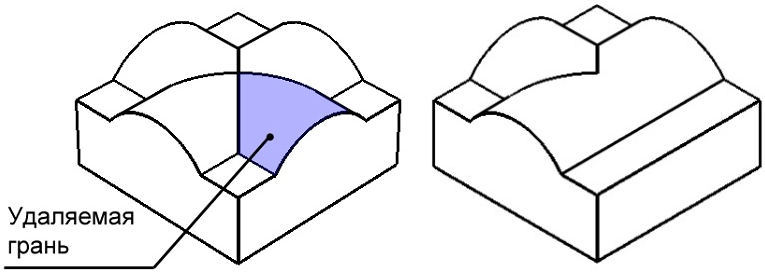
- **Удалить с затягиванием**
  При данном методе после удаления граней программа пытается сформировать поверхность, которая сможет затянуть получившееся отверстие. Затягивающая поверхность должна содержать все рёбра отверстия. В результате данный метод работает в тех случаях, когда все рёбра окружающие пустоты получены при пересечении с единой поверхностью. Эта поверхность и становится затягивающей.



- **Удалить с расширением родителей**
  При данном методе программа пытается замкнуть образовавшиеся при удалении поверхностей пустоты, путем расширения граней, смежных удаляемым граням.



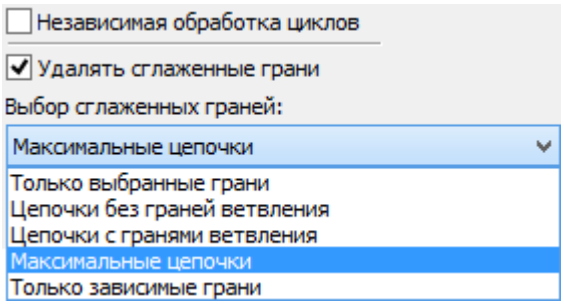
- **Удалить с усадкой**
  При данном методе программа пытается замкнуть образовавшиеся при удалении поверхностей пустоты не только путём расширения граней смежных удаляемым (как в предыдущем методе), но и путем их обрезки.



Дополнительные параметры удаления граней

После выбора способа удаления и удаляемых граней в команде **Удаление граней** можно задать некоторые дополнительные параметры:

- **Независимая обработка циклов**
- **Удалять сглаженные грани**
- **Выбор сглаженных граней**

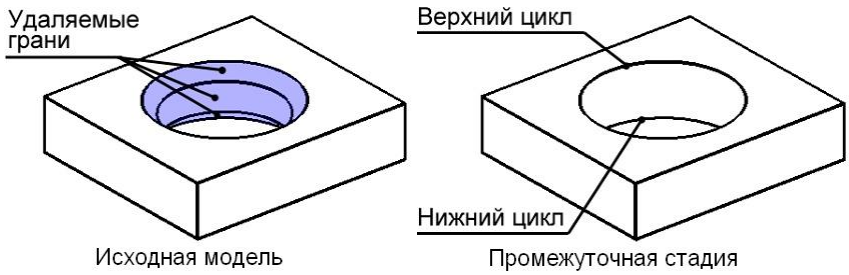


Независимая обработка циклов

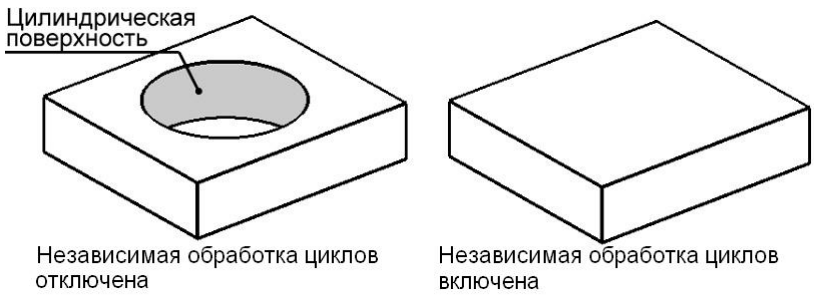
При удалении поверхностей может образоваться несколько наборов новых циклов (рёбер), ограничивающих пустоты модели. По умолчанию, при обработке модели программа пытается обработать все эти циклы одновременно. При этом формируется затягивающая поверхность, проходящая через все циклы (линейчатая поверхность). Но бывают случаи, когда необходимо для каждого цикла сформировать свою затягивающую поверхность.

Опция **Независимая обработка циклов** позволяет это учесть.

Работу этой опции можно продемонстрировать на примере отверстия с двумя фасками: удаляется поверхность отверстия и две фаски. В процессе работы команды грани отверстия удаляются, и образуются два цикла (верхний и нижний), ограничивающие получившуюся в теле пустоту.



Если опция **Независимая обработка циклов** отключена, программа, чтобы замкнуть пустоты, объединит два цикла, и получится еще одно отверстие большего диаметра, чем первоначальное. Если же опция **Независимая обработка циклов** включена, программа обработает каждый цикл по отдельности (в данном случае закрыв их плоской поверхностью), и отверстие полностью пропадет.



При использовании опции **Независимая обработка циклов**, может возникнуть ситуация, когда в результате операции будут созданы два (или более) тела, вместо одного.

Удалять сглаженные грани

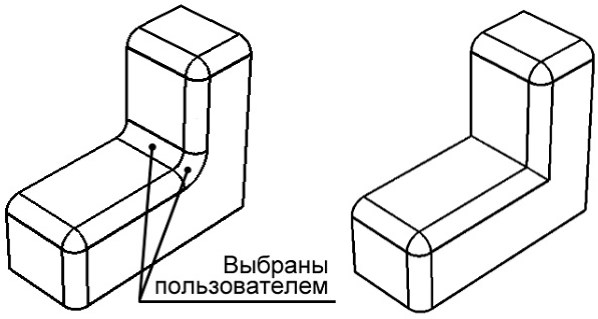
Опция **Удалять сглаженные грани** - специально предназначена для тех случаев, когда необходимо удалить грани, полученные сглаживанием. Часто, при удалении сглаживаний, бывает необходимо удалить не только конкретную грань сглаживания, но и некоторые другие грани, без удаления которых правильно замкнуть образовавшиеся в модели пустоты нельзя.

Выбор сглаженных граней

Иногда необходимо удалить все сглаженные грани, прилегающие к какой-то плоской грани. Конечно, эти грани можно выбрать вручную, но гораздо более удобно выбрать только плоскую грань. Это даёт программе возможность выбрать удаляемые грани сглаживания автоматически. При таком автоматическом выборе граней модель будет оставаться параметрической, и если количество граней сглаживания изменится, программа это учтёт.

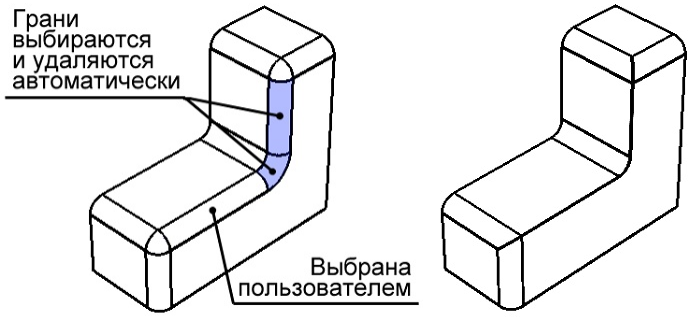
Опция **Выбор сглаженных граней**, позволяет указать программе, какие грани следует выбирать и удалять автоматически. Есть несколько вариантов выбора сглаженных граней.

- **Только выбранные грани**
  Программа будет пытаться удалить только те грани, которые непосредственно выбраны пользователем.

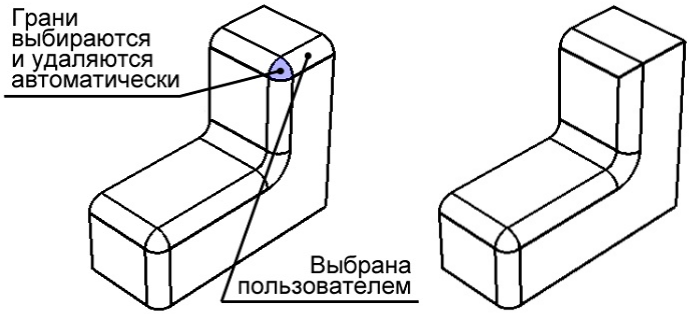


- **Цепочки без граней ветвления**
  Автоматически для удаления будет выбрана гладкая последовательность граней сглаживания,

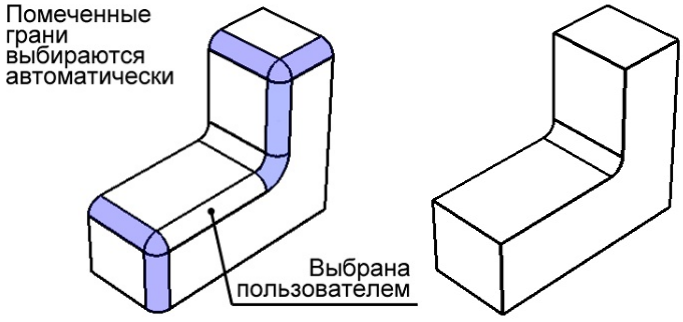
вплоть до граней после которого образуется несколько цепочек сглаженных граней (до граней ветвления).



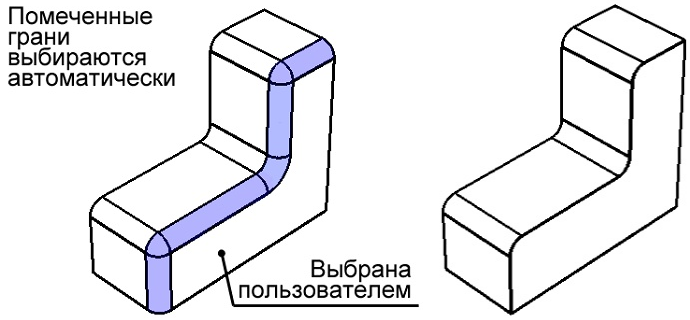
- **Цепочки с гранями ветвления**
  Автоматически будет выбрана гладкая последовательность граней сглаживания, до граней ветвления, включая их.



- **Максимальные цепочки**
  Автоматически будет выбрана гладкая последовательность всех граней сглаживания.



- **Только зависимые грани**
  Автоматически будут выбраны только грани сглаживания, зависимые от граней выбранных пользователем. Выбранные грани удалены не будут.



Редактировать удаление граней

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<3EZD>	Правка > Операции > Поверхности > Удаление граней

Команда предназначена для изменения тела полученного в результате выполнения операции Удаление граней.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

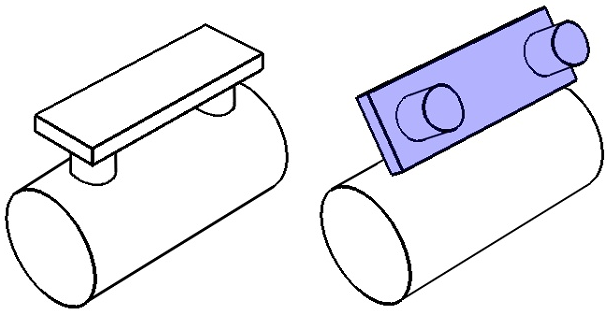
Если выбран один элемент, его можно удалить, выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию).
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** + (комбинация **<Ctrl>** + отменяет выбор).

Отделение граней

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Специальные > Поверхности > Отделение граней Поверхности > Операции > Отделение граней
Клавиатура	Текстовое меню
<3ZX>	Операции > Поверхности > Отделение граней

Данная команда позволяет исключить выбранные грани из уже существующего тела и создать на их основе новое тело. Получившиеся при этом пустоты в телах могут быть замкнуты одним из нескольких способов.



При выборе отделяемых граней, то есть тех граней, которые будут исключены из уже существующего тела, используется тот же механизм, что и в команде **Удаление граней**. Отделяемые грани можно задать напрямую или косвенно.
Для создания операции необходимо выполнить следующий набор действий:
1. Выбрать отделяемые грани.
2. Указать методы обработки исходных и отделяемых граней (необязательное действие).
3. Подтвердить создание операции.

Выбор отделяемых граней

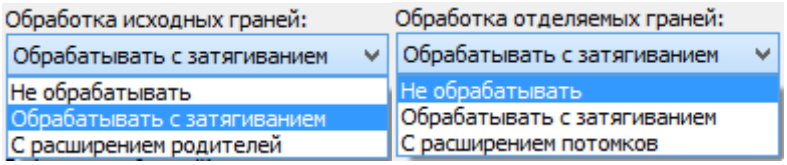
Для выбора отделяемых граней используется опция...:

<F> Выбрать объекты

...или соответствующие фильтры в панели фильтров.
При использовании этой опции есть возможность указывать не только грани конкретные, которые будут отделены, но и рёбра с циклами, которые будут определять набор отделяемых граней. Все выбранные элементы автоматически попадают в список отделяемых граней.

Указание методов обработки исходных и отделяемых граней

В результате отделения граней от исходного тела, в исходном и результирующем телах могут образоваться пустоты, нарушающие замкнутый объём. Опции **Обработка исходных граней** и **Обработка отделяемых граней** позволяют выбрать метод обработки этих пустот. Набор методов для исходных и для отделяемых граней совпадает.



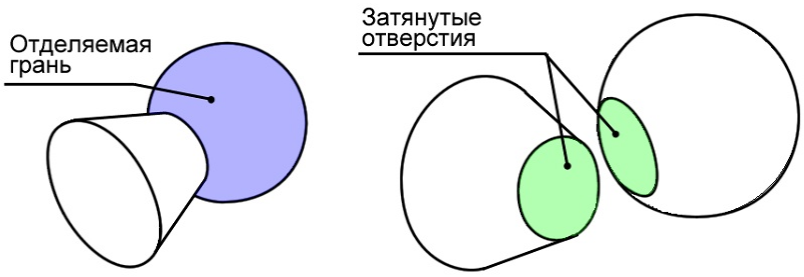
Следует отметить, что исходные грани и отделяемые грани либо обрабатываются (**С затягиванием** или **С расширением потомков/родителей**), либо не обрабатываются.

Не обрабатывать

В этом случае программа не ведёт обработку образовавшихся пустот. Результирующие тела получаются поверхностями.

Обрабатывать с затягиванием

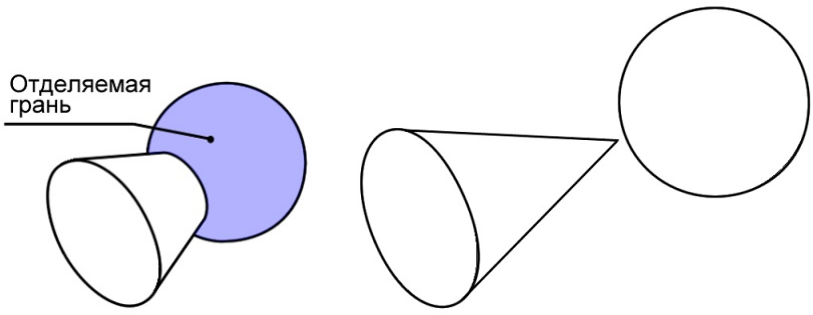
Программа пытается обработать образовавшиеся пустоты путём создания единой затягивающей поверхности. Затягивающая поверхность должна содержать все рёбра, ограничивающие пустоты тела. Поэтому данный метод работает в том случае, если эти рёбра получены при пересечении тела с одной поверхностью.



В зависимости от геометрии исходной модели и выбранных для отделения граней, в результате операции может получиться более двух тел. В дереве модели у результирующих тел ссылки на исходную операцию (Разделение граней) будут называться: у первых двух тел - Первая часть и Вторая часть, у остальных – Часть, Часть_1, Часть_2 и т.п.

Обрабатывать с расширением родителей (потомков)

В этом случае программа пытается обработать образовавшиеся пустоты путем расширения граней, смежных пустотам (граней-потомков или граней-родителей).



В зависимости от геометрии исходной модели и выбранных для отделения граней, в результате операции могут получиться более чем два тела.

Для достижения необходимого результата для исходных и результирующих граней можно применять разные методы обработки пустот (кроме случая **Не обрабатывать**).

В диалоге параметров операции, вызываемом опцией , можно задать общие параметры операции.

Основные темы в этом разделе:

- Редактировать отделение граней

Редактировать отделение граней

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<3EZX>	Правка > Операции > Поверхности > Отделение граней

Команда предназначена для изменения тела полученного в результате выполнения операции Отделение граней.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

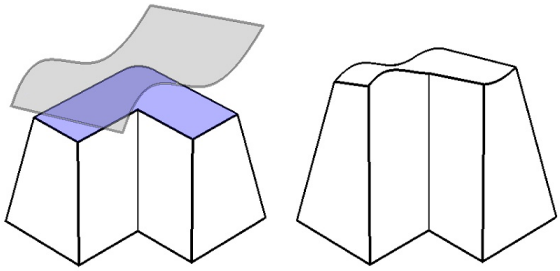
Если выбран один элемент, его можно удалить, выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию).
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** + (комбинация **<Ctrl>** + отменяет выбор).

Замена граней

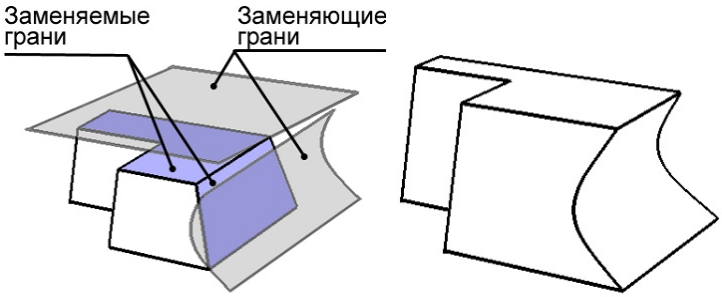
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Специальные > Поверхности > Замена граней Поверхности > Операции > Замена граней
Клавиатура	Текстовое меню
<3ZR>	Операции > Поверхности > Замена граней

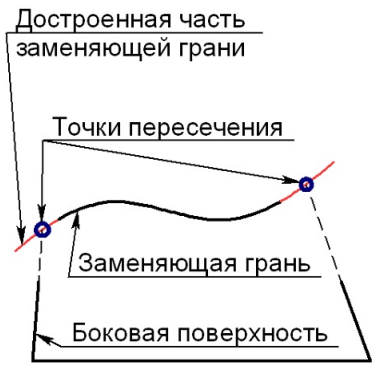
Команда позволяет заменить геометрическую поверхность, лежащую в основе выбранной грани, другой геометрической поверхностью.



Обычно при использовании команды попарно выбираются **заменяемые** грани и **заменяющие** поверхности (путём выбора элементов, в основе которых лежат эти поверхности). Поверхность, лежащая в основе заменяемой грани подменяется на заменяющую поверхность. В результате этого заменяемая грань изменяет свою форму в соответствии с формой заменяющей поверхности. Ограничивающие заменяемую грань смежные грани продлеваются или обрезаются до пересечения с заменяющей поверхностью. Если выбрано сразу несколько пар заменяемых граней и заменяющих поверхностей, эта процедура производится для каждой пары.



Возможно, что при продлении смежных граней, не будет найдено пересечений смежных граней с заменяющими поверхностями. Тогда выполнение команды закончится сообщением об ошибке.



Команда будет выполнена

Команда не будет выполнена

Для создания операции необходимо выполнить следующий набор действий:
1. Выбрать наборы (пары) заменяемых и заменяющих граней.
2. Задать дополнительные параметры (необязательное действие).
3. Подтвердить создание операции.

Выбор заменяемых и заменяющих граней

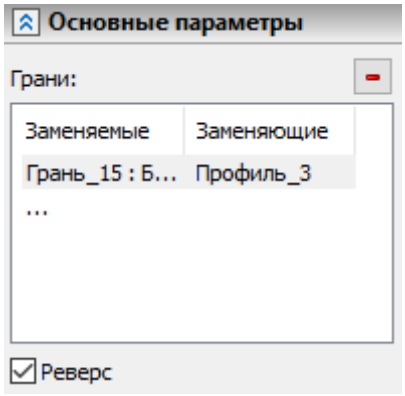
Есть возможность выбрать несколько пар заменяемых граней и заменяющих поверхностей.
Для выбора заменяемых граней используется опция...:

<F> Выбор заменяемых граней

...или соответствующие фильтры в панели фильтров.
Заменяемая грань может принадлежать тонкостенному телу, но при этом она должна быть со всех сторон «окружена» смежными гранями.
Для выбора заменяющих поверхностей используется опция:

<R> Выбор заменяющих поверхностей

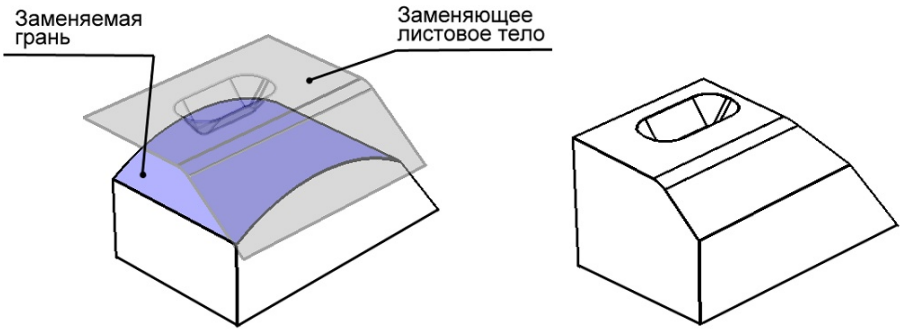
При выборе заменяющих граней есть возможность выбирать не только грани, но и рёбра, рабочие плоскости и 3D профили. Выбор рабочей плоскости и плоского 3D профиля аналогичен выбору плоской грани, занимающей соответствующее положение. Если выбран неплоский 3D профиль, для замены программа будет использовать поверхность, лежащую в его основе. Ребро может быть выбрано в том случае, если оно не прямое, но полностью лежит в определённой плоскости.
Также для входа в режим выбора заменяемой грани и заменяющей поверхности можно использовать окно параметров. Работа со списком **Грани** ведётся аналогично работе с другими подобными списками.



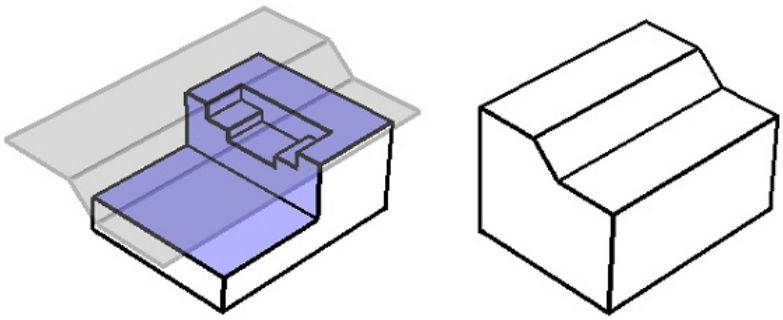
Кроме простого выбора заменяющих поверхностей есть возможность выбрать тело-поверхность. Для этого используется опция:

<S> Выбрать тело-поверхность

При использовании данной опции есть возможность выбирать тела-поверхности, грани и 3D профили.
Заменяемые грани будут заменены одной или несколькими новыми гранями, повторяющими форму заменяющей поверхности.



Несмотря на то, что поверхность может быть только одна, можно выбрать сразу несколько заменяемых граней.



В случае использования поверхности, в заменяемых гранях не может быть отверстий, иначе команда не будет выполнена. Кроме этого, заменяющая поверхность должна быть достаточно большой, чтобы при продлении смежных граней было найдено их пересечение с заменяющей поверхностью.
Для отмены выбора конкретной пары заменяемая грань-заменяющая поверхность можно использовать окно параметров и кнопку . А для отмены выбора всех граней и поверхностей можно использовать:

<K> Отменить выбор всех граней и поверхностей

Выбор заменяющей поверхности можно отменить с помощью опции:

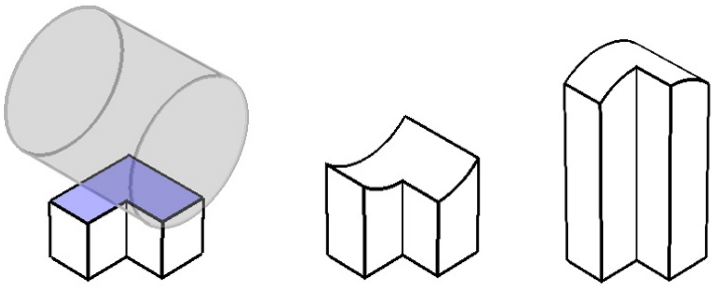
<C> Отмена выбора тела-поверхности

Задание дополнительных параметров

Как уже было написано, в процессе выполнения операции **Замена граней** смежные грани увеличиваются или уменьшаются до пересечения с заменяющими поверхностями. Если таких пересечений существует два, то какое из них выберет программа? По умолчанию выбирается пересечение с той частью поверхности, нормаль которой указывает в направлении заменяемых граней.

Но бывают случаи, когда необходимо, чтобы программа выбрала второй из вариантов пересечений. Для этого используется параметр **Реверс**, расположенный в нижней части окна параметров.

Если флажок включен, программа выберет пересечение с той частью заменяющей поверхности, нормаль которой направлена от заменяемой грани.



Реверс не используется

Реверс используется

В диалоге параметров операции, вызываемом опцией , можно задать общие параметры операции.

Основные темы в этом разделе:

- Редактировать замену граней

Редактировать замену граней

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<3EZR>	Правка > Операции > Поверхности > Замена граней

Команда предназначена для изменения тела полученного в результате выполнения операции Замена граней.

Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

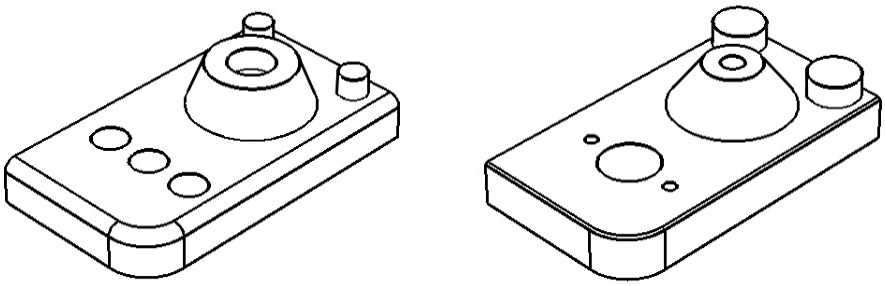
Если выбран один элемент, его можно удалить, выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию).
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** + (комбинация **<Ctrl>** + отменяет выбор).

Изменение граней

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Специальные > Поверхности > Изменение граней Поверхности > Операции > Изменение граней
Клавиатура	Текстовое меню
<3ZC>	Операции > Поверхности > Изменение граней

Команда позволяет изменять параметры граней, в основе которых лежат аналитические поверхности (цилиндр, конус, сфера и тор), а также параметры граней, полученных с помощью операции сглаживание. Чаще всего команда необходима при работе с импортированными моделями.



При работе с командой нужно выбрать одну или несколько граней, которые необходимо изменить (изменяемые грани), и задать их параметры. Параметры изменяются в зависимости от типа грани и могут быть либо общими для всех граней, либо индивидуальными. Обязательное условие выполнения команды: изменяемая грань должна быть окружена смежными гранями.
При работе с командой необходимо выполнить следующую последовательность действий:
1. Выбрать изменяемые грани.
2. Указать параметры граней.
3. Задать дополнительные параметры (необязательное действие).
4. Подтвердить создание операции.

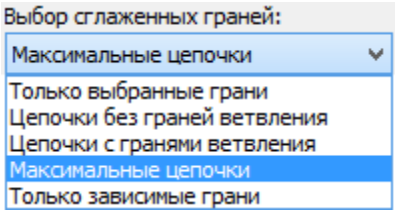
Выбор изменяемых граней

Для выбора изменяемых граней (тех граней, параметры которых будут изменены) используется опция...:

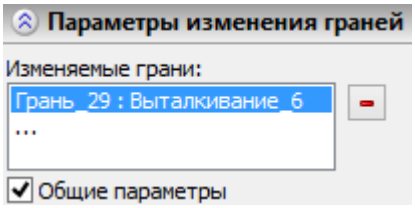
<F> Выбрать объекты

...или соответствующие фильтры в панели фильтров:

При выборе граней программа позволяет выбирать только те грани, которые можно изменить, то есть цилиндрические, конические, сферические, тороидальные и грани сглаживания. Допускается выбирать сразу несколько граней, разных типов. Исключение составляют грани сглаживания. Их нельзя редактировать вместе с гранями других типов. При выборе хотя бы одной грани сглаживания выбор граней других типов блокируется.
При выборе граней сглаживания доступен список **Выбор сглаженных граней**.



Точно такой же список используется в параметрах команды Удаление граней. В команде **Изменение граней** этот список работает аналогично, только выбранные автоматически грани сглаживания будут не удалены, а изменят свой параметр.

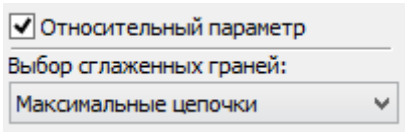


Когда грань выбрана, она добавляется в список **Изменяемые грани**. Этот список работает аналогично другим подобным спискам программы.
Для того, чтобы отменить выбор сразу всех граней используется опция:

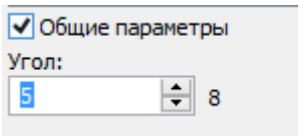
<X> Отменить выбор всех граней

Указание параметров граней

Новые параметры поверхностей всегда задаются в окне параметров, но в зависимости от типа грани можно задавать различные ее параметры. Для граней сглаживания, цилиндрических и сферических граней можно задать радиус. Для конических граней – угол конуса. А для тороидальных граней – большой и малый радиус тора. Так как при создании команды выбранные грани могут иметь разные типы, в зависимости от типа грани, выбранной в списке **Изменяемые грани**, соответственно будет меняться и вид окна параметров.



Если установить опцию **Относительные параметры**, указанный параметр для грани будет измеряться относительно исходного параметра.
Например, если исходная цилиндрическая грань имела радиус 20, то при установленной опции **Относительные параметры** и заданном радиусе 5, после создания операции цилиндрическая грань будет иметь радиус 25.



По умолчанию, каждая грань в списке изменяемых граней имеет параметры, общие с параметрами других граней, и в окне параметров у этой грани установлена соответствующая опция – **Общие параметры**. Если отключить эту опцию, для грани станет возможным задание отдельных параметров. В случае необходимости опцию **Общие параметры** можно отключить у всех выбранных граней.

В диалоге параметров операции, вызываемом опцией , можно задать общие параметры операции.

Основные темы в этом разделе:

- Редактировать изменение граней

Редактировать изменение граней

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<3EZC>	Правка > Операции > Поверхности > Изменение граней

Команда предназначена для изменения тела полученного в результате выполнения операции Изменение граней.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

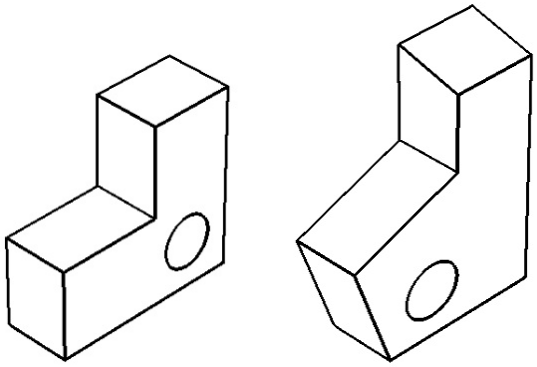
Если выбран один элемент, его можно удалить, выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию).
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** + (комбинация **<Ctrl>** + отменяет выбор).

Перемещение граней

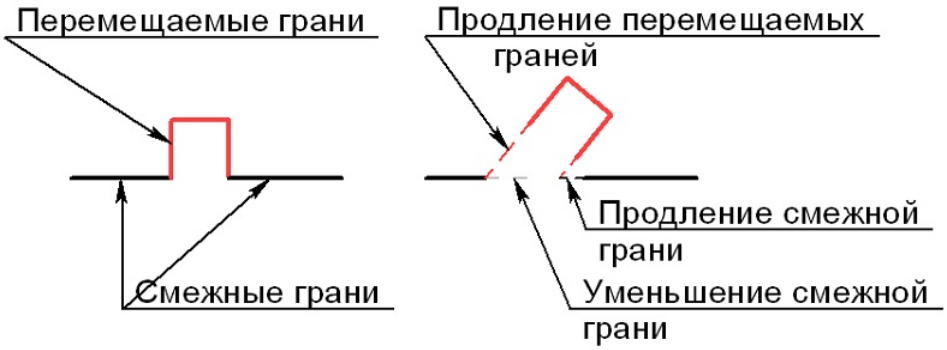
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Специальные > Поверхности > Перемещение граней Поверхности > Операции > Перемещение граней
Клавиатура	Текстовое меню
<3ZT>	Операции > Поверхности > Перемещение граней

Данная команда позволяет применить преобразование к одной или нескольким выбранным граням. Чаще всего команда оказывается необходима при работе с импортированными моделями, но может быть полезна и в других случаях.



В процессе работы команды, выбранные грани перемещаются на новое место и, если необходимо, продлеваются (или укорачиваются), до пересечения с поверхностями смежных граней. Смежные грани, в свою очередь, продлеваются (или укорачиваются) до пересечения с перемещаемыми гранями.



Правильность выполнения команды гарантирована только в том случае, когда топология результирующей модели не меняется. Если топология модели изменится, результат выполнения операции может оказаться некорректным.

При выборе перемещаемых граней используется тот же механизм, что и в команде Удаление граней: перемещаемые грани можно задать напрямую или косвенно. Задание параметров перемещения выбранных элементов производится аналогично команде **Преобразование**.

При работе с командой необходимо выполнить следующую последовательность действий:

1. Задать перемещаемые грани.
2. Задать параметры перемещения.
3. Подтвердить создание операции.

Задание перемещаемых граней

Для задания перемещаемых граней используется опция...:

<F> Выбрать объекты

...или соответствующие фильтры в панели фильтров.
При использовании этой опции есть возможность выбирать не только грани, но и рёбра с циклами. Выбранные элементы попадают в список **Перемещаемые грани**.
Для отмены выбора всех элементов используется опция:

<X> Отменить выбор всех граней

Если выбраны рёбра или циклы, становится активным параметр **Шаблон для выбора граней**. Работа этой опции рассмотрена в команде Удаление граней.
При выборе набора ребер по умолчанию включена опция:

<G> Режим выбора последовательности гладко сопряжённых рёбер

Если нужно выбирать рёбра по отдельности, данную опцию следует отключить.

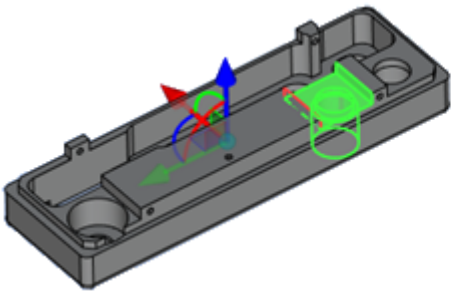
Задание преобразования

После выбора первого элемента в сцене появляется манипулятор, при помощи которого можно изменять положение выбранных граней. Задание преобразований подробно описано в команде Преобразование. Точные значения перемещений и поворотов можно задавать в окне параметров.
Для выбора системы координат, относительно которой будут выполняться преобразования предназначены опции:

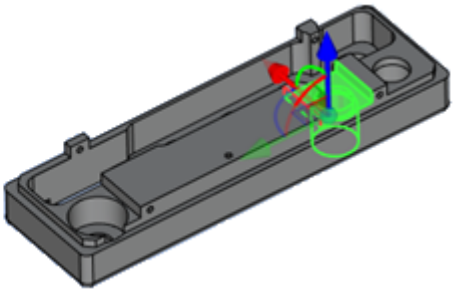
<1> Исходная СК на основе исходной операции

<2> Выбрать систему координат для текущего преобразования

По умолчанию активна опция и манипулятор находится в центре охватывающего исходную операцию параллелепипеда. В выпадающем списке данной опции есть второй вариант позиционирования системы координат – опция . При выборе этой опции манипулятор будет находиться в центре охватывающего все перемещаемые грани параллелепипеда.



Исходная ЛСК исходной операции



ЛСК для текущей трансформации

Опция позволяет выбрать для задания преобразований любую существующую в модели ЛСК.

В диалоге параметров операции, вызываемом опцией , можно задать общие параметры операции.

Основные темы в этом разделе:

- Редактировать перемещение граней

Редактировать перемещение граней

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<3EZT>	Правка > Операции > Поверхности > Перемещение граней

Команда предназначена для изменения тела полученного в результате выполнения операции Перемещение граней.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент

<Esc> Выйти из команды

<M> Преобразование

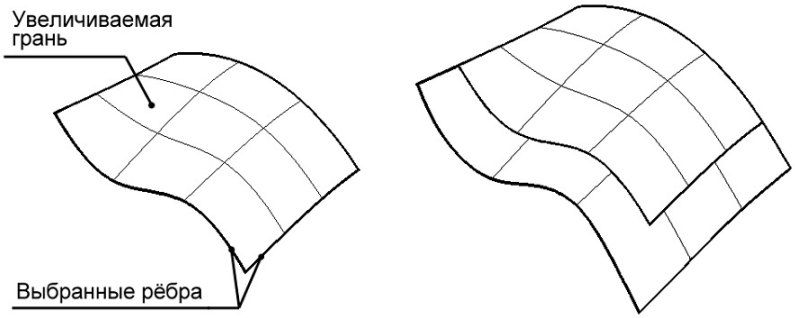
Если выбран один элемент, его можно удалить, выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию).
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** + (комбинация **<Ctrl>** + отменяет выбор).

Расширение поверхности

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Специальные > Поверхности > Расширение поверхности Поверхности > Операции > Расширение поверхности
Клавиатура	Текстовое меню
<3SX>	Операции > Поверхности > Расширение поверхности

Данная команда позволяет увеличить размеры выбранной грани (или нескольких граней, принадлежащих телу-поверхности) в заданном направлении на заданную длину. Направление увеличения грани задаётся путем выбора боковых рёбер на увеличиваемых гранях. Также можно увеличить размеры 3D профиля. В таком случае при завершении команды будет создана увеличенная грань, совпадающая по форме с поверхностью, лежащей в основе 3D профиля.



Иногда при продлении грани возможны самопересечения. В таких случаях выполнение команды закончится сообщением об ошибке.
При работе с командой необходимо выполнить следующую последовательность действий:
1. Выбрать расширяемый объект.
2. Выбрать рёбра.
3. Задать величину продления.
4. Задать дополнительные параметры (необязательное действие).
5. Подтвердить создание операции.

Выбор расширяемого объекта

Для выбора расширяемого объекта используется опция:

<R> Выбрать поверхность

...или соответствующие фильтры в панели фильтров.
При выборе расширяемого объекта есть возможность выбирать грани, 3D профили и тела-поверхности.

Выбор рёбер

После того как выбран расширяемый объект, становится возможным выбор одного или нескольких ограничивающих этот объект рёбер. Эти рёбра будут указывать направление расширения данного объекта. Для выбора рёбер используется опция:

<H> Выбрать ребро

При выборе рёбер по умолчанию включена опция:

<S> Режим выбора последовательности гладко сопряжённых рёбер

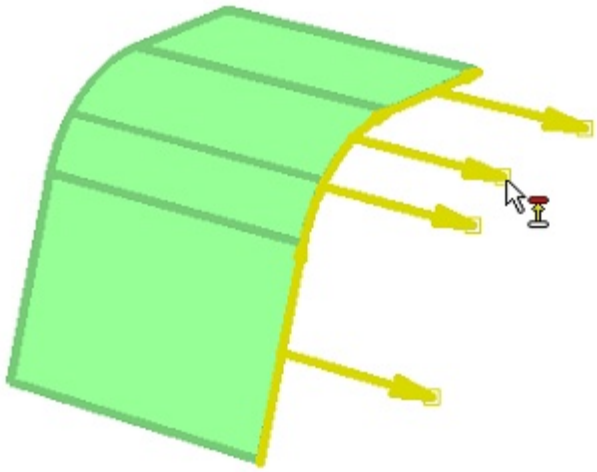
Если нужно выбирать ребра по отдельности, данную опцию следует отключить.
Чтобы выбрать сразу все рёбра, ограничивающие выбранный объект, можно использовать опцию:

<A> Выбрать все рёбра

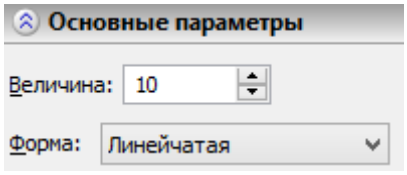
Чтобы отменить выбор одного из рёбер нужно указать на него снова.

Задание величины продления грани

Под понятием **Величины** понимается расстояние по поверхности от выбранного ребра до нового ребра, ограничивающего расширенную поверхность.



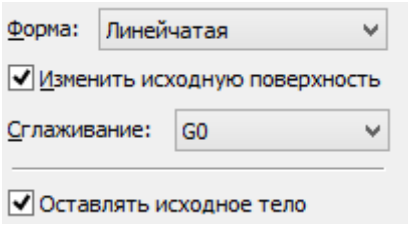
Задание величины продления грани производится в поле **Величина** окна параметров.



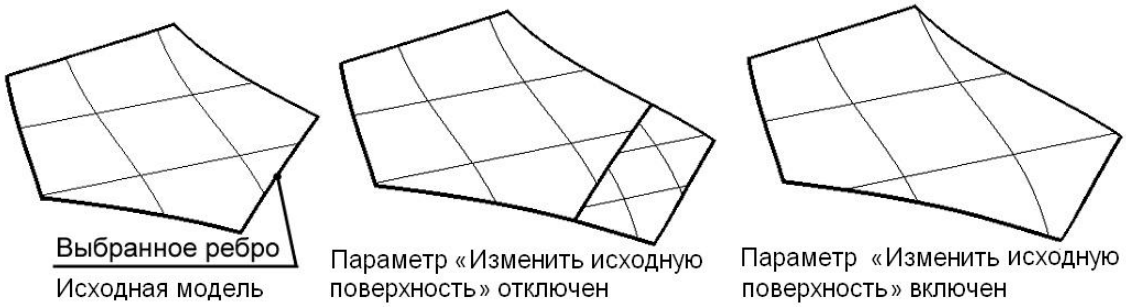
Кроме окна параметров заданную величину можно изменить в 3D окне, используя для этого **манипуляторы** в виде стрелок, появляющиеся после выбора хотя бы одного ребра. Чтобы схватить манипуляторы необходимо подвести курсор к концу стрелки (при этом курсор изменит свой вид на

) и зажать левую клавишу мыши. Следует указать, что для всех выбранных направлений задаётся общая величина.

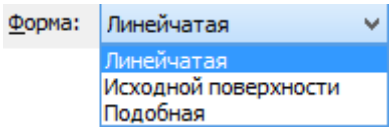
Задание дополнительных параметров



Параметр **Изменить исходную поверхность** указывает программе, следует ли изменить топологию исходной грани или же следует оставить её прежней. Ниже показано влияние этого параметра на результат.

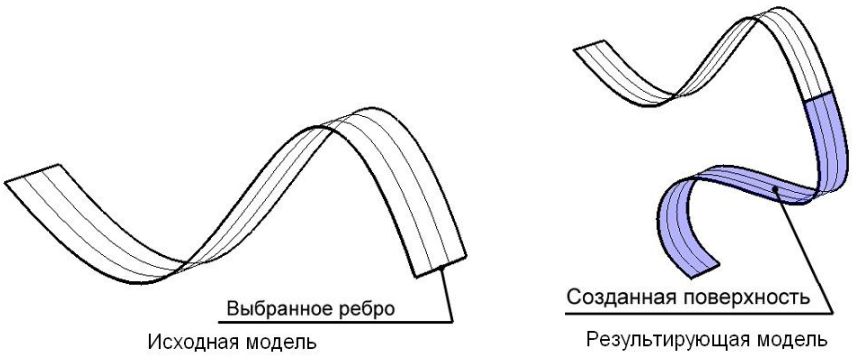


Параметр **Оставлять исходное тело** задаёт, нужно ли оставить в 3D сцене исходное тело (именно всё тело, а не только выбранную грань).
Если данный параметр отключен, после завершения операции исходное тело исчезнет.

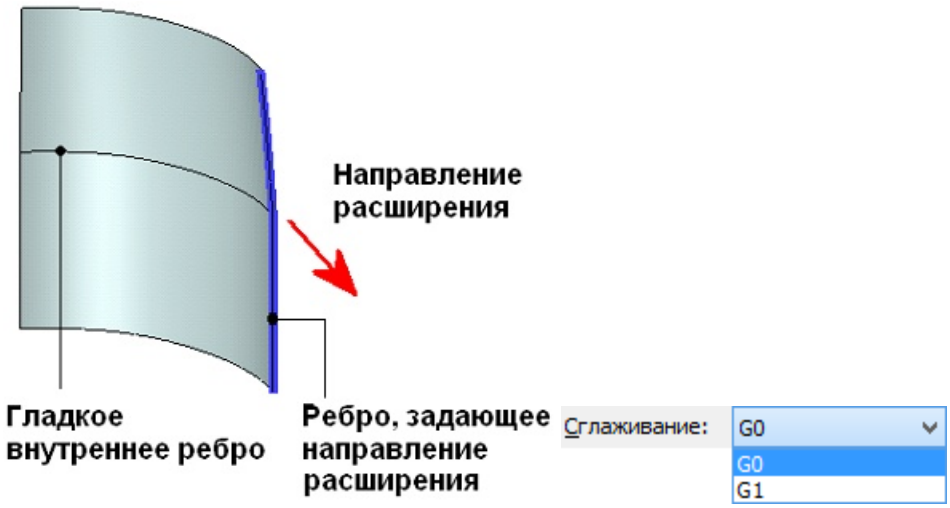


Параметр **Форма** задаёт форму новой грани, создаваемой в процессе выполнения команды. Данный параметр может принимать несколько значений.
Линейчатая означает, что грань идет в прямом направлении, являясь касательной к исходной грани в каждой точке выбранного ребра. При этом функция кривизны поверхности в зоне выбранного ребра будет меняться скачкообразно. Если значение параметра установлено на **Исходной поверхности**, основная часть новой поверхности является линейчатой, как и в предыдущем случае. Однако кривизна поверхности в зоне выбранного ребра меняется плавно.

На практике, угловое расхождение между новой поверхностью с параметром **Линейчатая** и параметром **Исходной поверхности** составляет примерно 3 градуса. Поэтому на первый взгляд разница в результатах практически незаметна.
Параметр **Подобная** означает, что новая поверхность будет использовать закон исходной поверхности. Ниже приведён пример работы данного параметра для сплайновой поверхности.



Расширяемые поверхности могут иметь гладкие внутренние рёбра. Внутреннее ребро считается гладким, если грани, сходящиеся в нём, касательны друг к другу в точке пересечения данного ребра с тем ребром, которым задано направление расширения поверхности. При расширении поверхностей гладкость внутренних рёбер может нарушаться. В тех случаях, когда это недопустимо, следует установить параметр **Сглаживание** в значение **G1** (G1 – геометрическая непрерывность по первой производной). Данное значение параметра является рекомендацией системе: по возможности сохранять непрерывность по касательной (т.е. гладкость внутреннего ребра) при расширении поверхности. По умолчанию для параметра **Сглаживание** установлено значение **G0** (рекомендация системе обеспечивать только непрерывность поверхности).



В диалоге параметров операции, вызываемом опцией , можно задать общие параметры операции.

Основные темы в этом разделе:

- Редактировать расширение поверхности

Редактировать расширение поверхности

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<3ESX>	Правка > Операции > Поверхности > Расширение поверхности

Команда предназначена для изменения тела полученного в результате выполнения операции Расширение поверхности.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

Если выбран один элемент, его можно удалить, выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию).
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** + (комбинация **<Ctrl>** + отменяет выбор).

Массивы 3D элементов

Массив 3D элементов – это операция системы T-FLEX CAD, позволяющая создавать копии уже существующих 3D объектов.

В зависимости от вида массива создаваемые копии (элементы массива) могут располагаться:

- вдоль направляющего вектора с заданным шагом (линейный массив),
- по окружности вокруг заданной оси (круговой массив),
- вдоль пути (массив по пути),
- в заданных 3D точках (массив по точкам),
- в зависимости от заданного параметрического закона (параметрический массив),
- аналогично другому массиву или набору отверстий, созданному одной операцией (массив по образцу),
- в точках декартовой, цилиндрической или сферической СК, определяемых значениями из базы данных (массив по таблице).

В качестве исходных объектов для создания массивов (объектов копирования) могут выбираться 3D элементы построения, операции, тела, грани, 3D фрагменты. Набор копируемых объектов каждого массива может содержать несколько элементов, но обязательно одного типа. В зависимости от типа копируемых объектов массивы делятся на следующие типы:

- массивы элементов построения,
- массивы операций,
- массивы тел,
- массивы граней,
- массивы фрагментов.

Все массивы одного типа, вне зависимости от их вида, обладают общими особенностями создания и редактирования.

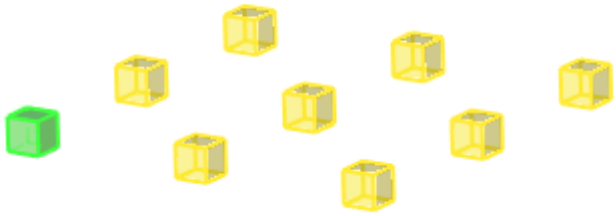
Создание массива

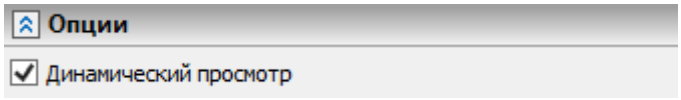
Для создания любого массива после вызова соответствующей команды необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать тип создаваемого массива;
2. Выбрать исходные объекты массива;
3. Выбрать направляющие элементы и задать основные параметры массива (действия, выполняемые на данном шаге, зависят от вида создаваемого массива);
4. Задать ограничения и исключения (если это необходимо и возможно);
5. Задать дополнительные параметры массива (набор данных параметров, зависит от типа массива);
6. Подтвердить создание массива (в автоменю или заголовке окна параметров).

Динамический просмотр

По умолчанию при создании и редактировании любых массивов 3D элементов включён динамический просмотр, т.е. в 3D сцене показывается предварительное изображение результата операции, динамически изменяющееся при изменении параметров массива. Динамический просмотр можно отключить, сняв флаг на вкладке **Опции** в окне параметров команды.





Основные темы в этом разделе:

- Типы массивов 3D элементов
- Выбор исходных объектов массива 3D элементов
- Виды массивов 3D элементов
- Схема размещения и сдвиг на полшага в массивах 3D элементов
- Ограничения и исключения в массивах 3D элементов
- Привязка к 3D элементам массива
- Дополнительные параметры массива 3D элементов

См. также:

- Массивы 2D элементов
- Копия 3D элементов
- Симметрия 3D элементов

Типы массивов 3D элементов

По типу копируемых элементов все массивы делятся на следующие типы:

Массив элементов построения;

Массив операций;

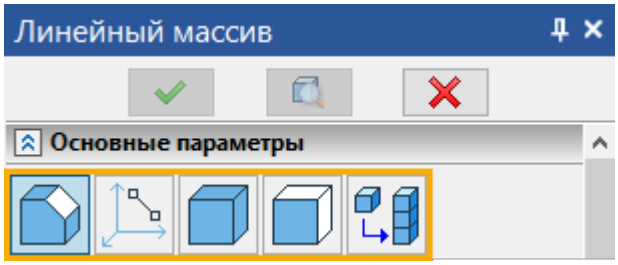
Массив тел;

Массив граней;

Массив фрагментов.

Создание любого массива начинается с выбора его типа.

Выбор типа массива осуществляется в окне параметров соответствующей команды. Раздел **Основные параметры** окна параметров всех массивов начинается с панели, позволяющей указать требуемый тип.



У **параметрического массива** в панели будет неактивны пункты **Массив граней** и **Массив фрагментов**.

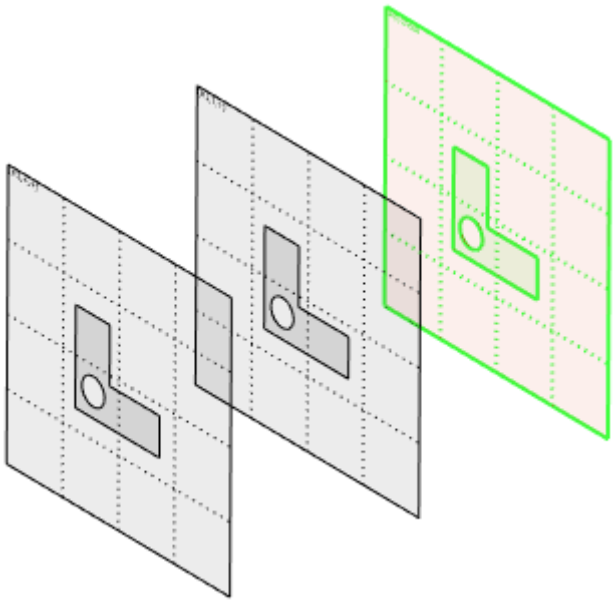
Тип массива влияет на фильтры выбора исходных объектов, дополнительные параметры и содержимое вкладки **Общие** диалога параметров массива.

Массив элементов построения

В качестве исходных объектов массива элементов построения могут быть выбраны любые 3D объекты построения, кроме сечений, источников света, камер. Это могут быть 3D узлы, 3D пути, 3D профили, рабочие плоскости и т.п. В один массив могут входить объекты построения разного типа: например, 3D профили и 3D пути.

При создании любого вида массива рабочих плоскостей автоматически создаются 2D страницы чертежа типа **Рабочая плоскость** для каждого элемента массива.

По умолчанию исходные объекты не включаются в массив. На месте исходного объекта (объектов) в массиве образуется пропуск. Однако с помощью опции **Включать исходную операцию**, в массив можно включить дополнительную копию, совпадающую по положению с исходными элементами.

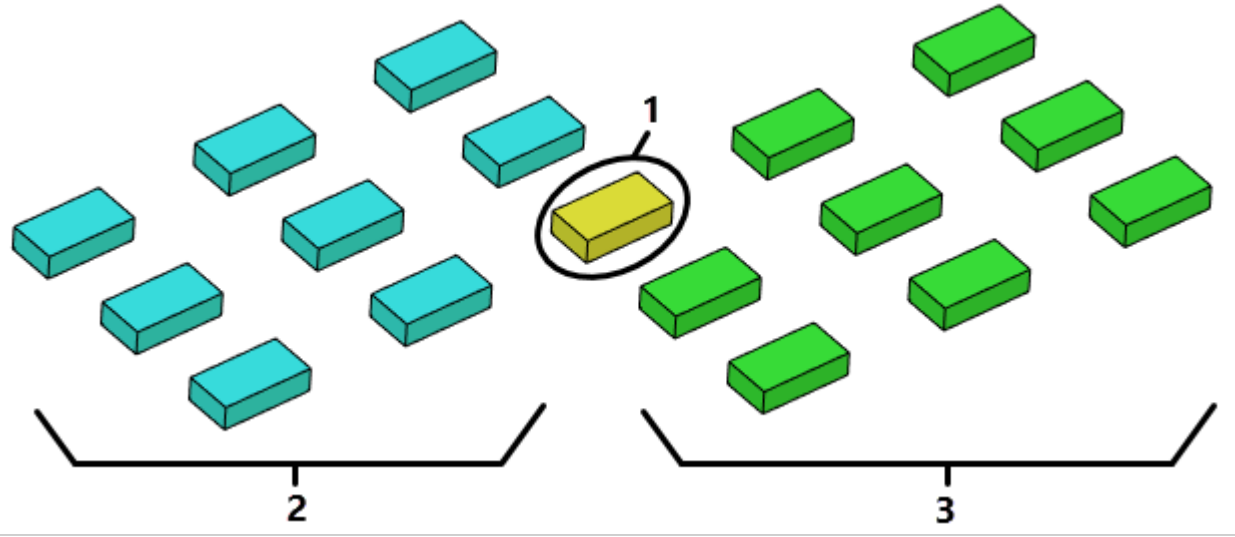


Линейный массив элементов построения - копируются рабочая плоскость и 3D профиль на ней

Массив тел и массив операций

Массивы тел и массивы операций создают копии уже существующих тел сцены. Исходным объектом для массивов этих типов служит операция.

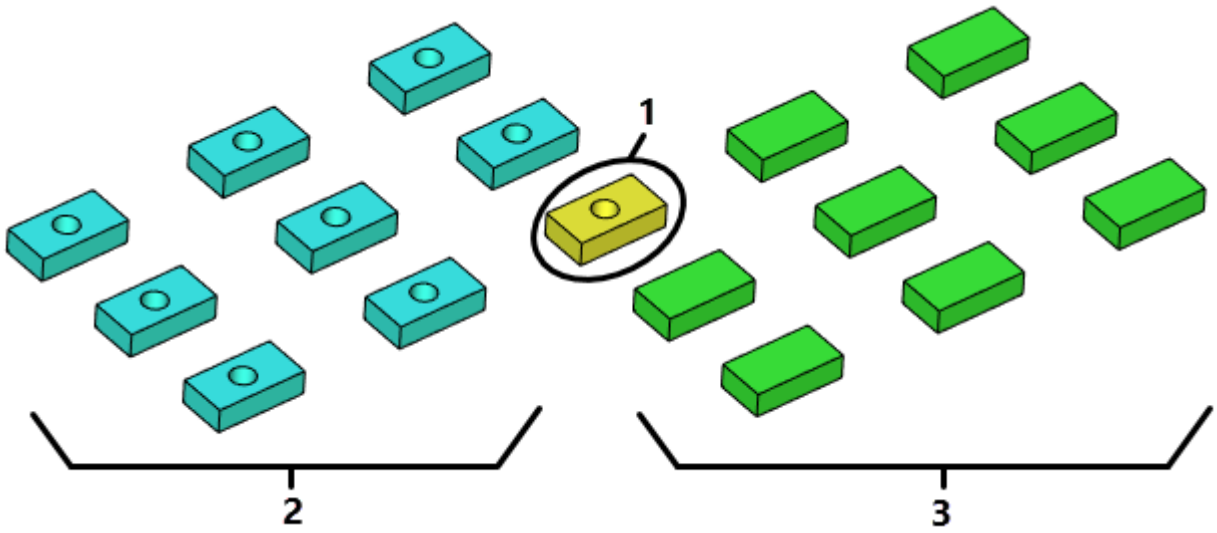
Массив операций копирует только результат конкретной операции. Если на её основе создать ещё одну, например, сгладить ребро, то массив при этом не изменится. Массив тел копирует целиком тело, полученное с использованием выбранной операции. Если в дальнейшем это тело будет доработано, массив пересчитывается с учётом новых операций, вошедших в историю тела.



1 - Исходное тело/операция

2 - Линейный массив тел

3 - Линейный массив операций



1 - Исходное тело после доработки

2 - Линейный массив тел

3 - Линейный массив операций

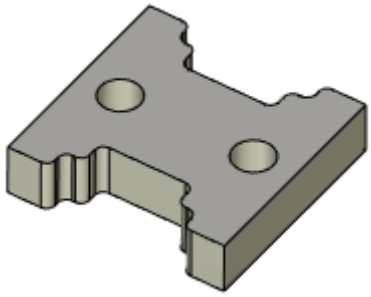
При создании массива тел всегда создаётся новое 3D тело-массив. Исходное тело (тела) в массив не включается (на его месте в массиве будет пропуск).
В массиве операций необходимо отдельно определить, нужно ли **Включать исходную операцию** в состав массива. Если исходная операция включается в массив, то на неё распространяются все

параметры, заданные для данного массива: материал, общесистемные параметры (уровень, слой, цвет), параметры преобразований и т.п. Кроме того, если для создания массива была выбрана последняя операция в истории какого-либо тела, то такое тело после создания массива исчезает – оно заменяется массивом.

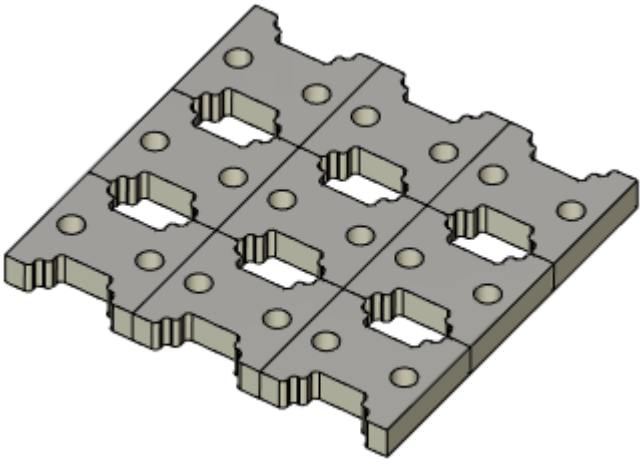
Когда же исходная операция не включается в состав массива, сама операция и тело, которое она создаёт, останутся независимыми объектами 3D модели. В массиве в этом случае будет пропуск в месте, соответствующем положению исходной операции (так же, как при создании массива построений).

При создании любых массивов тел и операций можно также использовать следующие дополнительные режимы:

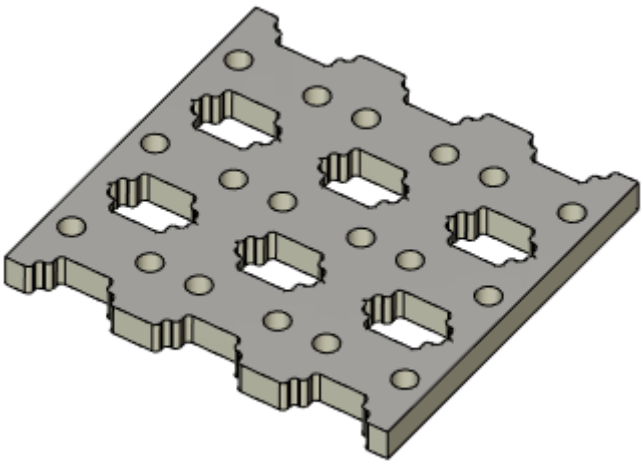
- **Режим разделения на отдельные тела** – созданный массив автоматически разделяется на отдельные тела-копии;
- **Режим объединения копий массива** – между всеми элементами массива выполняется булева операция сложения.



Исходная операция



Результат создания массива
без применения режима объединения копий
(видны боковые рёбра отдельных копий)



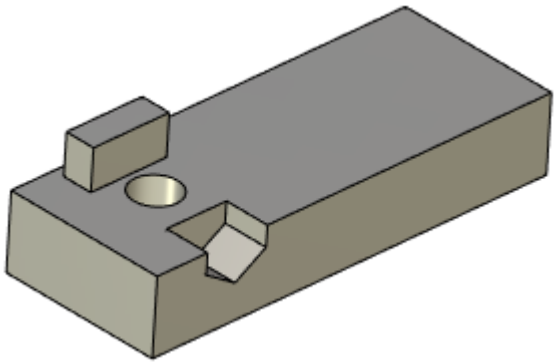
Результат создания массива
с применением режима объединения копий

Массив граней

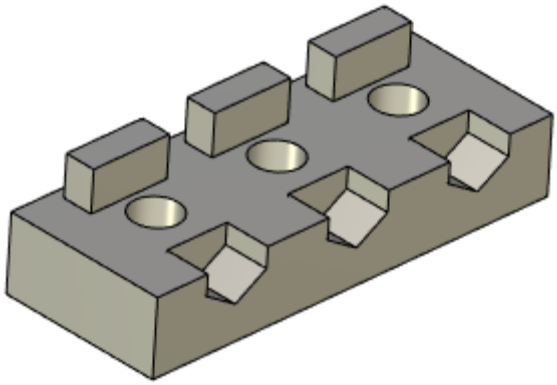
Основное назначение любых массивов граней – добавление к существующим в 3D модели телам отверстий и выступов, повторяющих уже имеющиеся в данном теле конструктивные элементы. Поэтому массив граней всегда создаётся на базе одного тела модели: все копируемые грани должны

принадлежать этому телу. Результат создания массива – набор граней-копий – также будет включён в исходное тело.

> При создании массива граней никогда не создаётся новое 3D тело – только трансформируется уже существующее.



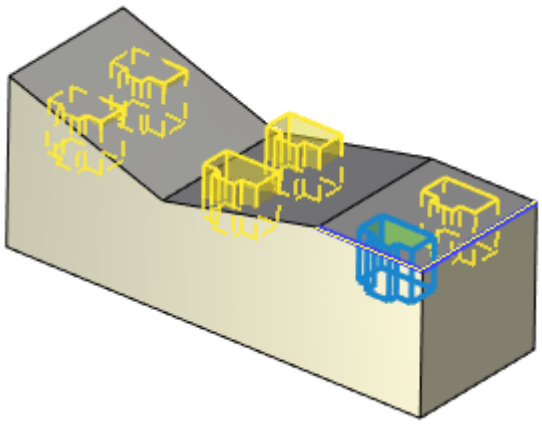
Исходное тело



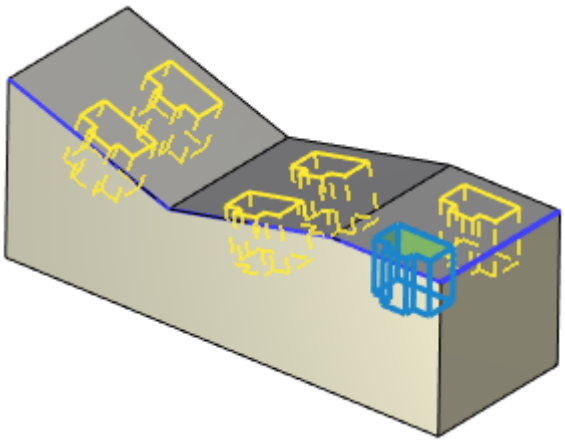
Результат создания массива граней (копировались грани отверстия, паза и выступа)

Выбранный для создания массива набор граней может быть произвольным, но он должен полностью описывать геометрию копируемого отверстия, паза или выступа детали. Создаваемые копии должны лежать в пределах исходного тела.

При создании массива граней не может меняться топология исходного тела. Поэтому необходимо создавать массив таким образом, чтобы грани-копии пересекались с гранями исходного тела так же, как грани исходного набора. Это можно сделать с помощью Массива по пути.



В линейном массиве граней пересечение копий с гранями исходного тела иное, чем у исходного набора (массив не будет создан)



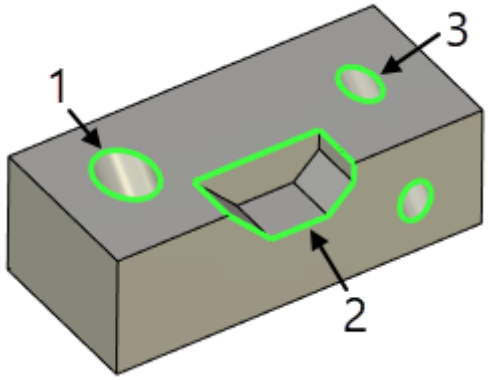
Массив граней по пути обеспечивает одинаковое пересечение создаваемых копий и исходного набора с гранями тела

> Для создания аналогичной модели нужно использовать опцию **С минимальным кручением по пути**.

Для задания набора можно указывать:

- **Рёбра, ограничивающие набор граней**. Совокупность рёбер определяет два возможных набора граней (условно говоря, **внутри** и **снаружи** заданной последовательности рёбер).

Система может автоматически выбрать копируемый набор (из условия минимума площади) или предоставить выбор пользователю.



1 - Для выбора несквозного отверстия достаточно указать одно ребро
2 - Для выбора граней паза необходимо указать все его внешние рёбра
3 - Сквозное отверстие указывается двумя ограничивающими рёбрами

Выбранные рёбра должны образовывать одну или несколько замкнутых последовательностей.

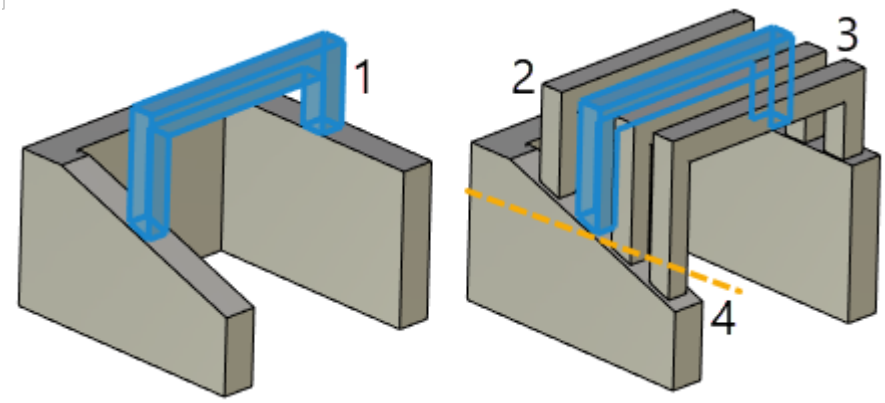
- Все **грани**, которые необходимо включить в исходный набор массива.
- **Операцию**, в результате которой был создан требуемый набор граней (например, операция Отверстие). В этом случае в массиве сохраняется ссылка на выбранную операцию. Если в дальнейшем геометрия такой операции изменится, 3D массив будет пересчитан с учётом этих изменений.

На результат создания массива граней можно влиять с помощью следующих дополнительных режимов:

- **Копирование на одну грань**.
  Применение данного режима существенно уменьшает время пересчёта массива. Однако данный режим можно использовать только тогда, когда все элементы создаваемого массива лежат на той же грани, что и исходный набор;
- **Продлевать поверхности** (используется только совместно с режимом **Копирование на одну грань**).
  Данный режим позволяет создавать массив граней при нарушении условия одинакового пересечения исходного набора граней и всех копий массива с гранями исходного тела. Система автоматически будет продлевать или укорачивать копируемые грани для обеспечения корректной вставки их в тело.

Применение данного режима возможно только в том случае, если все копии лежат в пределах тех же граней тела, что и исходный набор.

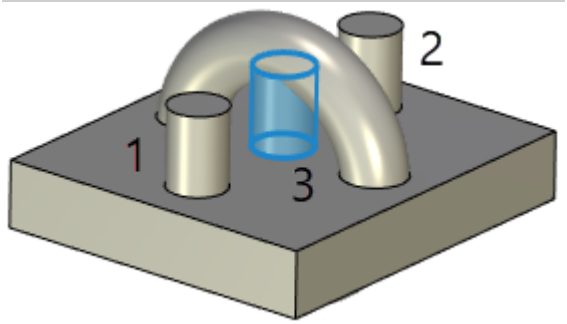
Исходное тело	Создание массива граней с использованием режима **Продлевать поверхности**



1 - Набор копируемых граней (исходный набор массива)
2 - Копия с обрезанной поверхностью грани
3 - Копии с удлинённой поверхностью грани
4 - Граница исходной грани

- **Проверять пересечение с другими гранями** (используется для предотвращения создания самопересекающегося тела).
  При использовании данного режима система проверяет создаваемые грани-копии на предмет пересечения их с уже существующими гранями тела. Если такое пересечение будет обнаружено, массив не создаётся.

При использовании режима **Проверять пересечение с другими гранями** данный массив граней (копируется выступ тела) не будет создан из-за пересечения одной из копий с аркой на исходном теле



1 - Исходный набор граней (выступ тела)
2 - Копия, не создающая самопересечений тела
3 - Копия, создающая самопересечение тела
(грани пересекаются с аркой)

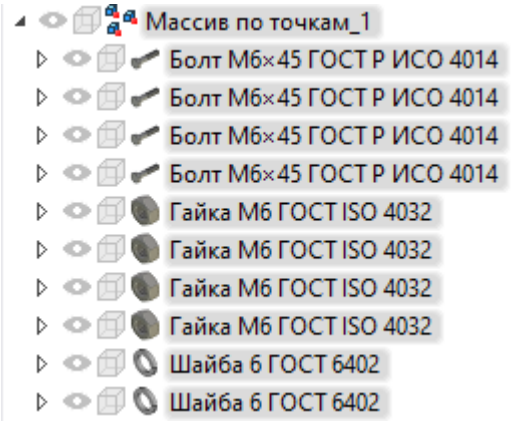
- **Не проверять границы тела** (по умолчанию включена).
  При использовании данного режима проверка на корректность получающегося массива осуществляется единожды после создания всех копий. При этом система проверяет получившиеся копии только по следующему критерию: они должны лежать в пределах хотя бы одной из граней тела. Такая проверка не исключает полностью возникновение ошибок в случаях, когда грани-копии лежат на границах граней, зато в несколько раз уменьшает время построения большого массива.
  При выключении режима **Не проверять границы тела** система перед началом копирования

проверяет, не будет ли результат копирования находиться вне границ всех граней тела. Если так, такие грани-копии просто не создаются. Вторая стадия проверки осуществляется после копирования – созданные грани-копии проверяются на пересечение с границами той грани тела, на которую они были скопированы. Если для какой-нибудь копии пересечение обнаружено, то эта копия удаляется из массива. Такой режим работы обеспечивает большую надёжность механизма построения массива, но сильно увеличивает время его построения.

Массив фрагментов

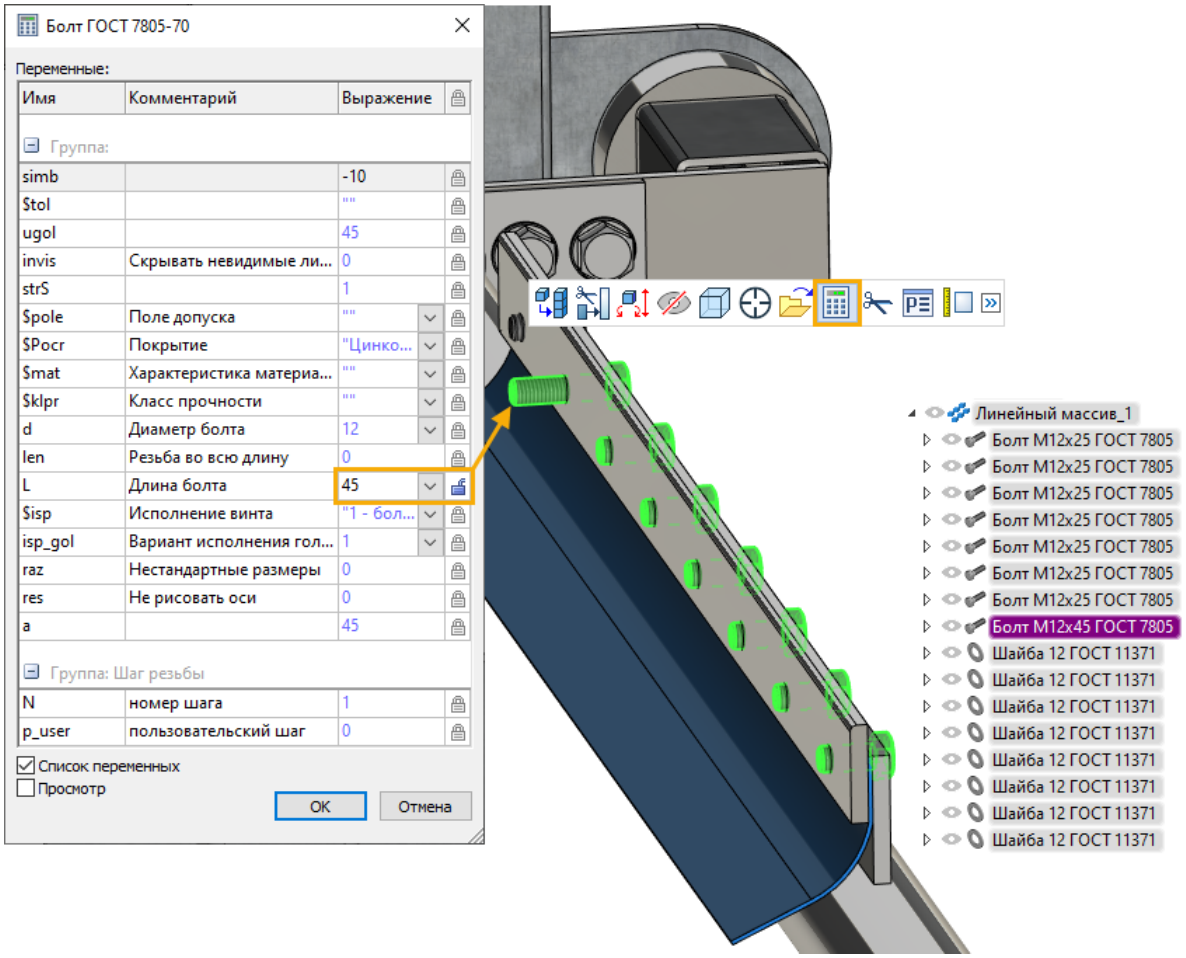
Данный тип предназначен для работы со сборками. Он позволяет выбирать в качестве объектов копирования только 3D фрагменты.

В дерево 3D модели массив попадает в виде записи, внутри которой все его элементы являются полнофункциональными фрагментами. Это позволяет применять, например, преобразования, анимацию разборки и другие операции к выбранным элементам массивов. Дополнительные параметры массивов не применимы к массиву фрагментов.



Важной особенностью массива фрагментов является возможность управлять наследованием параметров.

Например, часть параметров фрагмент получает из исходных фрагментов, а часть переопределяет сам.



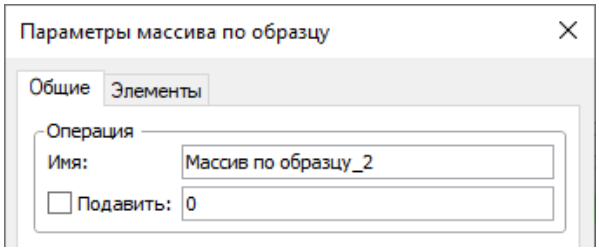
Влияние типа исходных элементов на диалог параметров массива

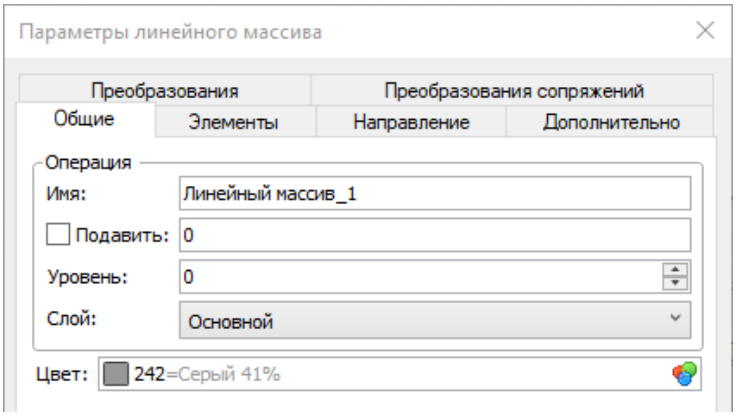
Содержимое диалога параметров массива операций, тел, и граней аналогично диалогу параметров других операций.

В диалоге параметров массива элементов построения отсутствуют параметры, относящиеся к телу, т.к. данный тип массива не влияет непосредственно на тела.

В диалоге параметров массива фрагментов вообще отсутствуют какие либо параметры, кроме параметров, задаваемых в команде создания массива, а также **Имени** операции и опции **Подавить**.

> Подробная информация о диалогах параметров доступна в разделе Общие параметры 3D элементов.





Диалог параметров массива фрагментов Диалог параметров массива элементов построения

Выбор исходных объектов массива 3D элементов

В зависимости от выбранного типа массива будет доступна одна из следующих опций для выбора исходных объектов массива:

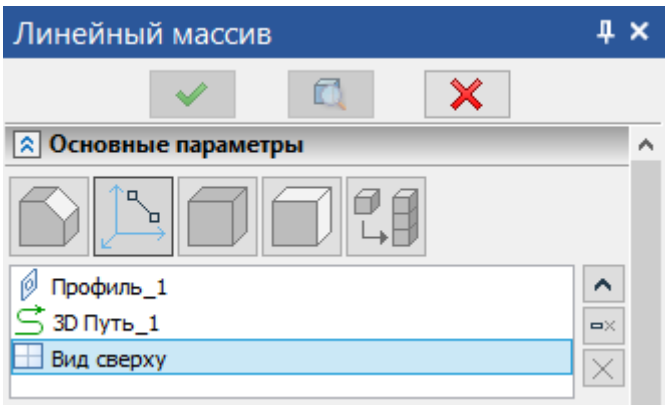
	<N>	Выбрать элемент построения
	<N>	Выбрать 3D операцию (для массива операций)
	<N>	Выбрать 3D операцию (для массива тел)
	-	Выбор всех граней, созданных операцией
	<N>	Выбор копируемых граней или ограничивающих их рёбер и циклов

Выбираемые объекты будут занесены в список исходных объектов массива в окне параметров операции. Список и опции автоменю взаимосвязаны - активация опции автоменю активирует список в окне параметров и наоборот. Для выбора исходных объектов массива фрагментов нет отдельной опции автоменю, объекты выбираются после активации списка.

Управление списком осуществляется при помощи кнопок **Развернуть**, **Свернуть**, **Удалить элемент из списка** (удаляет выбранную строку списка), **Очистить** (удаляет все объекты из списка), расположенных в правой части списка.

> Обратите внимание, что после выбора первого же объекта копирования поле задания типа массива становится недоступным для редактирования. Для смены типа массива необходимо удалить все 3D объекты, уже занесённые в список исходных объектов массива. Только после этого можно будет выбрать другой тип массива.

3D элементы построения и операции выбираются простым указанием их либо прямо в 3D сцене (с помощью), либо в дереве модели. Для выбора 3D тела можно указать (также либо в 3D сцене, если это возможно, или в дереве 3D модели) любую из операций, участвующих в создании данного тела. В список выбранных объектов автоматически будет занесена последняя операция данного тела.



Выбор исходных объектов для массива граней следует рассмотреть более подробно.

Выбор исходного набора граней для массива граней

По умолчанию после вызова команды создания массива граней активна опция автоменю **Выбор всех граней, созданных операцией**. При этом на панели фильтров (или системной панели) будет доступен только фильтр выбора граней, но при указании грани в 3D сцене в список объектов копирования заносится целиком операция, создавшая эту грань.

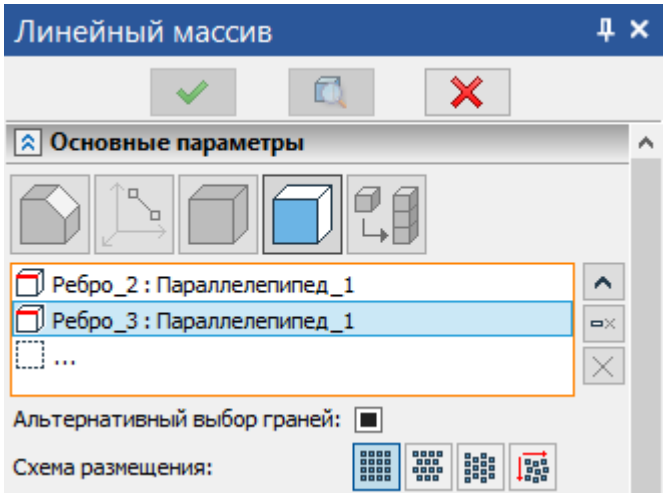
При необходимости можно вместо вышеупомянутой опции активировать опцию **Выбор копируемых граней или ограничивающих их рёбер и циклов.** Тогда можно будет выбирать как операции, так и отдельные грани, ограничивающие их рёбра, циклы.

> Массив граней может создаваться только в рамках одного тела. Применение граней к стороннему телу может привести к ошибке.

Какой набор граней из двух возможных, определяемых заданной последовательностью рёбер, выбирать в качестве исходного объекта массива, указывает дополнительный флаг **Альтернативный поиск граней** в окне параметров.
Флаг имеет три состояния:

- **включен по умолчанию**,
- **включен,**
- **выключен**.

Для того, чтобы система выбирала набор граней самостоятельно (по условию минимума площади), необходимо установить флаг в состояние .
Если в процессе дальнейшей работы с 3D моделью соотношение площадей изменится, система автоматически выберет в качестве исходного объекта массива другой набор граней.



В тех случаях, когда необходимо прямо указать один из двух возможных наборов граней, используются два других состояния флага (включен и выключен). Каждое из них будет соответствовать конкретному набору граней. То, какой набор граней будет соответствовать конкретному состоянию флажка, выбирается системой произвольно после задания набора рёбер. В этом случае при любых дальнейших изменениях модели копируемый набор граней не меняется.

Виды массивов 3D элементов

Все 3D массивы, создаваемые в T-FLEX CAD, можно разделить по способу копирования на следующие виды:

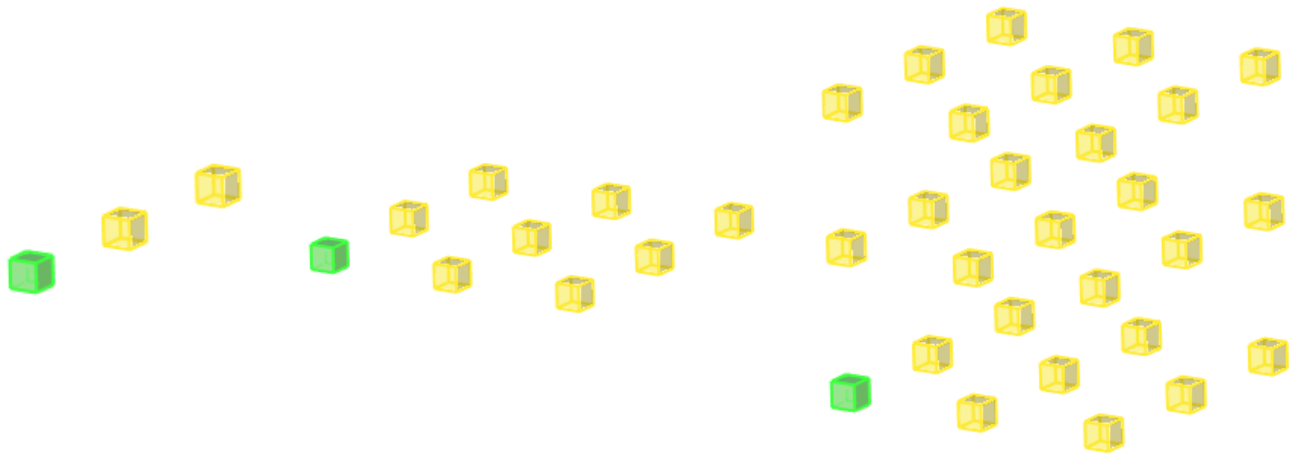
- Линейный массив;

- Круговой массив;
- Массив по точкам;
- Массив по пути;
- Параметрический массив;
- Массив по образцу;
- Массив по таблице.

Линейный массив

Алгоритм создания массивов данного вида и интерфейс команды описаны в разделе Линейный массив 3D элементов.

Линейный массив создаётся путём размещения копий исходных объектов вдоль одного, двух или трёх направляющих векторов. В зависимости от числа направляющих векторов создаётся одномерный, двумерный либо трёхмерный массив. Все элементы одномерного или двумерного линейного массива лежат в одной плоскости. Все элементы трехмерного линейного массива лежат в параллельных плоскостях.



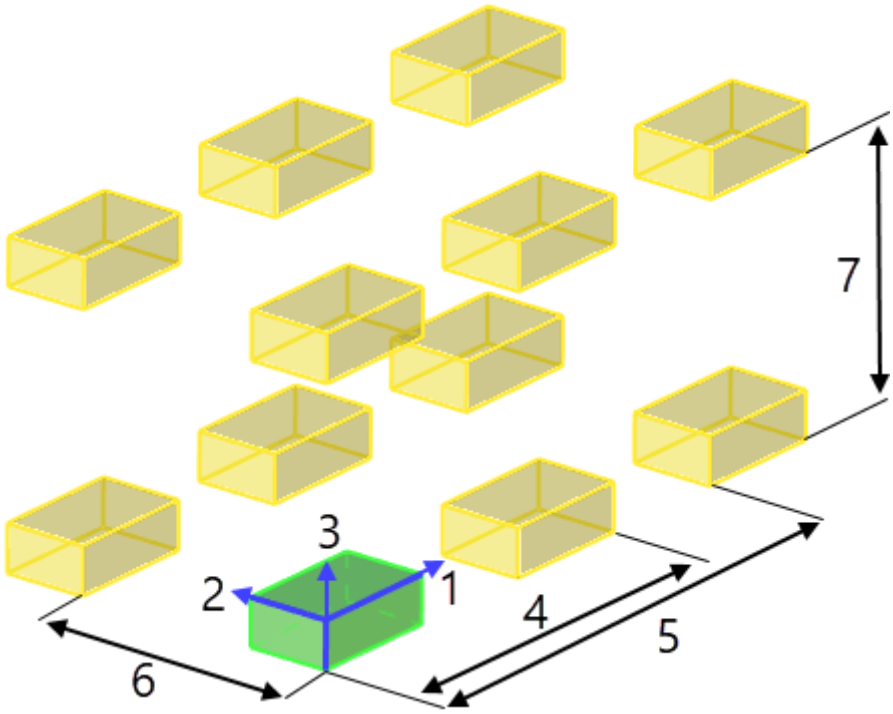
Одномерный линейный массив | Двумерный линейный массив | Трёхмерный линейный массив

Направляющие векторы линейного массива задаются либо двумя 3D точками (вектор будет направлен от первой выбранной точки ко второй), либо одним 3D объектом, способным определить вектор в пространстве.

Размер массива вдоль каждого направления характеризуется количеством копий, шагом их размещения и общей длиной массива по данному направлению. Для задания массива достаточно указать только два параметра из трёх. В зависимости от используемого режима это могут быть:

- количество копий и шаг;
- общая длина и шаг;
- количество копий и общая длина.

Третий параметр вычисляется системой автоматически на основе двух заданных пользователем.



1 - Вектор первого направления (строк)

2 - Вектор второго направления (столбцов)

3 - Вектор третьего направления (высоты)

4 - Шаг массива в первом направлении

5 - Длина массива в первом направлении

6 - Длина и шаг массива во втором направлении

7 - Длина и шаг массива в третьем направлении

Число копий вдоль каждого вектора направления всегда учитывает исходный объект копирования (даже если он не включается в состав массива). Например, на предыдущем рисунке показан массив, содержащий 3 копии вдоль первого вектора направления и по 2 копии вдоль второго и третьего векторов направления.

В линейном массиве можно создавать копии не только в прямом, но и в обратном направлении вдоль каждого направляющего вектора. Копии в обратном направлении строятся с тем же шагом, что и в прямом направлении вдоль данного вектора. Количество копий в обратном направлении либо совпадает с количеством копий в прямом направлении вдоль этого вектора, либо задаётся отдельным числовым значением.

Следует иметь в виду, что при задании количества копий в обратном направлении числовым значением первая копия прямого и обратного направления соответствуют одному и тому же элементу (см. рисунок ниже). При задании нулевого количества копий в обратном направлении первая копия прямого направления исключается из массива.

Двумерный линейный массив

1 - Исходный объект

2 - Первое направление (красная стрелка - прямое, синяя стрелка - обратное)

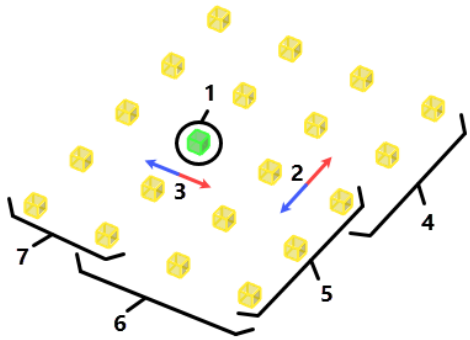
3 - Второе направление (красная стрелка - прямое, синяя стрелка - обратное)

4 - Количество копий в первом прямом направлении (три во всех представленных случаях)

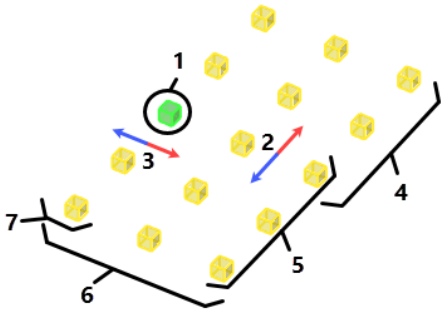
5 - Количество копий в первом обратном направлении (симметрично прямому направлению во всех представленных случаях)

6 - Количество копий во втором прямом направлении (три во всех представленных случаях)

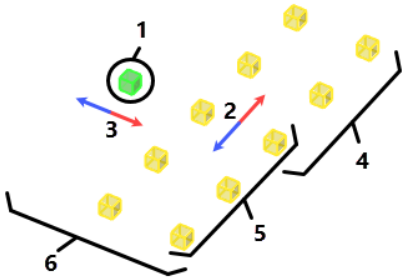
7 - Количество копий во втором обратном направлении



Две копии во втором обратном направлении



Одна копия во втором обратном направлении



Ноль копий во втором обратном направлении

Круговой массив

Алгоритм создания массивов данного вида и интерфейс команды описаны в разделе Круговой массив 3D элементов.

В круговом массиве копии размещаются по окружности вокруг оси массива. Ось вращения кругового массива, как и направляющие векторы в линейном массиве, задаётся выбором двух 3D точек или одного 3D элемента, способного определить вектор в пространстве. Положение элементов массива вокруг оси определяется количеством копий, шагом вращения каждой копии и общим углом вращения элементов массива вокруг оси. Для задания массива достаточно указать только два параметра из трёх. В зависимости от используемого режима это могут быть:

- количество копий и шаг;
- общий угол и шаг;
- количество копий и общий угол.

Третий параметр вычисляется системой автоматически на основе двух заданных пользователем.

Шаг вращения копии определяет, на какой угол надо повернуть исходное тело вокруг оси для получения первой копии. Вторая копия создаётся поворотом первой на тот же угол и т.д. По умолчанию прямое направление вращения соответствует направлению по часовой стрелке при направлении взгляда вдоль оси массива.

Общий угол может задаваться двумя точками - начальной и конечной точкой вращения. В таком случае, общий угол будет равен углу между плоскостями, проходящими через ось вращения и соответствующую 3D точку. Если направление от начальной точки к конечной соответствует прямому направлению вращения, то по умолчанию будет задано положительное значение шага, в противном случае - отрицательное.

Следует иметь в виду, что система может по-разному учитывать количество копий. При вращении на полный оборот вокруг оси (360 градусов) исходный объект учитывается в количестве копий, при любых других значениях общего угла - нет.

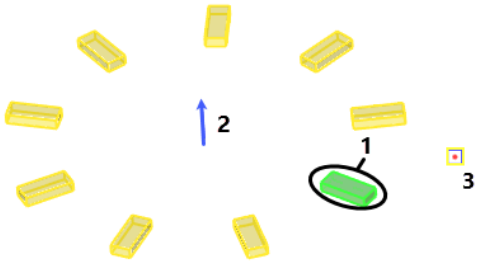
Одномерный круговой массив с девятью копиями в прямом направлении

1 - Исходный объект

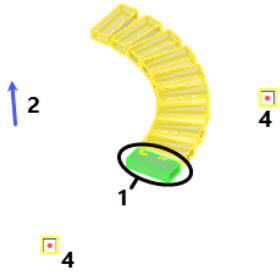
2 - Ось массива

3 - Начальная точка вращения

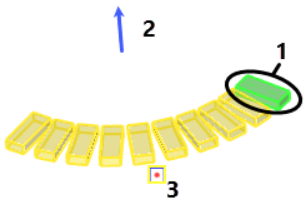
4 - Конечная точка вращения



Общий угол - 360 градусов

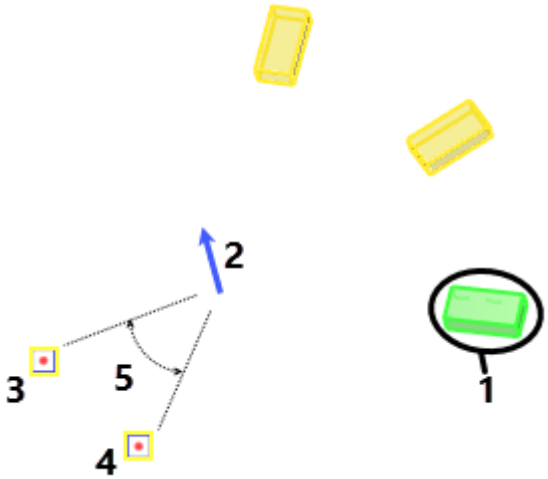


Общий угол задан двумя точками. Направление от начальной точки к конечной соответствует прямому направлению вращения



Общий угол задан двумя точками. Направление от начальной точки к конечной соответствует обратному направлению вращения

Вместо общего угла начальной и конечной точкой вращения можно задать шаг.



1 - Исходный объект

2 - Ось массива

3 - Начальная точка вращения

4 - Конечная точка вращения

5 - Угол между плоскостями, проходящими через ось и начальную и конечную точки, используется в качестве шага массива

Допускается вращение в обратном направлении, в том числе создание копий одновременно в двух направлениях – прямом и обратном. Вращение в противоположном направлении осуществляется с тем же шагом и на тот же угол, что и в прямом направлении (количество копий может отличаться).

При значениях угла вращения больше 180 градусов активация обратного направления вращения может приводить к созданию нескольких копий в одной и той же точке пространства. Например, активация обратного направления при вращении на угол 360 градусов приводит к дублированию всех копий в массиве.

При задании количества копий в обратном направлении числовым значением первая копия обратного направления соответствует положению исходного объекта.

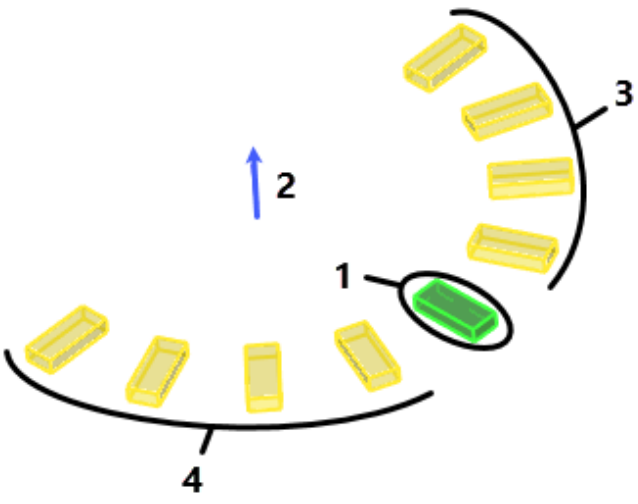
Способы задания количества копий в обратном направлении

1 - Исходный объект

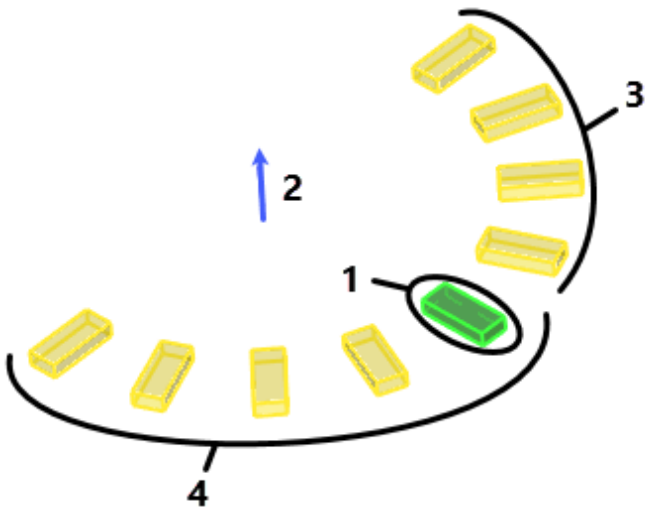
2 - Ось массива

3 - Количество копий в прямом направлении (четыре копии в обоих случаях)

4 - Количество копий в обратном направлении



Количество копий в обратном направлении задано опцией **Симметрично**



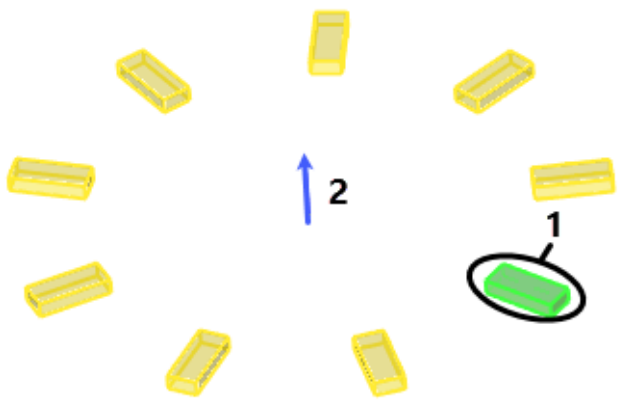
Для количества копий в обратном направлении установлено **Значение** в пять копий

Возможны два варианта ориентирования копий: **с поворотом** (по умолчанию) и с использованием **параллельного переноса**. В первом случае для создания копии исходное тело действительно поворачивается вокруг оси массива. Во втором случае исходное тело копируется без доворота относительно оси (т.е. ориентация каждой копии в пространстве совпадает с ориентацией исходного тела).

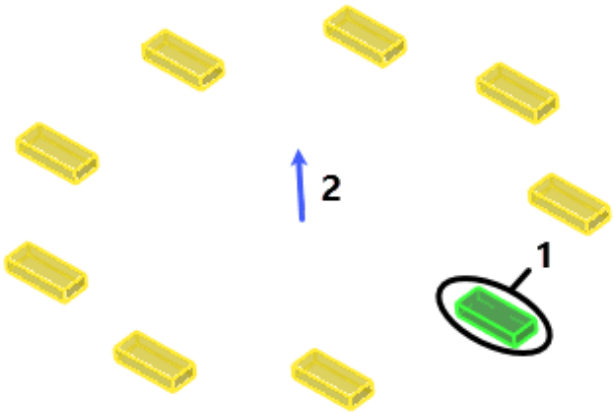
Одномерный круговой массив с общим углом в 360 градусов

1 - Исходный объект

2 - Ось массива

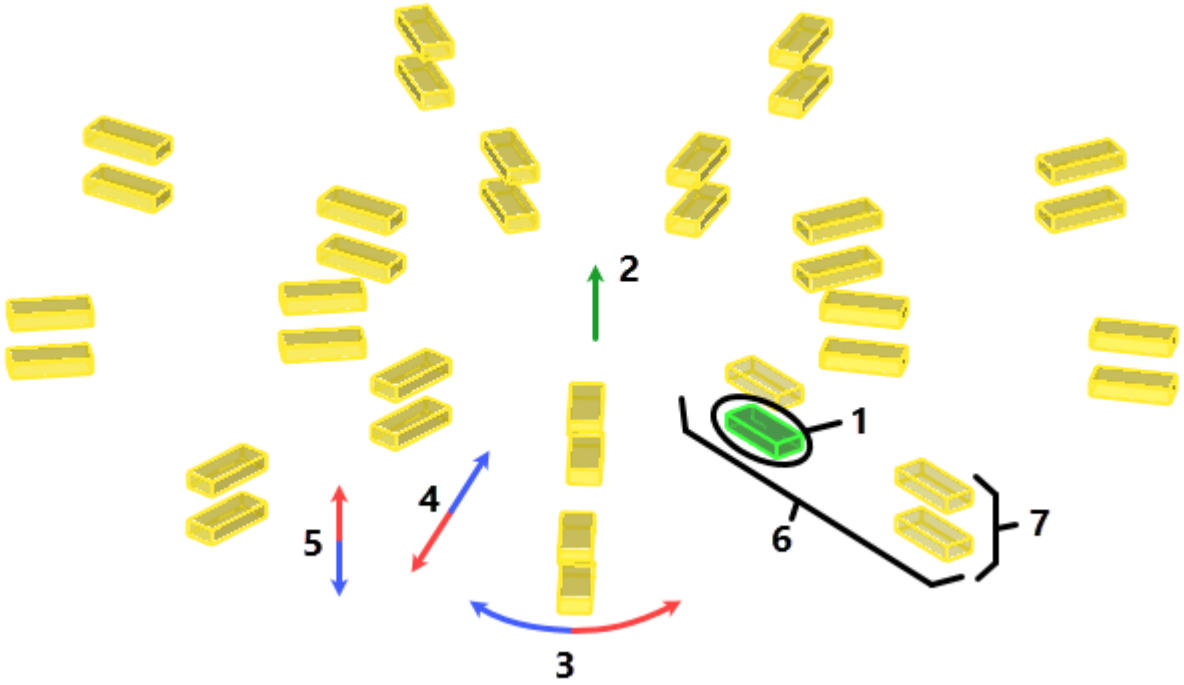


С поворотом копий вокруг оси



С параллельным переносом копий

Круговой массив также допускает создание копий во втором и третьем направлениях. Второе направление - вдоль радиус-вектора массива (элементы массива будут располагаться в одной плоскости, образуя рисунок в виде концентрических кругов). Третье направление - вдоль оси массива (элементы располагаются по поверхности цилиндра). Количество копий, длина и шаг вдоль второго и третьего направлений задаётся так же, как и в линейном массиве.



Трёхмерный круговой массив с девятью копиями в первом направлении,
двумя копиями во втором и третьем направлениях и общим углом 360 градусов

1 - Исходный объект

2 - Ось массива

3 - Первое направление (поворот)

4 - Второе направление (радиальное перемещение)

5 - Третье направление (осевое перемещение)

6 - Количество копий во втором прямом направлении

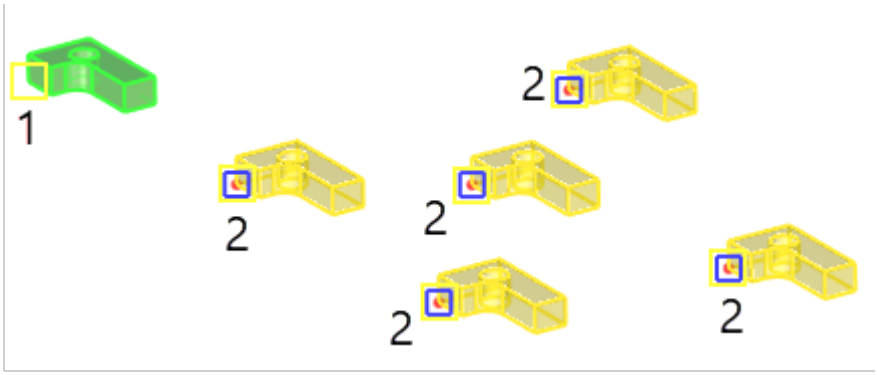
7 - Количество копий в третьем прямом направлении

Прямые направления показаны красным, обратные - синим

Массив по точкам

Алгоритм создания массивов данного вида и интерфейс команды описаны в разделе Массив 3D элементов по точкам.

Для создания 3D массива по точкам указывается базовая 3D точка на исходном объекте массива и любое количество целевых 3D точек (в которые необходимо скопировать исходный объект). Элементы массива будут расположены в заданных 3D точках.



1 - Вершина исходного тела, выбранная в качестве базовой 3D точки

2 - 3D Узлы, по которым заданы целевые 3D точки

Целевые точки массива задаются последовательным выбором отдельных 3D точек (3D узлов, вершин тел и т.п.) или массивов 3D узлов. У одного и того же массива по точкам в список целевых точек могут входить одновременно и 3D точки, и массивы узлов.

Массив по пути

Алгоритм создания массивов данного вида и интерфейс команды описаны в разделе Массив 3D элементов по пути.

В массиве по пути расположение элементов массива определяется одной, двумя или тремя 3D кривыми. Такой массив можно рассматривать как аналог линейного массива, но с расположением копий не вдоль прямых, а вдоль пространственных кривых. В качестве таковых используются любые 3D кривые (3D пути, 3D профили, рёбра, циклы).
При использовании одной направляющей кривой строится одномерный массив, при двух направляющих кривых – двумерный, при трёх - трёхмерный массив по пути.

Массивы по пути

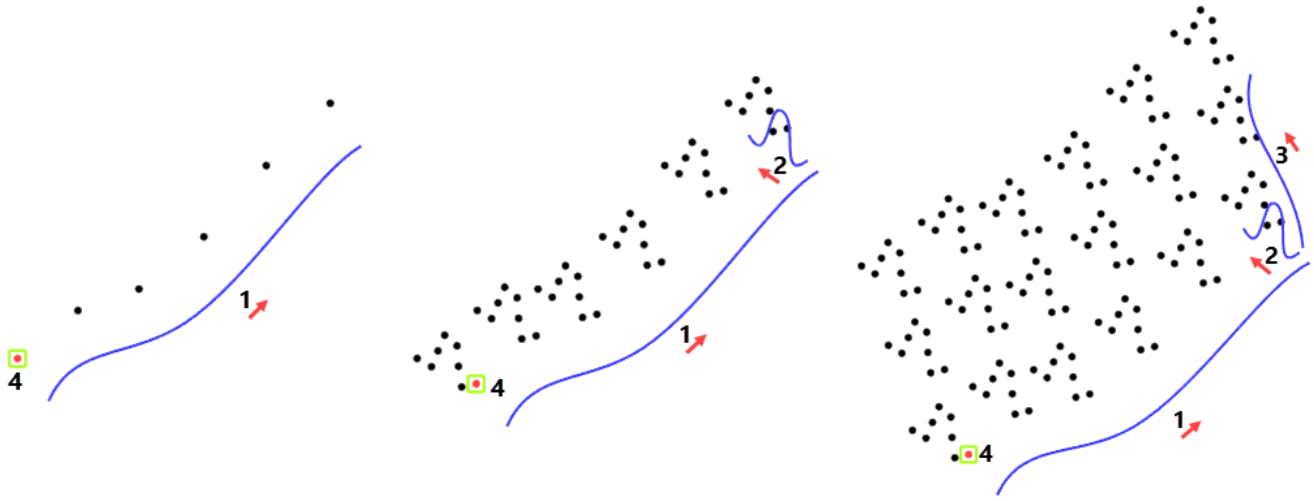
1 - Первая направляющая кривая

2 - Вторая направляющая кривая

3 - Третья направляющая кривая

4 - Исходный объект (3D узел)

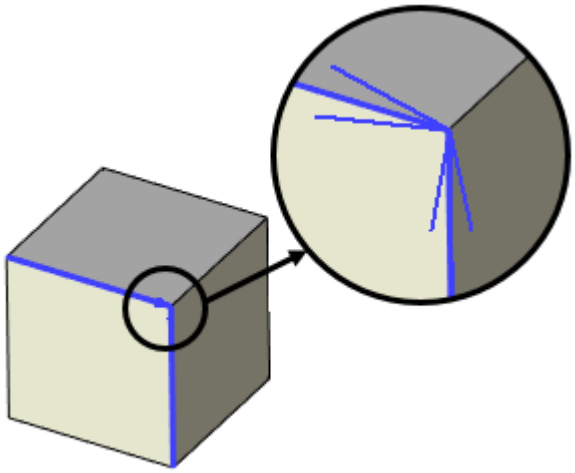
Красными стрелками показаны направления направляющих кривых



Одномерный массив Двумерный массив Трёхмерный массив

По умолчанию массив в каждом направлении строится вдоль кривых построенных совмещением начальных точек направляющих с исходным элементом. Для замкнутой направляющей кривой начальная точка определяется автоматически.

Направления выбранных **рёбер** отображаются маленькими стрелками в 3D сцене.



Для наглядного отображения направления **путей** и **профилей** в 3D сцене можно включить опцию **Рисовать стрелки у 3D путей/профилей** (**Параметры документа > 3D > 3D**).

Дополнительно для каждого из направлений можно указать 3D точку (точку начала), проекция которой на направляющую кривую определит начало массива. В таком случае замкнутая направляющая используется полностью, а от незамкнутой отбрасывается часть, ограниченная началом кривой и проекцией указанной точки.

Двумерный массив с замкнутой направляющей кривой во втором направлении

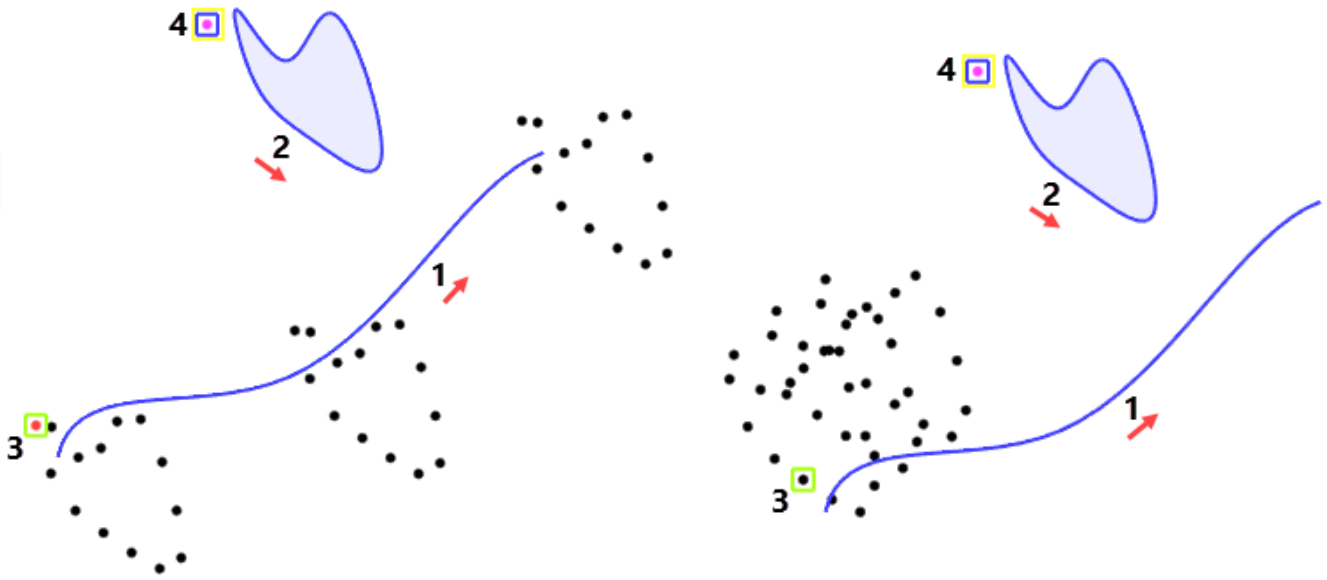
1 - Первая направляющая кривая

2 - Вторая направляющая кривая

3 - Исходный объект (3D узел)

4 - Точка начала

Красными стрелками показаны направления направляющих кривых



Точка начала выбрана для второго направления Точка начала выбрана для первого направления

Расположение копий (элементов массива) вдоль направляющей кривой зависит от следующих параметров массива: количество копий, шаг и общая длина массива вдоль данной кривой, а также способ позиционирования копий.
Количество копий, шаг и общая длина массива вдоль направляющей кривой - параметры взаимосвязанные. Для задания массива достаточно указать любые два параметра из трёх. Недостающий параметр будет рассчитан системой самостоятельно. Общая длина массива может быть взята с направляющей кривой (система определит длину кривой и найденное значение будет считаться длиной массива вдоль данного направления).

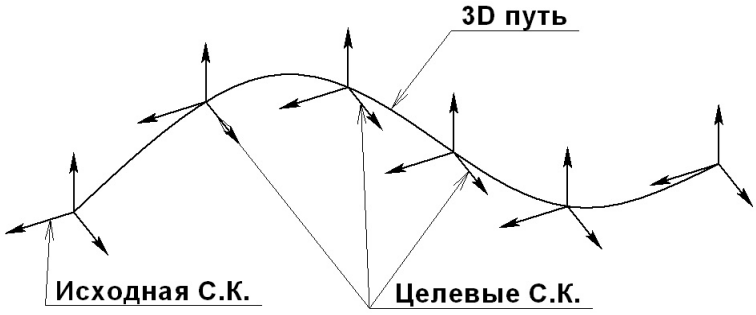
Общая длина массива не может превышать длину направляющей кривой.

Способ позиционирования определяет:

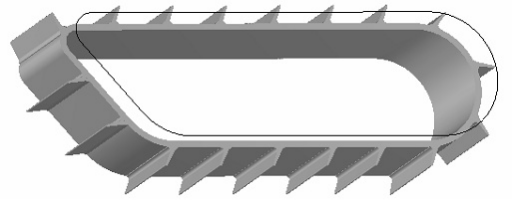
- Расположение точек привязки копий (элементов массива) вдоль направляющей кривой. В зависимости от используемого типа позиционирования шаг массива по пути определяет либо расстояние вдоль пути между точками привязки копий, либо длину хорды пути.
- Ориентацию копий в пространстве. Положение копий в пространстве определяется путём совмещения исходной системы координат объекта копирования (т.е. исходного объекта массива) с целевой системой координат каждой копии. Исходная система координат создаётся в начале направляющей кривой, целевая – в точке привязки копии. Направление осей обеих систем координат определяется типом позиционирования копий.

Способ позиционирования копий может быть следующим.

- **Со смещением по пути**. Целевые системы координат всех копий размещаются на пути в соответствии с установленными параметрами шага и количества копий. Направление осей этих систем координат постоянное и не зависит от геометрии 3D пути. Данный способ позиционирования можно применять, когда нужно расположить копии исходного тела вдоль направляющей кривой с сохранением пространственной ориентации копии как у исходного тела.

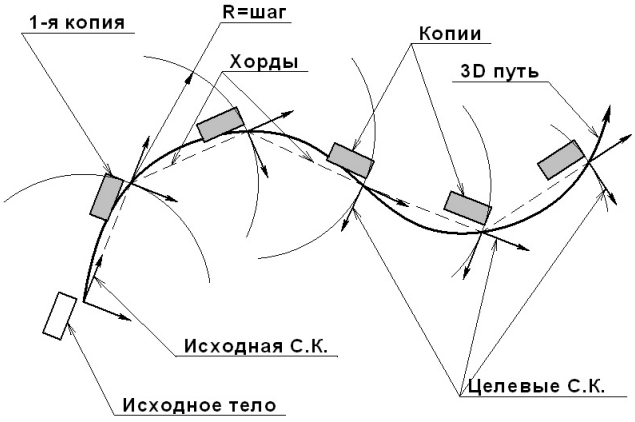


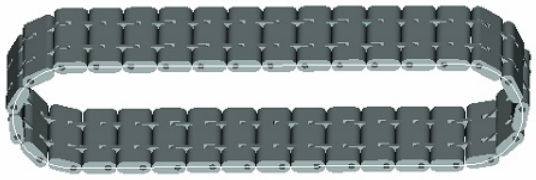
- **С минимальным кручением**. Ось X целевой системы координат каждой копии направляется таким образом, чтобы обеспечить плавное вращение от положения вектора кривизны в начале пути к положению вектора кривизны в конце пути. Ось Z всегда направлена по касательной к пути в точке начала координат текущей копии. В качестве примера применения массива по пути с минимальным кручением можно привести модель конвейерной ленты.



Данный пример находится в библиотеке **Примеры 17**, в папке **Примеры 17\3D Моделирование. Операции\Массив_Конвейер.grb.**

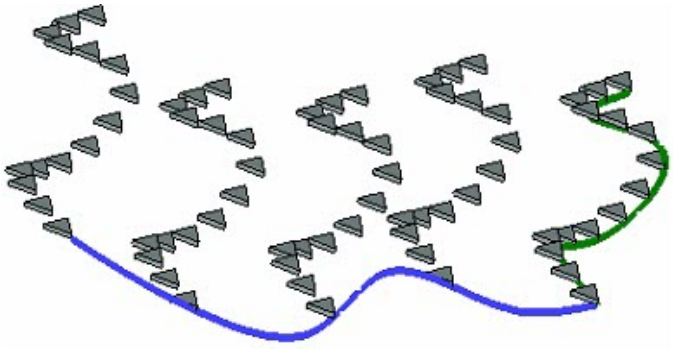
- **По хорде**. Из начала пути, в котором располагается исходная система координат, строится сфера радиусом, равным заданному шагу массива. К точке пересечения сферы и 3D пути будет привязана вторая копия. Из полученной точки строится новая сфера и т.д. Таким образом определяются все точки привязки копий. В таких точках располагаются целевые системы координат копий. Ось X целевой системы координат сориентирована по предыдущей хорде 3D пути. Хорда пути образуется двумя соседними точками привязки копий. Исходная система координат расположена в начале пути. Её ось X направлена на точку расположения первой копии. Шагом массива при использовании данного типа позиционирования копий является длина хорды 3D пути. Данный способ позиционирования может успешно применяться, например, при моделировании гусеничных лент или цепных передач.



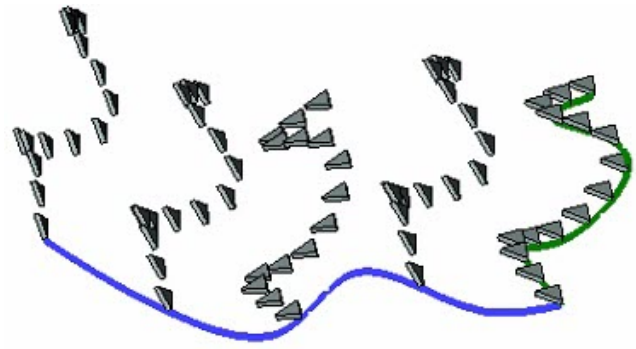


Пример модели гусеничной ленты находится в библиотеке **Примеры 17**, в папке **Примеры 17\3D Моделирование. Операции\Массив_Гусеница.grb**.

Двумерный массив по пути создаётся аналогично. Для второй направляющей кривой также задаются количество копий, шаг и общая длина массива в данном направлении, способ позиционирования копий. Обратите внимание, что в качестве исходного объекта в данном направлении будет использоваться целиком результат создания одномерного массива вдоль первой направляющей кривой.



Двумерный массив по пути
с позиционированием копий во втором направлении
Со смещением по пути

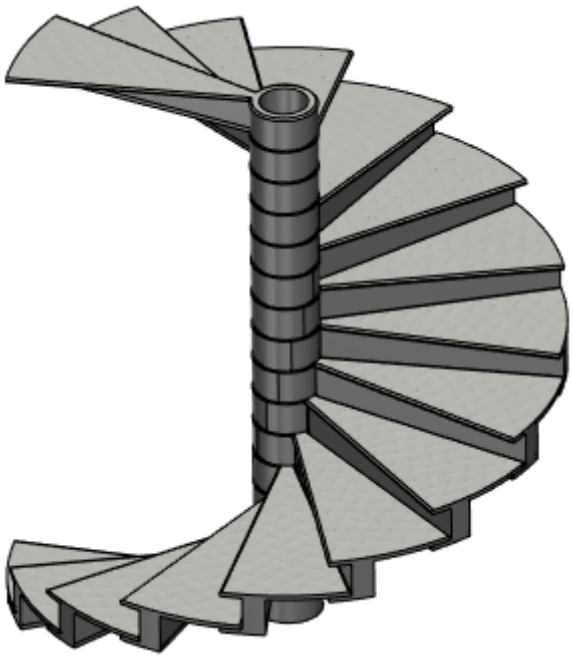


Двумерный массив по пути
с позиционированием копий во втором направлении
С минимальным кручением по пути

Таким же образом строится и трёхмерный массив по пути, за исключением того, что в нём для всех направлений всегда используется позиционирование **Со смещением по пути**. В качестве исходного объекта в третьем направлении используется результат создания двумерного массива по двум первым направляющим кривым.

Параметрический массив

Алгоритм создания массивов данного вида и интерфейс команды описаны в разделе Параметрический массив 3D элементов.



Параметрический массив использует универсальный механизм, позволяющий получать массив путём параметрического копирования исходного элемента. Этот же механизм используется в операции **Тело по параметрам** и в одном из режимов создания 3D пути.

Работа такого алгоритма подробно описана в разделе Тело по параметрам.

Параметрический массив может быть только массивом тел, операций или элементов построения. Параметрический массив граней или фрагментов создать невозможно.

Для создания параметрического массива необходимо определить закон, по которому будет рассчитываться так называемая **система координат текущей копии**. Копирование исходного объекта массива осуществляется в направлении от исходной системы координат к рассчитанной целевой системе координат текущей копии.

В качестве исходной системы координат пользователь может выбрать одну из локальных систем координат модели. Если локальная система координат не выбрана, то в качестве исходной системы координат используется глобальная система координат.

Система координат текущей копии (т.е. положение её начала и ориентация осей) может определяться одним из двух способов:

- **Свободная ориентация копии**. Законы изменения параметров системы координат текущей копии описываются с помощью выражений.
- **Ориентация копии по 3D кривым или поверхностям**. Для определения положения в пространстве системы координат текущей копии используются существующие 3D кривые или поверхности других тел. Управляя системой координат копии, пользователь управляет положением каждой копии.

Управление системой координат копии осуществляется через параметры массива. Параметры подразделяются на два типа:

- **Управляемые параметры** – параметры, значения которых рассчитываются автоматически в процессе создания элемента. Для считывания значений таких параметров можно назначить независимые переменные.
- **Управляющие параметры** – поля, зависимости в которых задаются пользователем. В поля управляющих переменных вписываются произвольные выражения, в которые можно включить любую переменную системы. Например, если включить в такое выражение переменную, отвечающую за номер копии, значение данного параметра будет зависеть от номера копии.

Некоторые параметры массива могут быть как управляющими, так и управляемыми. Ведущий параметр **Номер копии** всегда является управляемым. Для него обязательно нужно выбрать независимую переменную, которой будет присваиваться текущее значение номера копии при расчёте операции. Номер копии автоматически изменяется в процессе расчёта массива от 1 до указанного количества копий с шагом 1.

Расчёт выполняется в следующем порядке: присваивается следующее значение номеру копии, рассчитываются управляющие параметры, вычисляются остальные управляемые параметры (если они есть), выполняется копирование.

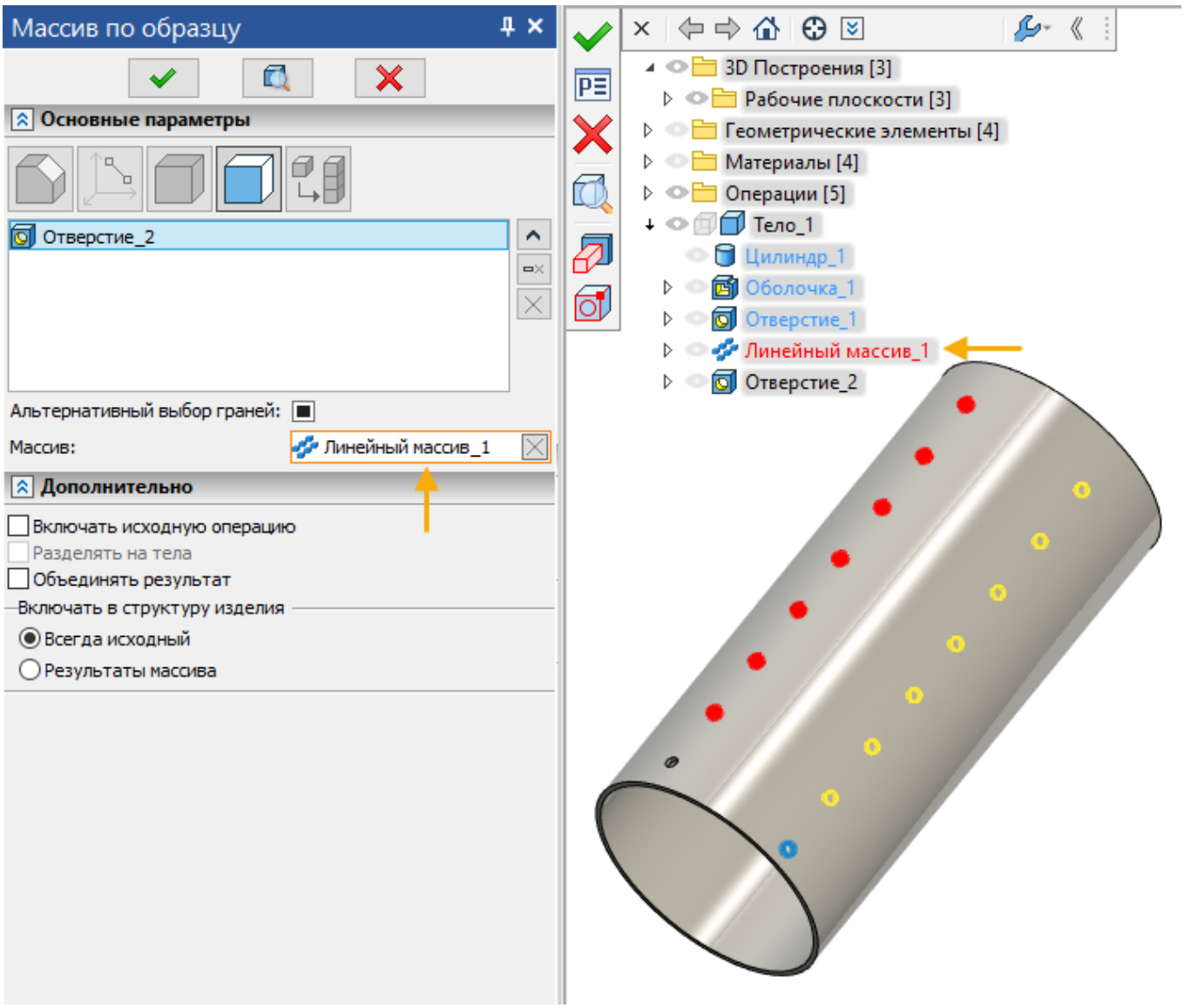
При использовании способа свободной ориентации копии достаточно выбрать исходный объект массива, задать количество копий и назначить независимую переменную на параметр **Номер копии**. Используя переменную, принимающую значения номеров копий, можно создать определённые зависимости в полях управляющих параметров, а также в 2D или 3D построениях, от которых, в свою очередь, будет зависеть положение и геометрия исходного тела.

Способ ориентации копии по путям или поверхностям удобно использовать, когда не удаётся точно описать закон изменения параметров копии с помощью выражений. В таких случаях бывает удобно использовать различные 3D кривые или поверхности для определения положения и ориентации системы координат текущей копии.

Массив по образцу

Алгоритм создания массивов данного вида и интерфейс команды описаны в разделе Массив 3D элементов по образцу.

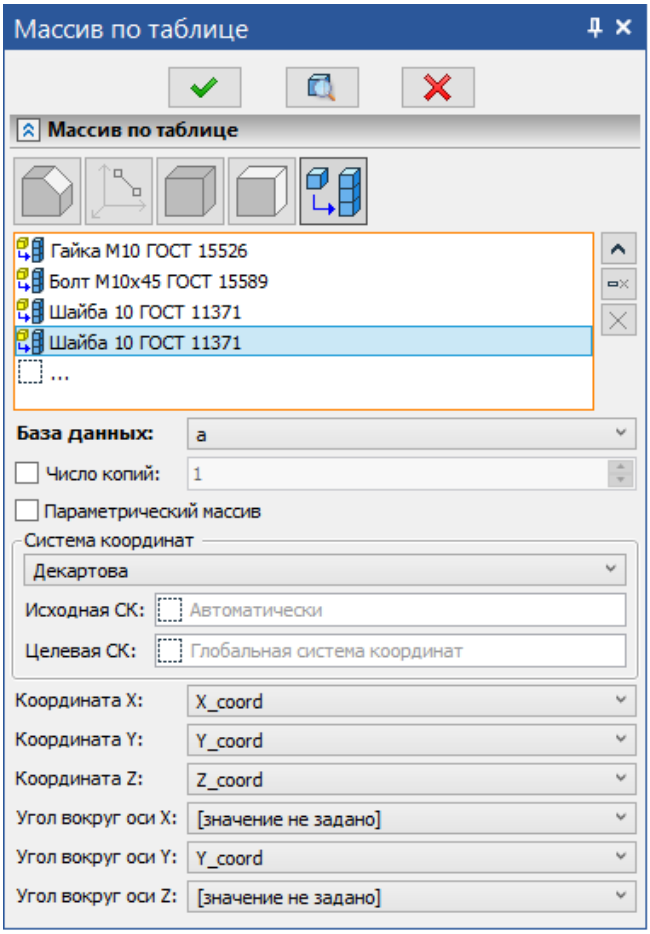
Операция считывает параметры массива с образца и полностью повторяет их. В качестве образца можно выбирать любой вид массива, либо грань отверстия. При выборе грани отверстия массив строится по всем отверстиям, созданным родительской операцией выбранной грани.



Массив по таблице

Алгоритм создания массивов данного вида и интерфейс команды описаны в разделе Массив 3D элементов по таблице.

С помощью данной операции можно использовать значения из базы данных в качестве координат элементов массива.

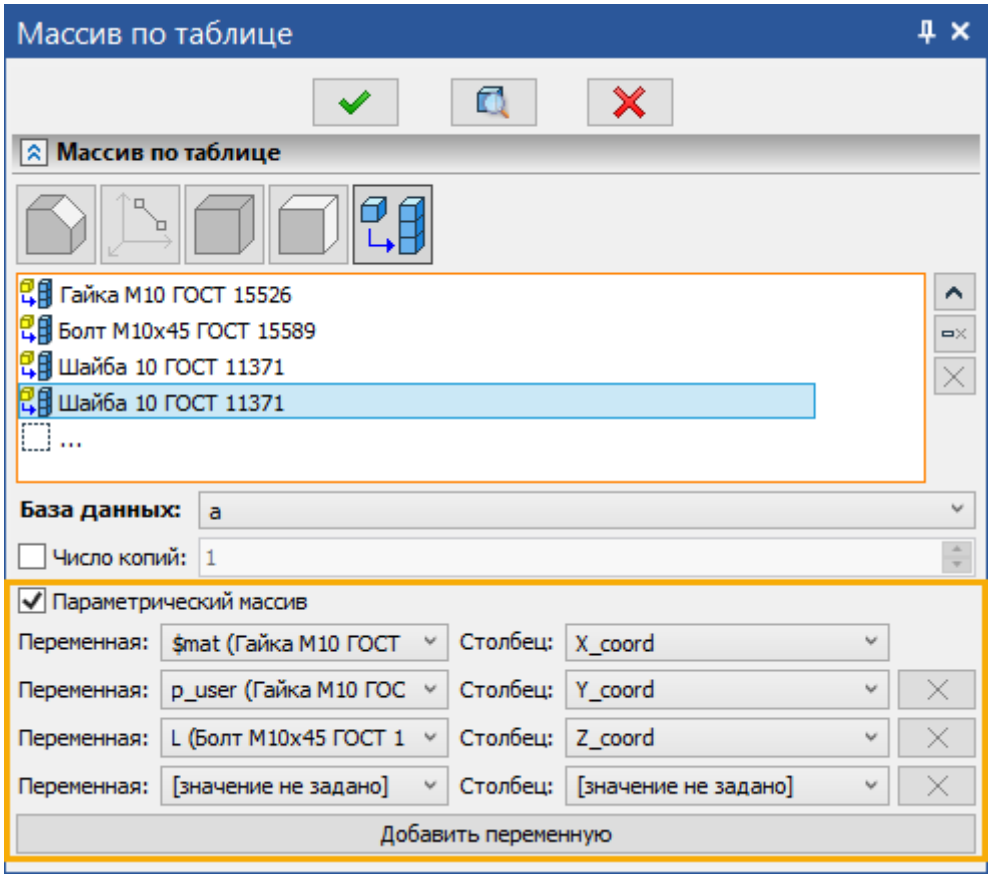


a

№	X_coord	Y_coord	Z_coord	Angle_around_X	Angle_around_Y	Angle_around_Z
1	60	60	30	90	90	0

Существует 3 типа систем координат относительно которых можно построить массив по таблице – **Декартова, Цилиндрическая**, **Сферическая**. Координаты элементов массива в выбранной СК определяются значениями из базы данных.

Также доступна опция **Параметрический массив**, позволяющая использовать значения из базы данных в качестве значений переменных модели.



Основные темы в этом разделе:

- Линейный массив 3D элементов
- Круговой массив 3D элементов
- Массив 3D элементов по пути
- Массив 3D элементов по точкам
- Параметрический массив 3D элементов
- Массив 3D элементов по образцу
- Массив 3D элементов по таблице

Линейный массив 3D элементов

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Операции > Массив > Линейный массив Сборка (3D) > Сборка > Массив > Линейный массив Листовой металл (3D) > Расширенные > Массив > Линейный массив Поверхности > Расширенные > Массив > Линейный массив Примитив > Расширенные > Массив > Линейный массив Опорная геометрия > Копирование > Массив > Линейный массив
Клавиатура	Текстовое меню
<3AL>	Операции > Массив > Линейный массив

Команда предназначена для создания массивов путем размещения копий исходных объектов вдоль одного, двух или трёх направляющих векторов.

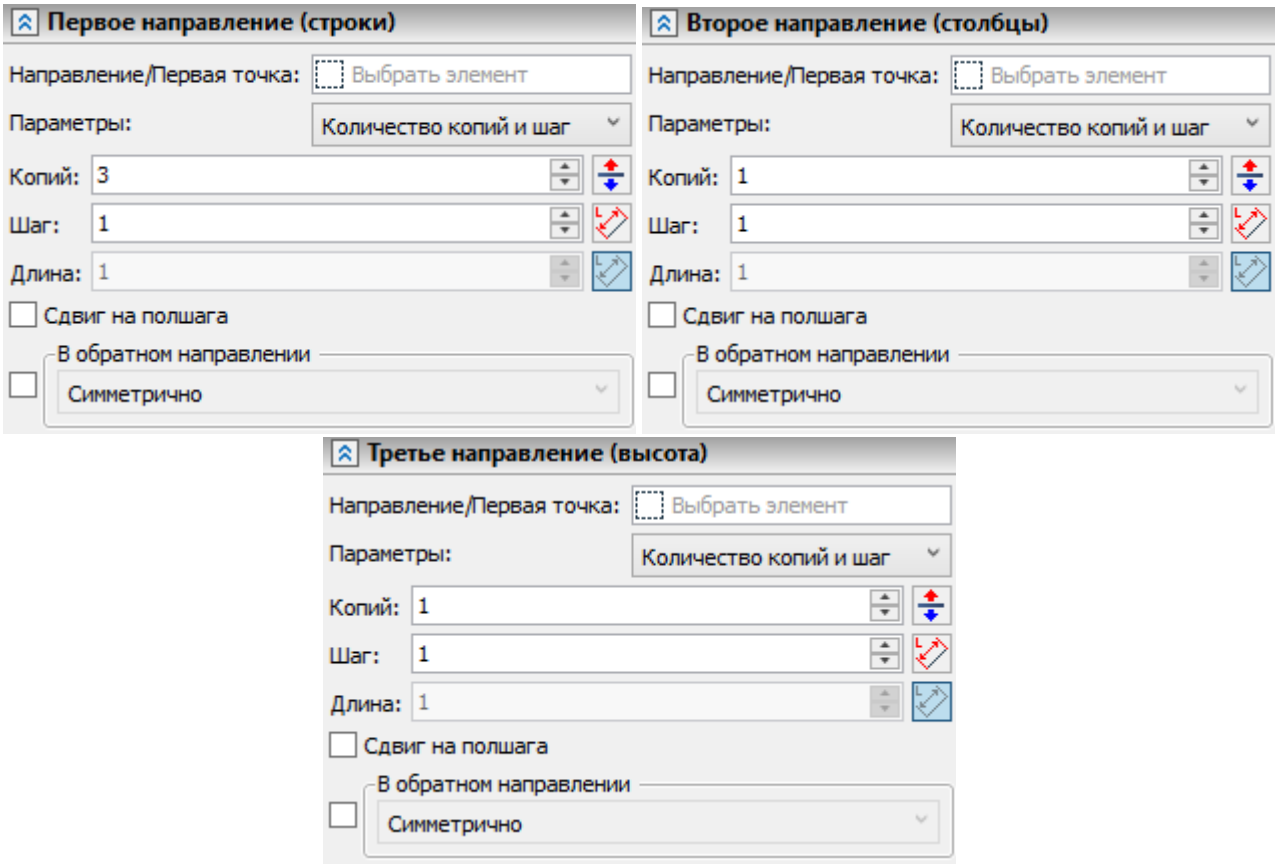
> Общие правила создания операции описаны в разделе виды массивов 3D элементов.

Для создания линейного массива после вызова данной команды необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать тип создаваемого массива (массив элементов построения, массив операций, массив тел, массив граней, массив фрагментов);
2. Выбрать исходные объекты массива;
3. Задать направляющий вектор в первом прямом направлении;
4. Задать количество копий, шаг и длину в первом прямом направлении;
5. Задать количество копий в первом обратном направлении (необязательное действие);
6. Аналогично трём предыдущим пунктам задать направляющий вектор и параметры массива во втором и/или третьем направлениях (необязательное действие);
7. Задать схему размещения и сдвиг на полшага (необязательное действие).
8. Задать ограничения и исключения (необязательное действие);
9. Задать дополнительные параметры массива (необязательное действие);
10. Подтвердить создание массива (в автоменю или окне параметров).

Окно параметров команды помимо вкладок **Основные параметры** (выбор типа массива, исходных объектов и схемы размещения), **Ограничения**, **Исключения** и **Дополнительно** содержит три однотипных вкладки:

- **Первое направление (строки);**
- **Второе направление (столбцы);**
- **Третье направление (высота).**



Эти три вкладки содержат одинаковый набор параметров для каждого направления, описанный ниже. Геометрический смысл данных параметров описан в разделе виды массивов 3D элементов.
Для создания массива нужно обязательно задать **Направление**, а также количество **Копий, Шаг и Длину** в **Первом направлении (строки)**. Среди трёх последних параметров пользователем задаются только любые два, а третий вычисляется на их основе автоматически.

Вектор направления задаётся после активации поля **Направление/Первая точка** на вкладке соответствующего направления. Данные поля взаимосвязаны со следующими опциями автоменю:

	<D>	Выбрать первое направление
	<J>	Выбрать второе направление
	<F>	Выбрать третье направление

Активация поля в окне параметров активирует соответствующую опцию автоменю и наоборот. В результате на панели фильтров становятся доступны фильтры выбора точек и направлений, после чего можно выбрать желаемый объект в 3D сцене или дереве модели. Тип выбранного объекта (в виде иконки), его имя, а для геометрических элементов также имя родительской операции, отображаются в поле **Направление/Первая точка**.
При выборе направления, никакого дополнительного выбора не требуется.
При выборе точки, ниже поля **Направление/Первая точка** на вкладке соответствующего направления дополнительное появляется поле **Вторая точка.** Поля **Вторая точка** взаимосвязаны со следующими опциями автоменю:

<S> Выбрать конечную точку первого направления

<O> Выбрать конечную точку второго направления

<T> Выбрать конечную точку третьего направления

Активация поля в окне параметров активирует соответствующую опцию автоменю и наоборот. В результате на панели фильтров становятся доступны фильтры выбора точек, после чего можно выбрать желаемый объект в 3D сцене или дереве модели. Тип выбранного объекта (в виде иконки), его имя, а для геометрических элементов также имя родительской операции, отображаются в поле **Вторая точка**.
В результате массив строится по направлению от первой ко второй точке. Независимо от того, как задано направление (одним объектом или двумя точками), его можно сменить на противоположное с помощью кнопки **Развернуть**, расположенной справа от поля **Копий**.

Можно **Очистить** выбор отдельно в каждом из полей **Направление/Первая точка** и **Вторая точка** с помощью кнопки в правой части поля, либо сразу в обоих полях соответствующего направления с помощью одной из следующих опций автоменю:

<K> Отменить задание первого направления

<L> Отменить задание второго направления

<H> Отменить задание третьего направления

Ниже полей выбора направления в окне параметров расположен выпадающий список **Параметры**, в котором можно выбрать одно из следующих сочетаний параметров массива:

- **Количество копий и шаг**;
- **Общая длина и шаг**
- **Количество копий и общая длина**.

В зависимости от выбранного сочетания будут доступны для редактирования только два из трёх расположенных ниже полей (**Копий, Шаг** и **Длина**), а значение в третьем поле будет вычисляться автоматически.
По умолчанию даже при выборе сочетания параметров, подразумевающего ввод длины пользователем, поле **Длина** неактивно, т.к. включена опция, автоматически приравнивающая длину массива в данном направлении к длине вектора этого направления. Эту опцию можно отключить с помощью кнопки **По вектору**, расположенной справа от поля **Длина**. Аналогичная кнопка, приравнивающая **Шаг** к длине вектора направления, есть справа от поля **Шаг**. Применение данных опций для **Длины** и **Шага** одновременно в одном и том же направлении невозможно.

Ниже поля задания длины в окне параметров находится флаг **Сдвиг на полшага**.

Подробная информация о данной опции доступна в разделе Схема размещения и сдвиг на полшага в массивах 3D элементов.

В самой нижней части каждой из вкладок направлений в окне параметров команды находится флаг **В обратном направлении**, совмещённый с выпадающим списком. Выпадающий список содержит две опции: **Симметрично** и **Значение**. По умолчанию флаг снят и копии в данном направлении (строки, столбцы и высота) создаются только в одну сторону от исходного объекта (прямое направление). Если установить данный флаг, по умолчанию применяется опция **Симметрично** (количество копий в обратном направлении приравнивается к количеству копий в прямом направлении). При выборе опции **Значение** ниже появляется поле ввода количества **Копий** в обратном направлении.

Более подробная информация об обратном направлении массива доступна в разделе виды массивов 3D элементов

Основные темы в этом разделе:

- Редактировать линейный массив 3D элементов

См. также:

- Типы массивов 3D элементов
- Виды массивов 3D элементов
- Ограничения и исключения в массивах 3D элементов
- Привязка к 3D элементам массива
- Дополнительные параметры массива 3D элементов
- Динамический просмотр
- Предварительный просмотр
- Общие параметры 3D элементов

Редактировать линейный массив 3D элементов

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<3EAL>	Правка > Операции > Массив > Линейный

Команда предназначена для редактирования линейных массивов.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента

	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

Если выбран один элемент, его можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент, приступить к редактированию или перезаданию.
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация <Shift> + (комбинация <Ctrl> + отменяет выбор).

Круговой массив 3D элементов

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Операции > Массив > Круговой массив Сборка (3D) > Сборка > Массив > Круговой массив Листовой металл (3D) > Расширенные > Массив > Круговой массив Поверхности > Расширенные > Массив > Круговой массив Примитив > Расширенные > Массив > Круговой массив Опорная геометрия > Копирование > Массив > Круговой массив
Клавиатура	Текстовое меню
<3AR>	Операции > Массив > Круговой массив

Команда предназначена для создания массивов путем размещения копий исходных объектов по окружности вокруг заданной оси.

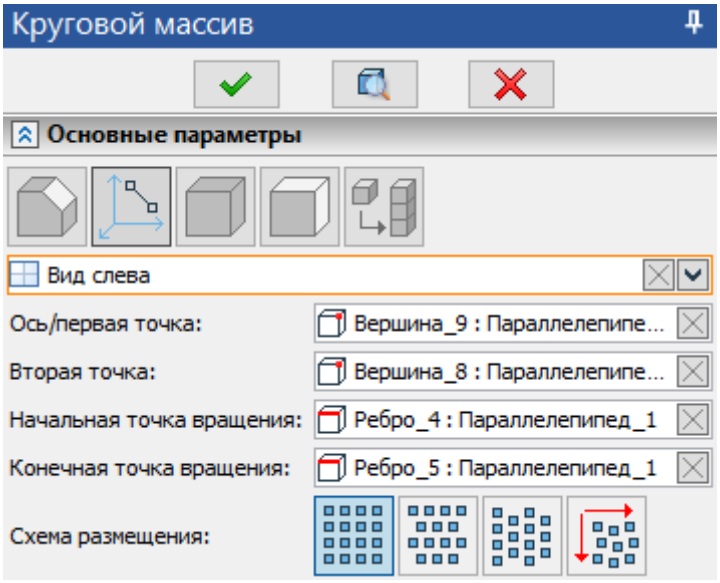
> Общие правила создания операции описаны в разделе виды массивов 3D элементов.

Для создания кругового массива после вызова данной команды необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать тип создаваемого массива (массив элементов построения, массив операций, массив тел, массив граней, массив фрагментов);
2. Выбрать исходные объекты массива;
3. Задать ось массива;
4. Задать начальную и конечную точки вращения (необязательное действие);
5. Задать количество копий, шаг и угол в первом прямом направлении;
6. Применить опцию параллельного переноса (необязательное действие);
7. Задать количество копий в первом обратном направлении (необязательное действие);
8. Аналогично первому направлению задать параметры массива во втором и/или третьем направлениях (необязательное действие);

9. Задать схему размещения и сдвиг на полшага (необязательное действие);
10. Задать ограничения и исключения (необязательное действие);
11. Задать дополнительные параметры массива (необязательное действие);
12. Подтвердить создание массива (в автоменю или окне параметров).

Основные параметры



На вкладке **Основные параметры** окна параметров команды под полем выбора исходных объектов массива расположено поле **Ось/первая точка**. Данное поле взаимосвязано со следующей опцией автоменю:

<A> Выбрать ось вращения

Активация поля в окне параметров активирует опцию автоменю и наоборот. В результате на панели фильтров становятся доступны фильтры выбора точек, осей и направлений, после чего можно выбрать желаемый объект в 3D сцене или дереве модели. Тип выбранного объекта (в виде иконки), его имя, а для геометрических элементов также имя родительской операции, отображаются в поле **Ось/первая точка**.

При выборе направления или оси, выбранный объект однозначно определяет ось массива и никакого дополнительного выбора не требуется.

При выборе точки, ниже поля **Ось/первая точка** появляется дополнительное поле **Вторая точка,** взаимосвязанное со следующей опцией автоменю:

<S> Выбрать вторую точку оси

Активация поля в окне параметров активирует опцию автоменю и наоборот. В результате на панели фильтров становятся доступны фильтры выбора точек, после чего можно выбрать желаемый объект в 3D сцене или дереве модели. Тип выбранного объекта (в виде иконки), его имя, а для геометрических элементов также имя родительской операции, отображаются в поле **Вторая точка**.

Осью массива считается направление от первой ко второй точке.

Можно **Очистить** выбор отдельно в каждом из полей **Ось/первая точка** и **Вторая точка** с помощью кнопки в правой части поля, либо сразу в обоих полях с помощью опции автоменю:

<K> Отменить выбор оси вращения

Опционально общий угол массива или шаг вращения можно задать двумя точками дополнительными точками. Эти точки можно выбрать, активировав поля **Начальная точка вращения** и **Конечная точка вращения** на вкладке **Основные параметры** окна параметров команды. Данные поля взаимосвязаны со следующими опциями автоменю:

<T> Выбрать начальную точку вращения

<O> Выбрать конечную точку вращения

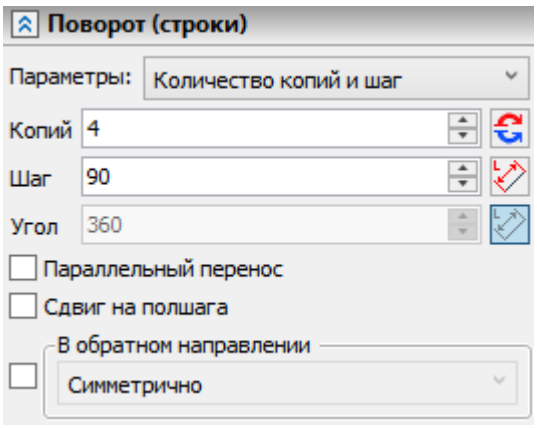
Активация поля в окне параметров активирует соответствующую опцию автоменю и наоборот. В результате на панели фильтров становятся доступны фильтры выбора точек, после чего можно выбрать желаемый объект в 3D сцене или дереве модели. Тип выбранного объекта (в виде иконки), его имя, а для геометрических элементов также имя родительской операции, отображаются в вышеназванных полях.

Можно **Очистить** выбор отдельно в каждом из полей **Начальная точка вращения** и **Конечная точка вращения** с помощью кнопки в правой части поля, либо сразу в обоих полях с помощью опции автоменю:

<L> Отменить выбор точек, задающих угол вращения

Поворот (строки)

Под вкладкой **Основные параметры** в окне параметров команды расположена вкладка **Поворот (строки),** содержащая параметры массива в первом направлении.



В верхней части вкладки расположен выпадающий список **Параметры**, в котором можно выбрать одно из следующих сочетаний параметров массива:

- **Количество копий и шаг**;
- **Общий угол и шаг**
- **Количество копий и общий угол**.

В зависимости от выбранного сочетания будут доступны для редактирования только два из трёх расположенных ниже полей (**Копий, Шаг** и **Угол**), а значение в третьем поле будет вычисляться автоматически.

По умолчанию прямое направление поворота соответствует направлению по часовой стрелке при направлении взгляда вдоль оси массива. При необходимости можно **Изменить направление** поворота на противоположное с помощью кнопки, расположенной справа от поля **Копий**.
Если были выбраны **Начальная** и **Конечная точка вращения**, автоматически активируется опция, приравнивающая **Шаг** или **Угол** (в зависимости от того, какой вариант был выбран в выпадающем списке **Параметры** в момент выбора точек) к углу между плоскостями, проходящими через эти точки и ось массива. Поле ввода значения соответствующего параметра при этом становится неактивным. Эту опцию можно включить или отключить вручную с помощью кнопки **По двум точкам**, расположенной справа от поля ввода значения параметра. Применение данной опции для **Угла** и **Шага** одновременно невозможно.

Ниже поля задания угла находятся флаги опций **Параллельный перенос** и **Сдвиг на полшага**.

> Подробная информация о параллельном переносе доступна в разделе Виды массивов 3D элементов.

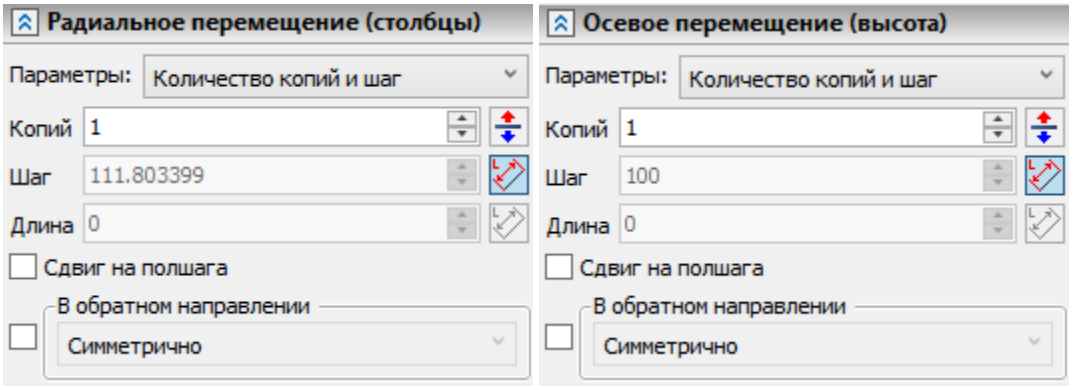
> Подробная информация о сдвиге на полшага доступна в разделе Схема размещения и сдвиг на полшага в массивах 3D элементов.

В самой нижней части каждой из вкладок направлений в окне параметров команды находится флаг **В обратном направлении**, совмещённый с выпадающим списком. Выпадающий список содержит две опции **Симметрично** и **Значение**. По умолчанию флаг снят и копии в данном направлении (строки, столбцы и высота) создаются только в одну сторону от исходного объекта (прямое направление). Если установить данный флаг, по умолчанию применяется опция **Симметрично** (количество копий в обратном направлении приравнивается к количеству копий в прямом направлении). При выборе опции **Значение** ниже появляется поле ввода количества **Копий** в обратном направлении.

> Более подробная информация об обратном направлении массива доступна в разделе виды массивов 3D элементов

Радиальное перемещение (столбцы) и Осевое перемещение (высота)

Под вкладкой **Поворот (строки)** в окне параметров команды располагаются вкладки **Радиальное перемещение (столбцы)** и **Осевое перемещение (высота),** содержащие параметры массива во втором и третьем направлениях.



Эти вкладки содержат одинаковый набор параметров, описанный ниже. Геометрический смысл данных параметров описан в разделе виды массивов 3D элементов.

В верхней части каждой вкладки расположен выпадающий список **Параметры**, в котором можно выбрать одно из следующих сочетаний параметров массива:

- **Количество копий и шаг**;
- **Общая длина и шаг**
- **Количество копий и общая длина**.

В зависимости от выбранного сочетания будут доступны для редактирования только два из трёх расположенных ниже полей (**Копий, Шаг** и **Длина**), а значение в третьем поле будет вычисляться автоматически.

По умолчанию прямое направление радиального перемещения - наружу от оси массива, а осевого перемещения - вдоль по направлению оси. При необходимости можно **Изменить направление** на противоположное с помощью кнопки, расположенной справа от поля **Копий**.

По умолчанию, даже при выборе сочетания параметров, подразумевающего ввод шага пользователем, поле **Шаг** неактивно, т.к. включена опция, приравнивающая **Шаг** к длине вектора соответствующего направления. Также доступна, но отключена по умолчанию, аналогичная опция для параметра **Длина**. Для радиального перемещения длиной вектора направления является расстояние между осью и центром масс исходного элемента массива, для осевого перемещения - длина оси. Эти опции можно включить или отключить вручную с помощью кнопки **По вектору**, расположенной справа от поля ввода значения параметра. Применение данной опции для **Длины** и **Шага** одновременно в одном и том же направлении невозможно.

Ниже поля ввода значения длины находится флаг опции **Сдвиг на полшага**.

> Подробная информация о сдвиге на полшага доступна в разделе Схема размещения и сдвиг на полшага в массивах 3D элементов.

В самой нижней части каждой из вкладок направлений в окне параметров команды находится флаг **В обратном направлении**, совмещённый с выпадающим списком. Данная опция была описана выше.

Основные темы в этом разделе:

- Редактировать круговой массив 3D элементов

См. также:

- Типы массивов 3D элементов
- Виды массивов 3D элементов
- Ограничения и исключения в массивах 3D элементов
- Привязка к 3D элементам массива
- Дополнительные параметры массива 3D элементов
- Динамический просмотр
- Предварительный просмотр
- Общие параметры 3D элементов

Редактировать круговой массив 3D элементов

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<3EAR>	Правка > Операции > Массив > Круговой

Команда предназначена для редактирования круговых массивов.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, <Ctrl>+<E>	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

Если выбран один элемент, его можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент, приступить к редактированию или перезаданию.
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** + (комбинация **<Ctrl>** + отменяет выбор).

Массив 3D элементов по точкам

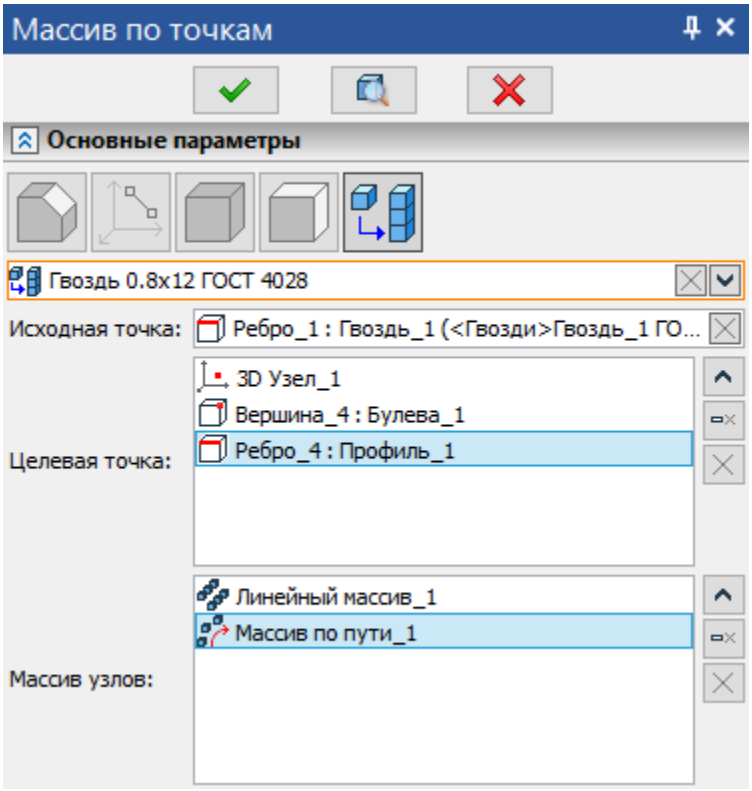
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Операции > Массив > Массив по точкам Сборка (3D) > Сборка > Массив > Массив по точкам Листовой металл (3D) > Расширенные > Массив > Массив по точкам Поверхности > Расширенные > Массив > Массив по точкам Примитив > Расширенные > Массив > Массив по точкам Опорная геометрия > Копирование > Массив > Массив по точкам
Клавиатура	Текстовое меню
<3AN>	Операции > Массив > Массив по точкам

Команда предназначена для создания массивов, положение элементов которых определяется набором указанных 3D точек.
Для создания массива по точкам после вызова данной команды необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать тип создаваемого массива (массив элементов построения, массив операций, массив тел, массив граней, массив фрагментов);
2. Выбрать исходные объекты массива;
3. Выбрать исходную точку;
4. Выбрать целевые точки (одиночные или массивы);
5. Задать ограничения (необязательное действие);
6. Задать дополнительные параметры массива (необязательное действие);
7. Подтвердить создание массива (в автоменю или окне параметров).

Количество создаваемых копий исходного элемента соответствует количеству выбранных целевых точек. Позиционирование копий осуществляется путем совмещения исходной точки с целевыми. В результате копия располагается относительно целевой точки так же, как исходный объект расположен относительно исходной точки.



Исходная точка

Исходная точка может быть выбрана после активации одноимённого поля, расположенного на вкладке **Основные параметры** окна параметров команды. Данное поле взаимосвязано со следующей опцией автоменю:

<S> Выбрать точку исходного положения

Активация поля в окне параметров активирует опцию автоменю и наоборот. В результате на панели фильтров становятся доступны фильтры выбора точек, после чего можно выбрать желаемый объект в 3D сцене или дереве модели. Тип выбранного объекта (в виде иконки), его имя, а для геометрических элементов также имя родительской операции, отображаются в поле **Исходная точка**. Можно **Очистить** выбор с помощью кнопки в правой части поля.

> Исходная точка может быть выбрана как на исходном объекте так и в любой другой точке пространства. Главное, чтобы исходная точка не совпадала ни с одной из целевых.

Целевые точки

В качестве целевых точек можно выбирать как одиночные точки, так и массивы 3D узлов. При этом можно одновременно выбрать как весь массив узлов, так и дополнительно отдельные узлы этого массива. В таком случае на основе таких узлов будут созданы две копии исходного объекта одновременно. Для создания нескольких копий на основе одной и той же одиночной точки можно выбрать эту точку несколько раз.

Одиночные точки могут быть выбраны после активации списка **Целевая точка**, расположенного на вкладке **Основные параметры** окна параметров команды. Данный список взаимосвязан со следующей опцией автоменю:

<T> Выбрать точку целевого положения

Активация списка в окне параметров активирует опцию автоменю и наоборот. В результате на панели фильтров становятся доступны фильтры выбора точек, после чего можно последовательно выбрать любое количество объектов, определяющих точку, в 3D сцене или дереве модели. Тип выбранного объекта (в виде иконки), его имя, а для геометрических элементов также имя родительской операции, отображаются в списке **Целевая точка**.
Массивы 3D узлов могут быть выбраны после активации списка **Массив узлов**, расположенного на вкладке **Основные параметры** окна параметров команды. Данный список взаимосвязан со следующей опцией автоменю:

<A> Выбрать массив узлов – точек целевого положения

Активация списка в окне параметров активирует опцию автоменю и наоборот. В результате на панели фильтров становятся доступны фильтры выбора массивов, после чего можно последовательно выбрать любое количество массивов в 3D сцене или дереве модели. При этом доступны для выбора только массивы 3D узлов. Тип выбранного массива (в виде иконки) и его имя отображаются в списке **Массив узлов**.
Управление списками **Целевая точка** и **Массив узлов** осуществляется при помощи кнопок **Развернуть**, **Свернуть**, **Удалить элемент из списка** (удаляет выбранную строку списка), **Очистить** (удаляет все объекты из списка), расположенных в правой части списка. Также можно очистить сразу оба списка с помощью опции автоменю:

<K> Отменить выбор точек

Основные темы в этом разделе:

- Редактировать массив 3D элементов по точкам

См. также:

- Типы массивов 3D элементов
- Виды массивов 3D элементов
- Ограничения и исключения в массивах 3D элементов
- Дополнительные параметры массива 3D элементов
- Динамический просмотр
- Предварительный просмотр
- Общие параметры 3D элементов

Редактировать массив 3D элементов по точкам

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<3EAN>	Правка > Операции > Массив > По точкам

Команда предназначена для редактирования массивов по точкам.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

Если выбран один элемент, его можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент, приступить к редактированию или перезаданию.
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** + (комбинация **<Ctrl>** + отменяет выбор).

Массив 3D элементов по пути

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Операции > Массив > Массив по пути Сборка (3D) > Сборка > Массив > Массив по пути Листовой металл (3D) > Расширенные > Массив > Массив по пути Поверхности > Расширенные > Массив > Массив по пути Примитив > Расширенные > Массив > Массив по пути Опорная геометрия > Копирование > Массив > Массив по пути
Клавиатура	Текстовое меню
<ЗАР>	Операции > Массив > Массив по пути

Команда предназначена для создания массивов, положение элементов которых определяется направляющими кривыми.

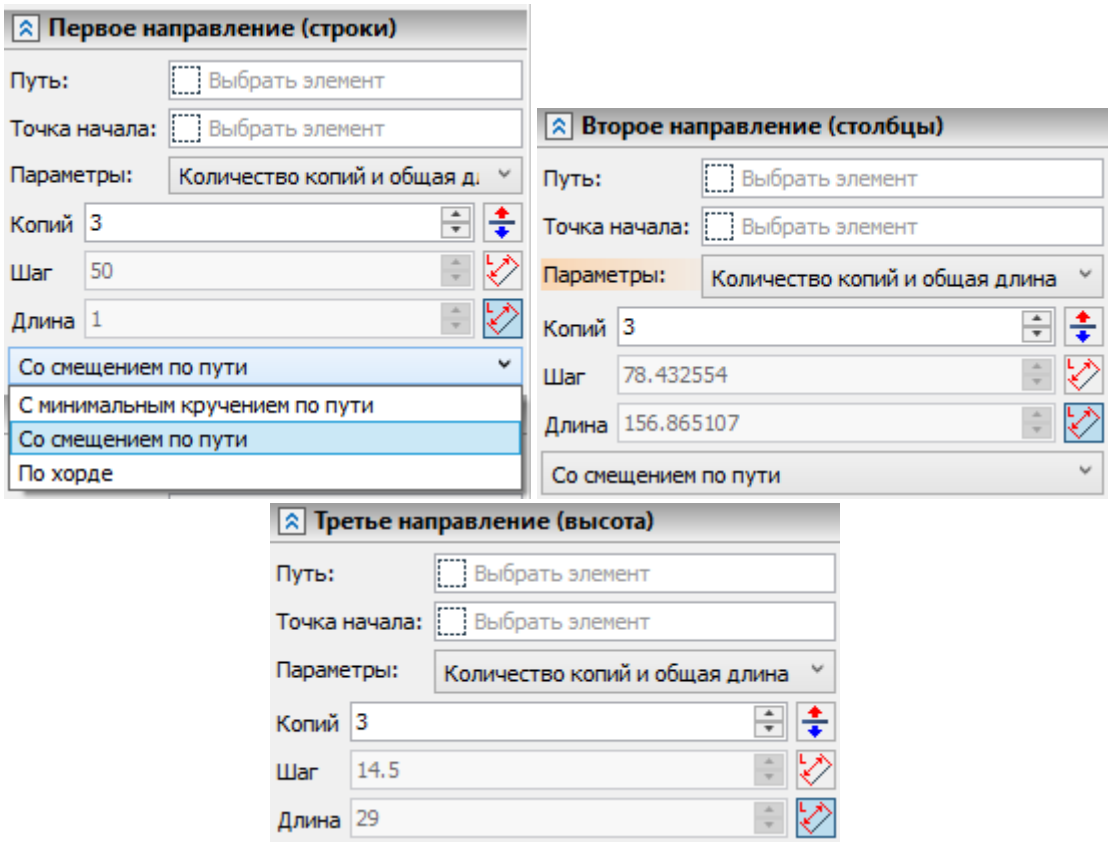
Общие правила создания операции описаны в разделе виды массивов 3D элементов.

Для создания массива по пути после вызова данной команды необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать тип создаваемого массива (массив элементов построения, массив операций, массив тел, массив граней, массив фрагментов);
2. Выбрать исходные объекты массива;
3. Задать направляющую кривую в первом направлении;
4. Задать точку начала в первом направлении (необязательное действие);
5. Задать количество копий, шаг и длину в первом направлении;
6. Задать способ позиционирования копий в первом направлении (необязательное действие);
7. Аналогично первому направлению задать направляющую кривую, точку начала и параметры массива во втором и/или третьем направлениях (необязательное действие);
8. Задать ограничения и исключения (необязательное действие);
9. Задать дополнительные параметры массива (необязательное действие);
10. Подтвердить создание массива (в автоменю или окне параметров).

Окно параметров команды помимо вкладок **Основные параметры** (выбор типа массива и исходных объектов), **Ограничения**, **Исключения** и **Дополнительно** содержит три однотипных вкладки:

- **Первое направление (строки);**
- **Второе направление (столбцы);**
- **Третье направление (высота).**



Эти три вкладки содержат одинаковый набор параметров для каждого направления, описанный ниже. Геометрический смысл данных параметров описан в разделе виды массивов 3D элементов.
Для создания массива нужно обязательно задать **Путь**, а также количество **Копий, Шаг** и **Длину** в **Первом направлении (строки)**. Среди трёх последних параметров пользователем задаются только любые два, а третий вычисляется на их основе автоматически.

Направляющая кривая задаётся после активации поля **Путь** на вкладке соответствующего направления. Данные поля взаимосвязаны со следующими опциями автоменю:

	<T>	Выбрать первую направляющую кривую
	<O>	Выбрать вторую направляющую кривую
	<J>	Выбрать третью направляющую кривую

Активация поля в окне параметров активирует соответствующую опцию автоменю и наоборот. В результате на панели фильтров становятся доступны фильтры выбора проволочных тел (3D профилей, граней, рёбер, циклов, 3D путей), после чего можно выбрать желаемый объект в 3D сцене или дереве модели. Тип выбранного объекта (в виде иконки), его имя, а для геометрических элементов также имя родительской операции, отображаются в поле **Путь**. Можно **Очистить** выбор с помощью кнопки, расположенной в правой части поля.
При выборе грани, в качестве направляющей кривой используется последовательность рёбер, ограничивающая выбранную грань.
Направление массива определяется выбранной кривой. Можно сменить его на противоположное с помощью кнопки **В обратном направлении**, расположенной справа от поля **Копий**.

Дополнительно для каждого направления можно задать **Точку начала**, активировав одноименное поле на вкладке направления в окне параметров команды. Данные поля взаимосвязаны со следующими опциями автоменю:

<S> Выбрать стартовую точку

<B> Выбрать стартовую точку

<K> Выбрать стартовую точку

Активация поля в окне параметров активирует соответствующую опцию автоменю и наоборот. В результате на панели фильтров становятся доступны фильтры выбора точек, после чего можно выбрать желаемый объект в 3D сцене или дереве модели. Тип выбранного объекта (в виде иконки), его имя, а для геометрических элементов также имя родительской операции, отображаются в поле **Точка начала**. Можно **Очистить** выбор с помощью кнопки, расположенной в правой части поля.

Ниже полей выбора точек начала на вкладке каждого из направлений в окне параметров расположен выпадающий список **Параметры**, в котором можно выбрать одно из следующих сочетаний параметров массива:

- **Количество копий и шаг**;
- **Общая длина и шаг;**
- **Количество копий и общая длина**.

В зависимости от выбранного сочетания будут доступны для редактирования только два из трёх расположенных ниже полей (**Копий, Шаг** и **Длина**), а значение в третьем поле будет вычисляться автоматически.

По умолчанию даже при выборе сочетания параметров, подразумевающего ввод длины пользователем, поле **Длина** неактивно, т.к. включена опция, автоматически приравнивающая длину массива в данном направлении к длине направляющей кривой. Эту опцию можно отключить с помощью кнопки **По пути**, расположенной справа от поля **Длина**. Аналогичная кнопка, приравнивающая **Шаг** к отношению **Длины** и количества **Копий,** есть справа от поля **Шаг**. Применение данных опций для **Длины** и **Шага** одновременно в одном и том же направлении невозможно.

> При использовании незамкнутой направляющей кривой и **Точки начала** учитывается не вся длина кривой, а лишь длина участка, ограниченного концом кривой и проекцией **Точки начала**.

Способ позиционирования для каждого направления задаётся в нижней части вкладки направления в окне параметров выбором необходимого варианта из выпадающего списка:

- **С минимальным кручением по пути**;
- **Со смещением по пути**;
- **По хорде**.

> Выбор способа позиционирования в третьем направлении невозможен. После задания пути для третьего направления в двух других доступен только способ **Со смещением по пути.**

При использовании способа позиционирования **По хорде** размер массива в данном направлении можно задавать, только используя вариант **Количество копий и шаг**.

Подробная информация о способах позиционирования доступна в разделе виды массивов 3D элементов.

Основные темы в этом разделе:

- Редактировать массив 3D элементов по пути

См. также:

- Типы массивов 3D элементов
- Виды массивов 3D элементов
- Ограничения и исключения в массивах 3D элементов
- Привязка к 3D элементам массива
- Дополнительные параметры массива 3D элементов
- Динамический просмотр
- Предварительный просмотр
- Общие параметры 3D элементов

Редактировать массив 3D элементов по пути

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	**Текстовое меню**
<3EAP>	Правка > Операции > Массив > По пути

Команда предназначена для редактирования массивов по пути.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды

<M> Преобразование

Если выбран один элемент, его можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент, приступить к редактированию или перезаданию.
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация <Shift> + (комбинация <Ctrl> + отменяет выбор).

Параметрический массив 3D элементов

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Операции > Массив > Параметрический массив Сборка (3D) > Сборка > Массив > Параметрический массив Листовой металл (3D) > Расширенные > Массив > Параметрический массив Поверхности > Расширенные > Массив > Параметрический массив Примитив > Расширенные > Массив > Параметрический массив Опорная геометрия > Копирование > Массив > Параметрический массив
Клавиатура	Текстовое меню
<3AA>	Операции > Массив > Параметрический массив

Команда предназначена для создания массивов путем параметрического копирования исходного объекта.

Общие правила создания операции описаны в разделе виды массивов 3D элементов.

Для создания параметрического массива после вызова данной команды необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать тип создаваемого массива (массив элементов построения, массив операций, массив тел);
2. Выбрать исходные объекты массива;
3. Выбрать исходную систему координат (необязательное действие);
4. Задать количество копий;
5. Выбрать элементы задающие систему координат текущей копии (необязательное действие);
6. Задать способ расчёта направления осей (необязательное действие, доступное если были выбраны элементы, задающие систему координат текущей копии);
7. Выбрать управляемые параметры (набор параметров отличается в режиме свободной ориентации копий и в режиме ориентации копий по кривым или поверхностям);
8. Задать управляющие параметры (набор параметров отличается в режиме свободной ориентации копий и в режиме ориентации копий по кривым или поверхностям);
9. Задать дополнительные параметры массива;
10. Подтвердить создание массива (в автоменю или окне параметров).

Параметрический массив создается путем копирования исходных объектов от исходной системы координат к системе координат текущей копии. По умолчанию в качестве исходной системы координат используется глобальная система координат текущего документа. При необходимости можно выбрать любую из существующих в 3D сцене локальных систем координат в качестве исходной при помощи опции автоменю:

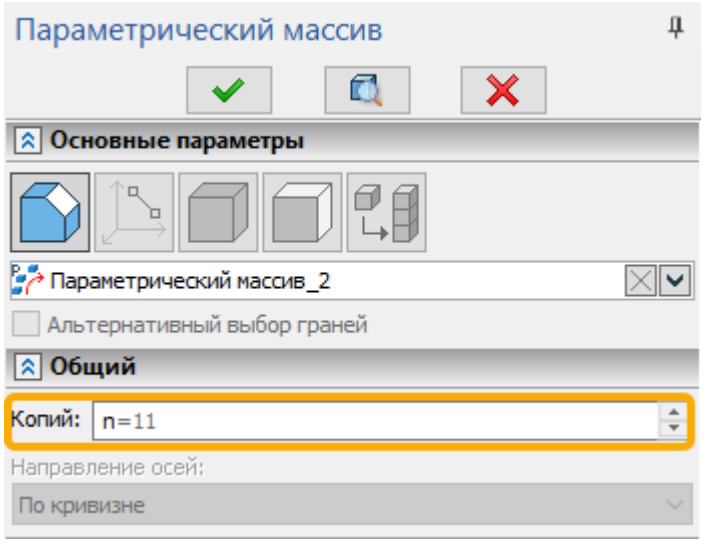
<6> Выбрать исходную систему координат

Данная опция активирует фильтр выбора ЛСК на панели фильтров, после чего можно выбрать требуемую ЛСК в 3D сцене или дереве модели. Выбранная ЛСК подсвечивается зелёным в 3D сцене, но не отображается в окне параметров команды.
Отменить выбор исходной СК можно с помощью опции автоменю:

<7> Отменить выбор элементов, задающих систему координат

> Имейте в виду, что данная опция также отменяет выбор элементов, задающих систему координат текущей копии при ориентации копии по кривым или поверхностям.

На вкладке **Общий** окна параметров команды можно задать количество **Копий** в массиве.



Окно параметров команды может иметь разный вид в зависимости от режима ориентации копий.

Свободная ориентация копий

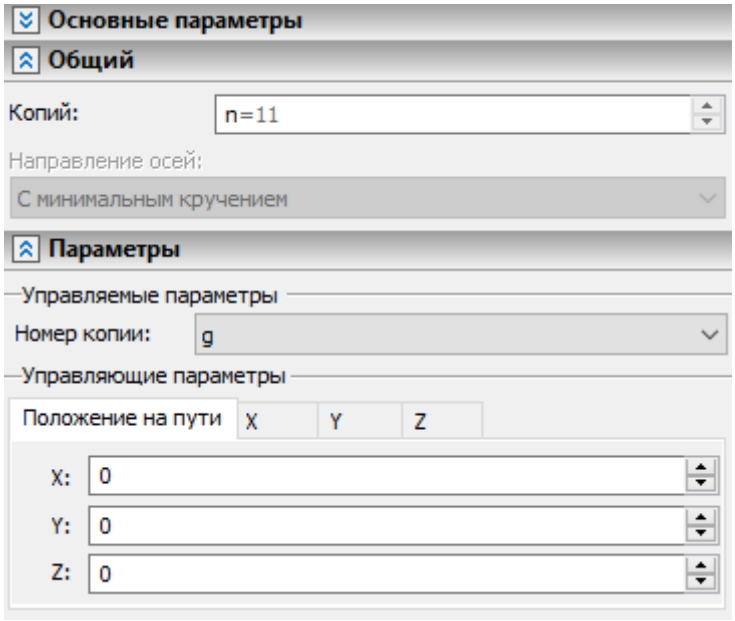
> Подробная информация о принципе построения ЛСК копий и геометрическом смысле задаваемых параметров в данном режиме доступна в разделе Свободная ориентация копий при создании тела По параметрам.

По умолчанию параметрический массив создаётся в режиме свободной ориентации копий. В данном режиме не требуется выбора кривых или поверхностей, задающих ориентацию копий, а выпадающий список **Направление осей** на вкладке **Общий** окна параметров команды недоступен, т.к. направление осей определяется выражениями, заданными пользователем для управляющих параметров.

На вкладке **Параметры** окна параметров команды доступны две группы параметров - **Управляемые** и **Управляющие**.

В группе **Управляемые параметры** в данном режиме доступен только **номер копии**. В выпадающем списке **Номер копии** доступны все имеющиеся в документе независимые вещественные переменные. Необходимо выбрать одну из них, чтобы она принимала значения номера копии.
В группе **Управляющие параметры** в данном режиме доступны три вкладки:

- **Положение на пути**
  Содержит поля ввода глобальных координат **X, Y, Z** точки **начала координат** ЛСК текущей копии.
- **X**
  Содержит поля ввода глобальных координат **X, Y, Z** точки, определяющей **направление оси X** ЛСК текущей копии.
- **Y**
  Содержит поля ввода глобальных координат **X, Y, Z** точки, определяющей **направление оси Y** ЛСК текущей копии.
- **Z**
  Содержит поля ввода глобальных координат **X, Y, Z** точки, определяющей **направление оси Z** ЛСК текущей копии.



Ориентация копий по кривым или поверхностям

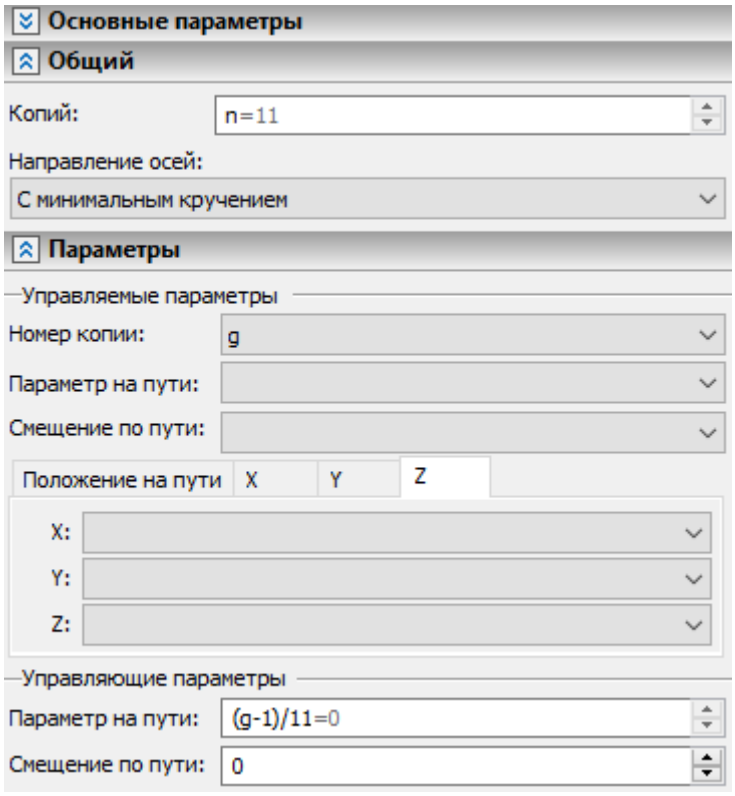
> Подробная информация о принципе построения ЛСК копий и геометрическом смысле задаваемых параметров в данном режиме доступна в разделе Заданная ориентация копий при создании тела По параметрам.

Для перехода в данный режим необходимо выбрать кривую, задающую положение начала координат ЛСК текущей копии, с помощью опции автоменю:

<1> Выбрать кривую, задающую положение начала координат

Данная опция активирует фильтр выбора проволочных тел (3D профилей, граней, рёбер, циклов, 3D путей) на панели фильтров, после чего можно выбрать требуемый объект в 3D сцене или дереве модели. Выбранная кривая подсвечивается зелёным в 3D сцене, но не отображается в окне параметров команды. При выборе грани, в качестве кривой используется

совокупность рёбер, ограничивающих данную грань, а сама грань подсвечивается в 3D сцене синим цветом.
После выбора кривой вид окна параметров команды меняется:



Опционально можно задать ориентацию осей ЛСК текущей копии кривыми или поверхностями. Выбор кривых осуществляется с помощью следующих опций автоменю:

<2> Выбрать кривую, задающую направление оси X

<3> Выбрать кривую, задающую направление оси Y

Выбор данных кривых осуществляется аналогично выбору кривой, задающей положение начала координат.
Выбор поверхностей осуществляется с помощью следующих опций автоменю:

<4> Выбрать поверхность, задающую ориентацию оси X

<5> Выбрать поверхность, задающую ориентацию оси Y

Данные опции активируют фильтр выбора геометрических поверхностей (3D профилей, операций, граней, рабочих поверхностей) на панели фильтров, после чего можно выбрать требуемый объект в 3D сцене или дереве модели. Выбранный объект не отображается в окне параметров команды. Выбранная грань подсвечивается в 3D сцене синим цветом, а её контур - зелёным.

Отменить выбор кривых и поверхностей, задающих положение начала координат ЛСК текущей копии и ориентацию её осей, можно с помощью опции автоменю:

<7> Отменить выбор элементов, задающих систему координат

Имейте в виду, что данная опция также отменяет выбор исходной системы координат.

В результате отменяется выбор всех кривых и поверхностей сразу. Отдельно отменить выбор только одного из объектов невозможно.

При выборе только кривой, задающей положение начала координат , в выпадающем списке **Направление осей** на вкладке **Общий** окна параметров команды можно выбрать одну из следующих опций:

- **С минимальным кручением**
  Ось X совпадает по направлению с вектором кривизны.
- **По кривизне**
  Ось X направлена таким образом, чтобы обеспечить плавное вращение от положения вектора кривизны в начале кривой к положению вектора кривизны в конце кривой.

При выборе кривых, задающих направление осей , набор доступных опций **Направления осей** меняется:

- **По минимальному расстоянию**
  Направление оси координат ЛСК копии определяется вектором, построенным из точки начала координат на кривой, определяющей начало координат, к ближайшей точке на кривой, выбранной для задания направления оси.
- **Перпендикулярно пути**
  Перпендикулярно касательной к кривой, определяющей начало координат, в точке начала координат текущей копии строится плоскость. Вектор направления оси строится из начала координат текущей копии к точке пересечения этой плоскости с кривой, выбранной для задания направления оси.
- **По параметру**
  Значение выражения в поле **По параметру** задаёт точку на кривой, выбранной для задания направления оси. Вектор направления оси строится из начала координат текущей копии к данной точке.
- **По смещению**.
  Значение выражения в поле **По смещению** задаёт точку на кривой, выбранной для задания направления оси. Вектор направления оси строится из начала координат текущей копии к данной точке.

При выборе поверхностей, задающих направление осей , выпадающий список **Направление осей** недоступен.

На вкладке **Параметры** окна параметров команды доступны две группы параметров - **Управляемые** и **Управляющие**.

В группе **Управляемые параметры** в данном режиме доступны выпадающие списки **Номер копии, Параметр на пути** и **Смещение по пути. Параметр на пути** и **Смещение по пути** разными способами определяют положение точки начала координат текущей копии на кривой, выбранной для задания начала координат. **Параметр на пути** изменяется в пределах от 0 (в начале кривой) до 1 (в конце кривой); **Смещение по пути** измеряется в единицах длины, установленных в параметрах документа, и равно длине участка кривой от начала до искомой точки.

Также в группе **Управляемые параметры** доступны также три вкладки:

- **Положение на пути**
  Содержит выпадающие списки **X, Y, Z,** соответствующие глобальным координатам точки **начала координат** ЛСК текущей копии.
- **X**
  Содержит выпадающие списки **X, Y, Z,** соответствующие глобальным координатам точки, определяющей **направление оси X** ЛСК текущей копии.
- **Y**
  Содержит выпадающие списки **X, Y, Z,** соответствующие глобальным координатам точки, определяющей **направление оси Y** ЛСК текущей копии.
- **Z**
  Содержит выпадающие списки **X, Y, Z,** соответствующие глобальным координатам точки, определяющей **направление оси Z** ЛСК текущей копии.

В каждом из выпадающих списков управляемых параметров доступны все имеющиеся в документе независимые вещественные переменные; можно выбрать одну из переменных, чтобы она принимала значения соответствующего параметра.

Для создания массива требуется задать как минимум один управляемый параметр.

В группе **Управляющие параметры** доступны поля **Параметр на пути** и **Смещение по пути.** Данные параметры выполняют одну и ту же функцию – определяют положение точки на кривой разными способами (см. выше). Поэтому в качестве управляющих параметров нельзя задать одновременно и параметр на пути, и смещение; необходимо задать только один из этих параметров.

Основные темы в этом разделе:

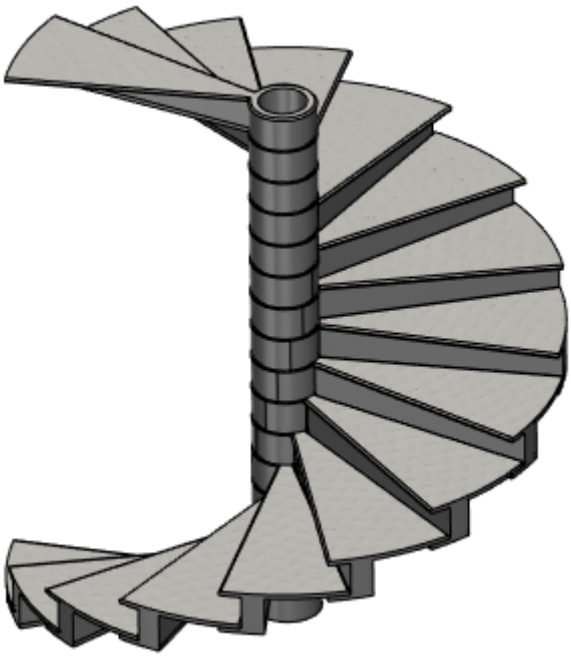
- Пример параметрического массива 3D элементов со свободной ориентацией копии
- Редактировать параметрический массив 3D элементов

См. также:

- Типы массивов 3D элементов
- Виды массивов 3D элементов
- Дополнительные параметры массива 3D элементов
- Динамический просмотр
- Предварительный просмотр
- Общие параметры 3D элементов
- Тело по параметрам

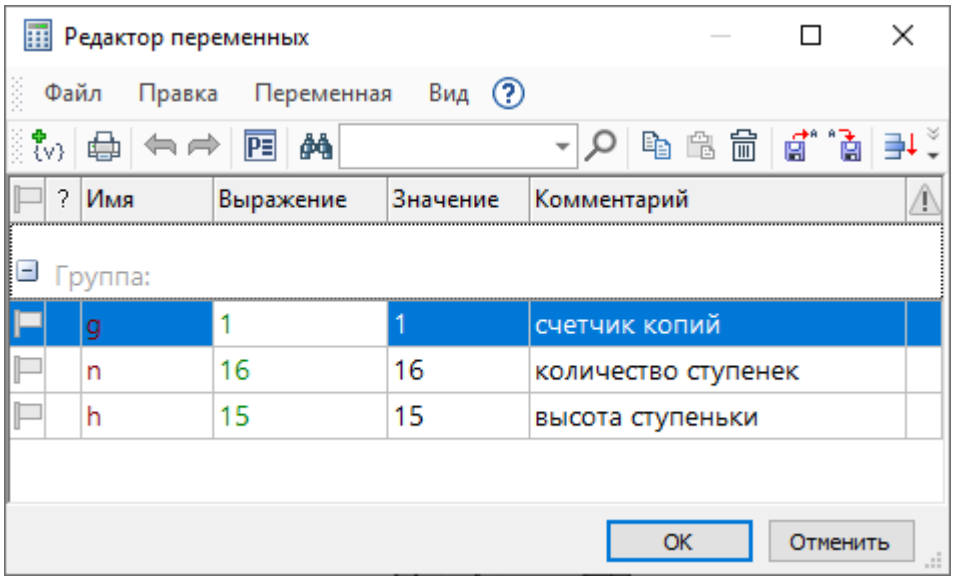
Пример параметрического массива 3D элементов со свободной ориентацией копии

Создание параметрического массива аналогично созданию тела по параметрам. Здесь мы рассмотрим создание массива на примере модели винтовой лестницы.
Модель построена как параметрический массив со свободной ориентацией копий на основе 3D фрагмента одной секции лестницы.



Файлы примера находятся в библиотеке **Примеры 17**, в папке **3D моделирование.Операции\Массив_Винтовая лестница.grb.**

При создании массива таким способом достаточно выбрать тело, задать количество копий и назначить независимую переменную на параметр **Номер копии**. Используя переменную, принимающую значения номеров копий, можно создать определённые зависимости в полях управляющих параметров, а также в 2D или 3D построениях, от которых, в свою очередь, будет зависеть положение и геометрия исходного тела. В данном примере секция лестницы копируется с изменением положения по высоте и угла поворота относительно оси лестницы.
Для удобства работы с моделью в редакторе переменных созданы следующие переменные:

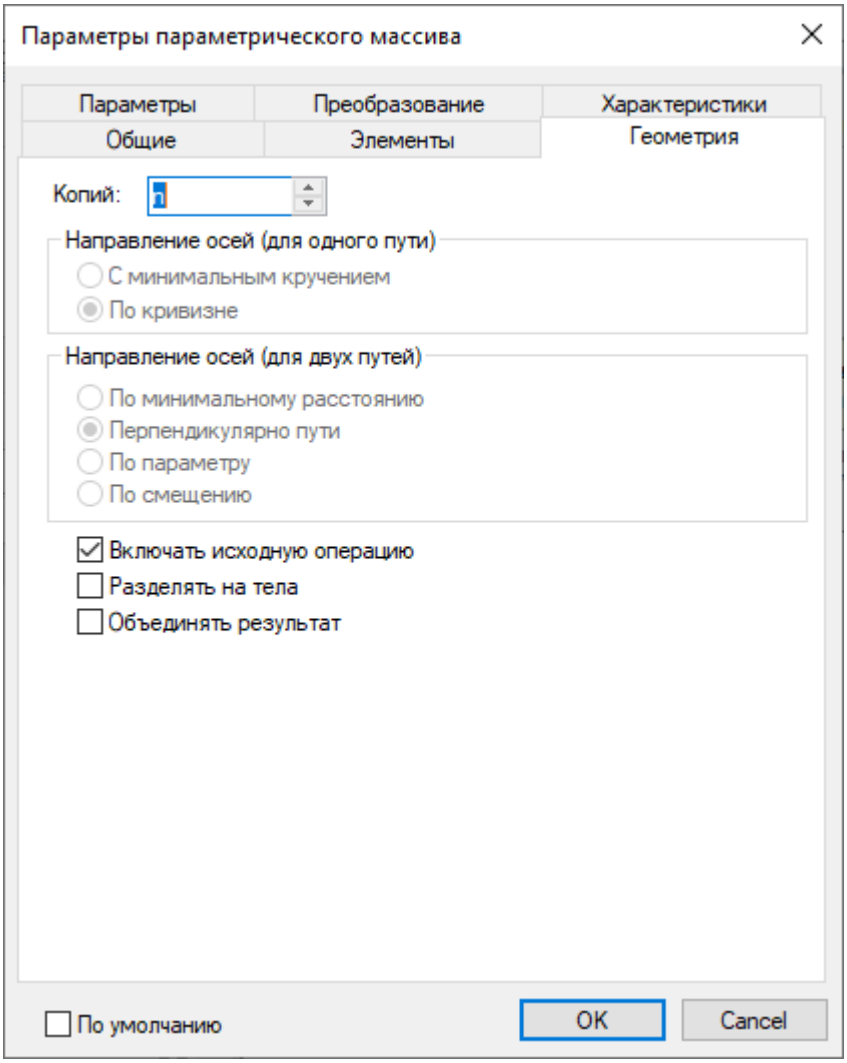


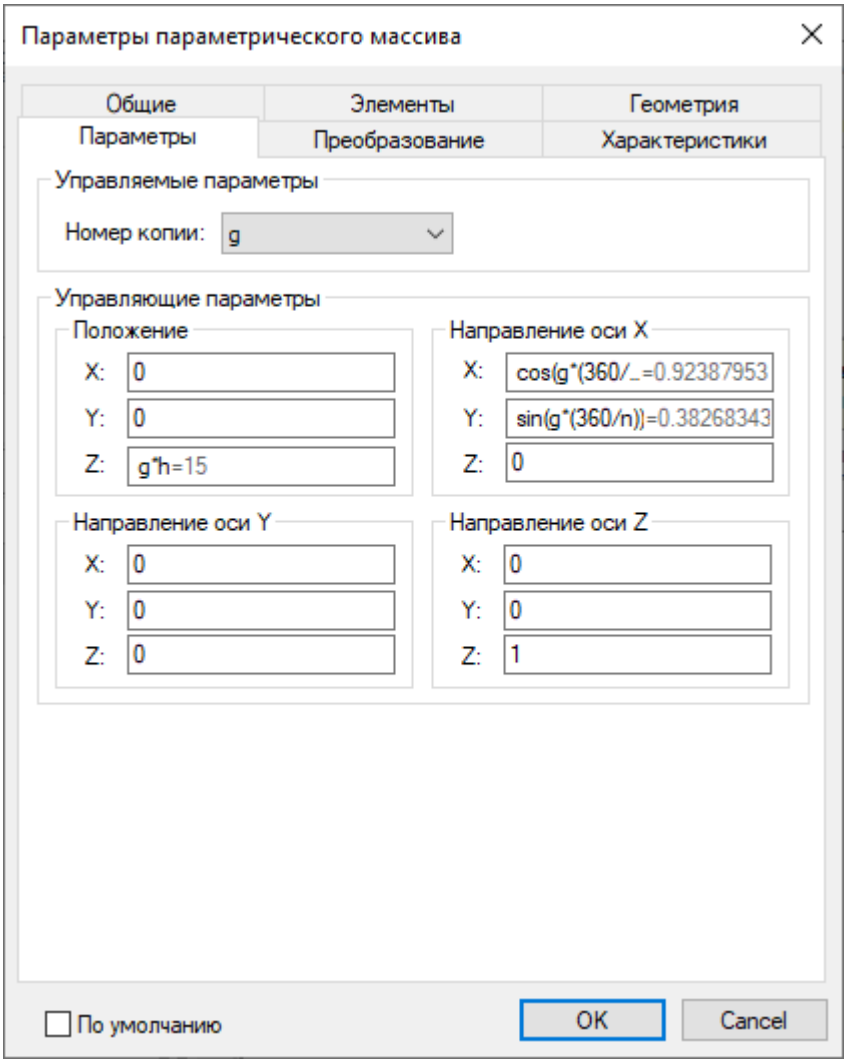
Секция винтовой лестницы вставлена в документ в качестве 3D фрагмента. Данный фрагмент вставлен таким образом, что ось лестницы совпадает с глобальной осью Z. Если бы фрагмент располагался произвольно, то потребовалось бы дополнительно выбрать локальную систему координат с помощью опции:

<6> Выбрать исходную систему координат

Её ось Z должна была бы быть направлена по оси лестницы.

В данном примере закон, по которому будет определяться положение каждой копии в зависимости от значения счётчика копий, можно описать в полях управляющих параметров. Параметры массива можно задать в окне параметров команды **Параметрический массив** или в диалоге параметров массива.


Параметры параметрического массива
Параметры
Преобразование
Характеристики
Общие
Элементы
Геометрия
Копий:
1
Направление осей (для одного пути)
С минимальным кручением
По кривизне
Направление осей (для двух путей)
По минимальному расстоянию
Перпендикулярно пути
По параметру
По смещению
Включать исходную операцию
Разделять на тела
Объединять результат
По умолчанию
OK
Cancel



Позиция копий будет вычисляться по линейному закону вдоль глобальной оси Z с шагом, заданным переменной **h**. Ось X системы координат текущей копии будет вращаться вокруг оси лестницы. Это движение оси X определяет группа параметров **Направление оси X**. Направление оси Z системы координат копии совпадает с осью лестницы и с глобальной осью Z. Направление оси Y системы координат копии должно вычисляться автоматически, поэтому все управляющие параметры в данной группе заданы нулевыми значениями.

Редактировать параметрический массив 3D элементов

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<3EAA>	Правка > Операции > Массив > Параметрический

Команда предназначена для редактирования параметрических массивов.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, <Ctrl>+<E>	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

Если выбран один элемент, его можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент, приступить к редактированию или перезаданию.
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация <Shift>+ (комбинация <Ctrl>+ отменяет выбор).

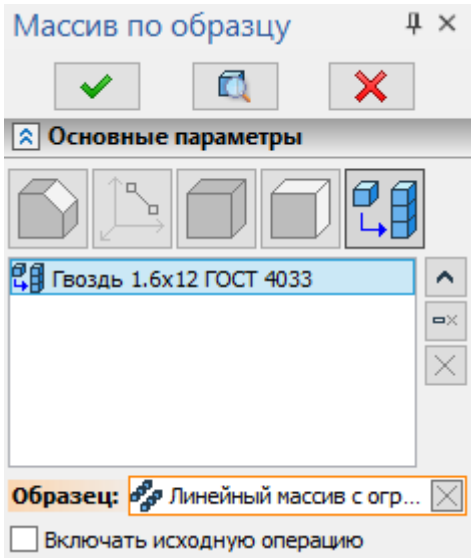
Массив 3D элементов по образцу

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Операции > Массив > Массив по образцу Сборка (3D) > Сборка > Массив > Массив по образцу Листовой металл (3D) > Расширенные > Массив > Массив по образцу Поверхности > Расширенные > Массив > Массив по образцу Примитив > Расширенные > Массив > Массив по образцу Опорная геометрия > Копирование > Массив > Массив по образцу
Клавиатура	Текстовое меню
<3AC>	Операции > Массив > Массив по образцу

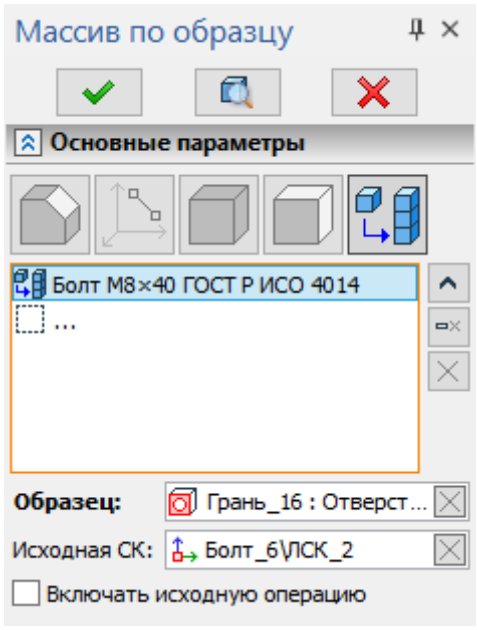
Команда предназначена для построения массива на основе существующего массива любого типа и вида, либо операции **Отверстие**.
Для создания массива по образцу после вызова данной команды необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать тип создаваемого массива (массив элементов построения, массив операций, массив тел, массив граней, массив фрагментов);

2. Выбрать исходные объекты массива;
3. Выбрать образец (массив или грань отверстия);
4. Выбрать исходную СК (необязательное действие, доступное после выбора отверстия в качестве образца);
5. Включить исходную операцию в состав создаваемого массива (необязательное действие);
6. Задать дополнительные параметры массива (необязательное действие);
7. Подтвердить создание массива (в автоменю или окне параметров).



Окно параметров команды
при выборе массива-образца



Окно параметров команды
при выборе отверстия-образца

Для выбора образца необходимо активировать поле **Образец** на вкладке **Основные параметры** окна параметров команды. Активация данного поля включает на панели фильтров фильтры выбора граней и операций, после чего можно выбрать требуемый объект в 3D сцене или дереве модели. При этом среди операций доступны для выбора только массивы всех типов и видов, а среди граней - грани, созданные операцией **Отверстие** и **массивами граней**, исходными объектами которых являются грани отверстий. Название выбранного объекта и иконка, символизирующая его тип, и название родительской операции отображаются в поле **Образец**. С помощью кнопки в правой части поля можно **Очистить** выбор. Несмотря на то, что при выборе грани отверстия в поле **Образец** отображается конкретная грань, фактически образцом являются все отверстия, созданные той же операцией, что и выбранная грань.

После выбора грани отверстия качестве образца на вкладке **Основные параметры** окна параметров команды становится доступным поле **Исходная СК**. Активация данного поля включает на панели фильтров фильтры выбора ЛСК, после чего можно выбрать требуемый объект в 3D сцене или дереве модели. Название выбранной ЛСК и иконка, символизирующая её тип, отображаются в поле **Исходная СК**. С помощью кнопки в правой части поля можно **Очистить** выбор.

При создании массива по отверстию-образцу, копии создаются путем позиционирования исходного объекта массива следующим образом:

- При создании массива фрагментов без выбора исходной СК, глобальная СК фрагмента совмещается с системой координат отверстия.
- При создании массива других типов без выбора исходной СК, с системой координат отверстия совмещается либо СК исходного объекта (если таковая существует), либо глобальная СК текущего документа.
- При выборе исходной СК, независимо от типа массива, эта СК совмещается с системой координат отверстия.

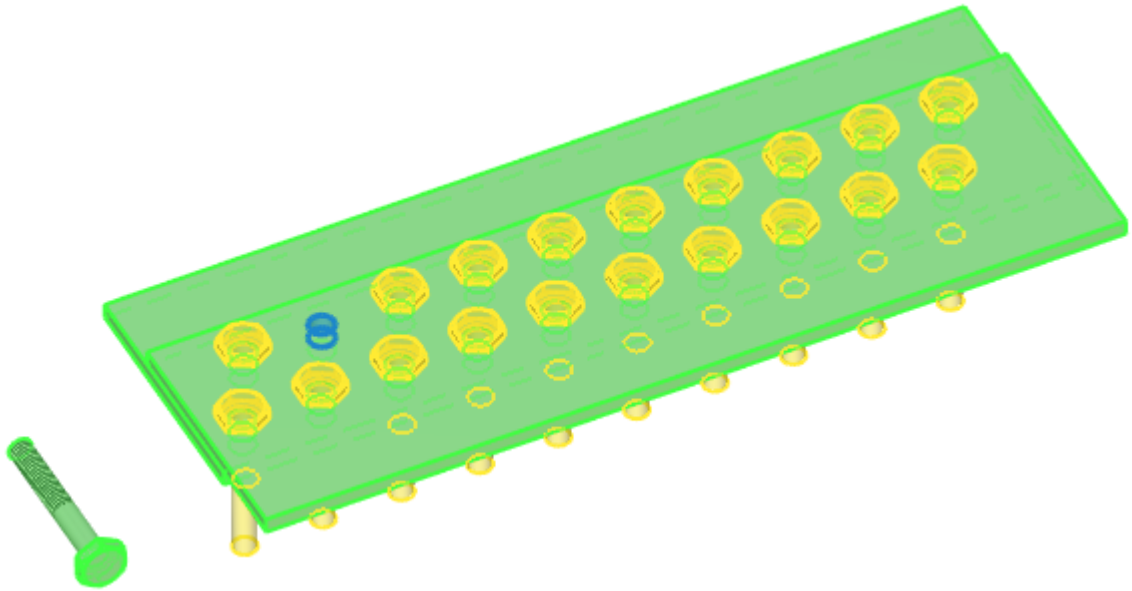
Подробная информация о системах координат отверстий доступна в разделе Ориентация отверстий.

В зависимости от типа отверстия-образца может по разному обрабатываться тот экземпляр отверстия, грань которого непосредственно выбрана в поле **Образец**. В одних случаях копия на основе этого экземпляра создаётся по умолчанию, в других случаях для создания такой копии необходимо установить флаг **Включать исходную операцию** в окне параметров команды.

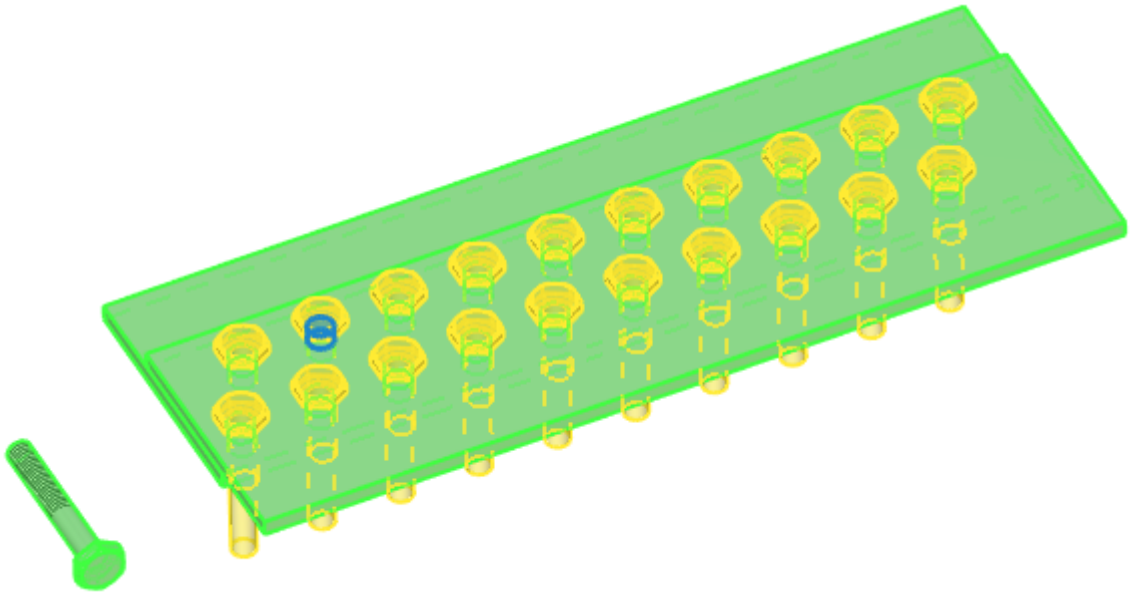
Зелёный болт - исходный объект массива по образцу

Жёлтые болты - динамический просмотр результата создания массива

Синим выделена грань-образец



Флаг **Включать исходную операцию** снят



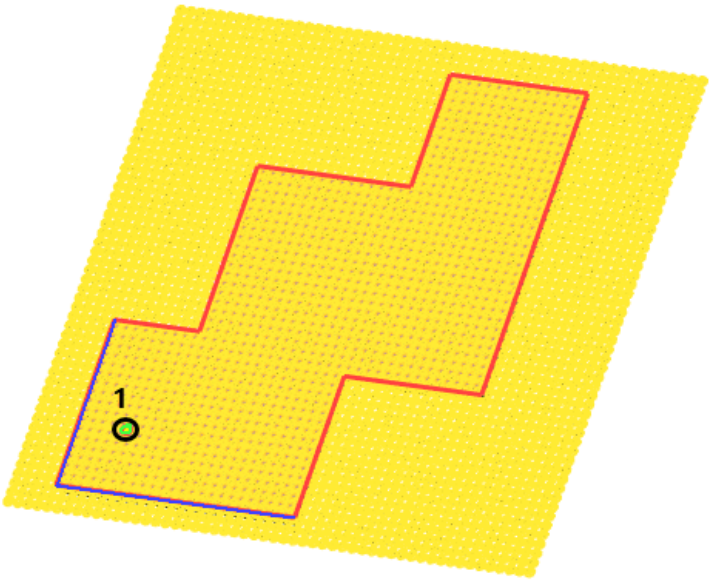
Флаг **Включать исходную операцию** установлен

> Динамический просмотр может не отображать результат установки/снятия флагов до применения предварительного просмотра.

При создании массива по массиву-образцу, положение исходного объекта нового массива не меняется. Таким образом, если положение исходного объекта массива по образцу не совпадает с положением исходного объекта массива-образца, то и положения копий совпадать не будут.
При выборе непараметрического массива в качестве образца, копии располагаются относительно исходного объекта массива по образцу таким же образом, как элемента массива-образца расположены относительно исходного объекта массива-образца.
При выборе параметрического массива (как созданного командой **Параметрический массив**, так и созданного командой **Массив по таблице** с включенной опцией **Параметрический массив**) в качестве образца, считывается только количество копий, а остальные параметры игнорируются; в результате все копии массива по образцу расположены в одной точке и имеют одинаковую геометрию, независимо от того, какими переменными заданы параметры исходного объекта. Таким образом, использование параметрического массива в качестве образца, как правило, нецелесообразно.

К массиву по образцу автоматически применяются те же ограничения и исключения, что применены к образцу. При этом результат применения ограничений к массиву по образцу может отличаться от результата применения ограничений к массиву-образцу из-за разницы в положении исходных элементов массива относительно ограничивающих элементов. Ограничения и исключения, унаследованные от образца, не отображаются в окне параметров команды массива по образцу.

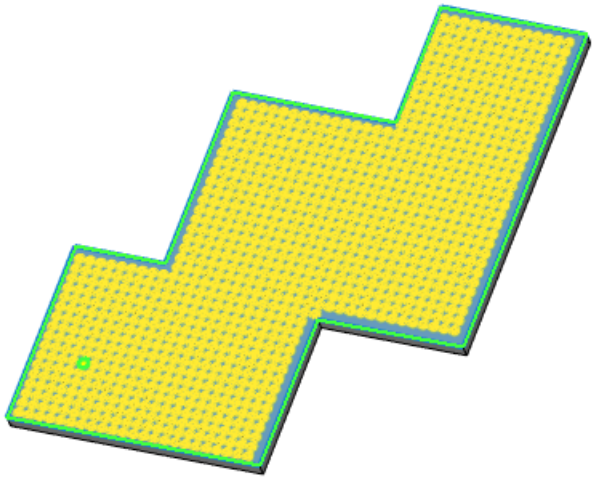
> Динамический просмотр не отображает результат применения ограничений. Пользуйтесь предварительным просмотром.



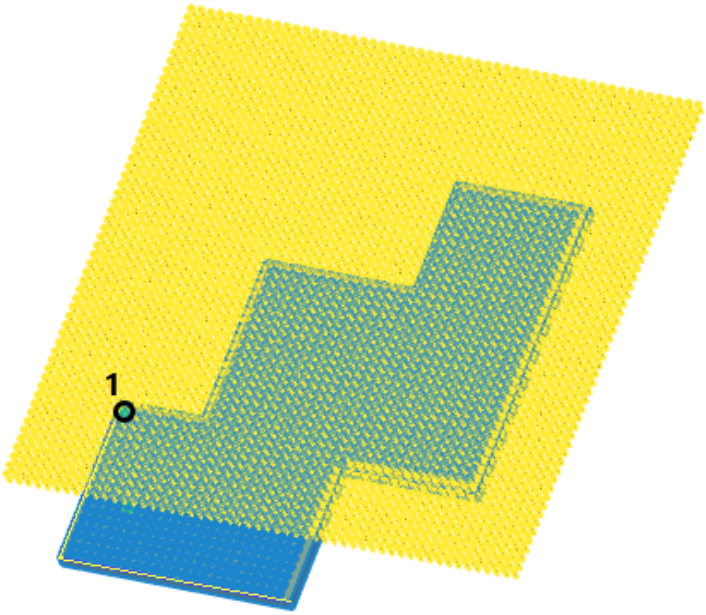
Массив-образец до применения ограничений.

Красным выделен контур ограничивающей грани.

1 - Исходный объект массива-образца.

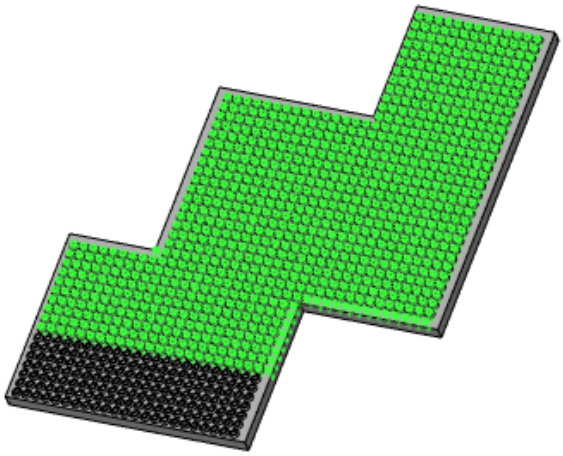


Массив-образец после применения ограничений.



Синим выделен массив-образец;

Жёлтым выделен предварительный просмотр результата построения массива по образцу без учета ограничений;
1 - Исходный объект массива по образцу.



Зелёным выделен фактический результат операции после применения ограничений.

См. также:

- Типы массивов 3D элементов
- Виды массивов 3D элементов

- Ограничения и исключения в массивах 3D элементов
- Привязка к 3D элементам массива
- Дополнительные параметры массива 3D элементов
- Динамический просмотр
- Предварительный просмотр
- Общие параметры 3D элементов

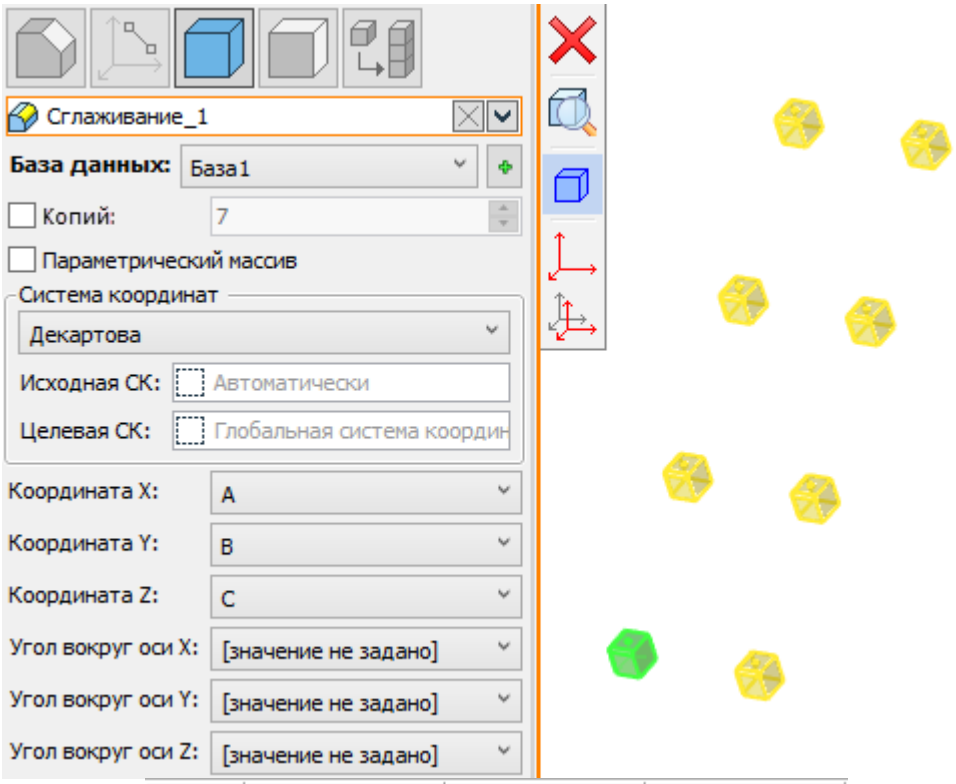
Массив 3D элементов по таблице

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Операции > Массив > Массив по таблице Сборка (3D) > Сборка > Массив > Массив по таблице Листовой металл (3D) > Расширенные > Массив > Массив по таблице Поверхности > Расширенные > Массив > Массив по таблице Примитив > Расширенные > Массив > Массив по таблице Опорная геометрия > Копирование > Массив > Массив по таблице
Клавиатура	Текстовое меню
<3AD>	Операции > Массив > Массив по таблице

Команда предназначена для создания массивов на основе базы данных. Значения из базы данных используются в качестве координат элементов массива (непараметрический массив по таблице) или в качестве значений переменных модели (параметрический массив по таблице).
Для создания непараметрического массива по таблице после вызова данной команды необходимо выполнить следующие действия:

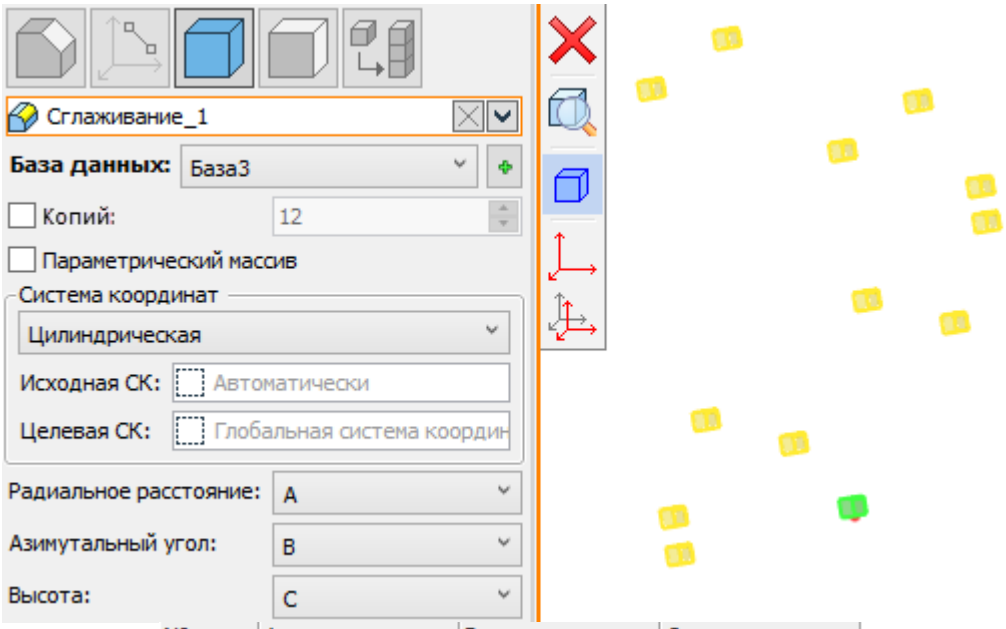
1. Выбрать тип создаваемого массива (массив элементов построения, массив операций, массив тел, массив граней, массив фрагментов);
2. Выбрать исходные объекты массива;
3. Выбрать базу данных;
4. Задать число копий (необязательное действие);
5. Выбрать систему координат (декартову, сферическую или цилиндрическую);
6. Выбрать исходную и/или целевую системы координат (необязательное действие);
7. Установить соответствие между столбцами базы данных и координатами элементов массива;
8. Задать дополнительные параметры массива (необязательное действие).
9. Подтвердить создание массива (в автоменю или окне параметров).

Создание параметрического массива по таблице описано отдельно.



№	A	B	C
1	0	500	333
2	0	1000	666
3	0	1500	999
4	500	0	0
5	500	500	333
6	500	1000	666
7	500	1500	999

Массив по таблице в декартовой системе координат



№	A	B	C
1	1000	30	100
2	1000	60	-100
3	1000	90	600
4	1000	120	400
5	1000	150	1100
6	1000	180	900
7	1000	210	1600
8	1000	240	1400
9	1000	270	2100
10	1000	300	1900
11	1000	330	2600
12	1000	360	2400

Массив по таблице в цилиндрической системе координат

После выбора исходных объектов массива необходимо выбрать **Базу данных** в одноимённом выпадающем списке в окне параметров команды. Список содержит все базы данных, имеющиеся в текущем документе. При необходимости можно создать новую базу, нажав на кнопку **Создать базу данных,** расположенную справа от выпадающего списка.

Подробная информация о работе с базами данных доступна в разделе Базы данных.

По умолчанию число копий в массиве соответствует числу строк выбранной базы данных. Оно отображается в поле число **Копий** в окне параметров команды, но не доступно для редактирования. Если требуется задать другое число копий, следует установить флаг слева от данного поля. После установки флага можно ввести произвольное значение числа **Копий**. Однако, данное значение не может быть больше, чем число строк выбранной базы данных. При произвольном числе копий массивом используется соответствующее количество строк от начала базы данных, а содержимое остальных строк никак не влияет на результат построения.

В группе параметров **Система координат** в окне параметров команды находится выпадающий список, в котором можно выбрать **Декартову**, **Сферическую** или **Цилиндрическую** систему

координат. В зависимости от выбранной системы меняется набор параметров в нижней части вкладки **Основные параметры** окна параметров команды.

Опционально можно выбрать существующие в модели локальные системы координат в качестве **Исходной** и **Целевой СК**. При выборе в вышеупомянутом выпадающем списке варианта **Декартова**, координаты элементов массива будут задаваться в **Целевой СК**. При выборе вариантов **Сферическая** или **Цилиндрическая** координаты элементов массива задаются в системе координат соответствующего типа, автоматически создаваемой на основе **Целевой СК**. Линейные и угловые координаты **Исходной СК** относительно глобальной СК дополнительно прибавляются к координатам каждого элемента массива.

По умолчанию исходная СК не применяется, а в качестве целевой используется глобальная СК.

Исходная и **Целевая СК** выбираются в 3D сцене или дереве модели после активации одноименных полей в окне параметров команды или следующих опций автоменю:

<S> Выбрать исходную систему координат

<T> Выбрать целевую систему координат

После выбора систем координат необходимо установить соответствие между координатами элементов массива и столбцами выбранной базы данных. В зависимости от выбранного типа СК (**Декартова**, **Сферическая** или **Цилиндрическая**) в нижней части вкладки **Основные параметры** окна параметров команды доступен один из следующих наборов выпадающих списков.

Для декартовой системы координат:

- **Координата X;**
- **Координата Y;**
- **Координата Z;**
- **Угол вокруг оси X;**
- **Угол вокруг оси Y;**
- **Угол вокруг оси Z.**

Для сферической системы координат:

- **Радиальное расстояние**
  Расстояние от начала координат декартовой **Целевой СК**.
- **Зенитный угол**
  Отклонение от положительного направления оси Z декартовой **Целевой СК**.
- **Азимутальный угол**
  Угол относительно оси X в плоскости XY декартовой **Целевой СК**.

Для цилиндрической системы координат:

- **Радиальное расстояние**
  Расстояние от оси Z декартовой **Целевой СК**.
- **Азимутальный угол**
  Угол относительно оси X в плоскости XY декартовой **Целевой СК**.
- **Высота**
  Расстояние от плоскости XY декартовой **Целевой СК**.

В каждом из выпадающих списков можно выбрать название одного из столбцов базы данных, значения в котором будет определять соответствующую координату элемента массива. Можно выбирать один и тот же столбец в нескольких выпадающих списках одновременно.

Обязательным условием является выбор столбца базы данных хотя бы в одном из доступных выпадающих списков.

Помимо названий столбцов базы данных выпадающие списки содержат еще две опции:

- **[значение не задано]**
  Соответствующая координата будет равна нулю.
- **[по умолчанию]**
  Соответствующая координата будет взята с исходного объекта. Данная опция неприменима, если выбраны исходная и/или целевая СК.

Основные темы в этом разделе:

- Параметрический массив 3D элементов по таблице

См. также:

- Типы массивов 3D элементов
- Виды массивов 3D элементов
- Привязка к 3D элементам массива
- Динамический просмотр
- Предварительный просмотр
- Общие параметры 3D элементов

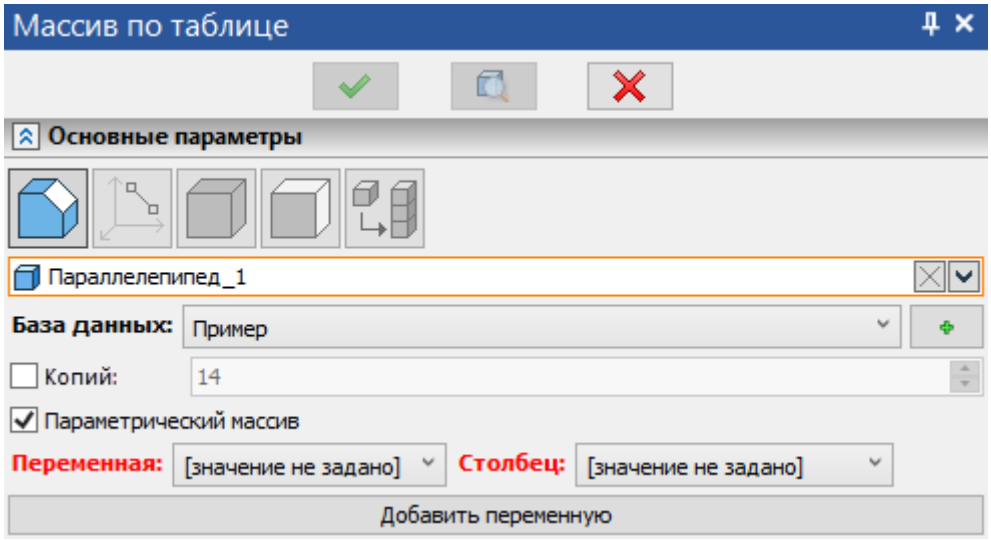
Параметрический массив 3D элементов по таблице

Параметрический массив по таблице позволяет установить соответствие между столбцами базы данных и переменными модели.

Чтобы создать параметрический массив по таблице, так же, как и при создании обычного массива по таблице, сначала необходимо выбрать тип создаваемого массива (массив элементов построения, массив операций, массив тел, массив граней, массив фрагментов), исходные объекты, базу данных и, опционально, число копий.
Далее необходимо установить флаг **Параметрический массив** на вкладке **Основные параметры** окна параметров команды.
При активации данного флага исчезают группа параметров **Система координат** и соответствующие опции автоменю, а набор выпадающих списков в нижней части вкладки сменяется строкой, содержащей два выпадающих списка - **Переменная** и **Столбец**. Выпадающий список **Переменная** содержит имена всех переменных текущего документа.

> Подробная информация о работе с переменными приведена в разделе Параметризация.

Выпадающий список **Столбец** содержит имена всех столбцов выбранной базы данных.
Необходимо выбрать элементы в обоих списках, в результате чего содержимое выбранного столбца будет использоваться в качестве значений выбранной переменной.



Ниже находится кнопка **Добавить переменную**, при нажатии которой в окно параметров команды добавляется еще одна строка с парой выпадающих списков **Переменная** и **Столбец**. Можно добавить множество таких строк, последовательно нажимая на данную кнопку необходимое число раз. В каждой строке устанавливается соответствие между одной из переменных документа и одним из столбцов выбранной базы данных аналогично описанному выше. Если количество пар выпадающих списков больше, чем требуется, лишнюю строку можно удалить, нажав кнопку **Удалить переменную** в правой части строки.

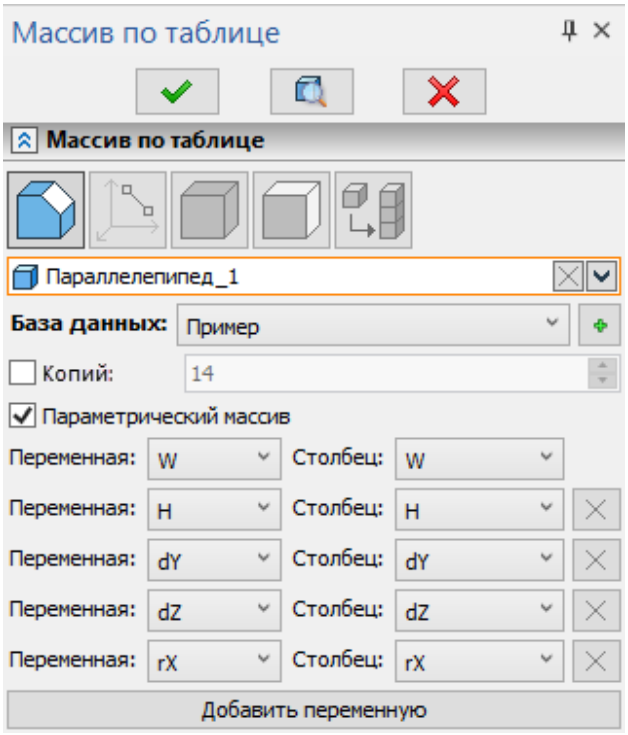
По умолчанию во всех списках выбрана опция **[значение не задано]**. Не обязательно задавать значения в каждом списке; наличие незаданных значений не препятствует созданию массива, если задано соответствие столбцу базы данных хотя бы для одной переменной.

Можно выбирать одни и те же столбцы в качестве значений разных переменных.

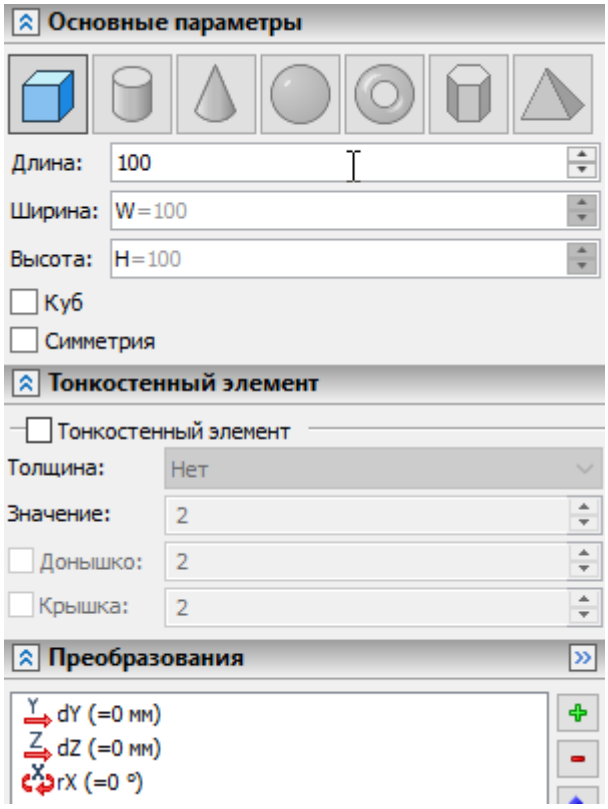
Система не препятствует приравниванию одной и той же переменной к нескольким столбцам одновременно, однако, в итоге массив будет построен с использованием значений столбца, выбранного в самом нижнем списке для такой переменной.

Также можно задать дополнительные параметры массива.

После того, как заданы все необходимые параметры команды подтвердите создание массива (в автоменю или окне параметров).



№	W	H	dY	dZ	rX
1	100	1000	0	0	0
2	700	100	0	1000	0
3	100	100	530	500	0
4	100	1000	800	0	0
5	700	100	1100	1000	0
6	500	100	1100	500	0
7	100	1100	1550	0	0
8	600	100	1900	0	0
9	100	1100	2350	0	0
10	600	100	2700	0	0
11	600	100	2700	1000	0
12	500	100	2650	500	0
13	1210	100	3450	520	60
14	1210	100	3350	520	300



Параметрический массив по таблице, использованная база данных и параметры исходного примитива

См. также:

- Массив 3D элементов по таблице
- Типы массивов 3D элементов
- Виды массивов 3D элементов
- Привязка к 3D элементам массива

Схема размещения и сдвиг на полшага в массивах 3D элементов

Для линейных и круговых массивов доступны следующие **Схемы размещения**:

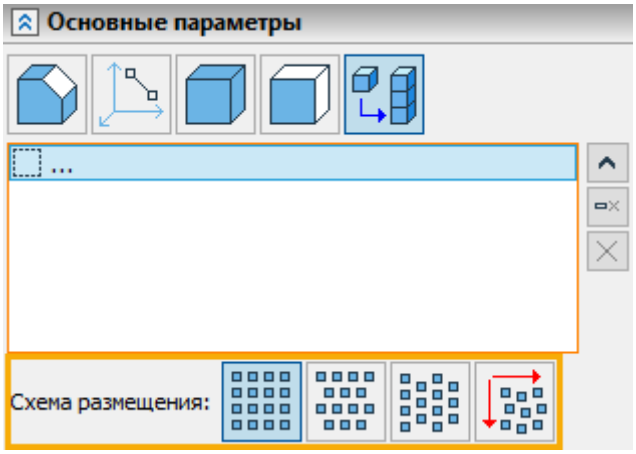
Стандартная;

Сдвиг по строкам;

Сдвиг по столбцам;

Пользовательская.

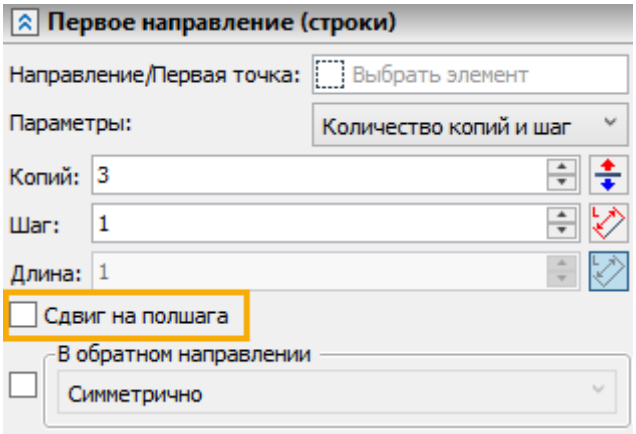
Схемы можно переключать на вкладке **Основные параметры** окна параметров команды:



На вкладках каждого из направлений массива в окне параметров команды есть флаги **Сдвиг на полшага.**

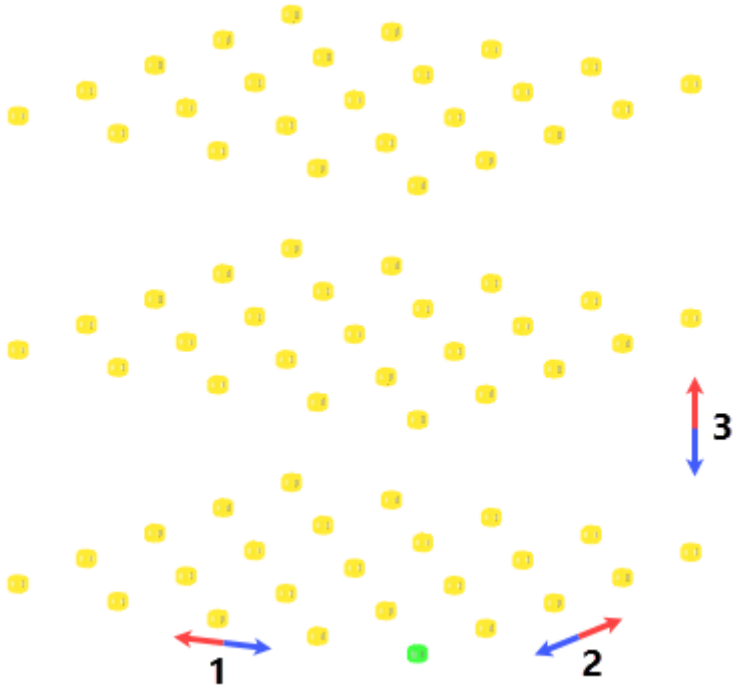
Выбор схемы размещения устанавливает определённую конфигурацию данных флагов. И наоборот, установка вручную конфигурации данных флагов, соответствующей той или иной схеме размещения, автоматически активирует эту схему.

При установленных флагах каждая вторая строка, столбец или высота (в зависимости от того, для каких направлений установлен флаг) сдвигается на половину шага.



Стандартная схема размещения

По умолчанию при создании массивов установлена стандартная схема размещения. При данной схеме флаги **Сдвиг на полшага** сняты для всех направлений.



Здесь и далее:

1 - Первое направление (строки).

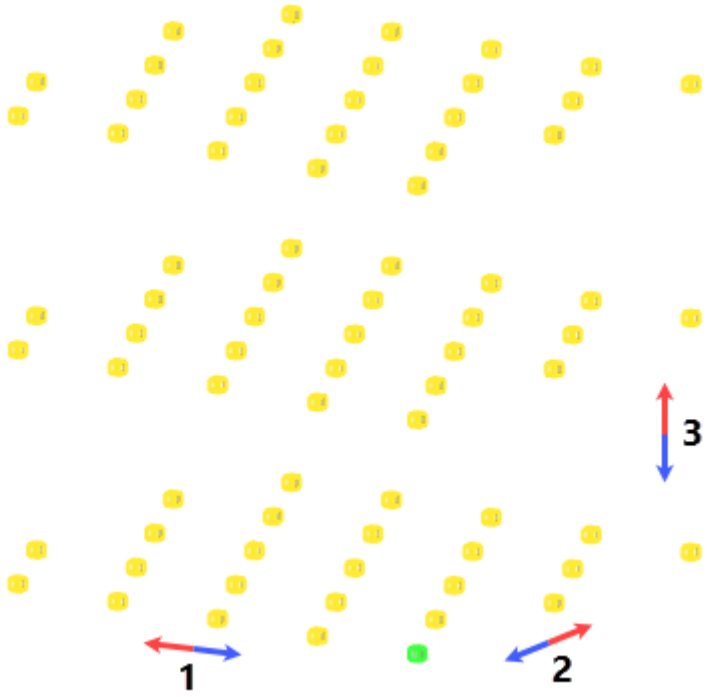
2 - Второе направление (столбцы).

3 - Третье направление (высота).
Прямые направления показаны красным, обратные - синим.

Исходный элемент выделен зелёным.

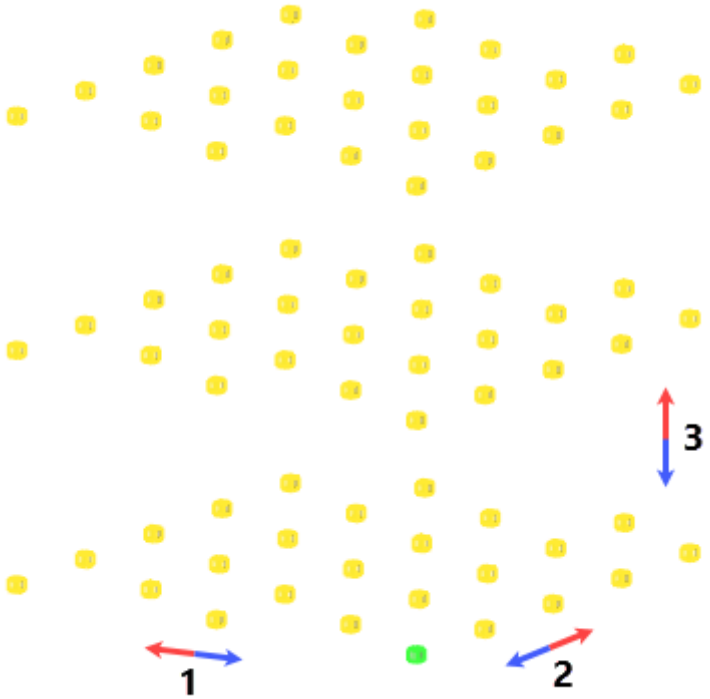
Сдвиг по строкам

При выборе данной схемы флаг **Сдвиг на полшага** устанавливается только для первого направления. В результате сдвигаются по направлению строк элементы каждого второго столбца.



Сдвиг по столбцам

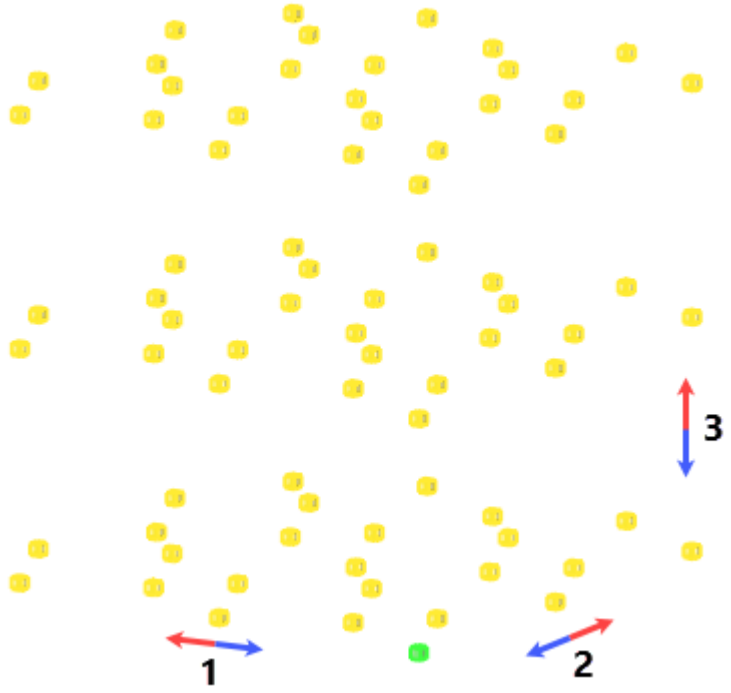
При выборе данной схемы флаг **Сдвиг на полшага** устанавливается только для второго направления. В результате сдвигаются по направлению столбцов элементы каждой второй строки.



Пользовательская схема размещения

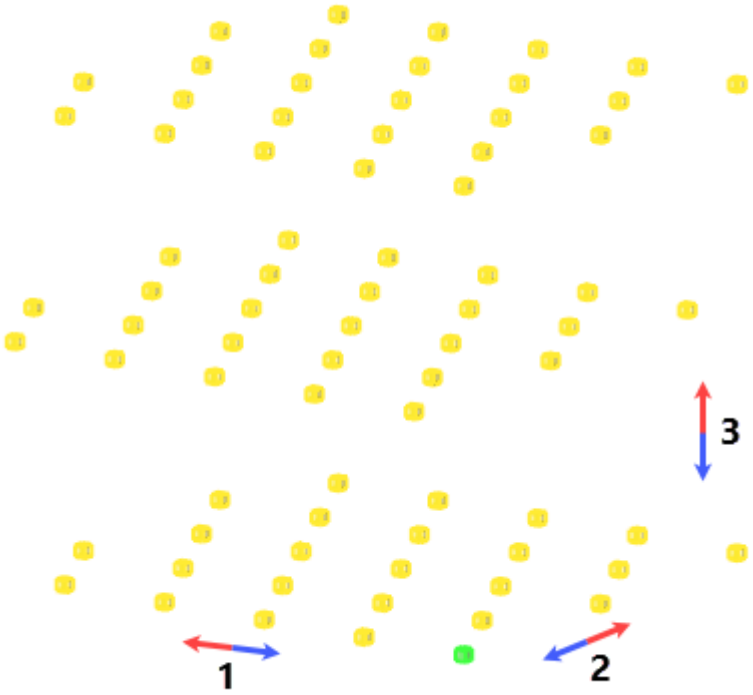
Выбор данной схемы непосредственно на вкладке **Основные параметры** окна параметров команды невозможен. Однако, она активируется автоматически, если вручную установить сочетание флагов **Сдвиг на полшага**, отличающееся от трёх остальных схем. Возможны следующие варианты:

- **Сдвиг на полшага** установлен для первого и второго направлений (строки и столбцы).
  В результате сдвигаются как каждая вторая строка (по направлению столбцов), так и каждый второй столбец (по направлению строк).



- **Сдвиг на полшага** установлен для первого и третьего направлений (строки и высота).

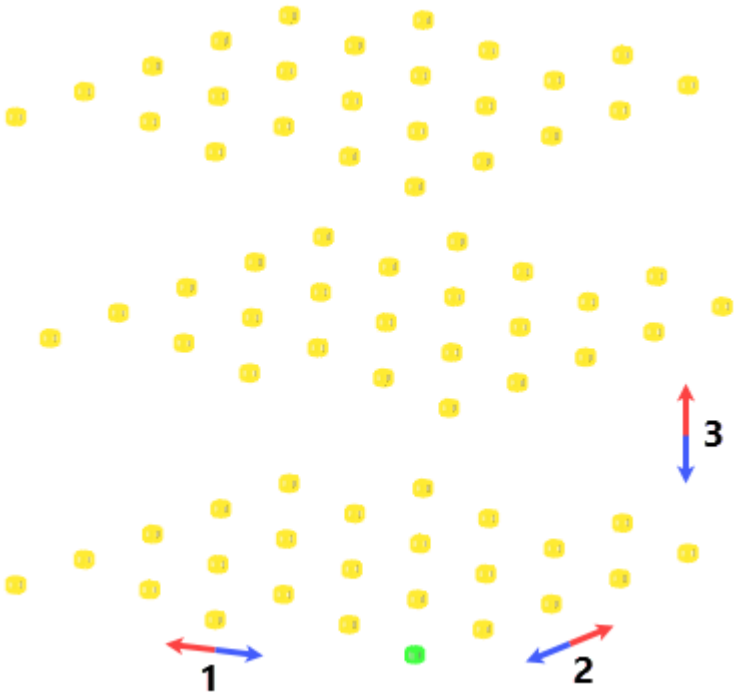
  Сдвигаются по направлению строк элементы каждого второго столбца (аналогично **Сдвигу по строкам**), а также элементы каждой второй высоты.



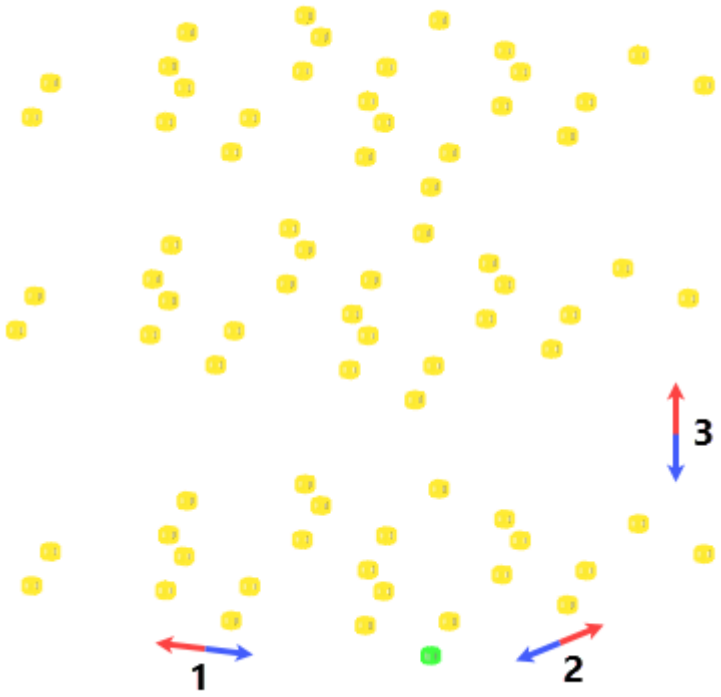
- **Сдвиг на полшага** установлен для второго и третьего направлений (столбцы и высота).

  Сдвигаются по направлению столбцов элементы каждой второй строки (аналогично

Сдвигу по столбцам), а также элементы каждой второй высоты.



- **Сдвиг на полшага** установлен для всех трёх направлений (строки, столбцы и высота). Элементы каждой второй строки сдвигаются по направлению столбцов, элементы каждого второго столбца сдвигаются по направлению строк, а также элементы каждой второй высоты сдвигаются одновременно и по направлению строк и по направлению столбцов.



Установка флага **Сдвиг на полшага** только для третьего направления (высота) также активирует пользовательскую схему размещения, но никак не влияет на расположение элементов массива.

Для круговых массивов сдвиг и схемы размещения работают аналогичным образом, отличаясь от линейного массива лишь направлениями.

Ограничения и исключения в массивах 3D элементов

Для исключения из массива части создаваемых копий используются ограничения и исключения.

Ограничения

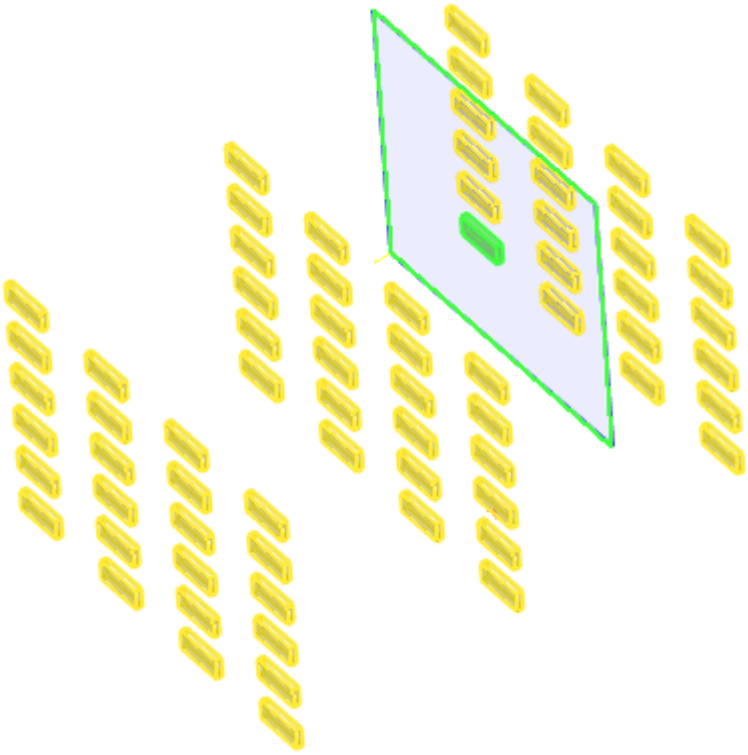
> Ниже описаны общие принципы задания ограничений в массивах 3D элементов. Интерфейс описан в разделе Задание ограничений в массивах 3D элементов.

Задание ограничений состоит в выборе области 3D пространства, в которой должны находиться создаваемые копии – **области ограничения**. В этом режиме все копии, создаваемые в соответствии с основными параметрами массива, проверяются системой на вхождение в область ограничения. Если копия полностью принадлежит данной области, она войдёт в результирующий массив. Когда копия расположена вне области ограничения или принадлежит ей лишь частично, в результирующий массив она не включается.

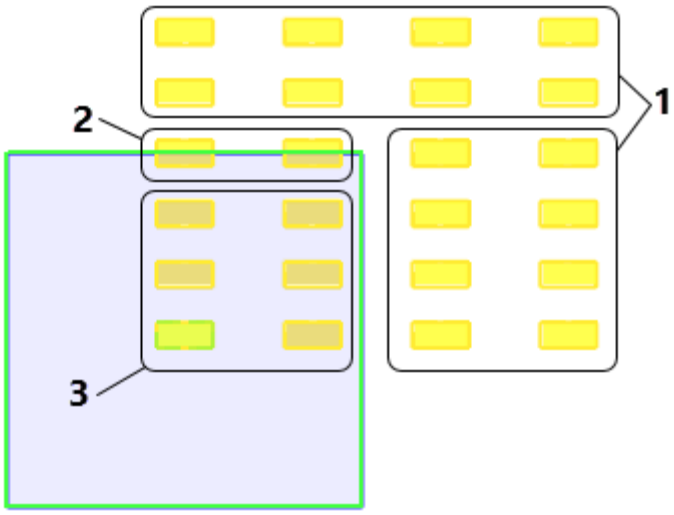
> Задание ограничений не используется для всех видов массивов элементов построений, а также для любых параметрических массивов и массивов по таблице. В массивах по образцу ограничения наследуются из образца.

Область ограничения задаётся 3D элементом, имеющим длину и ширину, но не имеющим толщины – гранью, 3D профилем, телом-поверхностью, рабочей поверхностью. Выбранный элемент выталкивается в обе стороны вдоль направления ограничения на бесконечные расстояния. Результат выталкивания и будет областью ограничения массива.

> Ограничивающий элемент может быть плоским или неплоским. Неплоский ограничивающий элемент должен быть незамкнутым, в противном случае массив не будет построен.



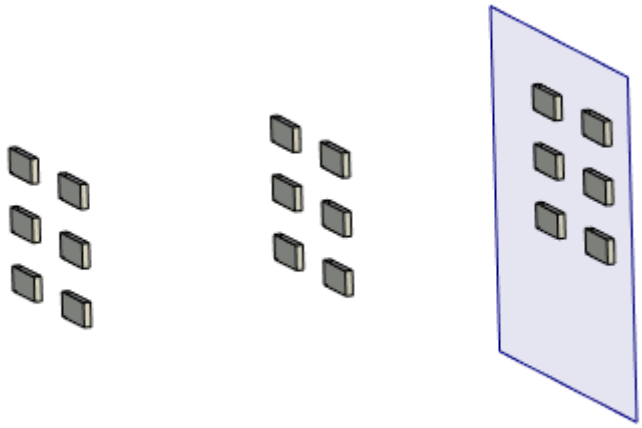
Плоский квадратный профиль выбран в качестве ограничивающего элемента трёхмерного линейного массива



1 - Элементы, полностью не попадающие в область ограничения (не войдут в результат операции)

2 - Элементы, частично не попадающие в область ограничения (не войдут в результат операции)

3 - Элементы, полностью попадающие в область ограничения (войдут в результат операции)

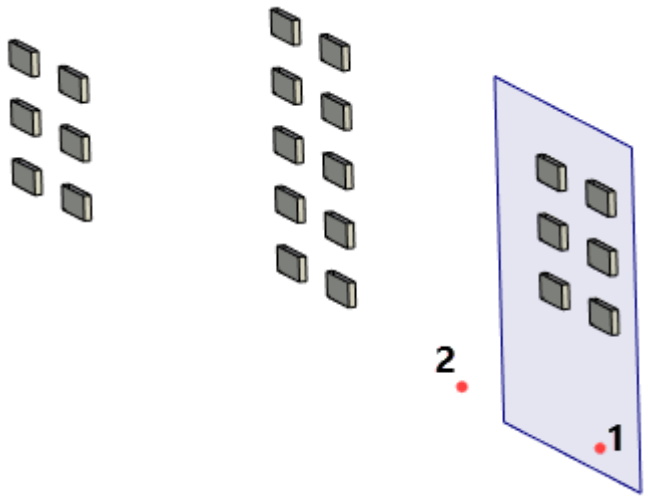


Результат операции

Когда область ограничения задана плоским 3D элементом, то направление ограничения по умолчанию совпадает с нормалью к плоскости выбранного объекта. При необходимости можно задать произвольное направление ограничения, указав две 3D точки или один 3D элемент, способный определить направление.

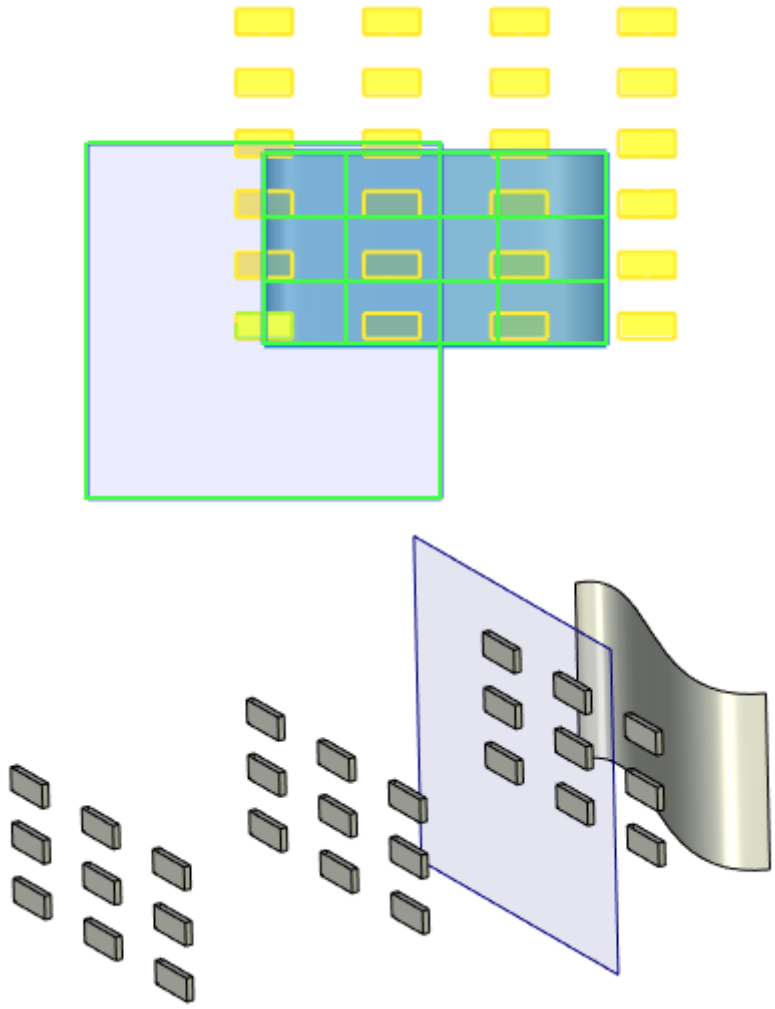
Если выбран неплоский ограничивающий элемент, задание направления ограничения является обязательным.

Если выбран плоский ограничивающий элемент, произвольно выбранное направление ограничения не должно быть параллельно плоскости ограничивающего элемента.



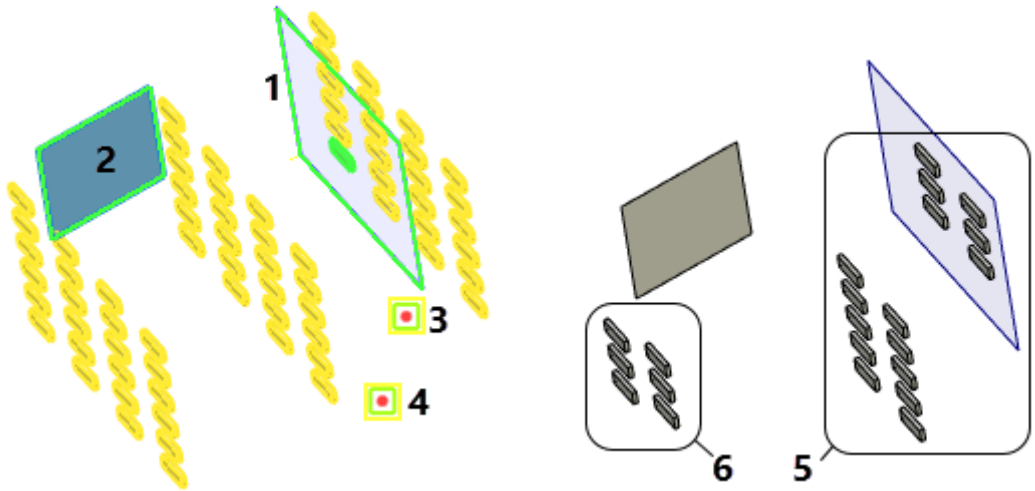
Результат построения того же массива, что и на предыдущих иллюстрациях, но с произвольным направлением ограничения, заданным точками 1 и 2.

Допускается задание области ограничения с помощью нескольких ограничивающих 3D элементов. Все элементы выталкиваются в одном направлении. Область ограничения будет представлять собой сумму областей, полученных в результате выталкивания каждого из выбранных элементов.



В дополнение к ранее выбранному ограничивающему элементу выбрана неплоская поверхность

Если выбраны плоские ограничивающие элементы, лежащие в перпендикулярных плоскостях, то задание направления ограничения является обязательным.



В качестве ограничивающих элементов выбрано два плоских квадратных профиля (1 и 2), лежащих в перпендикулярных плоскостях.

Направление ограничения задано точками 3 и 4.

5 - Копии, попавшие в область выталкивания профиля 1.

6 - Копии, попавшие в область выталкивания профиля 2.

Исключения

> Ниже описаны общие принципы задания исключений в массивах 3D элементов. Интерфейс описан в разделе Задание исключений в массивах 3D элементов.

Исключения, или исключаемые элементы, – это элементы массива, которые не нужно включать в результирующий массив. В качестве исключений можно указывать любые элементы массива, кроме исходного объекта.

> Задание исключений возможно для **линейных** и **круговых массивов**, а также **массивов по пути**. **Массив по образцу** наследует исключения массива-образца.

Для задания исключения указывается его положение в исходном массиве, т.е. строка, столбец и высота массива, на пересечении которых расположен этот элемент. Размерность массива в первом направлении определяет количество строк, во втором – количество столбцов, в третьем - количество высот массива.
Строки, столбцы и высоты массивов нумеруются следующим образом:
- 0, 1, 2, ..., N-1 – в прямом направлении (N – количество копий в строке/столбце/высоте в прямом направлении)
- -1, -2, ..., -M+1 – в обратном направлении (M – количество копий в строке/столбце/высоте в обратном направлении).

> Обратите внимание, что столбец, строка и высота, в которых расположен исходный объект массива, имеют номер 0. Это важно учитывать при задании исключений.

Вместо номера некоторых строк/столбцов/высот можно использовать описательные характеристики, определяющие их положение в исходном массиве.

- **Начальная** – строка/столбец/высота, в которых расположен исходный объект массива (имеют номер 0);

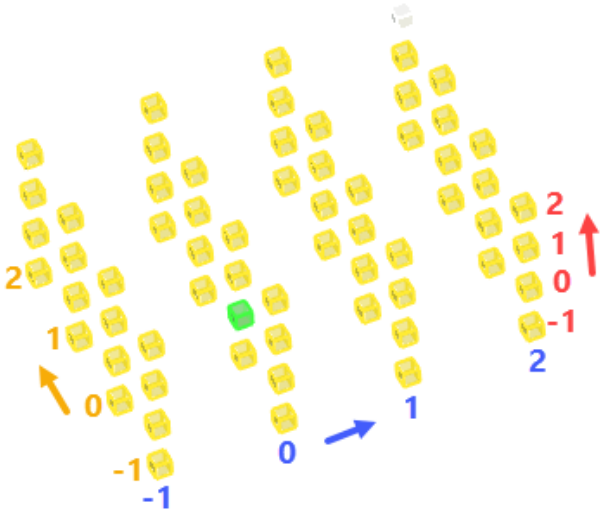
- **Последняя** – строка/столбец/высота, являющиеся последними в прямом направлении создания копий;
- **Последняя в обратном направлении** – строка/столбец/высота, являющиеся последними в обратном направлении создания копий;

Такой способ задания положения исключений удобно использовать для удаления элементов внешних строк/столбцов/высот в массивах переменного размера, особенно когда размерности массива задаются общей длиной и шагом, или общей длиной и количеством элементов. Например, необходимо удалить в линейном массиве размером 4x4x4 (копии создаются только в прямом направлении) элемент, расположенный на пересечении последних строки, столбца и высоты массива. Можно просто указать в качестве исключения элемент на пересечении строки №4, столбца №4 и высоты №4. Но тогда при последующем увеличении массива (например, до 5 строк, 5 столбцов и 5 высот) будет исключаться элемент именно с координатами 4;4;4 (последний элемент строк столбцов и высот теперь будет иметь координаты 5;5;5). Чтобы всегда исключался последний элемент массива, нужно в качестве исключения указать элемент на пересечении последней строки, последнего столбца и последней высоты.

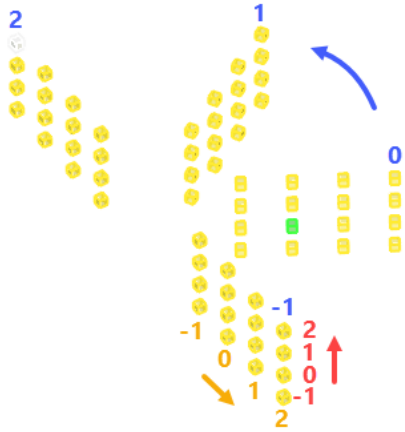
Исходный элемент массива выделен зелёным, исключаемый - белым.

Синим показано первое направление (строки), оранжевым - второе (столбцы), красным - третье (высота).

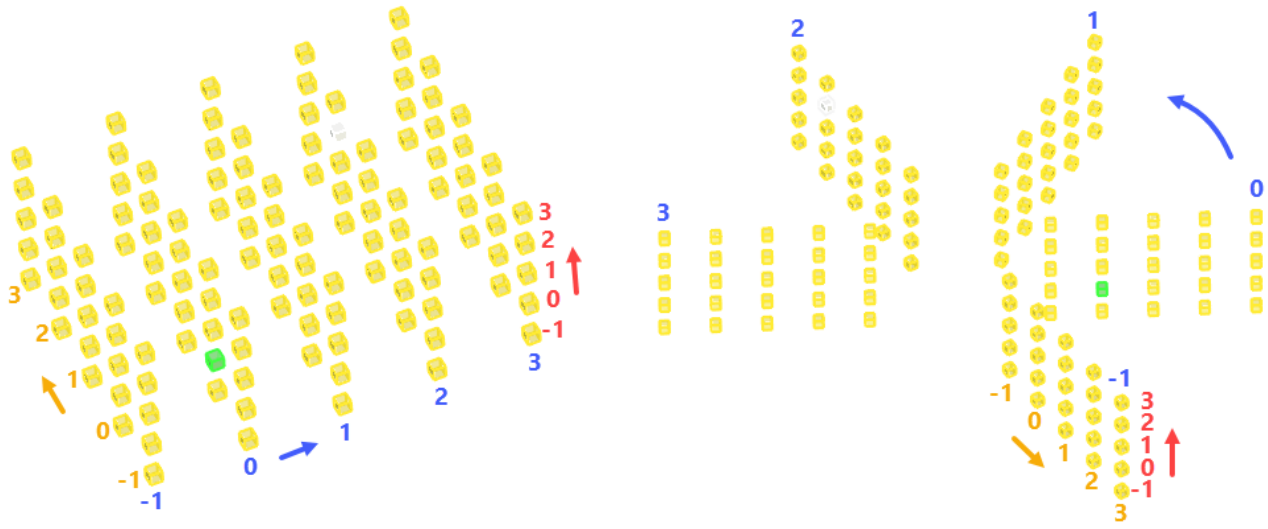
Цифрами обозначен номер элемента в соответствующем направлении.



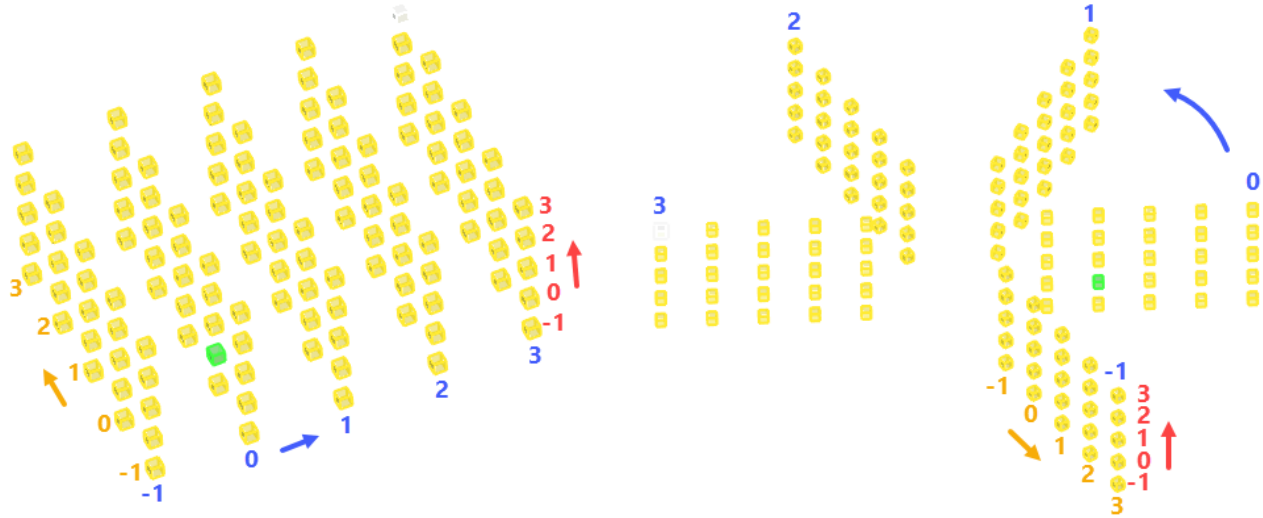
Исходный линейный массив



Исходный круговой массив

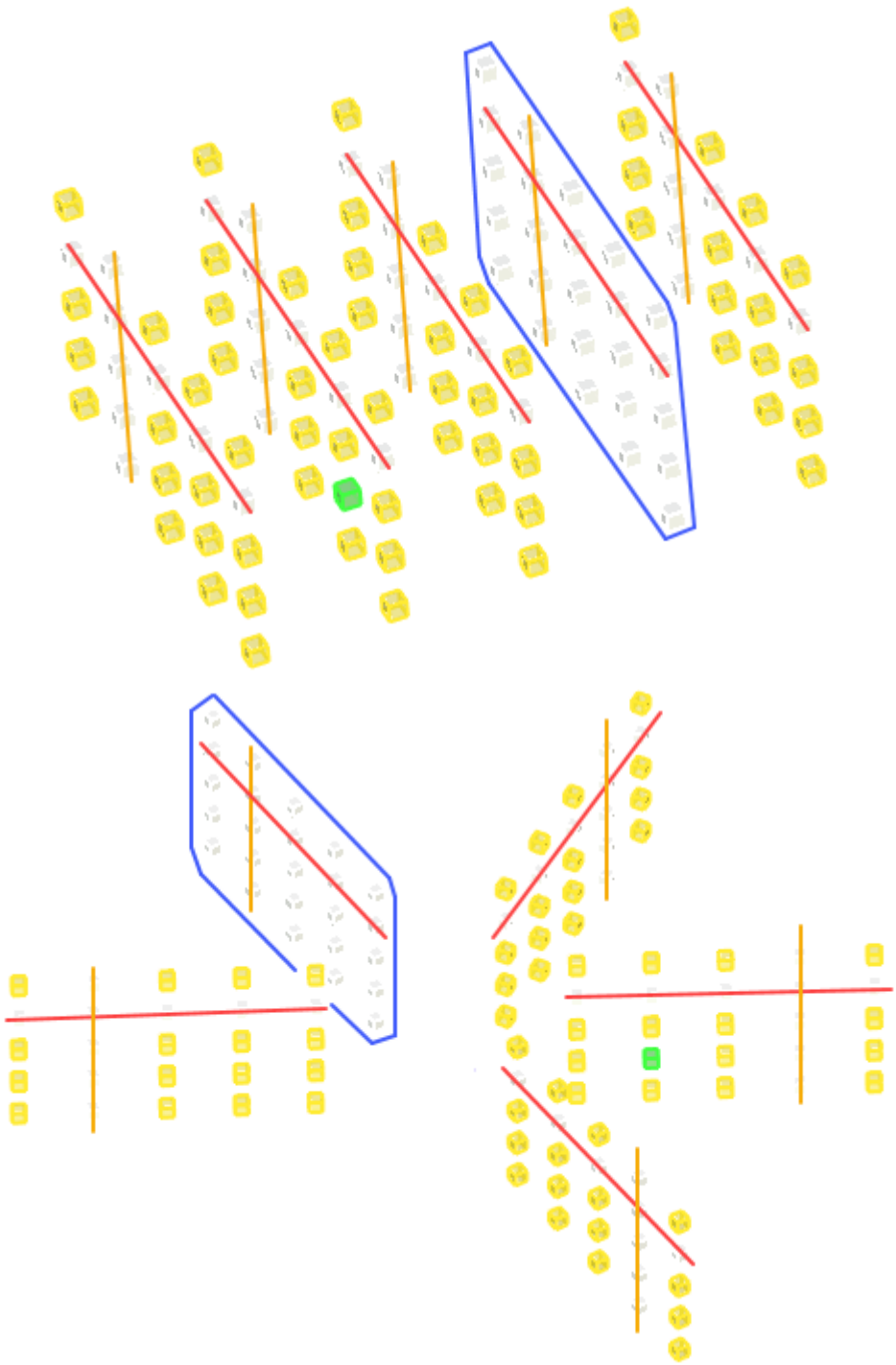


Результат увеличения размерности массива на один элемент в каждом направлении, если позиция исключаемого элемента была задана числовыми значениями (2; 2; 2)



Результат увеличения размерности массива на один элемент в каждом направлении, если позиция исключаемого элемента была задана как последняя в строке, столбце и высоте

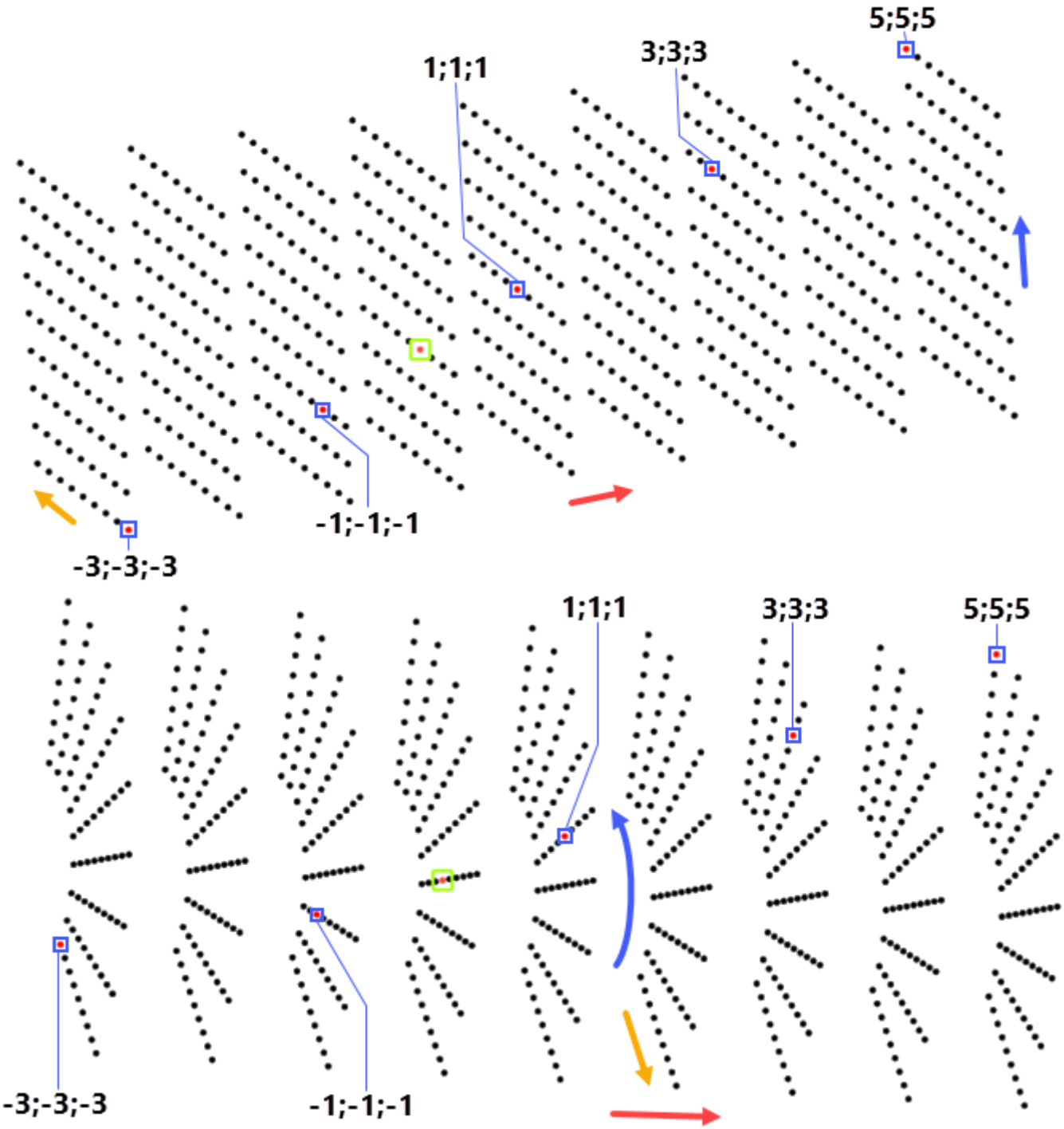
После выбора исключаемого элемента можно дополнительно удалить всю строку, столбец или высоту, содержащую данный элемент.



Результат исключения из массивов, показанных на предыдущей иллюстрации,

второй строки (элементы обведены синим), второго столбца (перечёркнуты оранжевым) и второй высоты (перечёркнуты красным).

- **Циклический повтор**. Применение данного режима ведёт к удалению не только исходного исключения, но и элементов, следующих за ним через такое же количество строк/столбцов/высот от начала массива. При использовании данного режима вместе с удалением строки/столбца/высоты аналогичным образом будут циклически удаляться строки/столбцы/высоты.


5;5;5
3;3;3
1;1;1
-1;-1;-1
-3;-3;-3
1;1;1
3;3;3
5;5;5
-3;-3;-3
-1;-1;-1

Результат применения циклического повтора к элементу с позицией 1;1;1
в линейном и круговом трёхмерных массивах с шестью копиями в каждом прямом направлении и четырьмя в обратном.

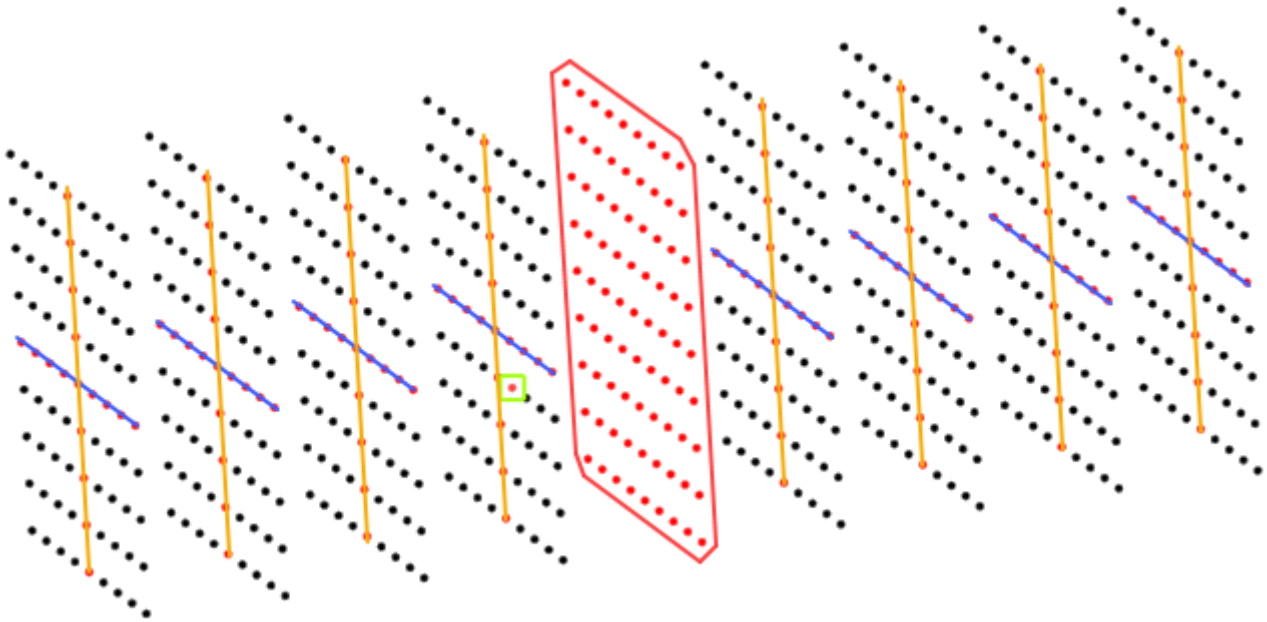
Синей стрелкой показано первое прямое направление (строки), оранжевой - второе (столбцы), красной - третье (высота).

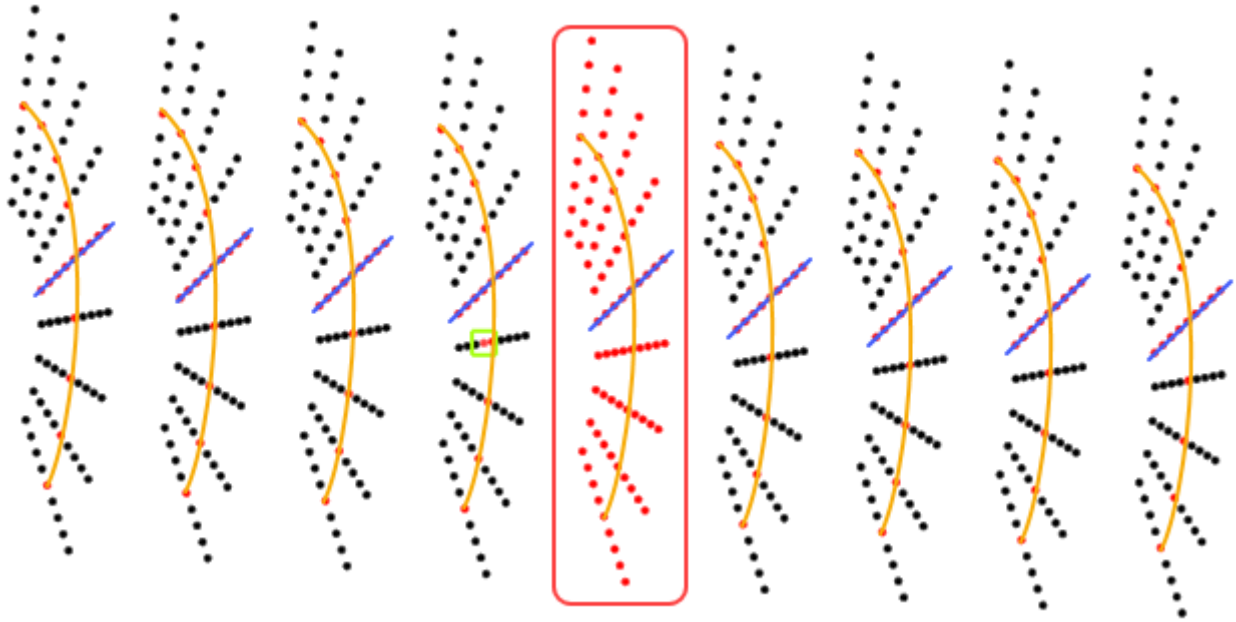
Неисключаемые элементы показаны в чёрном цвете.

Исходный элемент массива показан в красном цвете и обведен зелёной рамкой.

Исключаемые элементы показаны в красном цвете и обведены синей рамкой.

Цифрами обозначены позиции исключаемых элементов.

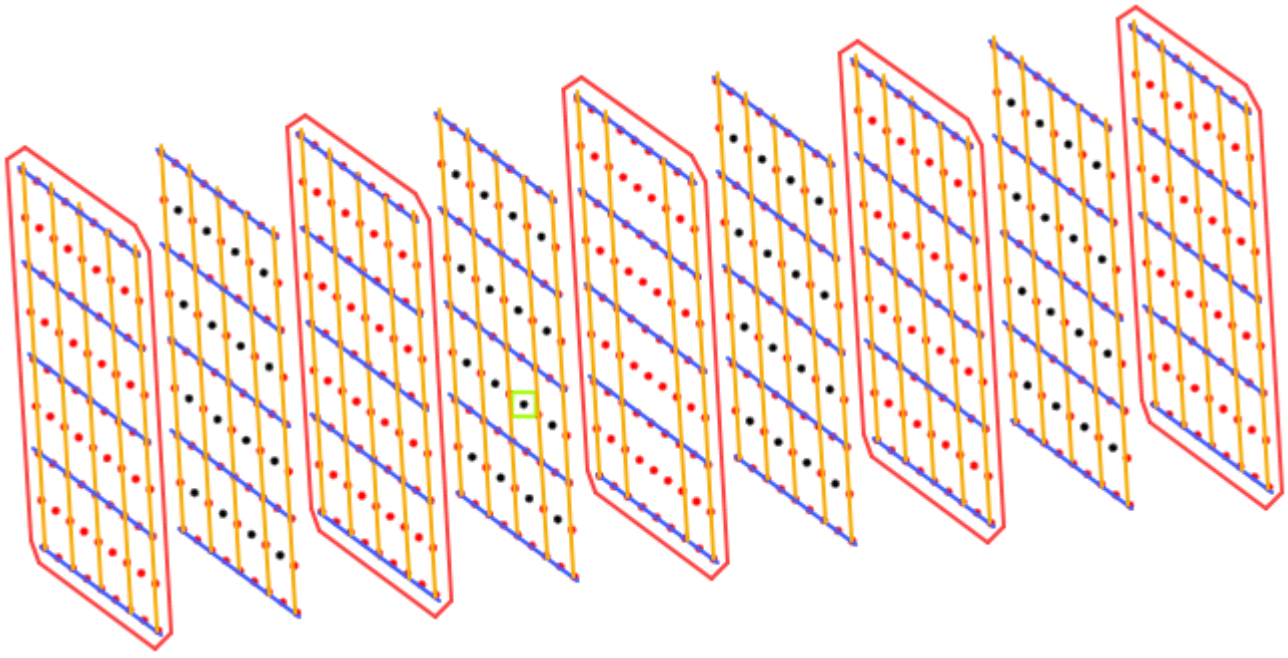


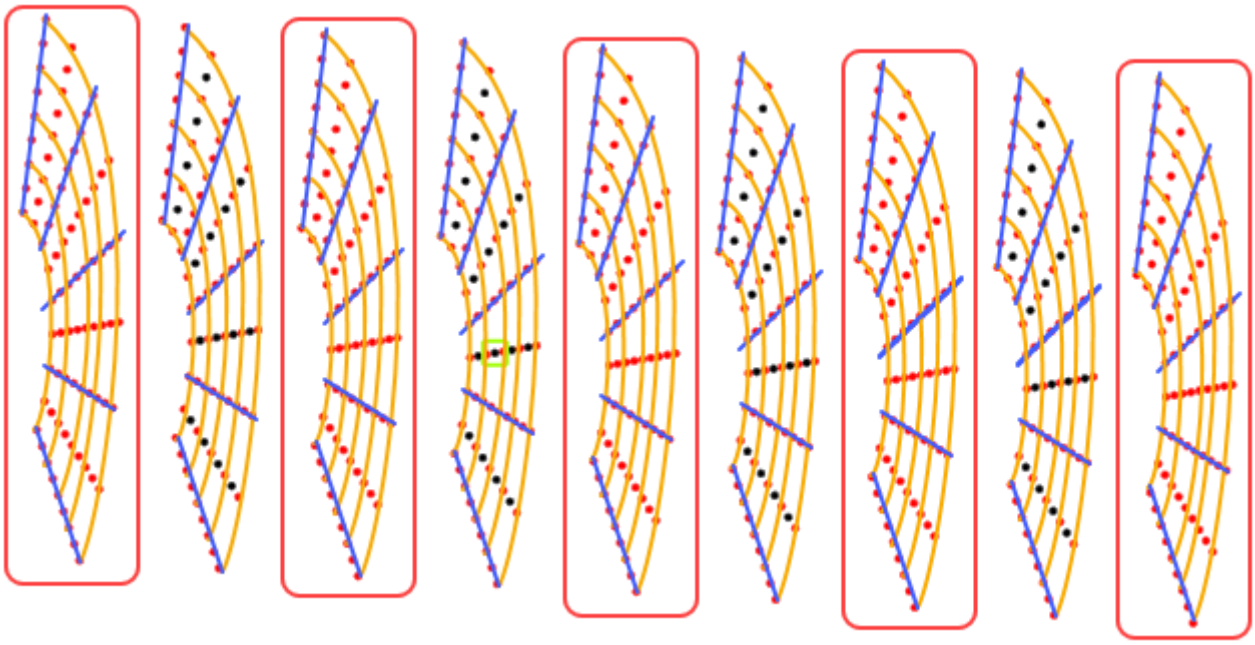


Результат исключения из массивов, показанных на предыдущей иллюстрации,

строки (элементы перечеркнуты синим), столбца (элементы перечёркнуты оранжевым)

и высоты (элементы обведены красным), содержащих элемент с позицией с позицией 1;1;1.





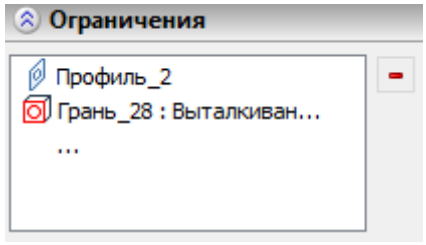
Результат применения циклического повтора исключений к массивам, показанным на предыдущей иллюстрации.

Основные темы в этом разделе:

- Задание ограничений в массивах 3D элементов
- Задание исключений в массивах 3D элементов

Задание ограничений в массивах 3D элементов

Ниже описан интерфейс задания ограничений в командах создания 3D массивов. Общие принципы задания ограничений описаны в разделе Ограничения и исключения в массивах 3D элементов.



Динамический просмотр не отображает результат применения ограничений. Пользуйтесь предварительным просмотром.

Если тип и вид создаваемого массива допускают задание ограничений, то окно параметров команды содержит вкладку **Ограничения.** Данная вкладка содержит список выбранных ограничивающих элементов. Для добавления ограничивающего элемента необходимо активировать список или связанную с ним опцию автоменю:

<1> Выбор ограничивающих элементов

Активация списка в окне параметров активирует опцию автоменю и наоборот. В результате на панели фильтров становятся доступны фильтры выбора элементов, способных определить геометрическую поверхность (3D профилей, операций, граней, рабочих поверхностей), после чего можно последовательно выбрать любое количество подходящих объектов в 3D сцене или дереве модели. Тип выбранного объекта (в виде иконки), его имя, а для геометрических элементов также имя родительской операции, отображаются в списке **Ограничения**. Выбранный объект подсвечивается в 3D сцене.

Для отмены выбора какого-либо из заданных объектов необходимо выделить его в списке и нажать кнопку **Удалить**, расположенную справа от списка.

Задать направление ограничения одним 3D объектом можно с помощью опции автоменю:

<2> Выбор вспомогательного направления ограничений

Данная опция активирует на панели фильтров фильтры выбора направлений, после чего можно выбрать подходящий объект в 3D сцене или дереве модели. Выбранный объект подсвечивается в 3D сцене, но не отображается в окне параметров команды.

Задать направление ограничения двумя точками можно с помощью опций автоменю:

<3> Выбор первой точки вспомогательного направления ограничений

<4> Выбор второй точки вспомогательного направления ограничений

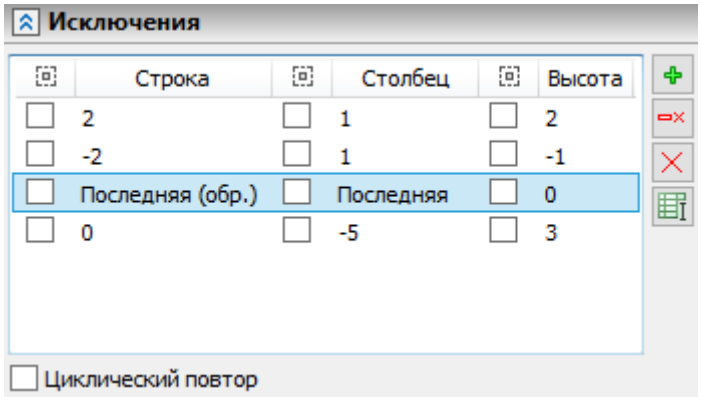
Данная опция активирует на панели фильтров фильтры выбора точек, после чего можно выбрать подходящий объект в 3D сцене или дереве модели. Выбранный объект подсвечивается в 3D сцене, но не отображается в окне параметров команды. Выбор второй точки становится доступным лишь после выбора первой.

Независимо от того, задано направление одним объектом или двумя точками, его можно перезадать, повторно выбрав объекты с помощью вышеописанных опций автоменю или просто отменить выбор с помощью опции:

<5> Отмена выбора вспомогательного направления ограничений

Задание исключений в массивах 3D элементов

Ниже описан интерфейс задания исключений в командах создания 3D массивов. Общие принципы задания исключений описаны в разделе Ограничения и исключения в массивах 3D элементов.



Если тип и вид создаваемого массива допускают задание исключений, то окно параметров команды содержит вкладку **Исключения.** Данная вкладка содержит список исключаемых элементов. Для добавления ограничивающего элементов необходимо активировать список или связанную с ним опцию автоменю:

<6> Выбор исключаемых элементов массива

Активация списка в окне параметров активирует опцию автоменю и наоборот. В результате панель фильтров скрывается, а доступными для выбора в 3D сцене с помощью остаются лишь предварительно отображаемые элементы создаваемого массива. Выбранный элемент будет подсвечен в 3D сцене белым (в случае твердотельного элемента) или красным цветом (в случае массива элементов построения) и занесён в список на вкладке **Исключения** окна параметров команды.

Список организован в виде таблицы. Каждому исключаемому элементу соответствует своя строка списка. В столбцах списка **Строка, Столбец** и **Высота** отображается позиция исключаемого элемента в соответствующем направлении. Столбцы **Вся строка**, **Весь столбец** и **Вся высота** содержат флаги, установка которых исключает из результатов массива всю строку, весь столбец или всю высоту, содержащую выбранный элемент.

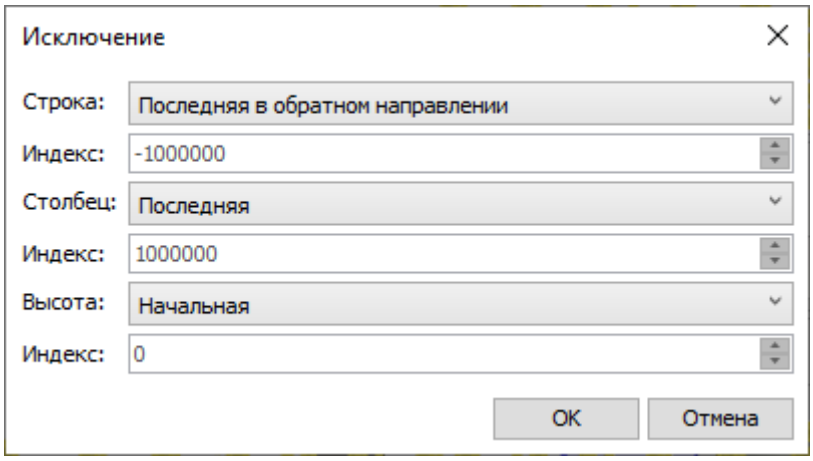
Под списком находится флаг **Циклический повтор**. Установка данного флага включает режим циклического повтора для выбранной строки списка.

С помощью кнопок, расположенных справа от списка, можно **Добавить** новый элемент в список, **Удалить** выбранную строку списка, **Удалить все** строки списка или **Редактировать** выбранную строку.

После нажатия кнопки **Добавить** или **Редактировать** появляется окно диалога **Исключение**. Окно содержит выпадающие списки **Строка, Столбец** и **Высота**. В полях **Индекс** отображается номер позиции исключаемого элемента в направлении, соответствующем расположенному выше выпадающему списку. В каждом из выпадающих списков доступны следующие опции:

- **Начальная**
  Соответствует нулевому, т.е. совпадающему с исходным, элементу массива в данной строке, столбце или высоте. Устанавливает значение "**0**" в поле **Индекс**.
- **Последняя**
  Соответствует последнему в прямом направлении элементу массива в данной строке, столбце или высоте. Устанавливает значение "**1000000**" в поле **Индекс**.
- **Последняя в обратном направлении**
  Соответствует последнему в обратном направлении элементу массива в данной строке, столбце или высоте. Устанавливает значение "**-1000000**" в поле **Индекс**.

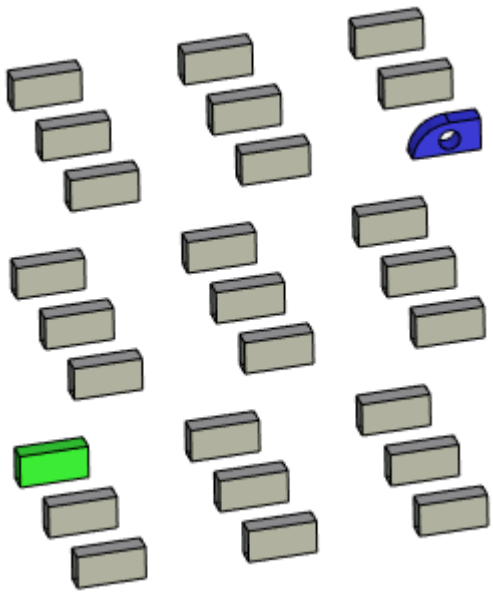
- **В позиции**
  Позволяет ввести **Индекс** вручную.



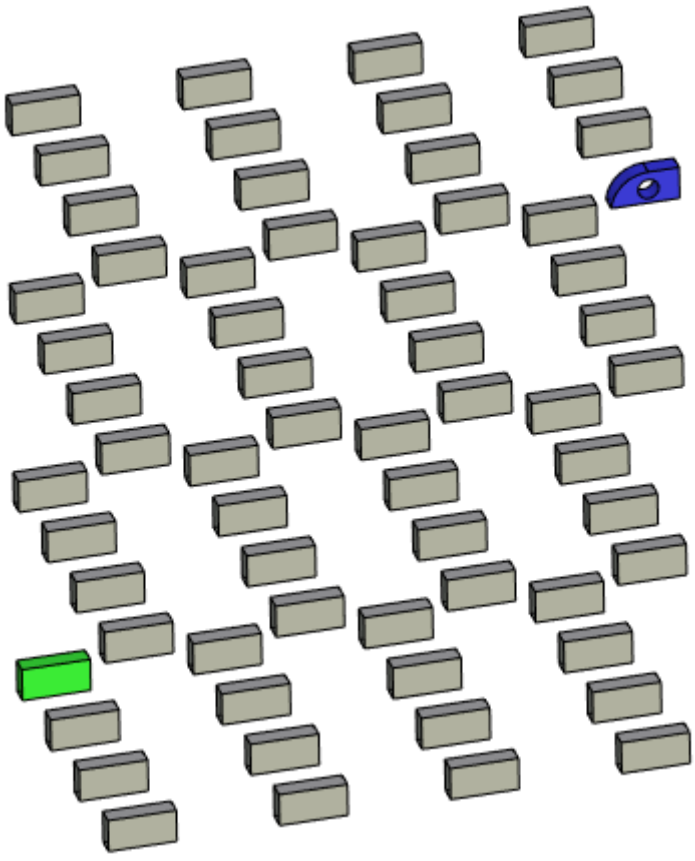
Привязка к 3D элементам массива

При изменении количества копий любого массива добавление или удаление элементов происходит непосредственно перед последней копией массива в данном направлении. Идентификация геометрических составляющих элементов граничных строк, столбцов и высот массива (первых и последних в любом направлении) при этом не меняется.
В результате любая операция, созданная на элементе первой или последней строки/столбца/высоты массива сохраняется при любом изменении его размерности. Например, сглаживание рёбер, созданное на элементе последней строки массива тел или операций, будет выполняться корректно как при увеличении, так и при уменьшении числа строк массива.

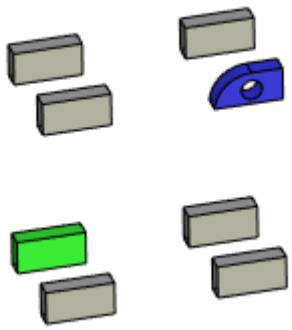
> Создание операций на "внутренних" копиях массива может привести к возникновению ошибок генерации при уменьшении размерности массива.



Скругление и Отверстие привязаны к элементу массива,
являющемуся последним во всех трёх направлениях (выделен синим).
Исходный элемент массива выделен зелёным



Результат увеличения количества элементов в массиве

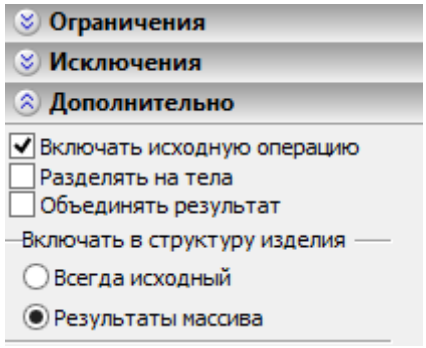


Результат уменьшения количества элементов в массиве

Дополнительные параметры массива 3D элементов

Дополнительные параметры всех массивов устанавливаются на вкладке **Дополнительно** окна параметров соответствующей команды. То, какие параметры доступны в данном разделе, зависит от типа массива.

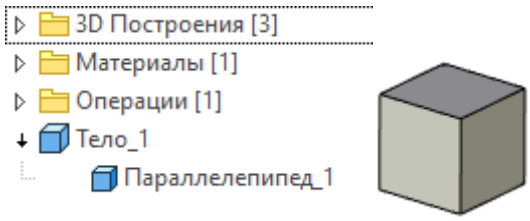
Для массивов элементов построения, операций и тел доступны следующие опции:



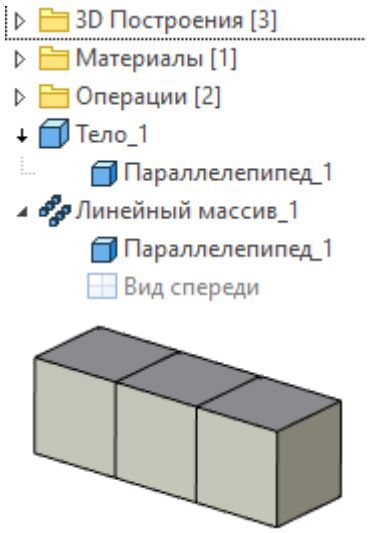
Включать исходную операцию (для массивов элементов построения и операций).
Если флаг установлен, то исходные объекты включается в массив. Параметры, установленные для массива (цвет, материал) распространяются и на исходные объекты массива.

Разделять на тела (для массивов тел и операций).
При установке данного флага включается режим разделения массива на отдельные тела (каждая копия массива автоматически превращается в новое тело).

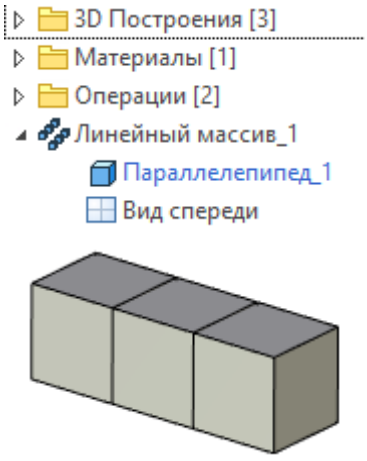
Объединять результат (для массивов тел и операций).
Установка данного флажка включает режим объединения копий массива с помощью булевой операции сложения.



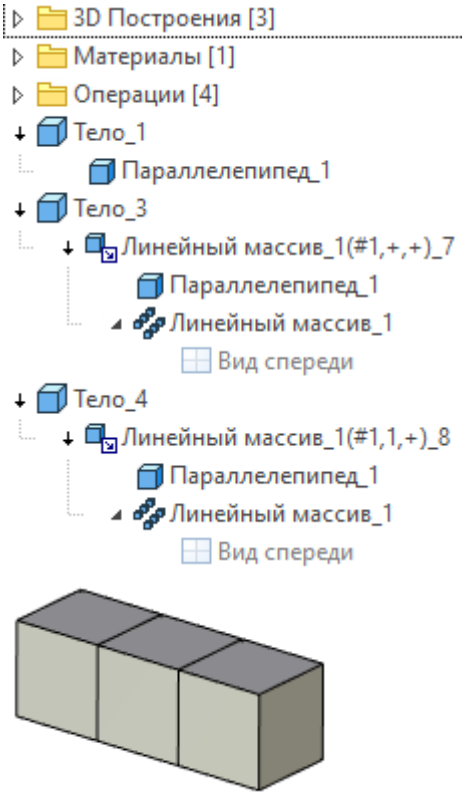
Исходный объект одномерного линейного массива операций с тремя копиями в прямом направлении

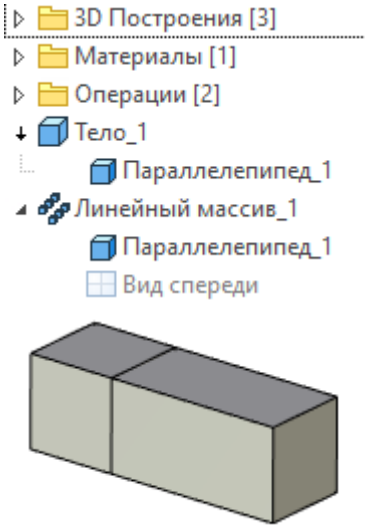


Массив создан без применения дополнительных опций

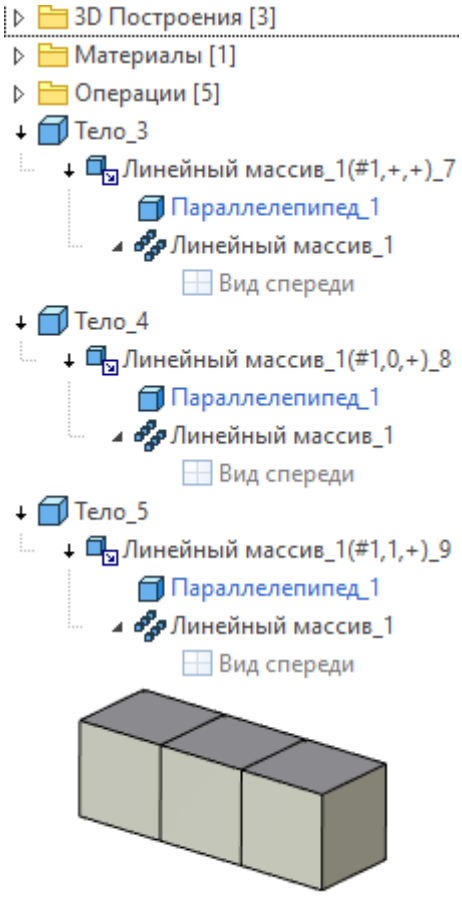


Применена опция **Включать исходную операцию**



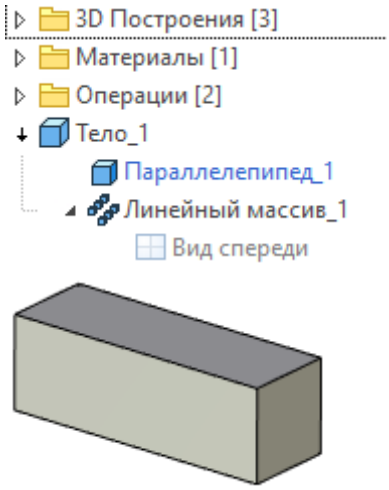


Применена опция **Объединять результат**



Применены опции **Включать исходную операцию** и **Разделять на тела**

Применена опция **Разделять на тела**

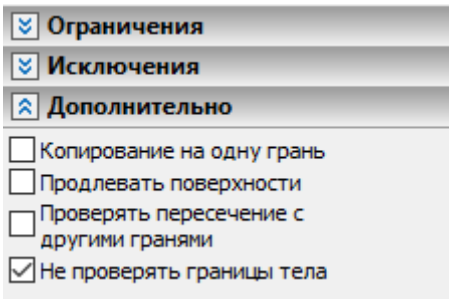


Применены опции **Включать исходную операцию** и **Объединять результат**

Переключатель **Включать в структуру изделия** доступен для разных типов массивов, но актуален только для массивов на основе 3D фрагментов. Он определяет, что будет заноситься в спецификацию:

- **Всегда исходный**
  В спецификацию включается только исходный фрагмент, вне зависимости от параметров массива. Результаты создания массива в спецификации не учитываются;
- **Результаты массива**
  В спецификацию включаются именно результаты массива. В зависимости от состояния флага **Включать исходную операцию** это либо только все копии массива (когда флаг установлен), либо копии массива и исходный объект (когда флаг снят).

Дополнительные параметры массива граней отличаются от параметров других массивов:



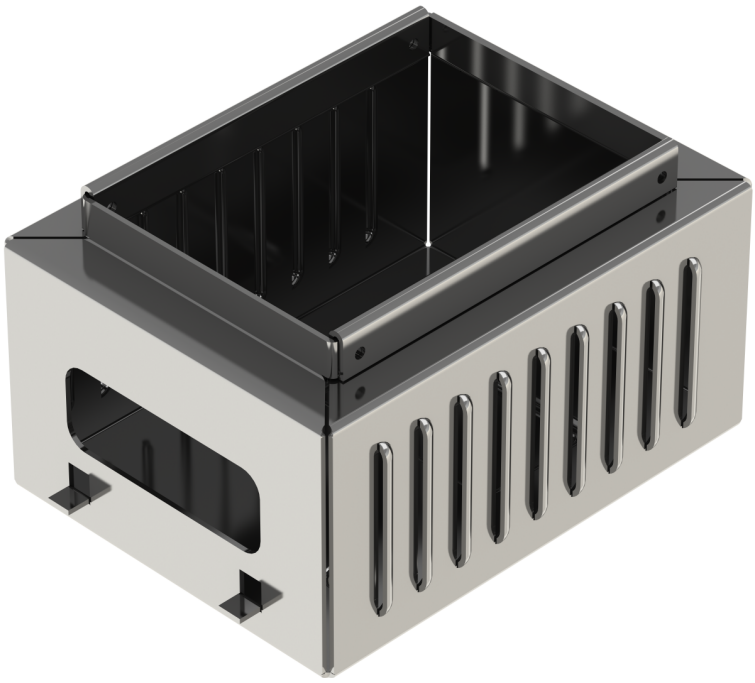
Доступны флаги, установка которых активирует одноимённые режимы

- **Копирование на одну грань**
- **Продлевать поверхности**
- **Проверять пересечение с другими гранями**
- **Не проверять границы тела** (установлен по умолчанию)

Подробная информация о данных режимах доступна в разделе Типы массивов 3D элементов.

Листовой металл

Операции и команды для работы с листовым металлом помогают решать задачи по моделированию деталей, изготавливаемых методом листовой штамповки. Они позволяют создавать исходные заготовки листовых деталей заданной толщины и выполнять над ними различные операции – сгибать их относительно выбранной линии, «приклеивать» к заготовке фланцы, делать вырезы, отбортовки и др. После завершения процесса моделирования можно разогнуть деталь и получить развёртку листовой детали, создать её чертёж, сформировать таблицу сгибов, а затем вернуться к прежнему виду детали.



Пример листовой детали

Специализированная команда выштамповки, входящая в группу операций по работе с листовым металлом, позволяет создавать различные часто встречающиеся элементы штамповки – разного рода буртики, канавки, загибы, люверы, карманы и др.
При работе с листовым металлом, наравне со специализированными операциями, описанными в этой главе, можно использовать и операции общего назначения (выталкивание, примитивы булевы операции, создание отверстий и т.п.).

> В некоторых случаях применение общих операций моделирования может вызвать проблемы при формировании развёртки.

Кроме того, имеется возможность создавать развёртки и листовые детали на основе твёрдых тел с помощью операции Преобразование тела в лист и создавать листовые детали по двум сечениям операцией Гибка по сечениям.
Следует отметить, что операции по работе с листовым металлом не учитывают возможной деформации металла, а основаны только на геометрических расчётах.

Основные темы в этом разделе:

- Общие сведения о работе с листовым металлом
- 3D Моделирование деталей из листового металла
- Оформление чертежей листовой детали

Общие сведения о работе с листовым металлом

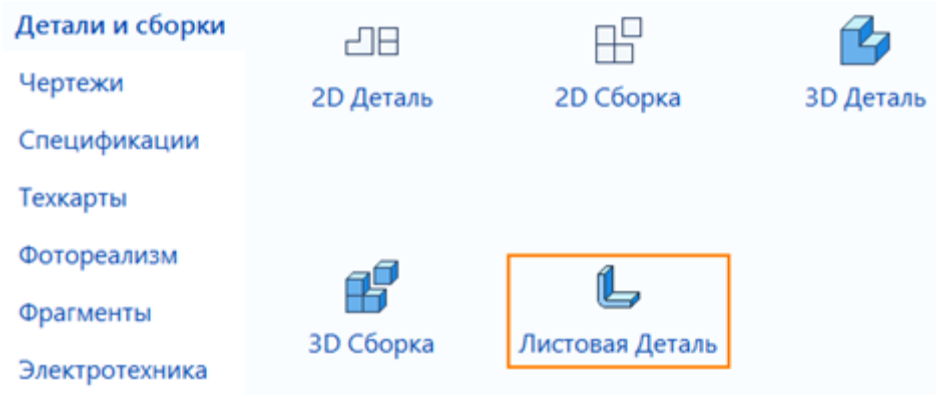
В этом разделе идет описание общих сведений о работе с листовым металлом в T-FLEX CAD.

Основные темы в этом разделе:

- Прототип для создания листовой детали
- Вкладка ленты для работы с листовым металлом
- Манипуляторы и метки в командах листового металла
- Общие параметры команд листового металла
- Параметры по умолчанию для листового металла
- Заготовка для листовой детали

Прототип для создания листовой детали

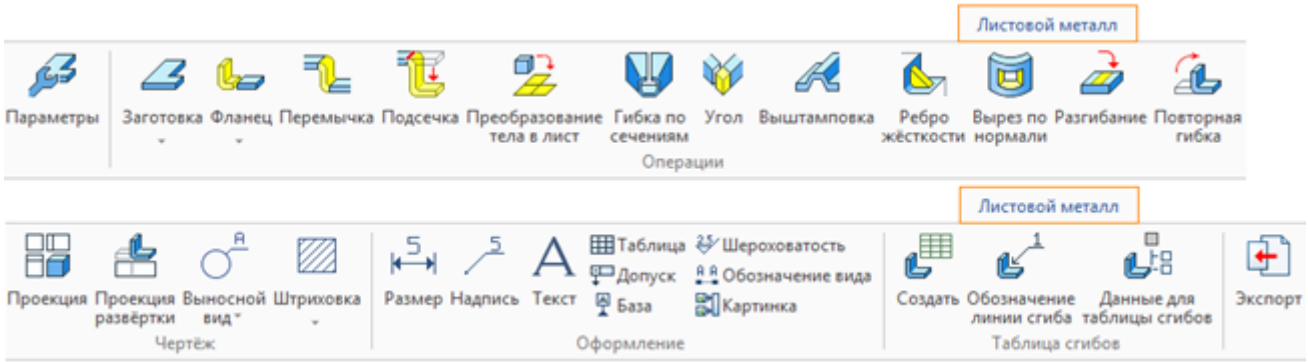
Для создания листовой детали рекомендуется использовать специальный прототип **Листовая деталь**.



Отличия от прототипа **3D Деталь** заключаются в активной вкладке ленты **Листовой металл**, наличии переменной **s** (для управления толщиной листового металла при оптимизации конструкции детали), и наличии слоя **Раскрой**.

Вкладка ленты для работы с листовым металлом

При создании листовой детали и оформлении по ней чертежей удобно использовать вкладку ленты **Листовой металл**. Вкладка является контекстно зависимой и разделена на 3D и 2D части. 3D часть содержит набор операций, необходимых для проектирования листовой детали в 3D. 2D часть содержит набор команд, необходимых для создания и оформления чертежа листовой детали и её развёртки, а также создания таблицы сгибов.

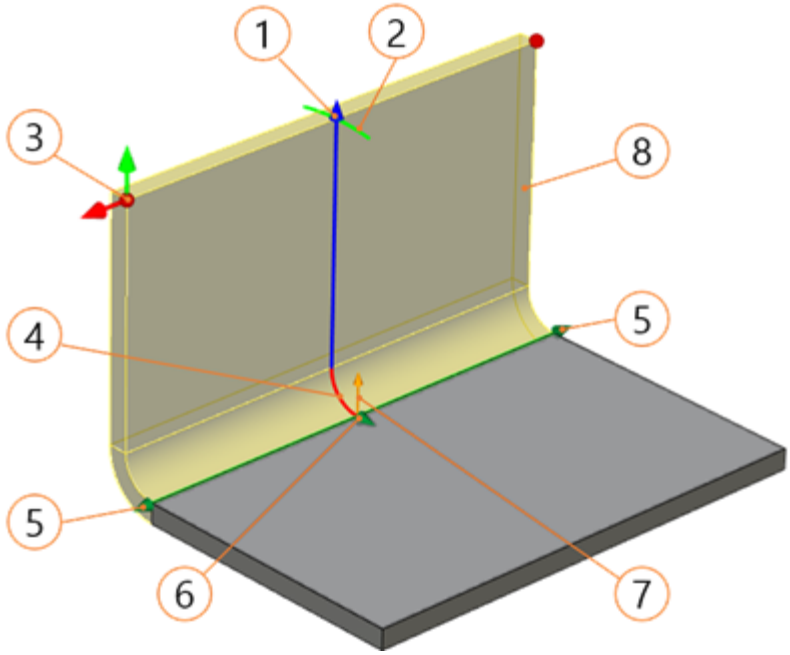


Манипуляторы и метки в командах листового металла

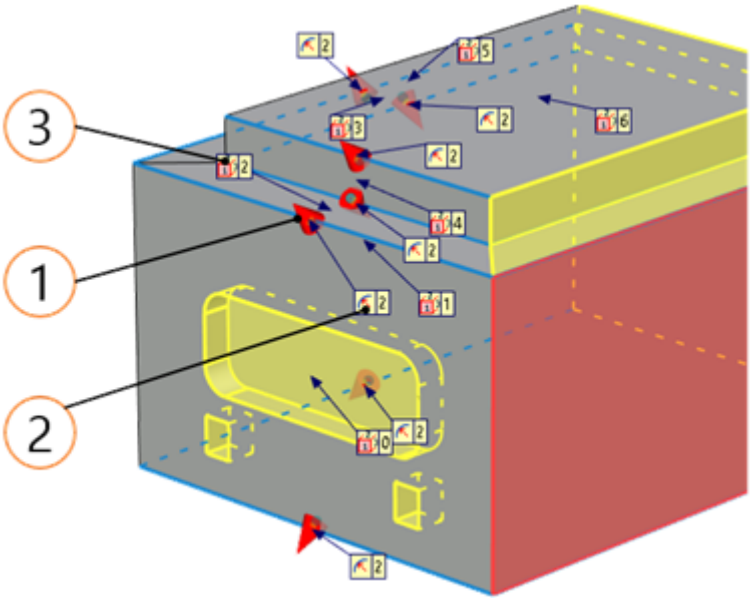
При создании операций листового металла в окне 3D модели появляются вспомогательные графические объекты – манипуляторы и метки.

Манипуляторы служат для управления размерами прямо в 3D сцене. Работа с манипуляторами в операциях листового металла аналогична их использованию в других 3D операциях и командах (выталкивание, примитив и др.). При наведении курсора на манипулятор последний подсвечивается.

Если в этот момент начать перемещать курсор с нажатой , то в окне ввода значения будет изменяться значение соответствующего параметра.



1 - Манипулятор длины;
2 - Манипулятор угла;
3 - Манипуляторы скоса;
4 - Манипулятор радиуса;
5 - Манипулятор отступа;
6 - Манипулятор смещения линии сгиба;
7 - Манипулятор направления;
8 - Предварительный просмотр.

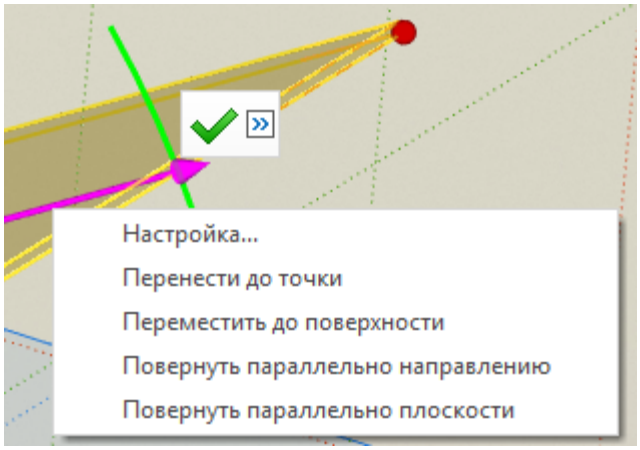


1 – Манипулятор;
2 – Метка задания радиуса;
3 – Метка порядкового номера грани.

Всего в 3D сцене может присутствовать до одиннадцати манипуляторов. Однако в зависимости от используемой команды листового металла часть манипуляторов может отсутствовать.
Если в операции одновременно редактируется несколько элементов, то для редактирования конкретного элемента необходимо перевести курсор мыши ближе к нужному элементу. На элементе отобразятся все доступные манипуляторы, и окно параметров будет соответствовать значениям данного элемента.
Метки представляют собой пиктограммы, схематично изображающие параметр операции и указывающие значение параметра. Кликом на значение параметра на метке - можно вызвать окно ввода значения параметра. Некоторые метки позволяют менять тип параметра, при помощи клика на метку. Так, например, можно при помощи метки менять тип нахлёста в операции **Угол**.

Привязка геометрии через манипулятор

Направление и длину манипулятора, а, следовательно, и создаваемую геометрию, можно привязать к объектам 3D сцены. Для этого нужно вызвать контекстное меню манипулятора длины и в нём выбрать один из вариантов ориентации манипулятора на основе объектов 3D сцены.



Перенести до точки. Длина манипулятора будет определяться длинной его проекции, которая, в свою очередь, задана выбранной точкой. После выбора в контекстном меню рассматриваемого варианта необходимо в 3D сцене указать 3D узел или вершину.
Переместить до поверхности. Длина манипулятора будет определяться точкой его пересечения с выбранной поверхностью. После выбора в контекстном меню рассматриваемого варианта необходимо в 3D сцене указать грань, поверхность или рабочую плоскость.
Повернуть параллельно направлению. Направление манипулятора будет параллельно выбранному направлению. Направление можно задать ребром или нормалью плоскости. После выбора в контекстном меню рассматриваемого варианта необходимо в 3D сцене указать ребро, грань, поверхность или рабочую плоскость.
Повернуть параллельно плоскости. Направление манипулятора будет параллельно выбранной плоскости. После выбора в контекстном меню рассматриваемого варианта необходимо в 3D сцене указать грань, поверхность или рабочую плоскость.

Предварительный просмотр

Предварительный просмотр схематично показывает форму и размеры создаваемой операции, динамически изменяясь при смене параметров команды. При недопустимых значениях параметров изображение операции отсутствует. В таких случаях необходимо перезадать параметры операции. Если же после задания параметров в 3D сцене отсутствует предварительный просмотр – значит, параметры были заданы таким образом, что система не смогла найти решения. В этом случае единственным выходом является пересоздание операции.

Общие параметры команд листового металла

Для всей группы операций по работе с листовым металлом есть общие параметры. Для части этих параметров можно установить значения по умолчанию.
Основной операцией работы с листовым металлом является гибка. Многие операции создают геометрию, которая является результатом нескольких гибов разными способами или операций близких к гибке, но имеющих свои особенности. Соответственно, и диалоги команд работы с листовым металлом содержат параметры гибки, которые одинаковые для многих операций.
Некоторые параметры закрыты для пользователя в отдельно взятой операции, что объясняется логикой построения геометрии и возможностями команды как аналога реальной технологической операции.
Можно выделить следующие общие параметры:

- Радиус
- Угол
- КНС
- Базовая линия сгиба

- Положение
- Отступы слева и справа
- Отсчёт
- Длина
- Смещение
- Ослабления
- Нахлёст
- Зазор
- Язычок
- Обработка углов
- Опции
- Операнды

Радиус

Задаёт значение радиуса сгиба. Параметр имеет настраиваемое значение по умолчанию. Параметр имеет манипулятор в 3D сцене.
В случае использования профиля задающего сечение листа значение радиуса будет задавать скругление на нескруглённых углах профиля.

См. также:

- Все общие параметры

Угол

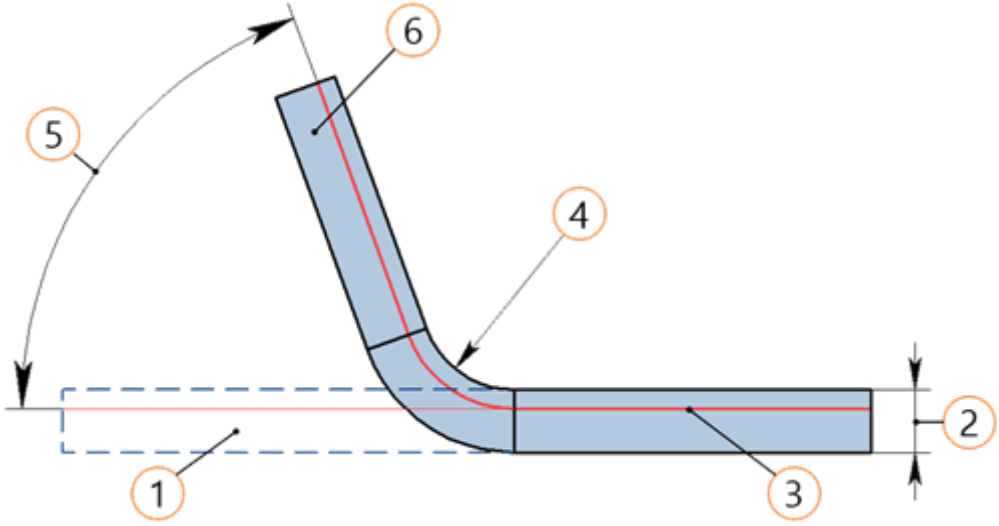
Задаёт значение угла сгиба, определяющего наклон стенки листовой детали. Параметр не имеет настраиваемого значения по умолчанию. Для большинства операций значение по умолчанию 90 °.
Параметр имеет опцию реверса **Сменить направление сгиба** .Параметр имеет манипулятор в 3D сцене.

См. также:

- Все общие параметры

КНС

Коэффициент нейтрального слоя. Определяет значение и способ задания коэффициента нейтрального слоя при гибке и последующем разгибании детали. Параметр необходим для всех операций, которые имеют развёртку. Под нейтральным слоем понимается продольное сечение заготовки, геометрические размеры которого не изменяются при гибке.



1 – Заготовка; 2 – Толщина заготовки; 3 – Нейтральный слой; 4 – Радиус сгиба; 5 – Угол сгиба; 6 – Согнутая заготовка

Значение КНС может либо устанавливаться пользователем, либо определяться системой автоматически на основании таблицы зависимости КНС от отношения радиуса сгиба к толщине заготовки. Способ задания определяется выпадающим списком. Для автоматического определения КНС необходимо выбрать опцию **Из таблицы**. Другая опция позволит установить произвольное числовое значение в диапазоне от 0 до 1. При значении «0» нейтральный слой совпадает с гранью заготовки, выбранной для создания гибки, при значении «1» нейтральный слой совпадает с противоположной гранью заготовки.

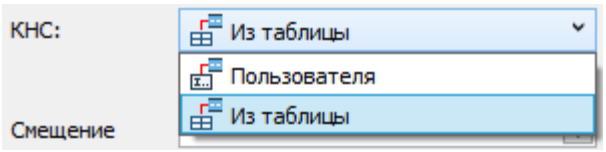


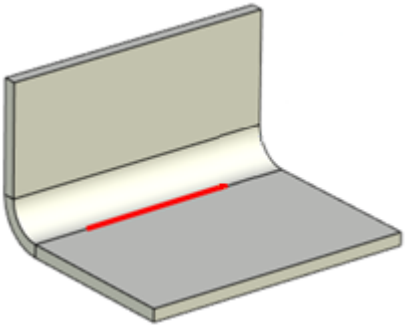
Таблица для определения КНС хранится в документе модели. Просмотреть и изменить таблицу можно в окне диалога параметров по умолчанию для листового металла.

См. также:

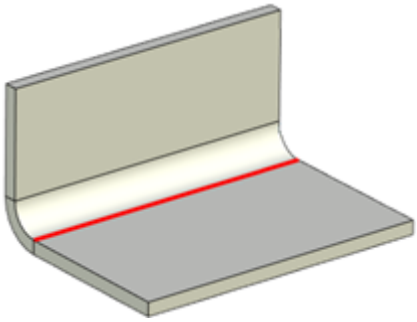
- Все общие параметры

Базовая линия сгиба

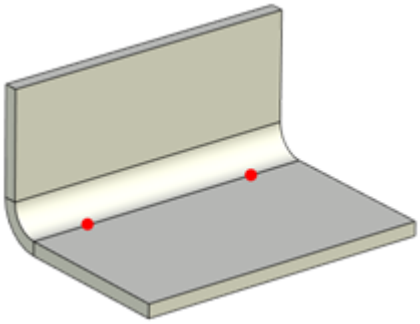
Базовая линия может быть задана двумя 3D точками или 3D объектом, способным определить прямую линию. Базовая линия выполняет несколько функций: позволяет системе определить деформируемое тело и базовую грань гибки, определяет положение и размер зоны сгиба, обусловливает возможность создания того или иного вида гибки.
Базовая линия обязательно должна принадлежать плоскости одной из подлежащих сгибу граней заготовки (обычно это верхняя или нижняя грань). Базовая линия может не лежать целиком внутри границ базовой грани, однако хотя бы часть её должна принадлежать грани.



Задание базовой линии незамкнутым 3D профилем (1)

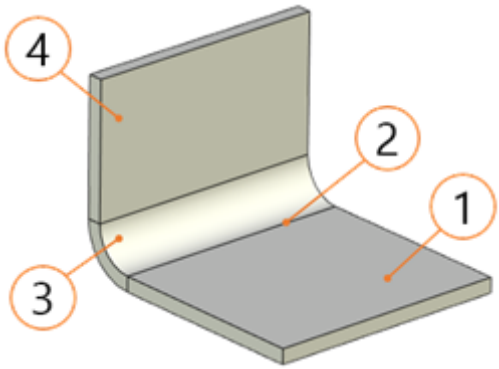


Задание базовой линии ребром заготовки (1)



Задание базовой линии двумя 3D узлами

Грань, на которой лежит базовая линия, будет являться **базовой гранью** гибки. Базовая грань будет использоваться в качестве начала отсчёта при задании параметров гибки.



1 – неподвижная часть, 2 – линия сгиба, 3 – изгибаемая часть, 4 – поворачиваемая часть

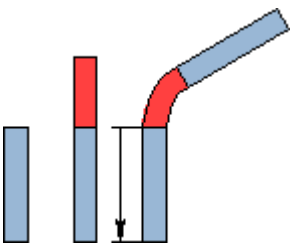
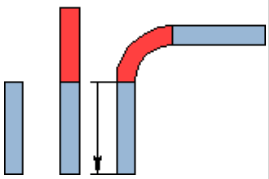
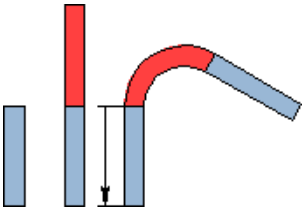
Границу между неподвижной частью заготовки и зоной сгиба будем называть **линией сгиба**.

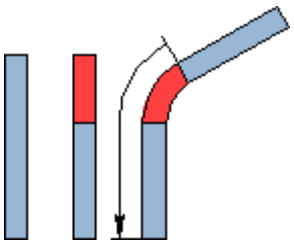
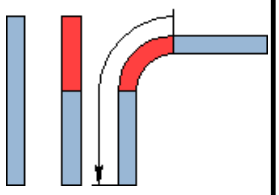
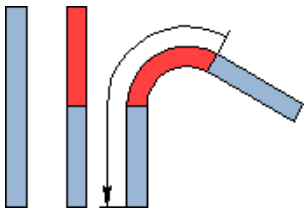
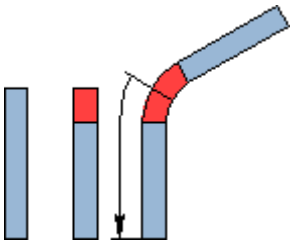
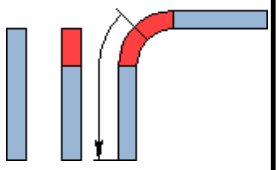
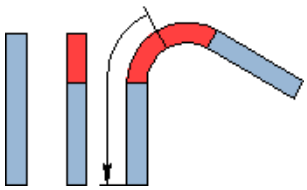
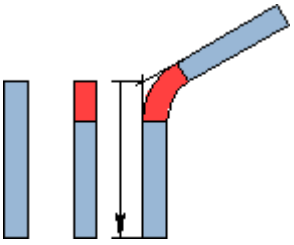
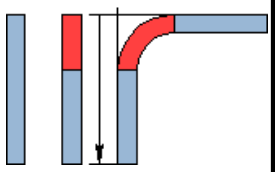
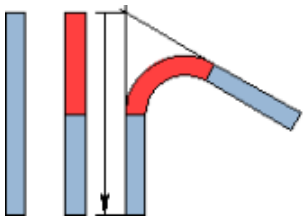
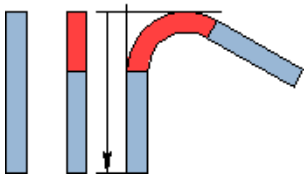
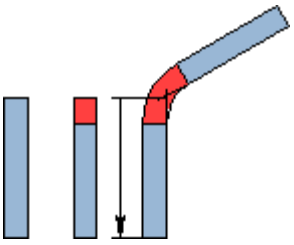
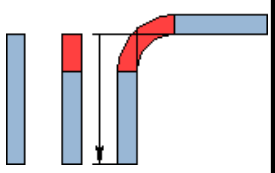
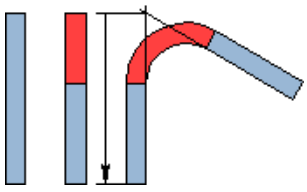
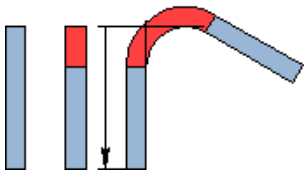
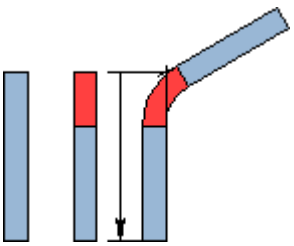
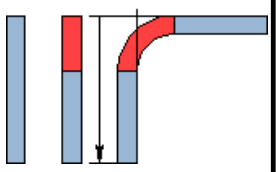
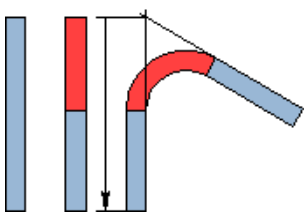
См. также:

- Все общие параметры

Положение

Можно выбрать один из следующих режимов определения положения зоны сгиба относительно базовой линии:

Иконка	Название режима	Принцип измерения при разных углах		
		0°-90°	90°	90°-180°
	В начале сгиба			

	В конце сгиба			
	Посередине сгиба			
	По внешней стороне			
	По внешнему касанию			
	По внутренней стороне			
	По внутреннему касанию			
	По наружному размеру			

Поскольку положение базовой линии **в начале сгиба** является наиболее употребительным, в дальнейшем при описании возможностей операций гибки будет использоваться именно этот вариант.

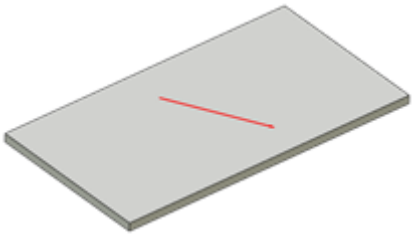
См. также:

- Все общие параметры

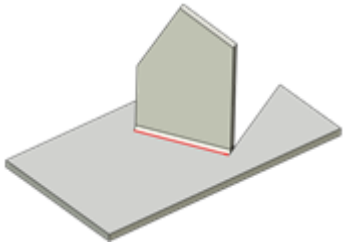
Отступы слева и справа

Длину получающейся линии сгиба можно уменьшить с помощью **отступов** от концов базовой линии. Отступы задаются в соответствующем разделе окна параметров. Или в 3D сцене при помощи манипуляторов. Специальный флаг справа позволяет делать отступы симметричными.

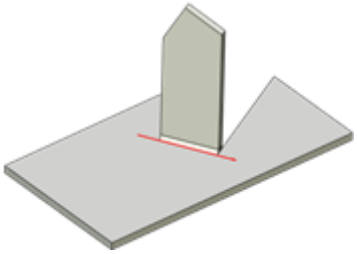
Введение отступов используется в тех случаях, когда выбранная базовая линия точно определяет требуемое положение сгиба, но её длина превышает длину участка заготовки, который необходимо подвергнуть гибке.



Заготовка с 3D профилем

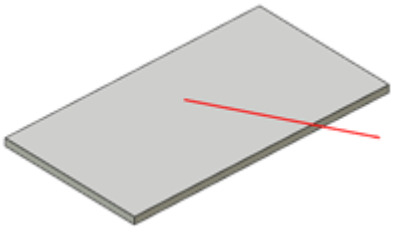


Отгиб без отступов

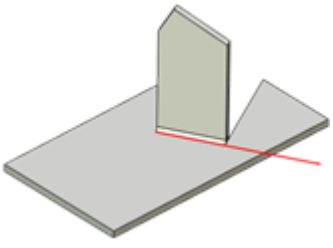


Отгиб с отступами

В некоторых ситуациях введение отступов позволяет построить гибку даже на основе изначально некорректной базовой линии. Например, это необходимо в ситуации, когда базовая линия гибки не лежит целиком на грани заготовки. Без задания отступов создание отгибания в этом случае невозможно. Задав отступ от края линии, можно уменьшить длину линии сгиба таким образом, что отгибаемый участок целиком уместится на базовой грани гибки.



Заготовка с профилем, выходящим за грань



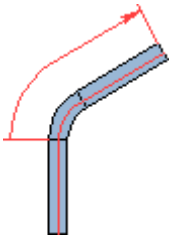
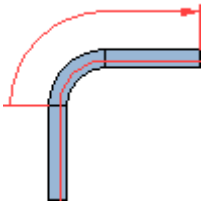
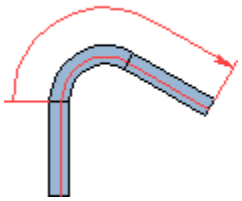
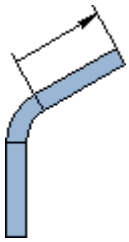
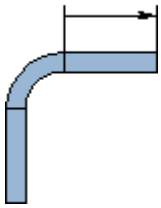
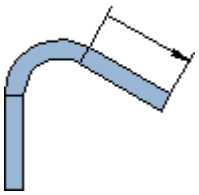
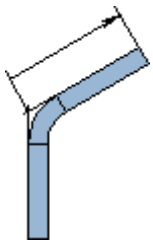
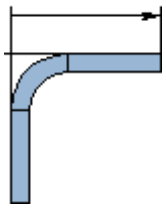
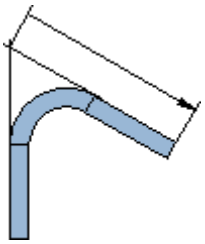
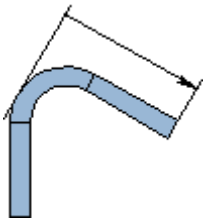
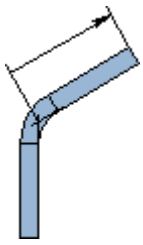
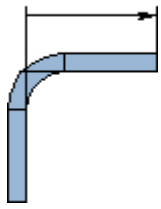
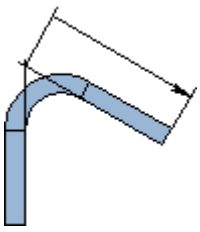
Отгиб строится за счёт отступа

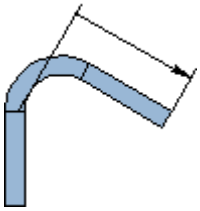
См. также:

- Все общие параметры

Отсчёт

Можно выбрать один из следующих режимов отсчёта **длины** фланца:

Иконка	Название режима	Принцип измерения при разных углах		
		0°-90°	90°	90°-180°
	Вдоль нейтрального слоя			
	От конца сгиба			
	От внешней стороны			
	От внешнего касания			
	От внутренней стороны			

	От внутреннего касания			

См. также:

- Все общие параметры

Длина

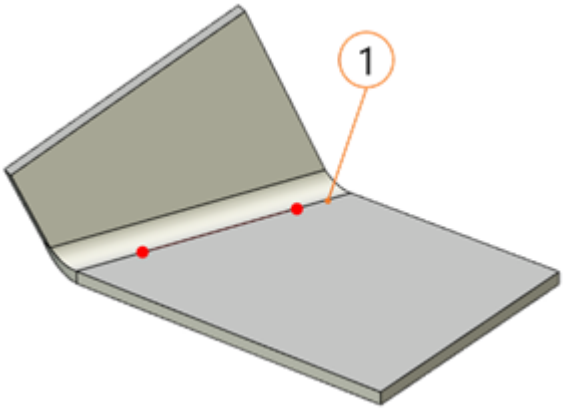
Параметр определяет длину L, рассчитываемую способом, заданным параметром **Отсчёт**. Параметр имеет манипулятор в 3D сцене.

См. также:

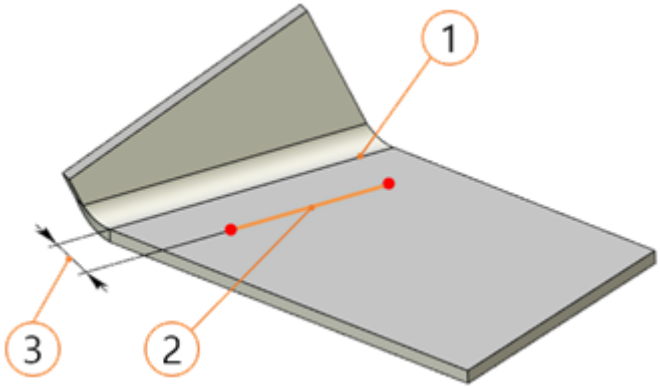
- Все общие параметры

Смещение

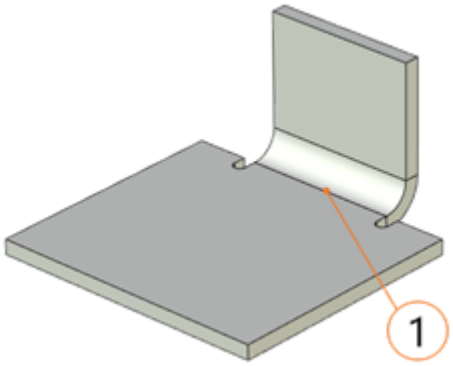
Параметр позволяет дополнительно сместить зону сгиба и, соответственно, линию сгиба относительно базовой линии. Параметр имеет манипулятор в 3D сцене.
В зависимости от знака смещения зона сгиба перемещается в ту или иную сторону от исходного положения: при положительном смещении – к сгибаемой (приклеиваемой части), при отрицательном смещении – от неё.



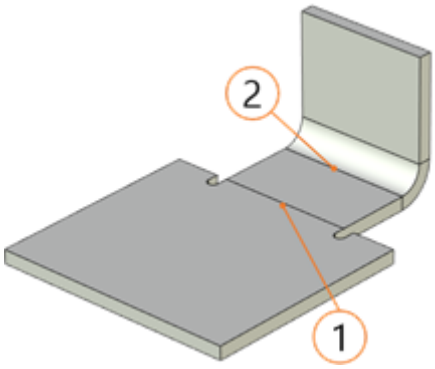
Сгиб без смещения,
1 – линия сгиба, задана двумя 3D узлами



Сгиб со смещением,
1 – линия сгиба,
2 – базовая линия, задана двумя 3D узлами,
3 - смещение



Базовая линия приклеивания фланца и сгиба фланца (1) совпадают



Фланец со смещением, базовая линии приклеивания фланца (1) и сгиба (2) не совпадают

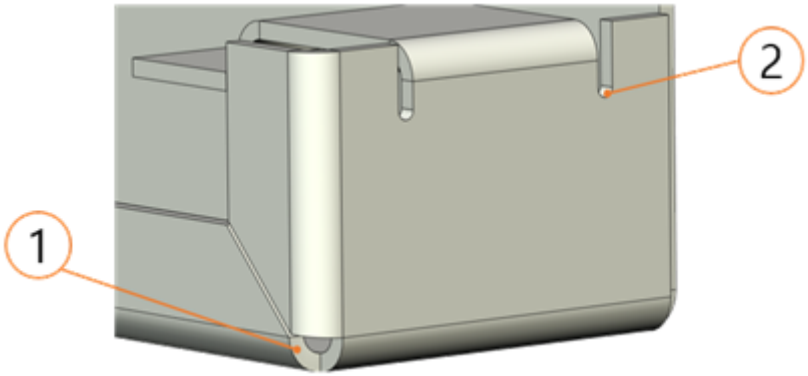
Смещение линии сгиба часто позволяет исправить ситуацию в случае, когда исходное положение зоны сгиба не удовлетворяет пользователя или при текущем положении вообще невозможно создать гибку.

См. также:

- Все общие параметры

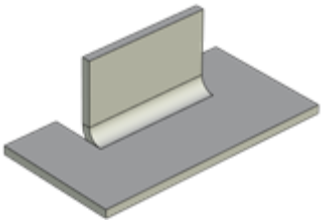
Ослабления

Группа параметров при помощи которых можно определить специальные пазы для снижения напряжений в металле, сконцентрированных по углам сгиба.
Операции гибки позволяют создавать **Ослабления** автоматически при выполнении некоторых операций. Ослабления разделяются на **Угловые** и **Изолирующие**. Изолирующие ослабления позволяют снять напряжения в отгибаемом язычке. Угловые ослабления позволяют снять напряжения в местах стыка фланцев и стенок. Угловые ослабления можно задать отдельной командой **Угол**.



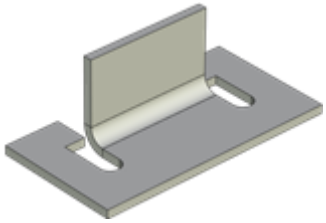
1 – Угловые ослабления; 2 – Изолирующие ослабления

Изолирующие имеют два варианта исполнения, выбираемых из списка: **Круглые** и **Линейные**. Для каждого из вариантов доступна опция **Насквозь**.

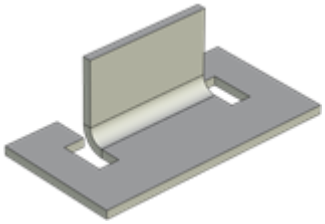


Нет ослаблений

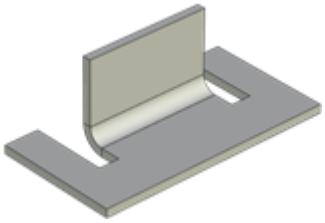
Изолирующие ослабления



Круглые ослабления



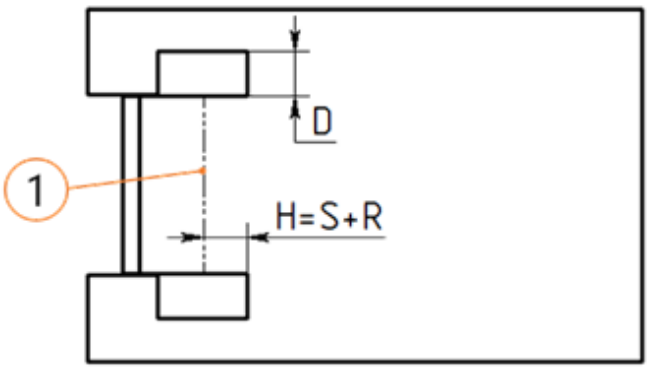
Линейные ослабления

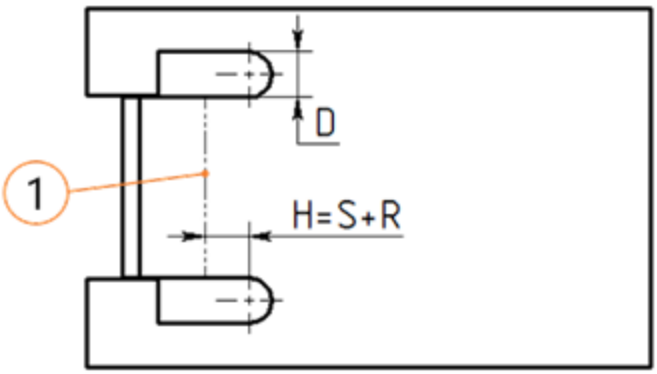


Линейные ослабления насквозь

Для определения геометрии изолирующих ослаблений доступны параметры **Глубина** и **Ширина**. Для линейного ослабления они определяют ширину паза и длину передней, выступающей за линию сгиба, части соответственно. Длина передней части ослабления круглой формы будет больше за счёт скругления на конце паза. Радиус скругления равен половине ширины паза.
Задняя часть паза любого типа может быть выполнена двумя способами:

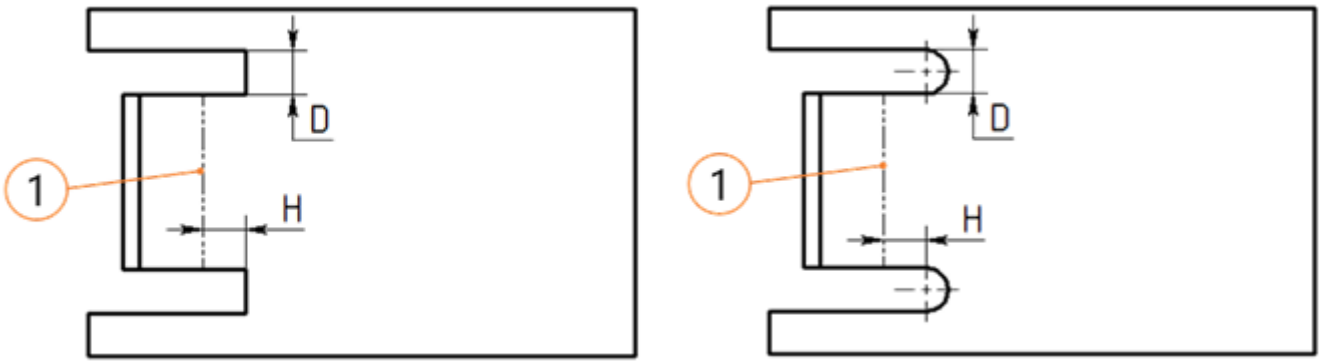
- на глубину, равную сумме толщины заготовки и радиуса сгиба;
- насквозь (если указан флаг опции **Насквозь**) до края заготовки (при приклеивании внутри заготовки с вырезом материала под язычком – до конца выреза).





Где 1 – линия сгиба, S – толщина заготовки, R – радиус сгиба, D – ширина, H - глубина

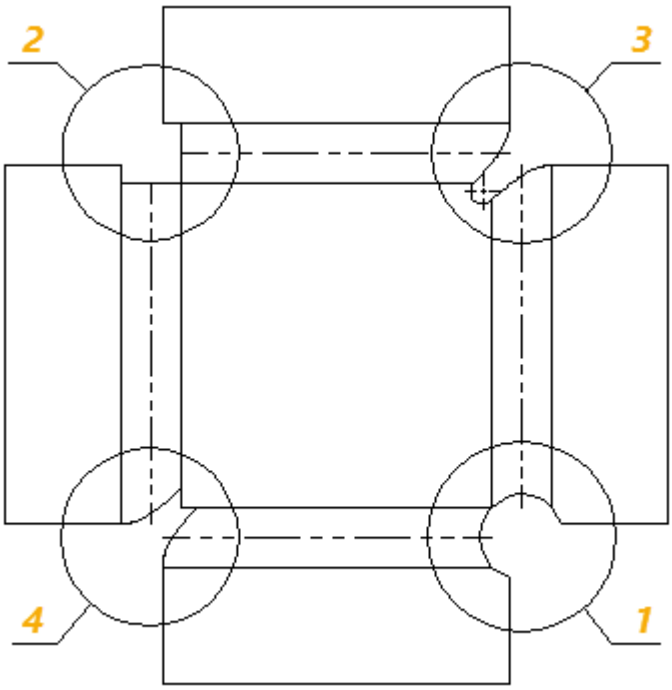
Линейные ослабления (не сквозные) *Круглые ослабления (не сквозные)*



1 – линия сгиба, S – толщина заготовки, R – радиус сгиба, D – ширина, H - глубина

Линейные ослабления (сквозные до края) *Круглые ослабления (сквозные до края)*

Угловые ослабления бывают следующих типов:



1 - Круглые

2 - Линейные

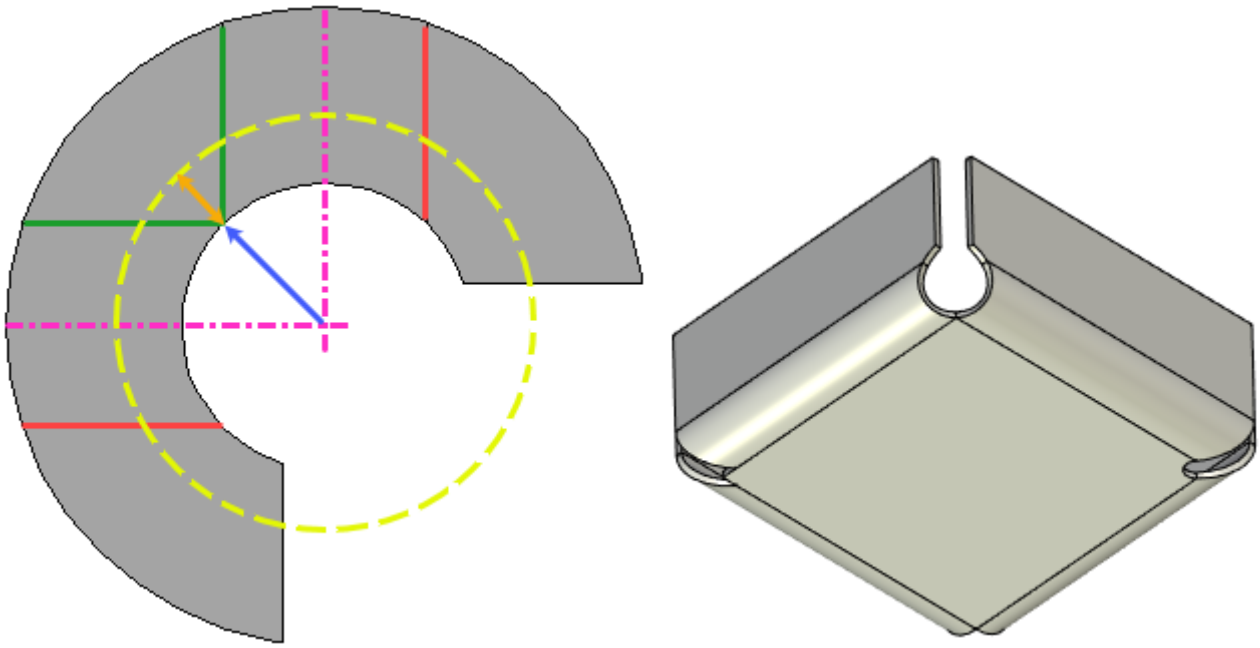
3 - Сварочные

4 - Нет

Форма и размеры ослабления определяются его типом, а также, в зависимости от типа ослабления, либо величиной параметра **Расширение,** либо величиной параметра Зазор и наличием Нахлёста.

Круглые

На развёртке делается вырез в виде окружности. Центр окружности расположен в точке пересечения осевых линий сгибов, а базовый радиус равен расстоянию от этой точки до точки пересечения линий начала сгиба. **Расширение** добавляется к радиусу. Зазор не влияет на геометрию ослабления.



Зеленые - линии начала сгибов

Розовые - осевые линии сгибов

Красные - линии конца сгибов

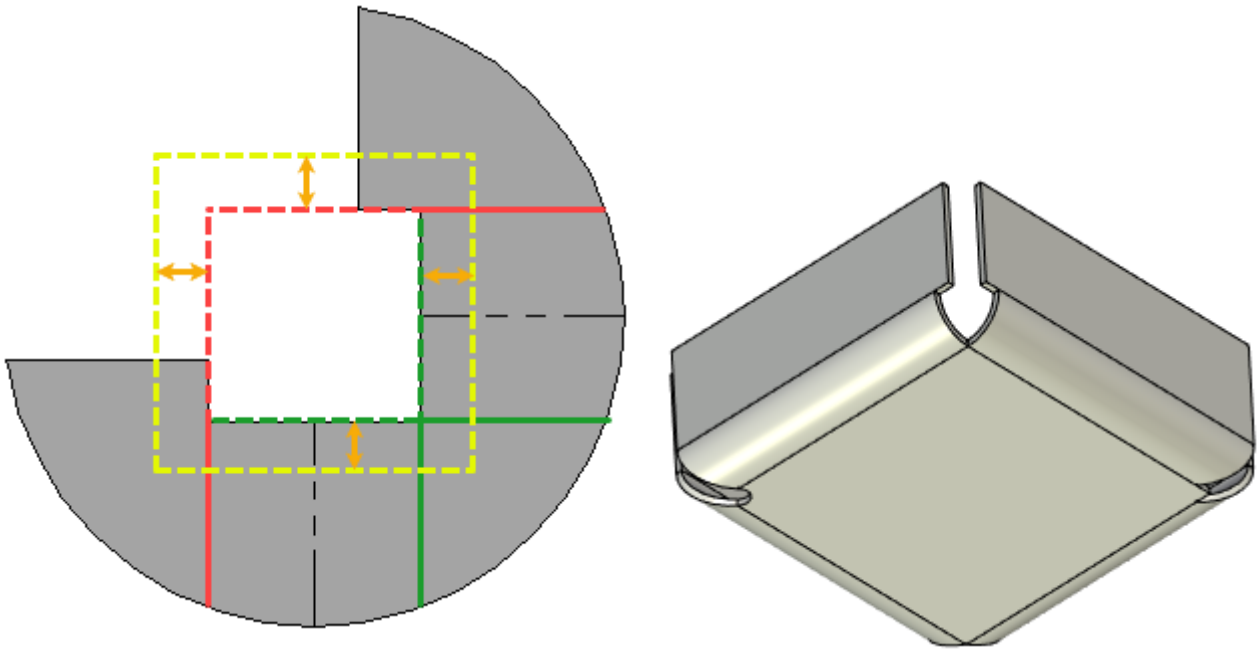
Синий - минимальный радиус выреза

Желтый - контур выреза с расширением

Оранжевый - величина расширения

Линейные

При нулевом **Расширении** на развёртке делается вырез по линиям начала и конца сгибов. При ненулевом **Расширении** вырез делается по линиям отступа на величину расширения от линий начала и конца сгибов. Зазор не влияет на геометрию ослабления.



Зеленые - линии начала сгибов

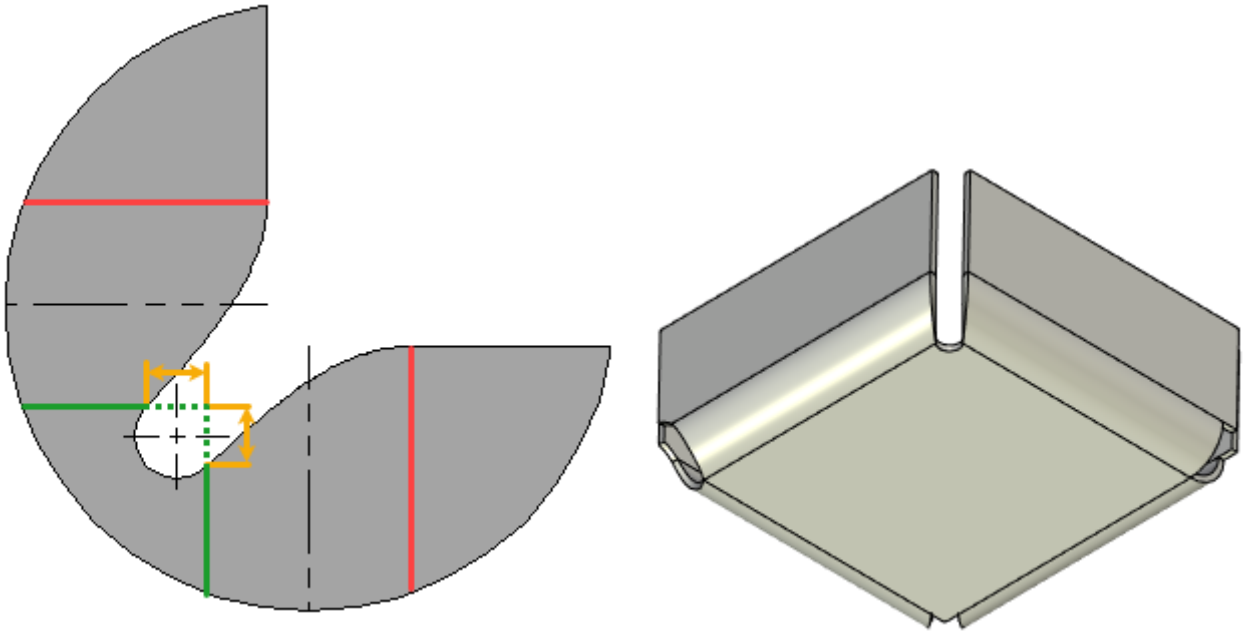
Красные - линии конца сгибов

Жёлтый - контур выреза с расширением

Оранжевый - величина расширения

Сварочные

По линиям начала сгибов от их пересечения откладывается величина Зазора. При отсутствии Нахлёста зазор откладывается в обе стороны, при наличии - только в одну. От полученных точек начинается вырез деформированной зоны. В деформированной зоне материал вырезается так, чтобы обеспечить заданный Зазор между фланцами в согнутом состоянии. Кроме того, при отсутствии Нахлёста точки соединяются скруглением, вырезающим угол исходной заготовки, по касательной к вырезу деформированной зоны. Если заготовка имеет прямой угол в месте ослабления, то скругление имеет постоянный радиус, равный Зазору. Для непрямых углов скругление имеет сложную форму переменной кривизны. Таким образом формируется оптимальный стык в области сгиба, который может быть использован для сварки. **Расширение** неприменимо к данному типу ослабления.



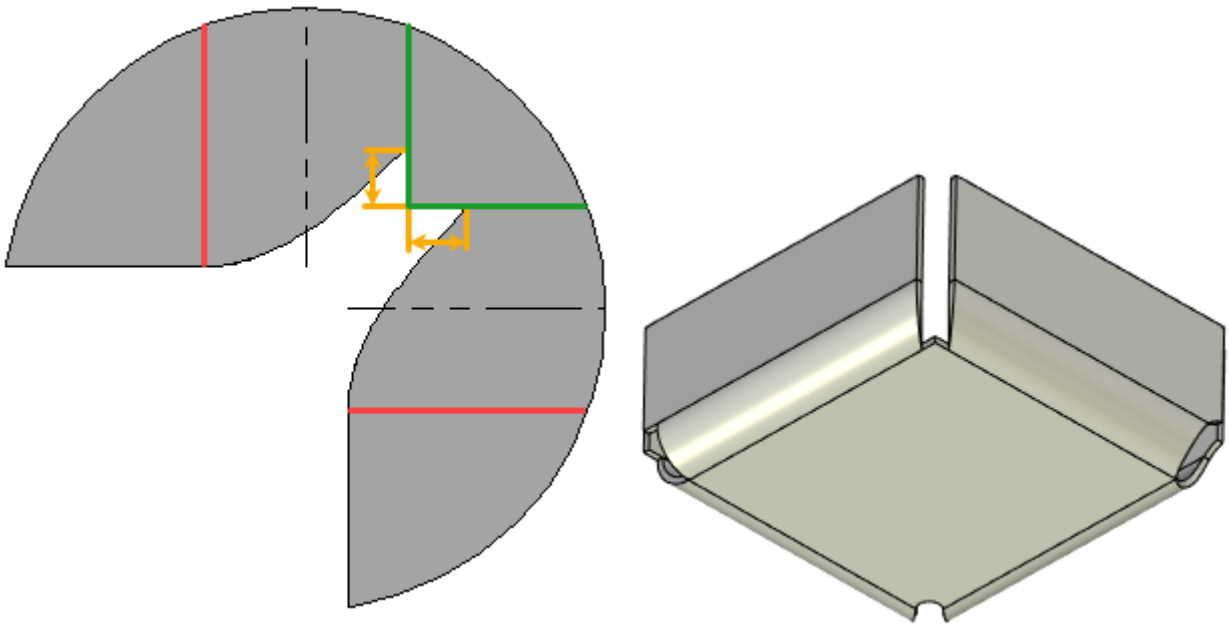
Зеленые - линии начала сгибов

Красные - линии конца сгибов

Оранжевый - величина зазора

Нет

По линиям начала сгибов от их пересечения откладывается величина Зазора. При отсутствии Нахлёста зазор откладывается в обе стороны, при наличии - только в одну. От полученных точек начинается вырез деформированной зоны. В деформированной зоне материал вырезается так, чтобы обеспечить заданный Зазор между фланцами в согнутом состоянии. Угол исходной заготовки сохраняется. **Расширение** неприменимо к данному типу ослабления.



Зеленые - линии начала сгибов

Красные - линии конца сгибов

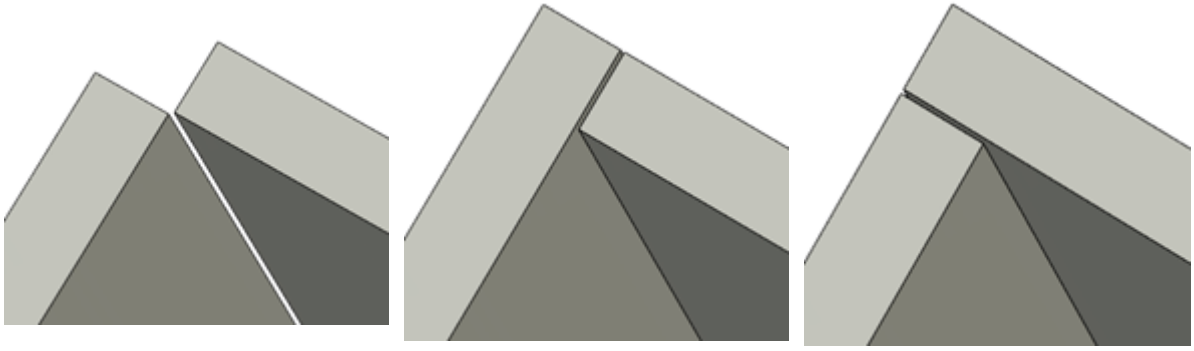
Оранжевый - величина зазора

См. также:

- Все общие параметры

Нахлёст

Параметр задаёт положение примыкающих листовых граней друг относительно друга. Доступны следующие опции:



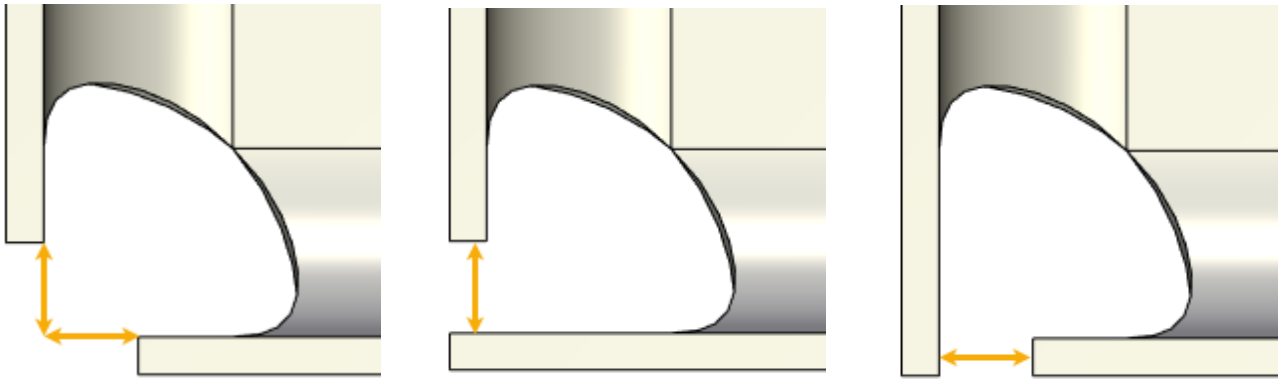
Без нахлёста *Нахлёст* *Обратный нахлёст*

См. также:

- Все общие параметры

Зазор

Параметр позволяет задать расстояние между примыкающими друг гранями соседних фланцев. Применение параметра зависит от выбранной опции **Нахлёста**.



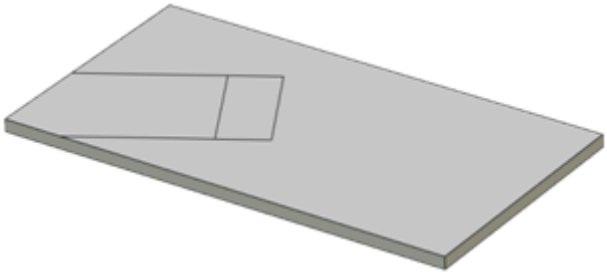
Без нахлёста *Нахлёст* *Обратный нахлёст*

См. также:

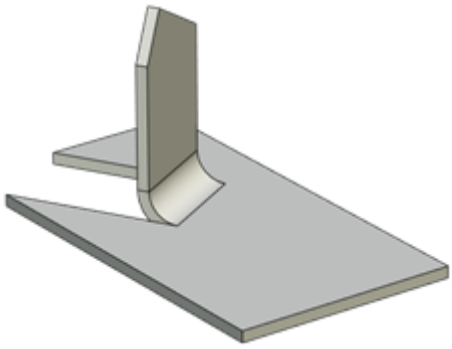
- Все общие параметры

Язычок

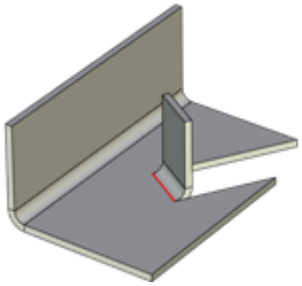
Группа параметров **Язычок** позволяет задать различные режимы обрезки при гибке. Необходимость уменьшения язычка при отгибании и приклеивании фланца указывается с помощью флага **Уменьшение язычка.** При включённом флаге данный режим будет активирован и зазор между деталью и язычком на развёртке будет равен указанному значению, по умолчанию 0,05.



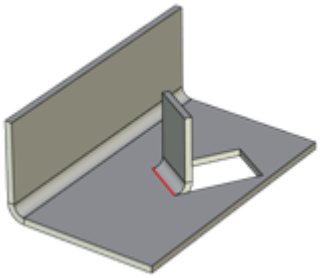
Гибка после разгибания



Правильная повторная гибка (с уменьшением «язычка»)



Удаление материала до края заготовки



Удаление материала на длину «язычка»

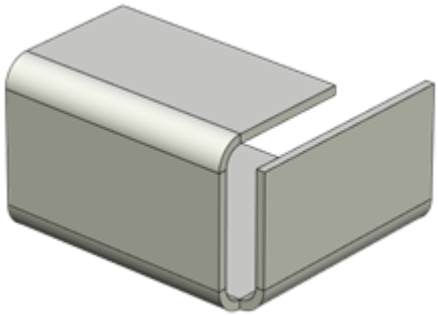
Флаг **Вырезать на длину язычка** позволяет задать для приклеивания фланца способ удаления материала заготовки под язычком: при установленном флаге (состояние по умолчанию) материал будет удаляться только на длину язычка, при снятом – до края заготовки.

См. также:

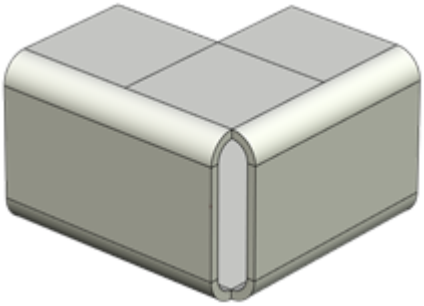
- Все общие параметры

Обработка углов

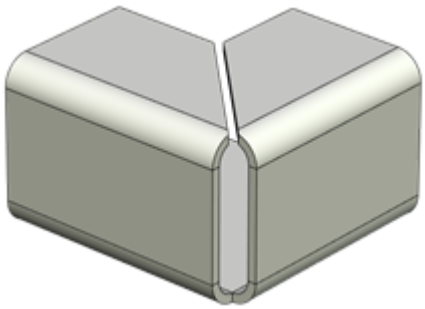
При приклеивании язычка, в случае пересечения язычка с заготовкой, можно произвести автоматическую обрезку соприкасающихся частей. Обрезка создаёт в области пересечения диагональную щель заданной толщины. Для выполнения обрезки нужно указать в списке **Тип** вариант **С обрезкой** и задать толщину щели параметром **Зазор**.
При установленном значении **Без обрезки** пересекающиеся части обрезаться не будут.
Обрезка возможна, если язычок и пересекаемая часть заготовки имеют одинаковую толщину и лежат в одной плоскости. Допустимы также некоторые отклонения от этих требований (как по толщине, так и по углу наклона язычка и элемента заготовки друг относительно друга).



Исходное листовое тело



Фланец без обрезки



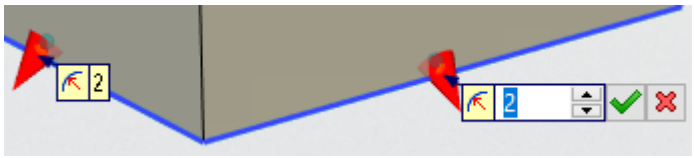
Фланец с обрезкой

См. также:

- Все общие параметры

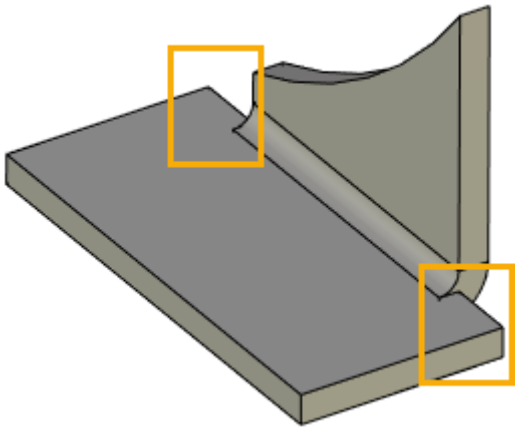
Опции

Использовать манипуляторы. Установка флага включает управляющие манипуляторы в 3D сцене.
Использовать метки. Установка флага включает специальные метки, информирующие о текущих значениях параметров, которые также можно использовать для изменения значения параметров операции.

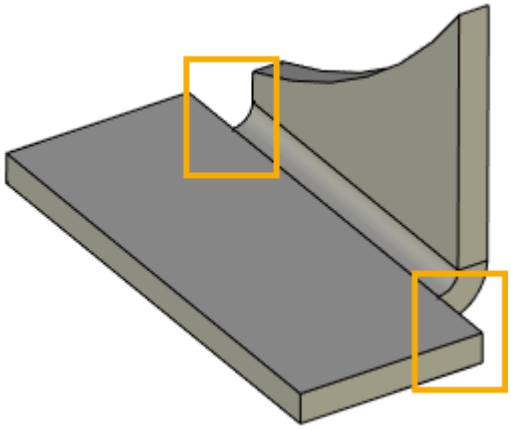


Динамический просмотр. Флаг включает/выключает динамический предварительный просмотр команды.

Сгибать грань целиком. При установленном флаге тело будет сгибаться вдоль выбранной линии полностью. Параметр важен при проведении операций с листовым металлом определённой геометрии (например, когда необходимо согнуть листовое тело с вырезом по заданной линии).
Проверять самопересечение. Параметр позволяет отслеживать самопересечение листовых граней. При установленном флаге система не позволит создать операцию, результат которой приводит к пересечению с исходным телом.
Расширять только стенку. Параметр позволяет ограничить длину язычка в месте сгиба.



Фланец без активированной опции ***Расширять только стенку***



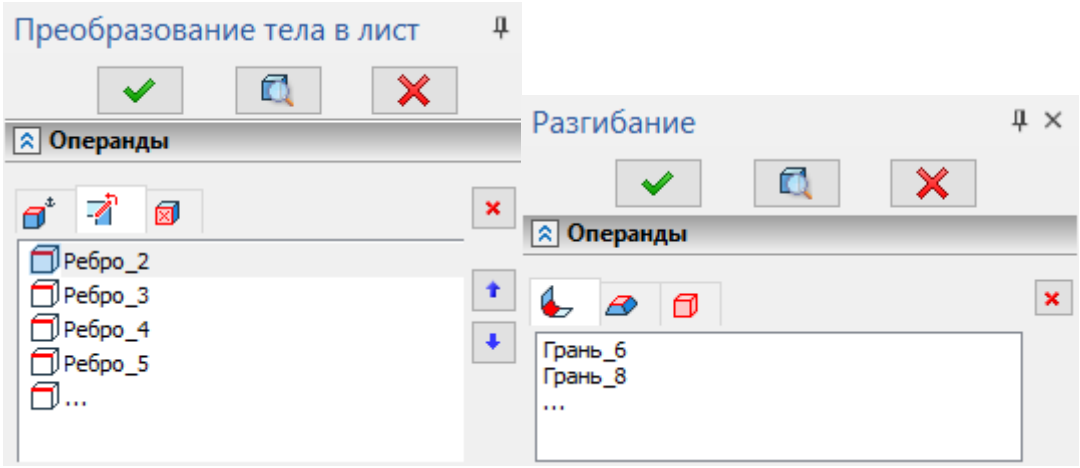
Фланец с активированной опцией ***Расширять только стенку***

См. также:

- Все общие параметры

Операнды

Все вручную заданные элементы, используемые в командах листового металла: вершины, рёбра, грани и операции - отображаются на закладке **Операнды** в окне параметров.



Кнопка **Удалить** , расположенная справа на закладке **Операнды**, позволяет исключить выбранный элемент из операции. Кроме того, удалить элемент можно выбрав его щелчком мыши и нажав клавишу <**Delete**>. В рабочем окне отмену выбора элемента можно произвести, повторно щёлкнув по нему .

Кнопки **Вверх** и **Вниз** , расположенные справа под кнопкой **Удалить**, используются для того, чтобы изменить порядок выполнения операции по заданным элементам. Данная возможность нужна не для всех команд и не для всех элементов.

См. также:

- Все общие параметры

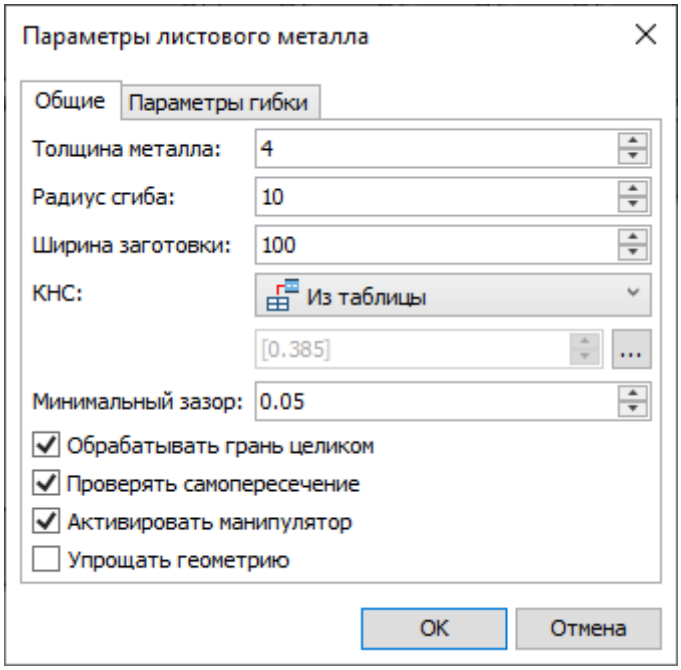
Параметры по умолчанию для листового металла

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Листовой металл (3D) > Параметры
Клавиатура	Текстовое меню
<SMP>	Операции > Листовой металл > Параметры

После вызова команды на экране появляется диалог **Параметры листового металла**. В полях диалога можно установить значения параметров по умолчанию для всех операций листового металла создаваемой детали.
Диалог разделён на две вкладки:

- **Общие**
- **Параметры гибки**

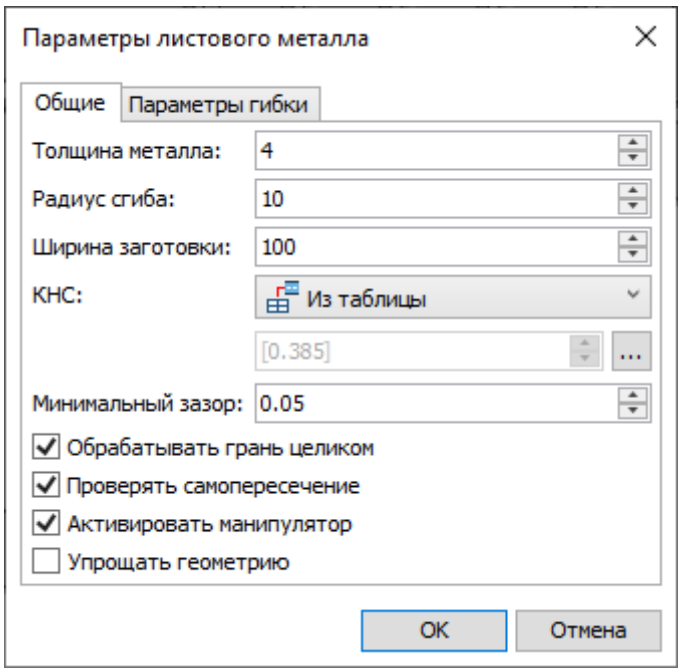


Основные темы в этом разделе:

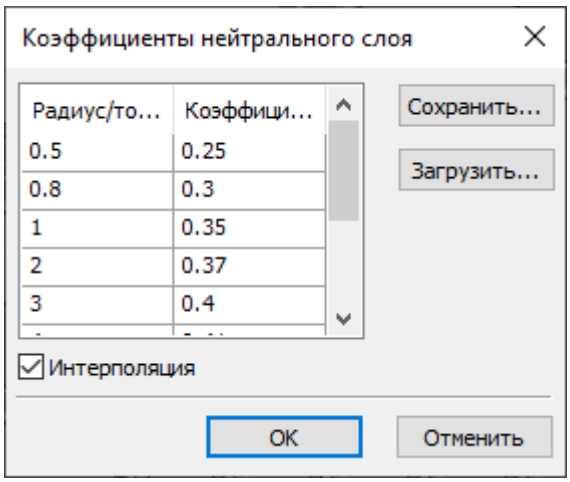
- Общие
- Параметры гибки

Общие

Вкладка **Общие** в диалоге параметров по умолчанию для листового металла содержит следующие параметры:



Толщина металла.
Определяет толщину заготовки, предлагаемую в команде создания листовой заготовки по умолчанию.
Радиус сгиба.
Задаёт значение радиуса сгиба, устанавливаемое по умолчанию при создании гибки.
Ширина заготовки.
Задаёт значение ширины заготовки по умолчанию.
КНС (Коэффициент нейтрального слоя).
Определяет способ задания коэффициента нейтрального слоя при гибке и последующем разгибании детали. Значение параметра может либо устанавливаться пользователем, либо определяться системой автоматически на основании таблицы зависимости КНС от отношения радиуса сгиба к толщине заготовки. Таблица для определения КНС хранится в документе модели. Для просмотра и изменения таблицы используется кнопка . При нажатии на кнопку открывается дополнительное окно **Коэффициенты нейтрального слоя**. В этом окне отображается используемая в текущем документе таблица КНС.

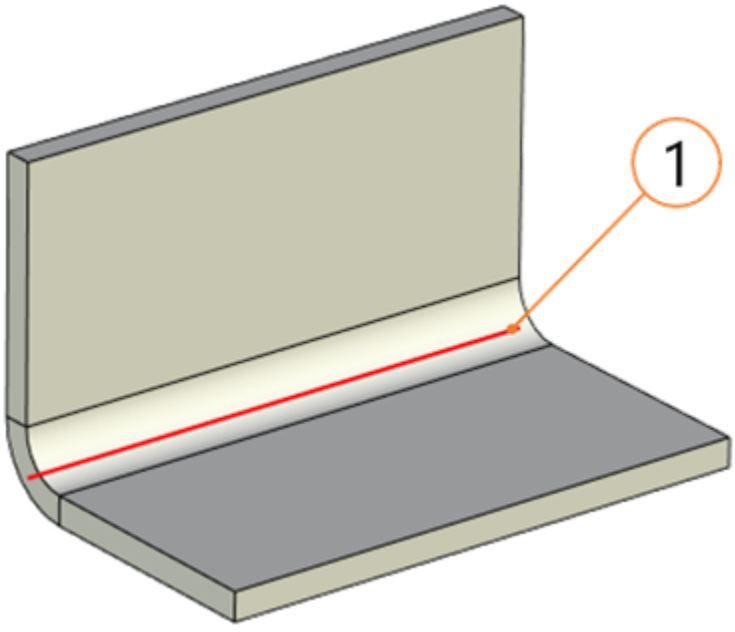


Она представляет собой табличную зависимость КНС (столбец **Коэффициент**) от величины отношения радиуса гибки и толщины заготовки (столбец **Радиус/толщина**). Флаг **Интерполяция** задаёт тип интерполяции данных таблицы: установленный флаг – **линейная интерполяция** (КНС

представляет собой линейную функцию, интерполированную по данным таблицы), снятый флаг – **табличная интерполяция** (КНС в виде ступенчатой функции по данным таблицы).
Используемую таблицу можно выгрузить в текстовый файл, нажав кнопку **Сохранить**.
Кнопка **Загрузить** позволяет изменить таблицу, загрузив новые данные из предварительно созданного пользователем текстового файла ***.tnf** следующего формата: первая строка в файле должна задавать тип интерполяции: **Interpolation** – линейная, **Table** – табличная; следующие строки должны содержать данные таблицы – значения отношения радиуса сгиба к толщине заготовки и соответствующие им значения КНС. Данные таблицы могут быть записаны различным образом – в одной строке или в нескольких, с разделителями в виде пробелов или табуляции. Например, таблица, используемая по умолчанию, записана следующим образом:

```
Interpolation
      0.5   0.25
      0.8   0.3
      1     0.35
      2     0.37
      3     0.4
      4     0.41
      5     0.43
      10    0.47
      12    0.5
```

Загруженная из файла таблица сохраняется в документе текущей модели и в дальнейшем используется при работе с ней.
Минимальный зазор.
Определяет ширину реза при создании операций с листовым металлом. Определяет параметр **Уменьшение язычка**. Подробнее см. раздел Язычок.
Обрабатывать грань целиком.
Параметр важен при проведении операций с листовым металлом определённой геометрии (например, когда необходимо согнуть листовое тело с вырезом по заданной линии). При установленном параметре, всё тело вдоль выбранной линии будет сгибаться, не нарушая логику построения. Параметр определяет установку/снятие флага по умолчанию для опции **Сгибать грань целиком** в диалоге создания операций гибки.

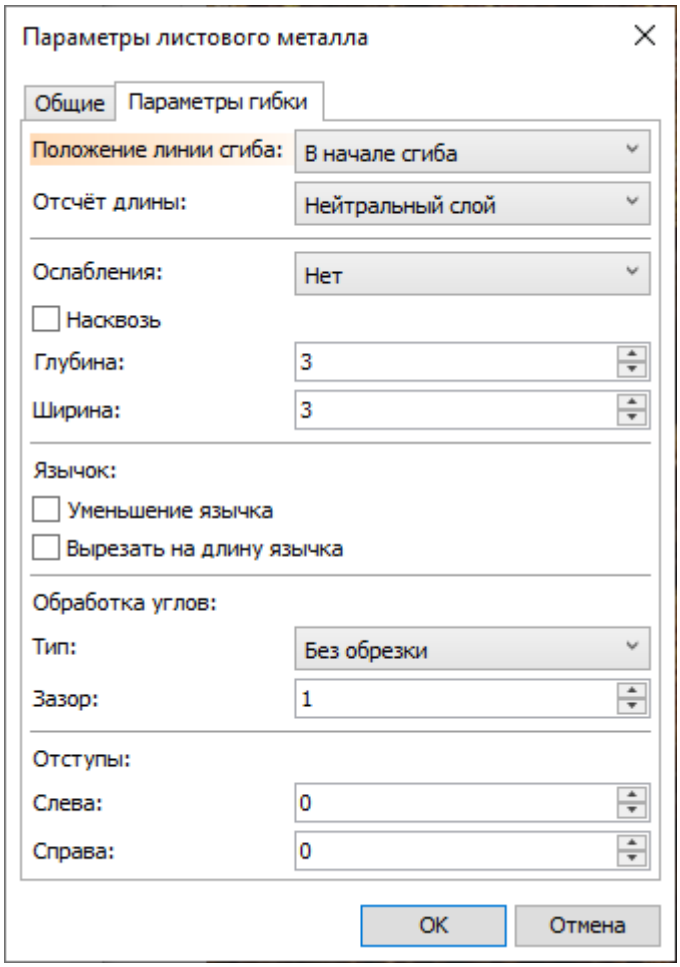


1 - Линия сгиба

Проверять самопересечения.
Параметр важен при создании операции **Гибка**. Он позволяет отслеживать самопересечение отогнутых листовых граней. При установленном флаге система не позволит создать гибку, результат которой приводит к пересечению с исходным телом. Определяет установку/снятие флага по умолчанию для опции **Проверять самопересечение** в операциях гибки.
Активировать манипулятор.
При установленном флаге для операций **Фланец**, **Отбортовка**, **Подсечка** будет автоматически активирован ввод значения длины с использованием манипулятора после выбора ребра или профиля.
Упрощать геометрию.
Параметр удаляет рёбра, образующиеся в результате построения, фланцев, отбортовок, перемычек и других операций листового металла.

Параметры гибки

Вкладка **Параметры гибки** в диалоге параметров по умолчанию для листового металла содержит следующие параметры:



Положение линии сгиба.
Позволяет задать положение зоны сгиба относительно базовой линии гибки: **В начале сгиба**, **В конце сгиба, Посередине сгиба, По внешней стороне, По внешнему касанию, По внутренней стороне, По внутреннему касанию, По наружному размеру**. Определяет вариант по умолчанию параметра **Положение** в диалоге команд гибки. Подробнее см. раздел Положение.
Отсчёт длины.
В выпадающем списке можно выбрать требуемый вариант отсчёта: **Вдоль нейтрального слоя**, **От конца сгиба**, **От внешней стороны**, **От внешнего касания**, **От внутренней стороны**, **От**

внутреннего касания. Определяет вариант по умолчанию параметра **Отсчёт** в диалоге команд гибки. Подробнее см. раздел Отсчёт.

Ослабления.

Данная группа параметров позволяет определить вид и размеры ослаблений, создаваемых при гибке по умолчанию. Тип ослаблений выбирается из списка: **Нет** (ослабления не создаются), **Круглые**, **Квадратные**. Параметры **Глубина** и **Ширина** позволяют задать размеры по умолчанию для ослаблений: глубину передней (выступающей за линию сгиба) части и ширину паза. Установка флага **Насквозь** включает режим прорезки паза до краёв заготовки. Подробнее см. раздел Ослабления.

Язычок.

Данная группа параметров позволяет установить значения по умолчанию для различных режимов обрезки при гибке. Необходимость уменьшения язычка при отгибании и приклеивании фланца указывается с помощью флага **Уменьшение язычка** – при включённом флаге данный режим будет активирован по умолчанию. Флаг **Вырезать на длину язычка** позволяет задать для приклеивания фланца способ удаления материала заготовки под язычком: при установленном флаге по умолчанию материал будет удаляться только на длину язычка, при снятом – до края заготовки. Подробнее см. раздел Язычок.

Обработка углов.

Данная группа параметров позволяет включить по умолчанию обрезку пересекающихся частей фланца с заготовкой: вариант **С обрезкой** с указанием параметра **Зазор** (определяет значение по умолчанию параметра **Зазор** в диалоге команд гибки). При установленном значении **Без обрезки** пересекающиеся части по умолчанию обрезаться не будут. Подробнее см. раздел Обработка углов.

Отступы.

Данная группа параметров определяет значения по умолчанию параметров **Отступ слева** и **Отступ справа**. Положение отступов (слева или справа) определяется системой в зависимости от положения создаваемой геометрии. Подробнее см. раздел Отступы слева и справа.

> Значения параметров, установленные в команде **Параметры по умолчанию для листовых операций**, будут использоваться по умолчанию во всех операциях по работе с листовым металлом. При этом значения текстовых и числовых параметров, взятые из параметров по умолчанию, отображаются в квадратных скобках, например, **Радиус: [2]**.

Заготовка листовой детали

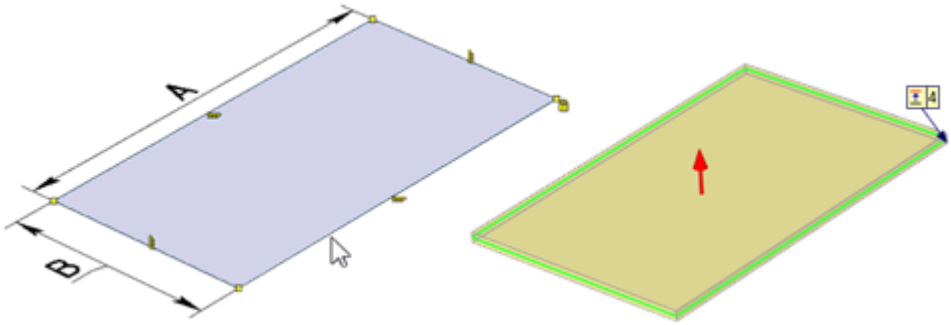
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Листовой металл (3D) > Операции > Заготовка
Клавиатура	Текстовое меню
<SMD>	Операции > Листовой металл > Заготовка

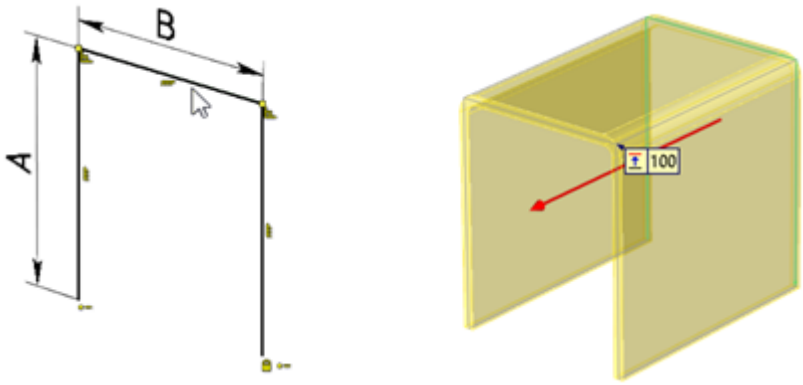
Операция позволяет создавать листовую заготовку двумя способами.

- **Форма листа**
- **Сечение листа**

В обоих случаях исходным является плоский 3D профиль.



По форме листа



По сечению листа

Все операции по работе с листовым металлом создаются на основе предварительно созданной заготовки. В качестве заготовки можно использовать твёрдое тело, включая импортированную геометрию, практически любой конфигурации. Обязательным требованием системы является наличие двух плоских параллельных граней в зоне деформации при создании различных операций листовой штамповки. Одна из этих граней будет использована в качестве базовой при создании какой-либо из операций листовой штамповки. Рекомендуется использовать в качестве листовой заготовки плоское тело, у которого боковые (торцевые) грани перпендикулярны основным (верхней и нижней) граням.
Применение специализированной операции вместо выталкивания или другой операции общего назначения позволяет упростить создание заготовки, сведя к минимуму задаваемые параметры и настройки.

> В дальнейшем в этой главе при описании тела, к которому применяется какая-либо операция листовой штамповки, будет использоваться термин «заготовка» вне зависимости от способа создания тела.

Параметры команды

Параметры команды, относящиеся к общим – описаны в соответствующем разделе выше.
Вариант создания.

Форма листа

Сечение листа

Толщина. Поле ввода толщины листа в миллиметрах.

Вариант направления выталкивания на заданную толщину.

Прямое

Обратное

Симметричное

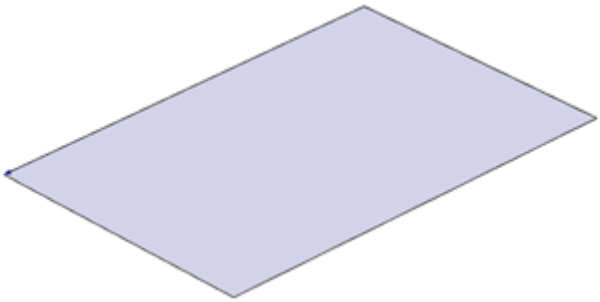
Ширина. Задаёт ширину заготовки в случае создания по варианту **Сечение листа**.
Опции автоменю:

	<Ctrl>+<Enter>	Закончить ввод
	<P>	Задать параметры элемента
	<X>	Выйти из команды
	<F5>	Предварительный просмотр
	<R>	Выбрать 3D профиль
	<W>	Начертить профиль

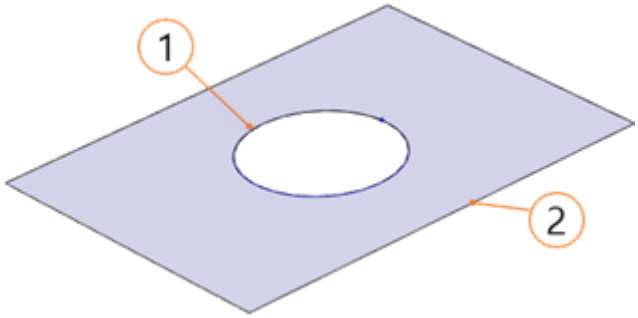
Закончить ввод. Построить геометрию по заданным параметрам. В случае если параметров недостаточно – опция неактивна.
Задать параметры элемента. Вызов стандартного диалога параметров команды трёхмерного моделирования.
Выйти из команды. Закрывает команду с отменой заданных параметров.
Предварительный просмотр. Опция включает/выключает стандартную опцию просмотра команд трёхмерного моделирования.
Выбрать 3D профиль. Выбор профиля согласно которому будет построена заготовка. Опция обязательная для создания заготовки.
Начертить профиль. Опция прозрачного режима создания заготовки. Опция позволяет перейти в режим черчения на выбранной рабочей плоскости для создания исходного профиля. В этом случае при выходе из режима черчения на рабочей плоскости созданный профиль будет выбран автоматически.

Создание заготовки

Для создания заготовки достаточно указать исходный 3D профиль. При входе в операцию режим выбора 3D профиля активизируется автоматически. Тип выбранного профиля определит вариант создания заготовки. Если контур замкнутый – то будет автоматически выбран вариант создания по форме листа. Если контур не замкнутый – то будет выбран вариант по сечению листа. Указываем необходимые параметры и завершаем ввод.
Форма листа. Исходный 3D профиль определяет контур будущего тела заготовки. Рекомендуется использовать одноконтурный 3D профиль. Однако допускается использование и многоконтурного, отвечающего следующим требованиям: 3D профиль должен состоять только из одного охватывающего контура и вложенные контуры должны быть первого уровня.

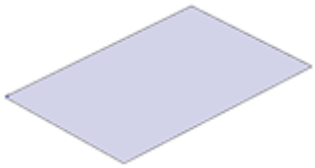


Одноконтурный 3D профиль

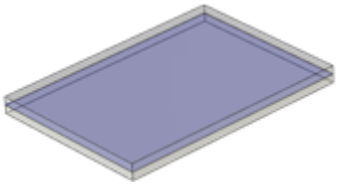


Одноконтурный 3D профиль: 1 - контур 1-го уровня вложенности, 2 – охватывающий контур

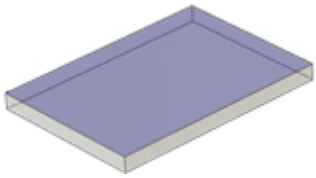
При данном способе создания листовой заготовки, помимо 3D профиля, задаются толщина заготовки и направление выталкивания профиля при её создании. Выбранный профиль выталкивается по нормали на заданную толщину листа заготовки. Выталкивание производиться одним из трёх способов: вверх относительно плоскости исходного профиля, вниз относительно плоскости профиля или в обе стороны симметрично.



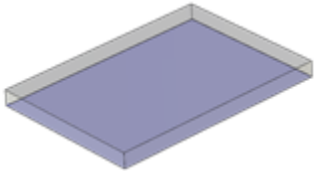
3D профиль



Симметрично

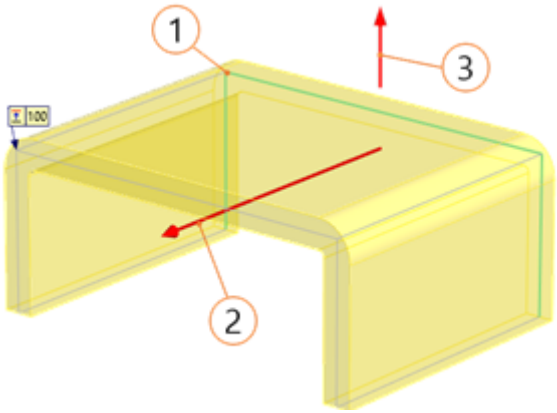


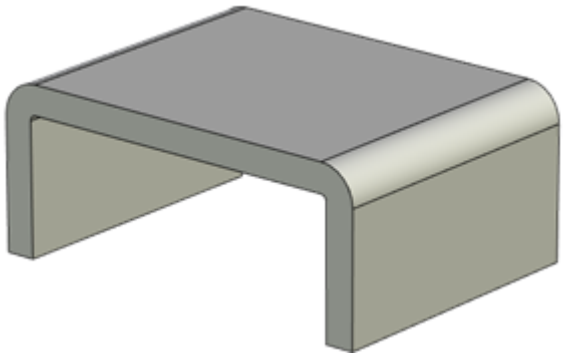
Вниз



Вверх

Сечение листа. 3D профиль определяет форму сечения тела заготовки. В этом случае можно использовать только плоский одноконтурный 3D профиль. Он может быть, как замкнутым (в результате будет создана заготовка в виде «трубы»), так и не замкнутым. В случае выбор замкнутого профиля изменить тип заготовки необходимо вручную.
Как и в предыдущем случае, выталкивание на толщину листа может производиться тремя способами относительно поверхности, получившейся после выталкивания контура. Рёбра получившегося листового тела (углы сечения заготовки) автоматически скругляются. Ширина заготовки (значение выталкивания) определяется параметром **Ширина**.





1 – 3D Профиль 2,3 – Выталкивание на заданную ширину и толщину

Направления выталкивания заготовки *Заготовка по заданной форме сечения*

Основные темы в этом разделе:

- Редактировать заготовку листовой детали

Редактировать заготовку листовой детали

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
	Правка > Операции > Листовой металл > Заготовка

Команда предназначена для редактирования операции **Заготовка**.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды

<M> Преобразование

Выбранный элемент можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию).
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Отметим, что для множественного выбора может использоваться комбинация <Shift> + (комбинация <Ctrl> + отменяет выбор).

3D Моделирование деталей из листового металла

Для создания и редактирования листовой детали в T-FLEX CAD представлен широкий выбор команд для работы с листовым металлом.

Основные темы в этом разделе:

- Группа команд Фланец (операции гибки)
  - Фланец
  - Отбортовка
  - Фланец по контуру
  - Сгиб
  - Отгиб
- Перемычка
- Подсечка
  - Редактировать гибку
- Преобразование тела в лист
  - Редактировать преобразование тела в листовой металл
- Гибка по сечениям
- Угол
- Выштамповка
  - Редактировать выштамповку
- Ребро жёсткости
- Вырез по нормали
- Разгибание
  - Редактировать разгибание
- Повторная гибка
  - Редактировать повторную гибку

Группа команд Фланец (операции гибки)

Группа объединяет операции гибки. В Ленте операции гибки размещены в выпадающем списке, основной операцией является **Фланец.** Все операции имеют общий интерфейс и возможность переключения между операциями внутри диалога параметров.

Фланец

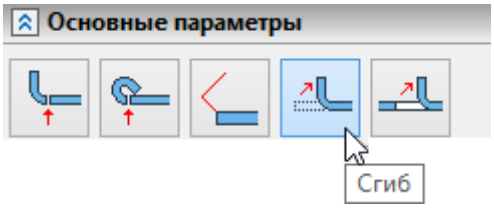
Отбортовка

Фланец по контуру

Сгиб

Отгиб

Операции гибки подразделяются на формоизменяющие – **Сгиб, Отгиб** – и формообразующие – **Фланец, Отбортовка, Фланец по контуру.**
Система в зависимости от заданной базовой линии изгиба автоматически подберёт предварительный вид гибки. Критерием выбора служит вид и способ задания базовой линии. Например, при выборе в качестве базовой линии гибки бокового ребра заготовки система предложит создать фланец. При использовании опции незамкнутого профиля внутри заготовки – будет выбрано отгибание. Результат выбора виден в диалоге команды в окне параметров.



Предложенный системой вариант можно изменить, выбрав другой вид гибки из списка.

Основные темы в этом разделе:

- Фланец
- Отбортовка
- Фланец по контуру
- Сгиб
- Отгиб

Фланец

Для создания фланца на листовых телах используется операция **Фланец:**

Пиктограмма	Лента
	Листовой металл (3D) > Операции > Фланец
Клавиатура	Текстовое меню
<SMA>	Операции > Листовой металл > Фланец

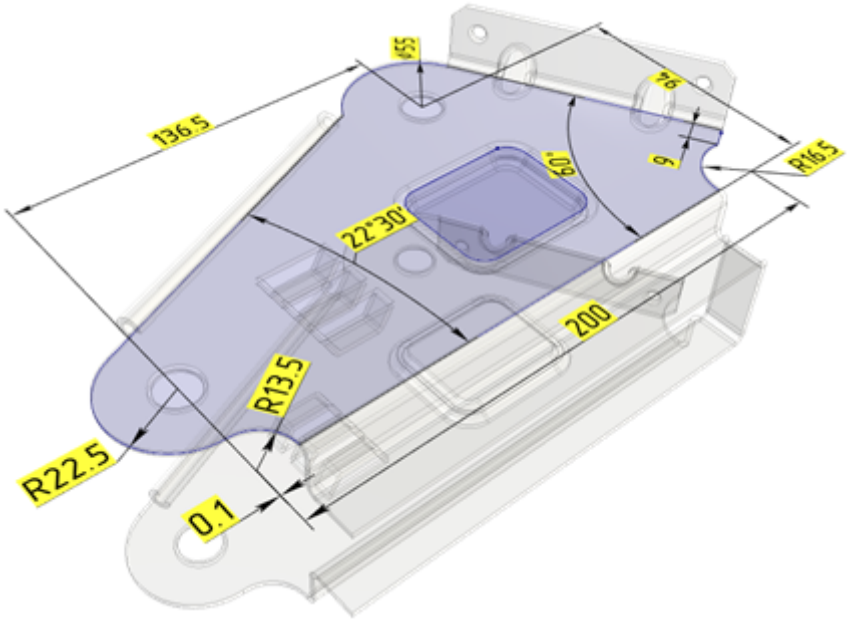
Толщина фланца совпадает с толщиной заготовки, а ширина определяется базовой линией (с учётом отступов). Смещение фланца может быть как наружу, так и внутрь. В команде есть возможность задать ослабления на углах фланцев и задать параметры обработки пересекающихся фланцев.

Параметры команды

Параметры команды являются общими для команд листового металла и описаны в соответствующем подразделе.
Опции автоменю команды.

	<Ctrl>+<Enter>	Закончить ввод
	<P>	Вызов диалога параметров операции
	<X>	Выйти из команды
	<F5>	Предварительный просмотр
	<L>	Выбрать прямую
	<M>	Добавить рёбра
	<E>	Выбрать первую 3D точку
	<S>	Выбрать вторую 3D точку
	<R>	Выбрать 3D профиль
	<W>	Начертить профиль
	<A>	Отменить выбор всех элементов

Закончить ввод. Построить геометрию по заданным параметрам. В случае если параметров недостаточно – опция неактивна.
Задать параметры элемента. Вызов стандартного диалога параметров команды трёхмерного моделирования.
Выйти из команды. Закрывает команду с отменой заданных параметров.
Предварительный просмотр. Опция включает/выключает стандартную опцию просмотра команд трёхмерного моделирования.
Выбрать прямую. Опция выбора прямой, которая будет определять базовую линию сгиба.
Добавить рёбра. Опция выбора ребра, которое будет определять базовую линию сгиба. Опция активна по умолчанию при входе в команду.
Выбрать первую 3D точку. Опция выбора первой точки задающей базовую линию сгиба.
Выбрать вторую 3D точку. Опция выбора второй точки задающей базовую линию сгиба.
Выбрать 3D профиль. Опция позволяет построить фланец, форма которого определена профилем. Данную опцию не нужно путать с командой **Фланец по контуру**, где профиль задаёт сечение фланца. В данном случае профиль задаёт форму фланца в плане. Профиль должен быть замкнутым.



Фланец по пользовательскому 3D профилю

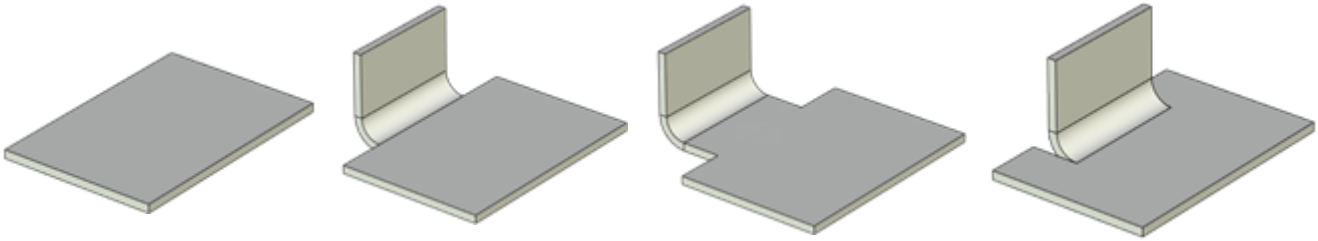
Начертить профиль. Опция позволяет перейти в режим черчения рабочей плоскости для создания профиля. Система автоматически активирует черчение на рабочей плоскости, которая совпадает с гранью на которой было выбрано ребро для построения фланца. В этом случае при выходе из режима черчения на рабочей плоскости созданный профиль будет выбран автоматически и его не надо указывать при помощи опции **Выбрать 3D профиль**. Профиль должен быть замкнутым.
Отменить выбор всех элементов. Отмена выбора всех элементов и очистка окна операндов.

Создание фланца

Типичный порядок действий при создании фланца.

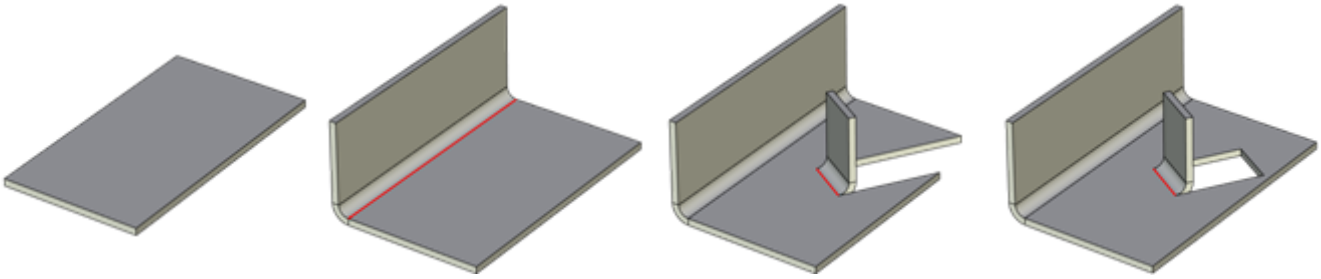
- Выбрать ребро задающее базовую линию гибки.
- Выбрать вариант отсчёта.
- Указать положение.
- Задать угол.
- Задать параметры команды, определяющие форму фланца или выбрать профиль.
- Указать параметры ослаблений и смещения если это необходимо.
- Указать параметры обработки углов, если фланец имеет пересечения с заготовкой.
- Указать вариант нахлёста если выбраны смежные рёбра.
- Если заданные параметры позволяют построить фланец, закончить ввод. В противном случае, сменить параметры.

При смещении фланца или при построении фланца по базовой линии находящейся не на крайнем ребре заготовки есть свои особенности указания параметров команды.
При положительном смещении у добавляемого язычка появляется дополнительная плоская часть, длина которой определяется параметром **Смещение**. При отрицательном смещении линия сгиба смещается внутрь заготовки. Подробнее о параметре **Смещение** и связанном с ним параметре **Положение** можно прочитать в главе Общие параметры команд листового металла.



Заготовка *Фланец без смещения линии сгиба* *Фланец со смещением линии сгиба наружу* *Фланец со смещением линии сгиба внутрь*

В большинстве случаев добавление язычка осуществляется к одному из боковых рёбер (это осуществляется выбором соответствующего ребра заготовки в качестве базовой линии при нулевом смещении от неё). Однако можно добавить язычок и внутри заготовки, если задано отрицательное смещение от бокового ребра или выбрана базовая линия сгиба внутри заготовки. В таких случаях материал заготовки, замещаемый добавленным язычком, удаляется. Ширина удаляемой части, как и при отгибании, определяется перпендикулярами к базовой линии (с учётом отступов), проведёнными из её концов. При этом возможны два варианта удаления: либо удаляется весь материал до края заготовки, либо удаление производится только на длину язычка.



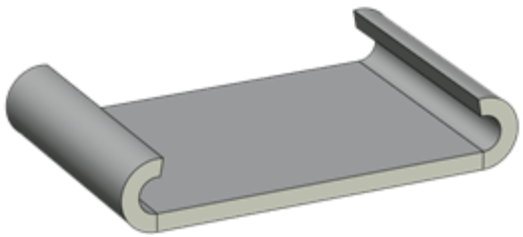
Заготовка *Фланец* *Удаление материала до края заготовки* *Удаление материала на длину «язычка»*

Отбортовка

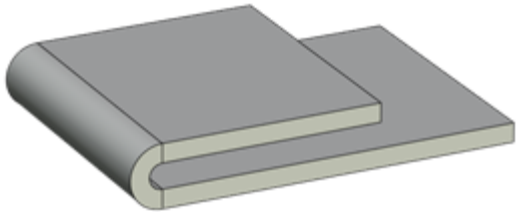
Для создания отбортовки на листовых телах используется операция **Отбортовка**:

Пиктограмма	Лента
	Листовой металл (3D) > Операции > Фланец > Отбортовка
Клавиатура	Текстовое меню
<SMH>	Операции > Листовой металл > Отбортовка

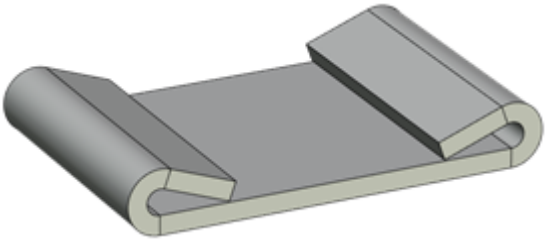
Операция позволяет «приклеивать» к внешнему контуру заготовки фланец выбранного типа. Для создания отбортовки можно выбрать сразу несколько рёбер заготовки, принадлежащих одной грани. Отбортовки могут образовывать замкнутый контур.
Доступны следующие типы отбортовки:



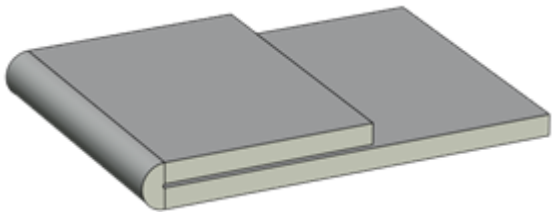
Трубчатая



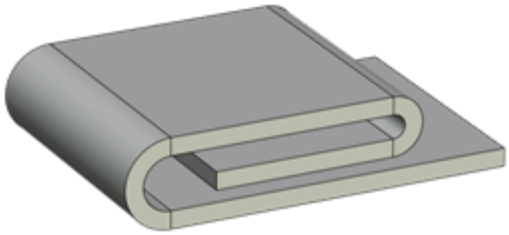
Открытая



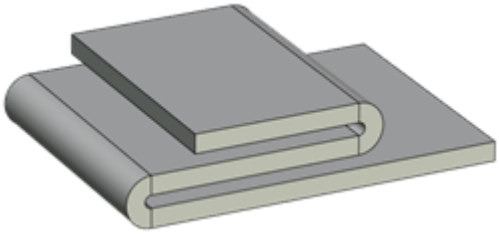
Каплевидная



Закрытая



Двойная



S-форма

Параметры команды

Параметры команды являются общими для команд листового металла и описаны в соответствующем подразделе.

Опции автоменю команды:

	<Ctrl>+<Enter>	Закончить ввод
	<P>	Вызов диалога параметров операции
	<X>	Выйти из команды
	<F5>	Предварительный просмотр
	<M>	Добавить рёбра
	<A>	Отменить выбор всех элементов

Закончить ввод. Построить геометрию по заданным параметрам. В случае если параметров недостаточно – опция неактивна.

Задать параметры элемента. Вызов стандартного диалога параметров команды трёхмерного моделирования.

Выйти из команды. Закрывает команду с отменой заданных параметров.

Предварительный просмотр. Опция включает/выключает стандартную опцию просмотра команд трёхмерного моделирования.

Добавить рёбра. Опция выбора ребра, которое будет определять базовую линию изгиба. Опция активна по умолчанию при входе в команду.
Отменить выбор всех элементов. Отмена выбора всех элементов и очистка окна операндов.

Создание отбортовки

Типичный порядок действий при создании отбортовки.

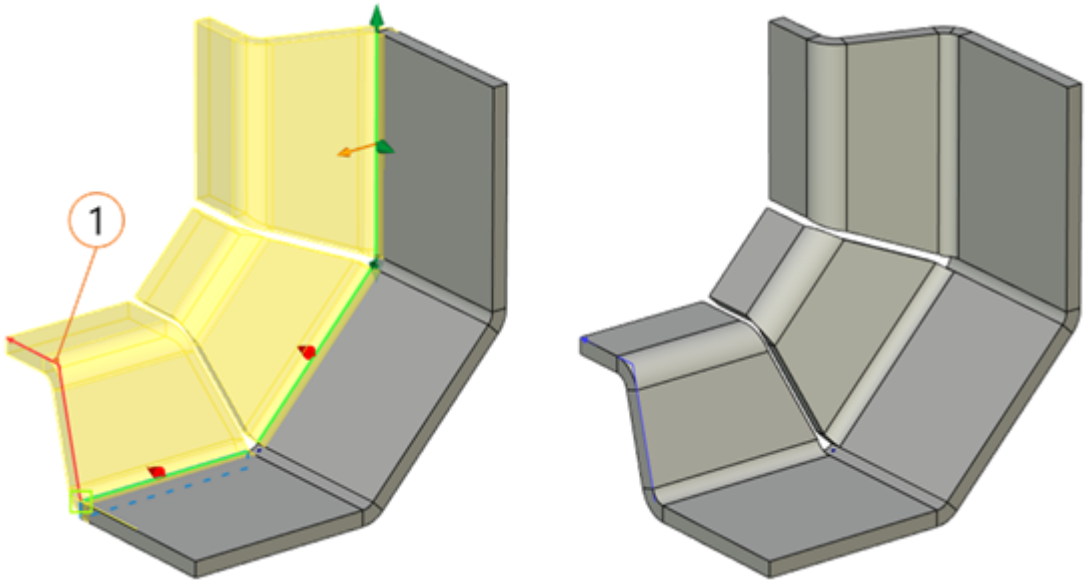
- Выбрать ребро, задающее базовую линию гибки.
- Указать положение.
- Выбрать тип отбортовки из списка.
- Задать параметры команды, определяющие форму отбортовки.
- Указать параметры ослаблений и смещения, если это необходимо.
- Указать значение зазора, если отбортовка указана для смежных рёбер.
- Если заданные параметры позволяют построить отбортовку, закончить ввод. В противном случае, сменить параметры.

Фланец по контуру

Для создания фланца по контуру на листовых телах используется операция **Фланец по контуру:**

Пиктограмма	Лента
	Листовой металл (3D) > Операции > Фланец > Фланец по контуру
Клавиатура	Текстовое меню
<SMI>	Операции > Листовой металл > Фланец по контуру

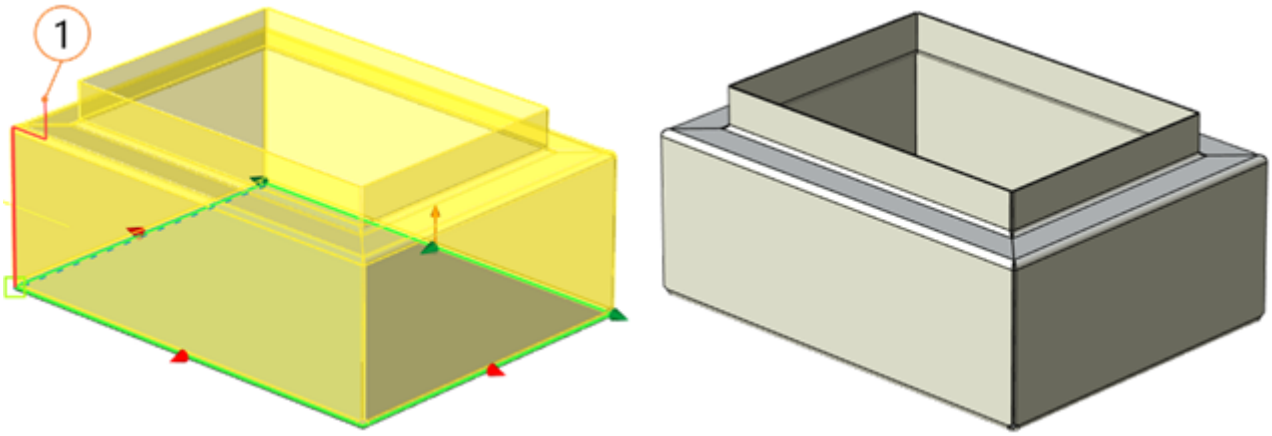
Операция позволяет «приклеивать» к листовому телу фланец, форму сечения которого определяет образующая. Результат этой операции добавляется к краям базового листового тела.



1 - Образующая

В качестве контура для определения будущей геометрии фланца необходимо выбрать 3D профиль, трассу или 3D путь. Образующая не может быть замкнутой. Все её точки должны лежать в одной плоскости. Образующую можно задать прямыми или дугами окружности.

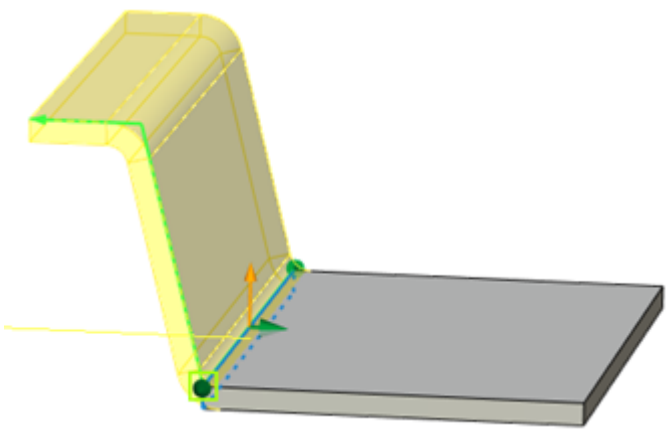
Для операции необходимо выбрать образующую и ребро, по которому будет строится фланец по контуру. Если начало образующей не касается ребра, нужно указать прилегающую точку и направление образующей.
Фланцы могут образовывать замкнутый контур. При этом можно задать условия ослабления и зазоры в местах стыка фланцев для всего тела.



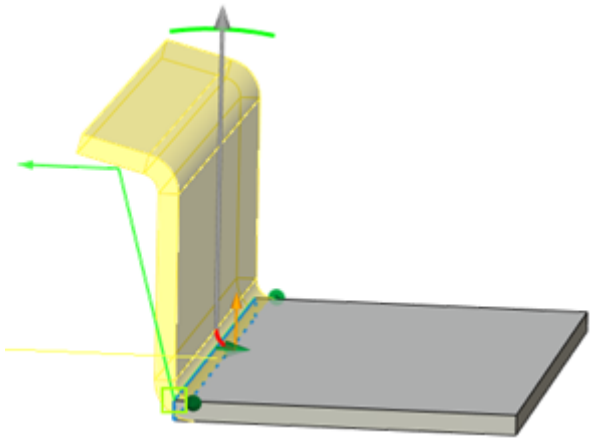
1 – Образующая

Параметры команды

Параметры команды являются общими для команд листового металла и описаны в соответствующем подразделе. Незначительные отличия есть в параметрах **Угол** и **Отсчёт**.
Угол. Параметр определяет поворот контура в плоскости перпендикулярной к ребру вокруг прилегающей точки. Параметр может быть задан при помощи манипулятора или численным значением.



Угол с контура



Угол задан вручную

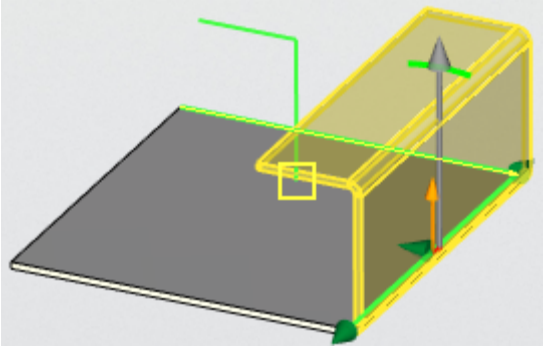
Отсчёт

Данный параметр не активен. Система определяет только направление выталкивания на толщину материала. Если ребро, задающее положение контура на заготовке, является верхним ребром заготовки, то выталкивание на толщину будет выполнено вниз. И, наоборот, если выбранное ребро является нижним ребром заготовки, то выталкивание на толщину будет выполнено вверх.
Опции автоменю команды:

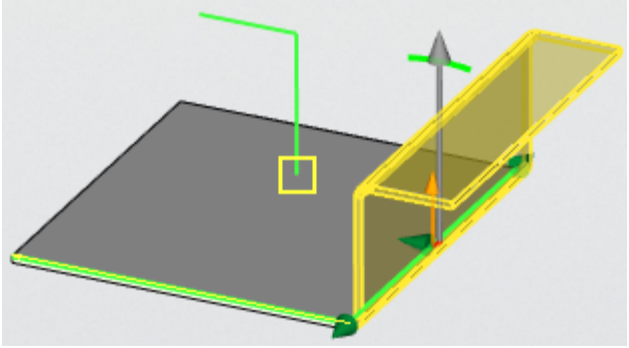
<Ctrl>+<Enter> Закончить ввод

	<P>	Вызов диалога параметров операции
	<X>	Выйти из команды
	<F5>	Предварительный просмотр
	<W>	Начертить профиль
	<F>	Выбрать контур фланца
	<M>	Добавить рёбра
	<V>	Выбрать прилегающую точку
	<O>	Выбрать направление профиля
	<A>	Отменить выбор всех элементов

Закончить ввод. Построить геометрию по заданным параметрам. В случае если параметров недостаточно – опция неактивна.
Задать параметры элемента. Вызов стандартного диалога параметров команды трёхмерного моделирования.
Выйти из команды. Закрывает команду с отменой заданных параметров.
Предварительный просмотр. Опция включает/выключает стандартную опцию просмотра команд трёхмерного моделирования.
Начертить профиль. Опция прозрачного режима создания фланца по контуру. Опция позволяет перейти в режим черчения на выбранной рабочей плоскости для создания профиля задающего сечение фланца. В этом случае при выходе из режима черчения на рабочей плоскости созданный профиль будет выбран автоматически. Профиль должен быть не замкнутым.
Выбрать контур фланца. Выбрать построенный 3D профиль, трассу или 3D путь который будет задавать сечение фланца. Выбранный элемент должен быть не замкнутым.
Добавить рёбра. Опция выбора рёбер, которые будет определять положение контура относительно заготовки.
Выбрать прилегающую точку. Опция выбора точки на профиле, которая будет совпадать с ребром: нужно выбрать одну из двух крайних точек незамкнутого контура.
Выбрать направление профиля. Опция определяет одно из двух возможных положений профиля.



Первый вариант



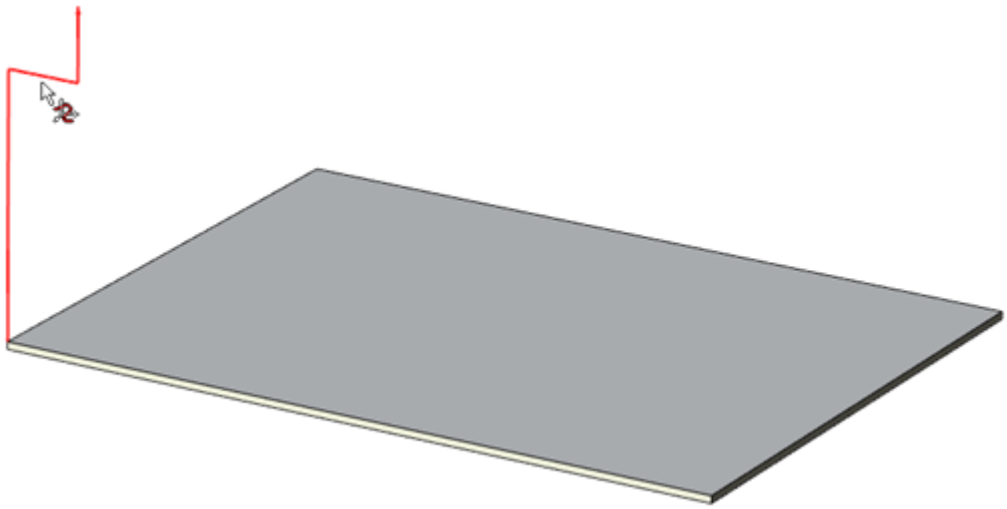
Второй вариант

Направление может быть задано любым вектором (определённым по ребру, грани или плоскости), который имеет значимую компоненту при проецировании на плоскость в которой лежит профиль. Направление этой компоненты определяет направление профиля.
Отменить выбор всех элементов. Отмена выбора всех элементов и очистка окна операндов.

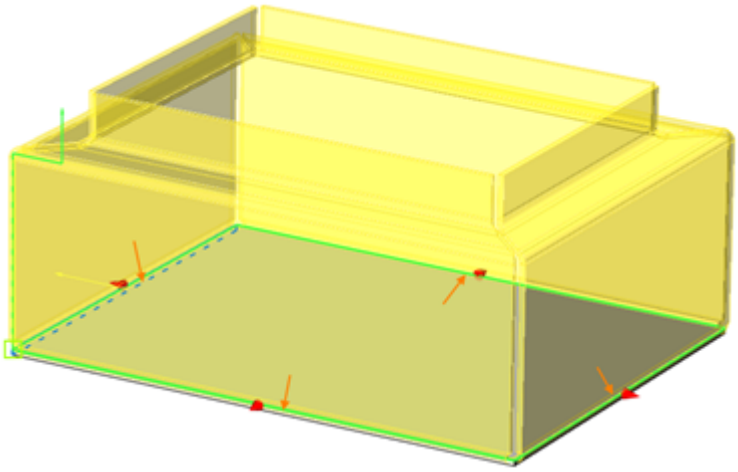
Создание фланца по контуру

Для создания фланца по контуру необходимо выполнить следующий порядок действий.

- Выбрать образующую – 3D профиль, трассу или 3D путь с помощью опции **Выбрать контур фланца** . Если 3D профиль не создан, его можно построить в прозрачном режиме, выбрав опцию **Начертить профиль** .

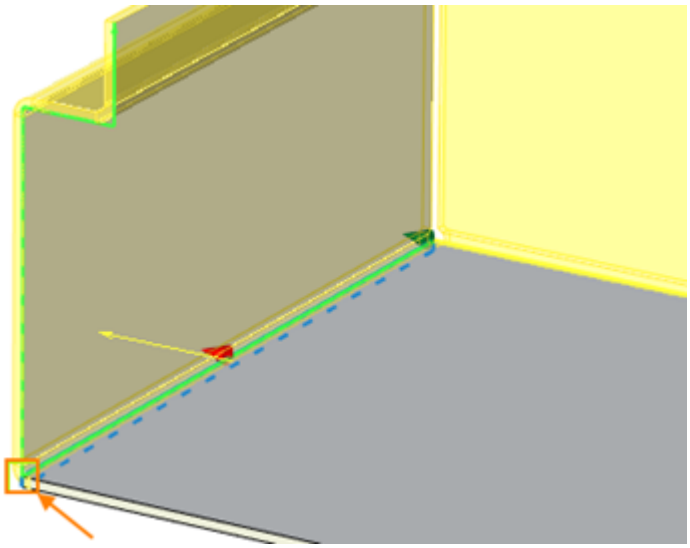


- Выбрать участвующие в операции рёбра с помощью опции **Добавить рёбра** . Нормаль к плоскости, в которой лежит образующая, будет либо совпадать с ребром, либо касаться ребра, в случае, если ребро криволинейное.



Если крайняя точка выбранного контура лежит на одном из выбранных рёбер, то фланец по контуру строится сразу после выбора образующей. При необходимости можно поменять направление контура, при помощи опции, описанной ниже. Если крайняя точка контура не лежит на образующей – нужно указать прилегающую точку и направление.

- В опции **Выбрать прилегающую точку** нужно указать точку на контуре, которая будет совпадать с ребром: одну из двух крайних точек незамкнутого контура.



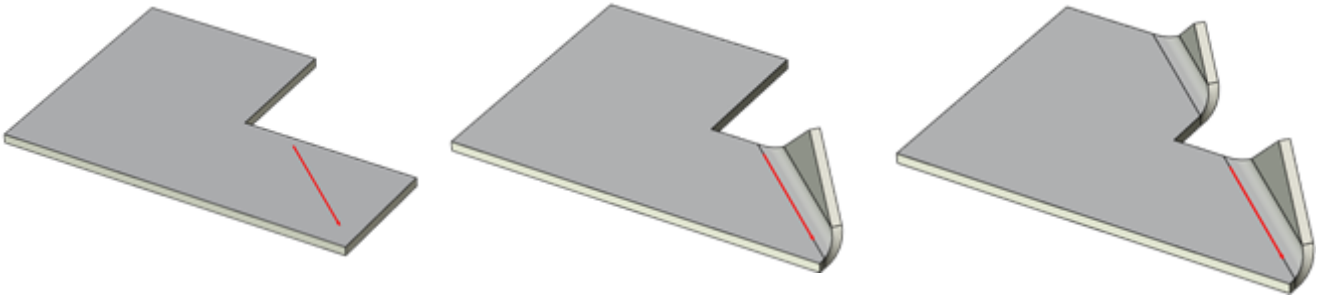
- Выбрать один из двух возможных вариантов направления контура при помощи опции **Выбрать направление профиля** .
- Задать параметры ослабления и обработки углов.
- Закончить ввод.

Сгиб

Для создания сгибания на листовых телах используется операция **Сгиб**:

Пиктограмма	Лента
	Листовой металл (3D) > Операции > Фланец > Сгиб
Клавиатура	Текстовое меню
<SMB>	Операции > Листовой металл > Сгиб

При сгибании исходная заготовка подвергается только сгибанию вдоль базовой линии, без надрезки или удаления каких-либо её участков. В этом виде гибки линия сгиба образуется путём продления базовой линии, заданной в виде отрезка, в обе стороны до пересечения с боковыми рёбрами базовой грани. Возможны два варианта продления базовой линии.



Заготовка *Не сгибать грань целиком* *Сгибать грань целиком*

При создании сгибания задание отступов от концов базовой линии невозможно.

Параметры команды

Параметры команды являются общими для команд листового металла и описаны в соответствующем подразделе.

Опции автоменю команды:

	<Ctrl>+<Enter>	Закончить ввод
	<P>	Вызов диалога параметров операции
	<X>	Выйти из команды
	<F5>	Предварительный просмотр
	<L>	Выбрать прямую
	<W>	Начертить профиль
	<E>	Выбрать первую 3D точку
	<S>	Выбрать вторую 3D точку

	<A>	Отменить выбор всех элементов
	<D>	Поменять отгибаемую часть

Закончить ввод. Построить геометрию по заданным параметрам. В случае если параметров недостаточно – опция неактивна.
Задать параметры элемента. Вызов стандартного диалога параметров команды трёхмерного моделирования.
Выйти из команды. Закрывает команду с отменой заданных параметров.
Предварительный просмотр. Опция включает/выключает стандартную опцию просмотра команд трёхмерного моделирования.
Выбрать прямую. Опция выбора прямой, которая будет определять базовую линию изгиба. Прямую можно задать на основе пути, профиля, трассы.
Начертить профиль. Опция позволяет в прозрачном режиме задать базовую линию сгиба. При выборе опции необходимо указать грань заготовки (система автоматически перейдёт в режим черчения на данной плоскости), после чего на выбранной грани создать контур профиля. Контур должен представлять собой отрезок. При завершении режима черчении на рабочей плоскости созданный профиль будет выбран автоматически.
Выбрать первую 3D точку. Опция выбора первой точки задающей базовую линию изгиба.
Выбрать вторую 3D точку. Опция выбора второй точки задающей базовую линию изгиба.
Отменить выбор всех элементов. Отмена выбора всех элементов и очистка окна операндов.
Поменять отгибаемую часть. При гибке одна часть заготовки остаётся неподвижной, вторая перемещается в пространстве согласно выбранным параметрам гибки. Данная опция позволяет сменить между собой отгибаемую и неподвижную части заготовки.

Создание сгиба

Типичный порядок действий при создании сгиба.

- Выбрать базовую линию.
- Выбрать вариант сгибать грань целиком или с продлением до ближайших рёбер.
- Сменить отгибаемую часть при необходимости.
- Задать доступные стандартные параметры операций гибки.
- Закончить ввод.

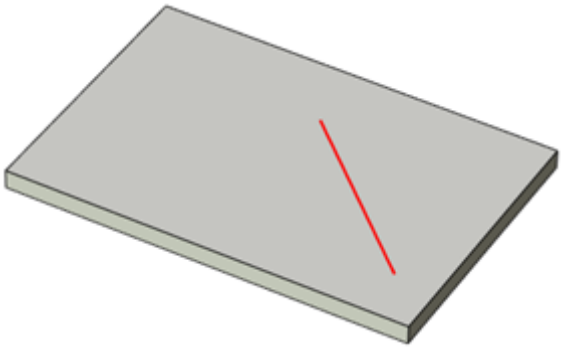
Отгиб

Для создания отгибания на листовых телах используется операция **Отгиб**:

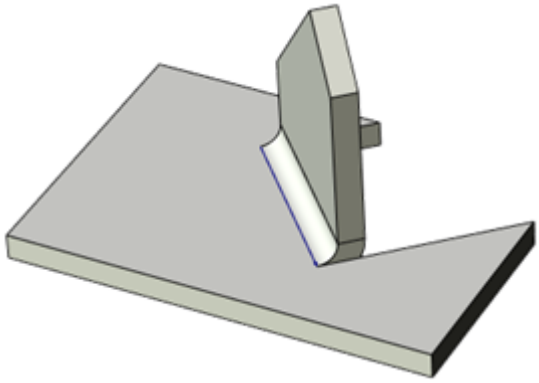
Пиктограмма	Лента
	Листовой металл (3D) > Операции > Фланец > Отгиб
Клавиатура	Текстовое меню
<SME>	Операции > Листовой металл > Отгиб

При отгибании осуществляется гибка только отдельного участка заготовки.

В данном виде гибки базовая линия должна представлять собой отрезок, полностью лежащий внутри границ базовой грани. Можно также задать базовую линию одним из боковых рёбер заготовки, но в этом случае обязательно потребуется задать смещение для линии сгиба.

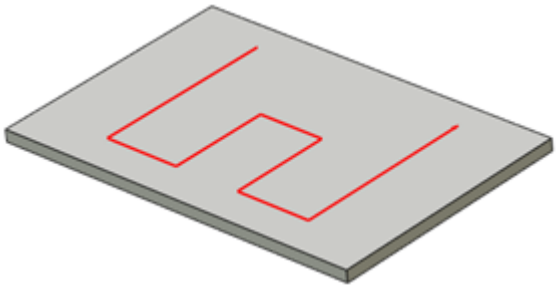


Заготовка с 3D профилем

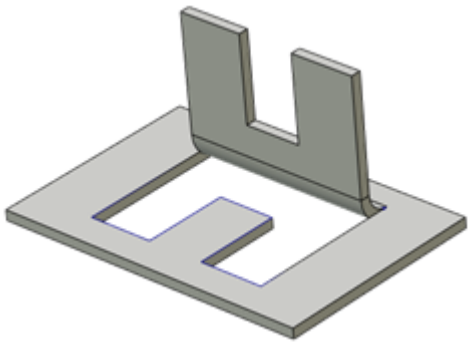


Результат отгибания

Особый вид отгибания – **отгибание по 3D профилю**. Незамкнутый 3D профиль, созданный на грани заготовки, используется как шаблон для отгибаемого язычка. Базовая линия задаётся конечными точками профиля.



Заготовка с 3D профилем



Отгиб по 3D профилю

При отгибании по профилю базовая линия всегда задаёт начало зоны изгиба. Задание смещения линии сгиба, а также отступов от краёв базовой линии в этом случае невозможно.

Параметры команды

Параметры команды являются общими для команд листового металла и описаны в соответствующем подразделе.

Опции автоменю команды:

	<Ctrl>+<Enter>	Закончить ввод
	<P>	Вызов диалога параметров операции
	<X>	Выйти из команды
	<F5>	Предварительный просмотр

	<L>	Выбрать прямую
	<E>	Выбрать первую 3D точку
	<S>	Выбрать вторую 3D точку
	<W>	Начертить профиль
	<R>	Выбрать отгибаемый профиль
	<A>	Отменить выбор всех элементов
	<D>	Поменять отгибаемую часть

Закончить ввод. Построить геометрию по заданным параметрам. В случае если параметров недостаточно – опция неактивна.
Задать параметры элемента. Вызов стандартного диалога параметров команды трёхмерного моделирования.
Выйти из команды. Закрывает команду с отменой заданных параметров.
Предварительный просмотр. Опция включает/выключает стандартную опцию просмотра команд трёхмерного моделирования.
Выбрать прямую. Опция выбора прямой, которая будет определять базовую линию изгиба. Прямую можно задать на основе пути, профиля, трассы. Прямая должна быть задана отрезком, лежащим внутри грани заготовки.
Выбрать первую 3D точку. Опция выбора первой точки задающей базовую линию изгиба.
Выбрать вторую 3D точку. Опция выбора второй точки задающей базовую линию изгиба.
Начертить профиль. Опция позволяет в прозрачном режиме задать базовую линию или профиль отгиба. При выборе опции необходимо указать грань заготовки (система автоматически перейдёт в режим черчения на данной плоскости), после чего на выбранной грани создать контур профиля. Контур должен представлять собой отрезок, лежащий внутри грани заготовки или незамкнутую последовательность линий, также лежащую внутри грани заготовки. При завершении режима черчении на рабочей плоскости созданный профиль будет выбран автоматически.
Отменить выбор всех элементов. Отмена выбора всех элементов и очистка окна операндов.
Поменять отгибаемую часть. Если базовая линия изгиба прямая, то возможно два варианта отгиба, с двух разных сторон. Опция позволяет менять строну отгиба. В случае отгиба по профилю – данная опция недоступна.

Создание отгиба

Типичный порядок действий при создании отгиба.

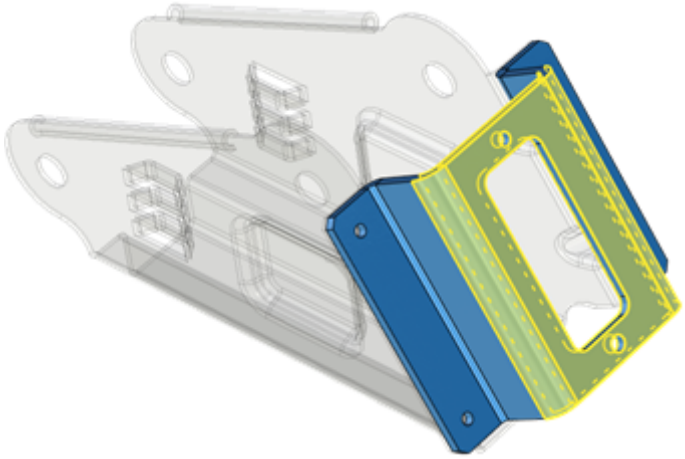
- Выбрать незамкнутый профиль или прямую линию находящиеся внутри грани заготовки.
- Указать общие параметры операций гибки.
- Сменить отгибаемую часть в случае прямой линии изгиба и при необходимости.
- Закончить ввод.

Перемычка

Для построения перемычки между двумя листовыми телами используется операция **Перемычка**:

Пиктограмма	Лента
	Листовой металл (3D) > Операции > Перемычка
Клавиатура	Текстовое меню
<SM2>	Операции > Листовой металл > Перемычка

Операция позволяет создавать переходную геометрию с заданным радиусом сгиба между рёбрами двух листовых тел равной толщины, объединяя эти тела в одно.



Реализовано два варианта перемычки.

Двугубочный

Одногибочный

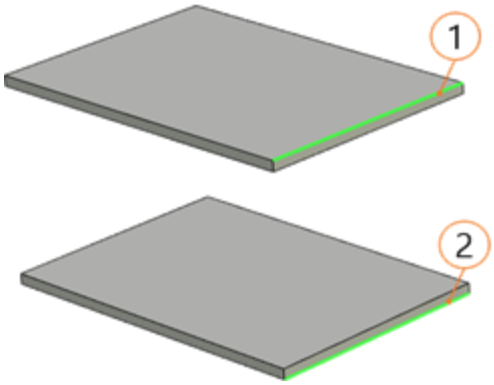
Реализовано три способа создания перемычки.

По обоим рёбрам

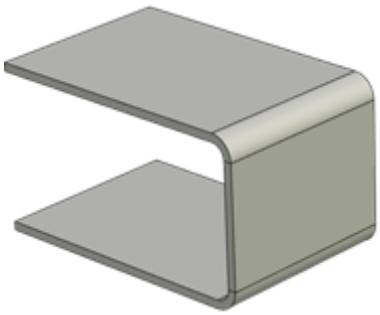
По начальному ребру

По конечному ребру

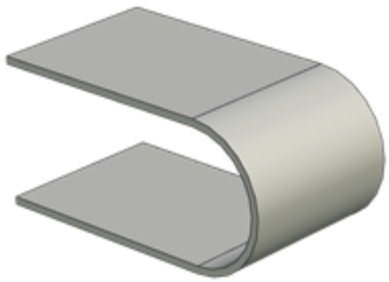
Варианты переходов **U-формы.**



1 – начальное ребро, 2 – конечное ребро

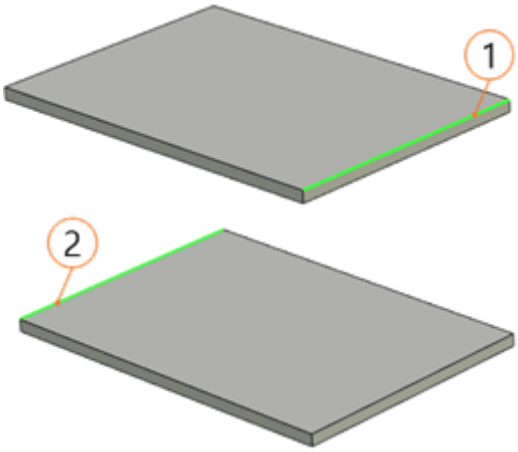


U-форма, 2 сгиба

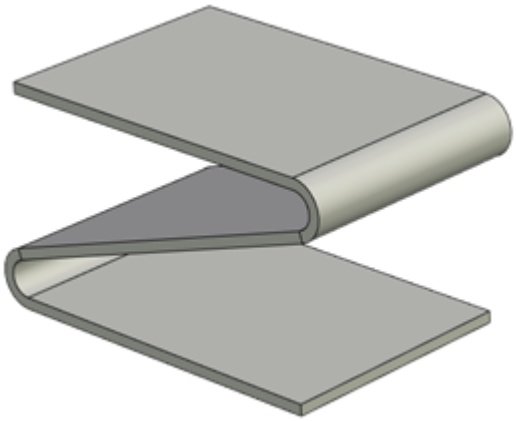


U-форма, 1 сгиб

Создание перехода **Z-формы.**

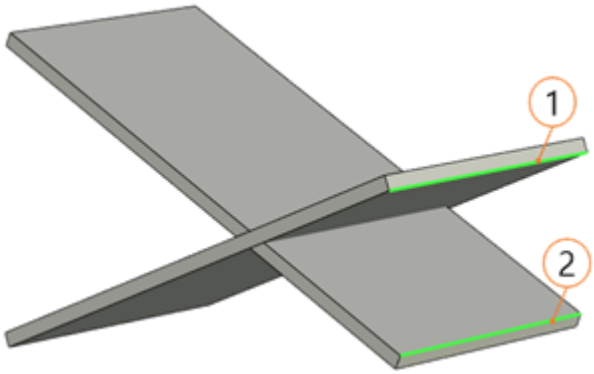


1 – начальное ребро, 2 – конечное ребро

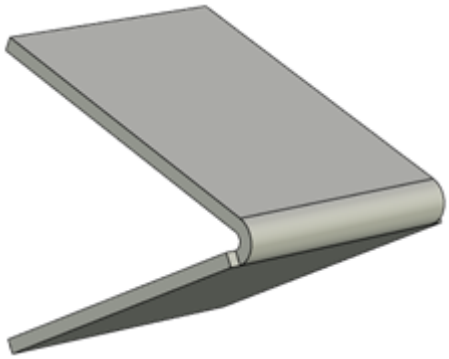


Z-форма

При пересечении двух листовых тел между ними можно построить переход **U-формы** с одним сгибом.

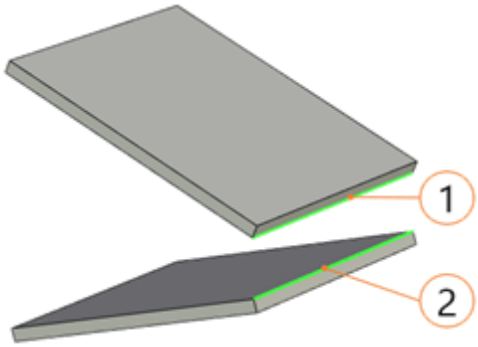


1 – начальное ребро, 2 – конечное ребро

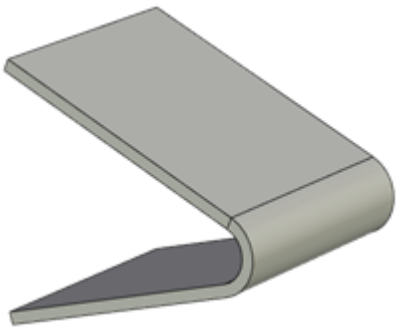


U-форма, 1 сгиб

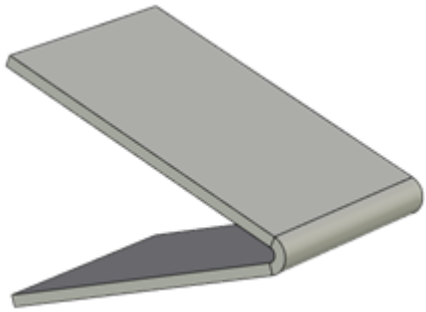
Если два листовых тела наклонены друг к другу (рёбра для построения перемычки при этом остаются параллельными), возможно построение перехода **U-формы** с одним сгибом двух типов.



1 – начальное ребро, 2 – конечное ребро



По смещению



По радиусу

Условия построения перемычки

При построении перемычки между двумя листовыми телами должен выполняться ряд условий.

- Толщина листовых тел должна быть одинаковой.
- Для построения перемычки можно использовать только прямые рёбра.
- Начальное и конечное рёбра должны принадлежать разным листовым телам.
- Начальное и конечное рёбра должны быть параллельны.

Параметры команды

Двугубочный. Перемычка будет иметь два радиуса сгиба на каждом из выбранных рёбер.

Одногибочный. Перемычка будет иметь один радиус сгиба, радиус которого равен половине расстояния между внутренними рёбрами соединяемых граней.

По обоим рёбрам. Форма перемычки будет зависеть от обоих рёбер. Ось симметрии перемычки будет определяться центральными точками выбранных рёбер.

По начальному ребру. Форма перемычки будет определяться первым из выбранных рёбер. Ось симметрии перемычки будет проходить через центр первого ребра и будет перпендикулярна первому ребру.

По конечному ребру. Форма перемычки будет определяться вторым из выбранных рёбер. Ось симметрии перемычки будет проходить через центр второго ребра и будет перпендикулярна второму ребру.

Другие параметры команды являются общими для команд листового металла и описаны в соответствующем подразделе.

Опции автоменю команды.

	<Ctrl>+<Enter>	Закончить ввод
	<P>	Вызов диалога параметров операции
	<X>	Выйти из команды
	<F5>	Предварительный просмотр
	<F>	Выбрать начальное ребро
	<S>	Выбрать конечное ребро

Закончить ввод. Построить геометрию по заданным параметрам. В случае если параметров недостаточно – опция неактивна.
Задать параметры элемента. Вызов стандартного диалога параметров команды трёхмерного моделирования.
Выйти из команды. Закрывает команду с отменой заданных параметров.
Предварительный просмотр. Опция включает/выключает стандартную опцию просмотра команд трёхмерного моделирования.
Выбрать начальное ребро. Выбор ребра на первом теле.
Выбрать конечное ребро. Выбор ребра на втором теле.

Создание перемычки

Типовая последовательность действий для создания перемычки.

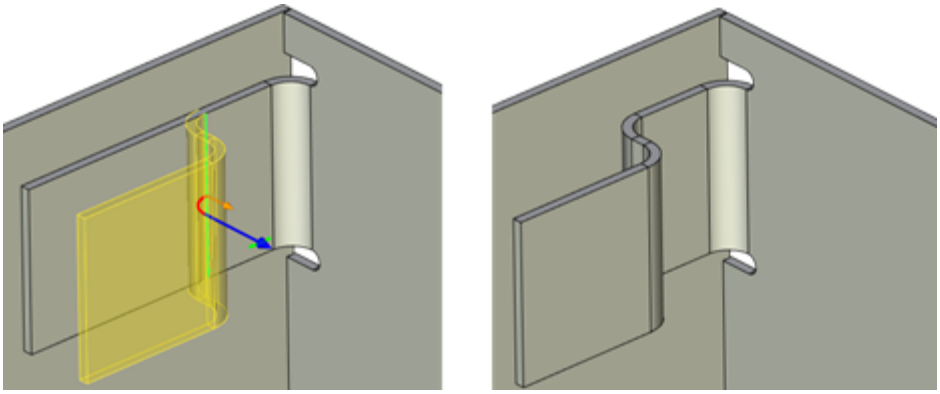
- Выбор варианта перемычки: **Двугубочный**, **Одногибочный**.
- Выбор ребра на первом теле.
- Выбор ребра на втором теле.
- Выбор варианта создания: **По обоим рёбрам**, **По начальному ребру**, **По конечному ребру**.
- Указание общих параметров листового материала.
- Закончить ввод.

Подсечка

Для построения подсечки на листовых телах используется операция **Подсечка**:

Пиктограмма	Лента
	Листовой металл (3D) > Операции > Подсечка
Клавиатура	Текстовое меню
<SMJ>	Операции > Листовой металл > Подсечка

Операция позволяет строить двойной сгиб на листовом теле под произвольным углом. Подсечку удобно использовать в случае необходимости построения фланцев в нахлёст, придания жёсткости конструкции листовой детали или для обеспечения зазора между двумя фланцами.



Длина и положение создаваемого фланца на втором изгибе определяется исходной гранью: фланец параллелен исходной грани и его длина соответствует проекции на исходную грань.

Параметры команды

Параметры команды являются общими для команд листового металла и описаны в соответствующем подразделе.

Опции автоменю команды:

	<Ctrl>+<Enter>	Закончить ввод
	<P>	Вызов диалога параметров операции
	<X>	Выйти из команды
	<F5>	Предварительный просмотр
	<L>	Выбрать прямую
	<E>	Выбрать первую 3D точку
	<S>	Выбрать вторую 3D точку
	<W>	Начертить профиль
	<D>	Поменять отгибаемую часть
	<F>	Выбрать отгибаемую грань

Закончить ввод. Построить геометрию по заданным параметрам. В случае если параметров недостаточно – опция неактивна.

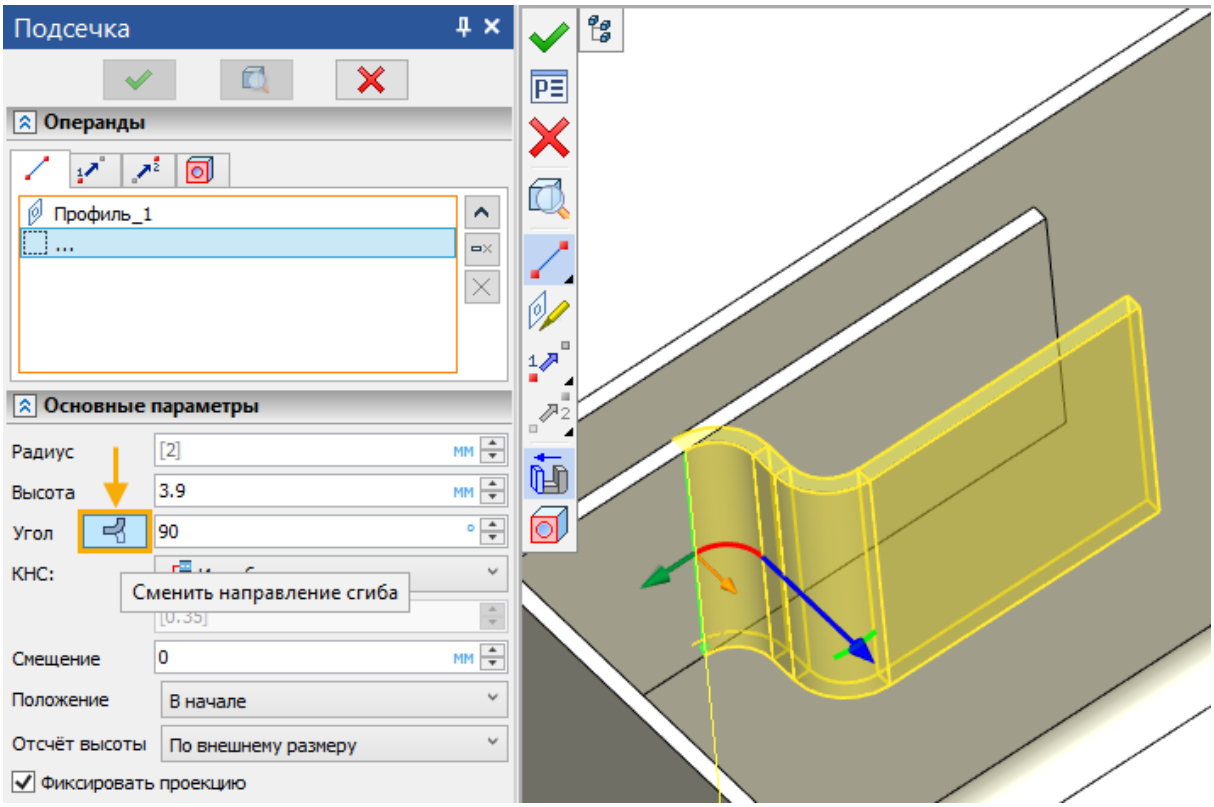
Задать параметры элемента. Вызов стандартного диалога параметров команды трёхмерного моделирования.

Выйти из команды. Закрывает команду с отменой заданных параметров.

Предварительный просмотр. Опция включает/выключает стандартную опцию просмотра команд трёхмерного моделирования.

Выбрать прямую. Опция выбора прямой, которая будет определять базовую линию первого изгиба. Прямую можно задать на основе пути, профиля, трассы. Прямая должна быть задана отрезком, лежащим внутри грани заготовки (или проекция отрезка на грань должна находится внутри грани – в случае когда отрезок не лежит на грани).

Выбрать первую 3D точку. Опция выбора первой точки задающей базовую линию изгиба.
Выбрать вторую 3D точку. Опция выбора второй точки задающей базовую линию изгиба.
Начертить профиль. Опция позволяет в прозрачном режиме задать базовую линию первого изгиба. При выборе опции необходимо указать грань заготовки (система автоматически перейдёт в режим черчения на указанной грани), после чего на выбранной грани создать отрезок. Отрезок должен соединять противоположные рёбра грани или находится внутри грани. При завершении режима черчении на рабочей плоскости созданный профиль будет выбран автоматически.
Отменить выбор всех элементов. Отмена выбора всех элементов и очистка окна операндов.
Поменять отгибаемую часть. Подсечка создаёт две параллельные грани, одна из которых совпадает с исходной, которая, по умолчанию, остаётся неподвижной. Данная опция меняет подвижную и неподвижную грани.
Выбрать отгибаемую грань. Опция позволяет задать грань, к которой применяется операция. По умолчанию выбирается ближайшая к заданной линии сгиба грань.
Для смены направления сгиба необходимо нажать на соответствующую кнопку.



Создание подсечки

Типичный порядок действий при создании подсечки.

- Выбрать прямолинейный профиль находящиеся внутри грани заготовки или соединяющий противоположные рёбра грани заготовки.
- Указать общие параметры операций гибки: **Высота** (**Длина** в других операциях), **Угол** и др.
- Закончить ввод.

Редактировать гибку

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<ESM>	Правка > Операции > Листовой металл > Гибка

Команда предназначена для редактирования операций Фланец, Отбортовка, Фланец по контуру, Сгиб, Отгиб, Перемычка и Подсечка.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

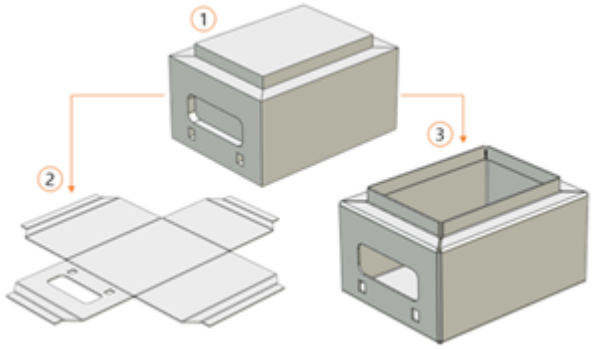
Выбранный элемент можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию).
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Отметим, что для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>+** (комбинация **<Ctrl>+** отменяет выбор).

Преобразование тела в лист

Для преобразования тела в листовой металл используется операция **Преобразование тела в лист.**
Для вызова операции:

Пиктограмма	Лента
	Листовой металл (3D) > Операции > Преобразование тела в лист
Клавиатура	Текстовое меню
<SMS>	Операции > Листовой металл > Преобразование тела в лист

Операция **Преобразование тела в лист** используется для быстрого создания тел или развёрток из листового металла на основе тел (твёрдых или поверхностей). Результатом выполнения операции **Преобразование тела в лист** является развёртка листового тела или листовая деталь, сохраняющая форму исходного объекта.



1 – Твёрдое тело, 2 – Развёртка листовой детали, 3 – Листовая деталь

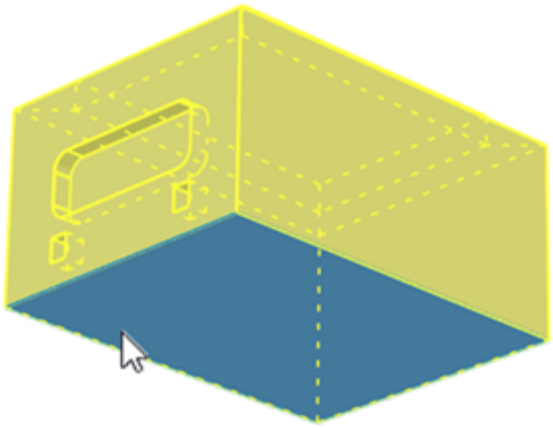
Описание операции

В качестве исходных тел для создания операции можно использовать тела (твёрдые или поверхности) с плоскими гранями.

Неподвижная грань

Развёртывание тела происходит относительно первой выбранной грани, которая считается зафиксированной и определяет положение плоскости развёртки. Эта грань называется неподвижной гранью.

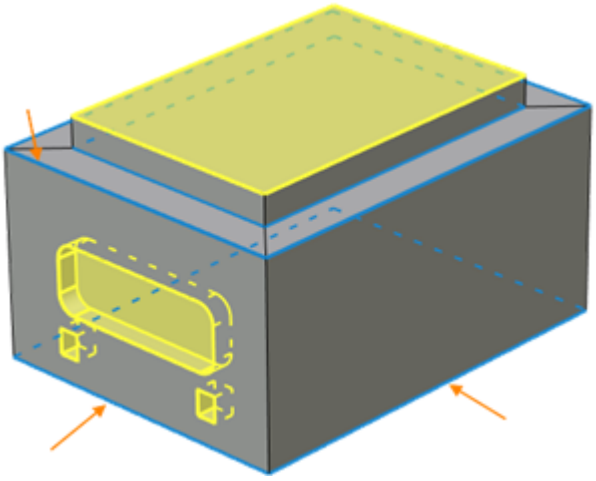
В качестве неподвижной грани может быть выбрана любая плоская грань тела. Относительно неё задаются рёбра для сгиба, которые будут участвовать в операции. Неподвижная грань подсвечивается синим цветом после выбора.



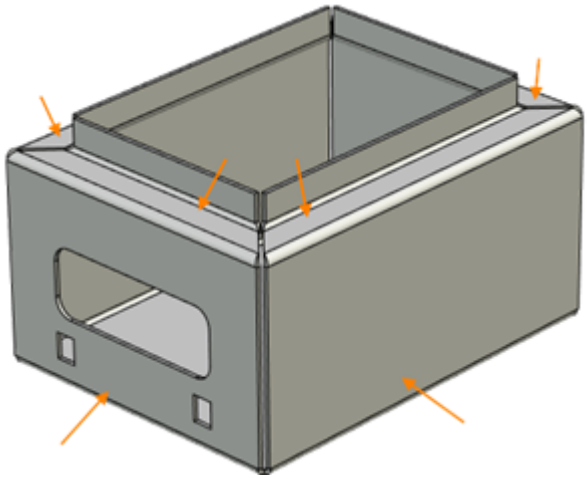
Выбор неподвижной грани

Рёбра для сгиба

После выбора неподвижной грани необходимо выбрать рёбра для сгиба. Первым из выбранных рёбер должно стать одно из рёбер неподвижной грани. После выбора ребра в операцию включается вторая из образовывающих его граней. Другие рёбра этой грани сразу же становятся доступны для выбора в качестве рёбер для сгиба. Таким образом, чтобы выбрать грань, необходимо указать хотя бы одно из прилегающих к ней рёбер. В дальнейшем, при построении листового тела, на выбранных гранях будет создан изгиб, со значением радиуса, указанным в параметрах операции.
Все грани, к которым относятся выбранные рёбра, подсвечиваются серым цветом. Не участвующие в операции грани подсвечены жёлтым.



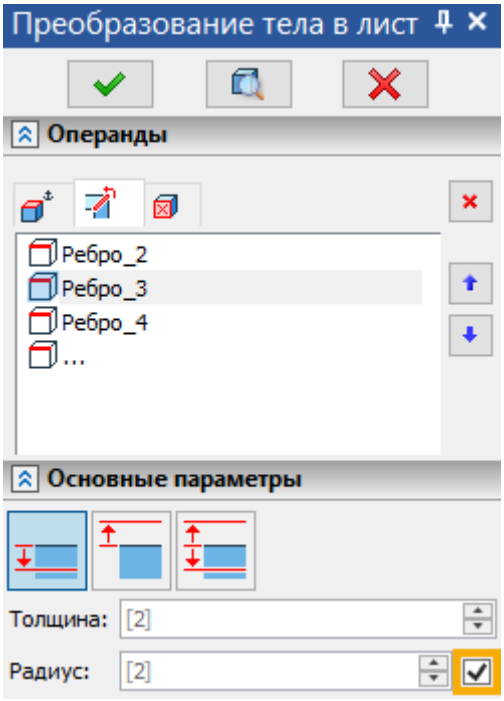
Синим выделены выбранные рёбра



Выбранные грани

При выборе рёбер нужно следить за тем, чтобы получающиеся листовые элементы не проникали друг в друга. Это связано с тем, что с помощью данной операции нельзя получить самопересекающийся плоский шаблон.

Выбранные рёбра отображаются в списке **Рёбра для сгибания** на вкладке **Операнды** окна параметров команды. При выборе ребра в данном списке, рядом с полем **Радиус** на вкладке **Основные параметры** появляется флаг **Общий**. По умолчанию этот флаг установлен и значение в поле **Радиус** является общим для всех рёбер. Если снять флаг, то введённое значение будет индивидуальным для конкретного ребра.



Придание толщины

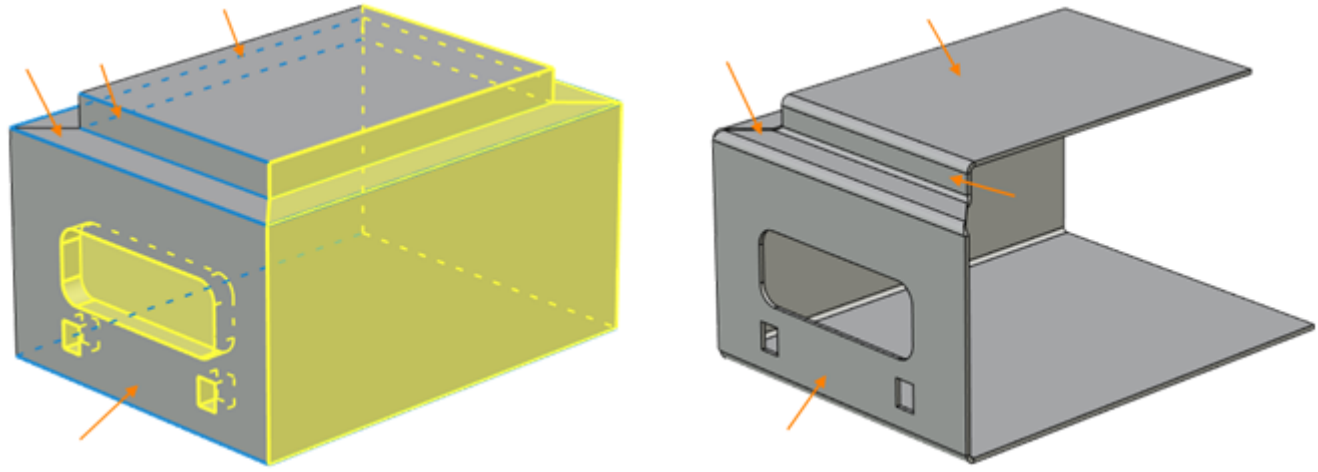
Для каждой выбранной грани создаётся эквидистантная поверхность на заданном расстоянии, равном указанной толщине. Новая поверхность строится внутрь наружу или симметрично, в зависимости от выбранного варианта в окне параметров.

Прямое

Обратное

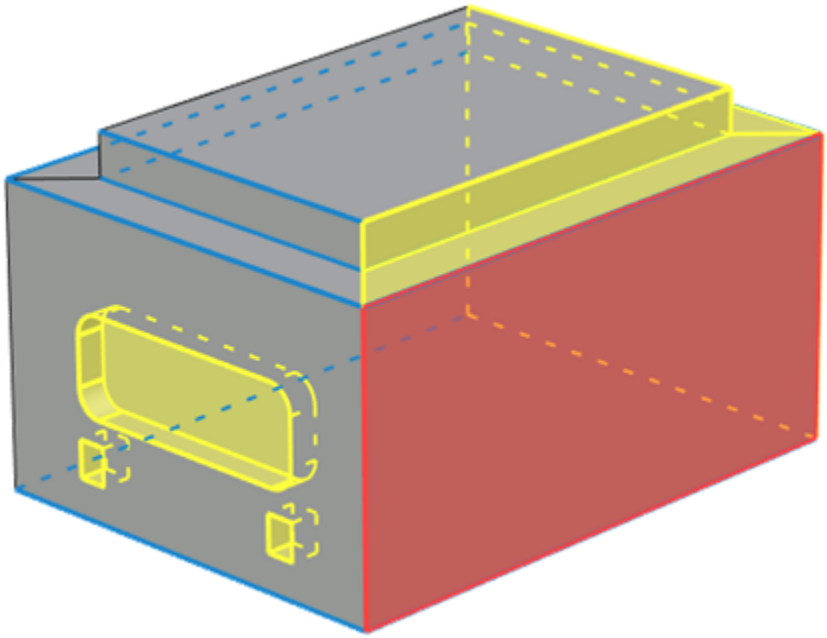
Симметричное

После завершения операции все выбранные грани преобразуются в листовой материал, а не выбранные грани удаляются.



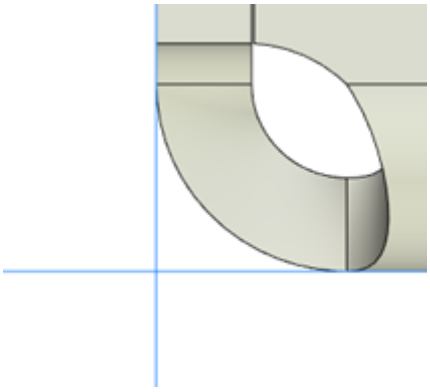
Выбранные грани – серые, Удаляемые грани - жёлтые

По умолчанию, все грани, подсвеченные жёлтым цветом, будут удалены при создании операции. Если необходимо удалить уже выбранную грань используется опция **<D> Выбор граней для удаления при построении развёртки**. Выбранная грань добавляется в закладку **Удаляемые грани** группы **Операнды** в окне параметров и помечается красным цветом, если выделить её в списке. Для того чтобы отменить выбор грани для удаления необходимо перейти в закладку **Удаляемые грани** группы **Операнды**, выбрать грань и нажать кнопку **Удалить**. Кнопка расположена справа от списка граней.

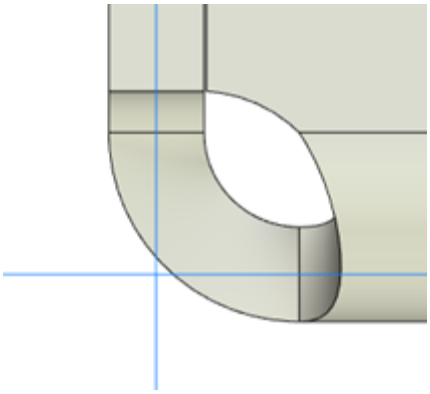


Параметры операции

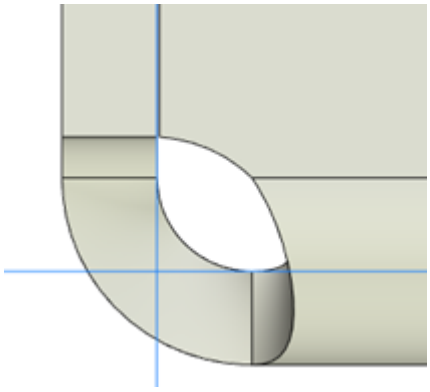
Толщина – позволяет задать толщину получаемого листового металла. Возможно выбрать направление задания толщины. Доступны режимы: внутрь, симметрично и наружу.



Внутрь



Симметрично



Наружу

Радиус – позволяет задать радиус скругления граней листового металла. Общий параметр команд работы с листовым металлом.

КНС – определяет способ задания коэффициента нейтрального слоя. Общий параметр команд работы с листовым металлом.

Радиус, **КНС** и **Толщина** учитываются при расчёте длины развёртки по дуге радиуса гиба.

Плоское тело. Создаётся абсолютно гладкое листовое тело без линий в местах сгиба. Когда данная опция активна, операция **Гибка результата** не выполняется.

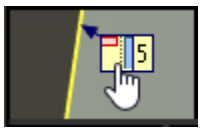
Оставлять исходное тело. К результату текущей операции добавляется исходное тело. Опция удобна для оценки того, как согнутая деталь вписывается в габарит исходного тела.

Исключить неиспользуемые тела. Если исходная операция содержит несколько тел, то данная опция включает в преобразование только тело, на котором выбрана неподвижная грань.
Группы **Зазоры** и **Угол** объединяют общие параметры команд работы с листовым металлом, и описаны выше.
Доступны следующие опции автоменю:

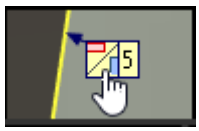
	<Ctrl>+<Enter>	Закончить ввод
	<P>	Вызов диалога параметров операции
	<X>	Выйти из команды
	<F5>	Предварительный просмотр
	<K>	Выбор неподвижной грани для развёртки тела
	<R>	Отменить выбор всех элементов
	<B>	Выбор рёбер для сгиба
	<D>	Выбор граней для удаления при построении развёртки
	<E>	Редактирование рёбер разрыва
	<2>	Изменить тип ослабления в указанной вершине
	<C>	Гибка результата

Закончить ввод. Построить геометрию по заданным параметрам. В случае если параметров недостаточно – опция неактивна.
Задать параметры элемента. Вызов стандартного диалога параметров команды трёхмерного моделирования.
Выйти из команды. Закрывает команду с отменой заданных параметров.
Предварительный просмотр. Опция включает/выключает стандартную опцию просмотра команд трёхмерного моделирования.
Выбор неподвижной грани для развёртки тела. Опция выбора неподвижной грани, относительно которой будет проходить операция.
Отменить выбор всех элементов. Опция отмены выбора всех граней и рёбер, участвующих в операции. Опция возвращает на начало операции. Необходимо заново выбрать неподвижную грань и рёбра. При этом уже заданные на закладке **Параметры** значения (толщина, радиус и т.д.) не изменяются.
Выбор рёбер для сгиба. Опция выбора рёбер, по которым будет построен радиус сгиба. После активации необходимо выбрать рёбра, примыкающие к участвующим в операции граням, начиная от рёбер неподвижной грани.
Выбор граней для удаления при построении развёртки. Опция исключения граней из операции. После выбора граней, участвующих в операции, можно активировать эту опцию автоменю и указать выбранные грани, которые будут удалены в результате операции. Рёбра, примыкающие к удаляемым граням, становятся недоступными для выбора.

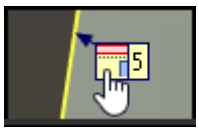
Редактирование рёбер разрыва. Опция позволяет выбрать рёбра для изменения величины зазора и типа нахлёста по отдельности. Необходимо выбрать ребро на стыке двух участвующих в операции граней. По центру выбранного ребра появится метка, состоящая из двух полей: пиктограмма типа нахлёста и значение зазора. Типы нахлёста последовательно переключаются нажатием на пиктограмму типа нахлёста.



Нахлёст



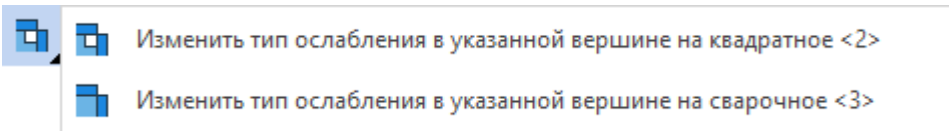
Без нахлёста



Обратный нахлёст

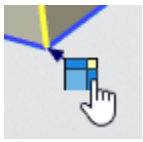
При нажатии на значении зазора появляется поле ввода.

Изменить тип ослабления в указанной вершине. Опция для задания ослабления в указанной вершине. В выбранной вершине можно изменить тип ослабления, на отличный от варианта по умолчанию. По умолчанию в всех вершинах задано круглое ослабление. Тип ослабления можно выбрать из выпадающего списка опции перед выбором вершины: **Изменить тип ослабления в указанной вершине на квадратное** или **Изменить тип ослабления в указанной вершине на сварное**.



После указания вершины около неё появляется специальная метка. Заданный для вершины тип можно изменить нажатием на данной метке.

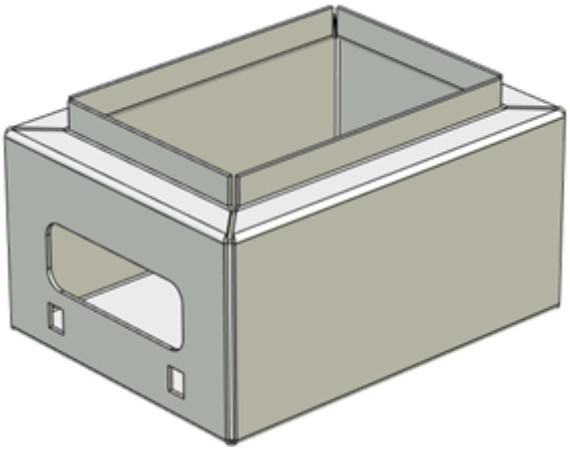
Квадратное



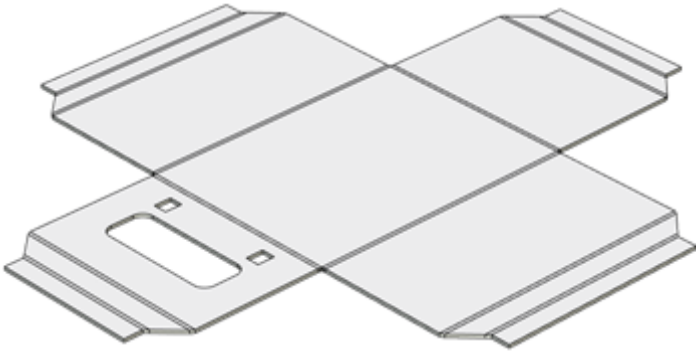
Сварное

Для отмены создания изменённого ослабления в вершине, нужно выбрать вершину повторно. Отсутствие специальной метки изменённого ослабления на вершине означает, что будет создано ослабление по умолчанию типа **Круглое**.

Гибка результата. Опция позволяет включать/выключать дополнительную команду **Повторная гибка**. Если опция включена, листовая деталь будет сохранять исходную форму объекта. Если опция отключена – листовая деталь будет разогнута, и развёртка будет располагаться на плоскости, которая задана неподвижной гранью.



Листовая деталь (Гибка результата включена)



Развёртка листовой детали (Гибка результата не включена)

После создания операции при включённой опции **Гибка результата,** в дереве построений кроме развёртки добавляется ещё одна операция – **Повторная гибка**.
Если изменять свойства уже созданной операции, кнопка автоменю **Гибка результата** становится недоступна. Это сделано для того, чтобы при наличии в окне **3D модель** других операций после операции **Развёртка** не была нарушена логика их выполнения.

Создание операции

Для создания операции необходимо выполнить следующую последовательность действий:

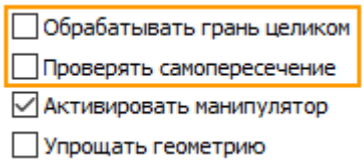
- Выбрать неподвижную грань тела.
- Задать толщину листового материала и радиус скругления граней, в противном случае они будут заданы из параметров по умолчанию.
- Выбрать рёбра, которые будут участвовать в операции.
- Включить или отключить опции: гибка результата, плоское тело, исходное тело (при необходимости).
- Задать дополнительные возможности операции: тип ослабления, тип нахлёста, величину зазора между примыкающими гранями (при необходимости).
- Закончить ввод.

Основные темы в этом разделе:

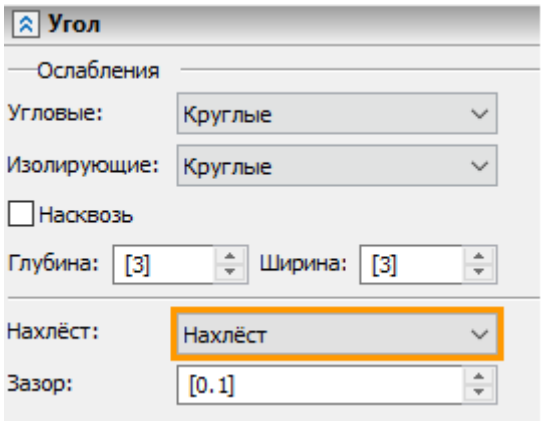
- Пример преобразования тела в лист
- Редактировать преобразование тела в листовой металл

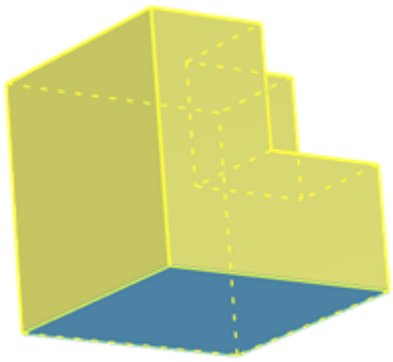
Пример преобразования тела в лист

В примере продемонстрировано использование операции **Преобразование тела в лист**. Кроме того, рассматривается случай, когда необходимо изменять порядок сгиба.
Допустим, у нас в документе уже есть твёрдое тело, которое мы хотим преобразовать в деталь из листового металла.
Прежде чем начать преобразование, заходим в Параметры листового металла. Убираем флаги с опций **Обрабатывать грань целиком** и **Проверять самопересечение**. Это сделано для того, чтобы при возникновении самопересечений листов металла, система могла отобразить получающееся таким образом тело на экране. Если оставить флаги, то система не сможет создать самопересекающееся тело и выдаст ошибку.

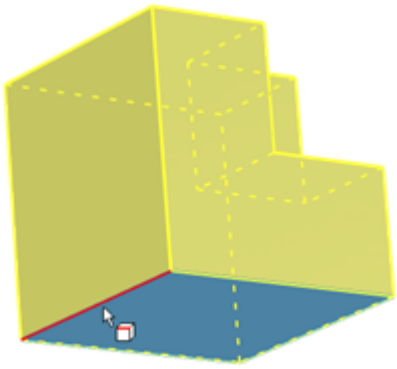


Далее вызываем команду **Преобразование тела в лист** и выбираем элементы в 3D сцене в порядке, показанном на рисунке ниже. Первым шагом выбрана неподвижная грань. Далее, по очереди были выбраны три ребра тела. Перед применением операции в окне параметров на закладке **Угол** было указано, что края листов должны ложиться друг на друга с нахлёстом.

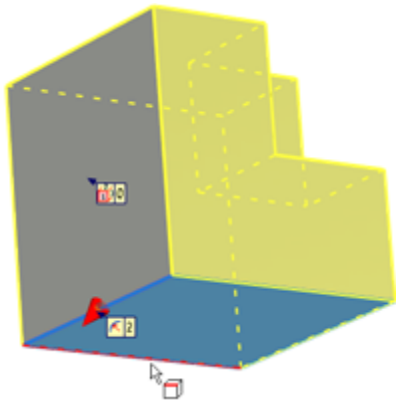




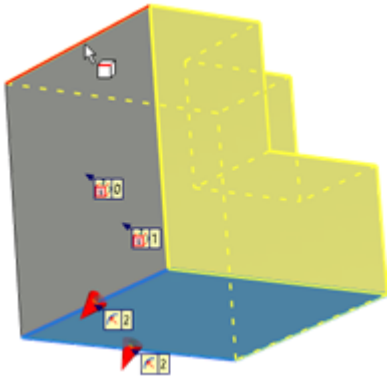
Выбор неподвижной грани



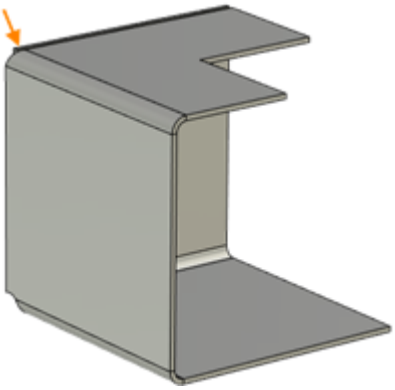
Выбор первого ребра



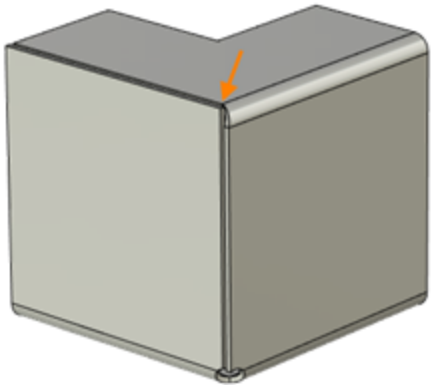
Выбор второго ребра



Выбор третьего ребра



Результат

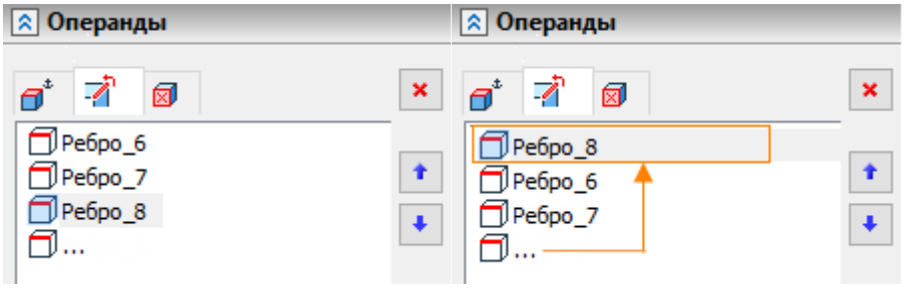


Результат

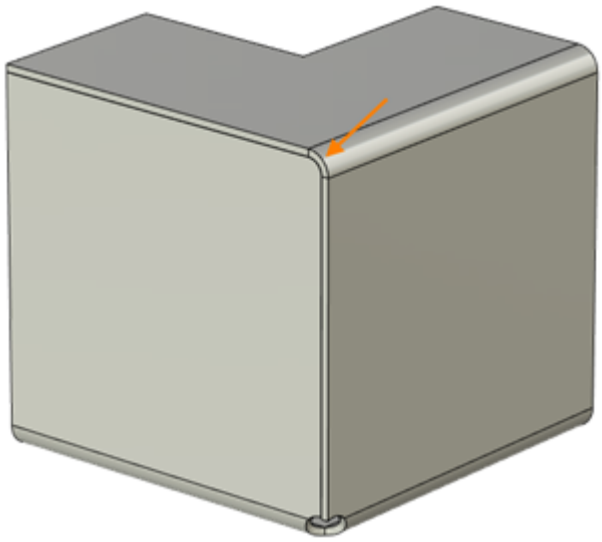
После выполнения операции мы получили твёрдое тело, у которого два листа с не деформированными углами пересекают скруглённую грань. Это связано с неправильно заданной последовательностью сгибания тела.

Именно для таких случаев удобно использовать изменение порядка сгиба рёбер. Оно позволяет избежать самопересечения тел. При этом нет необходимости повторного перезадания рёбер вручную.

В окне **Преобразование тела в лист** во вкладке **Операнды** показан порядок выбора рёбер для операции. Используя стрелки вверх и вниз изменяем порядок выполнения сгиба.



Перемещаем последнее из выбранных для операции рёбер на две строчки вверх, выбрав нужное ребро и нажав стрелку вверх, и повторяем создание операции. Теперь листы гладко прилегают друг к другу и не пересекаются.



Редактировать преобразование тела в листовой металл

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<EMS>	Правка > Операции > Листовой металл > Преобразование тела в листовой металл

Команда предназначена для редактирования операции Преобразование тела в лист.
Доступные опции:

<Esc> Отменить выбор всех элементов

	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

Выбранный элемент можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию).

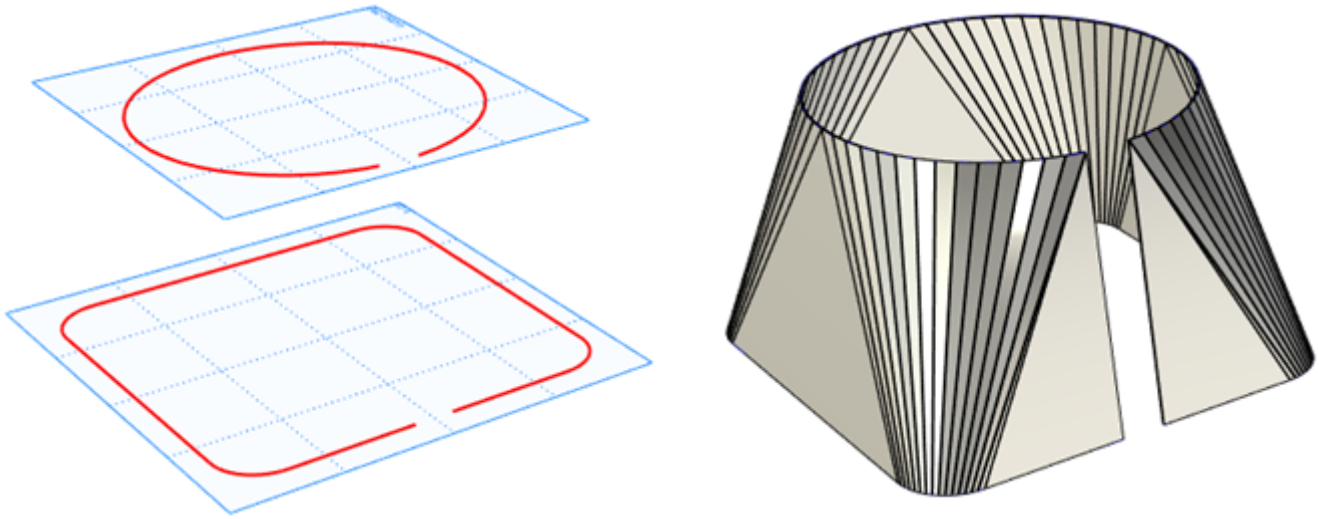
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Отметим, что для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>+** (комбинация **<Ctrl>+** отменяет выбор).

Гибка по сечениям

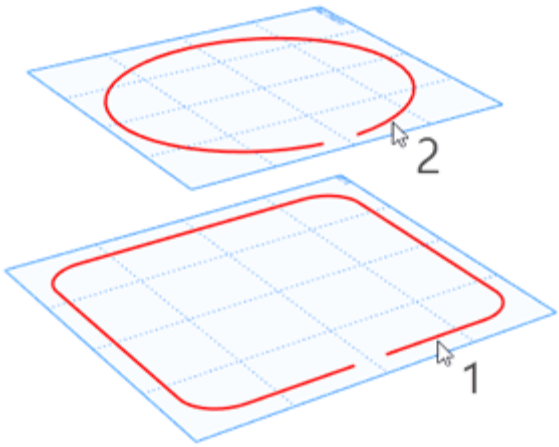
Для построения гибки по сечениям используется операция **Гибка по сечениям**:

Пиктограмма	Лента
	Листовой металл (3D) > Операции > Гибка по сечениям
Клавиатура	Текстовое меню
<SML>	Операции > Листовой металл > Гибка по сечениям

Операция **Гибка по сечениям** предназначена для моделирования сложных листовых тел на основании двух сечений.

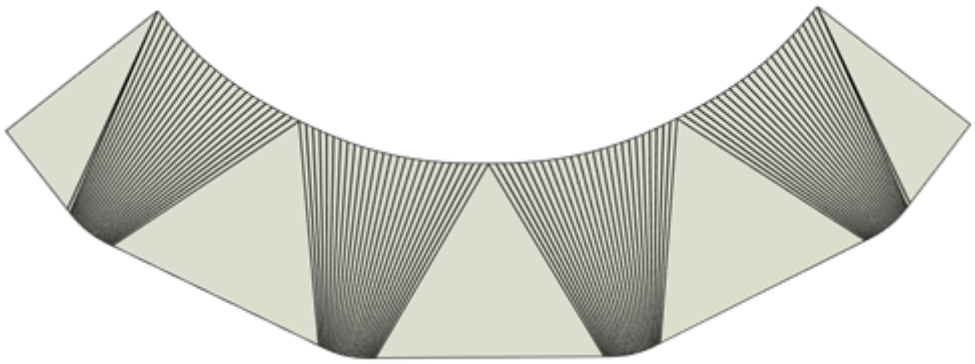


Для создания листового тела нужно выбрать два сечения, расположенных на двух параллельных (или не параллельных) плоскостях. Сечения могут состоять из гладко состыкованных дуг или прямых.



Количество дуг и прямых в двух сечениях не обязательно должно совпадать. При построении гибки дуги будут соединяться с дугами, а прямые сегменты с прямыми. При этом будут образовываться цилиндрические участки гибок.

Тело, полученное в результате выполнения этой операции, может быть разогнуто операцией Разгибание.



Параметры команды

Раздел **Основные параметры.**

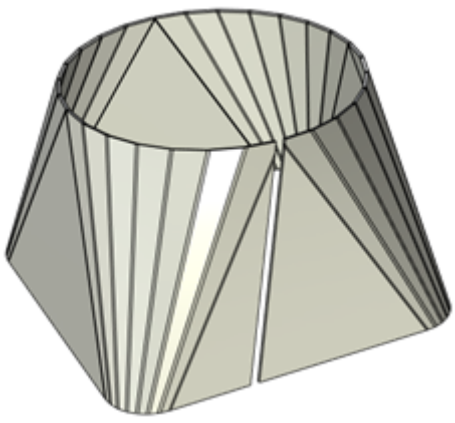
Фасеточное приближение. Опция позволяет построить поверхность, состоящую из плоскостей, заданных тремя или четырьмя точками. Полученную поверхность можно впоследствии преобразовать в листовой металл, назначая на рёбра нужные радиусы гиба и ослабления.
Развёртываемое приближение. Опция позволяет создать тело по поверхности, которая является развёртываемой.
Толщина. Общий для всех команд листового металла параметр. Значение параметра задаёт толщину создаваемого листового тела. Значение по умолчанию устанавливается в команде Параметры.
Вариант направления выталкивания на заданную толщину, относительно плоскости, образуемой двумя выбранными сечениями имеет три варианта, аналогично операции **Заготовка**.

Прямое

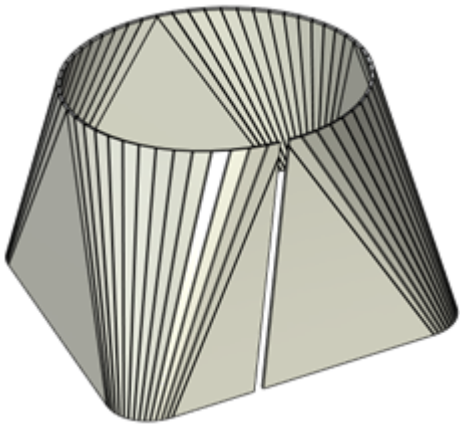
Обратное

Симметричное

Радиус. Общий для всех команд листового металла параметр. Значение параметра задаёт радиус для всех сгибов создаваемого тела.
Раздел **Дополнительные параметры:**
Точность. Чем меньше значение, тем выше точность построения тела. Высокая точность увеличивает количество сгибов, но требует больше времени на создание тела.
Сгибы. Позволяет вручную указать общее количество сгибов с учётом ближайшего возможного числа.



30 сгибов



60 сгибов

Зазор. Позволяет задать зазор на листовой детали в случае использования замкнутых контуров.
Упрощать. Исключает (обрабатывает) из расчёта грани, размер которых не позволяет корректно построить 3D модель.
Опции автоменю команды.

	<Ctrl>+<Enter>	Закончить ввод
	<P>	Вызов диалога параметров операции

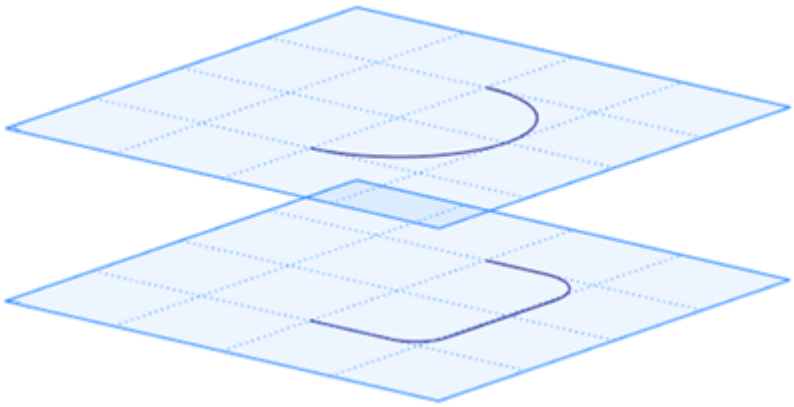
	<X>	Выйти из команды
	<F5>	Предварительный просмотр
	<U>	Выбрать 1-е сечение
	<V>	Выбрать 2-е сечение
	<1>	Выбрать начальную точку для 1-ого сечения
	<2>	Выбрать направление отсчёта на 1-ом сечении
	<3>	Выбрать начальную точку для 2-ого сечения
	<4>	Выбрать направление отсчёта на 2-ом сечении

Закончить ввод. Построить геометрию по заданным параметрам. В случае если параметров недостаточно – опция неактивна.
Задать параметры элемента. Вызов стандартного диалога параметров команды трёхмерного моделирования.
Выйти из команды. Закрывает команду с отменой заданных параметров.
Предварительный просмотр. Опция включает/выключает стандартную опцию просмотра команд трёхмерного моделирования.
Выбрать начальную точку для 1-ого сечения. В случае не замкнутого сечения точка будет выбрана автоматически. При помощи данной опции можно указать точку вручную, например, когда необходимо использовать только часть не замкнутого контура. В случае замкнутого контура точку нужно указать в обязательном порядке. Точка будет указана на контуре под курсором при нажатии , согласно возможным привязкам, или можно предварительно создать 3D узел. Точка будет определять положение плоскости, по которой будет выполнен разрез. Если указана только точка первого сечения плоскость разреза будет перпендикулярна контуру.
Выбрать направление отсчёта на 1-ом сечении. В случае не замкнутого контура опция не обязательная. В случае замкнутого контура в обязательном порядке необходимо указать плоскость или грань, которые определят направляющий вектор. Проекция вектора на касательную к контуру в начальной точке будет определять направления отсчёта точек.
Выбрать начальную точку для 2-ого сечения. Опция аналогична начальной точке первого сечения. Опция не обязательная: начальная точка второго замкнутого сечения будет выбрана автоматически, как точка пересечения контура сечения с нормальной плоскостью, заданной начальной точкой первого сечения. Начальные точки первого и второго сечений для замкнутых сечений определяют плоскость разреза на которой задаётся зазор.
Выбрать направление отсчёта на 2-ом сечении. Опция не обязательная. Направление отсчёта на втором сечении автоматически будет принято таким же, как и на первом. Принцип работы аналогичен выбору направления для первого сечения. Направление на первом и втором контуре должно совпадать.

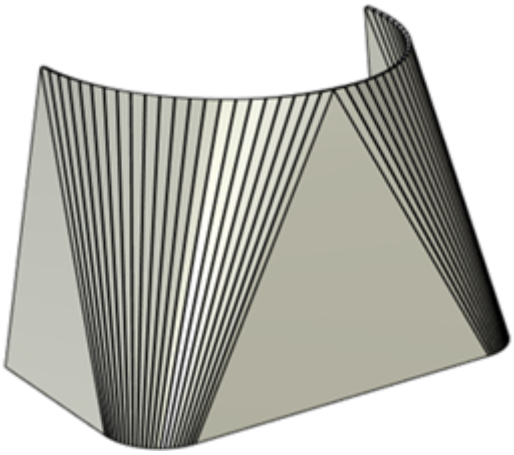
Создание гибки по сечениям

Незамкнутые сечения

Листовое тело можно построить из двух незамкнутых сечений.

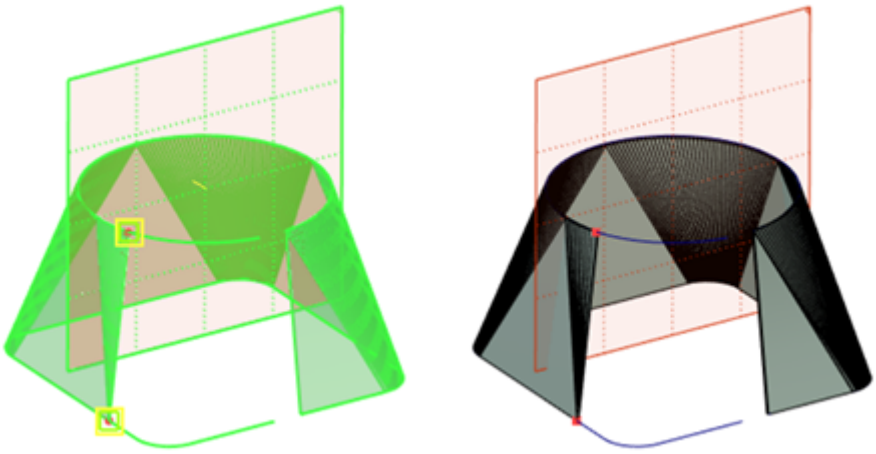


Для выбора сечений используются опции автоменю выбора сечений и .



При необходимости листовое тело может быть построено лишь по части контура. Для этого необходимо указать точку и направление отсчёта для первого, или для первого и второго контуров. Направления отсчёта контуров должно совпадать.

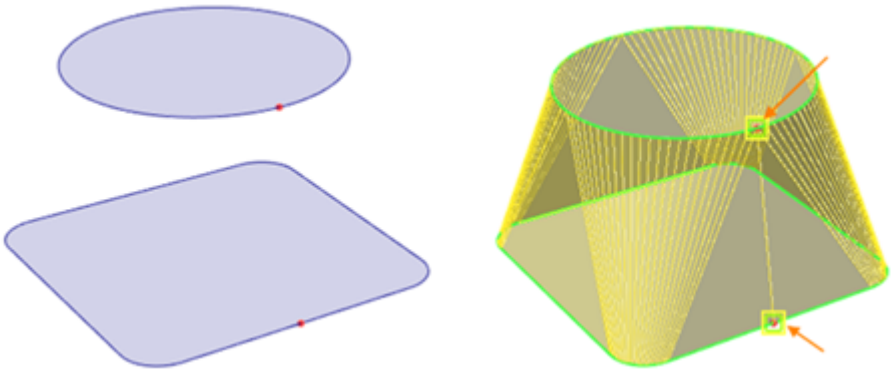
В примере на рисунке для указания направления отсчёта выбрана плоскость.



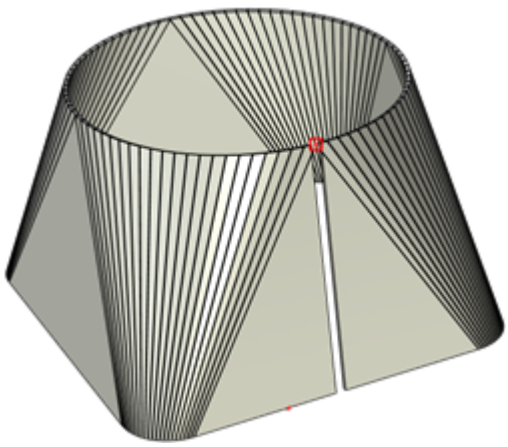
Замкнутые сечения

Листовое тело может быть построено с помощью двух замкнутых сечений.

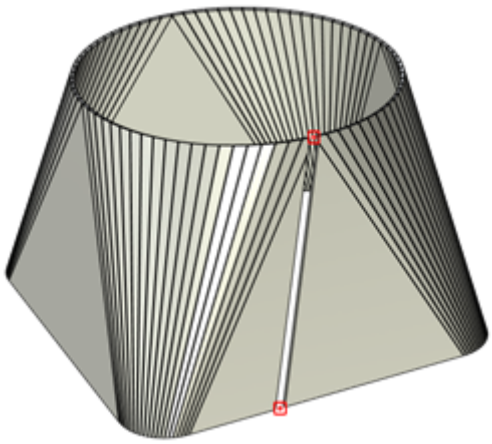
Для этого необходимо дополнительно задать начальную точку и направление отсчёта как минимум для первого сечения.



Плоскость разреза можно задать, выбрав начальную точку на первом сечении. Выбор начальной точки второго сечения позволяет вручную задавать наклон плоскости разреза.



Выбран 3D узел на верхнем сечении и направление отсчёта



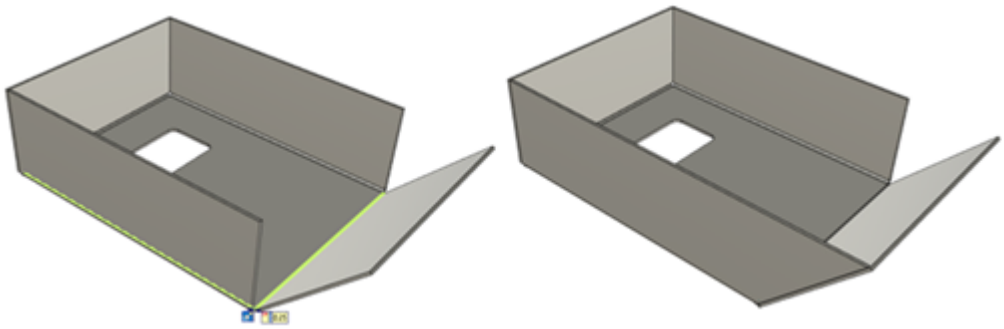
Выбраны два 3D узла на сечениях и направление отсчёта

Угол

Для указания параметров углов на листовых телах существует специальная операция **Угол**:

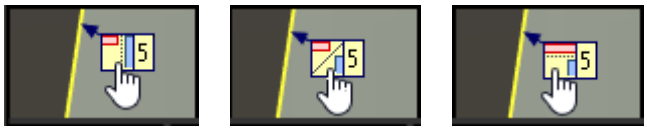
Пиктограмма	Лента
	Листовой металл (3D) > Операции > Угол
Клавиатура	Текстовое меню
<SMC>	Операции > Листовой металл > Угол

Операция позволяет строить в необработанных углах листовых деталей ослабления и задавать нахлёст.



Для создания операции необходимо выбрать вершину пересечения смежных сгибов. При выборе вершины появится специальные метки.

- **Метка нахлёста,** состоящая из двух частей: пиктограммы типа нахлёста и значения зазора. Типы нахлёста последовательно переключаются нажатием на пиктограмме типа нахлёста.



Нахлёст *Без нахлёста* *Обратный нахлёст*

При нажатии на значении зазора появляется поле ввода.

- **Метка углового ослабления**, представляет собой пиктограмму, условно изображающую тип ослабления.
  - Круглые
  - Квадратные
  - Сварочные
  - Нет

Типы ослабления последовательно переключаются нажатием на пиктограмму.
Тип нахлёста, значение зазора и тип ослабления можно указать в параметрах операции.

Параметры команды

В команде доступны следующие общие параметры листового материала.

- **Ослабления (угловые).** С выбором четырёх вариантов из списка: Круглые, Квадратные, Сварочные и Нет (если ослабления не нужны).
- **Нахлёст.** С выбором трёх вариантов из списка: Без нахлёста, Нахлёст и Обратный нахлёст.
- **Зазор.**

Опции автоменю команды:

	<Ctrl>+<Enter>	Закончить ввод
	<P>	Вызов диалога параметров операции

	<X>	Выйти из команды
	<F5>	Предварительный просмотр
	<V>	Выбрать угловую вершину
	<A>	Выбрать сгиб
	<C>	Выбрать грани ограничений

Закончить ввод. Построить геометрию по заданным параметрам. В случае если параметров недостаточно – опция неактивна.
Задать параметры элемента. Вызов стандартного диалога параметров команды трёхмерного моделирования.
Выйти из команды. Закрывает команду с отменой заданных параметров.
Предварительный просмотр. Опция включает/выключает стандартную опцию просмотра команд трёхмерного моделирования.
Выбрать угловую вершину. Опция позволяет указать угол, который необходимо отредактировать. Опция активна при вызове команды. Необходимо указать вершину пересечения сгибов смежных элементов.
Выбрать сгиб. Альтернативная опция выбора угла. Необходимо указать сгибы смежных элементов.
Выбрать грани ограничений. По умолчанию при применении команды **Угол** фланцы, образующие выбранный угол, могут быть автоматически расширены или сужены для обеспечения заданных параметров зазора и нахлёста. Если выбрать грани ограничений, то контур этих граней за пределами зоны углового ослабления будет сохранён.

На рисунках ниже:
Слева - Исходная геометрия,
По центру - Динамический просмотр результата операц

ии
,
С
пр
ав
а
-
Ит
ог
ов
ы
й
ре
зу
ль
та
т с
уч
ёт
о
м
уг
ло
во
го
ос
ла
бл
ен
ия

Гр
ан
и
ог
ра
ни
че
ни
й
не
в
ы
бр
ан
ы,
м
ат
ер
иа
л
до
ба
вл
яе
тс
я
к
то
рц
а
м
об
ои
х
ф
ла
нц
ев

В качестве ограничения выбрана граница левого фланца, материал добавляется к торцу правого фланца, то ре

ц
ле
во
го
ф
ла
нц
а
не
м
ен
яе
тс
я

В качестве ограничений выбраны грани обоих фланцев, материал которых фланцев не добавляется

Создание угла

Типичный порядок действий при создании угла.

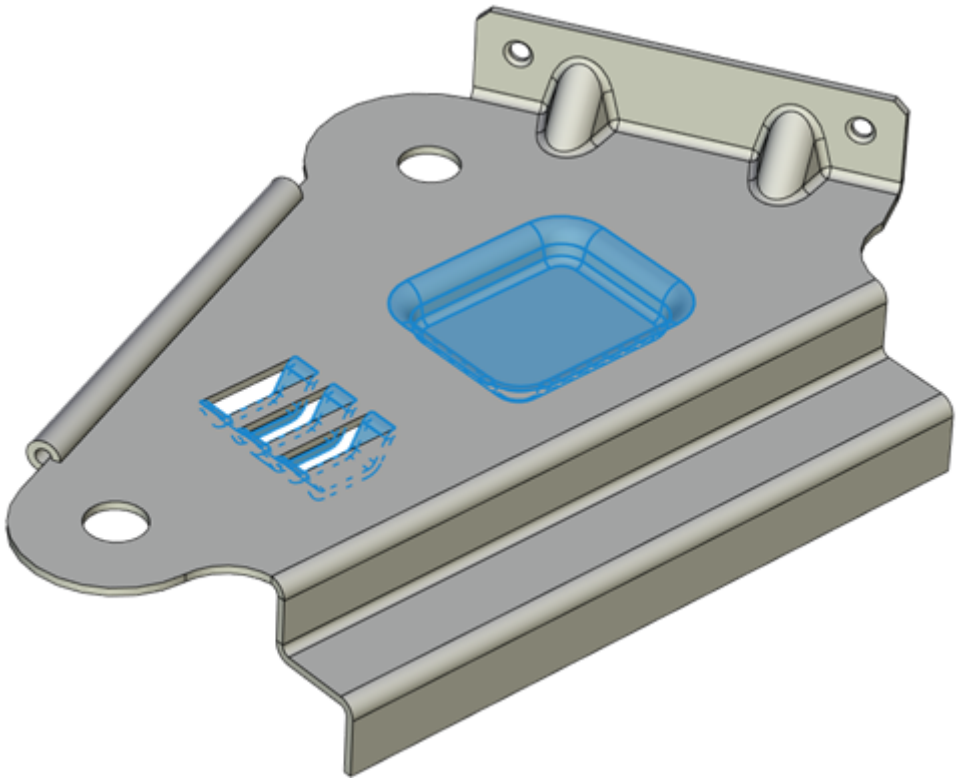
- Выбрать вершину пресечения сгибов.
- Указать общие параметры обработки углов: **Ослабление**, **Нахлёст**, **Зазор**, **Грани ограничений.**
- Закончить ввод.

Выштамповка

Для создания элементов листовой штамповки используется команда **Выштамповка:**

Пиктограмма	Лента
	Листовой металл (3D) > Операции> Выштамповка
Клавиатура	Текстовое меню
<SMF>	Операции > Листовой металл > Выштамповка

Операция позволяет создавать элементы штамповки на листовых телах. Могут быть использованы элементы штамповки из стандартных или пользовательских библиотек.



Тип выштамповки можно выбрать из выпадающего списка или пиктограммой схематично изображающей тип выштамповки. Если в списке выбран тип выштамповки, пиктограмма которого отсутствует, то крайняя правая пиктограмма будет заменена на пиктограмму последнего выбранного типа.
Набор типов выштамповки с пиктограммами.

Штамповка

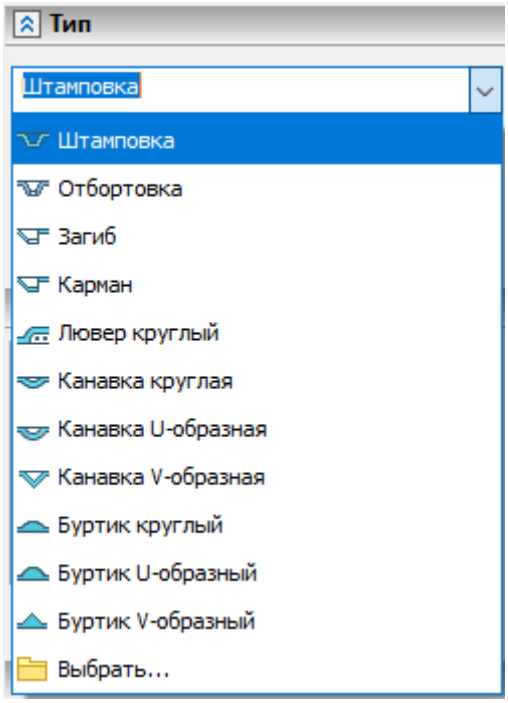
Отбортовка

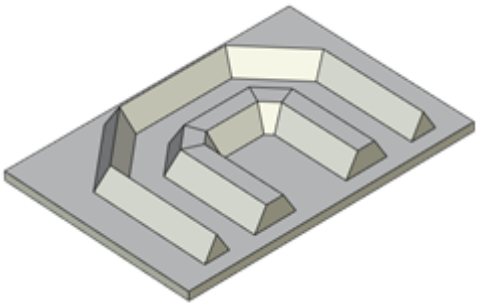
Загиб

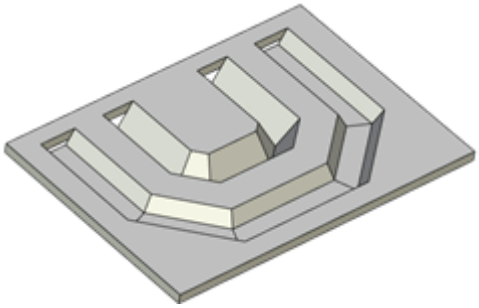
Карман

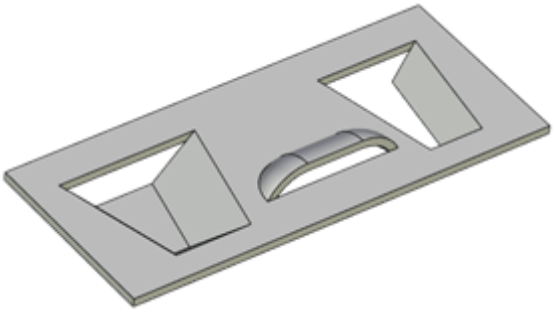
Люверкруглый

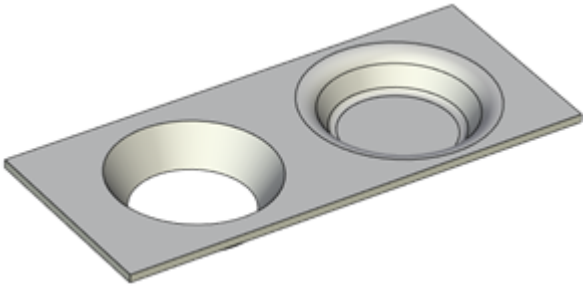
Выбор из стандартного списка.




Буртик V-образный, U-образный


Канавка U-образная, V-образная





Карман, Лювер, Круглый загиб *Отбортовка, Штамповка*

В выпадающем списке выбора типа выштамповки есть пункт **Выбрать**. С его помощью можно выбирать элементы из пользовательских библиотек. Содержимое списка связано с выбранным типом в поле **Стандарт**. При изменении стандарта – список изменяется.
Для выбора библиотек штамповок используется опция:

<B> Конфигурация библиотек

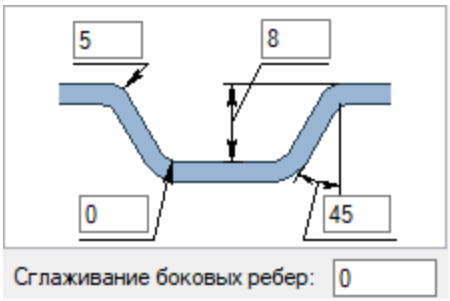
Подробную информацию о создании пользовательских выштамповок можно найти в главе Создание нового элемента выштамповки.

Для создания элементов используется специальная библиотека типовых элементов штамповки *Sheet Metal Features*, поставляемая вместе с системой. При необходимости библиотеку можно дополнять собственными элементами.

Если в команде **Параметры документа** на закладке 3D заданы дюймовые единицы длины, то при создании выштамповки будет использоваться библиотека *Sheet Metal Features Inch*.

Параметры команды

Тип. Позволяет из списка или по пиктограммам выбрать нужный тип выштамповки.
Стандарт. Позволяет выбрать из списка стандарт. По умолчанию метрический.
Остальные параметры команды зависят от выбранного типа вышатмповки.
Диалог параметров каждого элемента содержит схематичное изображение создаваемого элемента с полями ввода всех геометрических размеров.



Опции автоменю команды:

<Ctrl>+<Enter> Закончить ввод

<P> Вызов диалога параметров операции

<X> Выйти из команды

<F5> Предварительный просмотр

<B> Конфигурация библиотек

<R> Выбрать 3D профиль

<W> Начертить профиль

Закончить ввод. Построить геометрию по заданным параметрам. В случае если параметров недостаточно – опция неактивна.
Задать параметры элемента. Вызов стандартного диалога параметров команды трёхмерного моделирования.
Выйти из команды. Закрывает команду с отменой заданных параметров.
Предварительный просмотр. Опция включает/выключает стандартную опцию просмотра команд трёхмерного моделирования.
Выбрать 3D профиль. Опция выбора 3D профиля, который станет основой для создания операции. Опция активна по умолчанию.
Начертить профиль. Опция прозрачного режима создания профиля. Необходимо выбрать грань заготовки после чего система автоматически перейдёт в режим черчения на рабочей плоскости. Далее построить контур внутри грани. При выходе из режима черчения на рабочей плоскости построенный профиль будет выбран автоматически.

Создание выштамповки

Для создания элемента выштамповки необходимо сделать следующие типовые действия.

- Выбрать 3D профиль, который станет основой для создания операции. Режим выбора профиля активизируется автоматически при входе в команду.
- В окне параметров команды выбрать требуемый тип выштамповки из имеющихся в библиотеке (в нижней части окна при этом отразится диалог параметров выбранного элемента).
- Задать необходимые значение параметров.
- Закончить ввод.

Основные темы в этом разделе:

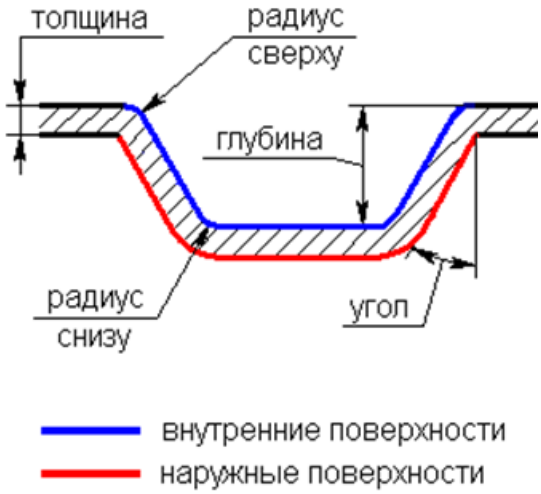
- Создание нового типа выштамповки
- Редактировать выштамповку

Создание нового типа выштамповки

Создание операции Выштамповка является специализированной командой вставки 3D фрагментов, определяющих форму выштамповки. В поставку системы входит набор таких фрагментов - библиотеки <**Sheet Metal Features**> и <**Sheet Metal Features Inch**> (для работы с дюймовыми единицами длины). Данный раздел описывает последовательность действий для создания нового элемента этих библиотек.
Элементы библиотеки выштамповок представляют собой 3D модели, построенные по определённым правилам. В основе 3D модели каждого элемента лежит базисный 3D профиль. Он является «внешним параметром» фрагмента выштамповки, аналогично внешним геометрическим параметрам адаптивных 3D фрагментов.
Выштамповки наносятся на деталь с помощью команды Выштамповка. При этом на детали выбирается 3D профиль, задающий нужную форму выштамповки. Этот профиль передаётся командой в 3D модель выштамповки и подставляется вместо её базисного профиля. 3D модель выштамповки пересчитывается в соответствии с новой формой профиля и вставляется в 3D модель детали.
Рассмотрим создание нового элемента на примере элемента **Штамповка**, входящего в стандартную поставку T-FLEX CAD.

На рисунке показана схема создаваемого элемента. Внутренние и внешние поверхности будущего элемента отмечены разными цветами. Размерами показаны параметры, значения которых сможет задавать пользователь. Кроме них, пользователь сможет также выбирать радиус сглаживания углов исходного профиля.

Новый элемент листовой штамповки нужно строить как 3D фрагмент в контексте сборки. Поэтому вначале необходимо создать вспомогательный файл с заготовкой «детали», на которую наносится штамповка. В этом документе в контексте сборки и будет создаваться 3D фрагмент-штамповка.



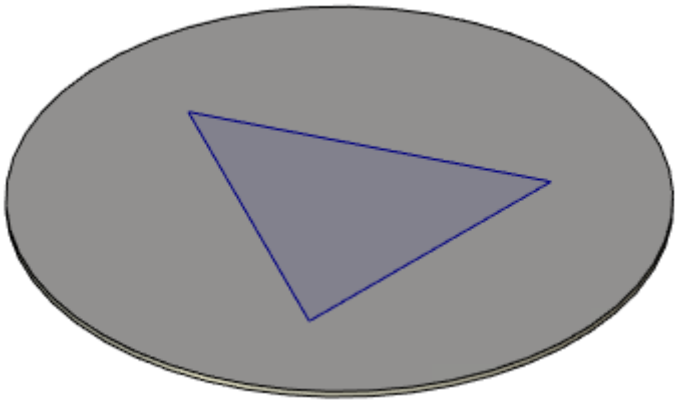
Вспомогательный файл нужен только в процессе создания нового элемента листовой штамповки. После завершения создания библиотечного элемента его можно удалить.

Создание вспомогательного документа

Подготовим вспомогательный документ для создания элемента штамповки. Создадим новую 3D модель.

В созданном документе построим заготовку «детали» для выштамповки (любым способом). Заготовка должна быть простой формы, иметь как можно меньше рёбер и поверхностей. От простоты заготовки будет зависеть размер файла элемента выштамповки, а также время открытия и пересчёта элемента. Лучше всего сделать её круглой и плоской.

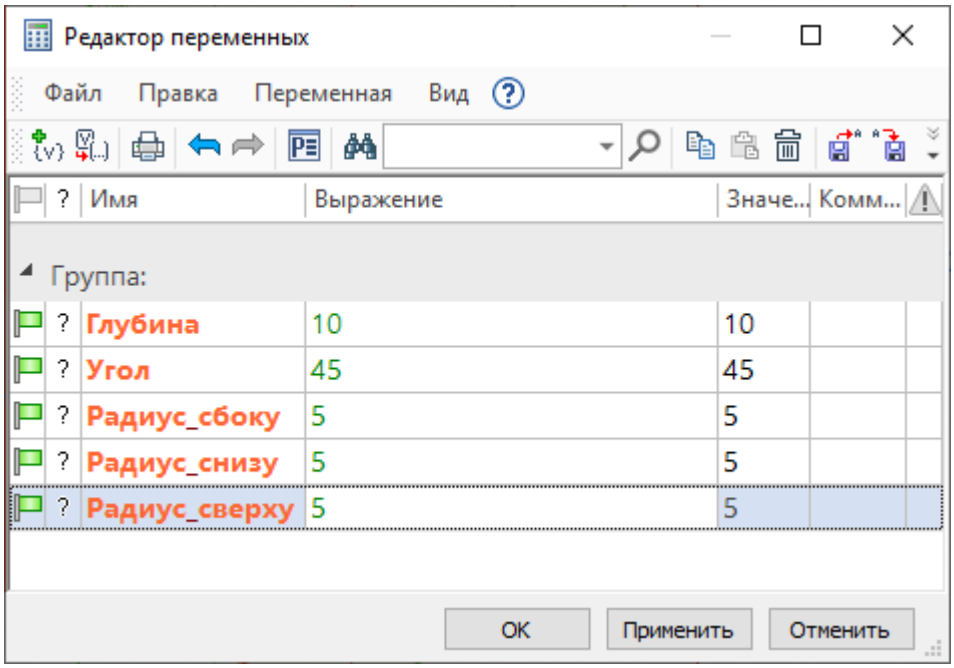
На верхней грани заготовки создадим 3D профиль, который будет исходным профилем элемента выштамповки. Профиль также следует делать как можно более простым. В нашем примере построим профиль треугольной формы.



Сохраните файл под именем **Деталь для штамповки**. Теперь можно приступить к созданию самого элемента.

Создание 3D модели элемента листовой штамповки

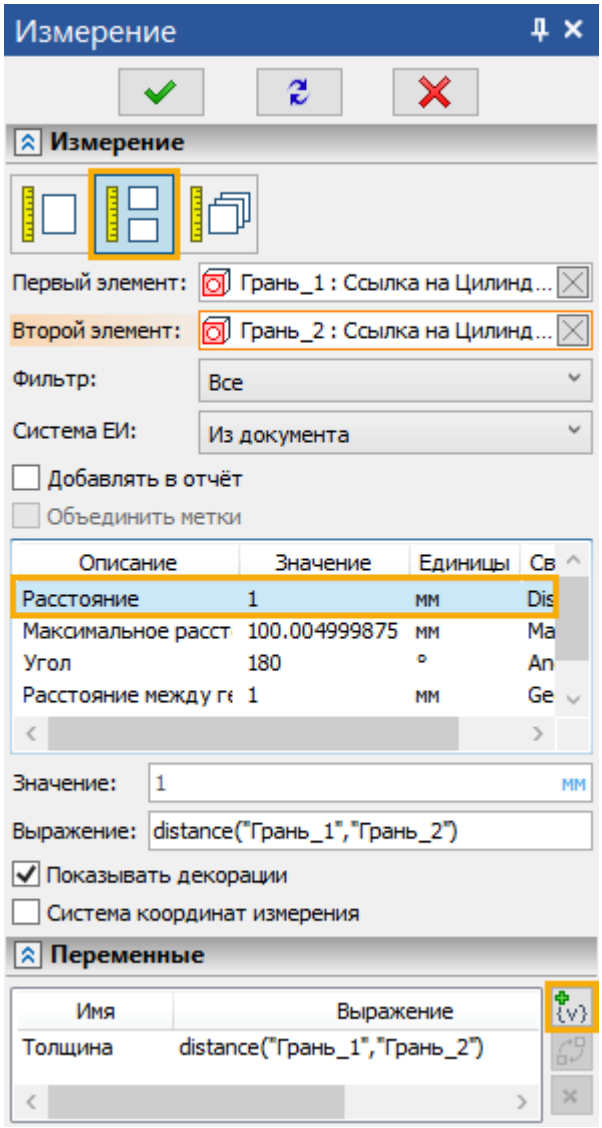
1. Создайте новый 3D фрагмент, вызвав команду Создать 3D фрагмент, и задав имя будущего элемента «Штамповка новая». После нажатия кнопки **OK** автоматически включается режим работы в контексте сборки (т.е. исходное тело станет прозрачным). Убедитесь, что включен режим ассоциативной привязки. Для этого нажмите правую кнопку мыши в пустом месте 3D окна и выберите пункт контекстного меню **Режимы привязки**.
2. В редакторе переменных создайте необходимые переменные, которые будут определять параметры элемента: **Глубина, Угол, Радиус_сбоку, Радиус_снизу, Радиус_сверху**. Все переменные должны быть внешними.



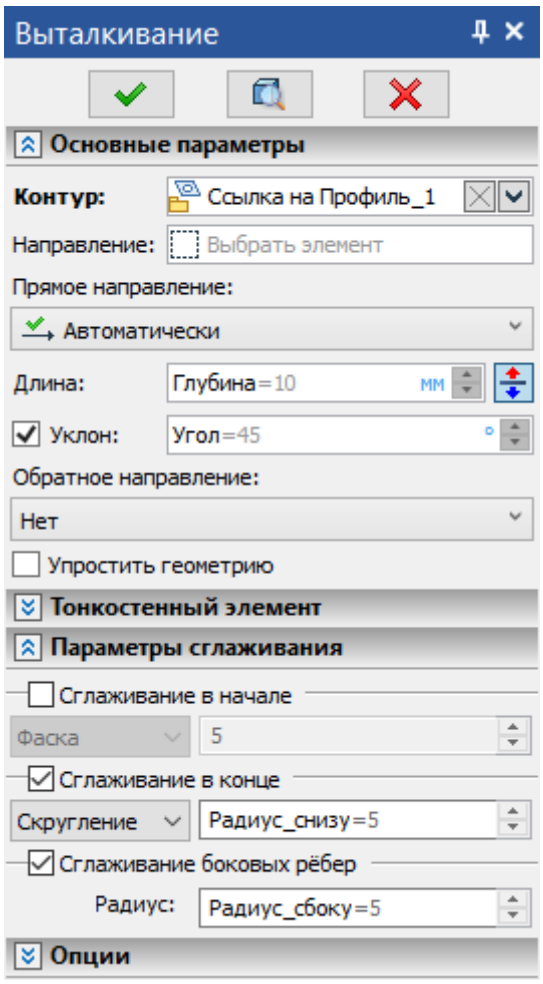
3. Для правильного создания выштамповки необходимо знать толщину исходной заготовки. Для автоматического определения этой толщины можно использовать верхнюю и нижнюю грани заготовки. Вызовите команду Измерить, выберите опцию **Измерить отношение между двумя элементами**, укажите верхнюю и нижнюю грани заготовки, нажмите опцию .

> Убедитесь, что в режиме работы в контексте сборки (правый верхний угол) включена опция **Выбирать элементы сборки**, иначе выбор элементов будет недоступен.

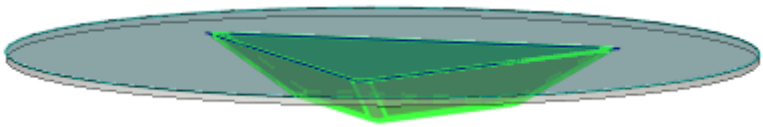
В списке отношений выберите **Расстояние**, во вкладке **Переменные** нажмите кнопку **Добавить переменную,** введите имя переменной **Толщина** и нажмите . Теперь создана переменная **Толщина**, значение которой равно расстоянию между выбранными гранями (толщине заготовки).



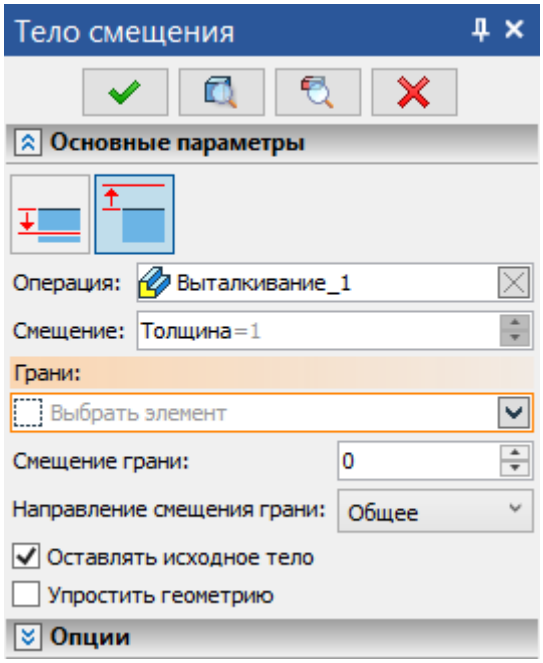
4. Создайте выталкивание треугольного профиля, лежащего на верхней грани исходного тела. При создании выталкивания верхнюю грань нужно выбрать в качестве направления, нажать кнопку **Изменить направление** в окне **Параметры**. Окно параметров выталкивания должно выглядеть, как показано на рисунке.

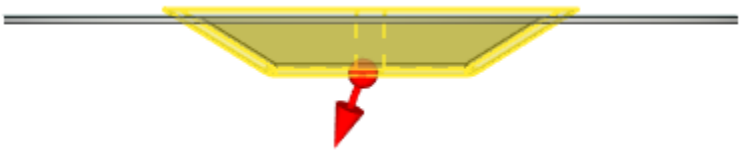


Сглаживание в конце должно задаваться переменной **Радиус_снизу**, сглаживание боковых ребер – переменной **Радиус_сбоку**. При создании обычной модели можно было бы обойтись без дополнительных опций вкладки **Параметры сглаживания** в выталкивании и заменить их обычными операциями сглаживания, но в нашем случае такого сделать нельзя, т.к. модель должна правильно пересчитываться при любом корректном 3D профиле. Если сейчас в файле «Штамповка Сборка» изменить количество точек сочленения у верхнего 3D профиля, то 3D модель в файле «Штамповка новая» все равно правильно пересчитается, чего не произойдет при использовании обычного сглаживания, которое не сможет учесть увеличения количества ребер профиля. Созданное нами выталкивание («Выталкивание_1») будет использовано для получения внутренней поверхности штамповки.



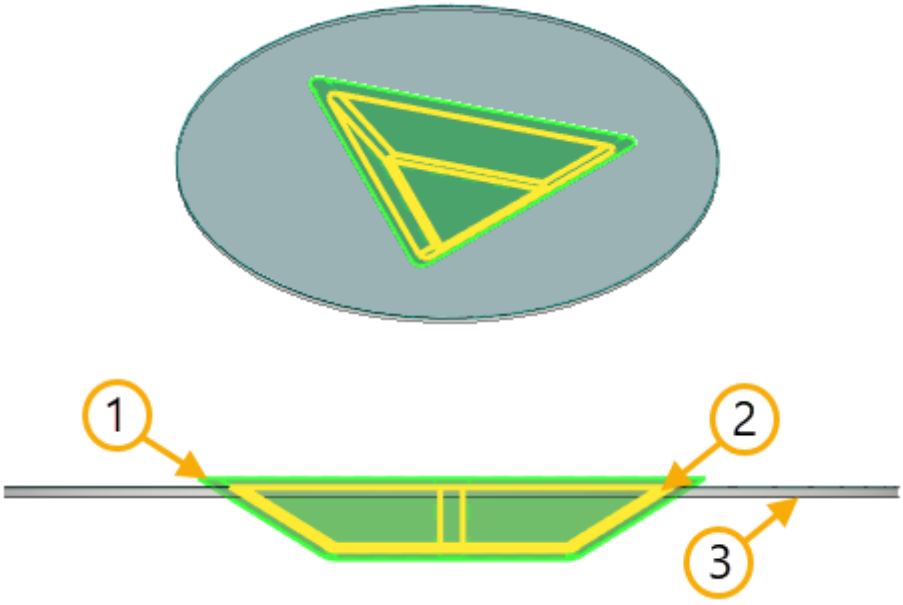
5. Чтобы получить **внешнюю** поверхность надо использовать операцию Тело смещения. Вызовите команду, выберите опцию **Выбрать тело** и укажите выталкивание, созданное на предыдущем этапе. Выберите тип - **Наружу**, в поле **Смещение** введите имя переменной «Толщина». Флажок **Оставлять исходное тело** также должен быть включен.





Полученное тело будет называться «Тело смещения_1».

6. Теперь у нас созданы внутренняя часть будущего элемента «Штамповка новая» – «Выталкивание_1», наружная часть – «Тело смещения_1» и исходная заготовка – «Ссылка на Выталкивание_1 (со сборки)». Но «Тело смещения_1» сверху выступает над исходным телом. Необходимо удалить выступающую часть.



1. Тело смещения_1

2. Выталкивание_1

3. Ссылка на Выталкивание_1 (со сборки)

Используем для отсечения лишнего операцию Отсечение. В качестве секущей плоскости надо выбрать верхнюю грань заготовки исходного тела. Полученное тело будет называться «Отсечение_1».

7. Теперь можно, используя булеву операцию, сложить «Отсечение_3» и исходную заготовку, которая больше нам не понадобится. В свойствах булевой операции надо установить флаг **Сгладить новые ребра**, **Фаска**», значение параметра **Радиус** задать выражением:

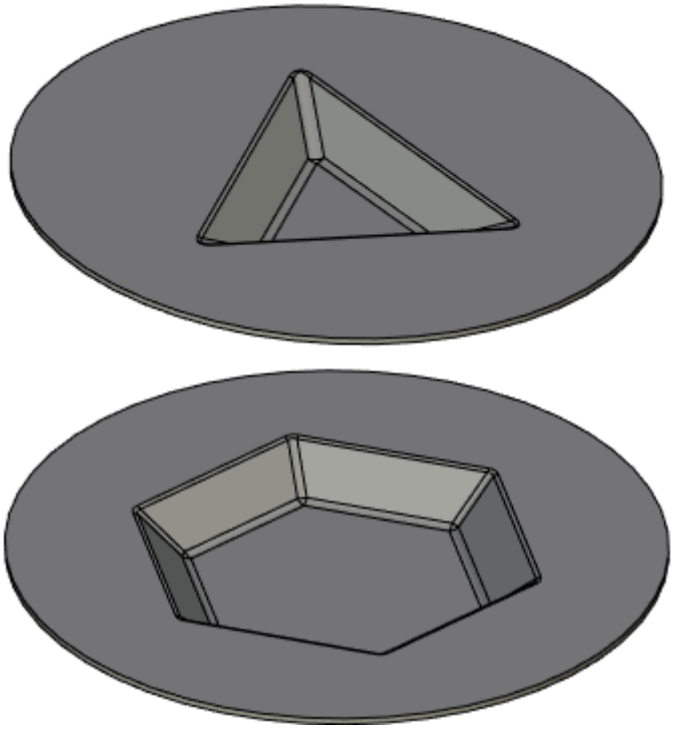
Радиус_сверху - Толщина>=0? Радиус_сверху - Толщина : 0

При создании булевой операции у нас будет создана фаска на новых рёбрах, причем смещения (параметр «Радиус») фаски должны быть меньше чем «Радиус_сверху», который задаёт пользователь, на величину «Толщина» и не могут быть меньше нуля. Это условие задаёт выражение написанное выше.

8. Осталось сформировать внутреннюю поверхность элемента «Штамповка новая». Для этого опять используем булеву операцию. Вычтем из тела, полученного на предыдущем шаге, оставшееся тело. В свойствах булевой операции, как и на предыдущем шаге, необходимо включить создание фаски на новых рёбрах.

На этом модель нового элемента выштамповки можно будет считать построенной. Далее надо нажать в пустом месте 3D окна и выбрать пункт контекстного меню **Завершить с сохранением**. Файл «Штамповка новая», содержащий созданный 3D фрагмент, и будет нашим новым элементом для библиотеки листовой штамповки.

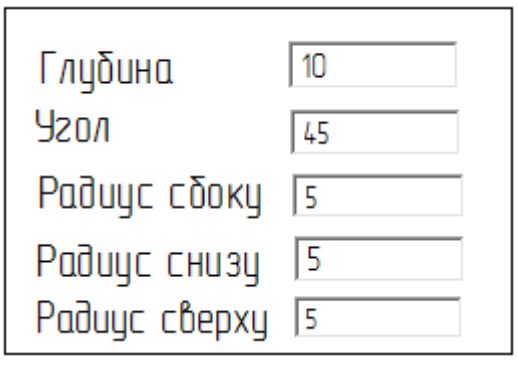
О том, что с полученным элементом листовой штамповки делать дальше, будет рассказано чуть позже. А пока давайте проверим работоспособность созданного элемента штамповки. По завершении работы в контексте сборки снова откроется файл «Деталь для штамповки». Его можно не сохранять – он нам больше не понадобится. Но пока файл не закрыт, измените количество сегментов исходного профиля на заготовке «детали» – штамповка также должна измениться.



Создание диалога для нового элемента библиотеки

Помимо собственно 3D модели, для нового элемента библиотеки листовой штамповки необходимо создать диалог для ввода параметров данного элемента штамповки (т.е. значений внешних переменных фрагмента). Этот диалог будет появляться в команде Выштамповка при вставке нашего элемента выштамповки.

Для создания диалога откройте файл «Штамповка новая». Добавьте в него новую 2D страницу для элементов управления (команда Элемент управления). На этой странице с помощь команды **Элемент управления** расположите элементы типа **Статический текст** с необходимыми названиями параметров и поля для ввода значений (элементы **Редактор**) всех внешних переменных созданного фрагмента. В результате получится простой диалог, призванный облегчить пользователю задание параметров создаваемой выштамповки. При желании можно создать более сложный диалог, введя в него схематическое изображение элемента, как в диалогах стандартных элементов библиотеки листовой штамповки.



В окне параметров команды Выштамповка диалог элемента выштамповки автоматически масштабируется таким образом, чтобы размер шрифта в нём совпал с размером шрифта Windows. Поэтому при создании диалога рекомендуется не менять размер шрифта, установленный по умолчанию для страницы диалога (он близок к стандартному шрифту Windows). Это позволит избежать искажений при показе диалога.

Кроме того, не следует создавать слишком широкие диалоги, не помещающиеся в стандартный размер окна параметров. После создания диалога снова сохраните файл.

Задание ограничения на тип исходного 3D профиля

Для нового элемента выштамповки можно задать ограничения на тип 3D профиля, который будет использоваться при его создании в команде Выштамповка. Для введения ограничений необходимо создать две внешние переменные с именами **contour_type** и **profile_type**. Значения, заданные этим переменным, определяют допустимые для данного элемента выштамповки типы 3D профиля:

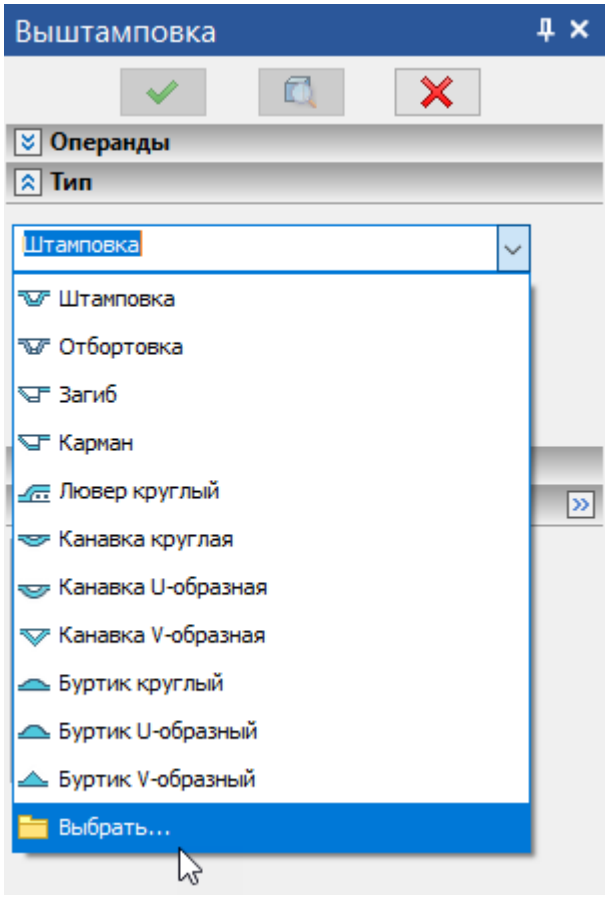
profile_type: определяет геометрический вид контура 3D профиля	**contour_type**: определяет вложенность контура 3D профиля
0 - любой 1 - замкнутый 2 - незамкнутый 3 - отрезок 4 - из ломаных	0 - любой 1 - только простой (без вложенных контуров и без нескольких контуров) 2 - без вложенных контуров

Когда эти переменные созданы, при попытке выбрать в команде создания выштамповки 3D профиль неподходящего типа система будет выдавать в окно диагностики соответствующее предупреждение. Профиль в результате выбираться не будет. Если же переменные во фрагменте выштамповки не созданы, при его нанесении будет позволено выбирать 3D профиль любого типа. О том, что выбран неверный профиль, можно будет судить только по ошибкам, возникающим при пересчёте такой выштамповки.

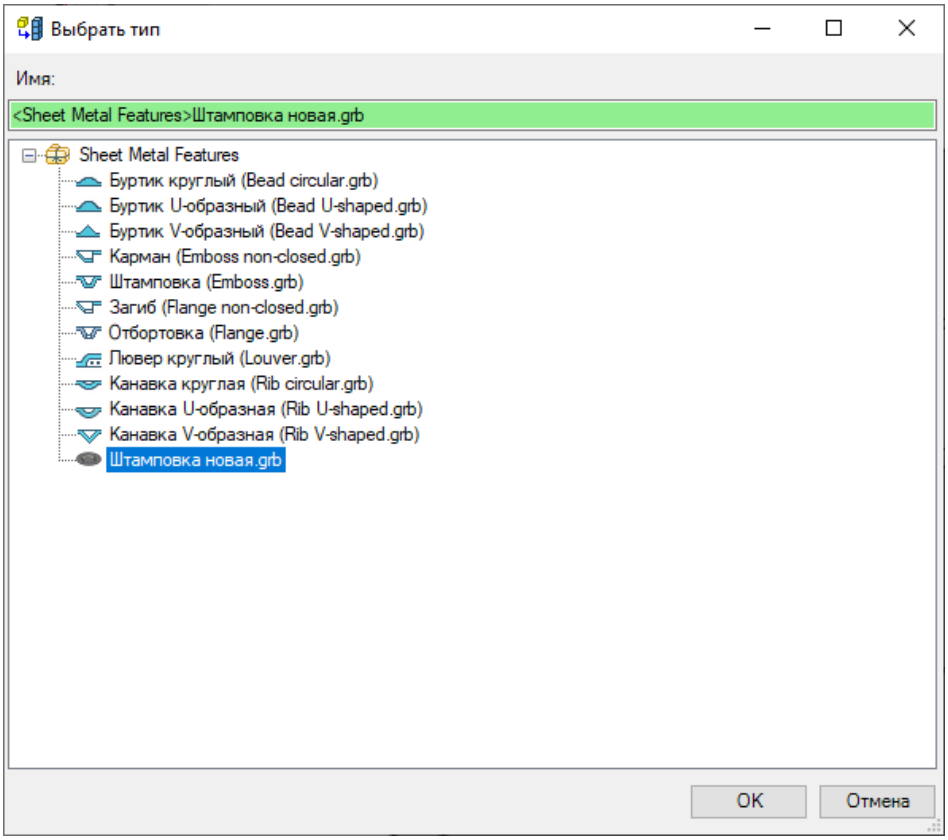
Для нашего примера переменная «profile_type» должна быть равна 1, а переменная «contour_type» должна быть равна 0.

Добавление созданного фрагмента в библиотеку листовой штамповки

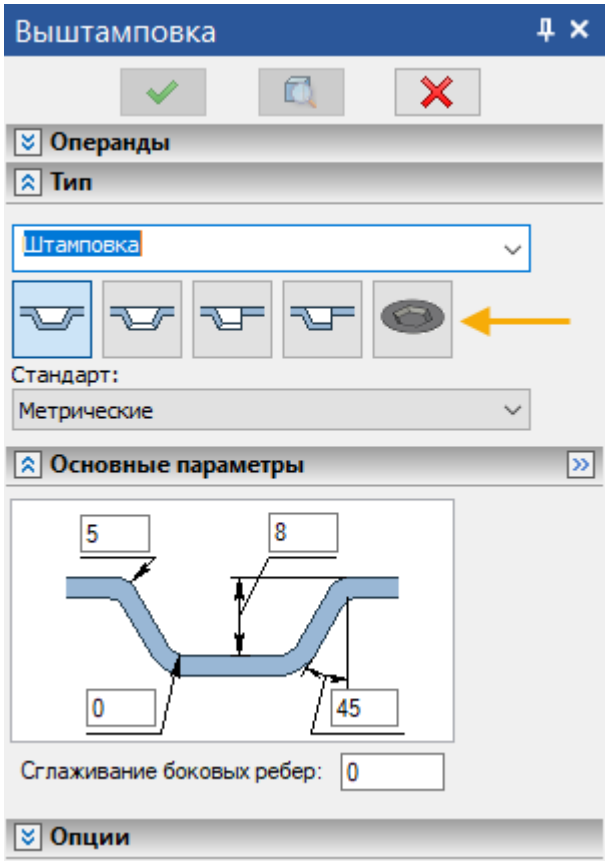
Чтобы использовать созданный элемент в команде Выштамповка, необходимо скопировать файл «Штамповка новая» в папку «T-FLEX CAD xx\Библиотеки\Служебные\Sheet Metal Features». После этого в выпадающем списке типа нужно выбрать опцию **Выбрать.**



Затем выбрать файл из списка.



После этого наша штамповка отобразится во вкладке **Тип**.



Название и иконка элемента

В команде Выштамповка наш новый элемент выштамповки будет указан по имени его файла и со стандартной иконкой документа T-FLEX CAD. При желании можно задать для него другое, более понятное и полное название. Для этого необходимо в файле элемента (в нашем примере это «Штамповка новая») вызвать команду Свойства документа и на закладке **Информация** заполнить поле **Название**.
Иконку можно заменить с помощью команды Иконка.

Редактировать выштамповку

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<ESF>	Правка > Операции > Листовой металл > Выштамповка

Команда предназначена для редактирования операции **Выштамповка**.
Доступные опции:

<Esc> Отменить выбор всех элементов

<A> Выбрать все элементы

	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, <Ctrl>+<E>	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

Выбранный элемент можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию).

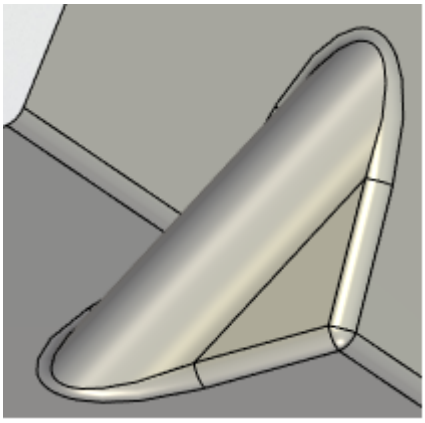
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Отметим, что для множественного выбора может использоваться комбинация <Shift>+ (комбинация <Ctrl>+ отменяет выбор).

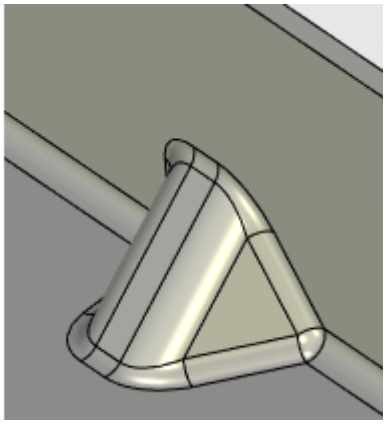
Ребро жёсткости

Для построения рёбер жёсткости на листовых телах используется операция **Ребро жёсткости**:

Пиктограмма	Лента
	Листовой металл (3D) > Операции > Ребро жёсткости
Клавиатура	Текстовое меню
<SMG>	Операции > Листовой металл > Ребро жёсткости

Операция позволяет строить ребра жёсткости с заданным количеством и шагом, разных типов, включая рёбра по пользовательскому 3D профилю. Ребра жёсткости можно построить двух вариантов поперечного сечения и на изгибах с разным углом.





Позиционирование рёбер и их количество задаётся согласно выбранному варианту построения. Варианты построения задаются пиктограммами в диалоге параметров операции.

По точке

Вписать

Заполнить

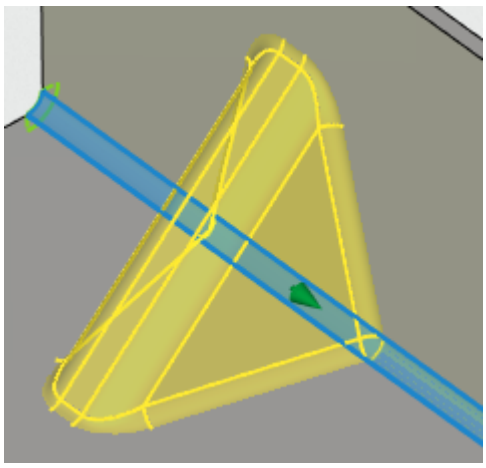
С шагом

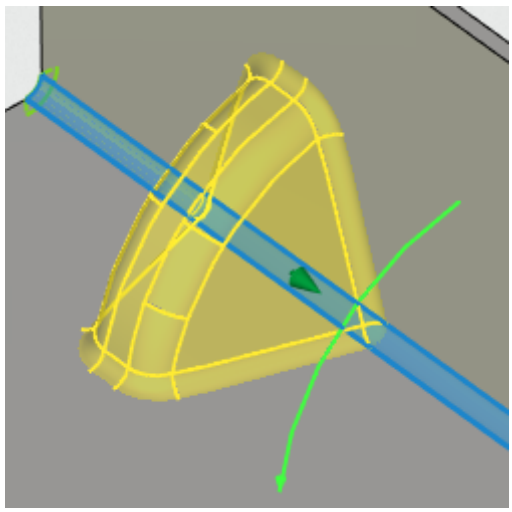
Другим набором пиктограмм определяется форма поперечного сечения ребра.

Скруглённая

Линейная

Форма ребра сбоку по умолчанию линейная, но её можно задать на основе пользовательского профиля при помощи опции .





Ребро жёсткости линейной формы *стандартной* *Ребро жёсткости по пользовательскому профилю*

Параметры команды

Количество, **Шаг** и **Смещение**. Параметры определяют расположение и количество рёбер на выбранном сгибе. В зависимости от выбранного варианта построения данные параметры могут быть доступны или закрыты.

- **По точке**. Для этого варианта построения параметры **Количество** и **Шаг** закрыты. Положение ребра на сгибе определяется параметром **Смещение**, имеющим манипулятор в 3D сцене. Параметр **Смещение** определяет расстояние от выбранной грани до центра поперечного сечения ребра. Грань, от которой производится отсчёт параметра **Смещение,** определяется системой автоматически. Для смены грани отсчёта положения нужно воспользоваться опцией и указать нужную грань или плоскость.
- **Вписать**. При данном варианте построения доступен только параметр **Количество**. Заданное количество рёбер равномерно (с одинаковым, автоматически рассчитанным шагом) распределяется по сгибу.
- **Заполнить**. Доступен только параметр **Шаг**. Параметр **Количество** рассчитывается, исходя из максимально возможного количества копий. **Смещение** равно шагу. Расстояние от центра последнего ребра до конца сгиба зависит от шага и количества копий, поэтому опция смены грани для отсчёта смещения будет влиять на результат.
- **С шагом**. Доступны параметры **Количество** и **Шаг**. Параметр **Смещение** равен шагу. Смена грани отсчёта влияет на результат.

Параметры **Глубина**, **Ширина**, **Угол**, **Радиус пуансона** и **Радиус матрицы** определяют геометрию ребра. Параметр **Глубина** недоступен в случае задания формы ребра по пользовательскому профилю. Параметр **Радиус пуансона** недоступен в случае использования скруглённой формы поперечного сечения.

Опции автоменю команды:

	<Ctrl>+<Enter>	Закончить ввод
	<P>	Вызов диалога параметров операции
	<X>	Выйти из команды
	<F5>	Предварительный просмотр
	<A>	Выбрать грань сгиба
	<F>	Выбрать форму ребра
	<Q>	Выбрать плоскость
	<W>	Начертить профиль

Закончить ввод. Построить геометрию по заданным параметрам. Если параметров недостаточно, опция неактивна.

Задать параметры элемента. Вызов стандартного диалога параметров команды трёхмерного моделирования.
Выйти из команды. Закрывает команду с отменой заданных параметров.
Предварительный просмотр. Включает/выключает стандартную опцию просмотра команд трёхмерного моделирования.
Выбрать грань сгиба. Выбор изгиба (цилиндрической грани) между двумя поверхностями, на которых необходимо построить ребро жёсткости. Опция активна по умолчанию.
Выбрать форму ребра. Опция определяет форму ребра сбоку. Форма ребра может быть задана профилем, путём или трассой. Элемент, задающий форму ребра, должен находиться в плоскости, перпендикулярной граням, на которых строится ребро.
Выбрать плоскость. Опция выбора плоскости, определяющей начало отсчёта. Выбрать можно грань или плоскость. **Смещение** определяет расстояние от выбранной плоскости или грани до центра поперечного сечения ребра.
Начертить 3D профиль. Прозрачный режим создания профиля формы ребра.

Создание ребра жёсткости

Типичный порядок действий при построении ребра жёсткости.

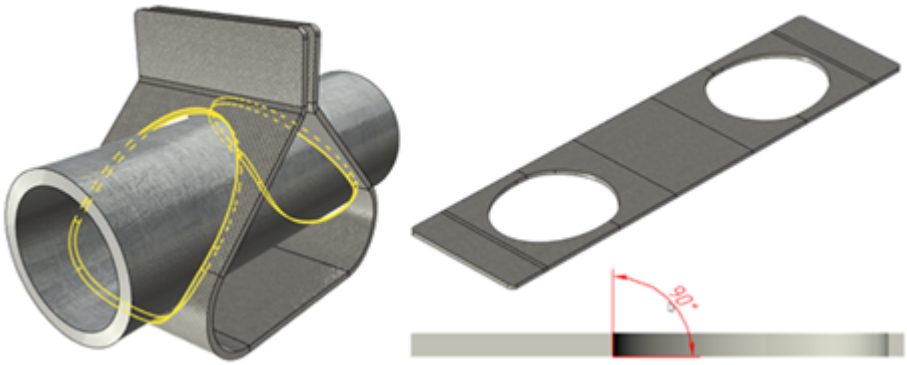
- Выбрать грань сгиба.
- Выбрать вариант поперечного сечения ребра.
- Выбрать профиль формы ребра (если нужна форма отличная от линейной).
- Задать геометрические параметры ребра.
- Выбрать вариант ввода количества и положения рёбер.
- Сменить плоскость начала отсчёта (если это нужно).
- Ввести параметры положения и количества рёбер.
- Закончить ввод.

Вырез по нормали

Для построения вырезов на листовых телах используется операция **Вырез по нормали**:

Пиктограмма	Лента
	Листовой металл (3D) > Операции > Вырез по нормали
Клавиатура	Текстовое меню
<SMN>	Операции > Листовой металл > Вырез по нормали

Операция позволяет строить вырез с зазором на листовом теле с перпендикулярными к основным граням кромками. Поддерживаются многоконтурные 3D профили.



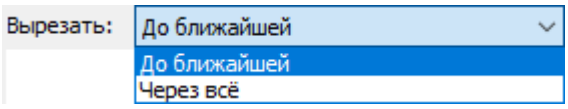
В команде доступно три варианта создания выреза, переключение между которыми осуществляется пиктограммами.

По толщине

По срединной

По ближайшей

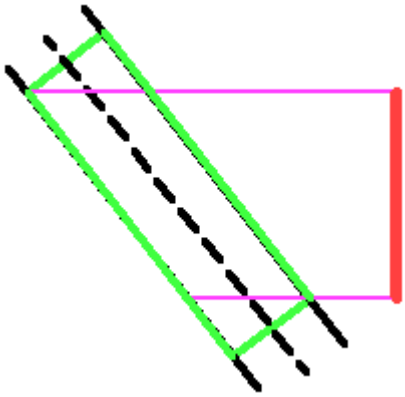
Списком можно определить на какой из граней нужно сделать вырез: на ближайшей или на всех, с которыми есть пересечение в заданном направлении.



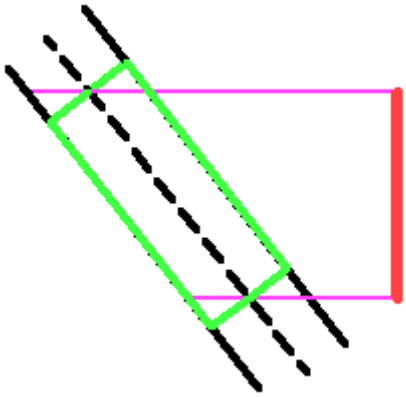
Параметры команды

Тип. Пересечение проецируемого профиля на наклонный лист будет давать различный результат по габаритам и положению выреза, в зависимости от того, какую поверхность (поверхности) считать поверхностью на которую проецируется профиль. Доступен выбор одного из трёх вариантов получения выреза.

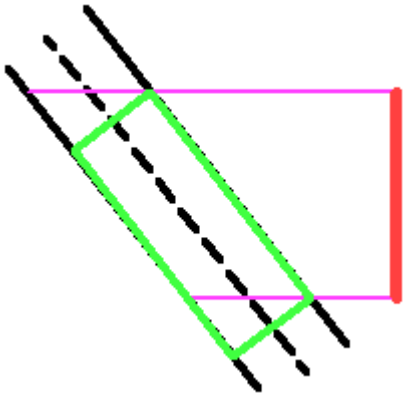
- **По толщине**. Максимальный габарит выреза.
- **По срединной**. Согласно пересечению проекции профиля со срединной поверхностью листовой заготовки.
- **По ближайшей**. Согласно пересечению проекции профиля с ближайшей поверхностью листовой заготовки.



По толщине



По срединной



По ближайшей

Вырезать. Доступно два варианта.

- **До ближайшей**. Будет сделан вырез только на ближайшей к профилю поверхности заготовки в заданном направлении.
- **Через всё**. Будет сделан вырез на всех поверхностях заготовки, которые будет пересекать проекция профиля в заданном направлении.

Симметрично. Симметричное направление проекции профиля.
Зазор. Устанавливает зазор по эквидистанте от полученного выреза.
Скруглять углы. Скругление углов профиля.

Опции автоменю команды:

	<Ctrl>+<Enter>	Закончить ввод
	<P>	Вызов диалога параметров операции
	<X>	Выйти из команды
	<F5>	Предварительный просмотр
	<B>	Выбрать тело
	<W>	Начертить профиль
	<W>	Выбрать контур
	<D>	Выбрать направление

Закончить ввод. Построить геометрию по заданным параметрам. В случае если параметров недостаточно – опция неактивна.
Задать параметры элемента. Вызов стандартного диалога параметров команды трёхмерного моделирования.
Выйти из команды. Закрывает команду с отменой заданных параметров.
Предварительный просмотр. Опция включает/выключает стандартную опцию просмотра команд трёхмерного моделирования.

Выбрать тело. В случае, если в 3D сцене несколько тел – нужно при помощи данной опции указать тело, на котором необходимо создать вырез. Опция активна по умолчанию в случае нескольких тел в 3D сцене.
Начертить профиль. Опция прозрачного режима создания профиля. Необходимо выбрать грань или плоскость после чего система автоматически перейдёт в режим черчения на рабочей плоскости. Далее необходимо построить замкнутый контур. При выходе из режима черчения на рабочей плоскости построенный профиль будет выбран автоматически.
Выбрать контур. Опция выбора профиля для создания выреза: нужно выбрать профиль, который будет определять вырез. Профиль должен быть замкнутым. Опция активна по умолчанию в случае одного тела в 3D сцене.
Выбрать направление. Опция выбора направления проецирования профиля. Направление определяется вектором, который может быть задан ребром или плоскостью (плоскость задаёт нормаль, вдоль которой направлен вектор направления проецирования).

Создание выреза по нормали

Типичный порядок действий при работе с командой **Вырез по нормали**.

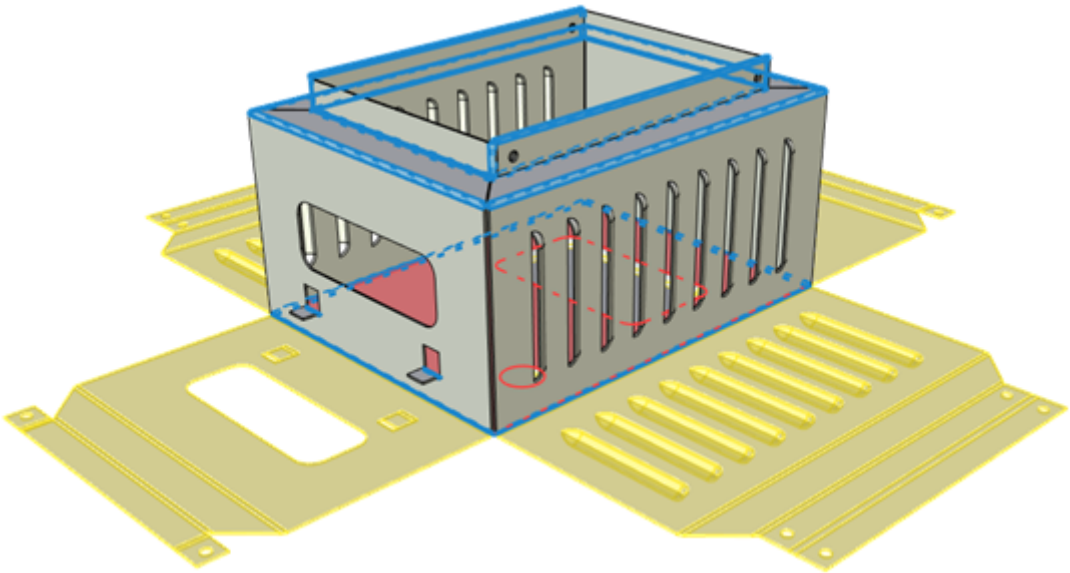
- Выбрать листовое тело, если в 3D сцене несколько тел.
- Выбрать профиль, определяющий форму выреза.
- Указать направление проецирования профиля.
- Выбрать тип расчёта выреза.
- Указать зазор и другие параметры, в случае необходимости.
- Закончить ввод.

Разгибание

Для разворачивания сгибов используется команда **Разгибание**:

Пиктограмма	Лента
	Листовой металл (3D) > Операции > Разгибание
Клавиатура	Текстовое меню
<SMU>	Операции > Листовой металл > Разгибание

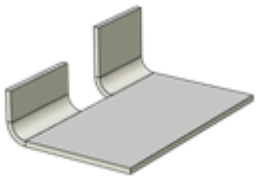
Операция позволяет «развернуть» деталь и получить модель заготовки для спроектированной листовой детали. Это может потребоваться, к примеру, для создания чертежа развёртки листовой детали.



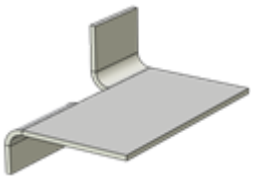
Операция работает не только с телами, созданными операцией гибки. Возможно, например, «разгибание» импортированных тел, цилиндрических граней, полученных вращением или выталкиванием. Одновременно можно разгибать несколько сгибов.

Сгибы, подлежащие разгибанию, выбираются указанием цилиндрических граней. Если выбрать тело, а не отдельные грани разгибания, система автоматически находит все доступные для разгибания поверхности и создаёт развёртку. Если предложенный системой вариант разгибания устраивает пользователя – то цилиндрические грани для разгибания можно не указывать.

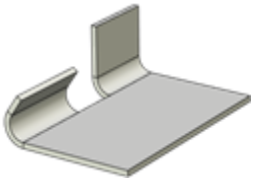
Одновременно с выбранным сгибом могут разгибаться все соосные ему. **Соосными** называются гибки, отвечающие следующим условиям: они должны принадлежать одному телу, иметь лежащие на одной прямой линии сгиба, иметь одинаковый радиус, угол и направление сгиба (относительно заготовки).



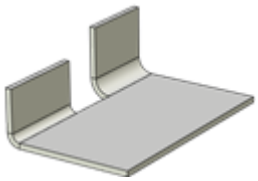
Соосные гибки: одна линия сгиба, один радиус, угол и направление сгиба относительно заготовки



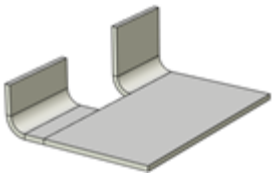
Не соосные гибки: разное направление сгиба относительно заготовки



Не соосные гибки: разный угол сгиба

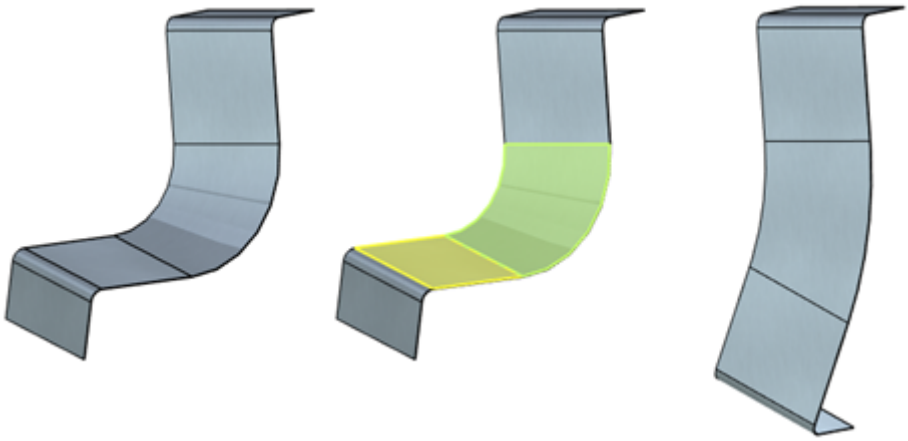


Не соосные гибки: разные радиусы сгиба



Не соосные гибки: разная линия сгиба

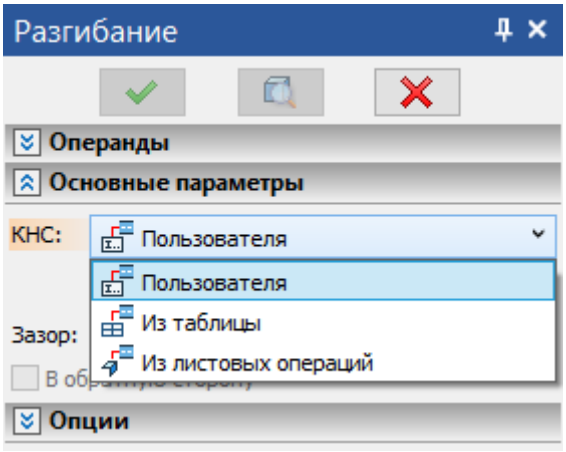
При разгибании учитывается коэффициент нейтрального слоя заготовки. Если разгибается деталь, созданная без использования операций работы с листовым металлом, коэффициент нейтрального слоя определяется пользователем в параметрах команды.
Часть детали, которая при разгибании должна остаться неподвижной, выбирается системой автоматически. По умолчанию такая грань помечается в 3D сцене жёлтым цветом. При необходимости неподвижную грань можно указать самостоятельно, используя опцию автоменю.
Операция разгибания сохраняет всю топологию, полученную ранее при создании сгибов. То есть количество граней и рёбер тела до и после разгибания одинаково. Это позволяет выделить на полученной плоской развёртке зоны сгиба и использовать их, например, для создания повторной гибки.
Операция позволяет разгибать незамкнутые конические грани тел.



Доступно разгибание цилиндрических листовых тел, усечённых конических листовых тел, а также произвольных развёртывающихся поверхностей.

Параметры операции

Операция **Разгибание** позволяет работать как с телами созданными при помощи команд листового металла, так и с телами созданными другими способами. Поэтому, в отличие от других команд листового металла, в данной операции варианты задания**КНС** расширены.



- **Пользователя**. Значение КНС вводится пользователем. В случае выбора тел, созданных *не* операциями листового металла является вариантом по умолчанию.
- **Из таблицы**. Подстановка из таблицы согласно толщине разгибаемого тела и радиусу выбранной цилиндрической грани.
- **Из листовых операций**. Опция для тел, полученных операциями листового металла, для которых **КНС** уже был задан. В случае выбора тел, созданных операциями листового металла является вариантом по умолчанию.

Все грани, участвующие в разгибании, разгибаются с одинаковым коэффициентом.

В обратную сторону. Опция активна для разгибания замкнутых граней тел. Позволяет сменить направление разгибания относительно выбранной плоскости разреза.
Зазор. Поле активно только при разгибании замкнутых граней тел. Позволяет задать зазор по разрезу.

Разгибать соосные гибки. Задаёт режим принудительного разгибания помимо выбранных гибок всех им соосных. Флаг установлен по умолчанию. При снятии флага разгибаются только выбранные гибки.
Опции автоменю команды:

	<Ctrl>+<Enter>	Закончить ввод
	<P>	Вызов диалога параметров операции
	<X>	Выйти из команды
	<F5>	Предварительный просмотр
	<A>	Выбор операции
	<E>	Выбор цилиндрической грани гибки
	<K>	Выбор неподвижной грани разгибки
	<A>	Отменить выбор всех элементов

Закончить ввод. Построить геометрию по заданным параметрам. В случае если параметров недостаточно – опция неактивна.

Задать параметры элемента. Вызов стандартного диалога параметров команды трёхмерного моделирования.
Выйти из команды. Закрывает команду с отменой заданных параметров.
Предварительный просмотр. Опция включает/выключает стандартную опцию просмотра команд трёхмерного моделирования.
Выбор операции. Опция выбора тела для создания операции. Активна по умолчанию при вызове команды. При выборе тела система сама ищет все доступные для разгибания грани и создаёт развёртку тела.
Выбор цилиндрической грани гибки. Выбор отдельных граней для разгибания. Можно выбирать цилиндрические, конические, замкнутые грани, а также другие грани которые имеют развёртку.
Выбор неподвижной грани разгибки. Опция ручного выбора неподвижной грани. Опция необходима в случае, когда автоматически выбранная системой неподвижная грань не устраивает пользователя.
Выбрать точку для задании плоскости разреза. Опция доступна только при выборе замкнутой грани. Необходимо указать 3D узел который будет задавать положение плоскости, по которой будет выполнен разрез тела с замкнутой гранью.
Выбрать направление разгибания. Разогнутая грань будет лежать в плоскости совпадающей с касательной к развёртываемой грани в точке, задающей плоскость разреза. Опция позволяет определить одно из двух возможных направлений: вправо или влево от плоскости разреза. Проекция вектора направления на касательную будет определять направление разгибания. Вектор направления можно задать ребром или плоскостью (плоскость определяет нормальный вектор). Изменить направление разгибания можно также при помощи установки или снятия флага опции **В обратную сторону**.
Отменить выбор всех элементов. Отмена выбора всех элементов и очистка окна операндов.

Создание операции

Для создания операции необходимо выполнить следующие действия.

- Выбрать тело. Система предлагает вариант развёртки.
- Указать **КНС**.
- Сменить неподвижную грань, если это необходимо.
- Закончить ввод.

Если результат, автоматически предложенный системой, не удовлетворяет пользователя, нужно выбирать грани гибки вручную.

- Выбрать грани гибки.
- Указать **КНС**.
- Сменить неподвижную грань, если это необходимо.
- Закончить ввод.

Если поверхность является замкнутой.

- Выбрать грань гибки
- Указать точку, определяющую положение плоскости разреза.
- Указать направление разгибания, если это необходимо
- Казать **КНС** и **Зазор**.
- Закончить ввод.

Основные темы в этом разделе:

- Редактировать разгибание

Редактировать разгибание

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<ESU>	Правка > Операции > Листовой металл > Разгибание

Команда предназначена для редактирования операции **Разгибание**.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

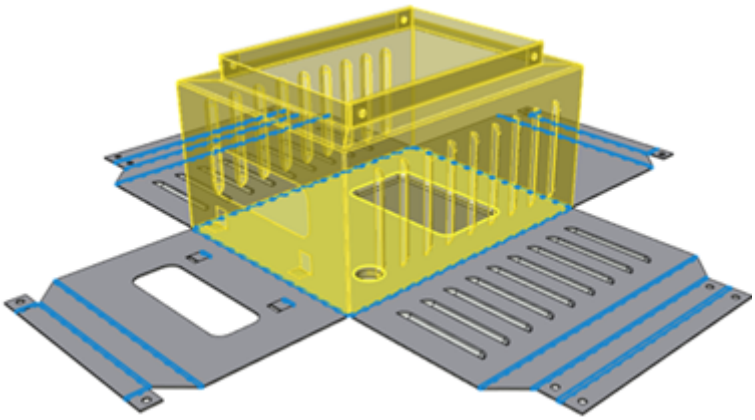
Выбранный элемент можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию).
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Отметим, что для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** + (комбинация **<Ctrl>** + отменяет выбор).

Повторная гибка

Для повторного сгиба всех поверхностей, разогнутых операцией разгибания, используется команда **Повторная гибка**:

Пиктограмма	Лента
	Листовой металл (3D) > Операции > Повторная гибка
Клавиатура	Текстовое меню
<SMR>	Операции > Листовой металл > Повторная гибка

Данную возможность удобно использовать для сохранения в структуре модели образа полученной при разгибании развёртки. Например, можно использовать операции разгибания и повторной гибки для построения чертежа, на котором изображена и развёртка, и готовая листовая деталь.
При повторном сгибании применяется коэффициент нейтрального слоя заготовки, использованный при разгибании.



Параметры операции

Опции автоменю команды:

	<Ctrl>+<Enter>	Закончить ввод
	<P>	Вызов диалога параметров операции
	<X>	Выйти из команды
	<F5>	Предварительный просмотр
	<A>	Выбор операции
	<E>	Выбор цилиндрической грани гибки
	<K>	Выбор неподвижной грани разгибки
	<A>	Отменить выбор всех элементов

Закончить ввод. Построить геометрию по заданным параметрам. В случае если параметров недостаточно – опция неактивна.
Задать параметры элемента. Вызов стандартного диалога параметров команды трёхмерного моделирования.
Выйти из команды. Закрывает команду с отменой заданных параметров.
Предварительный просмотр. Опция включает/выключает стандартную опцию просмотра команд трёхмерного моделирования.
Выбор операции. Опция выбора тела для создания операции. Активна по умолчанию при вызове команды. При выборе тела развёртки система автоматически совершает гибку по всем граням разгибания. Неподвижная грань определяется системой автоматически.
Выбор сгибаемой грани. Ручной выбор граней сгиба, когда результат, предложенный системой, не удовлетворяет пользователя.
Выбор неподвижной грани. Ручной выбор неподвижной грани, когда результат, предложенный системой, не удовлетворяет пользователя. Опция доступна только при ручном выборе сгибаемых граней.
Отменить выбор всех элементов. Отмена выбора всех элементов и очистка окна операндов.

Создание операции

Для создания операции необходимо выполнить следующие действия.

- Выбрать тело развёртки. Система автоматически сгибает развёртку в исходное тело.
- Закончить ввод.

Если результат, автоматически предложенный системой, не удовлетворяет пользователя, нужно выбирать грани гибки вручную.

- Выбрать грани гибки.
- Сменить неподвижную грань, если это необходимо.
- Закончить ввод.

Основные темы в этом разделе:

- Редактировать повторную гибку

Редактировать повторную гибку

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<ESR>	Правка > Операции > Листовой металл > Повторная гибка

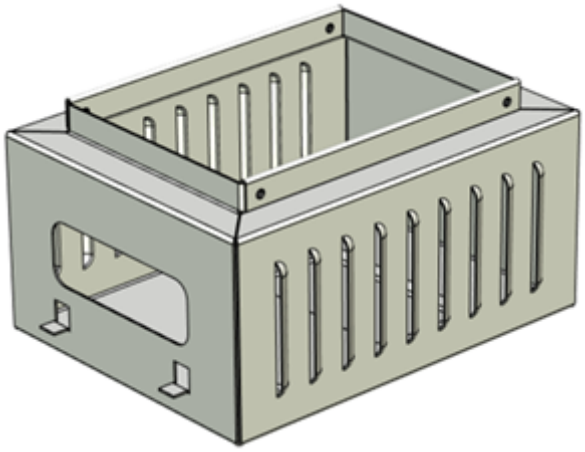
Команда предназначена для редактирования операции Повторная гибка.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

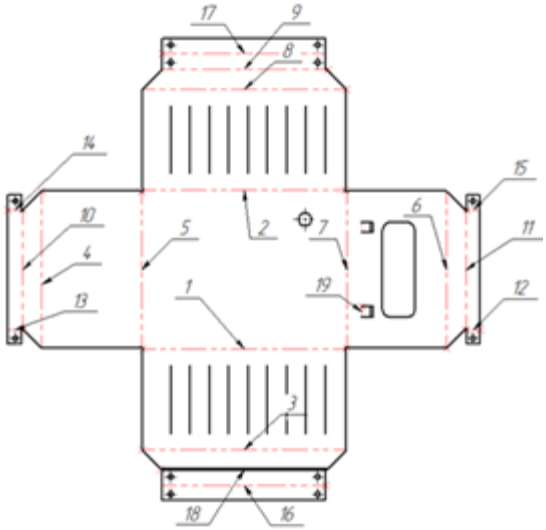
Выбранный элемент можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию).
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Отметим, что для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** + (комбинация **<Ctrl>** + отменяет выбор).

Оформление чертежей листовой детали

Для создания чертежей листовой детали можно пользоваться теми же командами, что и для создания других чертежей (см. разделы Создание чертежа по 3D модели и 2D черчение).
Дополнительно на вкладке ленты **Листовой металл** при активном окне 2D вида доступны команды, позволяющие создать проекцию развёртки листовой детали, таблицу сгибов и обозначения линий сгиба.



Номер	Радиус	Угол	Направление
1	1	90	Вниз
2	1	90	Вниз
3	1	90	Вниз
4	1	90	Вниз
5	1	90	Вниз
6	1	90	Вниз
7	1	90	Вниз
8	1	90	Вниз
9	1	90	Вверх
10	1	90	Вверх
11	1	90	Вверх
12	1	90	Вниз
13	1	90	Вниз
14	1	90	Вниз
15	1	90	Вниз
16	0.7	180	Вверх
17	0.7	180	Вверх
18	1	90	Вверх
19	1	90	Вверх



Основные темы в этом разделе:

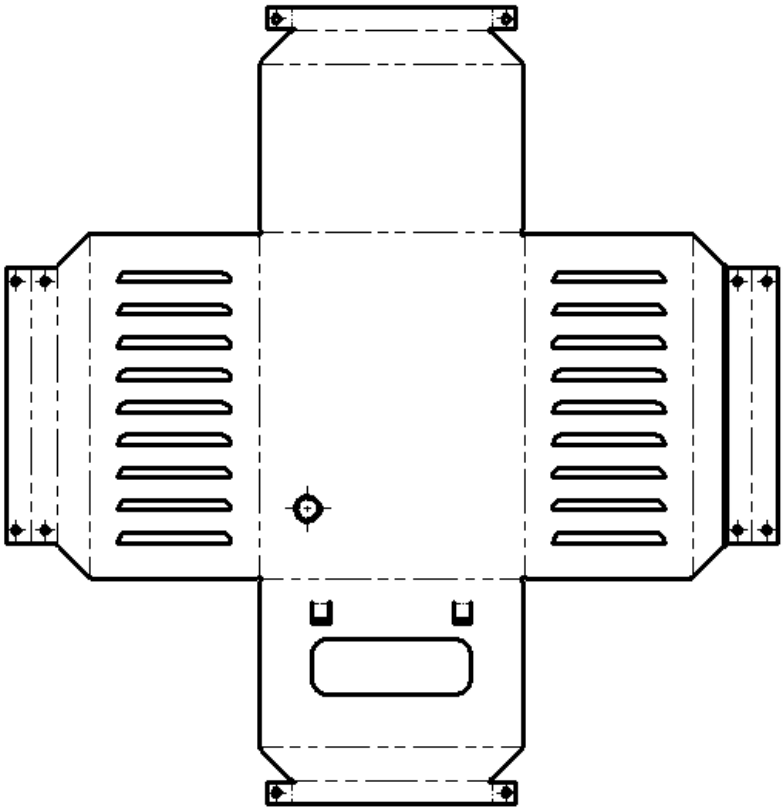
- Проекция развёртки
- Таблица сгибов
- Обозначение линии сгиба

Проекция развёртки

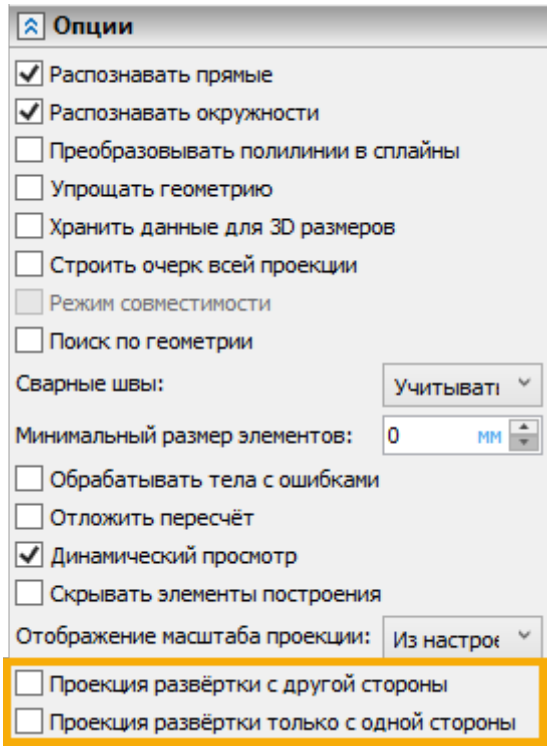
Вызов команды

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Проекция > Проекция > Проекция развёртки Листовой металл (2D) > Чертёж > Проекция развёртки Листовой металл (3D) > Дополнительно > Проекция развёртки
Клавиатура	Текстовое меню
<3PF>	Чертёж > Проекция > Проекция развёртки Операции > Листовой металл > Проекция развёртки

Команда предназначена для создания чертежа развёртки листовой детали. Команда доступна в ленте при активном 2D виде и в режиме черчения на активной РП.
При необходимости чертёж листовой детали в согнутом состоянии и ей развёртки можно разместить на одной странице.



Интерфейс команды **Проекция развертки** аналогичен интерфейсу команды **Произвольный вид**. Однако, в отличие от последней, для проекции развёртки направление проецирования задаётся автоматически таким образом, чтобы оно было перпендикулярно развёртке. Для проекции развёртки автоматически создаётся заголовок вида, содержащий символ развёртки . При необходимости заголовок можно отредактировать или удалить.



Помимо стандартного для всех типов проекций набора элементов управления, на вкладке **Опции** окна параметров команды доступны следующие флаги:

- **Проекция развёртки с другой стороны**
  Позволяет сменить направление проецирования на противоположное.
- **Проекция развёртки только с одной стороны**
  Проецирует не всё тело, а только набор граней (поверхностей), видимых со стороны направления проецирования. Это позволяет избежать возникновения разрывов и лишних линий в некоторых сложных случаях, а также ускоряет пересчёт проекции.

Для отображения на проекции зон гибки необходимо в параметрах проекции отключить флаг **Упрощение геометрии** на закладке **Дополнительные** и включить флаг **Гладкие сопряжения** на вкладке **Линии**. Для отображения осевых линий гибки необходимо включить флаг **Осевые линии** на вкладке **Линии**.

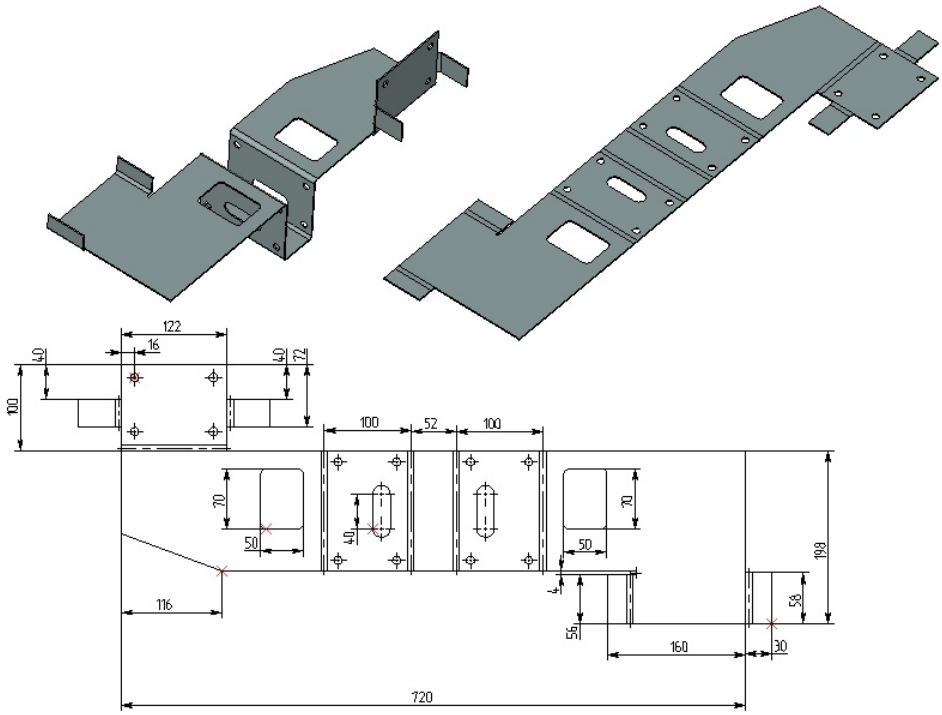
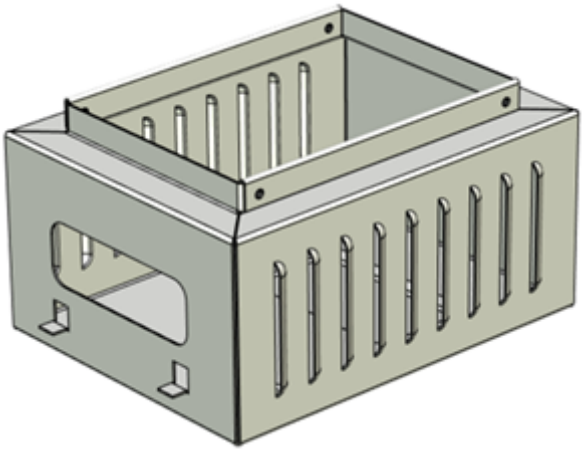


Таблица сгибов

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Оформление > Таблица сгибов > Создать Листовой металл (2D) > Таблица сгибов > Создать
Клавиатура	Текстовое меню
<SMO>	Операции > Листовой металл > Таблица сгибов Оформление > Таблица сгибов > Таблица сгибов

С помощью данной команды можно создать на чертеже таблицу, содержащую информацию о сгибах всех имеющихся в сцене тел.



Листовая деталь

Номер	Радиус	Угол	Направление
1	1	90	Вниз
2	1	90	Вниз
3	1	90	Вниз
4	1	90	Вниз
5	1	90	Вниз
6	1	90	Вниз
7	1	90	Вниз
8	1	90	Вниз
9	1	90	Вверх
10	1	90	Вверх
11	1	90	Вверх
12	1	90	Вниз
13	1	90	Вниз
14	1	90	Вниз
15	1	90	Вниз
16	0.7	180	Вверх
17	0.7	180	Вверх
18	1	90	Вверх
19	1	90	Вверх

Таблица сгибов

Таблица сгибов является разновидностью отчёта. Шаблон отчета входит в поставку T-FLEX CAD. При необходимости шаблон можно отредактировать вручную.

> Подробная информация о работе с шаблонами отчётов доступна в разделе Создание шаблона отчёта.

Данные для отчёта берутся из специального состава изделия, который тоже называется **Таблица сгибов**. Такой состав изделия можно создаётся одним из следующих способов:

- с помощью служебного окна **Состав изделия**;
- с помощью специальной команды **Данные для таблицы сгибов**;
- автоматически при вызове команды **Таблица сгибов** или **Обозначение линии сгиба**.

> Подробная информация о работе с составами изделия доступна в разделе Состав изделия, отчёты, спецификация

После вызова команды **Таблица сгибов** предварительное изображение области таблицы начинает следовать за курсором. Расположите его в требуемом месте и нажмите . Таблица появится на чертеже и сразу будет автоматически заполнена. В дальнейшем при необходимости обновить таблицу воспользуйтесь командой **Обновить отчёт** в контекстном меню таблицы или командой **Полный пересчёт** с установленным флагом **Отчёты/спецификации**. Также таблицу можно редактировать вручную. Таблица сгибов, размещенная на чертеже, представляет собой параграф-текст со вставленной в него таблицей, соответственно при редактировании доступны все опции, характерные для указанных команд.

> Имейте в виду, что ручной ввод значений в поля таблицы сгибов приведёт к невозможности автоматического обновления данных полей.

Команда **Данные для таблицы сгибов** создаёт новый состав изделия типа **Таблица сгибов**:

Пиктограмма	Лента
	Оформление > Таблица сгибов > Данные для таблицы сгибов Листовой металл (2D) > Таблица сгибов > Данные для таблицы сгибов
Клавиатура	Текстовое меню
<SMT>	Операции > Листовой металл > Данные для таблицы сгибов Оформление > Таблица сгибов > Данные для таблицы сгибов

В соответствующие колонки состава изделия добавляется информация о сгибах.

Связ...	Номер гиба	Операция	Радиус	Угол	Направление гиба	Позиция
Тело: Тело_1						
	1	Повторная гибка_1	1	90	вниз	1
	2	Повторная гибка_1	1	90	вниз	2
	3	Повторная гибка_1	1	90	вниз	3
	4	Повторная гибка_1	1	90	вниз	4
	5	Повторная гибка_1	1	90	вниз	5
	6	Повторная гибка_1	1	90	вниз	6
	7	Повторная гибка_1	1	90	вниз	7
	8	Повторная гибка_1	1	90	вниз	8
	9	Повторная гибка_1	1	90	вверх	9
	10	Повторная гибка_1	1	90	вверх	10
	11	Повторная гибка_1	1	90	вверх	11
	12	Повторная гибка_1	1	90	вниз	12
	13	Повторная гибка_1	1	90	вниз	13
	14	Повторная гибка_1	1	90	вниз	14
	15	Повторная гибка_1	1	90	вниз	15
	16	Повторная гибка_1	0.7	180	вверх	16
	17	Повторная гибка_1	0.7	180	вверх	17
	18	Повторная гибка_1	1	90	вверх	18
	19	Повторная гибка_1	1	90	вверх	19

Состав **Таблица сгибов** можно также создать в окне **Состав изделия** вручную.

На основе данных из этого состава изделия можно создать таблицу сгибов на чертеже и обозначения линий сгиба.

Обозначение линии сгиба

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Оформление > Таблица сгибов > Обозначение линии сгиба Листовой металл (2D) > Таблица сгибов > Обозначение линии сгиба
Клавиатура	Текстовое меню
<SMZ>	Операции > Листовой металл > Обозначение линии сгиба Оформление > Таблица сгибов > Обозначение линии сгиба

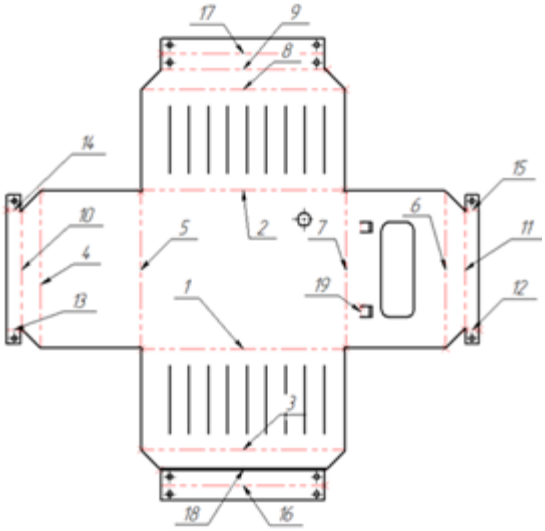


Чертёж развёртки с обозначенными линиями сгиба

Команда используется для создания обозначений линий сгиба на чертеже. Созданные обозначения представляют собой надписи, текст которых определяется параметром **Номер гиба** связанной записи в составе изделия **Таблица сгибов**. Если в документе нет такого состава изделия, то при вызове команды **Обозначение линии сгиба** он буден создан автоматически.

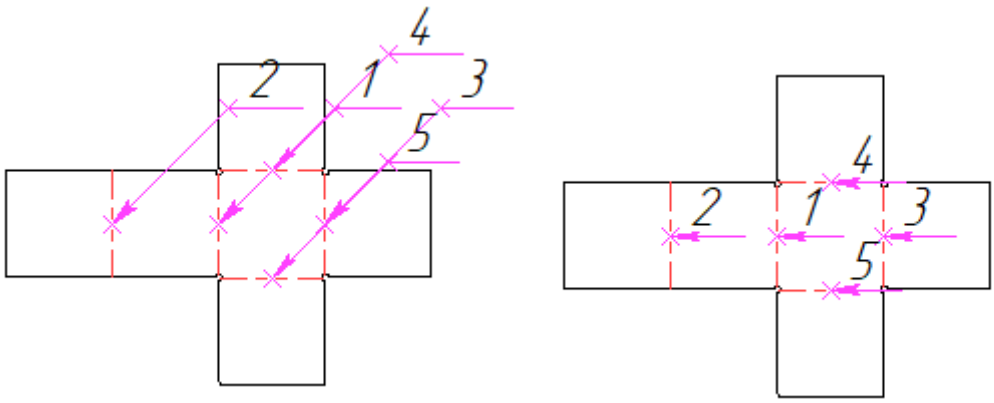
Можно сразу автоматически создать обозначения всех имеющихся линий гиба (при наличии на чертеже проекции развёртки) или создавать отдельные обозначения вручную.

Автоматическое создание обозначений

Если на чертеже уже создана проекция развёртки, то после вызова команды на развёртке сразу появляется предварительное изображение обозначений всех имеющихся линий сгиба. Стрелки автоматически создаваемых надписей указывают на середину соответствующих линий. Далее можно сразу подтвердить их создание или воспользоваться дополнительными опциями:

<N> Выноска нулевой длины

При активации данной опции длина стрелок надписей уменьшается до нуля, т.е. полка начинается сразу от начального узла. Для возврата к обычному виду обозначений деактивируйте опцию.



<G> Групповое выравнивание полок

Если данная опция активна, то предварительные изображения надписей автоматически выстраиваются в ряд на одном уровне и начинают следовать за курсором. Зафиксировать их положение можно нажатием . Групповое выравнивание полок недоступно при активной опции **Выноска нулевой длины**.

<W> Показать окно выбора записи состава изделия

Активация/деактивация данной опции открывает/закрывает служебное окно **Состав изделия.**
По умолчанию после вызова команды при наличии на чертеже проекции развертки выноски создаются автоматически для всех записей состава изделия **Таблица сгибов**. Отменить выбор всех записей можно с помощью следующей опции:

<C> Отменить выбор всех элементов

Вернуть выбор всех записей можно с помощью следующей опции:

<*> Выбрать все элементы

После подтверждения создания обозначений их можно отредактировать таким же образом, как и обычные надписи, например, изменить форму и расположение стрелок, добавить дополнительные полки, изменить параметры стрелок.
Если на чертеже нет проекции развёртки, то автоматическое создание обозначений недоступно.

Ручное создание обозначений

Вместо автоматического создания сразу всех обозначений можно создавать обозначения вручную отдельно для каждой линии сгиба. Для этого после вызова команды надо выбрать желаемую запись в окне **Состав изделия**. Далее автоматически запустится команда **Надпись**, а в поле **Текст** создаваемой надписи будет автоматически подставлен номер гиба. Дальнейшее создание обозначения осуществляется аналогично созданию обычной надписи. Соответствующая линия сгиба при этом будет подсвечена красным на проекции развертки (если такова проекция присутствует на чертеже), но пользователь может располагать надпись как угодно, не обязательно привязываясь к этой линии и к развёртке вообще. Если в процессе создания надписи выбрать в окне **Состав**

изделия дополнительные записи, то соответствующие им номера гиба будут добавлены на дополнительные полки. Выбранные записи подсвечиваются. После подтверждения создания надписи система возвращается к команде **Обозначение линии сгиба** и можно продолжить создание следующих обозначений. При этом в окне **Состав изделия** сохраняется подсветка записей, обозначения которых уже размещены на чертеже. После того, как все необходимые обозначения созданы, воспользуйтесь опцией:

<Esc> Отменить

Система перейдёт к начальному состоянию команды **Простановка позиции**, подрежимом которой является команда **Обозначение линии сгиба**. Далее можно продолжить работу с командой **Простановка позиции** или выйти из нее .

Коммуникации

Вкладка ленты **Коммуникации** содержит набор команд, предназначенный для автоматизации работ по моделированию систем электроснабжения, вентиляции и трубопроводов, а также различные команды создания вспомогательной геометрии. По умолчанию данная вкладка скрыта. Чтобы включить её отображение, нажмите кнопку ▾, расположенную в правом верхнем углу окна T-FLEX CAD и выберите пункт **Коммуникации** в появившемся меню.

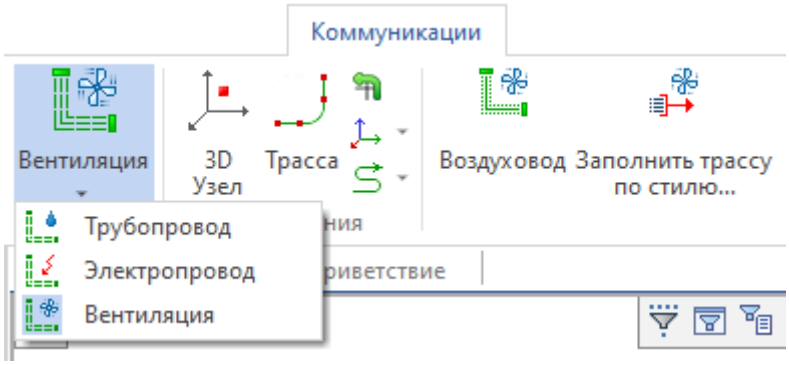
Команды вкладки позволяют:

- Прокладывать пространственные траектории коммуникаций, в том числе автоматически;
- Создавать элементы коммуникаций в соответствии с заданными техническими требованиями;
- Задавать совместимость элементов коммуникаций для исключения ошибок при проектировании;
- Устанавливать стили коммуникаций, отвечающие за соединение однотипных элементов.

Для создания разных типов коммуникаций используются одни и те же команды в разных режимах. Доступны следующие режимы:

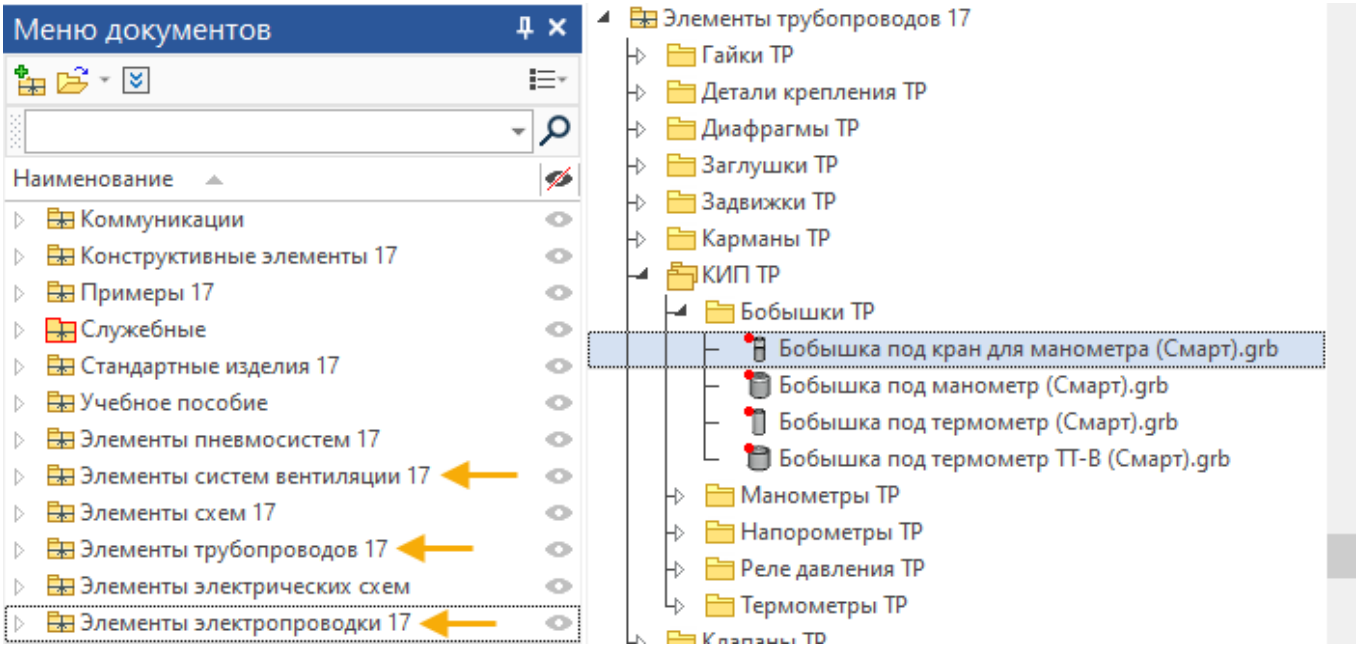
- **Трубопровод**;
- **Электропровод**;
- **Вентиляция**.

В зависимости от выбранного режима в командах доступны различные типы профилей, фитингов и т.п., что позволяет обеспечивать контроль совместимости различных элементов между собой. Режимы переключаются выпадающим списком в левой части вкладки **Коммуникации**:



Символ выбранного режима отображается в иконках команд, на которые влияет режим. Любую из этих команд также можно вызвать в нужном режиме напрямую из текстового меню (**Сервис** > **Коммуникации**), не переключая режим в ленте.

Для каждого типа коммуникаций имеется своя библиотека с набором соответствующих фитингов.



Фитинг — соединительная часть коммуникации, устанавливаемая в местах разветвлений, поворотов, переходов на другой диаметр. В системе T-FLEX CAD фитинг может быть представлен фрагментом или смарт-фрагментом. В последнем случае его поведение запрограммировано в макросе.

Подробную информацию о создании и использовании фитингов можно найти в разделе Фитинги.

Траектория для создания коммуникации строится при помощи команды **Трасса**.

Подробную информацию о создании трасс можно найти в главе Трасса.

Основные темы в этом разделе:

- Трубопровод, Провод/кабель, Воздуховод
- Редактор стандартов трубопровода
- Конфигурации библиотек коммуникаций
- Фитинги
- Типы соединений
- Жгут
- Точка подключения
- Автоматическая прокладка трассы
- Стили коммуникаций
- Заполнение трассы по стилю
- Обновить коммуникации
- Редактировать трубопровод

Трубопровод, Провод/кабель, Воздуховод

3D геометрия **труб, проводов/кабелей, воздуховодов** создаётся одной и той же командой в разных режимах. Режимы отличаются типами доступных для выбора точек подключения, трасс и фитингов.

Например, воздуховоды могут быть построены только на соответствующем им типе трасс, и соединяться только с другими воздуховодами. Это сделано для исключения ошибок в случаях, когда в сборке существует сразу несколько типов коммуникаций.

Элементы без назначенного типа могут быть соединены с любыми коммуникациями, в том числе фитингами.

> Подробную информацию о задании типов коммуникаций можно найти в разделе Типы соединений.

Для создания коммуникаций без назначенного типа используется команда:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Операции > Трубопровод
Клавиатура	Текстовое меню
<3PI>	Операции > Трубопровод

Команда включает в себя элементы начал, концовок и соединений от разных типов коммуникаций.

Для создания коммуникаций определённого типа используется эта же команда в соответствующем режиме:

- В режиме **Трубопровод:**

Пиктограмма	Лента
	Коммуникации > Трубопровод
Клавиатура	Текстовое меню
	Сервис > Коммуникации > Трубопровод > Трубопровод

- В режиме **Электропровод:**

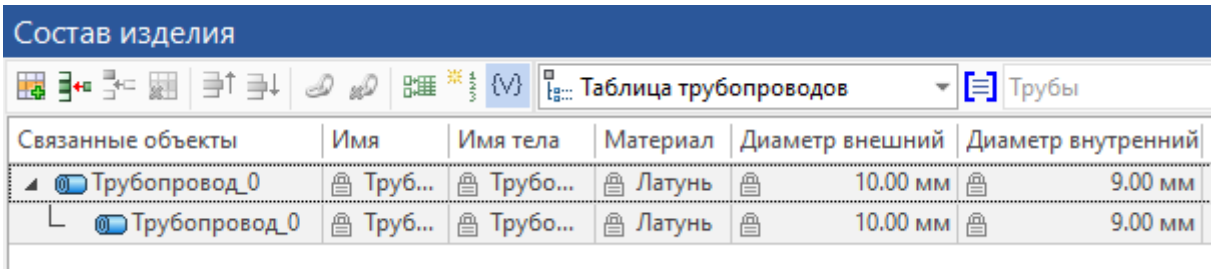
Пиктограмма	Лента
	Коммуникации > Провод, кабель
Клавиатура	Текстовое меню
	Сервис > Коммуникации > Электропровод > Провод, кабель

- В режиме **Вентиляция:**

Пиктограмма	Лента
	Коммуникации > Воздуховод
Клавиатура	Текстовое меню
	Сервис > Коммуникации > Вентиляция > Воздуховод

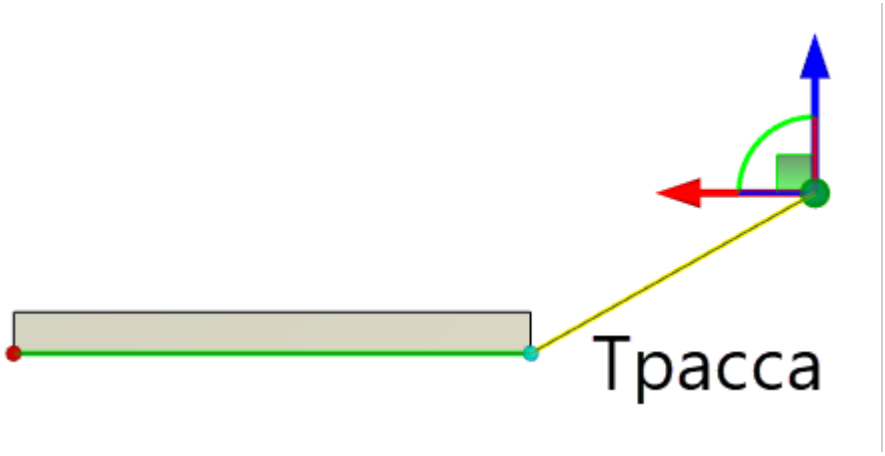
Далее в главе приведено общее описание функциональности команд без разделения на типы коммуникаций. Независимо от выбранного режима результирующая операция называется **Трубопровод.**

Для работы с трубопроводами предназначен тип состава изделия **Таблица трубопроводов**.



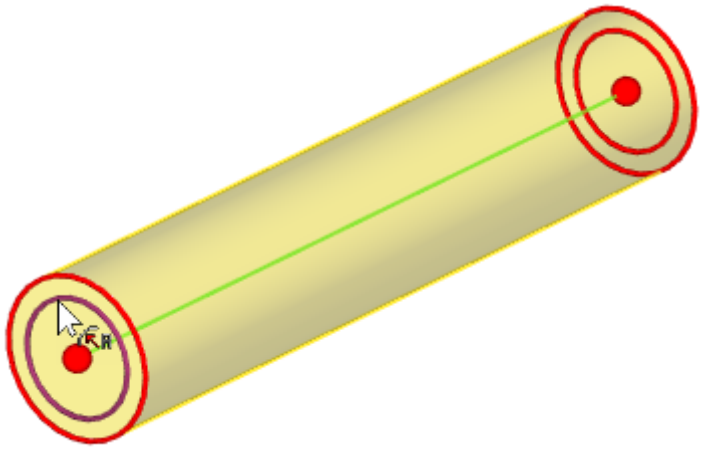
Пример создания коммуникации

В этом разделе приведён общий случай создания коммуникации типа трубопровод. Для создания трубопровода сначала надо создать его траекторию с помощью команды **Трасса**. Кроме того, траектория может быть задана ребром, 3D профилем или другим элементом проволочной геометрии.



Форма и размеры профиля трубы задаются без дополнительных 2D построений. Они определяются в окне параметров после вызова команды.

Имеется возможность построить трубу, как по всей длине трассы, так и на её ограниченном участке.



Для задания операции необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать 3D кривую, которая задаёт траекторию движения профиля.
2. Задать границы трубопровода (необязательное действие).
3. Задать параметры операции (тип профиля, концовки и соединения, размеры и т.д.).

4. Подтвердить создание операции **<Ctrl>+<Enter>**.

Основные темы в этом разделе:

- Автоменю трубопровода
- Траектория трубопровода
- Начало и конец трубопровода
- Основные параметры трубопровода
- Форма поперечного сечения трубопровода
- Редактор стандартов трубопровода
- Ориентация профиля трубопровода
- Стандартные участки трубопровода
- Конфигурация библиотек стандартных участков трубопровода
- Элементы врезки в трубопровод

Автоменю трубопровода

Автоменю команды **Трубопровод, Провод/кабель, Воздуховод** содержит следующие опции:

	<Ctrl>+<Enter>	Закончить ввод
	<P>	Задать параметры элемента
	<X>	Выйти из команды
	<F5>	Предварительный просмотр результата операции
	<B>	Создать/редактировать трассу
	<T>	Выбрать траекторию
	<L>	Выбрать начальную точку трубопровода
	<M>	Выбрать конечную точку трубопровода
	<S>	Редактировать расположение начальной границы
	<E>	Редактировать расположение конечной границы
	<K>	Отменить выбор кривых и точек
	<O>	Выбрать операцию для создания врезки
	<G>	Редактировать список стандартов
	<B>	Конфигурация библиотек
	<Ctrl>+<T>	Выбрать исходное тело для булевой операции
	<Ctrl>+<B>	Режим создания булевой операции

См. также:

- Основные параметры трубопровода

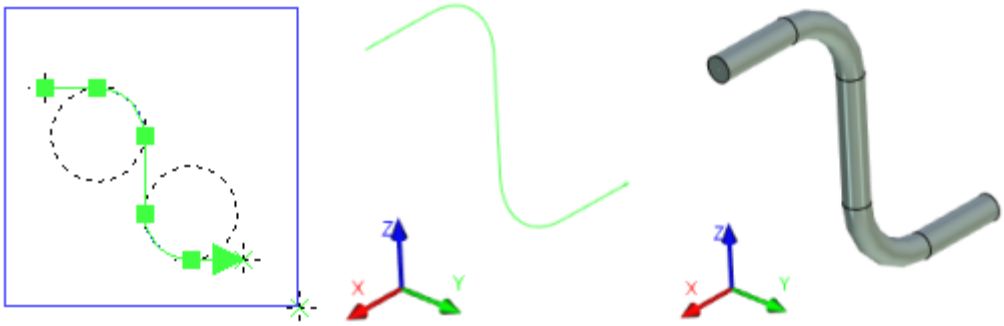
Траектория трубопровода

После вызова команды **Трубопровод, Провод/кабель, Воздуховод** в автоменю автоматически активируется следующая опция:

	<T>	Выбрать траекторию

При прокладке траектории трубопровода рекомендуется использовать специальную 3D кривую со скруглениями (см. раздел Трассы).

Данная опция позволяет задать траекторию трубопровода выбором 3D объекта, способного определить 3D кривую. Выбрать необходимый 3D объект можно в 3D окне с помощью . Если в качестве траектории трубопровода выбирается 3D кривая, построенная по 2D элементам, её можно выбрать в 2D окне. Выбранная 3D кривая и определяющие её элементы подсвечиваются.



Если на данном этапе трасса не задана или требует корректировки, можно использовать опцию:

<B> Создать/редактировать трассу

По завершении создания/редактирования трассы следует нажать кнопку или клавиши **<Ctrl>+<Enter>**, в результате чего произойдет возврат в команду построения трубопровода.

Сбросить выбор всех исходных данных (траектории, начальной и конечной точек трубопровода, элементов врезки) можно с помощью следующей опции автоменю:

<K> Отменить выбор кривых и точек

Начало и конец трубопровода

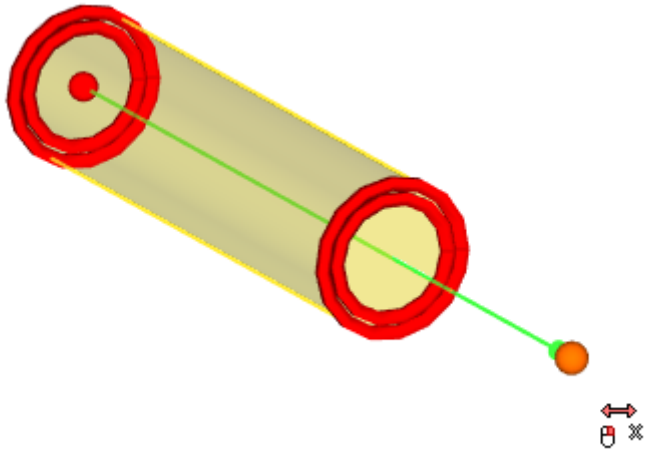
Чтобы определить начало или конец трубопровода в соответствии с расположением других объектов в сцене, нужно воспользоваться следующими опциями, доступными в автоменю команды **Трубопровод, Провод/кабель, Воздуховод**:

<L> Выбрать начальную точку трубопровода

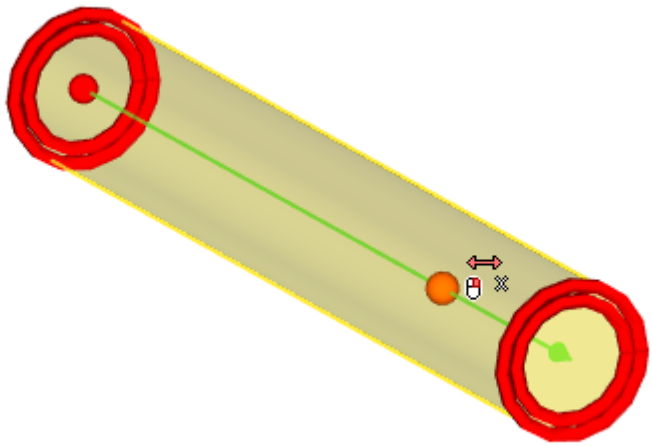
<M> Выбрать конечную точку трубопровода

Данные опции позволяют выбрать в качестве соответствующей границы трубопровода любой 3D объект, способный определить точку. Система строит к этой точке плоскость, перпендикулярную трассе трубопровода. До этой плоскости и достраивается трубопровод.

Концы трубопровода не могут выходить за пределы выбранной трассы.



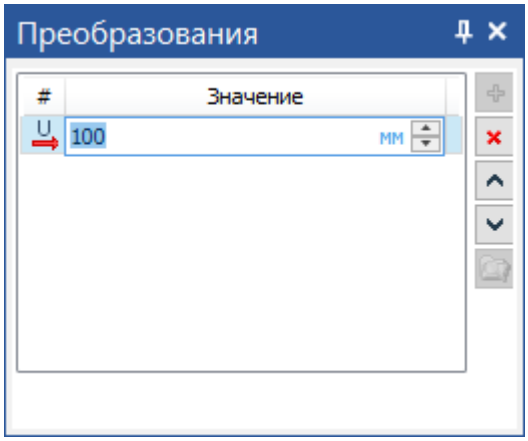
Определить границы трубопровода можно также с помощью манипуляторов. Для этого необходимо подвести курсор к манипулятору на границе трубопровода и, зажав , переместить его на требуемое расстояние. Начальная граница задается смещением от начала траектории, конечная граница - смещением от конца траектории.
Текущее значение величины смещения отображается на системной панели, её можно изменить.



Отредактировать положение начальной и конечной точки трубопровода можно с помощью опций:

	<S>	Редактировать расположение начальной границы
	<E>	Редактировать расположение конечной границы

При выборе одной из опций появляется окно **Преобразования**, в котором показано текущее расположение соответствующей границы относительно конечной точки траектории. Это значение можно изменить. Работа преобразованиями осуществляется аналогично описанному в главе Преобразования 3D элементов.



Сбросить выбор всех исходных данных (траектории, начальной и конечной точек трубопровода, элементов врезки) можно с помощью следующей опции автоменю:

<K> Отменить выбор кривых и точек

Основные параметры трубопровода

Окно параметров команды **Трубопровод, Провод/кабель, Воздуховод** содержит следующие разделы:

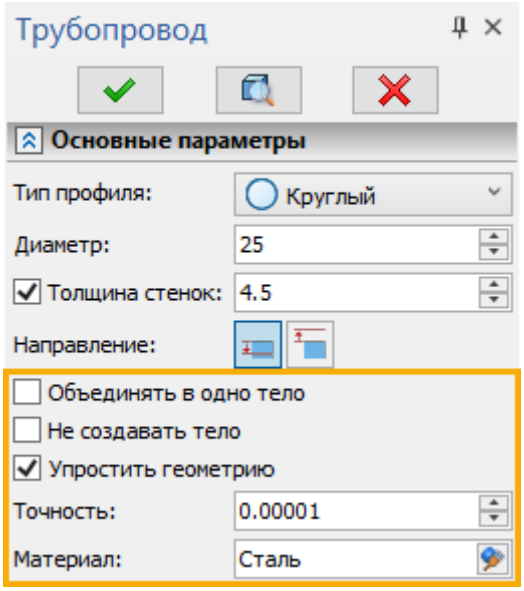
- **Основные параметры** (см. ниже);
- **Концовки и соединения**;
- **Ориентация профиля**;
- **Элементы врезки**;
- **Опции**.

Параметры трубопровода можно также задать в диалоге параметров, вызываемом следующей опцией автоменю:

<P> Задать параметры операции

Помимо характерных только трубопровода параметров, в диалоге доступны Общие параметры 3D элементов.

Основные параметры



В верхней части раздела **Основные параметры** можно выбрать Тип профиля и задать его геометрические параметры.

В нижней раздела для всех типов профиля доступны следующие параметры:

- **Объединять в одно тело**

  Данный параметр задаёт способ создания трубопровода.

  Когда флаг снят, траектория трубопровода разбивается на отдельные участки – прямые линии, дуги окружности, сплайны. Для каждого сегмента строится отдельное тело. В зависимости от типа сегмента тело может иметь линейчатую или сплайновую поверхность. В результате создаётся многотельная операция, к которой можно применить операцию **Разделение** для получения отдельных тел – сегментов трубопровода.

  Когда флаг установлен, траектория рассматривается как единый путь, вдоль которого с некоторым шагом перемещается профиль трубы. В результате получается единое тело, поверхность которого состоит из совокупности сплайновых и аналитических граней. В ряде случаев можно **упростить геометрию** получающегося тела (см. ниже).

  По умолчанию флаг снят. Это позволяет в дальнейшем затрачивать меньше времени на регенерацию модели. Однако созданный таким образом объект может вести себя некорректно при выполнении некоторых операций (например, при создании 2D проекции или булевой операции) из-за наличия в его составе нескольких тел. Установка флага устраняет этот недостаток, но время регенерации модели увеличивается.

- **Не создавать тело**

  При установленном флаге операция создаётся, но не отражается в 3D сцене. Это уменьшает время пересчета модели. Данный параметр можно использовать в моделях с большим количеством трубопроводов.

- **Упростить геометрию**

  При установленном флаге геометрия получающегося тела будет упрощаться за счёт замены (там, где это возможно) сплайновых поверхностей на аналитические поверхности (участками цилиндра или тора).

- **Точность**

  Точность построения трубопровода. Условно можно считать этот параметр шагом перемещения профиля трубы по траектории трубопровода).

- **Материал**
  Основной материал создаваемого тела. Задание материала в данном поле осуществляется аналогично описанному в главе Применение материалов с помощью ленты.

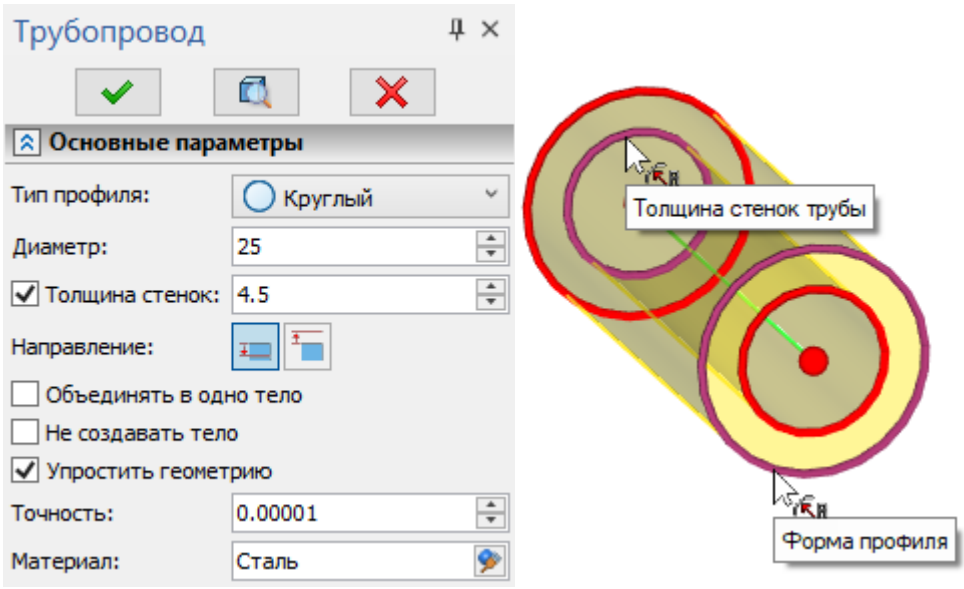
Форма поперечного сечения трубопровода

В верхней части раздела **Основные параметры** окна параметров команды Трубопровод, Провод/кабель, Воздуховод можно выбрать **Тип профиля**. По умолчанию доступны следующие типы:

- Круглый,
- Прямоугольный,
- Выбрать стандарт.

Если ранее в текущей сессии уже использовались стандартные типы профиля, то они также будут отображаться в этом списке.
От выбранного типа профиля зависит набор его параметров, отображаемых ниже.

Параметры круглого профиля



- **Диаметр**
  Наружный или внутренний диаметр трубы, в зависимости от установленного **Направления** толщины (см. ниже).
- **Толщина стенок**
  Разница между наружным и внутренним радиусами трубы. При снятом флаге толщина не применяется, и вместо полой трубы строится сплошной пруток с круглым сечением указанного диаметра.
- **Направление**
  Направление применения **Толщины стенок**. Доступны следующие опции:

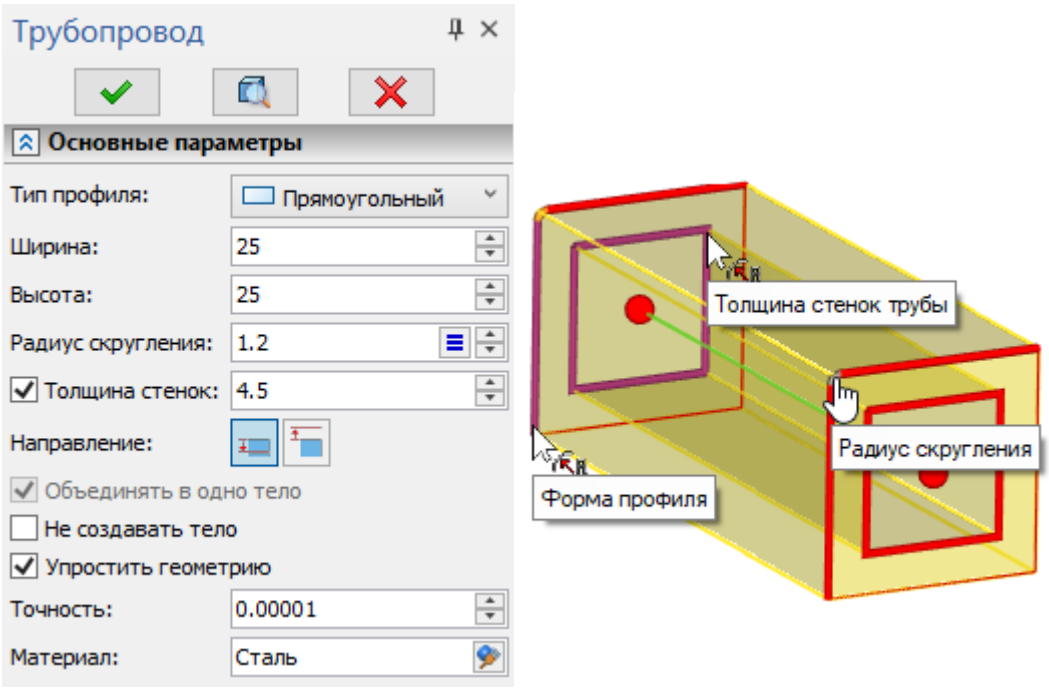
  Внутрь
  При использовании данной опции, **Диаметр**, указанный выше, будет наружным.

  Наружу
  При использовании данной опции, **Диаметр**, указанный выше, будет внутренним.

Изменять **Диаметр** и **Толщину стенок** трубы можно также при помощи манипуляторов в 3D окне. В процессе перемещения манипулятора текущее значение редактируемого параметра можно отслеживать и задавать на панели фильтров или системной панели.

Если при создании трубопровода исчезает изображение скругления между двумя прямыми участками трубы, то это говорит о том, что соотношение между диаметром скругления траектории и диаметром трубы было задано некорректно.

Параметры прямоугольного профиля



- **Ширина** и **Высота**
  Наружные или внутренние размеры профиля трубы, в зависимости от установленного **Направления** толщины (см. ниже).
- **Радиус скругления**
  Наружный или внутренний радиус скругления углов профиля. Допустимое значение радиуса от 0 (отсутствие скругления) до половины минимальной из размерностей: **Ширины** или **Высоты**.

Если радиус не попадает в допустимое значение или по каким-либо ещё причинам не удалось построить скругление, система выведет диагностическое сообщение.

- **Толщина стенок**
  Разница между наружными и внутренним размерами профиля трубы. При снятом флаге толщина не применяется, и вместо полой трубы строится сплошной пруток с прямоугольным сечением указанного размера.
- **Направление**
  Направление применения **Толщины стенок**. Доступны следующие опции:

  Внутрь
  При использовании данной опции, **Ширина, Высота** и **Радиус скругления**, указанные выше, будут наружными.

Наружу

При использовании данной опции, **Ширина, Высота** и **Радиус скругления**, указанные выше, будут внутренними.

Изменять **Ширину, Высоту, Радиус скругления** и **Толщину стенок** трубы можно также при помощи манипуляторов в 3D окне. В процессе перемещения манипулятора текущее значение редактируемого параметра можно отслеживать и задавать на панели фильтров или системной панели.

Параметры стандартного профиля

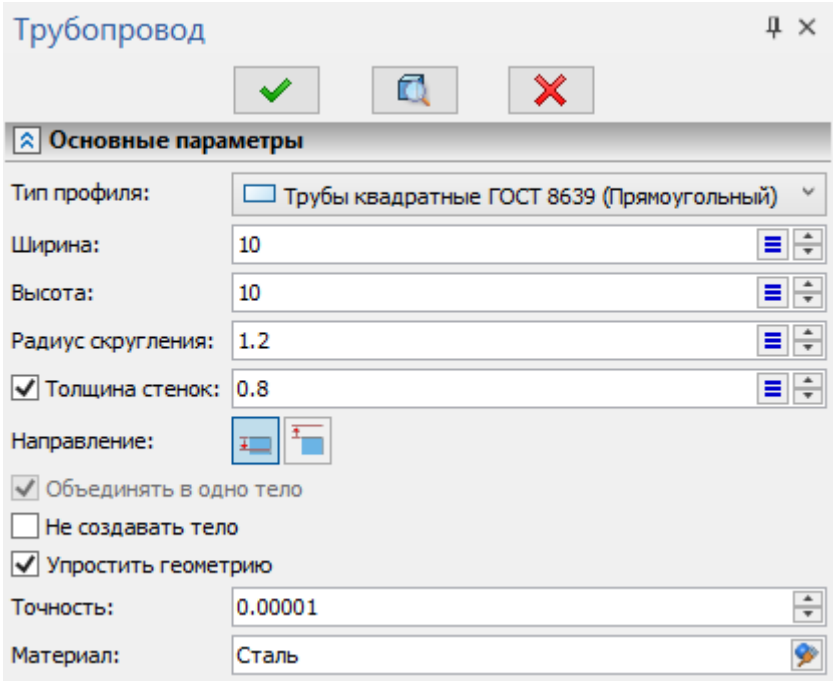
Набор доступных к использованию стандартов трубопровода задаётся в редакторе, который можно вызвать с помощью следующей опции автоменю:

<G> Редактировать список стандартов

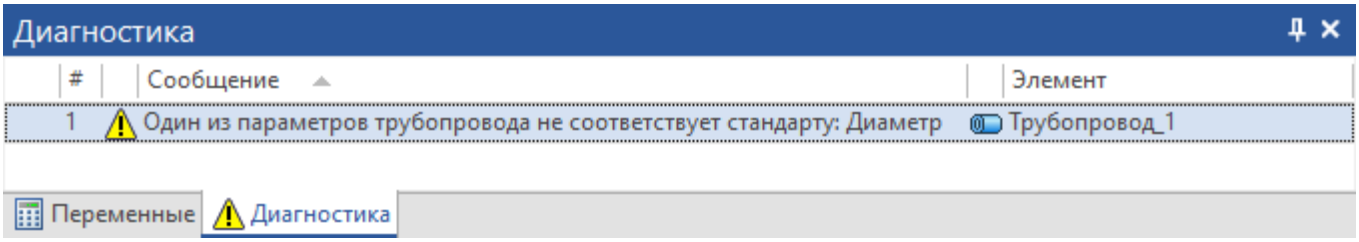
В редакторе можно добавлять и удалять стандарты, а также задавать различные параметры стандарта и определять список их возможных значений.

> Подробная информация о работе с редактором доступна в главе Редактор стандартов трубопровода.

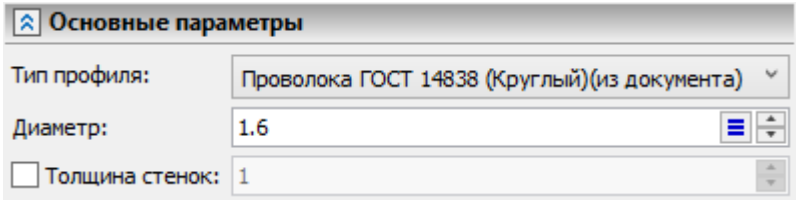
Для использования стандартного профиля выберите пункт **Выбрать стандарт** в поле **Тип профиля** окна параметров команды. В результате откроется диалоговое окно со списком доступных стандартов. Содержимое данного окна аналогично редактору стандартов трубопровода, отличаясь лишь отсутствием возможности редактирования. Выберите желаемые стандарт в списке стандартов в левой части окна и нажмите **ОК**. В поле **Тип профиля** отобразится наименование выбранного стандарта. Для стандартного профиля отображается такой же набор параметров, как и для нестандартного такой же формы (Круглого или Прямоугольного). При этом значения параметров можно выбрать из списков значений, соответствующих выбранному стандарту. В редакторе стандартов заданы зависимости между значениями параметров. В результате при выборе из списка значений **Диаметра, Ширины** или **Высоты** автоматически устанавливаются соответствующие им значения **Толщины стенок** и **Радиуса скругления**.



При необходимости можно вручную ввести нестандартное значение любого из параметров. Если установленное значение какого-либо из параметров не соответствует выбранному стандарту, система отображает предупреждение в окне **Диагностика**.



Изменение стандарта в редакторе не повлияет на коммуникации, созданные ранее на основе этого стандарта. Трубопровод, построенный с использованием исходной версии стандарта, не изменится, а в параметрах трубопровода к названию стандарта добавится пометка «(**из документа**)».



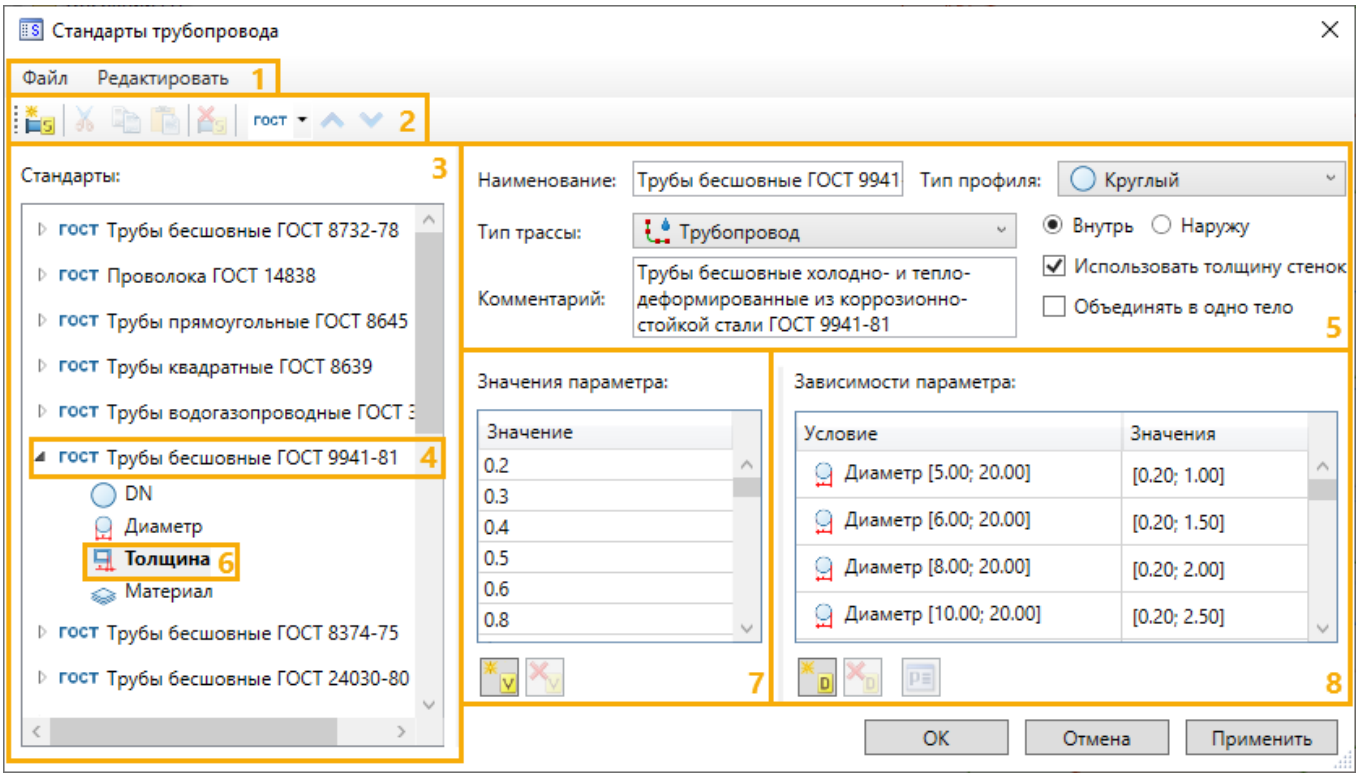
Редактор стандартов трубопровода

Редактор служит для создания списка стандартов трубопровода. Здесь можно задать параметры стандарта и набор допустимых параметров трубопроводов, создаваемых по этому стандарту.

Вызов редактора стандартов трубопровода осуществляется из автоменю команды [Трубопровод, провод/кабель, воздуховод](#) с помощью опции:

<G> Редактировать список стандартов

Окно редактора разделено на три основные части. В левой части окна отображается список стандартов, в правой верхней части - параметры стандарта, выбранного в дереве; в правой нижней части - допустимые значения параметров трубопровода, создаваемого по выбранному стандарту, и зависимости между ними. В верхней части окна доступны панель инструментов для работы со списком стандартов и текстовое меню, позволяющее сохранять, экспортировать и импортировать стандарты, а также дублирующее команды панели инструментов.



1 - Текстовое меню

2 - Панель инструментов

3 - Список стандартов

4 - Выбранный стандарт

5 - Параметры выбранного стандарта

6 - Выбранный параметр трубопровода

7 - Допустимые значения выбранного параметра

8 - Зависимости допустимых значений выбранного параметра от значений других параметров трубопровода

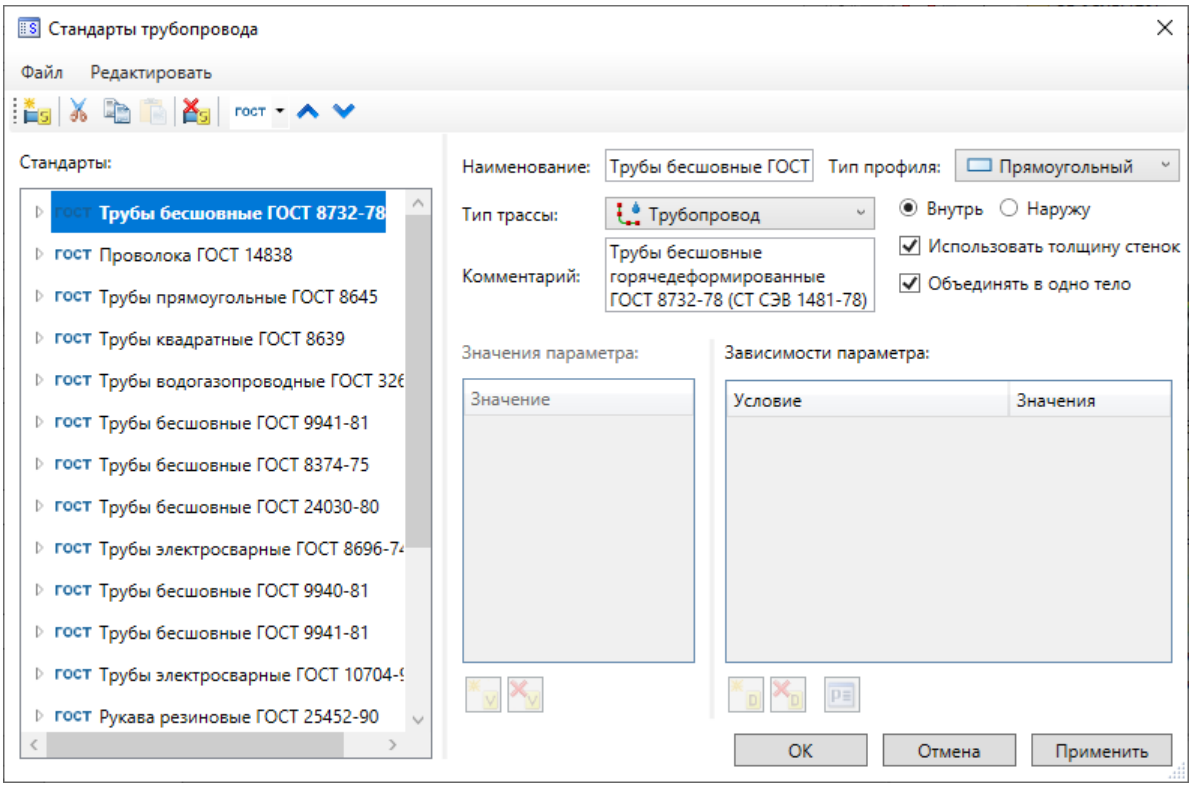
Основные темы в этом разделе:

- Список стандартов
- Параметры стандарта

- Стандартные значения параметров трубопровода
- Сохранение, импорт и экспорт стандартов

Список стандартов

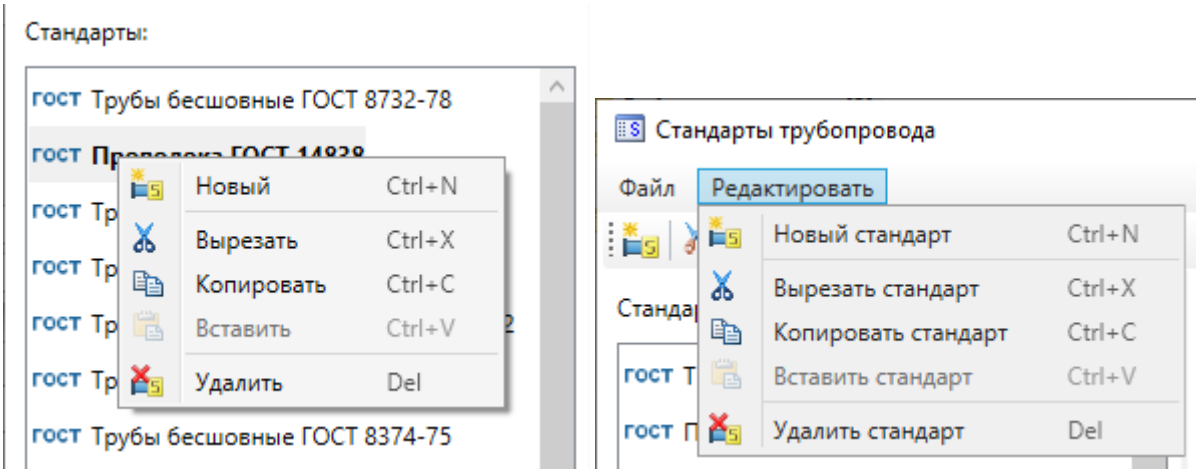
В левой части окна редактора стандартов трубопровода отображается список всех доступных стандартов с указанием определяемых ими параметров трубопровода. Справа отображаются параметры стандарта, выбранного в списке. Над списком стандартов находится панель инструментов для управления списком.



Редактор позволяет изменять существующие стандарты и добавлять новые. Для добавления стандарта необходимо нажать на кнопку на панели инструментов или **<Ctrl>+<N>** на клавиатуре, выбрать тип стандарта (ГОСТ, ISO или др.) из выпадающего списка ГОСТ и заполнить все нужные параметры стандарта в правой верхней части окна.

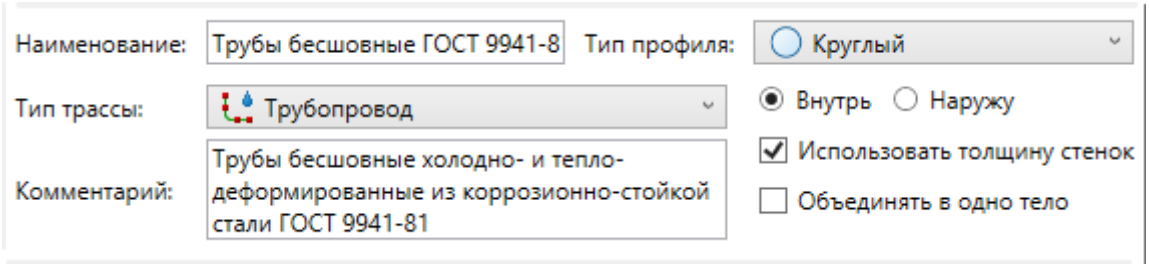
> Для работы со списками стандартов, значений параметров и зависимостей используются одинаковые горячие клавиши. Результат их применения зависит от того, какой список в данный момент активен.

Остальные кнопки на панели инструментов служат для того чтобы вырезать **<Ctrl>+<X>**, копировать **<Ctrl>+<C>**, вставить **<Ctrl>+<V>**, удалить **<Del>** стандарт, а также переместить его вверх или вниз по списку.
Аналогичные команды также доступны в контекстном меню стандартов в списке и в пункте **Редактировать** выпадающего меню, доступного в верхней части окна.

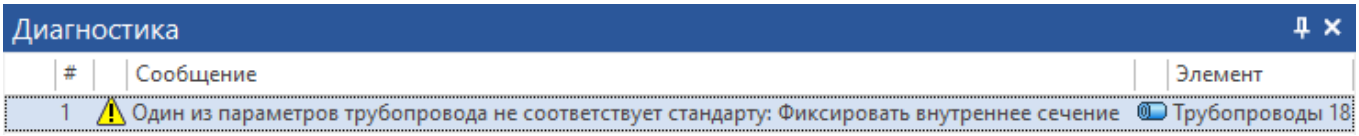


Параметры стандарта

В правой верхней части окна редактора стандартов трубопровода можно установить следующие параметры стандарта, выбранного в списке стандартов:



- **Наименование**
  Имя стандарта, которое будет отображаться в списке.
- **Тип трассы**
  Тип трассы, к которой может быть применён данный стандарт.
- **Комментарий**
  Произвольное текстовое описание стандарта.
- **Тип профиля**
  Форма профиля трубопровода для данного стандарта – **круглый** или **прямоугольный**. От типа профиля зависит набор доступных параметров трубопровода.
  Для круглого профиля доступны: **DN** (номинальный диаметр), **Диаметр** (внешний или внутренний, в зависимости от выбранного направления добавления толщины), **Материал**.
  Для прямоугольного профиля доступны **Ширина** и **Высота** (внешние или внутренние, в зависимости от выбранного направления добавления толщины), **Сглаживание** (радиус скругления углов), **Материал**.
- **Внутрь, Наружу**
  Направление добавления толщины стенок. Если в окне параметров команды создания трубопровода выбрать направление добавления толщины, отличное от заданного в стандарте, в окне диагностики будет показано предупреждение. Тем не менее, это не препятствует созданию трубопровода.



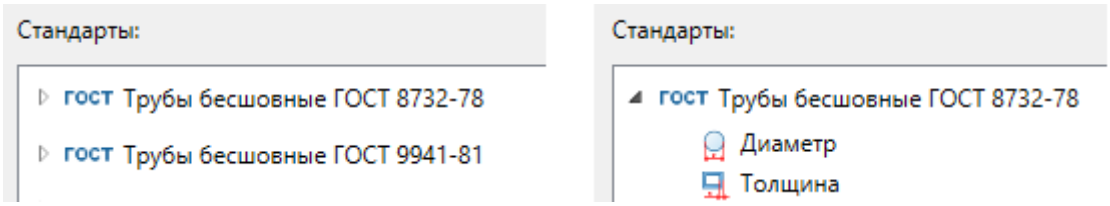
- **Использовать толщину стенок**

  Если флаг установлен, то в списке параметров трубопровода появляется параметр **Толщина**. При снятом флаге задание списка допустимых значений толщины стенок недоступно.
- **Объединять в одно тело**

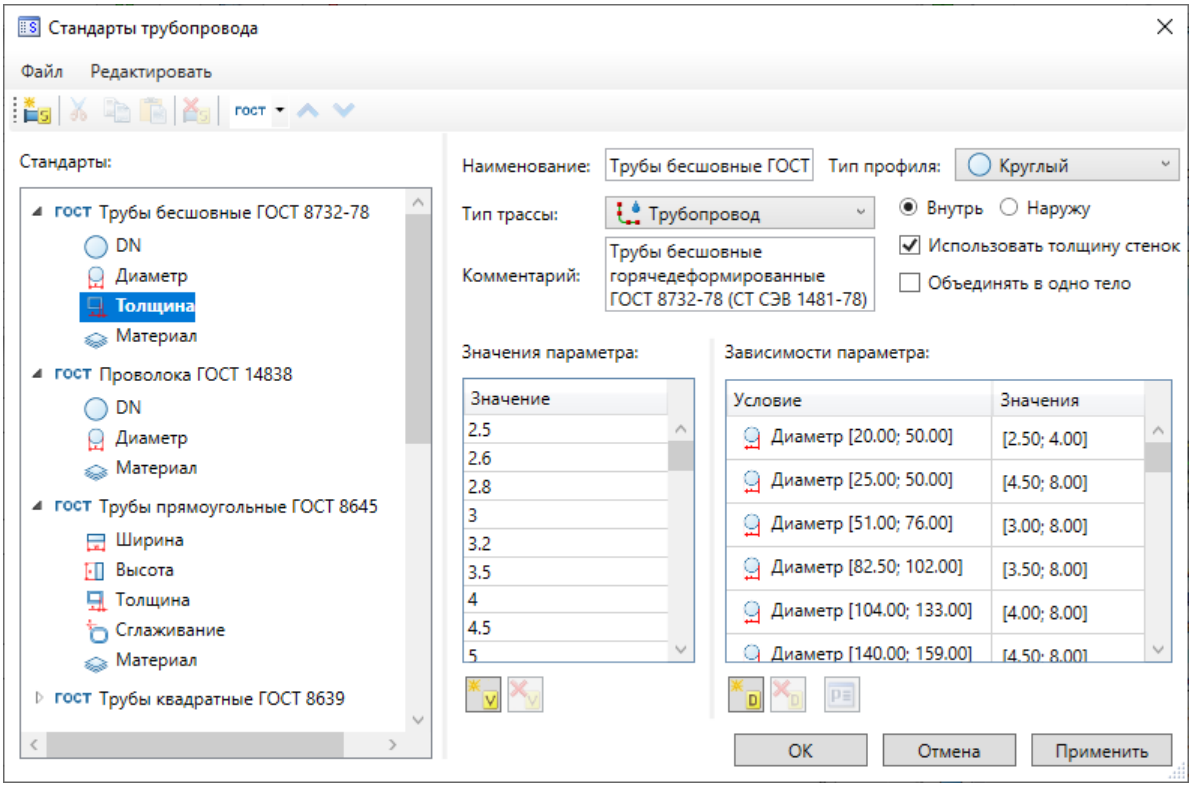
  Флаг идентичен одноимённому флагу в окне параметров трубопровода. Задаёт путь создания тела для данного стандарта.

Стандартные значения параметров трубопровода

Для стандарта в редакторе стандартов трубопровода можно вводить допустимые значения параметров трубопровода и зависимости между ними. Чтобы показать список доступных к редактированию параметров трубопровода, необходимо щёлкнуть по значку в списке стандартов слева от наименования стандарта.



При выборе в списке стандартов какого-либо параметра, в правой нижней части окна редактора отображается список его возможных **значений** и список **зависимостей**. Зависимости показывают, какие значения может принимать выбранный параметр при конкретном значении или в заданном интервале значений другого параметра. В таком случае, выбранный параметр является зависимым от второго - управляющего.



Значения и зависимости параметра можно выбирать в списках с помощью . Для множественного выбора можно использовать +<**Shift**> и +<**Ctrl**>.

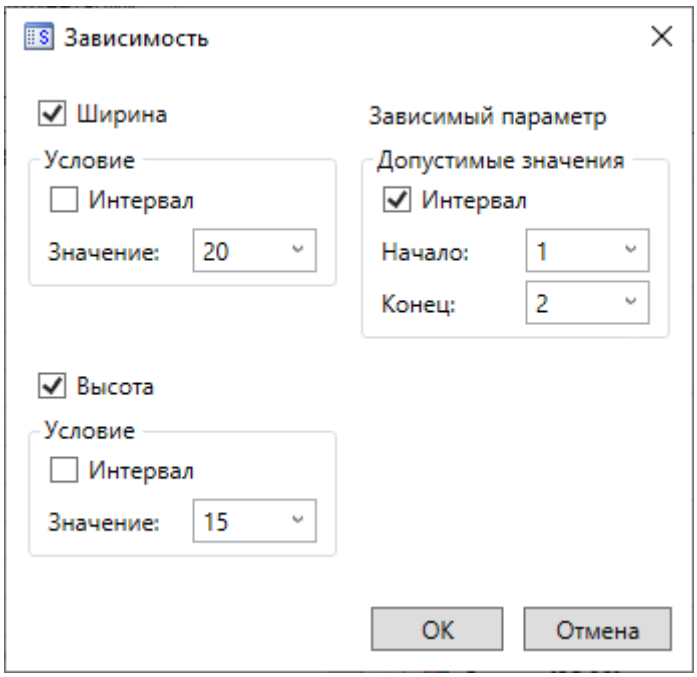
Для добавления нового значения в список нажмите кнопку или <**Ctrl**>+<**N**>.

> Для работы со списками стандартов, значений параметров и зависимостей используются одинаковые горячие клавиши. Результат их применения зависит от того, какой список в данный момент активен.

При добавлении нового значения, ему назначается такое же содержимое как и у значения, выбранного в момент добавления. Для редактирования содержимого нажмите на строке значения и введите содержимое с клавиатуры.

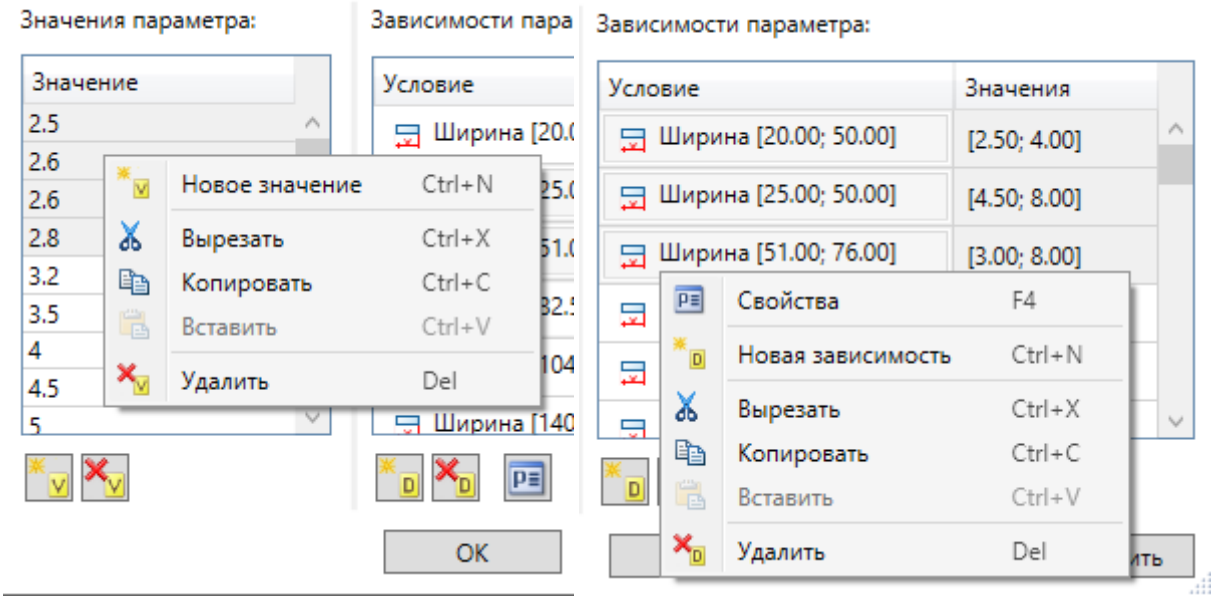
Для удаления выбранных значений из списка нажмите кнопку или <**Del**>

Для добавления новой зависимости в список нажмите кнопку или <**Ctrl**>+<**N**>.
После добавления зависимости открывается диалог её свойств. В левой части диалога необходимо установить флаги параметров, которые будут являться управляющими для выбранного параметра, и задать их значения или интервалы значений. В правой части диалога задаётся значение или интервал значений текущего параметра, соответствующее заданным значениям управляющих параметров. По умолчанию задаются одиночные значения, для задания интервала значений необходимо установить флаг **Интервал** для желаемого параметра.



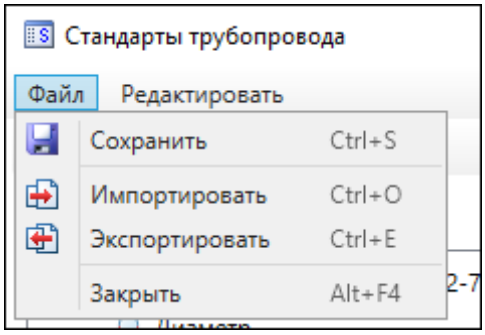
Для редактирования свойств уже созданной зависимости выберите её в списке и нажмите кнопку или <**F4**>.

Для удаления выбранных зависимостей из списка нажмите кнопку или <**Del**>.
Кроме того, добавлять и удалять значения и зависимости параметров, копировать и вставлять их через буфер обмена, а также вызвать диалог свойств выбранной зависимости, можно с помощью контекстного меню.



Сохранение, импорт и экспорт стандартов

Стандарты трубопровода и соответствующие им параметры хранятся в файле **PipeStandards.xml** в папке ...**T-FLEX CAD 17\Program**. Для управления данным файлом раздел **Файл** текстового меню редактора стандартов трубопровода содержит следующие команды:

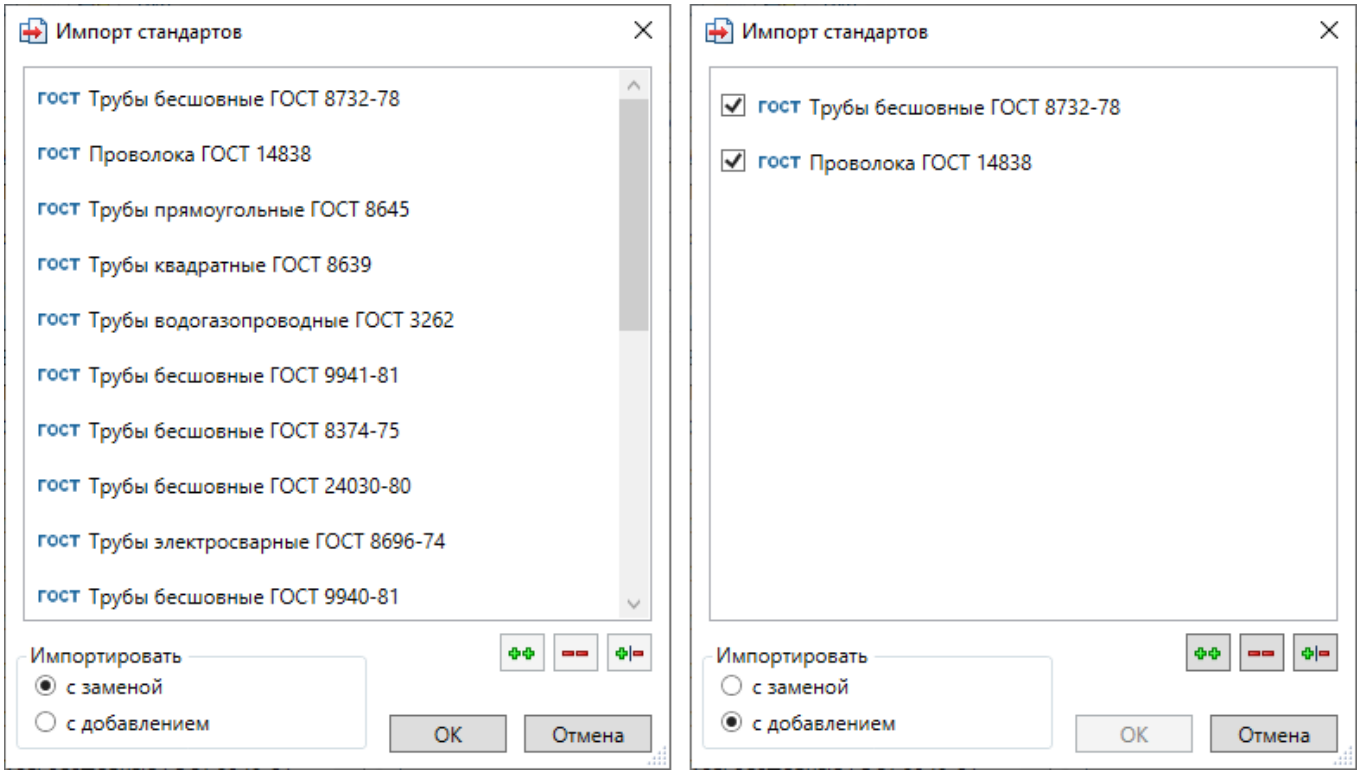


- **Сохранить**
  Перезаписывает файл **PipeStandards.xml** в соответствии с изменениями, внесёнными в редакторе. Сохранение также происходит при нажатии кнопки **Применить** и при выходе из редактора с помощью кнопки **OK**.
- **Импортировать**
  Заменяет текущий список стандартов и соответствующие им параметры содержимым **.xml** файла, указанного пользователем. Процесс импорта описан ниже.
- **Экспортировать**
  Сохраняет текущий список стандартов и соответствующие им параметры в новом файле, расположение и имя которого необходимо указать после вызова команды.
- **Закрыть**
  Закрывает окно редактора стандартов с отменой несохранённых изменений. Несохранённые изменения также сбрасываются при выходе с помощью кнопок **Отмена** и ×.

Импорт

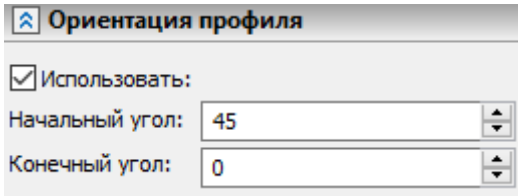
После вызова команды **Импортировать** необходимо указать расположение и имя импортируемого файла. Если в текущем списке стандартов и соответствующих им параметрах присутствуют несохранённые изменения, то после выбора импортируемого файла система предложит экспортировать текущие данные, прежде чем заменить их импортируемыми данными. После экспорта текущих данных или при отказе от него появляется диалоговое окно импорта. В верхней части окна отображается список импортируемых стандартов. В нижней части окна можно выбрать один из следующих режимов импорта:

- **с заменой**
  Текущие стандарты полностью заменяются стандартами из внешнего файла. В данном режиме в диалоге импорта отображается всё содержимое импортируемого списка стандартов.
- **с добавлением**
  Пользователю предлагается выбрать стандарты, которые необходимо импортировать в текущий список, установив их флаги. Импортируемый список при этом фильтруется: не отображаются стандарты, уже имеющиеся в текущем списке. Для быстрой установки/снятия флагов можно воспользоваться кнопками, расположенными справа внизу:
  - выбрать все стандарты;
  - отменить выбор всех стандартов;
  - инвертировать выбор стандартов.



Ориентация профиля трубопровода

Возможность задавать угол поворота профиля включается установкой флага **Использовать** в разделе **Ориентация профиля** окна параметров команды [Трубопровод, Провод/кабель, Воздуховод](). Флаг доступен только для прямоугольного профиля.



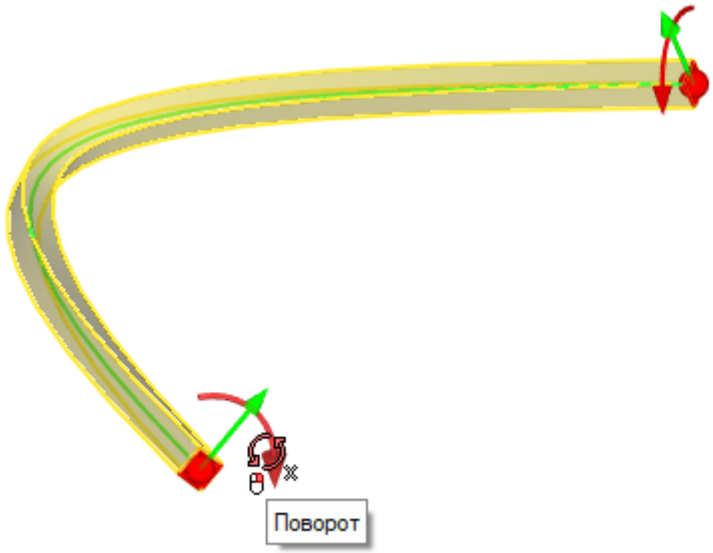
Ориентация профиля (полный угол вращения относительно оси направленной вдоль касательной к траектории) на границах трубы задаётся двумя параметрами:

- **Начальный угол**
  Угол между осями Y *базовой ЛСК* профиля и *исходной ЛСК* в начальной точке трубопровода.
- **Конечный угол**
  Угол между осями Y *базовой ЛСК* профиля и *исходной ЛСК* в конечной точке трубопровода.

Исходная ЛСК – ось X направлена по касательной к траектории, ось Y по принципиальной нормали к траектории.

Базовая ЛСК – ЛСК (коннектор, точка подключения), с которой совпадает граница трубы (начало или конец). Ось X направлена по касательной к траектории, точка начала системы координат совпадает с точной границей (начало или конец) трубы.

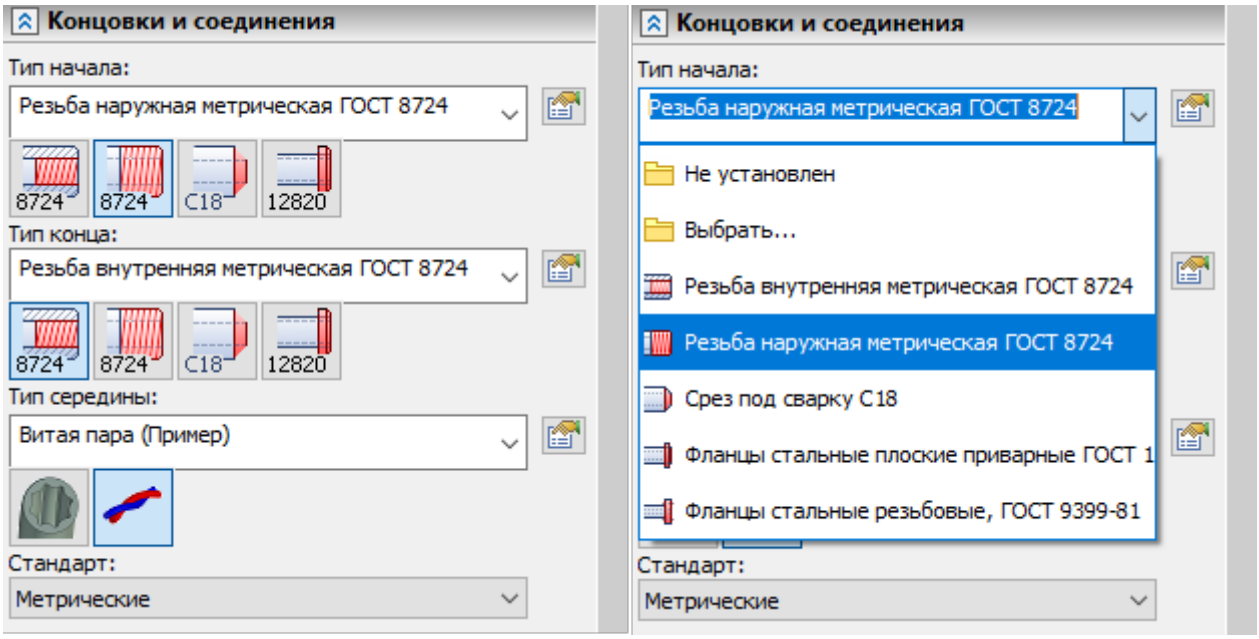
Углы задаются вводом значений в окне параметров или с помощью манипулятора в 3D сцене. В процессе перемещения манипулятора текущее значение редактируемого параметра можно отслеживать и задавать на панели фильтров или системной панели.



Стандартные участки трубопровода

Раздел **Концовки и соединения** окна параметров команды Трубопровод, Провод/кабель, Воздуховод позволяет использовать библиотечные фрагменты в качестве различных участков трубопровода (начала, конца, середины). В качестве таких фрагментов могут выступать внешняя и внутренняя резьба, развальцовка, срез под сварку и др.

В **дереве модели** такой трубопровод представлен как единая операция, хотя физически может сочетать в себе геометрию нескольких фрагментов. При попытке редактирования такой геометрии происходит запуск команды редактирования трубопровода.

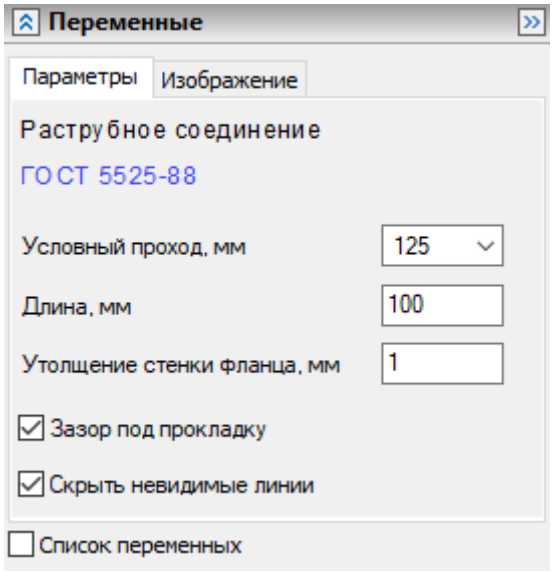


Тип начального, конечного или серединного участка можно выбрать из выпадающего списка или щёлкнув на соответствующей этому типу иконке под списком. В окне параметров отображаются иконки нескольких предлагаемых по умолчанию типов. Если в списке выбран тип, иконка которого отсутствует в окне параметров, то крайняя правая иконка будет заменена на иконку выбранного типа. Пункт **Выбрать...** в выпадающем меню открывает полный каталог фрагментов соответствующего участка трубопровода. Выберите желаемый фрагмент вы каталоге и нажмите **OK**. Перед открытием каталога его можно отфильтровать, используя выпадающий список **Стандарт** в

нижней части раздела **Концовки и соединения**. В зависимости от опции, выбранной в данном списке, в каталоге отображаются все фрагменты, доступные в текущей конфигурации библиотек, либо только метрические.

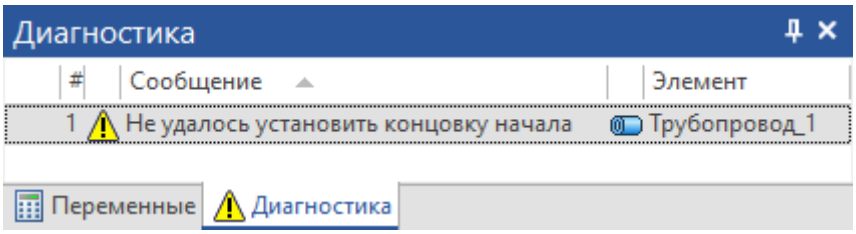
Стандартные элементы начала, конца и середины трубопровода созданы как адаптивные фрагменты. Они хранятся в папке ...**T-FLEX CAD 17\Библиотеки\Коммуникации**. Набор таких фрагментов может быть дополнен пользователем. Правила создания пользовательских фрагментов описаны в главах Пользовательские концовки и соединения, Пользовательские фрагменты середины трубопровода.

Для задания значений внешних переменных фрагментов предназначены иконки справа от названия фрагмента . При нажатии на эту иконку в окне параметров появляется раздел **Переменные**, содержащий диалог внешних переменных фрагмента.



После ввода значений переменных, система проводит проверку на корректность установки концовок и выводит диагностические сообщения при невозможности их создания.

Например, такая ситуация может возникнуть, если длина концовки больше длины трубопровода.

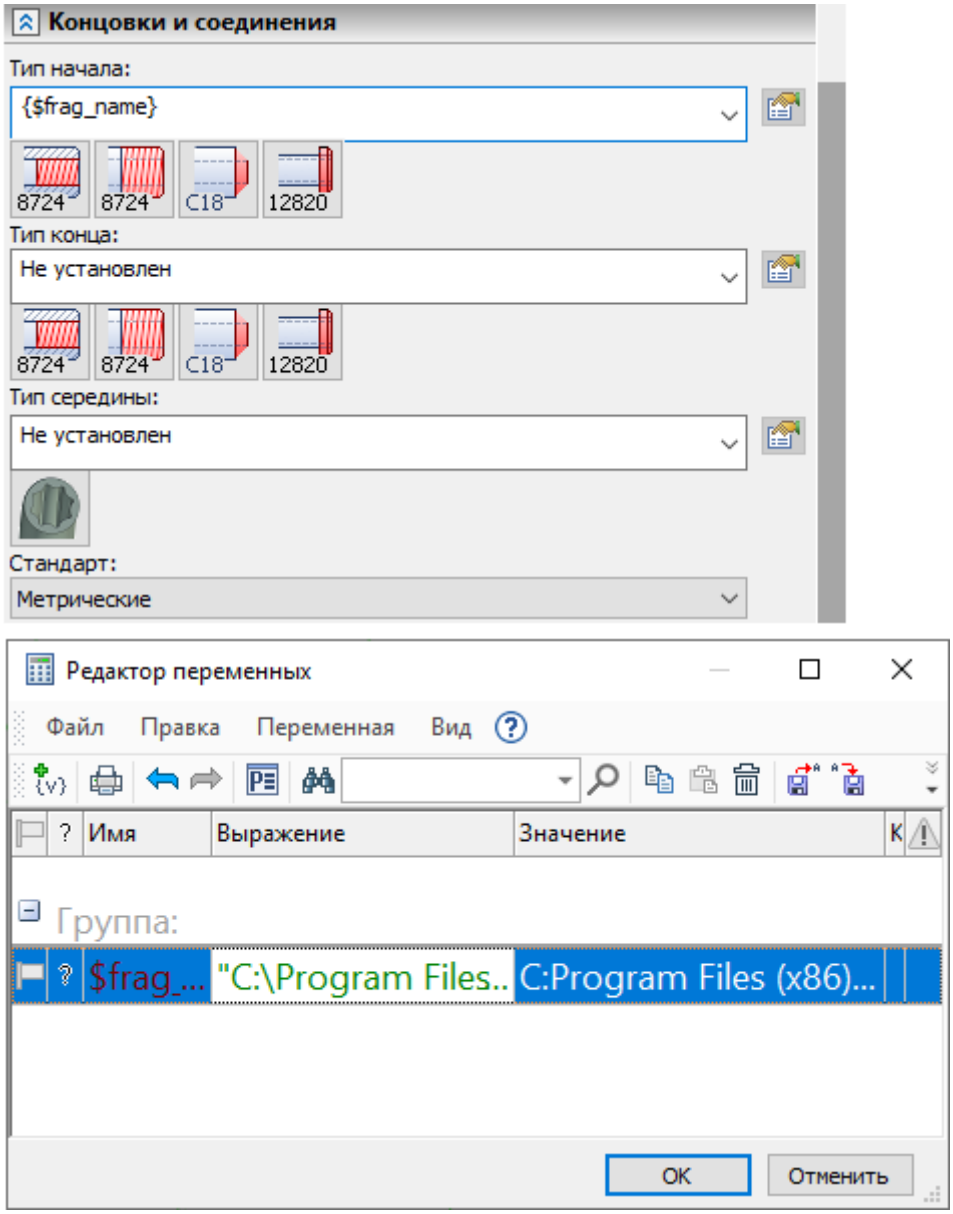


Набор доступных фрагментов концовок, соединений и середины трубопровода зависит от активной конфигурации библиотек. Изменить конфигурацию можно с помощью следующей опции автоменю:

<B> Конфигурация библиотек

Информация об использовании данной опции доступна в главе Конфигурация библиотек стандартных участков трубопровода.

Имя файла концовки или середины может быть задано текстовой переменной.



Значение переменной должно содержать путь и имя файла.

Основные темы в этом разделе:

- Пользовательские фрагменты окончаний трубопровода
- Пользовательские фрагменты середины трубопровода

Пользовательские фрагменты окончаний трубопровода

Вместе с T-FLEX CAD поставляется библиотека стандартных окончаний трубопроводов, которые можно использовать в команде **Трубопровод, Провод/кабель, Воздуховод**. При необходимости можно добавить в библиотеку свои фрагменты окончаний для коммуникаций любого типа. При создании таких фрагментов необходимо учитывать приведённый ниже набор правил.

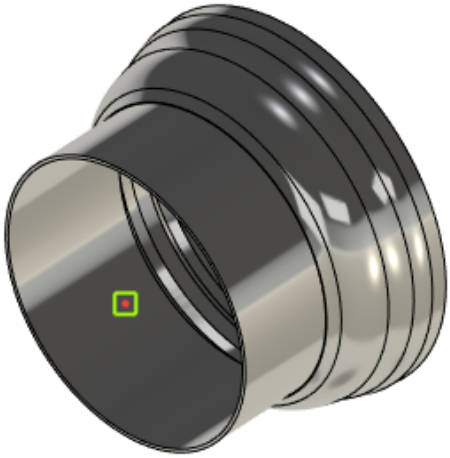
В файле фрагмента необходимо создать следующие **внешние переменные** и использовать их для задания соответствующих геометрических параметров:

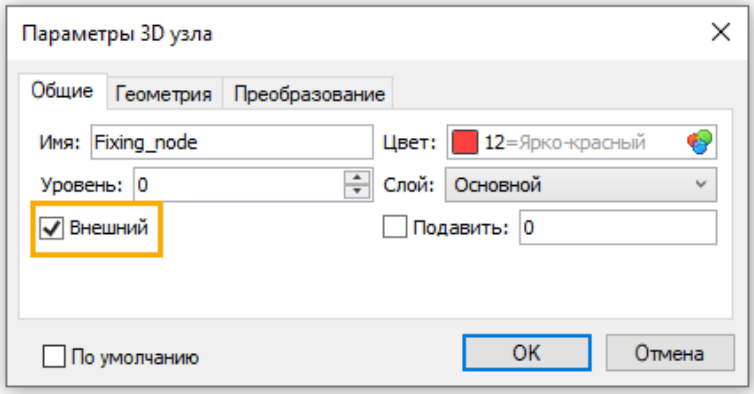
- **Diameter** или **D** - диаметр трубы (допустимый диапазон значений от 0 до 10000)
- **Thickness** или **T** - толщина стенки трубы (допустимый диапазон значений от 0 до 10000)
- **InnerDiameter** или **InnerD** - использование внутреннего диаметра (возможные значения 0 или 1)

Переменная **InnerDiameter (InnerD)** должна использоваться для подавления одного из тел в файле фрагмента. Одно тело будет видимым при использовании внутреннего диаметра, второе - при использовании внешнего.

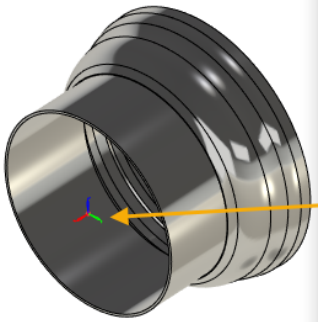
После создания 3D модели необходимо:

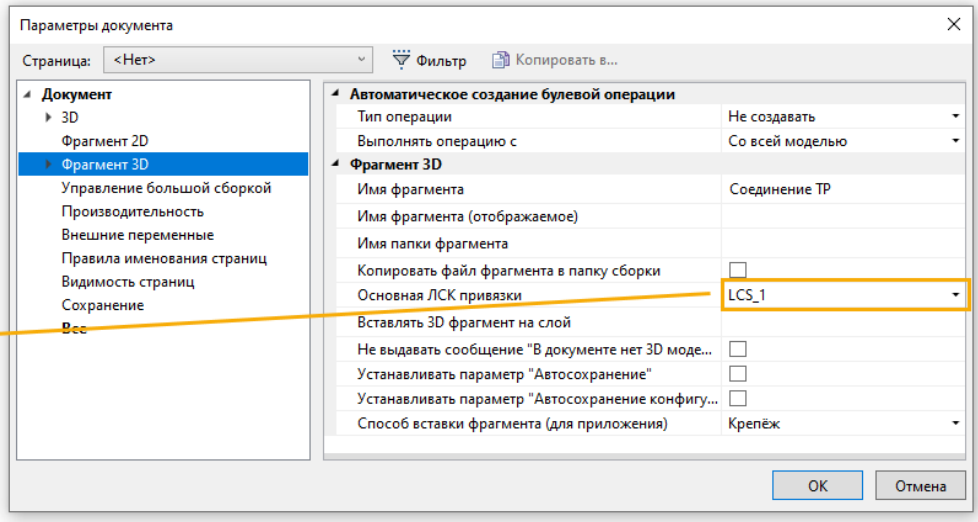
- Построить **внешний 3D узел** (внешний узел должен быть только один). Этот узел будет ограничивать примыкающую трубу, он должен располагаться на «внутреннем торце» тела фрагмента.





- Построить **внешнюю ЛСК**. Эта ЛСК должна располагаться на «внешнем торце» тела фрагмента и будет использоваться для его привязки. Её необходимо назначить как основную ЛСК привязки в команде **Параметры документа**.

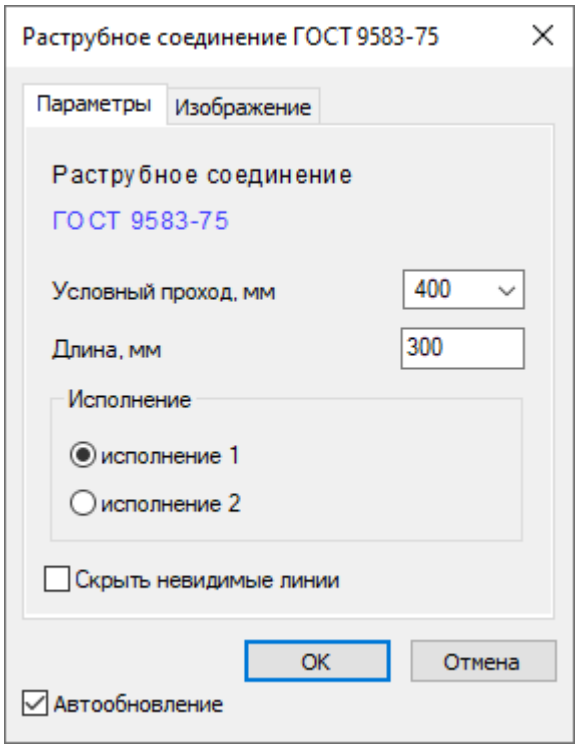




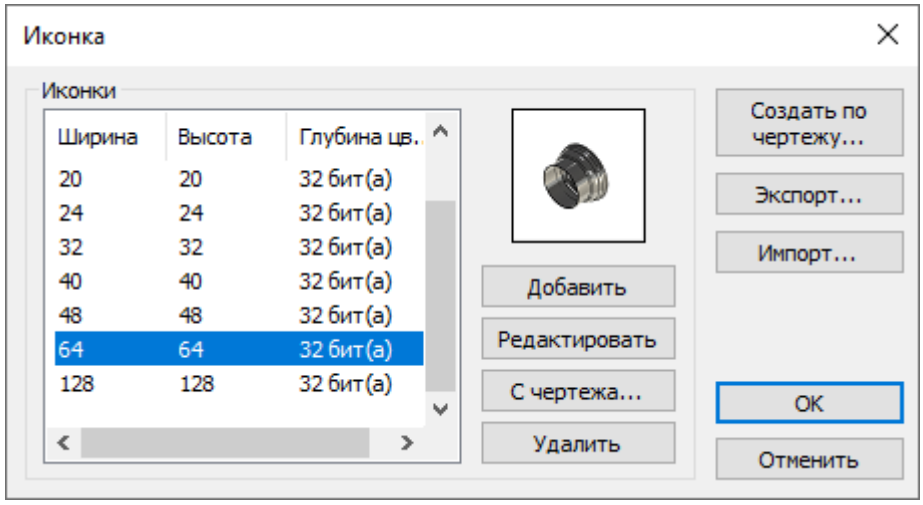
Подробнее о создании ЛСК можно прочитать в главе Локальные системы координат.

- Создать пользовательский **диалог редактирования внешних переменных** (необязательное действие). Данный диалог автоматически встраивается в окно параметров при вызове переменных окончания в команде создания\редактирования трубопровода.

Подробнее о создании диалога можно прочитать в главе Элемент управления.



- Создать иконку при помощи команды **Иконка** (необязательное действие).



- В редакторе переменных добавить диагностику нежелательных комбинаций значений внешних переменных фрагмента (необязательное действие).
- Сохранить файл фрагмента.
- Добавить фрагмент в библиотеку стандартных окончаний с помощью следующей опции автоменю команды **Трубопровод, Провод/кабель, Воздуховод**:

<B> Конфигурация библиотек

Пользовательские фрагменты середины трубопровода

Вместе с T-FLEX CAD поставляются примеры стандартных фрагментов середины трубопроводов, проводов/кабелей, воздуховодов, которые можно использовать в команде **Трубопровод,**

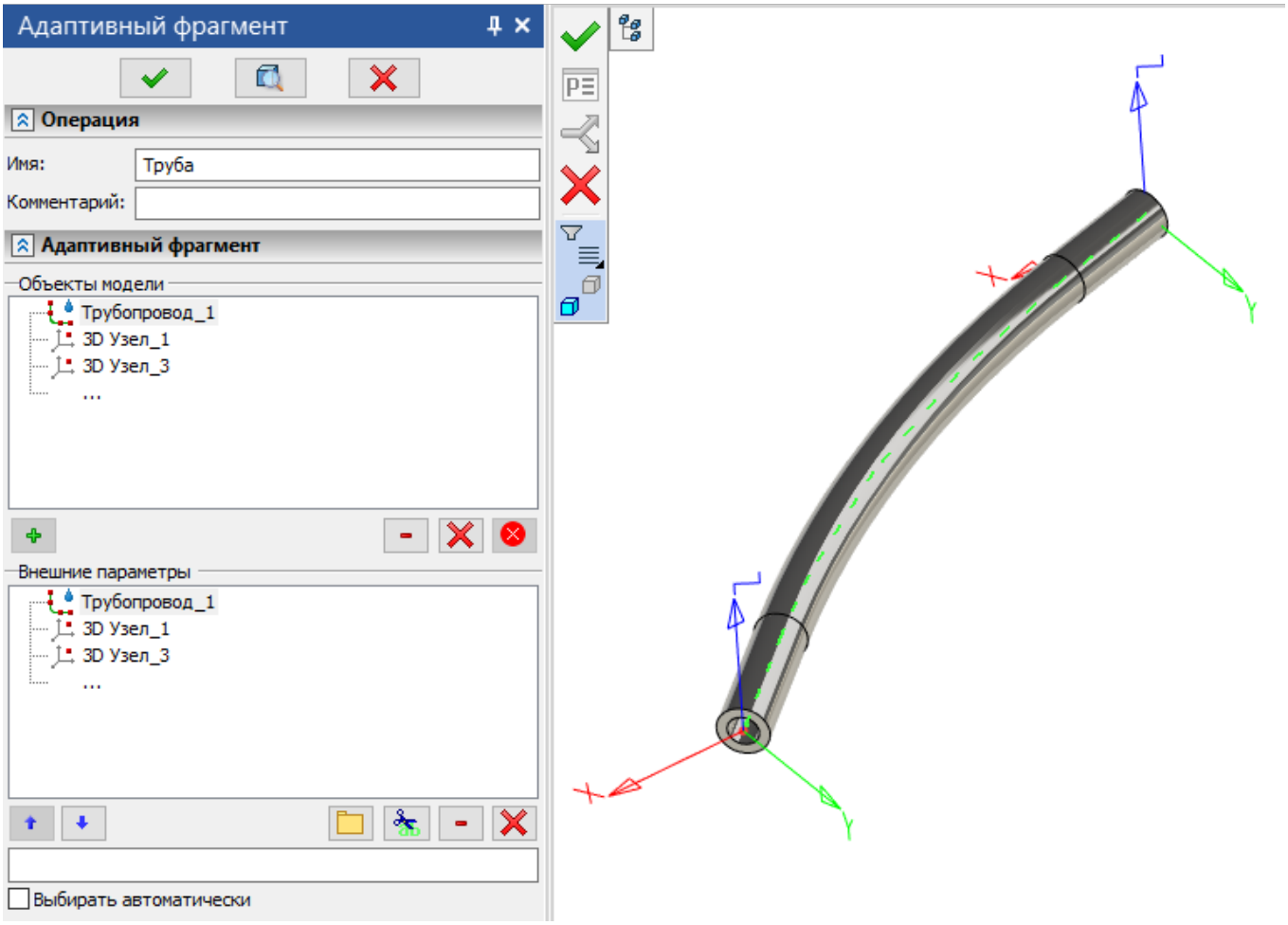
Провод/кабель, Воздуховод. При необходимости можно создать свою библиотеку фрагментов середины коммуникаций любого типа. При создании таких фрагментов необходимо учитывать приведённый ниже набор правил.
В файле фрагмента необходимо создать следующие **внешние переменные** и использовать их для задания соответствующих геометрических параметров:

- **Diameter** или **D** - диаметр трубы (допустимый диапазон значений от 0 до 10000)
- **Thickness** или **T** - толщина стенки трубы (допустимый диапазон значений от 0 до 10000)
- **InnerDiameter** или **InnerD** - использование внутреннего диаметра (возможные значения 0 или 1)

Переменная **InnerDiameter (InnerD)** должна использоваться для подавления одного из тел в файле фрагмента. Одно тело будет видимым при использовании внутреннего диаметра, второе - при использовании внешнего.

Для создания модели можно использовать любую удобную операцию, например операцию **По траектории**. Важно чтобы тело строилось на 3D кривой.
После создания 3D модели необходимо:

- Задать указанные ниже параметры в команде **Адаптивный фрагмент**. Это позволит создавать трубопровод, используя любую выбранную кривую.

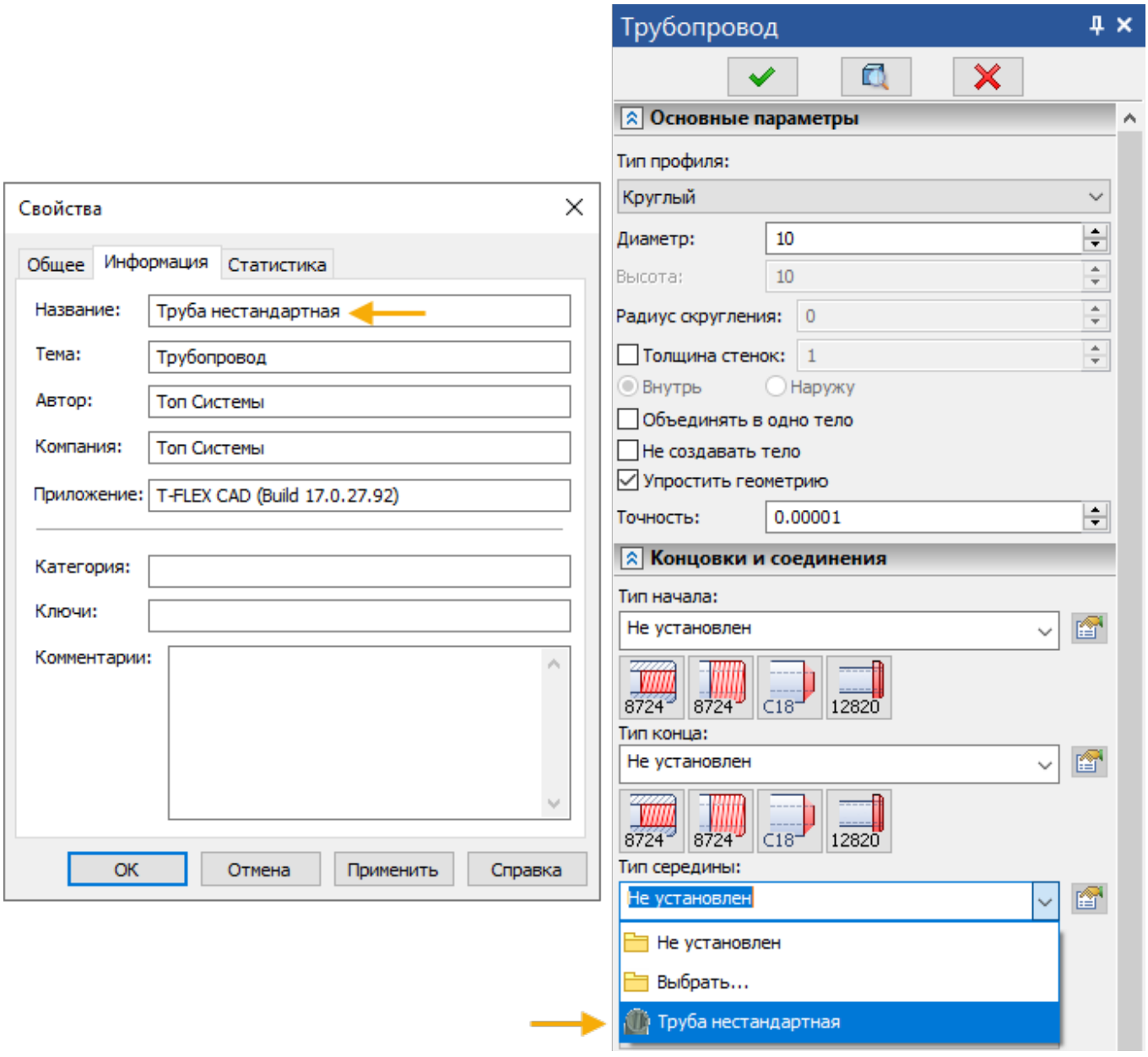


- **Имя**
  Имя операции в дереве модели, которое будет присваиваться трубопроводу при использовании данного фрагмента.
- Геометрические параметры:
  - **Траектория** (3D кривая или Трасса). Элемент, определяющий траекторию трубопровода.

- **3D узел начала трубы**
- **3D узел конца трубы**

Важно соблюдать последовательность геометрических параметров в списке. Первой должна быть траектория, а затем точки начала и конца.

- В команде **Свойства** на закладке **Информация** задать имя, которое будет отображаться в списке типов середины в команде создания трубопровода, задаётся.



- Создать пользовательский **диалог редактирования внешних переменных** (необязательное действие). Данный диалог автоматически встраивается в окно параметров при вызове переменных окончания в команде создания\редактирования трубопровода.

Подробнее о создании диалога можно прочитать в главе Элемент управления.

- Создать иконку при помощи команды **Иконка**. (необязательное действие).
- В редакторе внешних переменных фрагмента добавить диагностику нежелательных комбинаций значений переменных (необязательное действие).
- Сохранить файл фрагмента.

- Добавить фрагмент в библиотеку стандартных середин трубопровода с помощью следующей опции автоменю команды **Трубопровод, Провод/кабель, Воздуховод**:

<B> Конфигурация библиотек

Конфигурация библиотек стандартных участков трубопровода

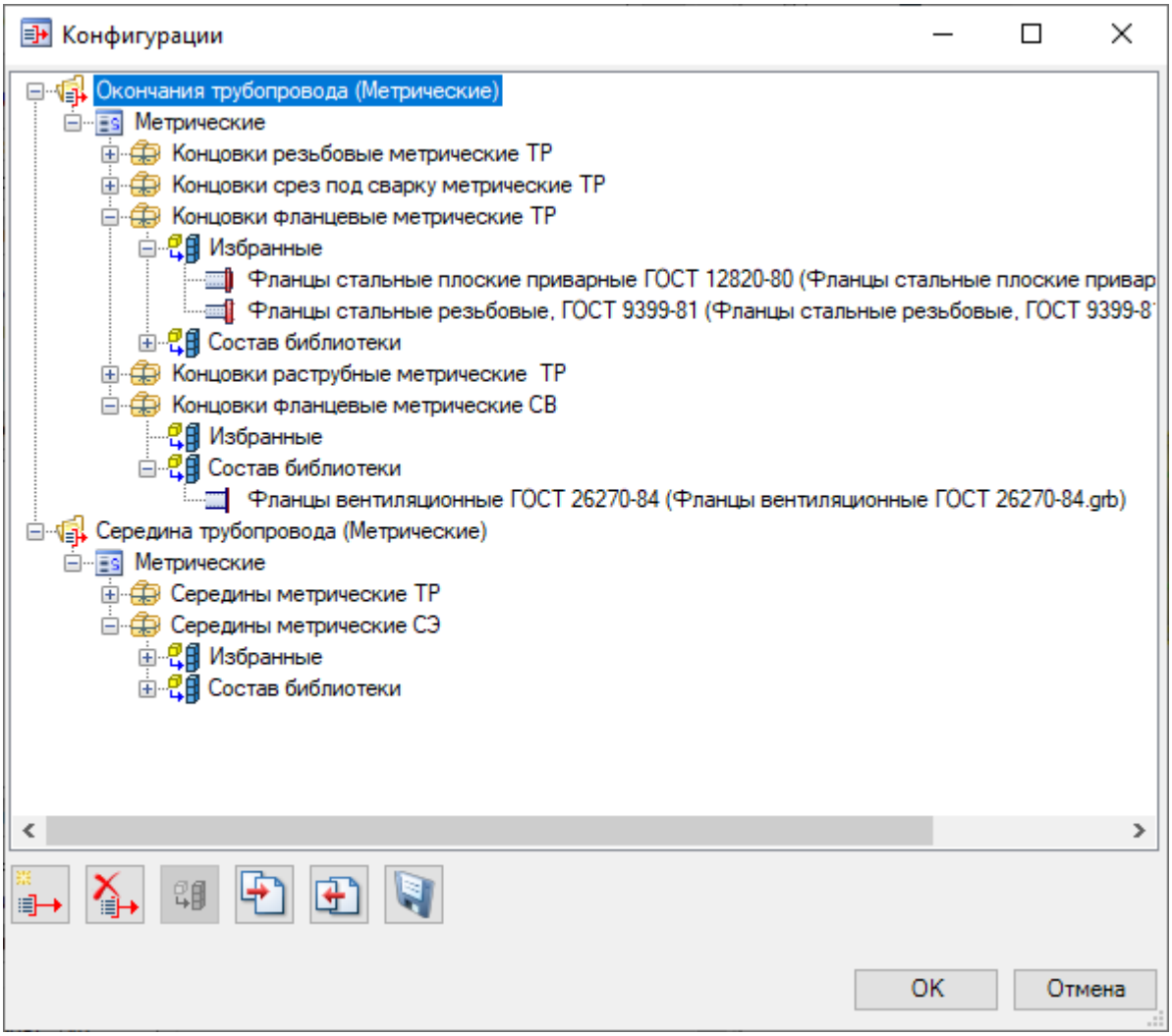
В автоменю команды **Трубопровод, провод/кабель, воздуховод** доступна следующая опция:

<B> Конфигурация библиотек

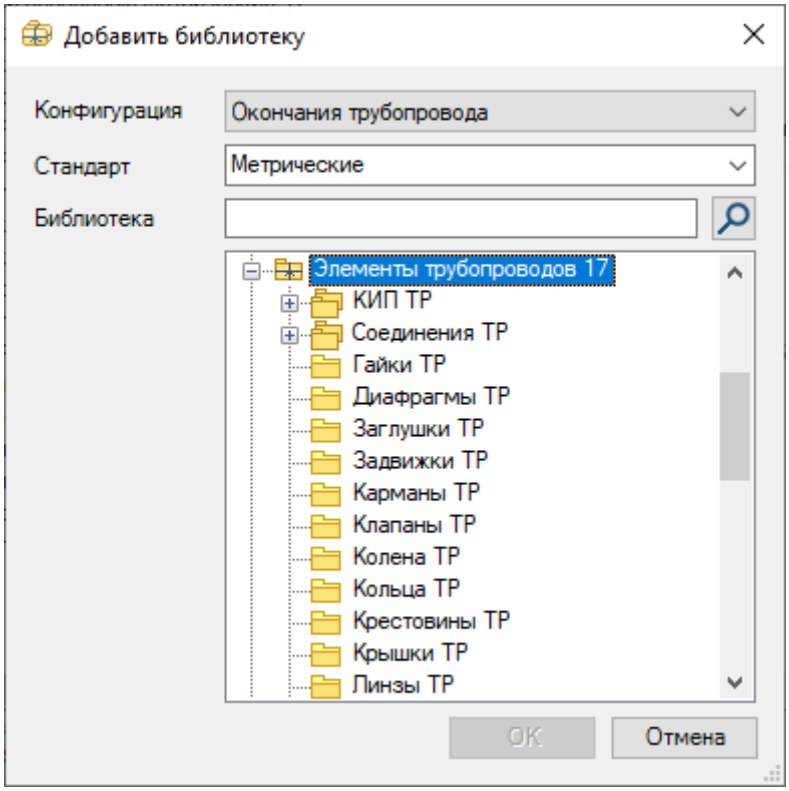
Она служит для настройки структуры библиотек концовок и середин, используемых в текущей операции. Опция позволяет указать фрагменты, которые попадут в выпадающий список быстрого доступа, а также подключить библиотеки пользователя с дополнительными фрагментами.

> Описание правил, по которым создаются элементы этих библиотек приведено в разделах Пользовательские фрагменты окончаний трубопровода и Пользовательские фрагменты середины трубопровода.

После вызова опции появляется окно **Конфигурации**. В нём отображаются папки конфигураций:
Конфигурация библиотеки. Имена и количество конфигураций зависит от команды, в которой было вызвано это окно;
Стандарт элементов;
Подключённая библиотека;
В папке каждой библиотеки есть папки **Избранные** и **Состав библиотеки**.
В папке **Избранные** отображаются фрагменты, которые включены в список быстрого доступа. В папке **Состав библиотеки** отображаются все файлы, находящиеся в выбранной библиотеке.



Добавить библиотеку. После активации появляется окно **Добавить библиотеку**.
Нужно выбрать конфигурацию, стандарт и подключаемую библиотеку. По умолчанию в системе создано два стандарта: метрический и дюймовый. Для добавления нового стандарта необходимо ввести его имя в поле **Стандарт**. Выпадающий список библиотек содержит все библиотеки, которые подключены в окне **Меню документов**.



Удалить элемент. Удаляет выбранную конфигурацию, стандарт или библиотеку.

Добавить/удалить фрагмент как элемент по умолчанию. Позволяет выбрать фрагменты, которые будут добавлены в список для быстрого доступа и в группу Избранное.

Экспортировать конфигурацию библиотек позволяет экспортировать файл во внешний файл формата *.xml.

Импортировать конфигурацию библиотек позволяет загрузить конфигурацию из внешнего файла формата *.xml.

Сохранить изменения. Позволяет сохранить внесённые в конфигурации изменения.

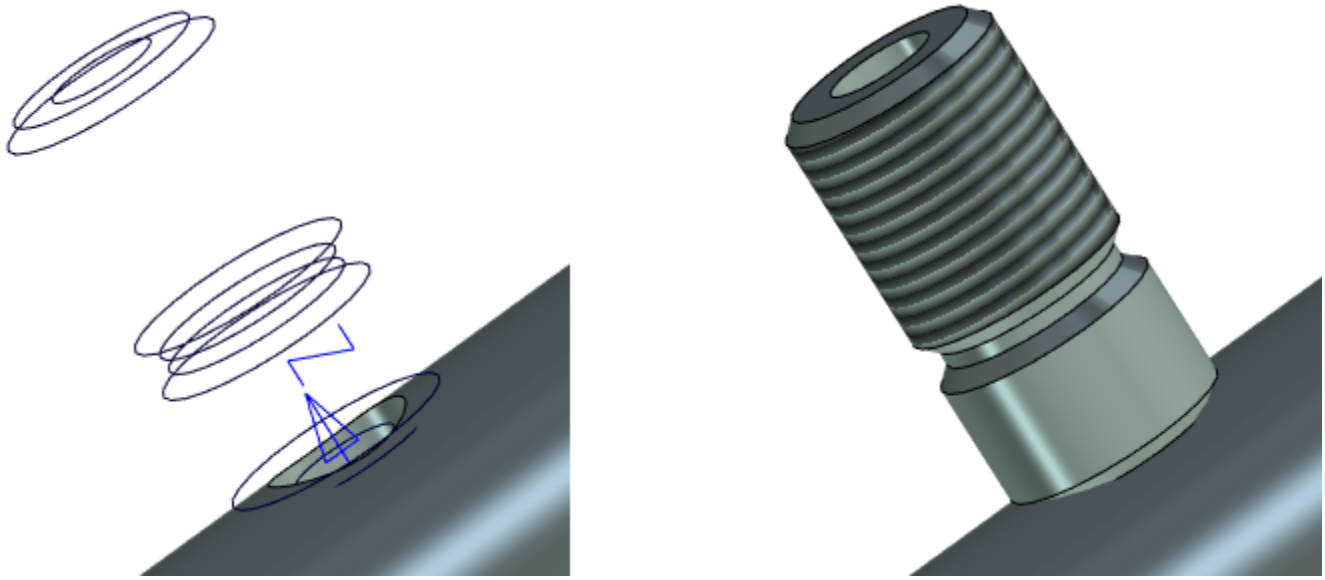
Элементы врезки в трубопровод

Врезка создаётся с помощью следующей опции автоменю команды [Трубопровод, Провод/кабель, Воздуховод](#):

	<O>	Выбрать операцию для создания врезки

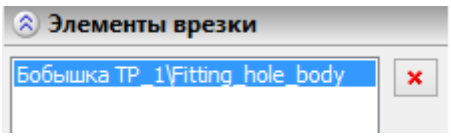
Опция позволяет выбрать тело (3D фрагмент или операцию), которое создаст в трубе вырез. При этом в дереве модели тип результата операции не зависит от наличия врезки - трубопровод остаётся трубопроводом.

Врезка позволяет системе воспринимать трубопровод как единый элемент, даже если установлены фитинги, разделяющие его на части. Это необходимо для правильного учёта количества трубопроводов и длины каждого из них.



Список выбранных элементов врезки отображается в разделе **Элементы врезки** окна параметров команды **Трубопровод, Провод/кабель, Воздуховод.**

Для отказа от использования элемента врезки выберите его в списке и нажмите кнопку .



Сбросить выбор всех исходных данных (траектории, начальной и конечной точек трубопровода, элементов врезки) можно с помощью следующей опции автоменю:

	<K>	Отменить выбор кривых и точек

Фитинги

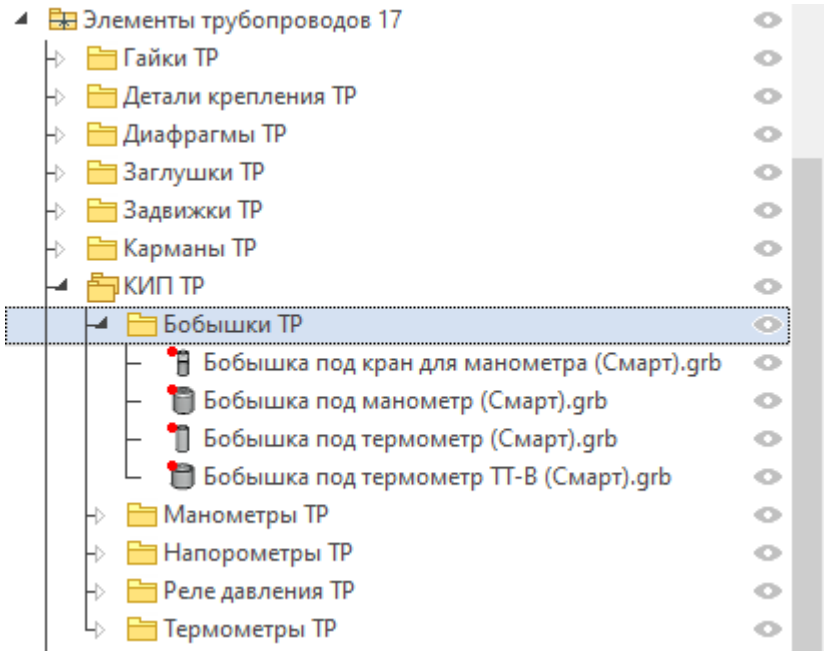
Фитинг — соединительная часть трубопровода, устанавливаемая в местах его разветвлений, поворотов, переходов на другой диаметр. Фитинги служат для герметичного перекрытия трубопровода и прочих вспомогательных целей.

В качестве фитингов удобно использовать смарт-фрагменты. Смарт-фрагменты автоматически адаптируются под ранее созданные элементы и влияют на состав и геометрию фрагментов, которые к ним пристыковываются.

Например, при врезке крестовины в пересечение двух труб, эти трубы автоматически разрезаются пополам. Их торцы преобразуются в соответствии с требуемым типом соединения с крестовиной. Автоматическая связь с параметрами других элементов коммуникаций обеспечивается макросом, включённым в файл фитинга, и использованием специальных переменных, коннекторов и ЛСК.

В общем случае создание фитинга похоже на создание 3D фрагмента с использованием макроса. В данном разделе описаны особенности создания и использования каждого типа фитинга.

Файлы, которые подготовлены для использования в качестве фитингов, содержат в имени строку «**(смарт)**». При необходимости можно добавлять в библиотеку свои элементы.



Фитинг получает часть значений своих внешних переменных из параметров трубопровода, например, диаметр трубы. Кроме того, фитинг может передавать значения параметров трубопроводу, если это задано в файле фитинга.

Основные темы в этом разделе:

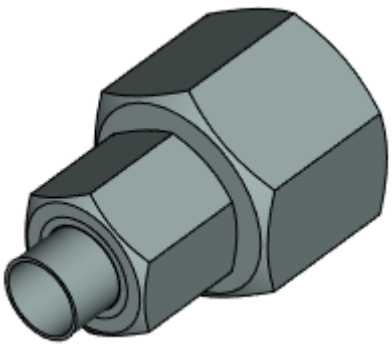
- Типы фитингов
- Внешние переменные фитинга
- ЛСК и коннекторы фитинга
- Макрос фитинга
- Вставка фитинга
- Влияние вставки фитинга на геометрию трубопровода
- Пример создания смарт-фрагмента бобышки

Типы фитингов

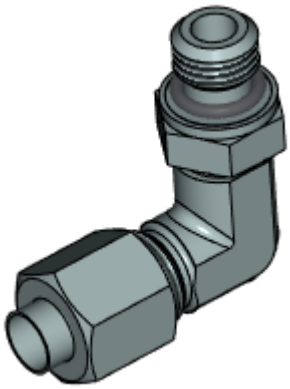
Доступны следующие типы фитингов:

- **Cap**

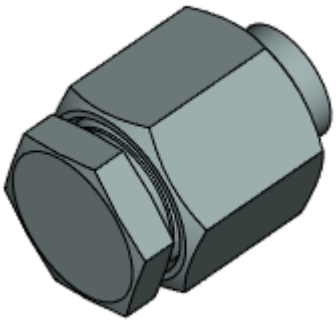
Фланец



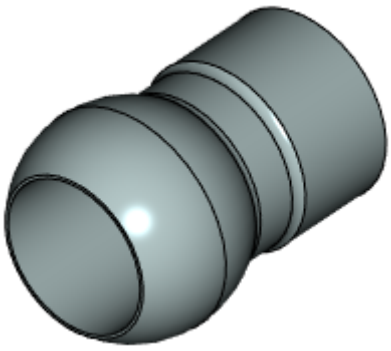
Переходник



Переходник угловой

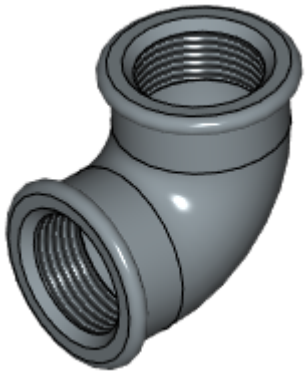


Заглушка

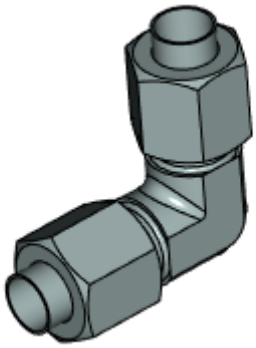


Ниппель (переходник с трубы на гибкий шланг)

- **CornerFracture**

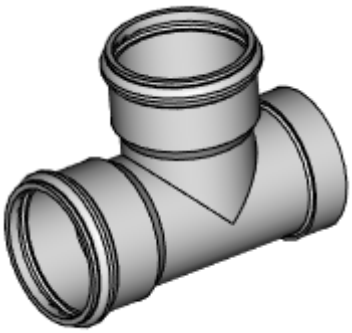


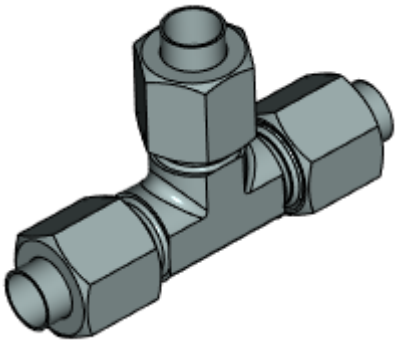
Уголок на излом



Уголок на излом

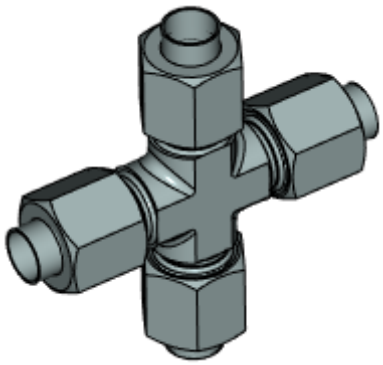
- **CornerRadius** (уголок на радиус)
- **Tee**





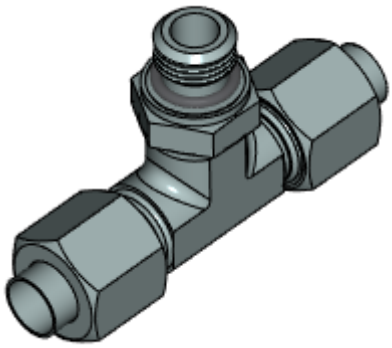
Тройник Тройник

- **Crossing**

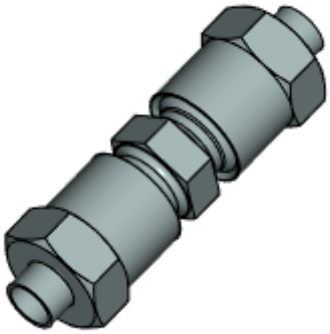


Крестовина

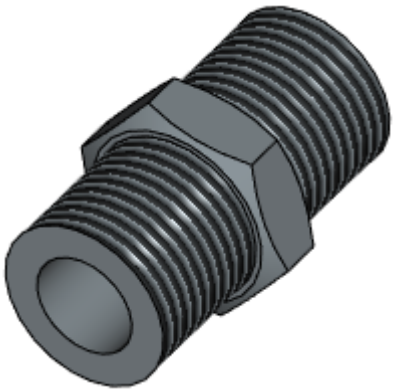
- **Adapter**



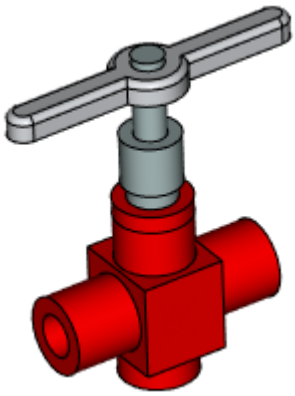
Адаптер



Переходник



Гайка



Клапан

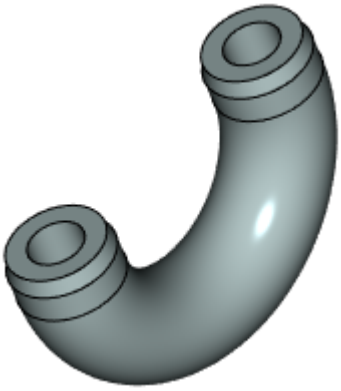
Редуктор

Втулка

- **Clamp**

Хомут
(может взаимодействовать
с параллельными трубами)

- **CornerEnd**



Уголок концевой
(может взаимодействовать
с параллельными трубами)

- **Inset**

Врезка в трубу

Внешние переменные фитинга

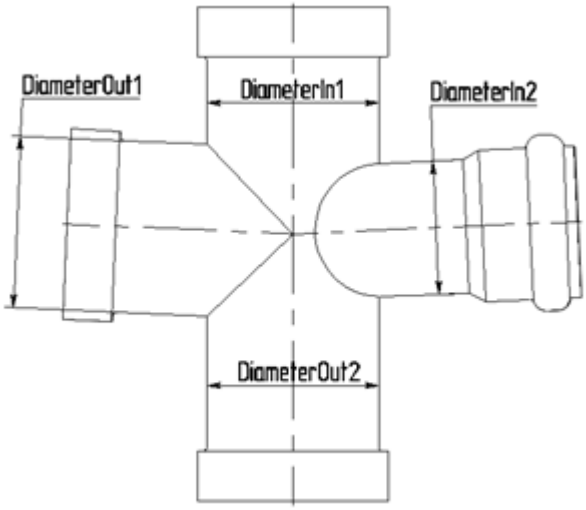


Таблица ключевых внешних диаметров smart-фрагмента фитинга.

Имя переменной	Назначение	Описание
DiameterIn1	Управляет входным диаметром фитинга главного направления	Обязательно наличие переменных у **Cap**, **CornerXxx**, **Tee, Crossing, Adapter, Clamp**
DiameterOut1	Управляет выходным диаметром фитинга главного направления	Обязательно наличие переменных у **CornerXxx, Tee, Crossing, Adapter**
DiameterIn2	Управляет входным диаметром фитинга альтернативного направления	Обязательно наличие переменных у **Crossing**
DiameterOut2	Управляет выходным диаметром фитинга альтернативного направления	Обязательно наличие переменных у **Tee, Crossing**

Внешняя переменная **Diameter***** отвечает за связь между соответствующими диаметрами фитинга и трубы. Благодаря переменным, макрос может считать диаметр трубы, к которой присоединяется фитинг и задать соответствующий диаметр самого фитинга.

При создании смарт-фрагмента может использоваться от одной (бобышка, крестовина с одинаковыми диаметрами всех ответвлений) до четырёх (крестовина с четырьмя разными диаметрами) внешних переменных, в зависимости от количества входных и выходных диаметров фитинга.

ЛСК и коннекторы фитинга

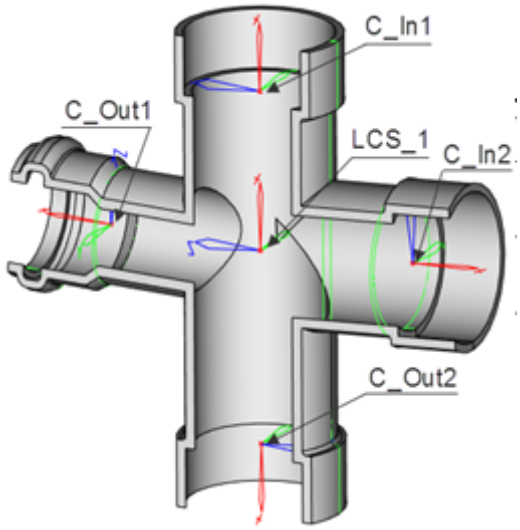


Таблица ключевых ЛСК smart-фрагмента фитинга.

Объект	Описание
LCS_1	Исходная ЛСК фрагмента, обязательно должна быть указана как ЛСК по умолчанию в параметрах документа фрагмента.
C_In1, C_Out1, C_In2, C_Out2	Имена коннекторов, входной/выходной главного и альтернативного направления

Перечисленные в таблице ЛСК отвечают за обрезку трубопровода, на который вставляется фитинг. Для присоединения фрагмента обязательно должна быть создана главная ЛСК - **LCS_1**, отвечающая за положение фитинга на трубопроводе. Остальные четыре ЛСК отвечают за присоединение труб соответствующих диаметров и появления соединительных элементов (фланца, резьбы) в местах сопряжения трубы с фитингом. Эти ЛСК учитываются в макросе.
Таблица ключевых параметров коннектора, управляющих логикой работы команды вставки smart-фрагмента.

Имя параметра	Назначение	Описание
autoFilePipeEnd	Тип конца/начала трубы, если данный коннектор является окончанием трубы. Может отсутствовать.	Шаблон значения параметра: **<библиотека>имя_файла.grb** Отвечает за следующие функции: - создаёт на трубе косметическую резьбу - срезает кромку под сварку - делает развальцовку
autoLength	Длина фрагмента в направлении данного коннектора	Сумма длин входного и выходного коннектора = длина направления (главного или альтернативного)
autoDiameter	Значение диаметра трубы будет взято с фитинга	Параметр может отсутствовать. В этом случае будет назначен диаметр

		как у исходной трубы
autoThickness	Значение толщины трубы будет взято с фитинга	Параметр может отсутствовать. В этом случае будет назначена толщина как у исходной трубы

auto - управляет логикой работы команды при вставке smart-фрагмента с коннектором.

Перечисленные выше параметры позволяют задавать дополнительные настройки фитинга при вставке.

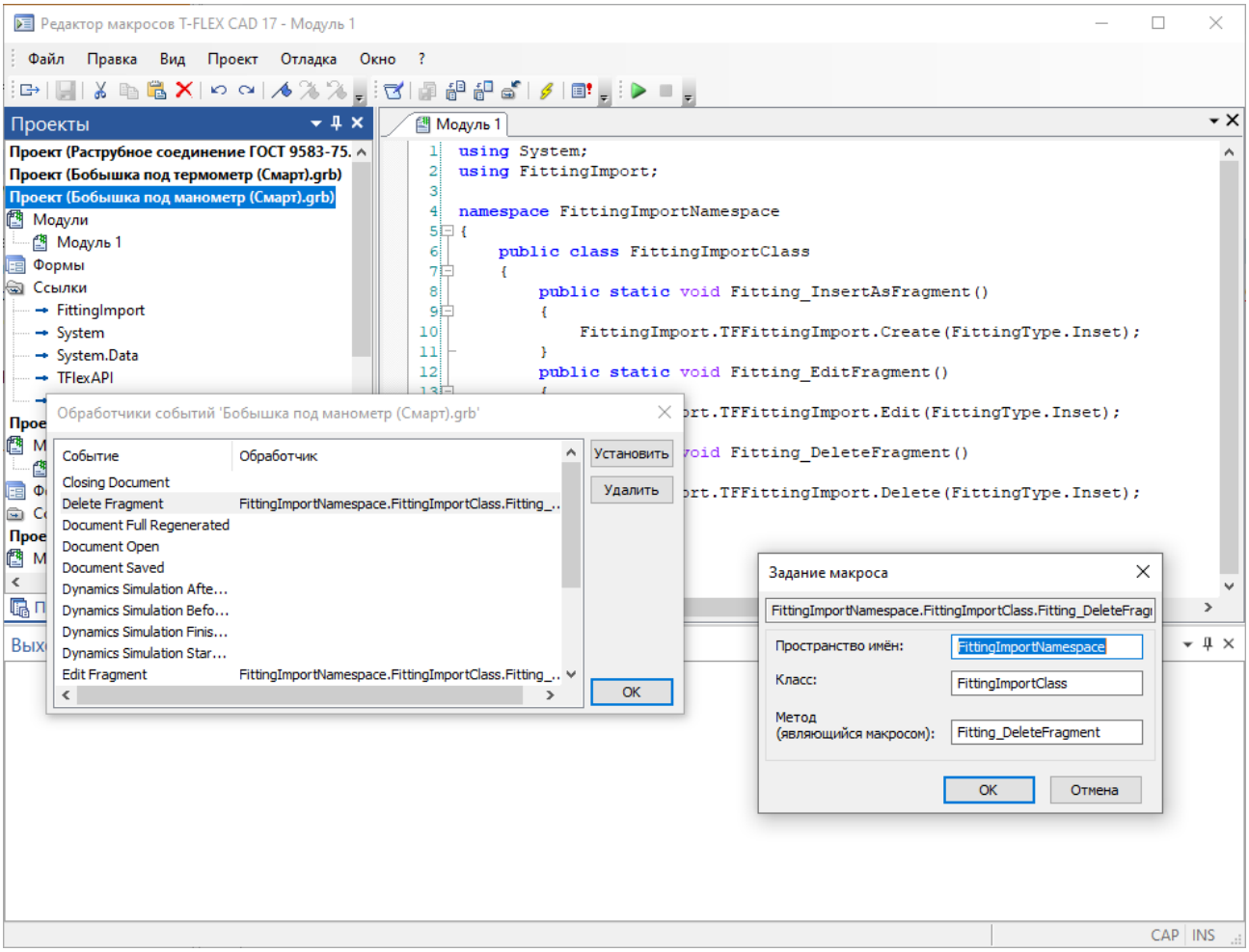
Макрос фитинга

При создании нового фитинга в его файл добавляется стандартный текст макроса. В тексте макроса задаётся его тип.
Ниже приведён текст стандартного макроса типа **Crossing**:

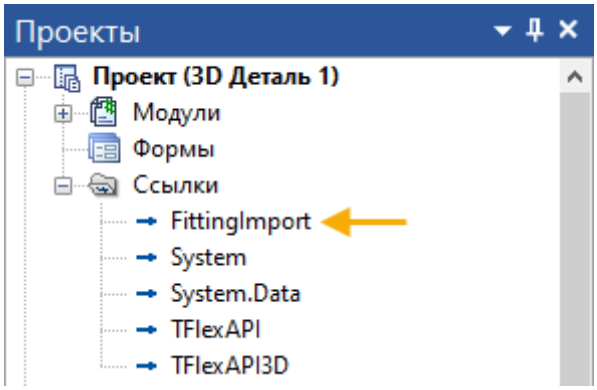
```
using System;
using FittingImport;

namespace FittingImportNamespace
{
 public class FittingImportClass
 {
       public static void Fitting_InsertAsFragment()
       {
            FittingImport.TFFittingImport.Create(FittingType.Crossing);
       }
       public static void Fitting_EditFragment()
       {
            FittingImport.TFFittingImport.Edit(FittingType.Crossing);
       }
       public static void Fitting_DeleteFragment()
       {
            FittingImport.TFFittingImport.Delete(FittingType.Crossing);
       }
 }
}
```

Подробную информацию о создании макросов можно найти в разделе Макросы.

После написания текста макроса необходимо **установить три обработчика событий**: вставка как фрагмент (**Fitting_InsertAsFragment**), редактирование (**Fitting_EditFragment**), удаление (**Fitting_DeleteFragment**).



Для успешной компиляции макроса необходимо добавить в проект ссылку на **FittingImport**.



Вставка фитинга

Для вставки фитинга перетяните его мышью с зажатой из окна **Меню документов** в окно целевой сборки или используйте команду **Вставить как фрагмент**, доступную в контекстном меню фитинга в окне **Меню документов**.

В результате в окне **Параметры** отобразится диалог внешних переменных фитинга, в автоменю появятся опции для определения положения фитинга на трубопроводе:

	<P>	Выбрать кривую

<T> Выбрать трубопровод

Когда выбрана опция , фрагмент располагается в указанной точке кривой. При выборе опции , система определяет подходящую для привязки точку на выбранном трубопроводе (излом трассы, пересечение трасс, конечная точка трассы), если это возможно.

После выбора кривой или трубопровода, для каждого типа фитинга появляется свой набор опций.

- Для **Tee** и **Crossing**:

<R> Развернуть фрагмент вдоль главного направления

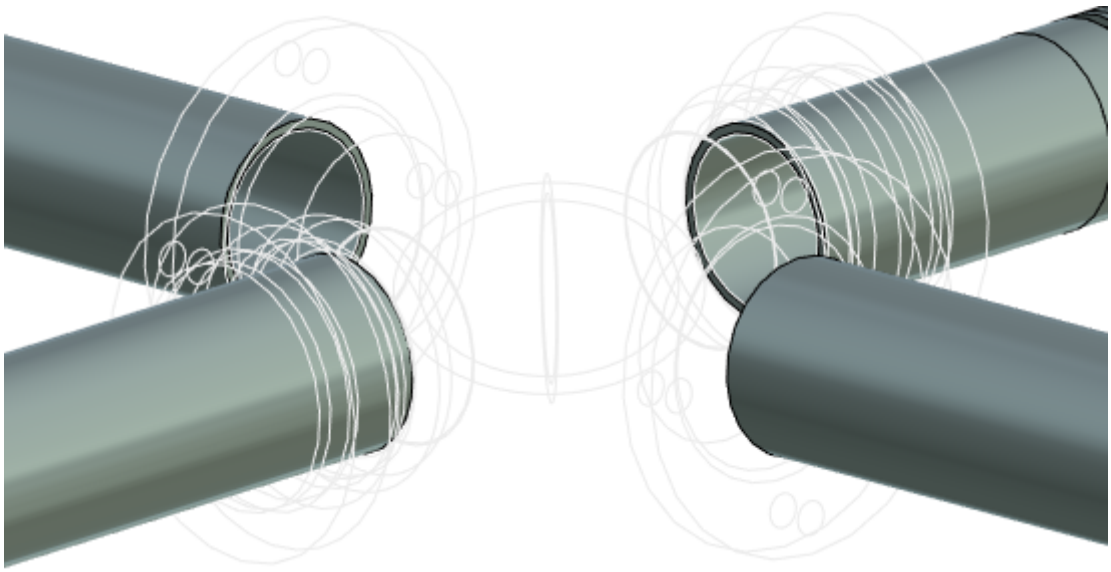
<T> Развернуть фрагмент вдоль альтернативного направления

<V> Выбрать следующую точку привязки

Опции и позволяют поворачивать фрагмент вокруг главного и альтернативного направления, тем самым меняя положение стволов и отростков.

Опция доступна, если фрагмент расположен на пересечении двух трубопроводов/кривых.

Если фрагмент (тройник или крестовина) находится в точке пересечения кривых, управление вращением и перемещением с помощью манипулятора запрещено.



- Для угольника **CornerFracture**, **CornerRadius**, **CornerEnd**:

<R> Развернуть фрагмент вдоль главного направления

<F> Выбрать следующую точку привязки

При вызове опций или автоматически подбирается следующая подходящая для привязки фитинга точка. При следующих вызовах точки будут циклически перебираться.

Уголок может быть установлен на концах трубы и на изломах

- Для **Inset**, **Clamp**:

<D> Выбрать трубопровод для привязки направления оси Y

<R> Развернуть фрагмент

Выбрав опцию необходимо выбрать трубопровод. В соответствии с его положением будет направлена ось Y.

- Для **Cap**, **Adapter**:

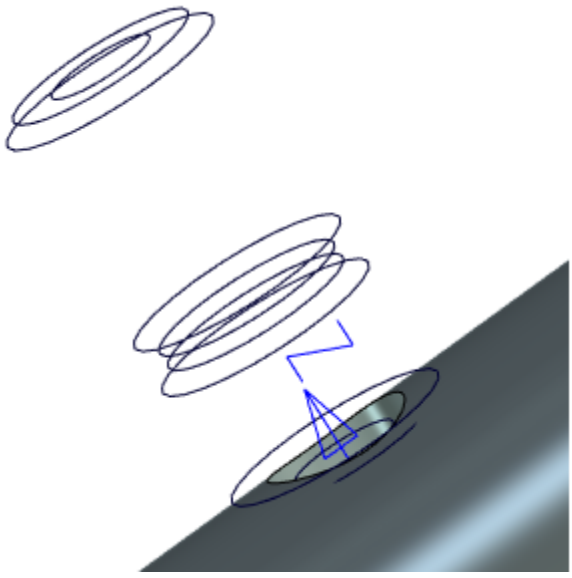
<R> Развернуть фрагмент

Данные типы фитинга ограничивают трубу на концах.

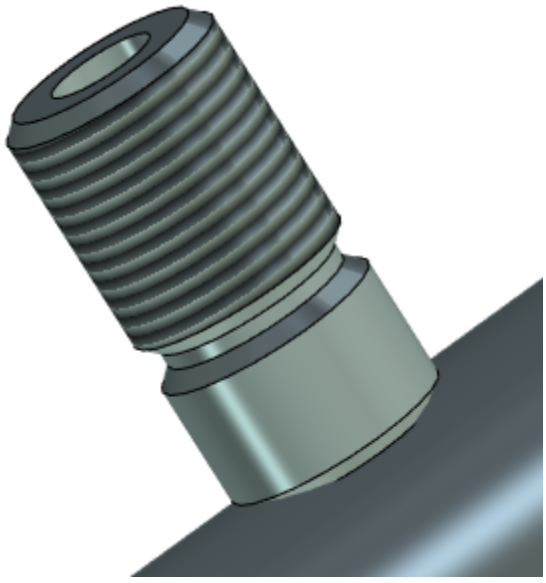
Для всех вставляемых смарт-фрагментов доступны опции:

<E> Рёберное отображение

Позволяет переключаться между режимом рёберного отображения и режимом тоновой закраски с материалом.



Рёберное отображение

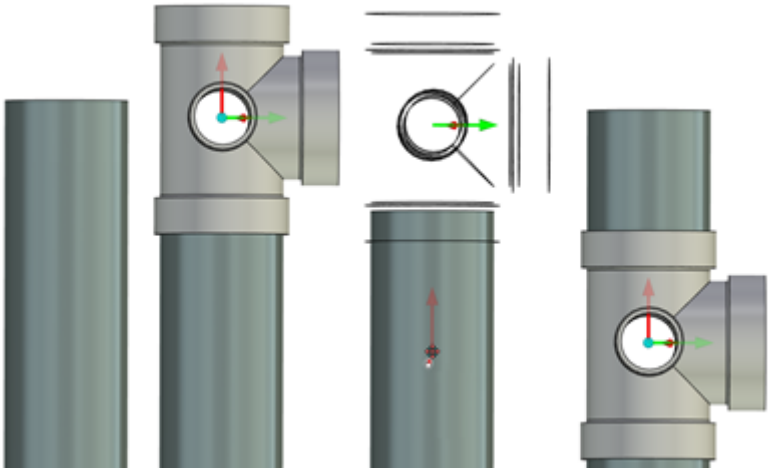


Тоновая закраска с материалами

<N> Вставить новый фрагмент после подтверждения

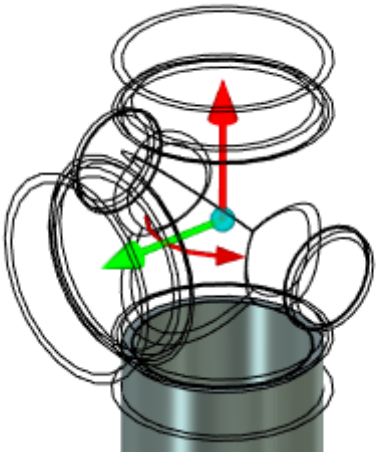
После нажатия кнопки подтверждения, будет вставлен новый фрагмент, аналогичный предыдущему.

При вставке фитинга в конец трубы или начало трубы – разделение трубы не происходит. При изменении типа привязки будет произведено разделение трубы на две, если это возможно. При этом исходные концевые параметры первичной трубы будут восстановлены.

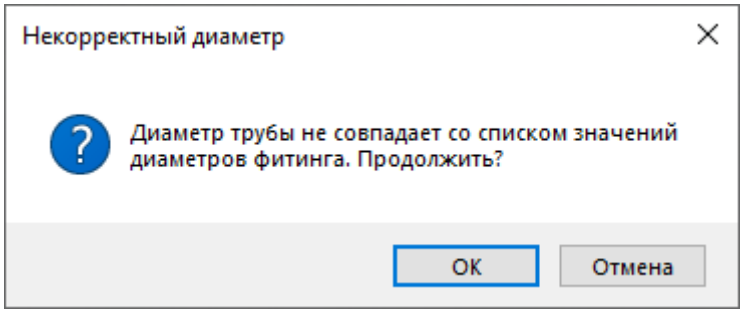


При добавлении фитинга или изменении его положения, система определяет необходимость разбиения трубы на две. Неиспользуемая часть трубы будет подавлена и удалена после выхода из команды.

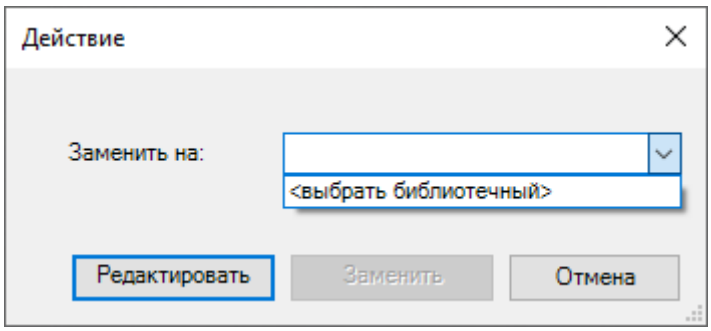
Для позиционирования фитинга может быть использован специальный манипулятор, который позволяет вращать фитинг и перемещать его вдоль траектории.



В случае если выбранный фитинг не соответствует трубопроводу, появляется соответствующее предупреждение.



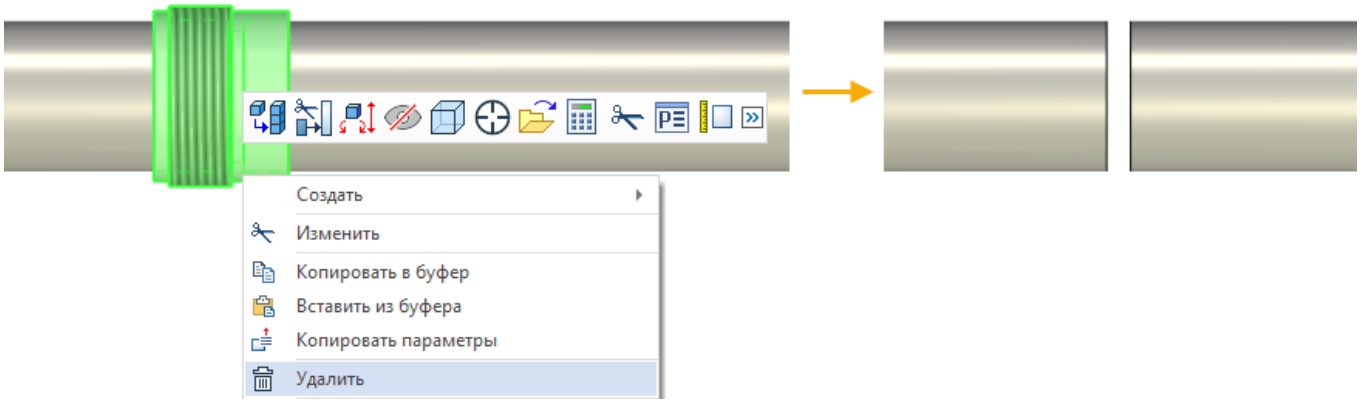
При редактировании фитинга появляется окно **Действие**. В нём можно выбрать редактирование текущего фитинга, выбрать новый фитинг из библиотеки или отменить редактирование.



Для замены фитинга нужно выбрать новый фрагмент из библиотеки с помощью пункта <**Выбрать библиотечный**>. При замене фитинга появляется окно **Выбор фитинга**, в котором можно указать в списке один из фрагментов библиотеки. После этого необходимо нажать кнопку **Заменить** в окне **Действие**.

После замены система автоматически выходит из команды редактирования.

При удалении фитинга связанные с ним трубы не удаляются.



Влияние вставки фитинга на геометрию трубопровода

1. У-образный сгиб
    - Создаёт на трубе внутреннюю косметическую резьбу
    - Создаёт на трубе наружную косметическую резьбу.
    - Делит участок трубы на два участка
    - Делит трубопровод на более чем два участка
    - Модифицирует диаметр трубы с большего на меньший и обратно
    - Срезает кромку под сварку
    - Вставляется на середину участка трубопровода
    - Вставляется на концы трубопровода
    - Вставляется на радиусы трубопровода
    - Вставляется на углы трубопровода
    - Взаимодействует с одним трубопроводом
    - Взаимодействует с несколькими трубопроводам
    - Взаимодействует с другими фитингами
    - Взаимодействует с пересекающимися ветвями трубопровода
2. Адаптер (ниппель)
    - Создаёт на трубе внутреннюю косметическую резьбу

- Создаёт на трубе наружную косметическую резьбу
- Делит участок трубы на два участка
- Модифицирует диаметр трубы с большего на меньший и обратно
- Вставляется на концы трубопровода
- Вставляется на середину участка трубопровода
- Взаимодействует с одним трубопроводом
- Взаимодействует с несколькими трубопроводам
- Взаимодействует с другими фитингами
- Взаимодействует с параллельными ветвями трубопровода
- Делает развальцовку трубы/шланга

3. Ветвь (приварная бобышка)
   - Делает отверстие в трубе
   - Срезает кромку под сварку
   - Вставляется на середину участка трубопровода
   - Взаимодействует с одним трубопроводом
   - Взаимодействует с несколькими трубопроводами
   - Взаимодействует с пересекающимися ветвями трубопровода
4. Втулка
   - Создаёт на трубе внутреннюю косметическую резьбу
   - Создаёт на трубе наружную косметическую резьбу
   - Делит участок трубы на два участка
   - Модифицирует диаметр трубы с большего на меньший и обратно
   - Срезает кромку под сварку
   - Вставляется на концы трубопровода
   - Вставляется на середину участка трубопровода
5. Гайка/перегородка (контргайка)
   - Создаёт на трубе наружную косметическую резьбу
   - Вставляется на середину участка трубопровода
   - Взаимодействует с одним трубопроводом
6. Двойное колено
   - Создаёт на трубе внутреннюю косметическую резьбу
   - Создаёт на трубе наружную косметическую резьбу
   - Срезает кромку под сварку
   - Вставляется на концы трубопровода
   - Отсекает вторую часть трубопровода
   - Модифицирует диаметр трубы с большего на меньший и обратно
   - Срезает кромку под сварку
   - Вставляется на середину участка трубопровода
   - Взаимодействует с одним трубопроводом
   - Взаимодействует с несколькими трубопроводами
   - Взаимодействует с параллельными ветвями трубопровода
   - Взаимодействует с другими фитингами
7. Клапан
   - Создаёт на трубе внутреннюю косметическую резьбу
   - Создаёт на трубе наружную косметическую резьбу
   - Делит участок трубы на два участка
   - Отсекает вторую часть трубопровода
   - Модифицирует диаметр трубы с большего на меньший и обратно
   - Срезает кромку под сварку

- Вставляется на концы трубопровода
- Вставляется на середину участка трубопровода
- Взаимодействует с одним трубопроводом
- Взаимодействует с несколькими трубопроводами
- Взаимодействует с другими фитингами
- Взаимодействует с пересекающимися ветвями трубопровода

8. Колено
    - Создаёт на трубе внутреннюю косметическую резьбу
    - Создаёт на трубе наружную косметическую резьбу
    - Делит участок трубы на два участка
    - Отсекает вторую часть трубопровода
    - Модифицирует диаметр трубы с большего на меньший и обратно
    - Срезает кромку под сварку
    - Вставляется на радиусы трубопровода
    - Вставляется на углы трубопровода
    - Вставляется на середину участка трубопровода
    - Взаимодействует с одним трубопроводом
    - Взаимодействует с несколькими трубопроводами
    - Взаимодействует с другими фитингами
    - Взаимодействует с пересекающимися ветвями трубопровода
9. Крестовина
    - Создаёт на трубе внутреннюю косметическую резьбу
    - Создаёт на трубе наружную косметическую резьбу
    - Делит участок трубы на два участка
    - Отсекает вторую часть трубопровода
    - Модифицирует диаметр трубы с большего на меньший и обратно
    - Срезает кромку под сварку
    - Вставляется на концы трубопровода
    - Вставляется на середину участка трубопровода
    - Взаимодействует с одним трубопроводом
    - Взаимодействует с несколькими трубопроводами
    - Взаимодействует с другими фитингами
    - Взаимодействует с пересекающимися ветвями трубопровода
10. Муфта
    - Создаёт на трубе внутреннюю косметическую резьбу
    - Создаёт на трубе наружную косметическую резьбу
    - Делит участок трубы на два участка
    - Модифицирует диаметр трубы с большего на меньший и обратно
    - Вставляется на концы трубопровода
    - Вставляется на середину участка трубопровода
    - Взаимодействует с одним трубопроводом
    - Взаимодействует с несколькими трубопроводами
    - Взаимодействует с другими фитингами
11. Заглушка/наконечник
    - Создаёт на трубе внутреннюю косметическую резьбу
    - Создаёт на трубе наружную косметическую резьбу
    - Отсекает вторую часть трубопровода
    - Вставляется на концы трубопровода
    - Взаимодействует с одним трубопроводом

- Взаимодействует с другими фитингами

12. Хомут
    - Меняет геометрию траектории.
    - Взаимодействует с несколькими трубопроводами
    - Взаимодействует с пересекающимися ветвями трубопровода
    - Взаимодействует с параллельными ветвями трубопровода
    - Взаимодействует с перекрещивающимися ветвями трубопровода
13. Редуктор
    - Создаёт на трубе внутреннюю косметическую резьбу
    - Создаёт на трубе наружную косметическую резьбу
    - Делит участок трубы на два участка
    - Модифицирует диаметр трубы с большего на меньший и обратно
    - Срезает кромку под сварку
    - Вставляется на концы трубопровода
    - Вставляется на середину участка трубопровода
    - Взаимодействует с одним трубопроводом
    - Взаимодействует с несколькими трубопроводами
14. Тройник
    - Создаёт на трубе внутреннюю косметическую резьбу
    - Создаёт на трубе наружную косметическую резьбу
    - Делит участок трубы на два участка
    - Отсекает вторую часть трубопровода
    - Модифицирует диаметр трубы с большего на меньший и обратно
    - Срезает кромку под сварку
    - Вставляется на концы трубопровода
    - Вставляется на радиусы трубопровода
    - Вставляется на углы трубопровода
    - Вставляется на середину участка трубопровода
    - Взаимодействует с одним трубопроводом
    - Взаимодействует с несколькими трубопроводами
    - Взаимодействует с другими фитингами
    - Взаимодействует с пересекающимися ветвями трубопровода
15. Уплотнение
    - Взаимодействует с другими фитингами
16. Фланец
    - Делит участок трубы на два участка
    - Вставляется на концы трубопровода
    - Вставляется на середину участка трубопровода
    - Взаимодействует с одним трубопроводом
    - Взаимодействует с другими фитингами
17. Опора трубопровода
    - Вставляется на середину участка трубопровода
    - Взаимодействует с одним трубопроводом
    - Вставляется на радиусы трубопровода
    - Вставляется на углы трубопровода
    - Взаимодействует с несколькими трубопроводами
    - Взаимодействует с параллельными ветвями трубопровода
    - Взаимодействует с другими фитингами
18. Компенсатор

- Делит участок трубы на два участка
- Срезает кромку под сварку
- Взаимодействует с одним трубопроводом (Вставляется на концы трубопровода)
- Вставляется на середину участка трубопровода
- Взаимодействует с другими фитингами

Пример создания смарт-фрагмента бобышки

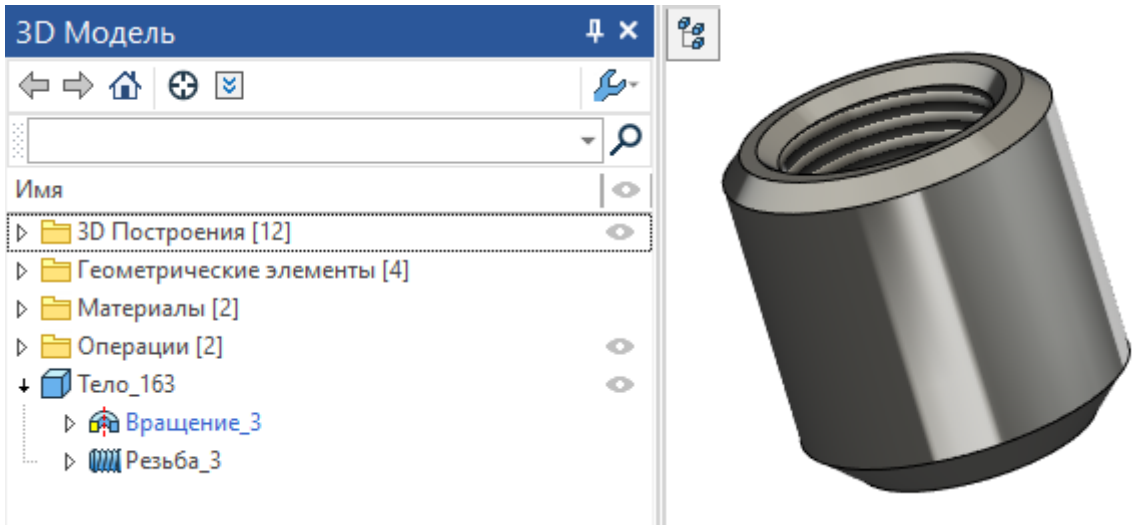
Создание смарт-фрагмента условно разбито на четыре этапа:

- Создание тела фитинга,
- Создание тела, определяющего форму выреза в трубе,
- Настройка параметров фитинга,
- Создание макроса.

> В качестве примера использован смарт-фрагмент из библиотеки
> **Примеры 17\Сервисные инструменты\Коммуникации\Бобышка под манометр (Смарт).grb**

Создание тела фитинга

Для начала необходимо создать тело фрагмента. В данном случае для создания бобышки применены операции **Вращение** и **Резьба**. Вначале контур будущего тела был повернут вокруг оси на 360 градусов, а затем в получившемся отверстии была создана резьба.



Создание тела, определяющего форму выреза в трубе

Следующий шаг – создание тела для задания в трубе отверстия.

> Тело для задания отверстия – элемент фитинга, определяющий форму и размеры отверстия в трубе, в которую вставляется фитинг. После того как фитинг будет вставлен в трубу, тело для создания отверстия исчезнет.

Для создания смарт-фрагмента фитинга существуют определённые правила задания ЛСК, коннекторов и переменных.
Для создания бобышки нужно обязательно задать входной диаметр фитинга главного направления **DiameterIn1** и главную ЛСК - **LCS_1**.

> Имена переменных и их описания приведены в разделе Внешние переменные фитинга. Имена ЛСК и значения коннектора приведены в разделе ЛСК и коннекторы фитинга.

Задание входного диаметра

Диаметр задаётся в редакторе переменных. Эта переменная определяет диаметр трубы, в которую вставляется фитинг и задаёт положение фитинга относительно него.

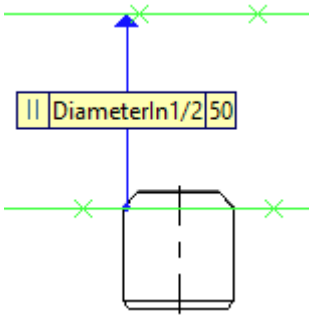
	?	Имя	Выражение	Значение	Комментарий	
		DiameterIn1	100	100	Диаметр трубы, мм	

При создании переменной можно задать любое значение диаметра. При вставке фитинга в сборку макрос автоматически определит диаметр трубы, на которую вставляется фитинг, и занесёт его значение в переменные.

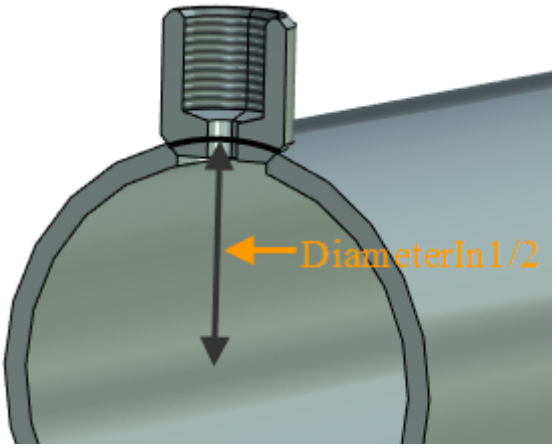
Для переменной необходимо установить флаг **Внешняя переменная**.

Задание ЛСК

Для определения положения ЛСК в примере создана линия построения. Линия расположена на расстоянии заданном внешней переменной **DiameterIn1/2** от торца цилиндрической части бобышки. Так как диаметр трубы делится пополам, отверстие будет создано до центра трубы, а бобышка будет расположена на самой трубе.

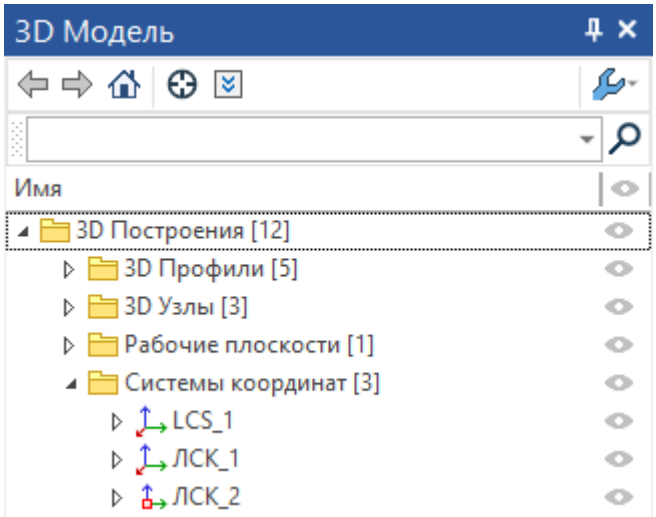


Линия для определения положения ЛСК



Будущее расположение бобышки на трубопроводе

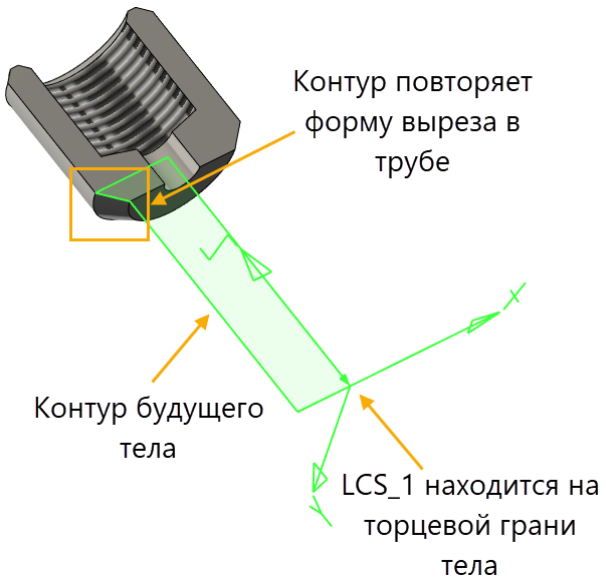
В точке пересечения созданной линии и оси бобышки строится ЛСК. Этой ЛСК присваивается имя **LCS_1**.



В данном случае к фитингу не будут подсоединяться ни элементы трубопровода, ни другие фитинги, так что создание дополнительных коннекторов (**C_In, C_Out**), диаметров (**DiameterIn2, DiameterOut**), а также их параметров не требуется.

Создание тела выреза

Следующим шагом создаётся тело для задания формы выреза в трубе. Контур создаваемого тела должен повторять форму выреза в трубе, чтобы при вставке не возникло пересечения тел фитинга и трубопровода.

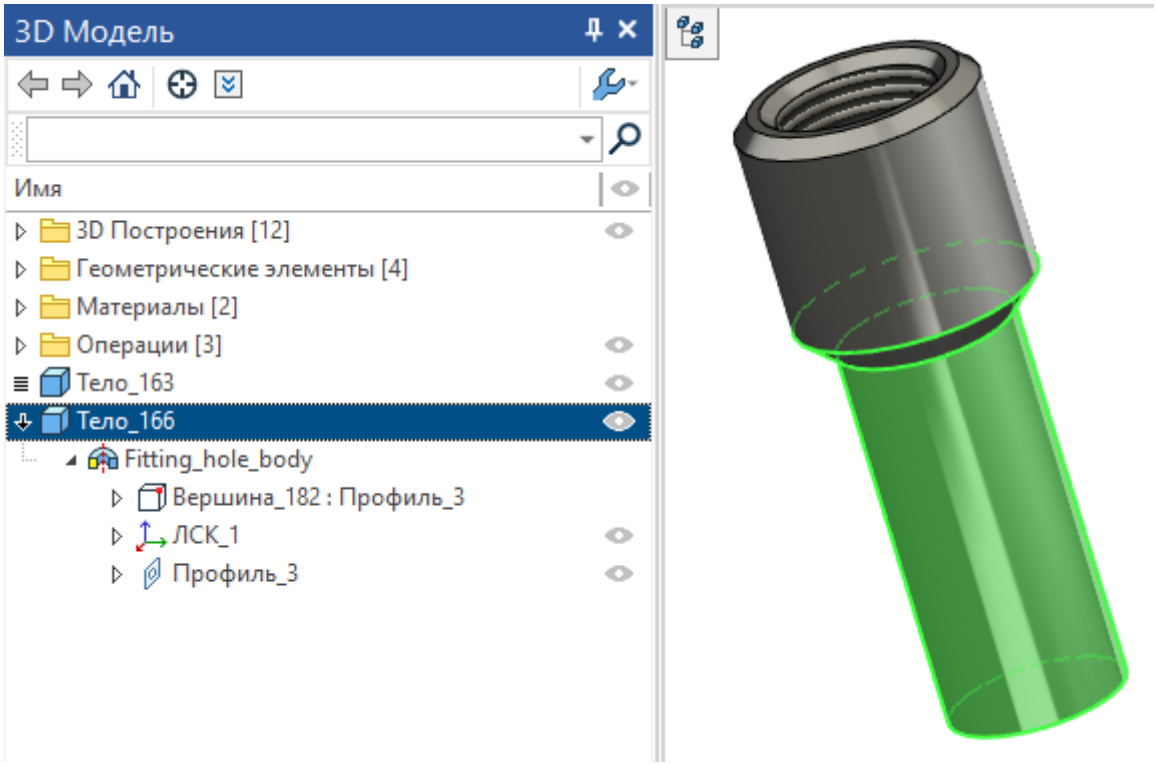


Длина тела должна зависеть от положения **LCS_1**. Это делается для того, чтобы можно было регулировать положение фитинга на трубе в зависимости от диаметра трубы.

> Желательно, чтобы тело имело наиболее простую геометрию – параллелепипед или цилиндр. Это сократит время пересчёта трубопровода.

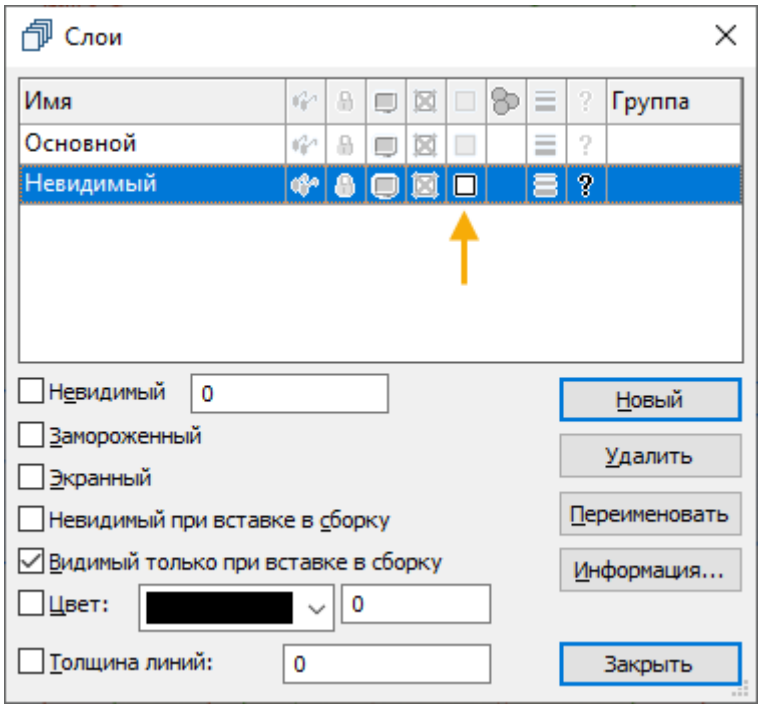
> В случае если тело не создано, вырез делается по форме самого вставляемого фрагмента.

В данном случае тело получено путём вращения контура вокруг оси.

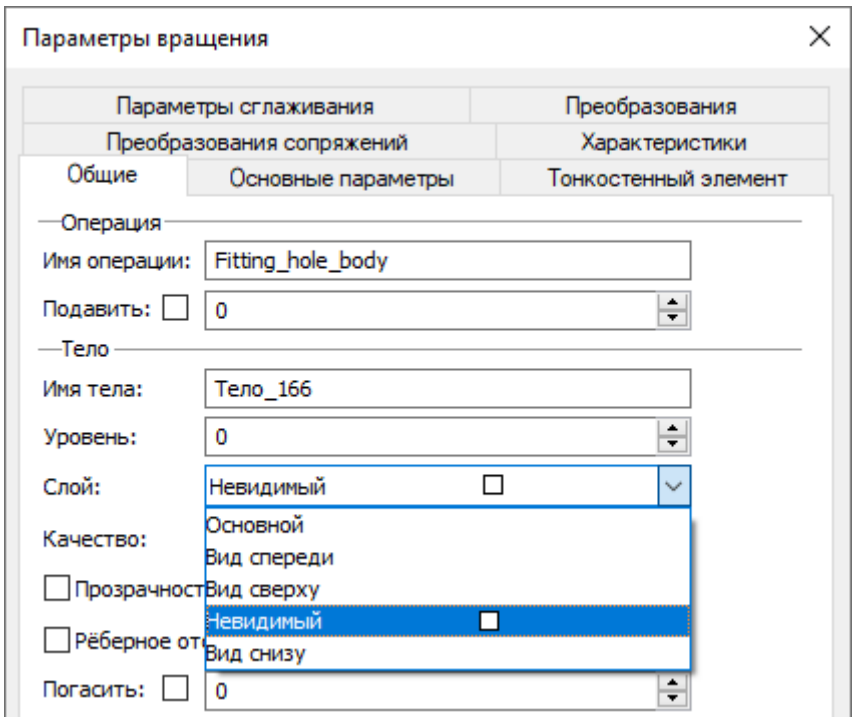


Тело для задания формы выреза в трубе следует скрыть в 3D сцене и на чертеже. Для того чтобы его скрыть нужно выполнить следующую последовательность действий.

- В редакторе слоёв необходимо создать новый слой, назвать его **Невидимый** и установить для него флаг **Видимый только при вставке в сборку**.



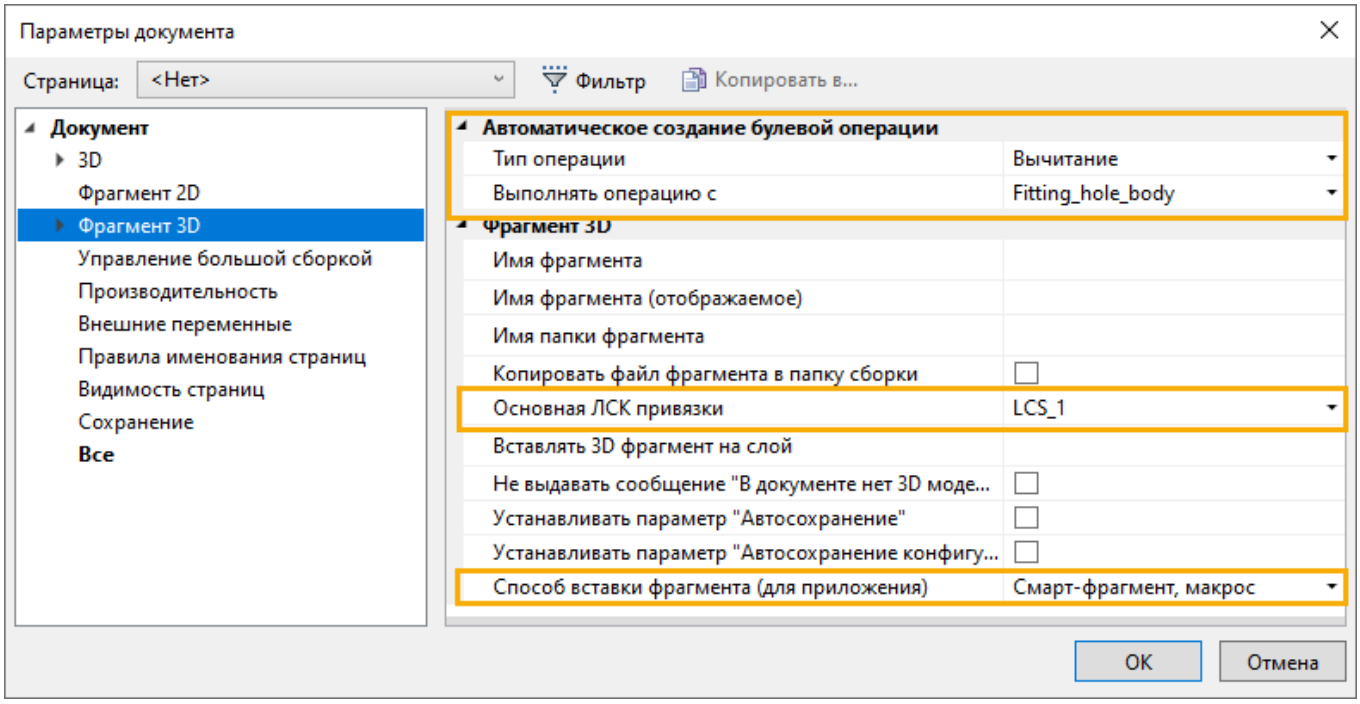
- В параметрах созданного тела на закладке **Общие** необходимо указать ранее созданный слой **Невидимый**, после чего тело будет скрыто в 3D сцене.



Настройка параметров фитинга

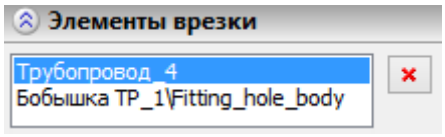
После создания тела фитинга необходимо задать ему параметры для вставки в сборку в качестве смарт-фрагмента. Для этого необходимо зайти в диалог команды **Параметры документа** и выбрать закладку **Фрагмент 3D.**

В окне параметров необходимо указать **Способ вставки фрагмента (для приложения) – Смарт-фрагмент, макрос** (Создание макроса описано ниже). Система будет использовать заданный в **Редакторе макросов** макрос при вставке этого тела. Далее в группе **Автоматическое создание булевой операции** выбрать **Тип операции - Вычитание**, чтобы тело создавало вырез в трубе и в поле **Выполнять операцию с** нужно указать имя тела, которое будет использовано для булевой операции, чтобы вырез делался только с помощью выбранного тела, а не всего фитинга. В данном случае - **Fitting_hole_body**.



Задание вышеперечисленных параметров позволит системе автоматически выполнить макрос и создать булеву операцию при вставке смарт-фрагмента.

После выполнения булевой операции, тело для создания формы выреза в трубе исчезнет. Оно будет указано в секции **Элементы врезки** в окне параметров для выбранного элемента трубопровода.



Создание макроса

Далее приведена последовательность действий для создания макроса вставки смарт-фрагмента.

В редакторе макросов необходимо создать новый макрос. Текст макроса для различных фитингов отличается только типом, указанным в скобках. В данном случае это тип **Inset**.

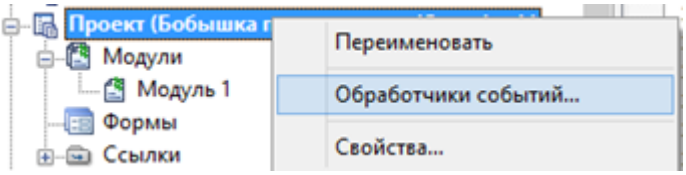
Модуль 1

```
using System;
using FittingImport;

namespace FittingImportNamespace
{
    public class FittingImportClass
    {
        public static void Fitting_InsertAsFragment()
        {
            FittingImport.TFFittingImport.Create(FittingType.Inset);
        }
        public static void Fitting_EditFragment()
        {
            FittingImport.TFFittingImport.Edit(FittingType.Inset);
        }
        public static void Fitting_DeleteFragment()
        {
            FittingImport.TFFittingImport.Delete(FittingType.Inset);
        }
    }
}
```

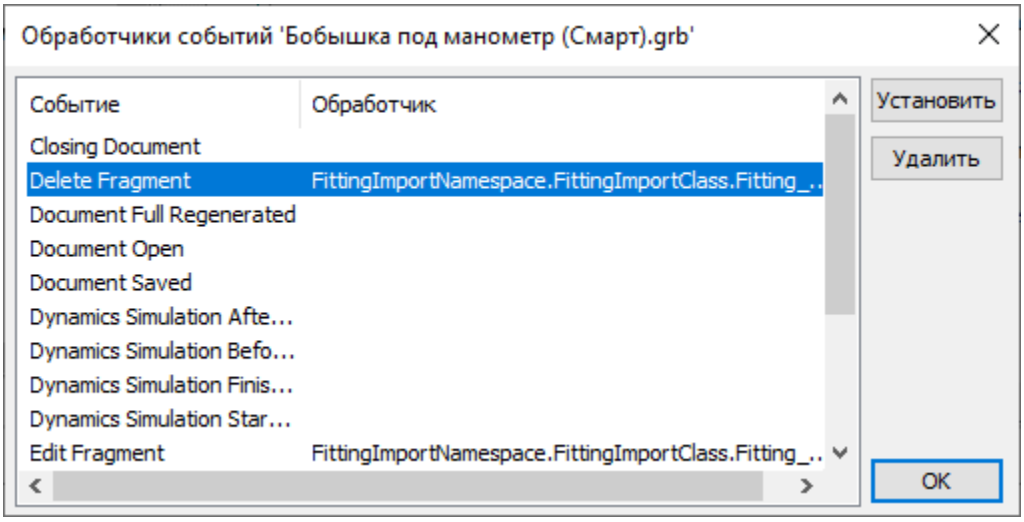
Далее необходимо установить три обработчика событий:

- Вставка как фрагмент (**Fitting_InsertAsFragment**),
- Редактирование (**Fitting_EditFragment**),
- Удаление (**Fitting_DeleteFragment**).

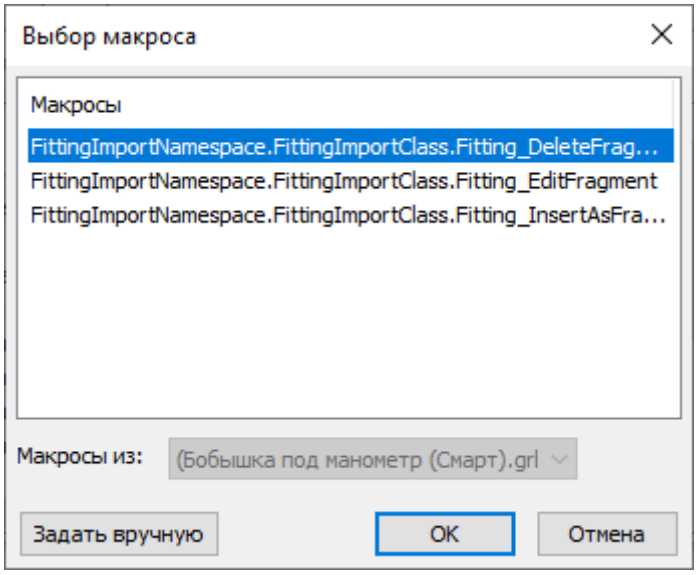
Для задания обработчика необходимо выбрать проект и в контекстном меню выбрать **Обработчики событий**....

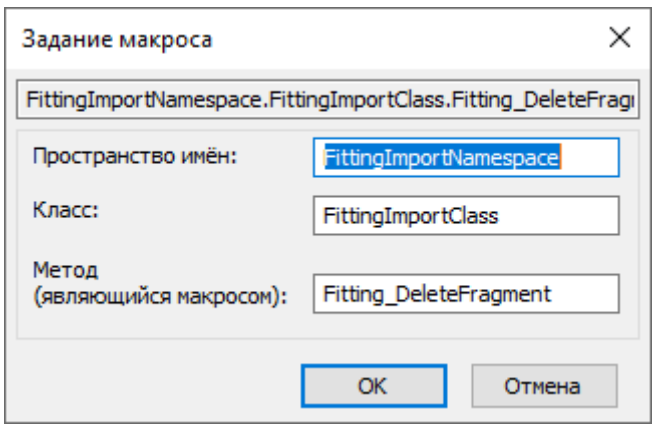


В появившемся окне нужно поочерёдно выбрать три строки **Delete fragment, Edit Fragment, Insert As Fragment** и выбрать для них макрос с помощью кнопки **Установить**.

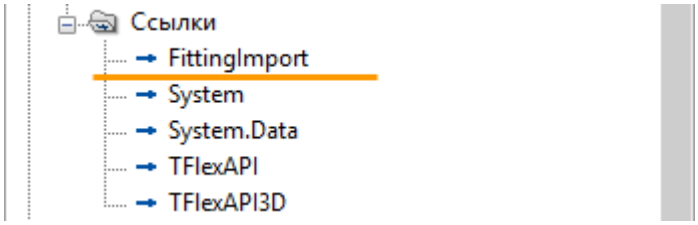


Так как главный макрос был предварительно создан в редакторе макросов, то появится список, из которого можно выбрать необходимую часть макроса. При необходимости макрос можно задать вручную с помощью кнопки **Задать вручную**.





Для успешной компиляции макроса необходимо в проект добавить ссылку на **FittingImport**.



После выполнения всех вышеперечисленных пунктов, файл фрагмента нужно сохранить. Теперь созданный фитинг можно использовать для вставки в сборку.

Подробную информацию о создании макросов можно найти в главе Макросы.

После выполнения всех вышеперечисленных действий необходимо сохранить файл фрагмента. Теперь его можно вставлять в сборку.

Типы соединений коммуникаций

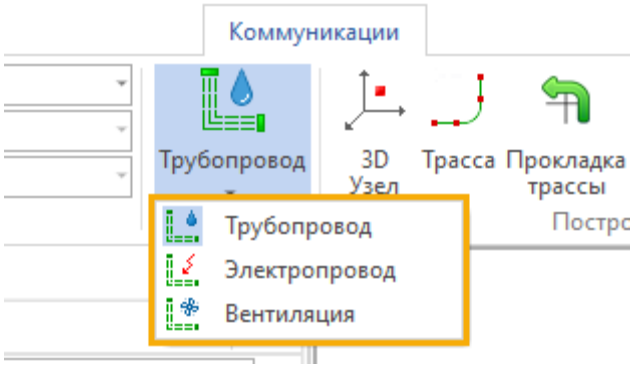
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Коммуникации > Настройки > Типы соединений
Клавиатура	Текстовое меню
<TI>	Сервис > Коммуникации > Типы соединений

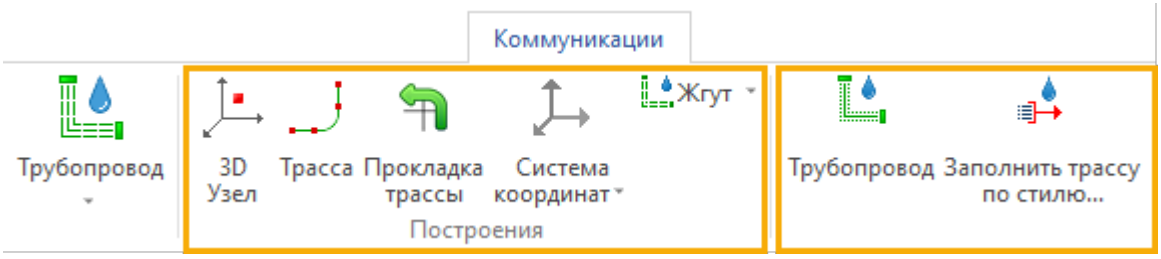
С целью автоматизации работы при проектировании коммуникаций, объектам могут быть назначены определённые типы. Назначение типа позволяет исключать ошибки при операциях подключения элементов друг к другу.

Для описания правил совместимости объектов различных типов используется редактор типов соединений. Для вызова редактора предназначена команда **Типы соединений**.

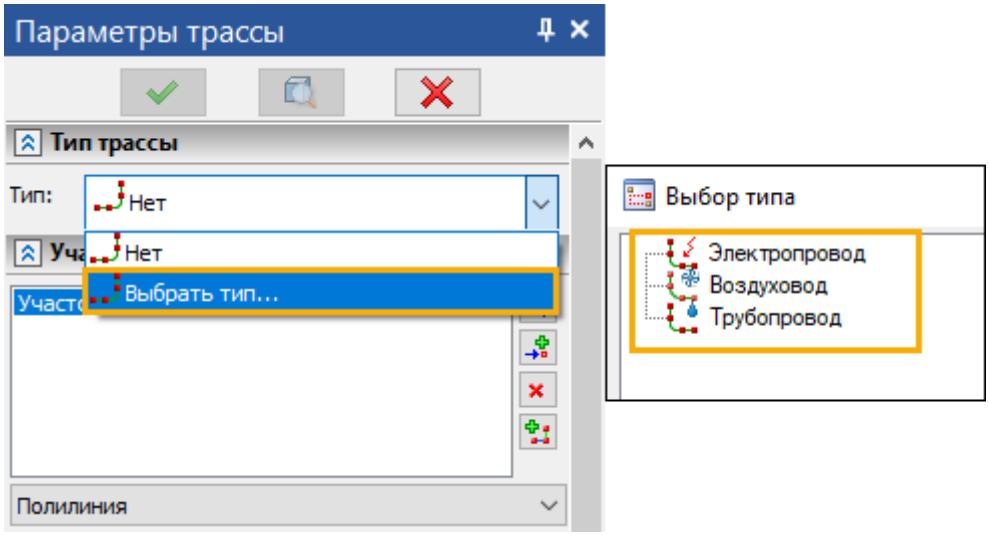
С помощью редактора можно описать правила совместимости различных типов коммуникаций; например, назначить допустимые соответствия между трассами и фитингами или между трассами разных типов. Настройка совместимости позволяет избежать ошибок при работе нескольких специалистов над одним проектом. Например, исключить случайное соединение низковольтных и высоковольтных кабелей в процессе проектирования.
Окно редактора разделено на две основные части. В левой части окна отображается дерево типов, в правой - параметры типа, выбранного в дереве. В верхней части окна доступно текстовое меню, позволяющее сохранять, экспортировать и импортировать дерево, добавлять и удалять типы, а также проверять совместимость типов с помощью команды проверки совместимости или дерева совместимости.
Можно создавать объекты базовых типов, соответствующих доступным по умолчанию режимам создания коммуникаций - **Трубопровод**, **Электропровод**, **Вентиляция**.



Для этих базовых типов можно вызвать команды создания точки подключения, жгута, трубопровода (провода/кабеля, воздуховода) и заполнения трассы по стилю в соответствующем режиме с помощью вкладки ленты **Коммуникации** и раздела **Сервис** > **Коммуникации** текстового меню.



При вызове команды **Трасса** для уточнения типа в выпадающем меню **Тип** в верхней части окна параметров команды следует выбрать опцию **Выбрать тип**.



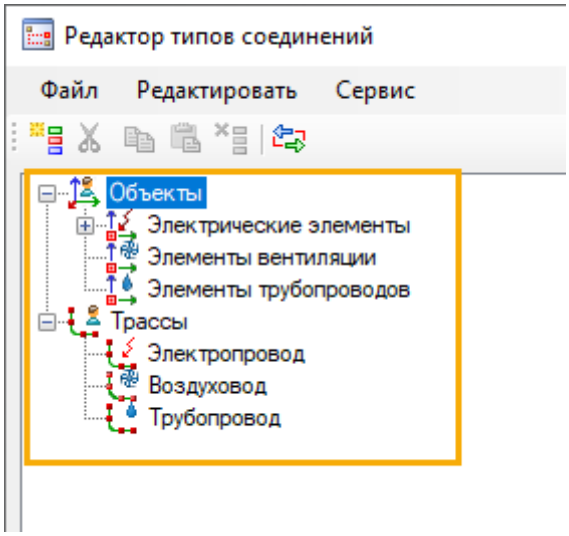
В выпадающем списке отображаются 10 последних использованных типов. При вызове команды в одном из режимов создания коммуникаций это будут только типы, порождённые соответствующим базовым типом, при использовании команды в обычном режиме – все использованные типы.

Основные темы в этом разделе:

- Дерево типов
- Параметры типа
- Сохранение, импорт и экспорт типов
- Дерево совместимости
- Проверка совместимости
- Физические величины

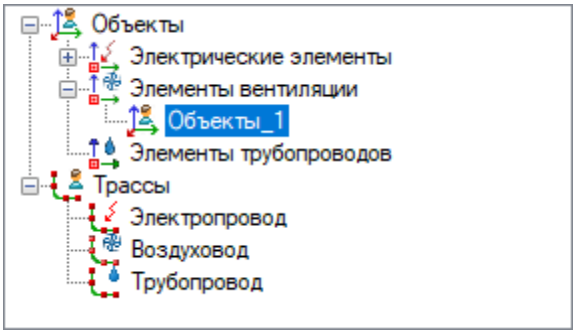
Дерево типов

В левой части окна редактора типов соединений находится дерево типов. Оно состоит из двух основных разделов: **Объекты** и **Трассы**.



Над деревом типов располагается панель инструментов для его редактирования.

Создать. Позволяет создать новый тип. Объект будет добавлен в выбранный тип из списка. Параметры нового типа описаны ниже.



Вырезать. Выбранный объект будет вырезан из дерева.

Копировать. Позволяет копировать тип.

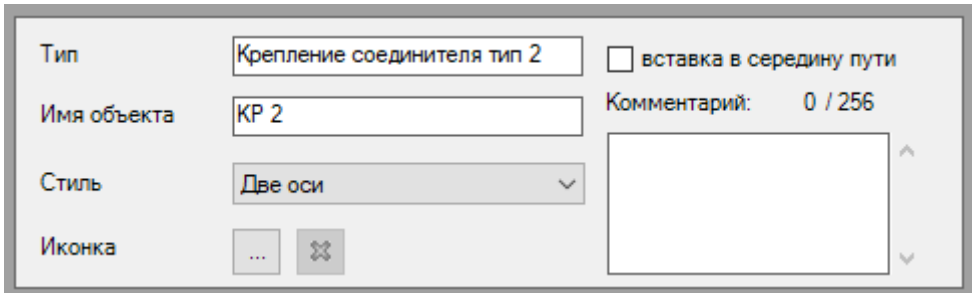
Вставить. Позволяет вставить элемент. Работает с опциями **Вырезать** и **Копировать**.

Удалить. Позволяет удалить выбранный тип.

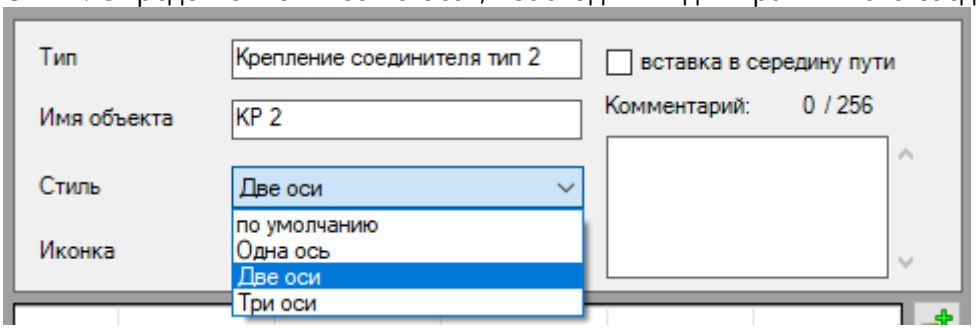
Редактор физических величин. Даёт доступ к внутреннему справочнику физических величин. Работа со справочником описана ниже.

Параметры типа

В правой части окна редактора типов соединений отображаются заданные параметры выбранного типа.

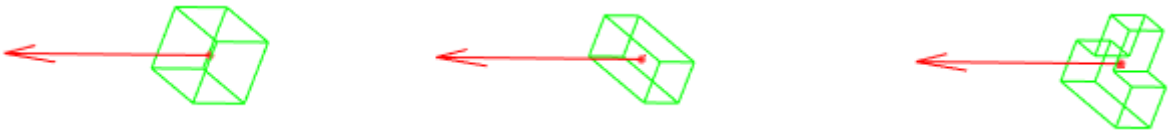


Тип. В поле можно задать уникальное имя типа, к которому принадлежит объект. Имя типа будет отображаться в списке в левой части окна **Редактор типов соединений** и в выпадающем списке типов при создании объектов (точек подключения и трасс).
Имя объекта. Определяет имя объекта заданного типа. Имя будет отображаться в дереве модели. Имена разных объектов могут совпадать.
Стиль. Определяет количество осей, необходимых для правильного соединения объектов.



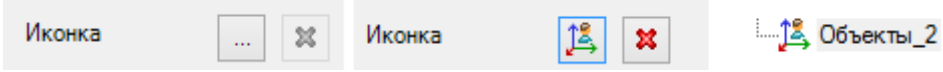
Например, для соединения типа «Вилка – розетка» необходимо совпадение двух осей.

Стиль учитывается при создании точек подключения и трасс.

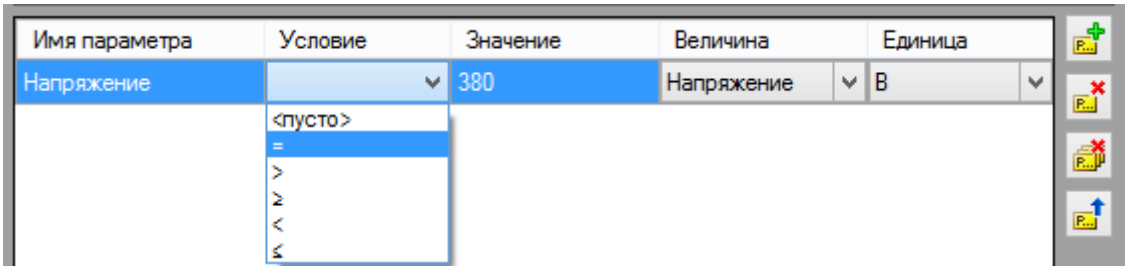


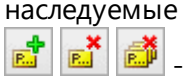
Одна ось Две оси Три оси

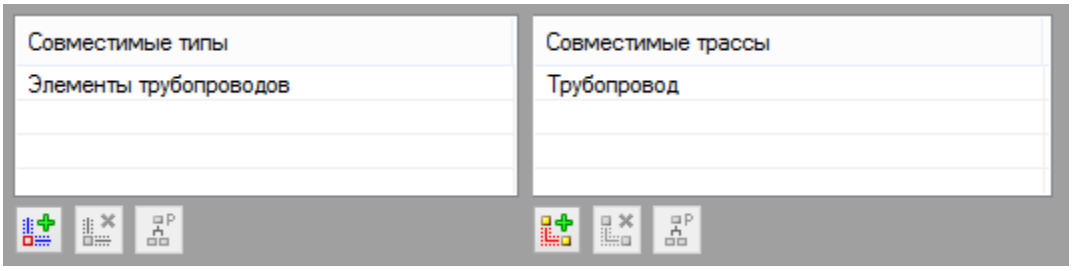
Иконка. Позволяет установить иконку, которая будет отображаться слева от типа. Выбрать файл для иконки можно с помощью кнопки ... . В открывшемся окне доступны стандартные иконки. Удалить иконку элемента можно с помощью кнопки .



Комментарий. В поле можно внести комментарий к выбранному элементу. Число символов, доступных для комментария, отображается над полем.
Для каждого элемента можно задать набор параметров.



Имя параметра. Если у двух объектов одинакового типа совпадают имена параметров, то эти параметры сравниваются. При несовместимости параметров, соединить объекты нельзя.
Условие. Условие можно выбрать из выпадающего списка.
Значение. Заданное в поле значение учитывается при сравнении параметров.
Величина. Из выпадающего списка можно выбрать физическую величину. Физические величины настраиваются в **Редакторе физических величин**.
Единица. После выбора величины становится доступен список соответствующих ей единиц измерения.
В правой части располагается набор кнопок для управления наследованием параметров. По умолчанию объекты наследуют все параметры объектов верхнего уровня иерархии.
Кнопка показывает параметры, которые наследует выбранный тип. Для того чтобы изменить наследуемые параметры используется опция .
 - опции позволяют добавлять и удалять параметры из списка.
В нижней части окна можно задать совместимые элементы.



Опции и позволяют добавить совместимые типы и трассы из списка. Опции и позволяют удалить добавленные типы и трассы.
Опция позволяет управлять наследованием типов параметров. Когда опция включена, все объекты внутри типа наследуют все его совместимые элементы. После отключения опции можно удалить все, кроме одной наследуемой совместимости.
Для трасс можно задать только совместимые типы.

Сохранение, импорт и экспорт типов

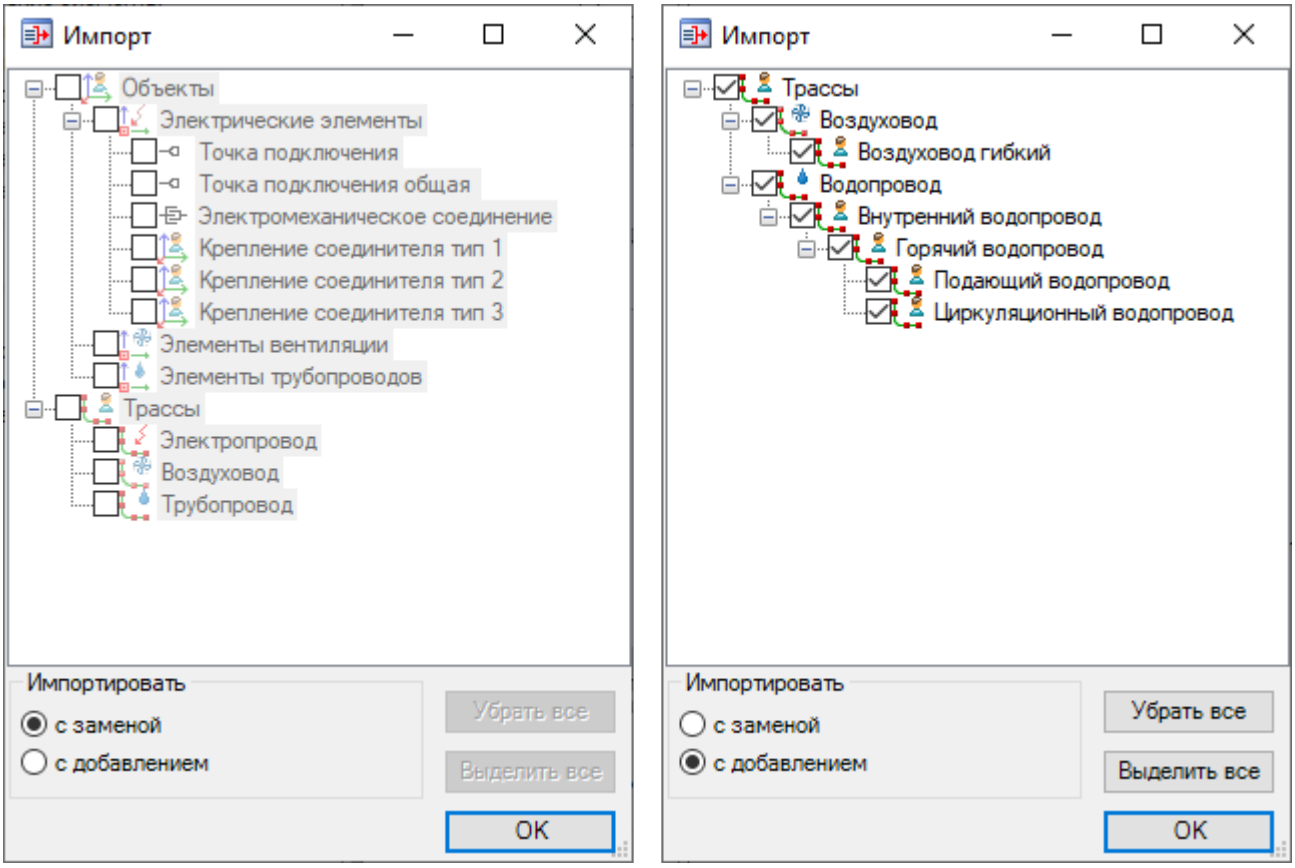
Структура дерева типов и описание типов содержится в файле ConnectorType.xml. Для управления данным файлом в разделе **Файл** меню редактора типов соединений доступны следующие команды:

- **Сохранить** (активна, если какой-либо элемент в дереве был изменён): сохраняет файл **ConnectorType.xml** в C:\Users\User_name\AppData\Local\Top Systems\T-FLEX CAD 3D xx\Rus.

- **Импортировать**: заменяет содержимое текущего **ConnectorType.xml** содержимым импортируемого файла. Если файл ConnectorType.xml был изменён, перед импортом предлагается сохранить его под другим именем.
- **Экспортировать:** сохраняет файл **ConnectorType.xml** в указанном месте. При желании, файлу можно задать другое имя.

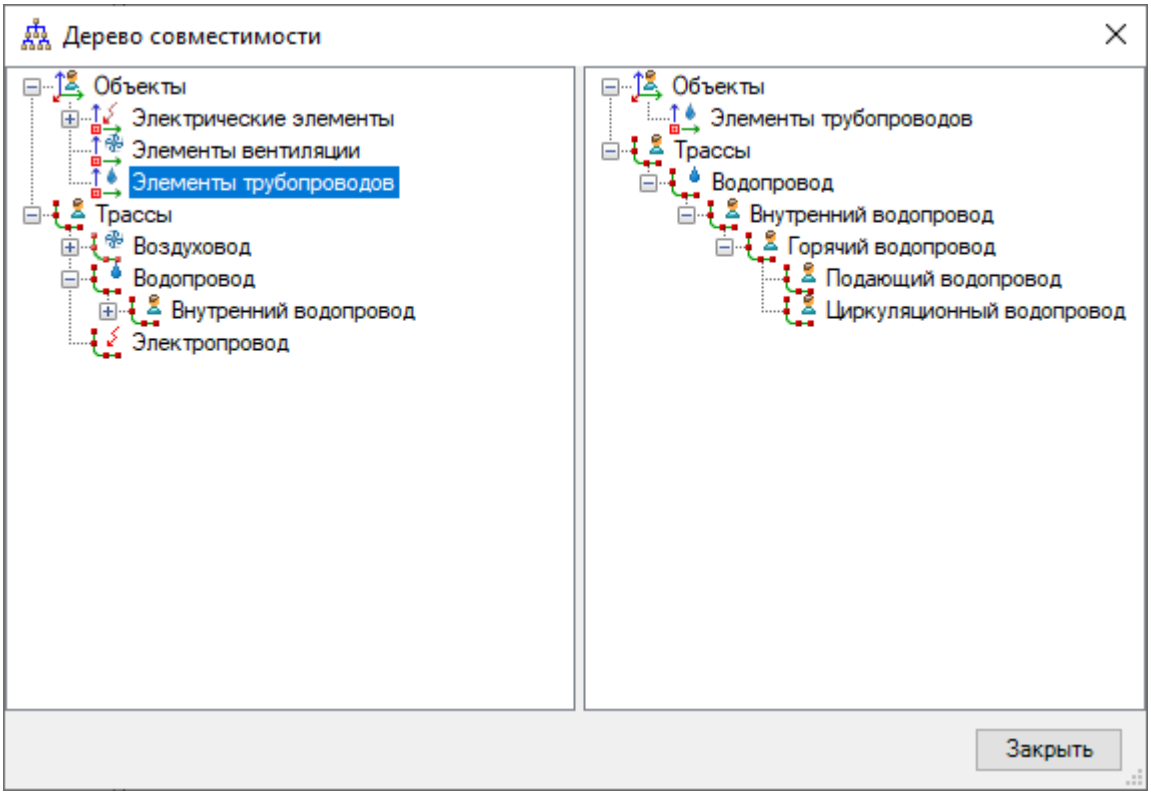
При импорте дерева типов доступны две опции:

- **с заменой**: текущий список полностью заменяется списком из внешнего файла.
- **с добавлением**: пользователю предлагается выбрать типы, которые необходимо поместить в текущий список. Импортируемый список при этом фильтруется: не отображаются типы, уже имеющиеся в текущем списке.



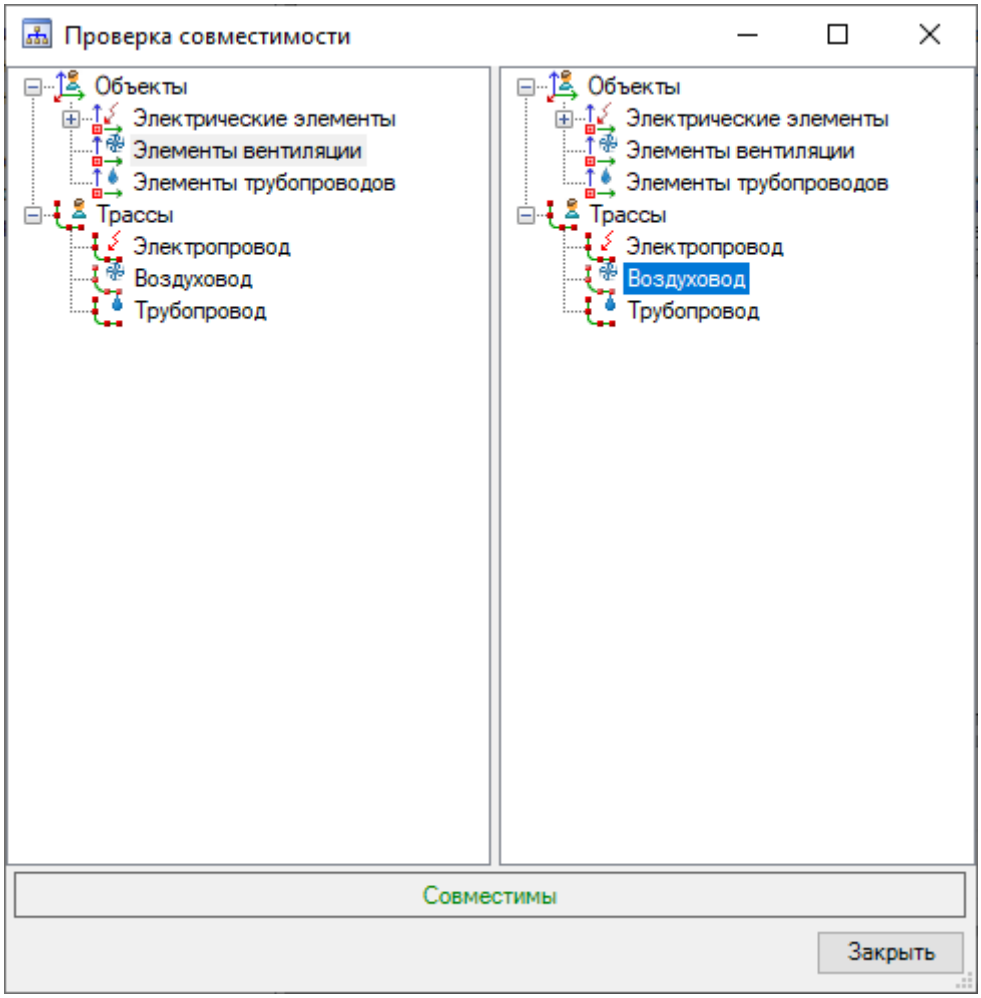
Дерево совместимости

Команда редактора типов соединений **Сервис** > **Дерево совместимости** отображает в отдельном окне созданные правила совместимости. Для выбранного в левой части окна элемента в правой части отображаются все совместимые объекты и трассы. Дерево позволяет наглядно увидеть существующую структуру совместимости.



Проверка совместимости

Команда редактора типов соединений **Сервис** > **Проверить совместимость** позволяет проверять совместимость любой пары элементов в списках объектов и трасс. Выберите элемент в левом окне и элемент в правом окне – в строке внизу отобразится наличие или отсутствие совместимости.



Физические величины

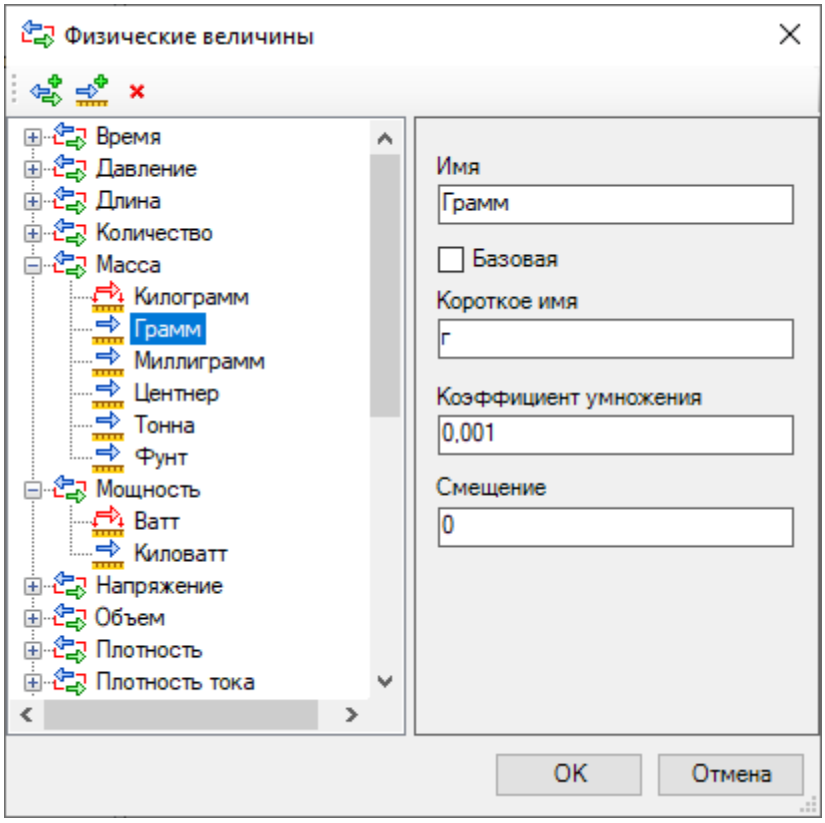
Команда редактора типов соединений **Редактировать> Редактор физических величин** отображает внутренний справочник физических величин для редактора типов соединений. Для каждой величины существует список единиц измерения с указанием имени и короткого имени.

Флаг **Базовая** задаёт единицу измерения по умолчанию. Для остальных единиц измерения указывается **Коэффициент умножения** для пересчёта в базовую единицу. Список величин и единиц измерения может редактироваться при помощи команд:

- Добавить величину

- Добавить единицу измерения

- Удалить



Жгут

Жгут является частью иерархической структуры трассы, объединяющей несколько трасс или других жгутов. Например, жгуты могут использоваться при автоматической прокладке трасс.
Для создания жгутов необходимо построить трассы, которые впоследствии будут объединены в жгуты.
Команда создания жгута вызывается отдельно для каждого режима создания коммуникаций:

- В режиме **Трубопровод:**

Пиктограмма	Лента
	Коммуникации > Построения > Жгут
Клавиатура	Текстовое меню
	Сервис > Коммуникации > Трубопровод > Жгут

- В режиме **Электропровод:**

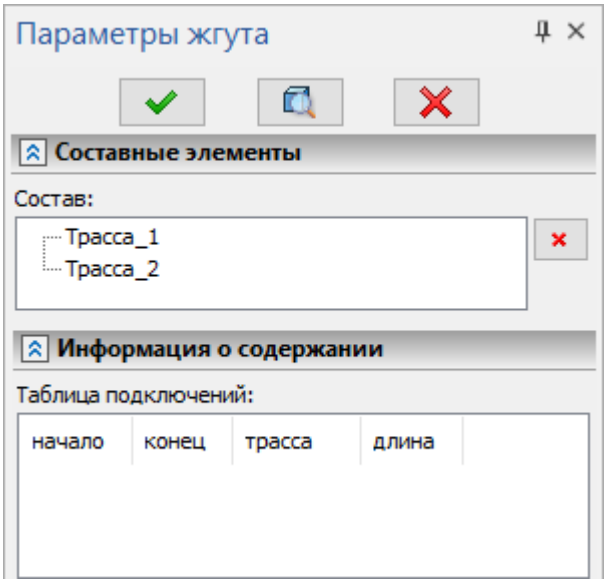
Пиктограмма	Лента
	Коммуникации > Построения > Жгут
Клавиатура	Текстовое меню
	Сервис > Коммуникации > Электропровод > Жгут

- В режиме **Вентиляция:**

Пиктограмма	Лента
	Коммуникации > Построения > Жгут
Клавиатура	Текстовое меню
	Сервис > Коммуникации > Вентиляция > Жгут

После активации команды следует указать трассы, которые будут объединены в жгут. Выбор трасс происходит при включённой опции в автоменю.

Обязательным условием объединения в жгут двух трасс, является наличие хотя бы одной точки пересечения двух соседних участков.



Все выбранные трассы отображаются в окне параметров в разделе **Составные элементы**.

Для завершения создания жгута необходимо нажать .

Точка подключения

Для автоматизации соединения элементов коммуникаций друг с другом используются **точки подключения** – коннекторы. Они представляют собой ЛСК, которым присвоены определённые типы.

Можно задать тип вручную после вызова команды создания ЛСК обычным способом, либо сразу вызвать эту команду в режиме создания коммуникаций определённого типа (в таком случае соответствующий тип ЛСК будет установлен по умолчанию):

- В режиме **Трубопровод**:

Пиктограмма	Лента
	Коммуникации > Построения > Точка подключения
Клавиатура	Текстовое меню
	Сервис > Коммуникации > Трубопровод > Точка подключения

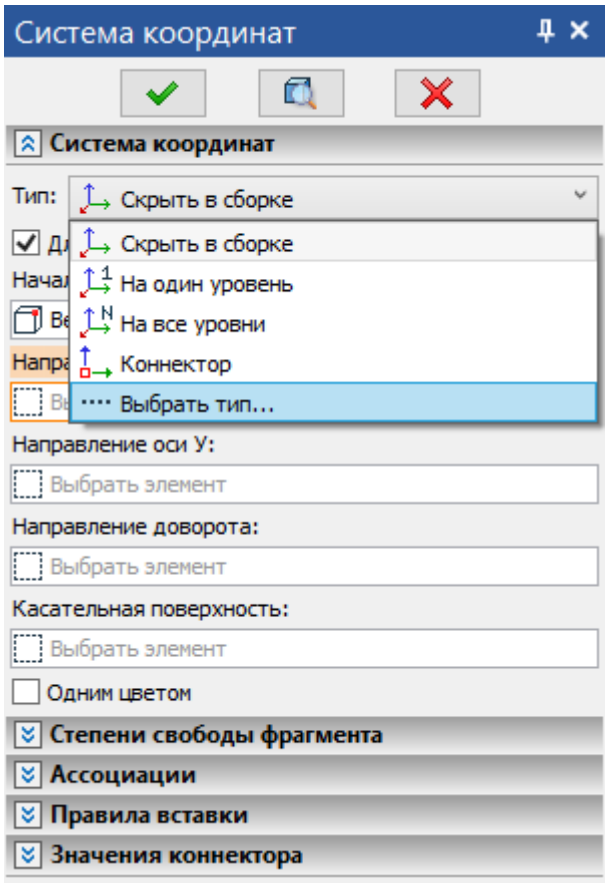
- В режиме **Электропровод**:

Пиктограмма	Лента
	Коммуникации > Построения > Точка подключения
Клавиатура	Текстовое меню
	Сервис > Коммуникации > Электропровод > Точка подключения

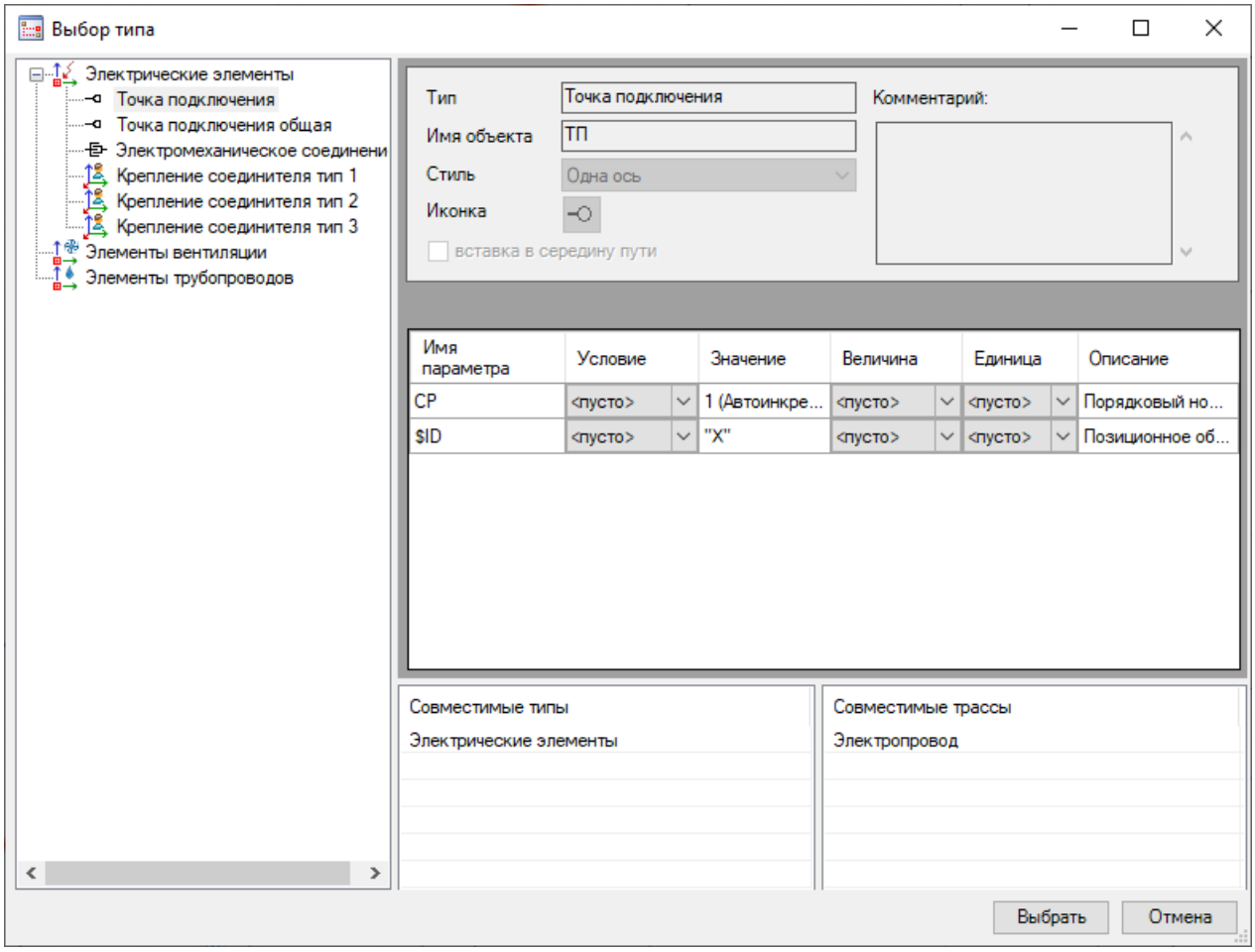
- В режиме **Вентиляция:**

Пиктограмма	Лента
	Коммуникации > Построения > Точка подключения
Клавиатура	Текстовое меню
	Сервис > Коммуникации > Вентиляция > Точка подключения

Для ручного выбора типа используйте пункт **Выбрать тип** в выпадающем списке **Тип** на вкладке **Система координат** окна параметров команды:



В результате откроется диалог выбора типа:



Если тип ЛСК отсутствует в используемой иерархии типов, то рядом с ЛСК будет пометка «**из документа**».

Для точки подключения доступно два параметра - **Порядковый номер (CP)** и **Позиционное обозначение ($ID)**. Для параметра CP доступна автоинкрементация, т.е. при создании новых точек подключения, значение данного параметра будет увеличено на 1.

При создании коннекторов для их позиционирования могут быть использованы только объекты совместимого типа или же объекты без присвоенного типа. При добавлении в модель типизированного элемента система проверяет, может ли данная точка быть использована для привязки элемента, т.е. совместимы ли объекты данных типов.

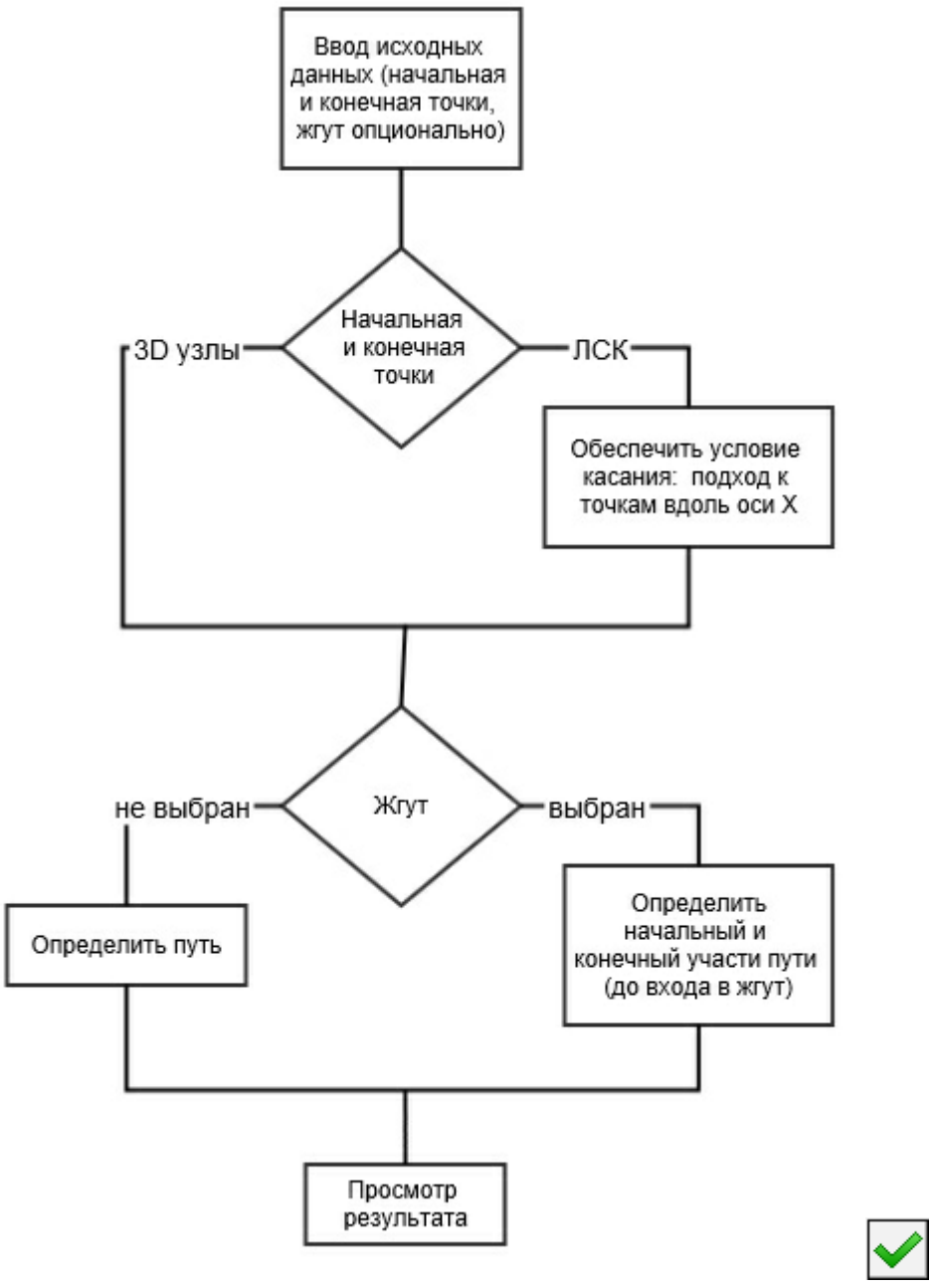
Подробную информацию о создании коннекторов можно найти в главе Локальные системы координат.

Автоматическая прокладка трассы

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Коммуникации > Построения > Прокладка трассы
Клавиатура	Текстовое меню
-	Сервис > Коммуникации > Прокладка трассы

Команда **Прокладка трассы** осуществляет автоматизированную прокладку трассы между выбранными узлами. Для задания траектории среднего участка трассы может быть использован жгут. Алгоритм действий при работе с командой может быть представлен следующим образом:

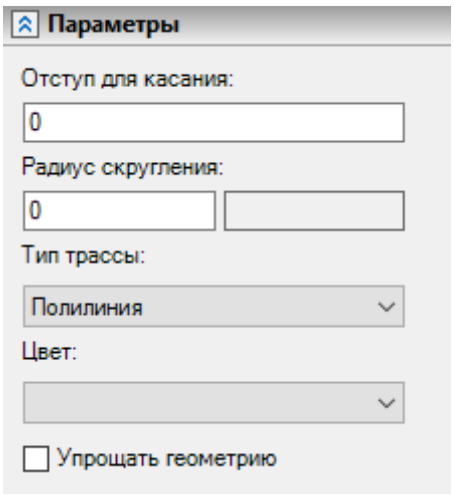


После вызова команды доступны следующие опции:

<F> Выбрать начальную точку

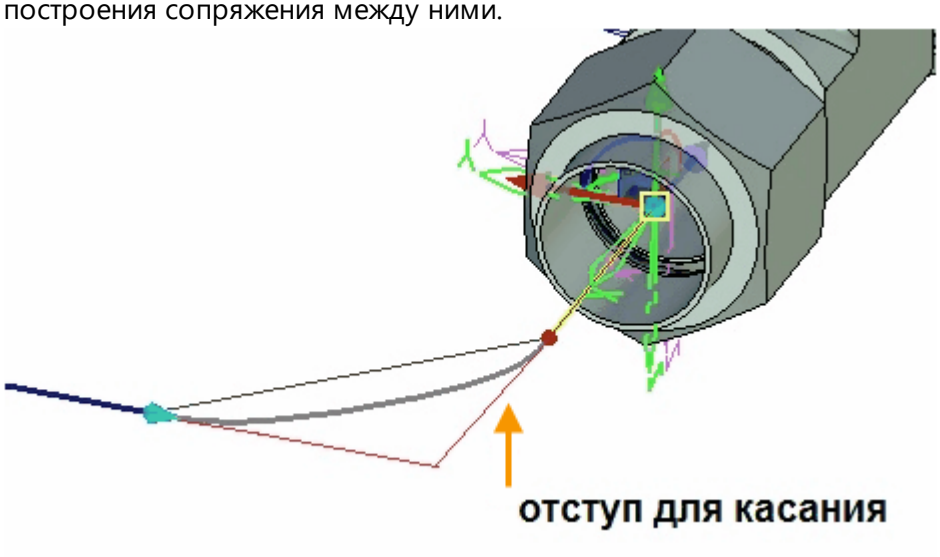
	<S>	Выбрать конечную точку
	<D>	Сбросить начальную и конечную точки
	<L>	Выбрать жгут
	<C>	Отменить выбор жгута
	<N>	Продолжить
	<P>	Вернуться
	<R>	Продолжить работу команды после применения текущих изменений

В окне параметров можно задать параметры создаваемой трассы:



Отступ для касания

Расстояние, на которое участок трассы отступает от точки пересечения с другим участком для построения сопряжения между ними.



Радиус скругления

Радиус скругления в точках излома трассы.

Тип трассы: полилиния, сплайн по точкам, сплайн по полилинии. Может быть отдельно задан для каждого участка трассы.

Цвет

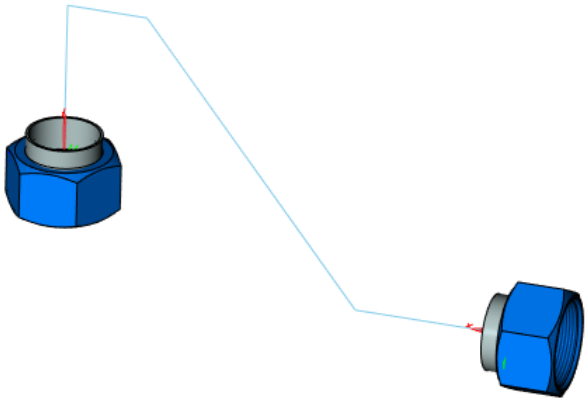
Цвет трассы по умолчанию.

Упрощать геометрию

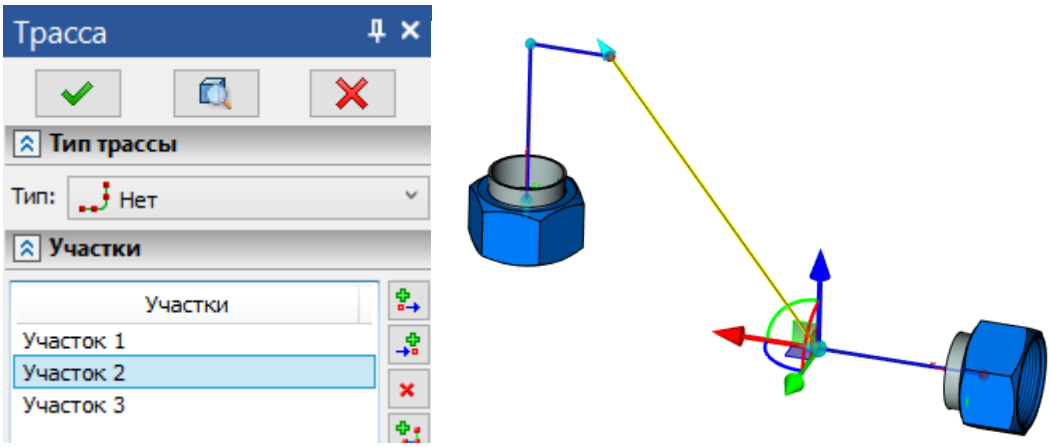
Позволяет получить трассу из одного участка, т.е. объединяет участки трассы при одновременном соблюдении трёх условий:

- отступ для касания обеих участков равен нулю;
- радиусы скругления на участках равны;
- тип трассы совпадает.

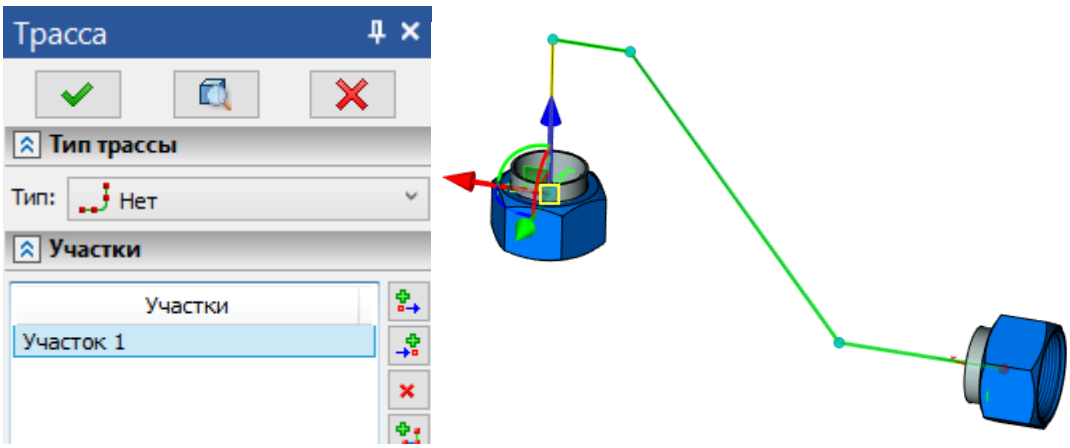
Создадим две одинаковых трассы - одну без упрощения, вторую с упрощением.



Трасса, построенная без упрощения, состоит из трёх участков.



Трасса, построенная с упрощением, имеет такую же форму, но состоит из одного участка.



Прокладка трассы

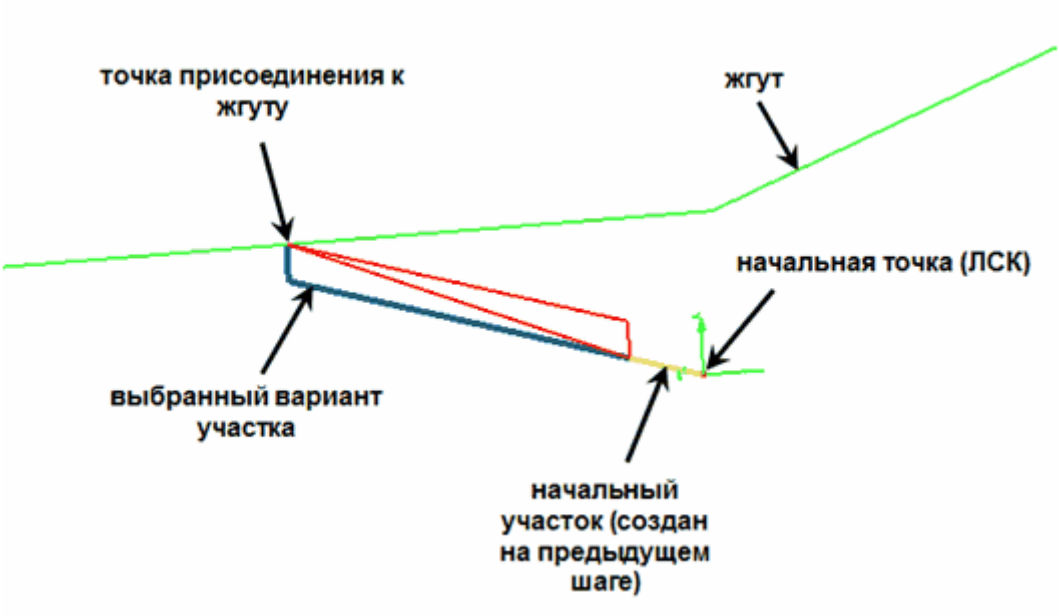
Прокладка трассы происходит в несколько этапов. На каждом этапе строится участок трассы. Участок прокладывается по рёбрам манипулятора-параллелограмма или прямоугольника. Этот манипулятор появляется для каждого участка трассы. Можно выбирать рёбра, по которым будет проложена трасса, и задавать длину этих рёбер.

После задания исходных данных для построения трассы – **начальной ЛСК** и **конечной ЛСК** и **жгута**, необходимо нажать кнопку **Продолжить**.

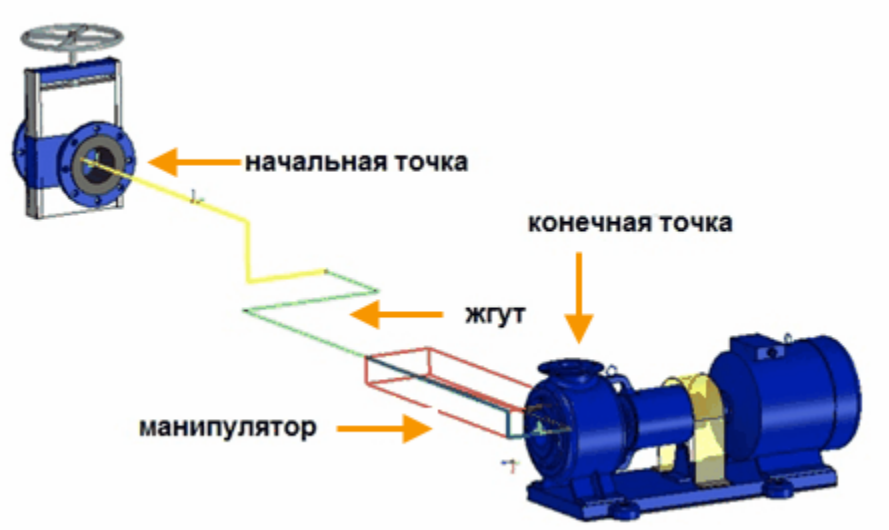
После этого появляется манипулятор-параллелограмм, с помощью которого нужно указать вариант подхода трассы к первой точке вдоль оси X. Для указания варианта необходимо выбрать нужные рёбра манипулятора.

Изменить длину рёбер можно с помощью манипуляторов или в разделе **Отступ для касания** в окне параметров.

После выбора нужного варианта необходимо нажать и повторить действия для второй точки. На следующих двух шагах система автоматически находит ближайшие точки для соединения со жгутом и предлагает определить участки пути до этих точек. Действие выполняется аналогично предыдущим, путём выбора рёбер параллелепипеда. Подобным же образом задаётся траектория для построения трассы без использования жгута.



Заключительный шаг – предварительный просмотр результата. Можно подтвердить создание трассы, нажав , или же с помощью опции вернуться на предыдущие этапы для корректировки каких-либо параметров.



После построения трасса доступна для редактирования стандартными средствами редактирования трасс: можно изменять типы участков, радиусы сопряжения и т.д.

Стили коммуникаций

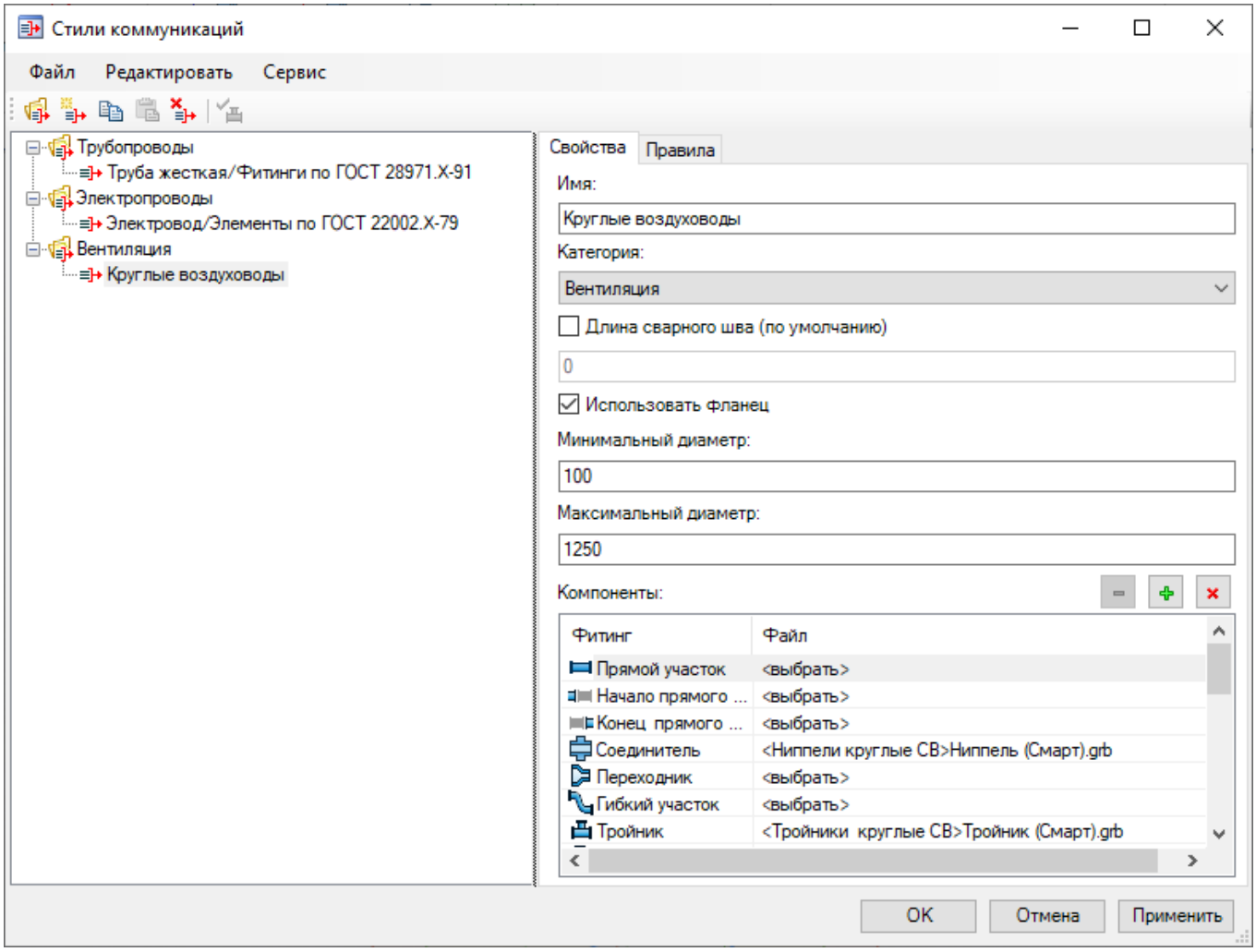
Стиль - группа настроек, предназначенная для автоматического заполнения участков трасс. Стили соответствуют стандартам, которые обычно применяются при проектировании трубопроводов. Например, детали трубопровода зачастую должны соответствовать определённым требованиям по длине и диаметру сегмента; кроме того, эти детали должны содержать фитинги из определённых материалов.

Определения стилей сохраняются в редакторе стилей. С помощью редактора можно просматривать, добавлять, изменять и удалять стили. Определения нескольких стилей можно также импортировать в редактор и экспортировать из него в виде файла в формате .xml. Можно изменить любой из стилей по умолчанию, или использовать их в качестве основы для создания новых пользовательских стилей. Кроме того, пользовательские стили можно создавать на основе пустого стиля.

Вызов редактора стилей осуществляется из ленты **Коммуникации**:

Пиктограмма	Лента
	Коммуникации > Настройки > Стили
Клавиатура	Текстовое меню
-	Сервис > Коммуникации > Стили

После вызова редактора появляется диалоговое окно **Стили коммуникаций**.



В верхней части окна располагается инструментальная панель:

Создать категорию позволяет создать новую папку для стилей.

Создать стиль создаёт новый стиль в выбранной категории.

Копировать стиль копирует выбранный стиль.

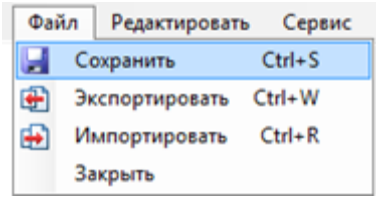
Вставить стиль вставляет копированный стиль в выбранную категорию.

Удалить удаляет выбранный стиль.

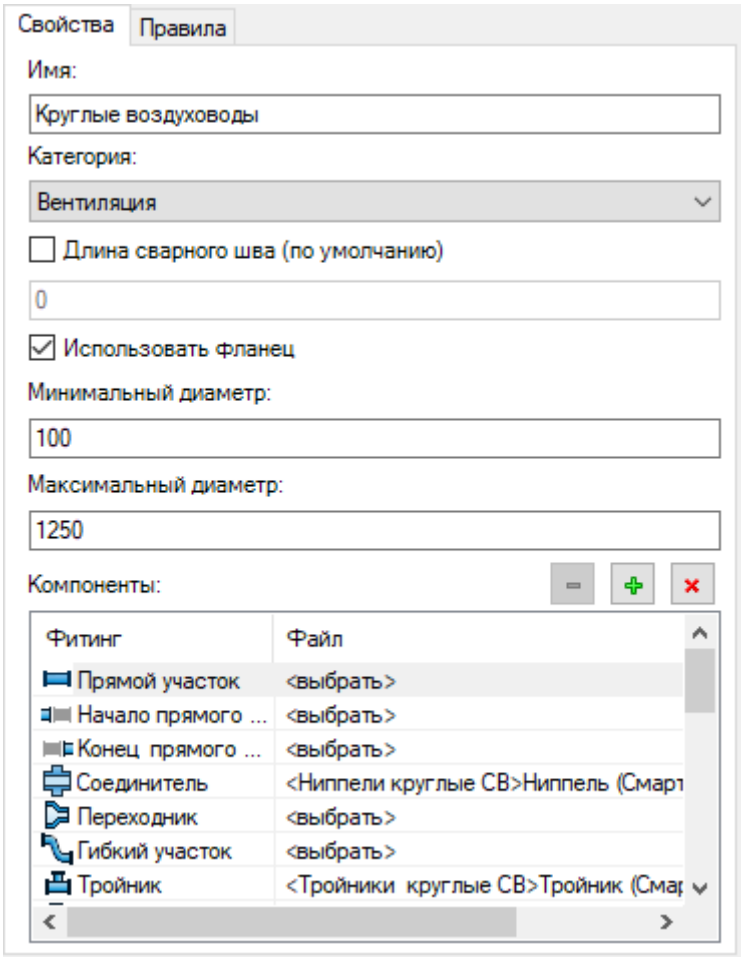
Обновить информацию о фитингах - обновляет данные о фитингах.

В левой части окна располагается список категорий и стилей ,созданных в документе.

Созданные стили можно экспортировать в формат *.xml и импортировать из файла с помощью соответствующих команд в меню **Файл**.



Параметры выбранного стиля отображаются в правой части окна.
Закладка **Свойства**



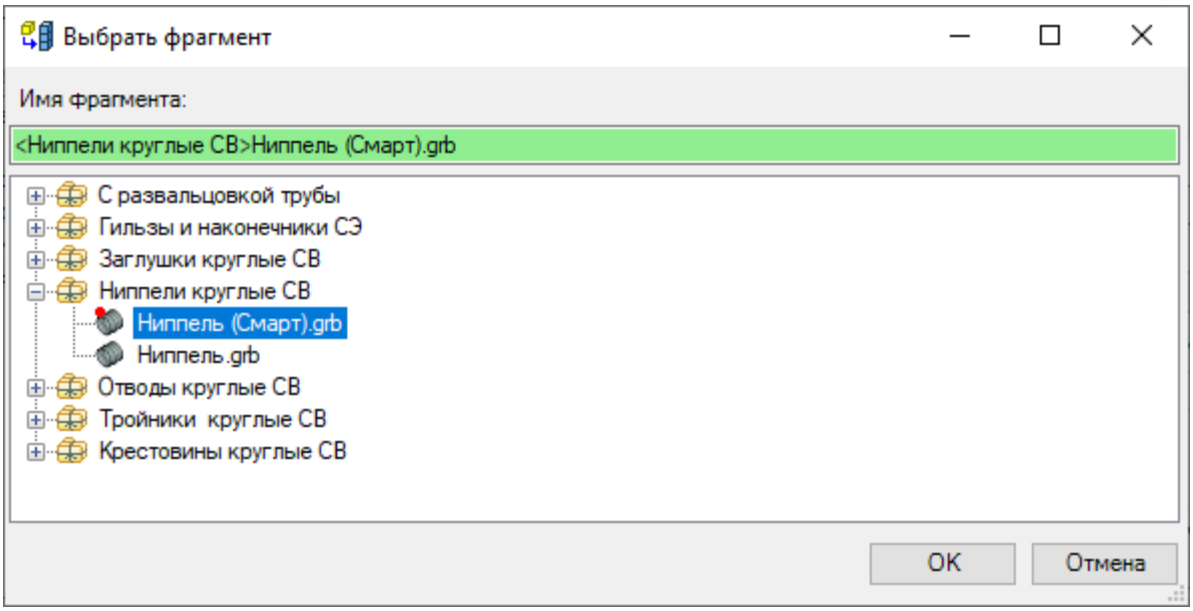
Имя. В поле можно задать имя стиля, которое будет отображаться в списке в левой части окна.
Категория. В выпадающем списке содержатся категории, к которым можно отнести выбранный стиль. При желании можно создать новую категорию, выбрав соответствующий пункт меню из выпадающего списка.
Длина сварного шва по умолчанию. Когда флаг активен, можно задать длину сварного шва по умолчанию.
Использовать фланец. Определяет использование фланцев для стиля.
Минимальный диаметр и **максимальный диаметр** определяет допустимые диаметры коммуникаций.
В окне **Компоненты** отображается список типов фитингов и соответствующих им файлов.
Для работы с окном **Компоненты** используются кнопки:

удалить компонент. Удаляет выбранный файл из списка.

выбрать компонент. Добавляет файл в список.

удалить все компоненты. Удаляет все файлы из списка.

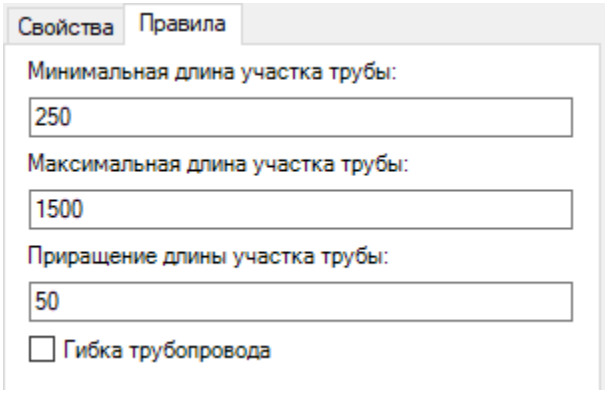
После клика мышью в поле <**Выбрать**> или нажатия кнопки , появляется следующее окно:



В этом окне отображаются все доступные для выбора фрагменты в библиотеках T-FLEX.

Если имя фрагмента подсвечено красным, выбор невозможен.

Закладка **Правила**.

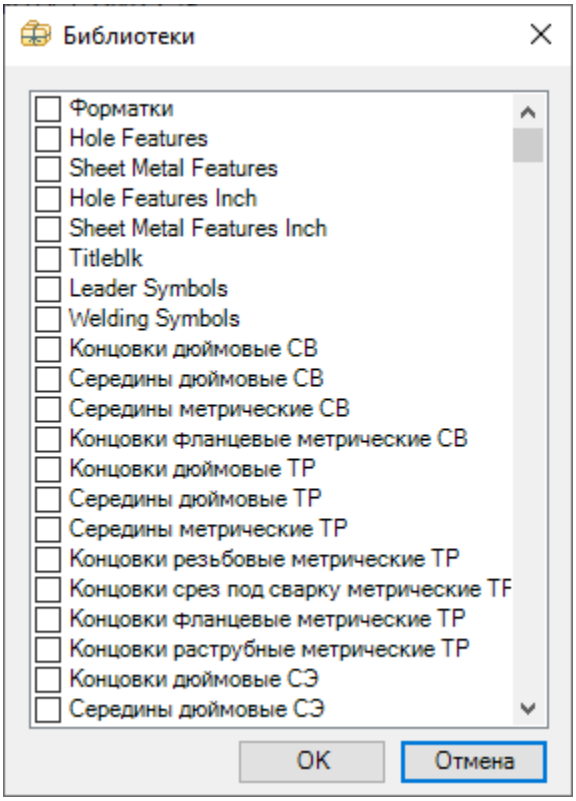


Минимальная длина участка трубы, Максимальная длина участка трубы - задают минимальную и максимальную длину участка трубы.

Приращение длины участка трубы. Можно указать приращение длины. Приращение длины это шаг, с которым система учитывает указанные выше условия.

Гибка трубопровода. При установленном флаге производится гибка трубопровода с заданным стилем.

Полный список библиотек берётся из T-FLEX. Для выбора библиотек используется опция **Сервис >> Библиотеки**.



Заполнение трассы по стилю

Для применения стилей используется команда **Заполнить трассу по стилю**. Команда вызывается отдельно для каждого режима создания коммуникаций:

- В режиме **Трубопровод**:

Пиктограмма	Лента
	Коммуникации > Заполнить трассу по стилю
Клавиатура	Текстовое меню
	Сервис > Коммуникации > Трубопровод > Заполнить трассу по стилю

- В режиме **Электропровод**:

Пиктограмма	Лента
	Коммуникации > Заполнить трассу по стилю
Клавиатура	Текстовое меню
	Сервис > Коммуникации > Электропровод > Заполнить трассу по стилю

- В режиме **Вентиляция**:

Пиктограмма	Лента
	Коммуникации > Заполнить трассу по стилю
Клавиатура	Текстовое меню
	Сервис > Коммуникации > Вентиляция > Заполнить трассу по стилю

После вызова команды в автоменю доступны следующие опции:

<P> Выбрать трассу

<B> Выбрать начальную точку на трассе

<E> Выбрать конечную точку на трассе

<D> Сбросить начальную и конечную точки

<A> Выбрать альтернативные трассы

<L> Сбросить альтернативные трассы

<C> Очистить трассу

<N> Продолжить

<M> Вернуться

<R> Продолжить работу команды после применения текущих изменений

После активации необходимо выбрать основную трассу для создания коммуникации.

и позволяют ограничить коммуникацию. Элемент будет сгенерирован или удалён на указанном участке трассы.

Отменяет выбор начальной и конечной точек.

Позволяет выбрать альтернативные трассы. Эти трассы должны быть соединены с основной трассой.

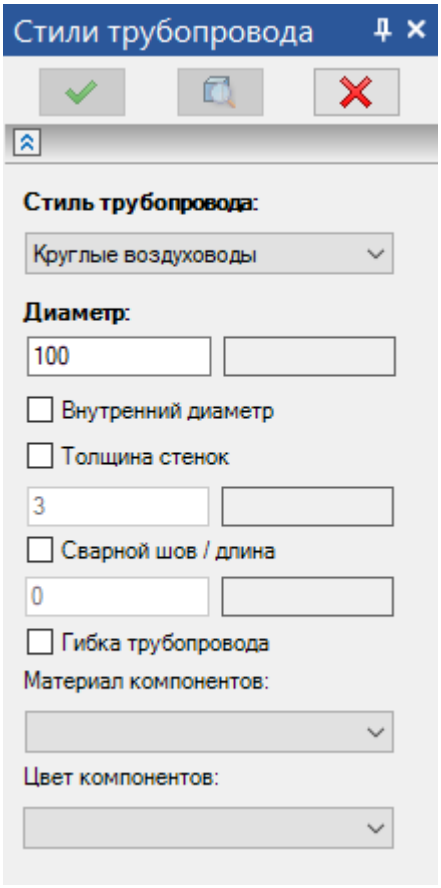
Отменяет выбор всех альтернативных трасс.

Удаляет все компоненты трассы - узлы, ЛСК, фрагменты.

Позволяет создать новую коммуникацию сразу после создания текущей.

Осуществляет предпросмотр результата операции. После первого нажатия осуществляется предпросмотр на основной трассе , после следующего нажатия – на альтернативных .

Осуществляет возврат к предыдущему шагу предпросмотра.



В окне параметров можно задать параметры создаваемого элемента.

Стиль трубопровода – в выпадающем списке можно выбрать один из созданных стилей заполнения трассы. В списке сохраняется до десяти ранее использованных стилей.

Диаметр – в поле задаётся диаметр трубопровода. Диаметр должен находиться в интервале, заданном в параметрах выбранного стиля.

Внутренний диаметр – когда флаг установлен, заданный диаметр учитывается как внутренний.

Толщина стенок – позволяет задать диаметр стенок.

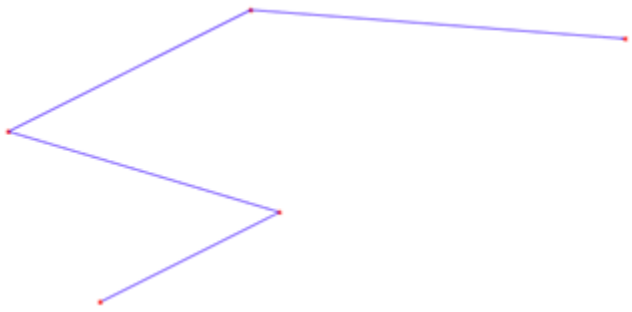
Сварной шов/длина – в поле задаётся зазор между компонентами.

Гибка трубопровода. Если в библиотеке отсутствует подходящий фитинг для места скругления, то при активной опции в этом месте будет произведена гибка. При гибке трубопровода сварной шов не учитывается.

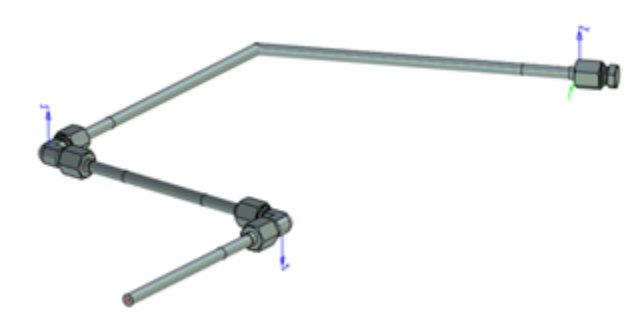
Материал компонентов. Список содержит материалы, использованные в текущей модели.

Цвет компонентов. Цвет тоновой окраски элементов трубопровода.

> С помощью зелёного и красного цветов отображается возможность применения введённого в поле значения.



Исходная трасса



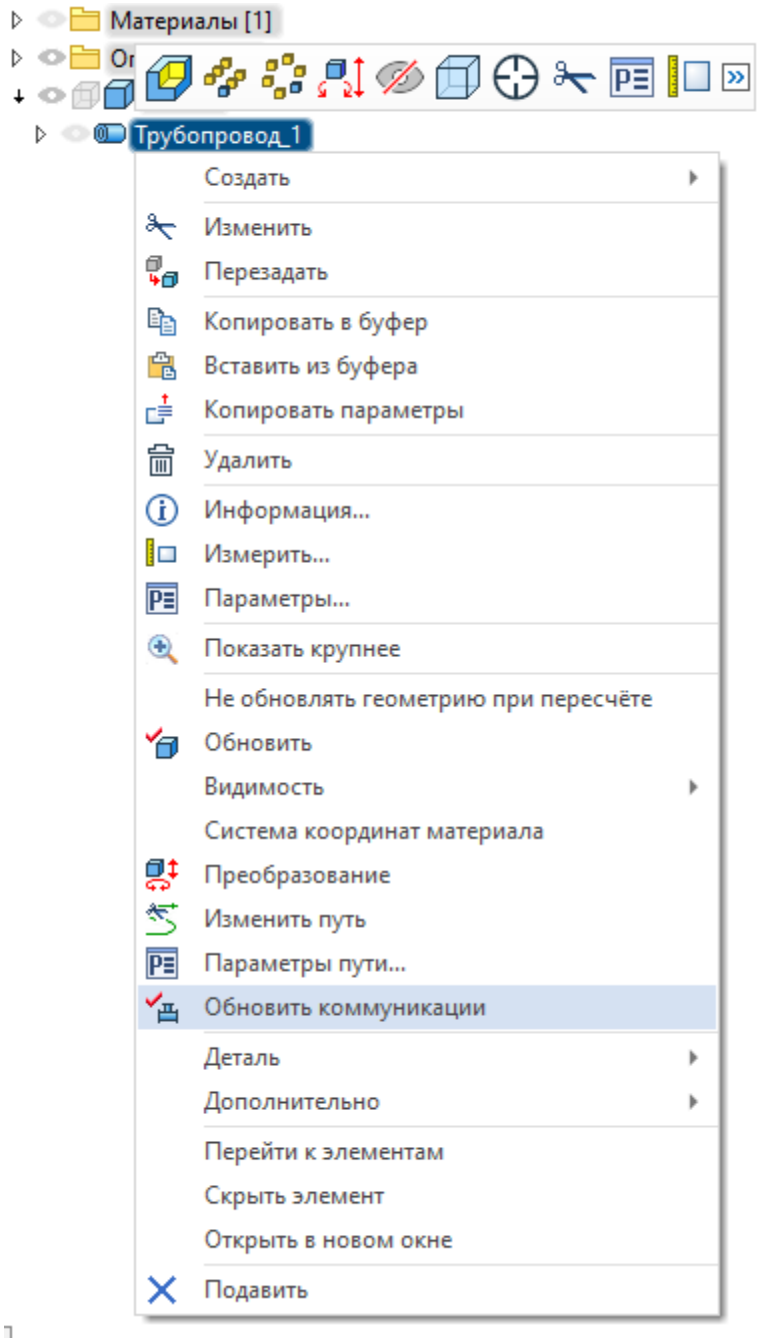
Трасса, заполненная по стилю

Обновить коммуникации

После изменения параметров трубы необходимо обновить коммуникации с помощью следующей команды, т.к. полный пересчёт модели не выполняет обновления цепочки трубопроводов и фитингов:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<ЗРС>	Сервис > Коммуникации > Обновить коммуникации

Команда также доступна в контекстном меню операции **Трубопровод**:



Редактировать Трубопровод

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<3EPI>	Правка > Операции > Трубопровод

Команда предназначена для редактирования операции Трубопровод.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

Если выбран один элемент, его можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию).
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** + (комбинация **<Ctrl>** + отменяет выбор).

Сварка

В T-FLEX CAD существует группа команд, предназначенных для проектирования сварных деталей. Сварочные команды собраны во вкладке ленты **Сварка** или в сервисном меню **Сервис** > **Сварка**. С их помощью можно создавать на 2D чертеже или 3D модели различные виды стандартных сварных швов, а при необходимости и нестандартные. Для созданных сварных швов можно автоматически наносить обозначения и составлять таблицы сварных швов.

Основные темы в этом разделе:

- Общие сведения о сварке
- Окно сварных швов
- Тип сварного шва
- Обозначение сварного шва
- Таблица сварных швов
- 2D Сварной шов
- 3D Сварной шов

Общие сведения о сварке

T-FLEX CAD позволяет создавать три вида элементов, предназначенных для проектирования сварных деталей:

- типы сварных швов,
- сварные швы,
- обозначения сварных швов.

Все эти элементы взаимосвязаны. Структура связей между ними отображается в дереве сварных швов в служебном окне системы Сварные швы.

Тип сварного шва – особый элемент T-FLEX CAD, хранящий в себе характеристики (описание, наименование, стандарт, геометрические параметры) сварного шва, используемого в текущем документе T-FLEX CAD. Документ T-FLEX CAD может содержать несколько типов сварных швов.

> Типы сварных швов, созданные в текущем документе T-FLEX CAD, являются общими для 2D и 3D сварных швов.

Необходимые в текущем документе типы сварных швов определяются пользователем. Для задания характеристик типа сварных швов может использоваться стандартная база сварных соединений, имеющаяся в системе. При необходимости пользователь может указать произвольные характеристики.

> Типы сварных швов, созданные на основе базы сварных соединений T-FLEX CAD, хранятся в текущем документе T-FLEX CAD. Связь с базой данных при этом не сохраняется. Такой способ хранения типов сварных швов позволяет при переносе документа не заботиться о наличии базы данных сварки.

Задания только типов сварных швов недостаточно для проектирования сварных деталей. Типы определяют, какие сварные швы могут присутствовать в данном документе T-FLEX CAD, но не задают сами сварные швы. На основе заданных в документе типов сварных шов пользователь должен создать другие элементы T-FLEX CAD – сварные швы.

Сварной шов – элемент T-FLEX CAD, определяющий имеющееся в данном чертеже (или 3D модели) сварное соединение. В T-FLEX CAD сварные швы подразделяются на 2D сварные швы и 3D сварные швы в зависимости от способа создания.

> В данной главе в дальнейшем речь будет идти о 2D сварных швах, т.е. о сварных швах, которые не связаны непосредственно с элементами 3D модели.

При создании сварного шва пользователь указывает, к какому из заданных в данном документе типов сварных швов он относится. Тем самым определяются основные характеристики создаваемого шва – они будут взяты из параметров указанного типа. При необходимости для сварного шва можно указать и ряд индивидуальных параметров, не заданных в соответствующем типе.

2D сварной шов может быть как свободным, так и связанным с элементами 2D чертежа (линиями изображения или путями). Свободный шов определяется только типом и, при необходимости, индивидуальными параметрами. Он не связан с 2D чертежом, но присутствует в текущем документе, отображается в дереве сварных швов и учитывается при составлении таблицы сварных швов. Длина такого сварного шва задаётся пользователем.

Если же при создании 2D сварного шва указываются элементы чертежа, с которыми он должен быть связан, то в дальнейшем эти элементы будут считаться изображением данного шва на 2D чертеже. Длина такого шва может как задаваться пользователем, так рассчитываться системой автоматически по длине 2D элементов, с которыми он связан.

> При создании сварного шва пользователь должен определить, будет ли создаваемый сварной шов указан на чертеже. Если будет, то при создании шва следует указать элементы чертежа, которые будут являться изображением шва. В противном случае достаточно создать свободный, т.е. не связанный с элементами чертежа, сварной шов.

Обозначение сварного шва – это специальный элемент типа Надпись, который служит для обозначения сварного шва на чертеже. Для создания обозначения сварного шва используется дополнительная команда. Она представляет собой адаптированную версию команды создания надписи. Обозначение формируется автоматически на основе параметров указанного сварного шва. При необходимости пользователь может отредактировать параметры надписи-обозначения сварного шва. Созданная надпись-обозначение в дальнейшем сохраняет связь с параметрами сварного шва.

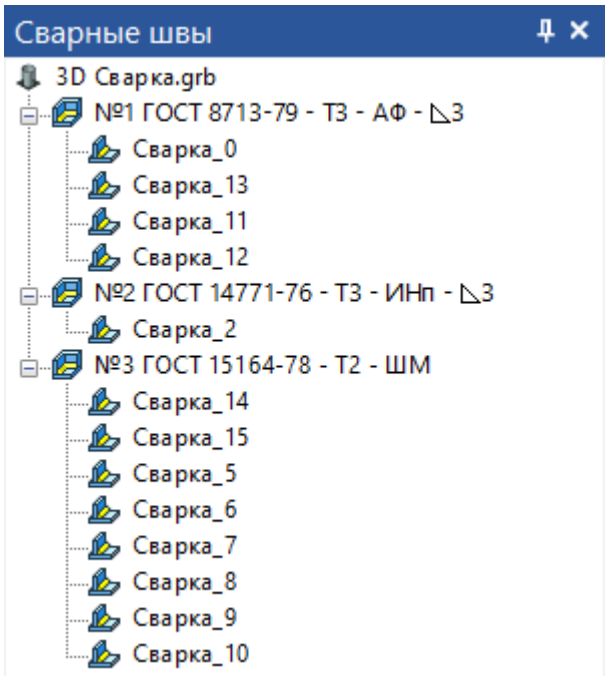
По созданным в текущем документе сварным швам можно создать таблицу сварных швов. Таблица сварных швов представляет собой текстовый отчёт о созданных в данном документе сварных швах. Содержимое таблицы сварных швов (имеющиеся типы швов, количество швов каждого типа, суммарная длина швов каждого типа) создаётся системой автоматически. Таблица может быть создана как в текущем документе T-FLEX CAD, так и экспортирована в документ Excel. При необходимости можно задать собственные способы создания таблицы сварных швов, создав соответствующие макросы.

Окно "Сварные швы"

Вызов команды:

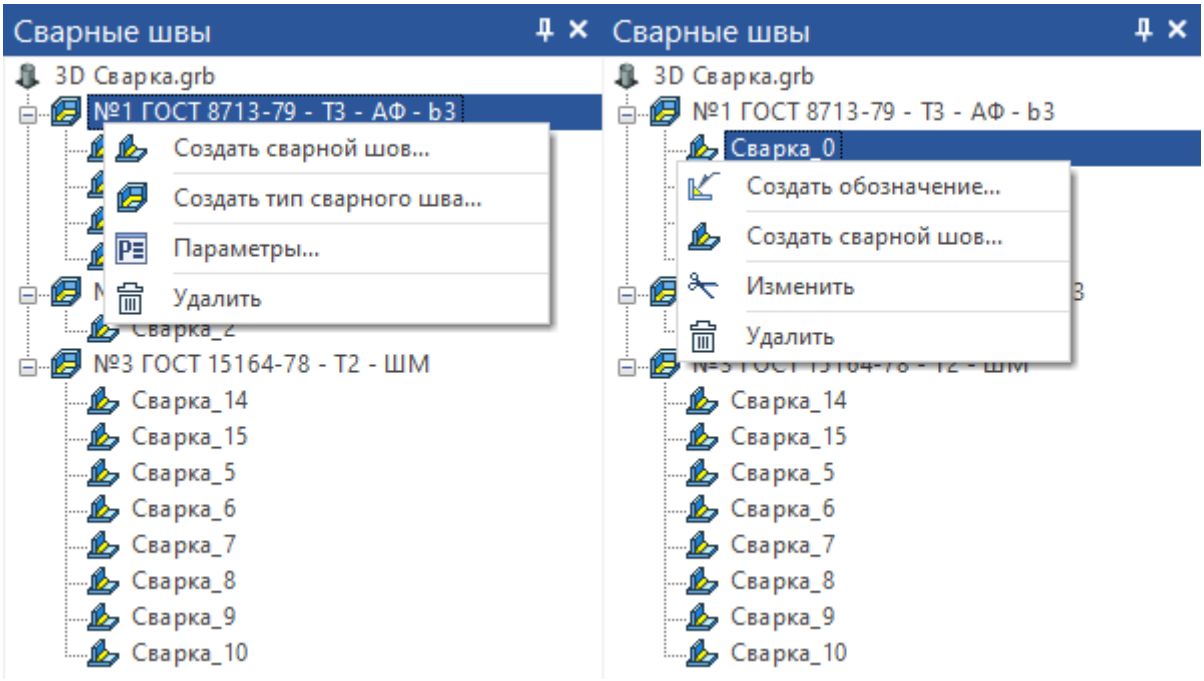
Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Окна > Сварные швы Сборка > Сборка > Сварной шов > Сварные швы Сварка > Сварка > Сварные швы > Окна > Сварные швы
Клавиатура	Текстовое меню
<WW>, **<Shift>+<F8>**	Сервис > Сварка > Сварные швы Настройка > Окна > Сварные швы

Все заданные в текущем документе T-FLEX CAD типы сварных швов, сами сварные швы и их обозначения отображаются в специальном окне системы **Сварные швы**.



В данном окне элементы сварки (типы сварных швов, сами сварные швы и их обозначения) отсортированы по видам и представлены в виде дерева. Дерево сварных швов позволяет наглядно представить всю информацию по элементам сварки, созданным в текущем документе (чертеже или 3D модели изделия).

Контекстное меню, вызываемое с помощью при указании в любую точку окна **Сварные швы** или при выборе любого элемента в данном окне, содержит различные команды для создания и редактирования элементов сварки.



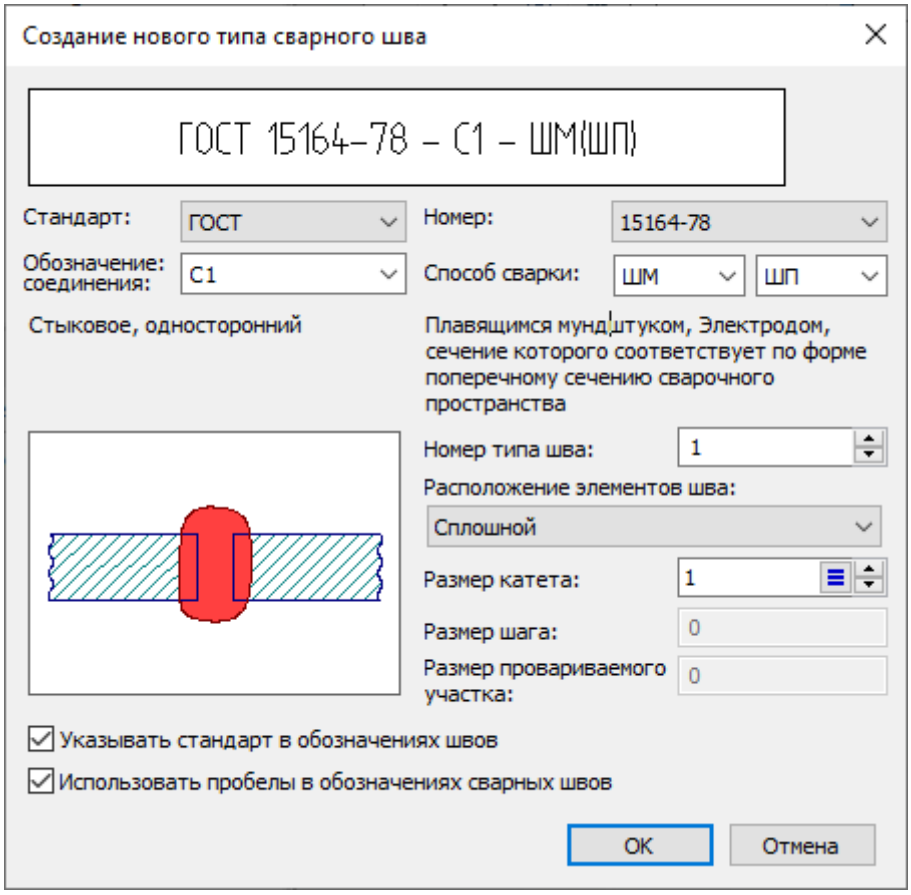
При использовании команды контекстного меню **Создать сварной шов**, автоматически назначается тот тип, для которого было вызвано контекстное меню.

Тип сварного шва

Задание нового типа сварного шва осуществляется с помощью специальной команды:

Пиктограмма	Лента
	Сборка > Сборка > Сварной шов > Тип сварного шва Сварка > Сварка > Тип сварного шва
Клавиатура	Текстовое меню
	Сервис > Сварка > Тип сварного шва

Кроме того, команду создания нового типа шва можно вызвать непосредственно из команды создания сварного шва.
После вызова команды появляется окно диалога, в котором выбираются параметры для создаваемого типа сварного шва.



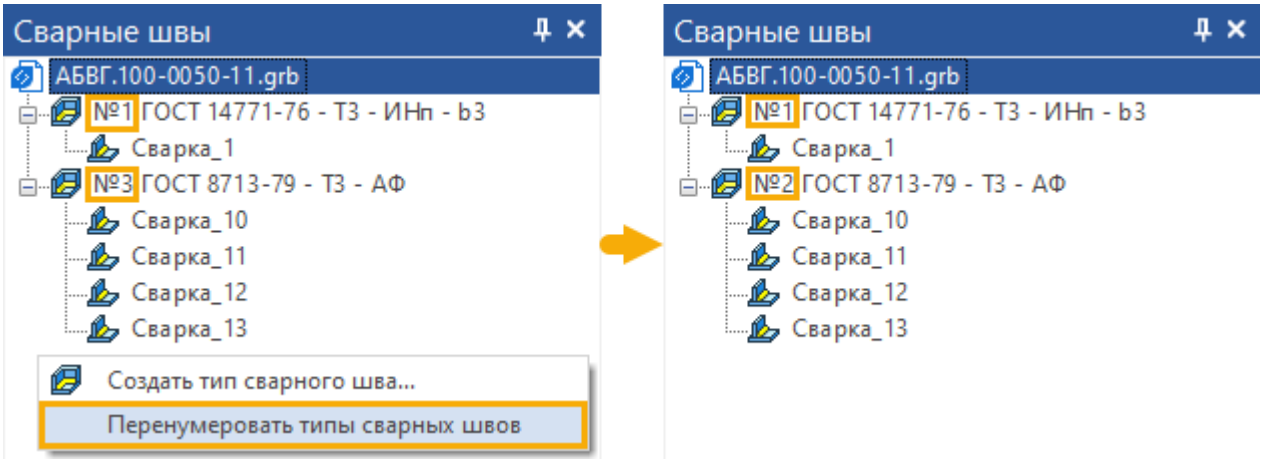
При работе в данном диалоге пользователю необходимо сначала указать стандарт создаваемого типа шва (ГОСТ, ANSI/AWS A2.4, ISO 2553, ОСТ, СТП). В зависимости от выбранного стандарта задаётся **номер** по стандарту. Выбранные **стандарт** и **номер** определят остальное содержимое данного диалога.

Например, установив для параметра **Стандарт** значение «ГОСТ» и выбрав номер ГОСТа, получим окно диалога, аналогичное представленному на рисунке выше. В данном случае дополнительно следует указать **обозначение соединения** и **способ сварки** (выбрав их из выпадающих списков соответствующих параметров).

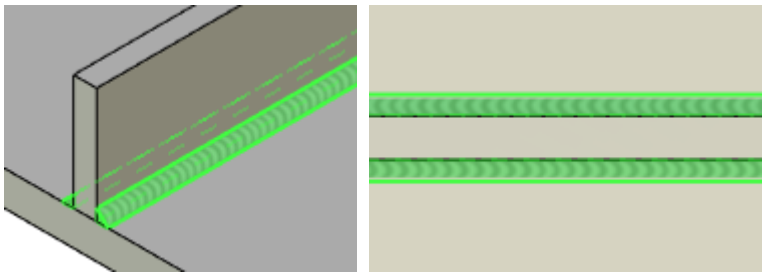
После задания вышеописанных параметров в окне просмотра (в левом нижнем углу окна диалога) отразится условная схема выбранного сварного соединения. В дополнительных полях справа от окна просмотра можно задать:

- **Номер типа шва**

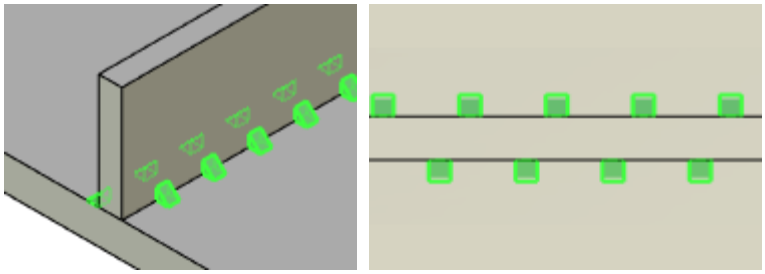
  Устанавливается системой автоматически, но при необходимости пользователь может задать другое значение. По умолчанию типы швов нумеруются подряд по возрастанию (1, 2, 3 и т.д.). При удалении ранее созданного типа может возникнуть пробел в нумерации, для устранения которого следует воспользоваться командой **Перенумеровать типы сварных швов**. Команда доступна в контекстном меню, вызываемом нажатием на пустом пространстве окна **Сварные швы**.



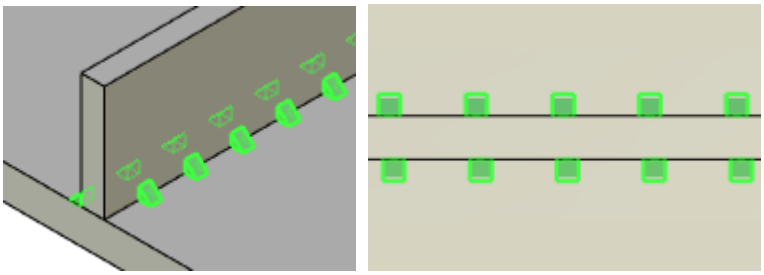
- **Расположение элементов шва**
  - **Сплошной**



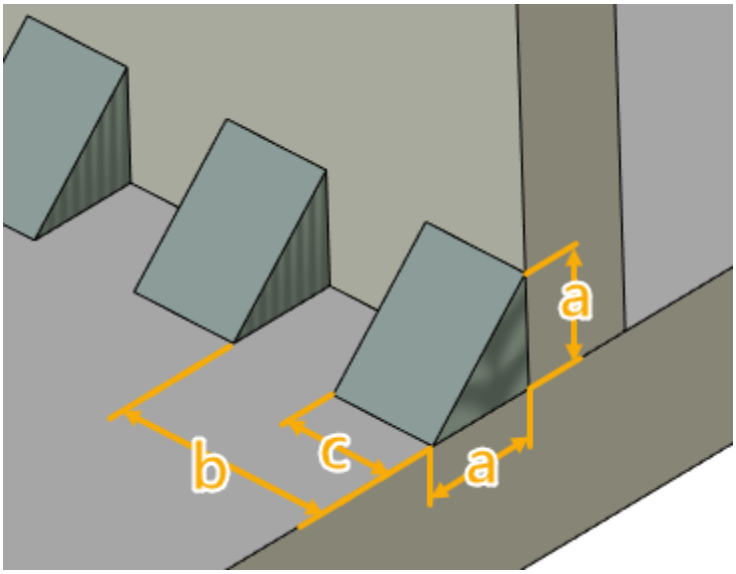
  - **С шахматным расположением**



  - **С цепным расположением**



  - **Одиночная точка**
- **Размер катета**
- **Размер шага** (для шахматного и цепного расположения)
- **Размер провариваемого участка** (для шахматного и цепного расположения)



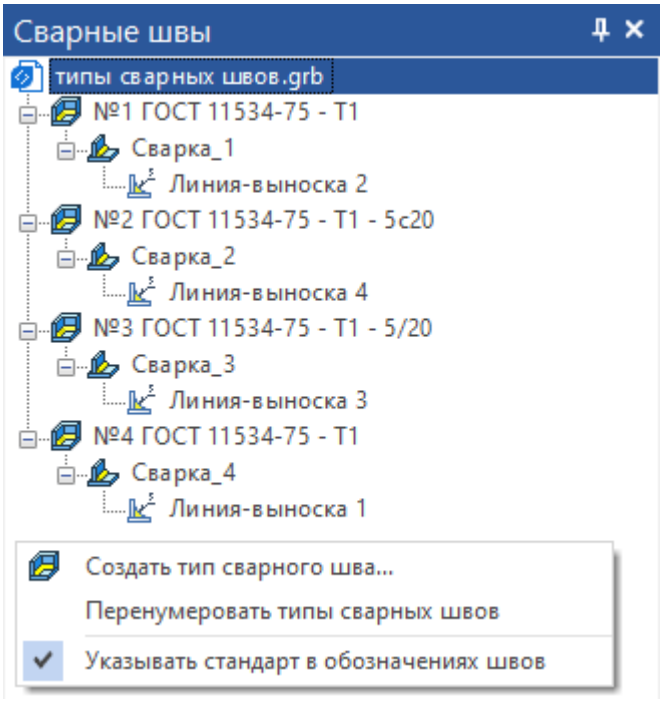
a - размер катета

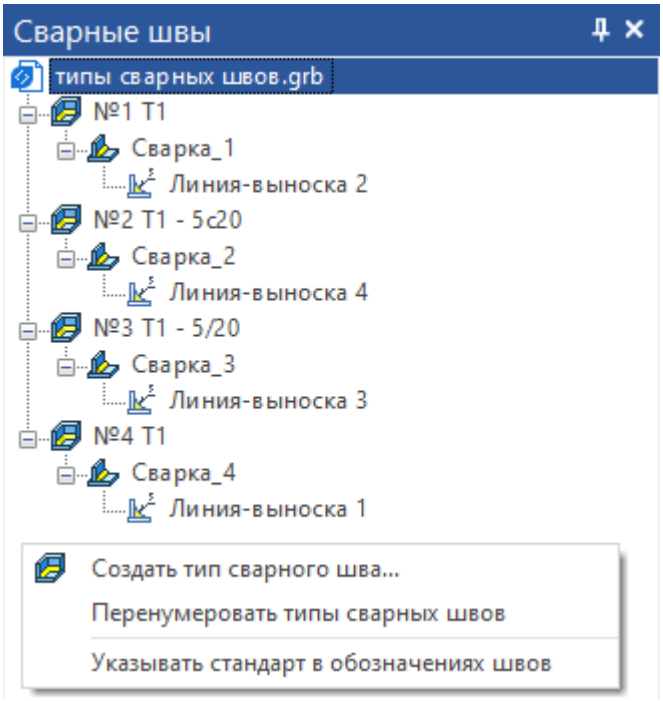
b - размер шага

c - размер провариваемого участка

При выборе других стандартов набор параметров данного диалога будет иным.

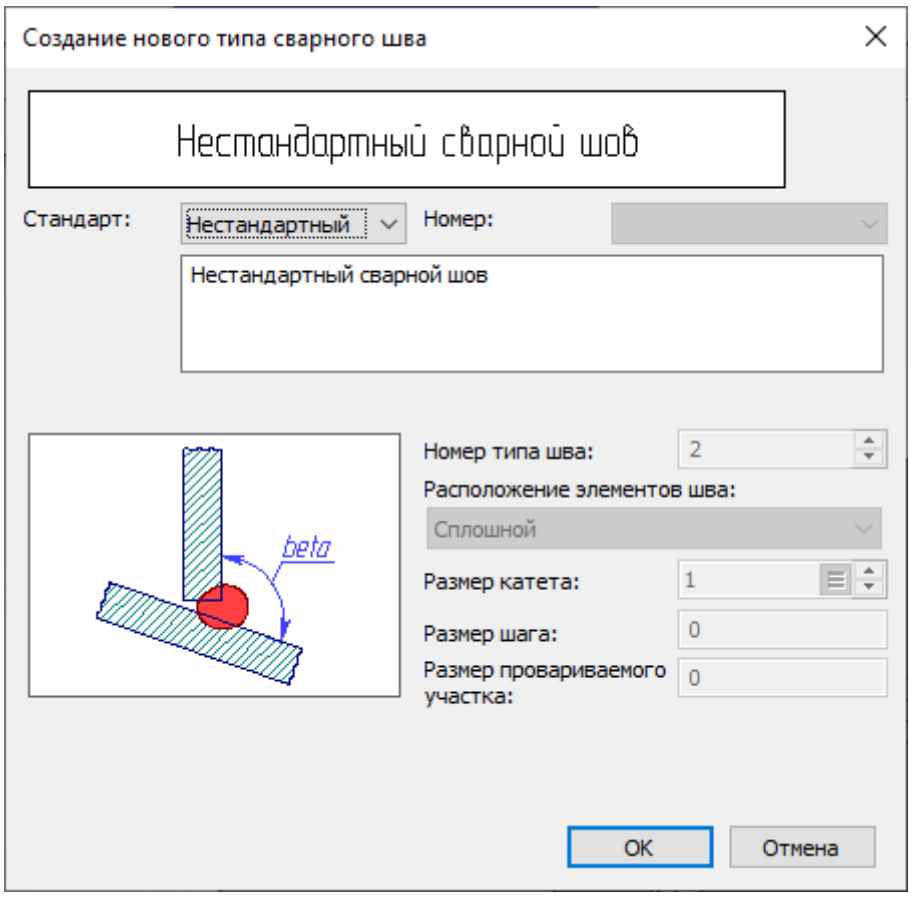
Флаг **Указать стандарт в обозначениях швов** позволяет отключить указание номера стандарта (ГОСТ, ОСТ, СТП) в обозначениях сварных швов. Это необходимо, например, когда на сборочном чертеже все типы сварных швов выполняются по одному ГОСТу, и обозначение ГОСТа указывается только в технических требованиях. Данный флаг является общим, т.е. при его снятии в параметрах одного из типов он снимается для всех типов. Если все имеющиеся типы швов выполнены по одному и тому же стандарту, то этот флаг также доступен в контекстном меню ,вызываемом по нажатию на свободном пространстве окна **Сварные швы**.



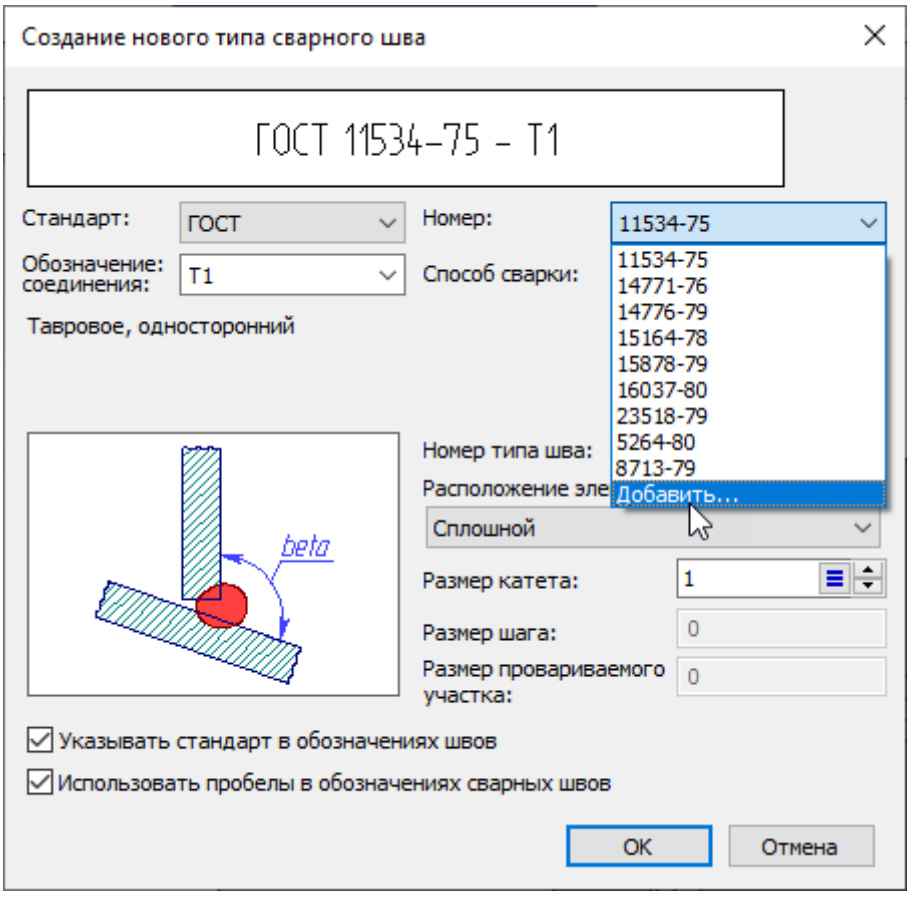


Отказаться от указания стандарта в обозначении сварных швов можно также с помощью одноимённой команды контекстного меню окна **Сварные швы**.

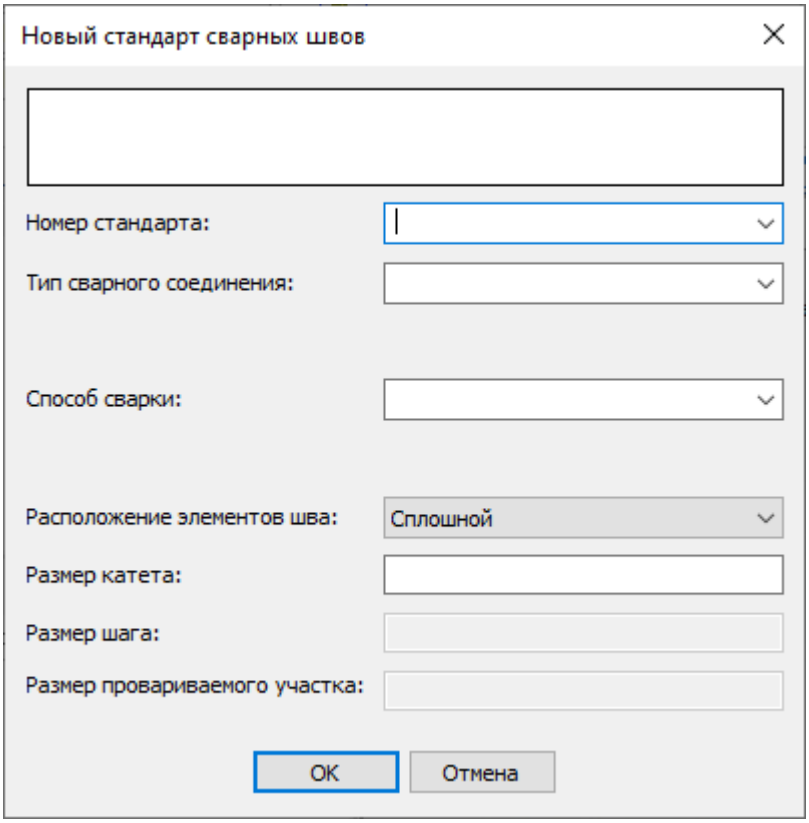
Для создания нестандартного типа сварного шва необходимо выбрать в выпадающем списке параметра **Стандарт** вариант **Нестандартный**. В этом случае значения всех параметров задаются пользователем произвольно.



При необходимости пользователь может создать новый стандарт шва по ГОСТ, ОСТ или СТП. Для этого в выпадающем списке параметра **Номер** следует выбрать пункт **Добавить...**.



В результате появится диалоговое окно, в котором необходимо ввести параметры стандарта.



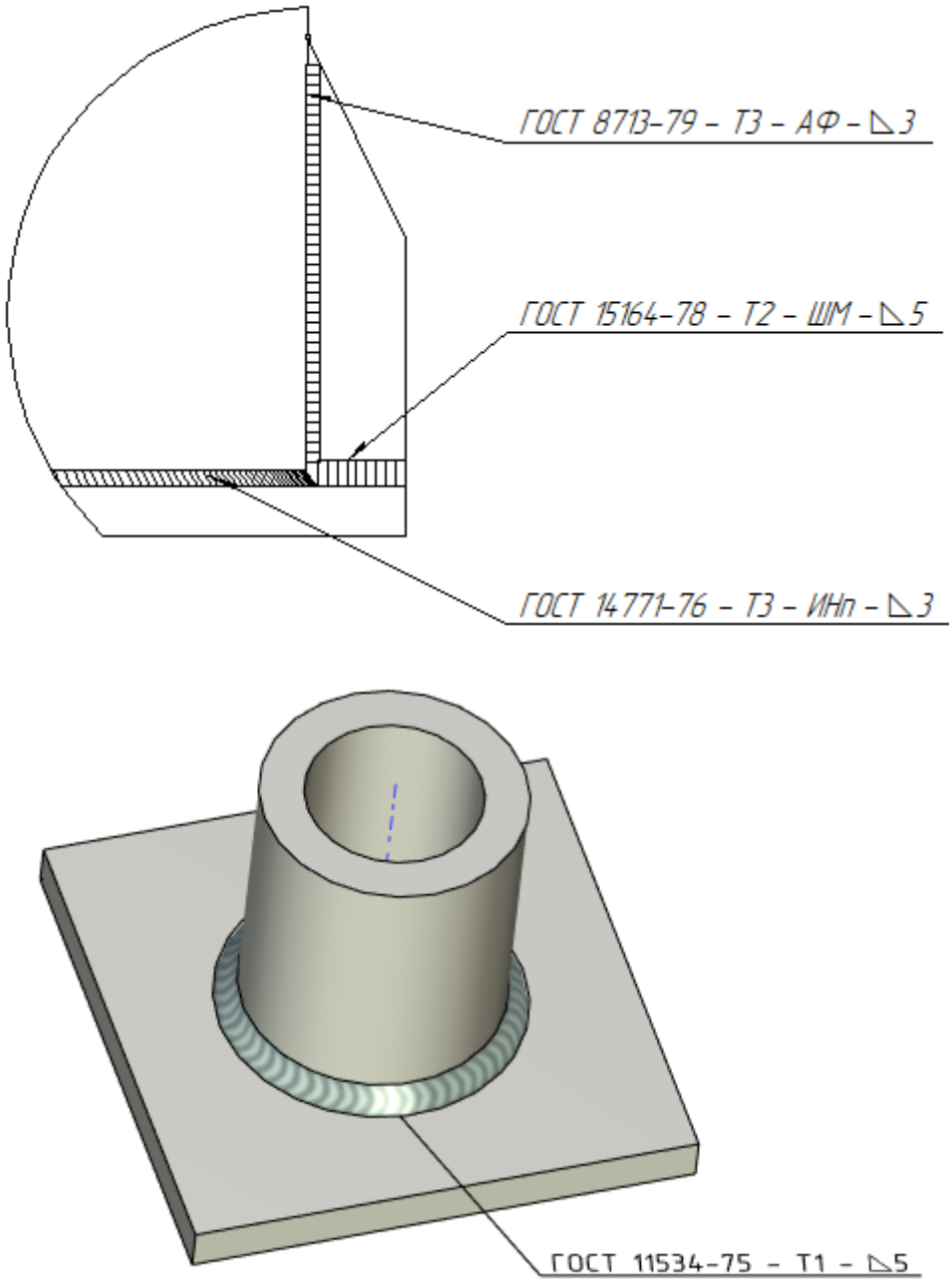
После нажатия **OK** созданный стандарт будет выбран для текущего типа, а также станет доступен в выпадающем списке параметра **Номер** для всех создаваемых и редактируемых в дальнейшем типов сварного шва.

Обозначение сварного шва

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Сборка > Сборка > Обозначение сварного шва Оформление > Таблица сварных швов > Обозначение сварного шва Сварка > Сварка > Обозначение сварного шва
Клавиатура	**Текстовое меню**
<WN>	Оформление > Таблица сварных швов > Обозначение сварного шва Сервис > Сварка > Обозначение сварного шва

Команда предназначена для создания обозначений сварного шва на чертеже и в 3D сцене.



Команда **Обозначение сварного шва** основана на команде **Надпись** и имеет с ней общий механизм создания стрелок и полок, а также общие параметры и опции автоменю. В данной главе приведена информация только о специфических параметрах и опциях обозначений сварного шва, отличающихся от параметров и опций обычных надписей. Информация о полках (кроме специциальных полок обозначения сварного шва) приведена в разделах Основная полка надписи и Дополнительные полки надписи. Информация о стрелках приведена в разделах Форма и расположение стрелки надписи, Дополнительные стрелки надписи, Параметры стрелок надписи. Информация о параметрах шрифта приведена в разделе Параметры шрифта элементов оформления чертежа.

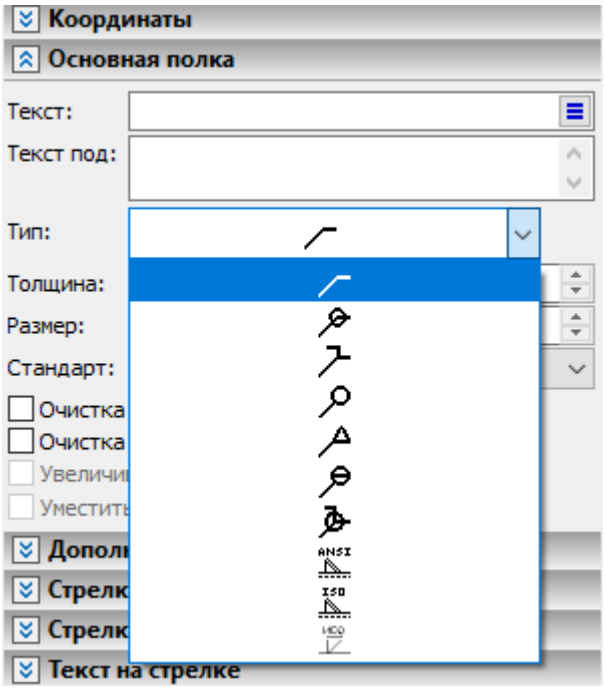
После вызова команды в автоменю, помимо обычных опций создания надписи, присутствует дополнительная опция, позволяющая выбрать сварной шов:

<R> Выбрать сварной шов

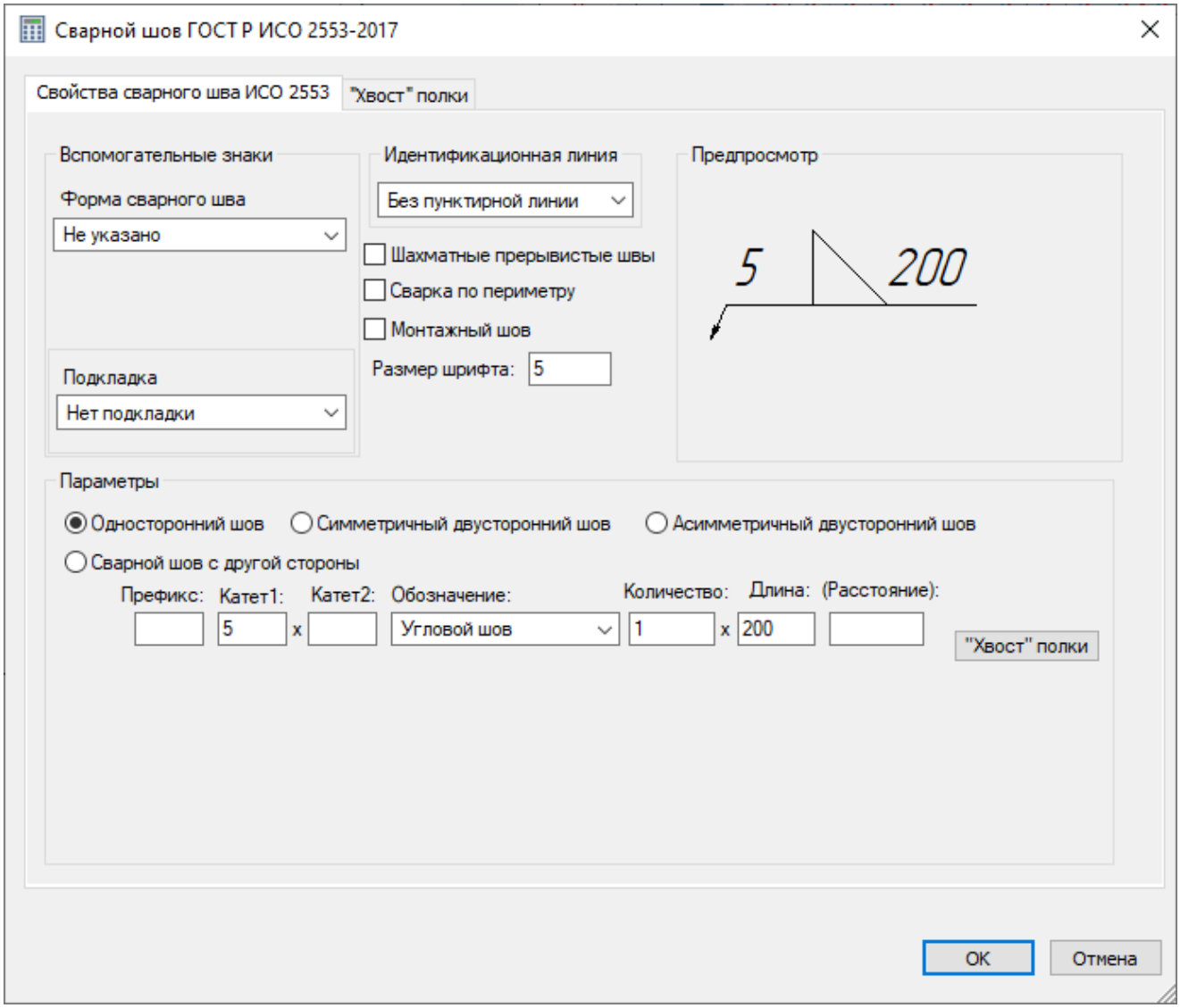
Для выбора шва следует подвести курсор к тем линиям или 2D путям чертежа, с которыми связан сварной шов, либо к 3D шву в 3D сцене. Когда шов подсветится, его можно выбрать, нажав . Если тип задан в параметрах шва, то на динамическом изображении надписи, привязанном к курсору, появится текстовое обозначение выбранного сварного шва. Далее обозначение привязывается к чертежу или 3D сцене так же, как обычная надпись.

На чертеже таким образом можно выбрать только линии проекций 3D сварных швов. 2D сварные швы можно выбрать только в окне **Сварные швы**.

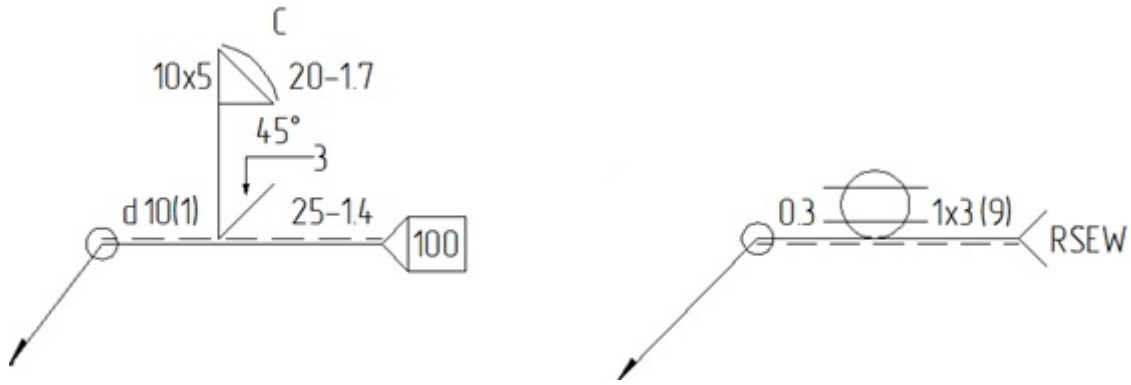
Параметры создаваемого обозначения можно настроить в окне параметров. Окно разделено на вкладки. Вкладки **Координаты**, **Основная полка, Дополнительные полки, Стрелки, Стрелка**, **Текст на стрелке, Знак на стрелке** содержат те же параметры, что и в команде **Надпись.** Вкладка **Дополнительные параметры** содержит параметры, доступные только в команде **Обозначение сварного шва** и описана в отдельной главе.
Для стандартов ISO, ANSI и ГОСТ Р ИСО тип и содержимое полки обозначения сварного шва задаются вручную. Для этого в окне параметров на вкладке **Основная полка** необходимо выбрать специальный **Тип** полки: ANSI, ISO или ИСО.



Такие полки являются специальными 2D фрагментами, все необходимые параметры которых можно задать в диалоге внешних переменных. Диалог вызывается нажатием иконки , расположенной в окне параметров справа от поля **Тип**. Кнопка появляется только после выбора соответствующего типа полки. Содержимое диалога для разных типов полки (разных стандартов) отличается.



После подтверждения вводимых значений и указания всех необходимых параметров для сварного шва будет создано обозначение.



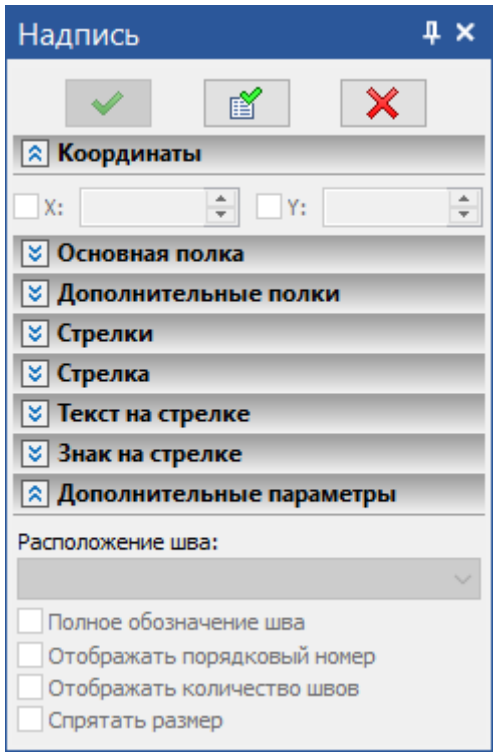
Кроме того, T-FLEX CAD позволяет пользователю создавать собственные типы полок для обозначения сварных швов. Пользовательские типы полок создаются как обычные параметрические фрагменты и сохраняются в папке «**...\T-FLEX CAD xx\Библиотеки\Служебные\Welding Symbols**», после чего становятся доступными в выпадающем списке типов полок.

Основные темы в этом разделе:

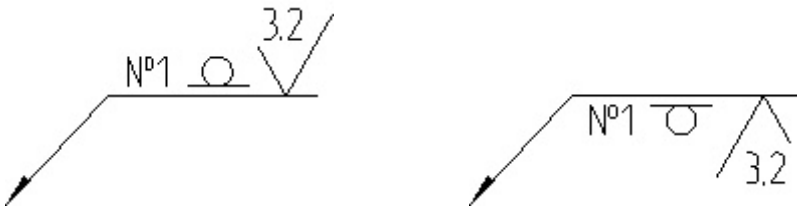
- Дополнительные параметры обозначения сварного шва
- Диалог параметров обозначения сварного шва

Дополнительные параметры обозначения сварного шва

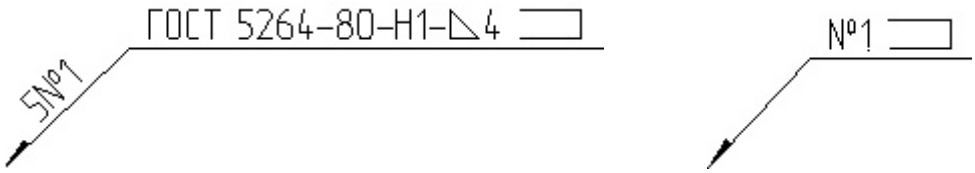
Вкладка **Дополнительные параметры** в окне параметров команды Обозначение сварного шва содержит следующие параметры обозначения сварного шва:



Расположение шва. Данный параметр указывает, с какой стороны шва проставляется обозначение: **С лицевой стороны** (обозначение шва будет расположено на полке надписи) или **С оборотной стороны** (обозначение шва будет расположено под полкой надписи).

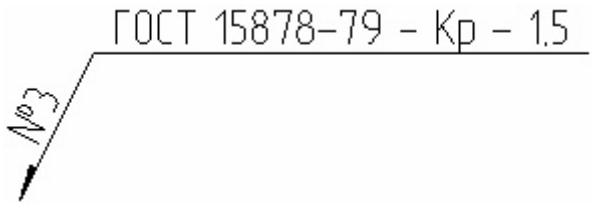


Полное обозначение шва. Если данный флажок включен, то на обозначении указывается полное обозначение сварного шва. При отключенном флажке проставляется сокращённое обозначение, содержащее номер типа шва и индивидуальные параметры данного шва.

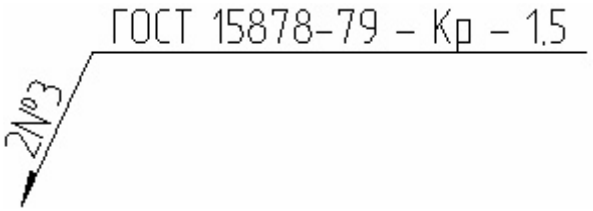


По умолчанию для каждого типа сварного шва первая линия-выноска создаётся с полным обозначением, все последующие для данного типа сварного шва с сокращённым обозначением.

Отображать порядковый номер. При установке данного флажка на стрелке надписи-обозначения проставляется номер типа данного сварного шва. Параметр доступен только при установленном флажке **Полное обозначение шва**.



Отображать количество швов. Данный параметр доступен только при установке флажка **Отображать порядковый номер**. Если он установлен, перед номером типа сварного шва, проставляемым на стрелке надписи, будет указано общее количество сварных швов данного типа в текущем документе.

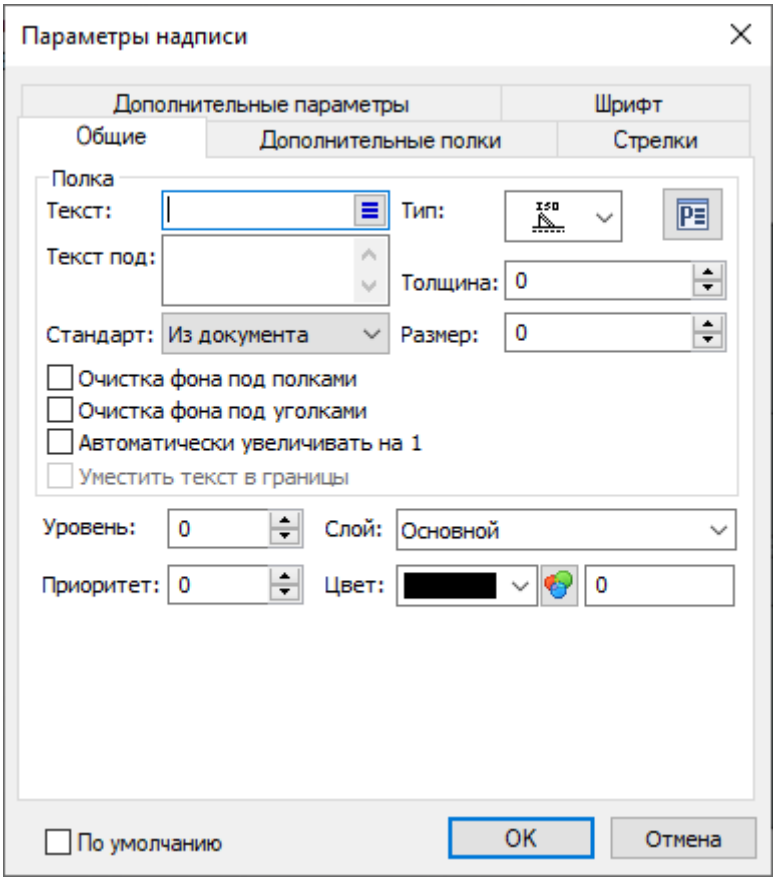


Спрятать размер. Если данный флажок включен, то в полном обозначении сварного шва не отображается размер катета шва. При отключенном флажке проставляется полное обозначение с указанием размера катета.

Диалог параметров обозначения сварного шва

Диалог параметров обозначения сварного шва можно вызвать одним из следующих способов:

- по двойному нажатию на обозначении в окне 2D или 3D вида, либо в окне **Элементы модели**;
- из контекстного меню, вызываемого по нажатию на обозначении в окне 2D или 3D вида, либо в окне **Элементы модели**;
- из динамической панели, отображаемой при выборе обозначения в окне 2D или 3D вида
- из автоменю команды Обозначение сварного шва .



Диалог называется **Параметры надписи** и имеет следующие вкладки:

- **Общие**
  Содержит тот же набор параметров, что и вкладка **Основная полка** окна параметров команд **Обозначение сварного шва** и **Надпись** (см. главы Обозначение сварного шва и Основная полка надписи).
  Кроме того, позволяет задать **Уровень, Приоритет, Слой** и **Цвет**.
- **Дополнительные полки**
  Содержит тот же набор параметров, что и вкладка **Дополнительные полки** окна параметров команд **Обозначение сварного шва** и **Надпись**.
- **Стрелки**
  Содержит тот же набор параметров, что и вкладки **Стрелки, Стрелка, Текст на стрелке** и **Знак на стрелке** окна параметров команд **Обозначение сварного шва** и **Надпись**.
- **Дополнительные параметры**
  Содержит тот же набор параметров, что и вкладка **Дополнительные параметры** окна параметров команды **Обозначение сварного шва**. При редактировании обозначения, не привязанного к сварному шву данная вкладка не отображается.
- **Шрифт**
  См. главу Параметры шрифта элементов оформления чертежа.

Кроме того, в нижней части диалога независимо от активной вкладки отображается флаг **По умолчанию**. Если его установить, параметры выбранного элемента будут применяться по умолчанию в команде **Надпись.** На команду **Обозначение сварного шва** параметры по умолчанию, установленные таким способом, не распространяются.

См. также:

- Обозначение сварного шва
- Надпись

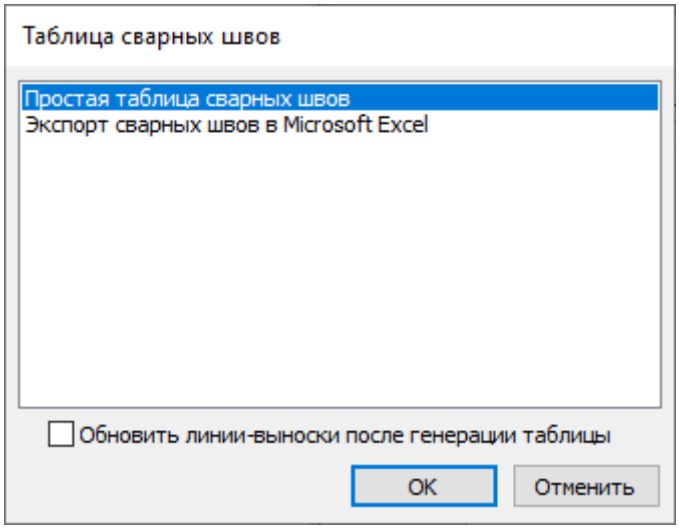
- Параметры по умолчанию
- Задание параметров элемента
- Копирование параметров 2D элементов

Таблица сварных швов

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Сборка > Сборка > Сварной шов > Таблица сварных швов Оформление > Таблица сварных швов > Создать Сварка > Таблица сварных швов > Создать
Клавиатура	**Текстовое меню**
<WT>	Оформление > Таблица сварных швов > Таблица сварных швов Сервис > Сварка > Таблица сварных швов

После вызова данной команды появляется окно диалога, в котором пользователь должен выбрать способ создания таблицы сварных швов. Изначально присутствуют два варианта:



Простая таблица сварных швов. Таблица сварных швов создаётся на первой 2D странице текущего документа. Примерный вид таблицы представлен на рисунке ниже.

№	Обозначение сварного шва	Длина, мм
1	ГОСТ 5264-80 – Т1 – Р – ◺9	100
2	ГОСТ 5264-80 – Т1 – Р – ◺6	135
3	ГОСТ 5264-80 – С28 – Р	245

Экспорт сварных швов в Microsoft Excel. Таблица сварных швов экспортируется в документ **Excel**.
Создание таблицы сварных швов в обоих случаях осуществляется с помощью макросов, находящихся в папке «**.../T-FLEX CAD xx/Program/WeldReport**». При необходимости эти макросы можно самостоятельно изменить, определив в них другой вид таблицы сварных швов. Можно также создать собственные макросы для создания таблицы сварных швов, поместив их в ту же папку. В этом случае в вышеописанном диалоге будут присутствовать дополнительные варианты, соответствующие пользовательским макросам.

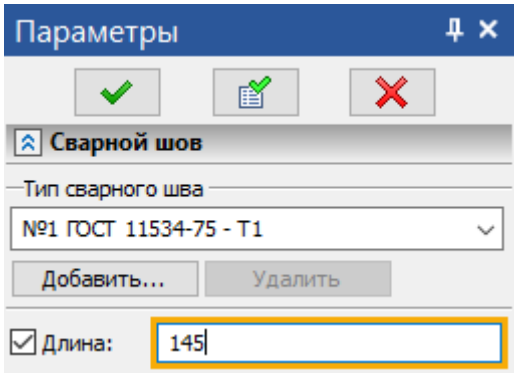
Подробно о работе с макросами можно прочитать в разделе Макросы.

2D Сварной шов

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Сборка (2D) > Сборка > Сварной шов > Сварной шов Сварка > Сварка > 2D Сварной шов
Клавиатура	Текстовое меню
<WE>	Сервис > Сварка > 2D Сварной шов

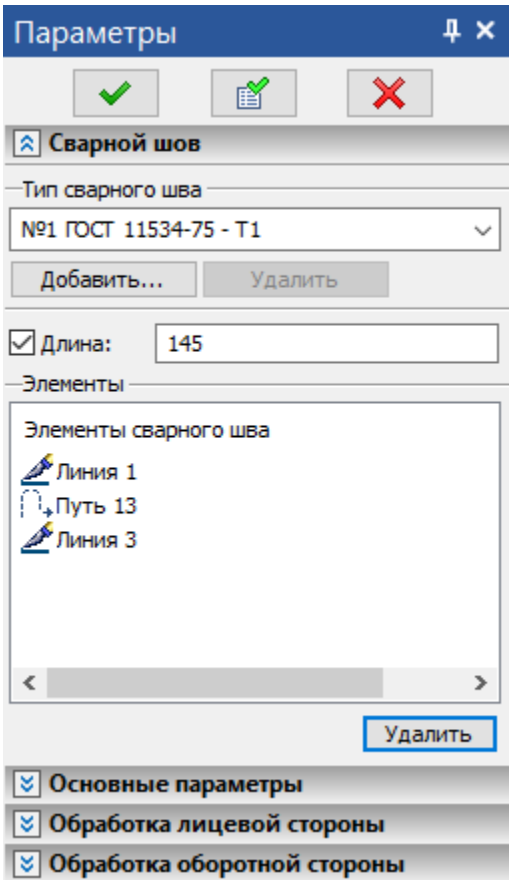
Для создания сварного шва необходимо после вызова команды выбрать в разделе **Сварной шов** окна параметров тип сварного шва. В выпадающем списке будут присутствовать те типы сварных швов, которые были определены в данном документе.
Если требуемый тип сварного шва ещё не создан, можно воспользоваться кнопкой **Добавить**. При нажатии на эту кнопку будет запущена команда создания нового типа сварного шва. После завершения создания типа система вернётся в команду создания шва. Созданный тип шва будет автоматически выбран.
Если на момент запуска команды **Сварной шов** в текущем документе не определено ни одного типа сварного шва, то будет автоматически запущена команда создания типа шва.
После выбора типа можно завершить создание шва. Будет создан 2D сварной шов, не связанный с элементами чертежа. Его длина по умолчанию равна 0. При необходимости длину сварного шва можно задать вручную. Для этого необходимо установить флажок **Длина** и задать в открывшемся справа поле ввода требуемую длину сварного шва.



Для того, чтобы связать создаваемый сварной шов с линиями 2D чертежа, необходимо указать в 2D окне линии изображения или 2D пути с помощью опций автоменю:

<I> Выбрать линии изображения

<P> Выбрать пути



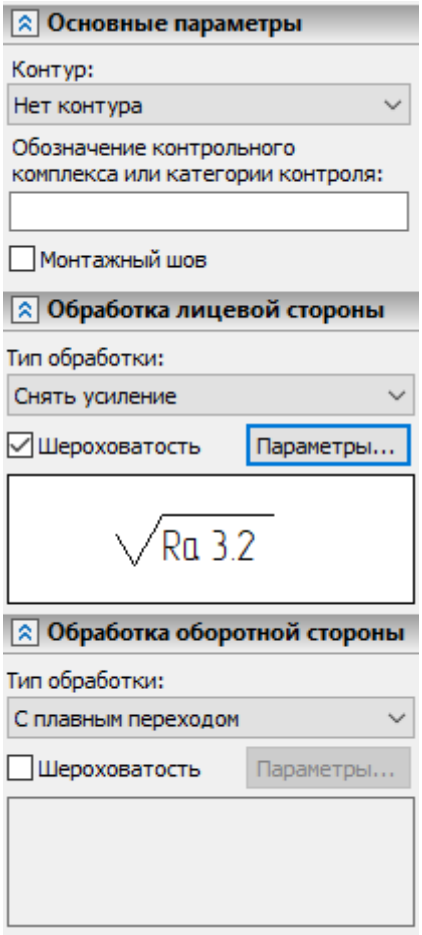
По умолчанию обе этих опции включены.

Выбранные в 2D окне элементы заносятся в список **Элементы сварного шва**. Для отказа от выбора какого-либо элемента необходимо указать его в списке с помощью и нажать кнопку **Удалить**.

Длина сварного шва, связанного с элементами чертежа, по умолчанию определяется автоматически по длине выбранных линий или путей. При необходимости её также можно задать вручную, включив флажок **Длина**.

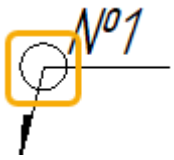
Основные параметры и обработка сторон

Параметры, задаваемые в разделах **Основные параметры**, **Обработка лицевой стороны** и **Обработка оборотной стороны** используются при создании обозначения шва.

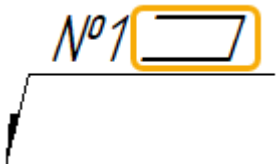


В разделе **Основные параметры** можно задать следующие параметры:

- **Контур**:
  - **Нет контура**
  - **По замкнутому контуру**
    При выборе данной опции символ замкнутого контура отображается на стыке полки и линии стрелки обозначения.



  - **По незамкнутому контуру**
    При выборе данной опции символ незамкнутого контура отображается в конце полки обозначения.



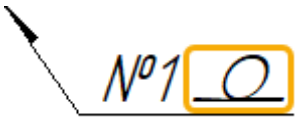
- **Монтажный шов**
  Если данный флаг установлен, то символ монтажного шва отображается на стыке полки и линии стрелки обозначения.

- **Обозначение контрольного комплекса или категории контроля**.
  Текст, указанный в данном поле будет отображаться под линией стрелки обозначения шва.

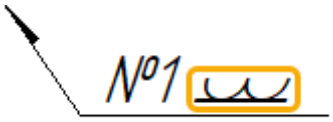
В разделах **Обработка лицевой стороны** и **Обработка оборотной стороны** задаются способы обработки лицевой и оборотной стороны сварного шва. Параметры обработки лицевой стороны отображаются на полке обозначения шва, а параметры обработки оборотной стороны - под полкой.

Параметр **Тип обработки** определяет символ обработки, указываемый для каждой из сторон шва:

- **Без обработки**
- **Снять усиление**



- **С плавным переходом**



Для того чтобы задать шероховатость лицевой или оборотной стороны сварного шва после обработки, следует установить флаг **Шероховатость** в соответствующем разделе окна параметров. В результате станет доступна кнопка **Параметры** справа от данного флага. При нажатии кнопки отрывается диалог параметров шероховатости. После задания нужных параметров и закрытия диалога предварительное изображение заданной шероховатости появится в поле просмотра, расположенном ниже. Указанное обозначение шероховатости помещается в конце полки обозначения сварного шва.

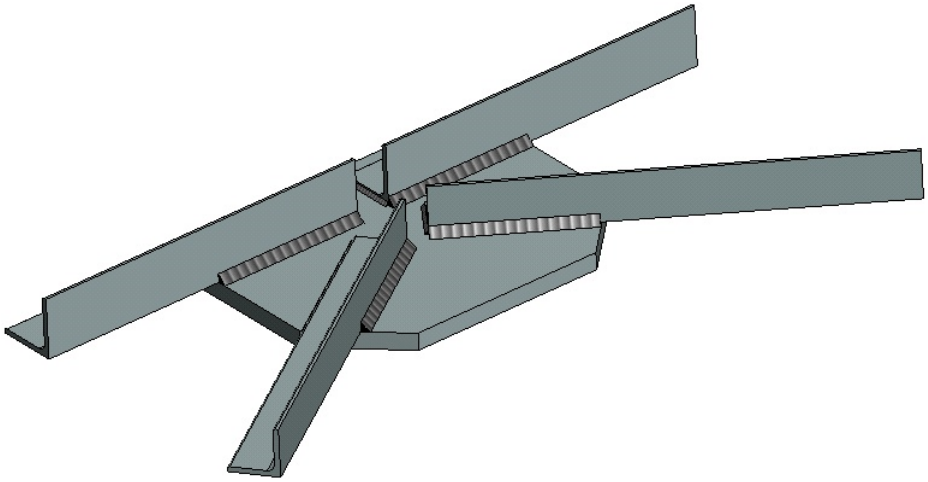
Все индивидуальные параметры сварного шва, описанные выше, могут автоматически передаваться в модуль технологического проектирования **T-FLEX Технология.**

3D Сварной шов

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Сборка (3D) > Сборка > Сварной шов > Сварной шов Сварка > Сварка > 3D Сварной шов
Клавиатура	Текстовое меню
<W3>	Сервис > Сварка > 3D Сварной шов

Команды T-FLEX CAD для моделирования сварных швов позволяют создавать сварные швы не только на 2D чертеже, но и на 3D модели. В 3D сцене место сварки обозначается специальным «декоративным» телом с характерной текстурой.



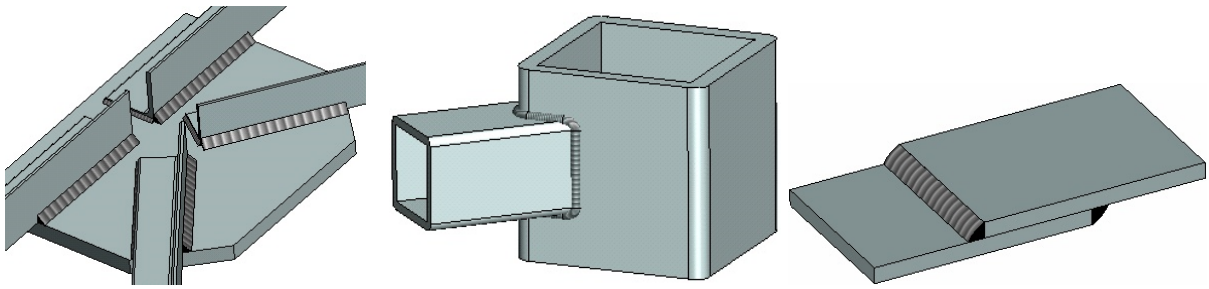
Для 3D сварного шва можно создавать обозначение так же, как и для сварного шва на 2D чертеже. Обозначение можно проставить непосредственно на 3D модели (это будет 3D надпись) или на 2D проекции данной модели.
При создании таблицы сварных швов на одной из 2D страниц данного документа, 3D сварные швы попадают в неё наравне с 2D сварными швами.

Основные сведения о 3D сварных швах

3D сварной шов может создаваться различными способами. Все способы создания 3D сварных швов можно разделить на группы:

- 3D сварные швы, созданные по граням 3D модели;
- 3D сварные швы по направляющим: **по одной направляющей** и **по трём направляющим**;
- 3D сварные швы, созданные по рёбрам, 3D путям, 3D профилям, операциям;
- 3D сварные швы, созданные по уже существующим 3D сварным швам.

Для 3D сварных швов по граням и по направляющим в 3D сцене создаётся новое **косметическое** тело. Такие швы не влияют на остальную часть 3D модели и не включаются в историю 3D модели. В дереве 3D модели тело 3D сварного шва помещается в отдельную папку **Сварные швы**. При создании 3D сварного шва другими способами новое тело не создаётся. Изображением сварного шва в 3D сцене будут те элементы модели, по которым он создан.
Используя различные способы создания 3D сварных швов T-FLEX CAD, можно имитировать на 3D модели различные виды сварных соединений.



Для любого 3D сварного шва можно указать, к какому **типу сварных швов** он принадлежит. Тип определяет все основные характеристики шва (тип сварного соединения, конструктивные элементы, обозначение). Принадлежность сварного шва к определённому типу не зависит от способа создания шва.

> Тип сварного шва создаётся как отдельный элемент модели. Типы швов, определённые в документе, являются общими и для 2D, и для 3D сварных швов. Подробно о создании типов сварных швов рассказано в разделе Тип сварного шва.

Тип 3D сварного шва можно не указывать. Если тип не указан, то шов называется **нестандартным**. Нестандартные 3D сварные швы можно использовать для декорирования 3D модели. Например, пользователь хочет прорисовать сварной шов на модели только для большей её наглядности, не планируя в дальнейшем создавать документацию по сварным швам. В такой ситуации нецелесообразно тратить время на создание типа сварного шва. Достаточно задать на 3D модели нестандартный 3D сварной шов.

> Следует отличать «нестандартный» 3D сварной шов от 3D сварного шва, созданного по нестандартному типу шва, параметры которого были заданы пользователем произвольно. 3D сварной шов нестандартного типа заносится в таблицу сварных швов.

Основные темы в этом разделе:

- Разновидности 3D сварных швов
- Создание 3D сварного шва

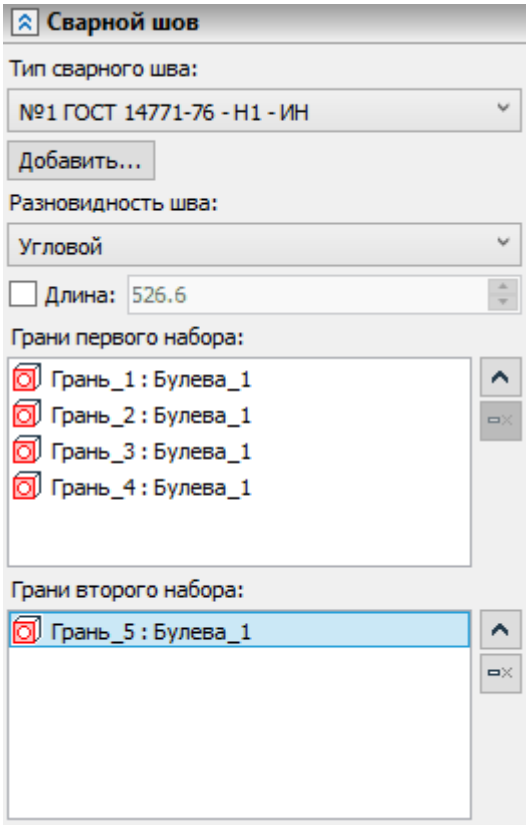
Разновидности 3D сварных швов

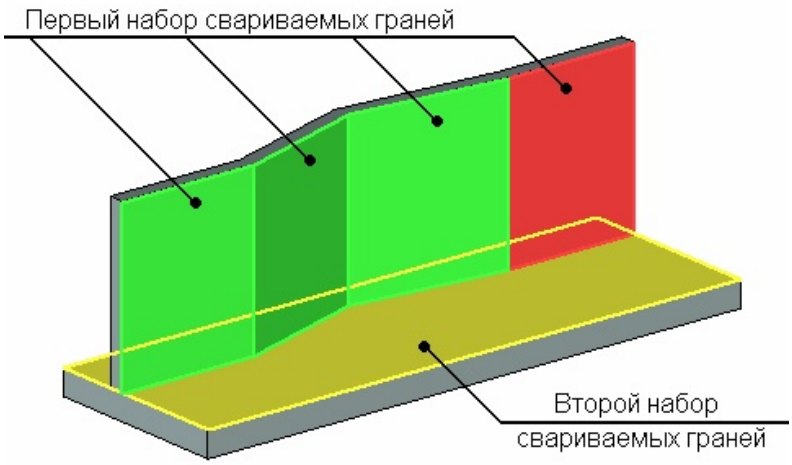
В T-FLEX CAD доступны следующие разновидности 3D сварных швов:

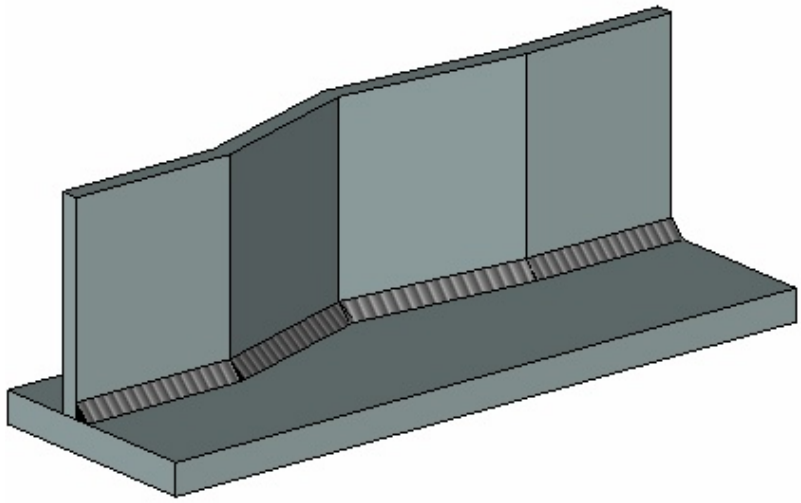
- **Угловой**
- **Стыковой**
- **Прерывистый угловой**
- **По пути**
- **По трём путям**
- **Составной**

Угловой

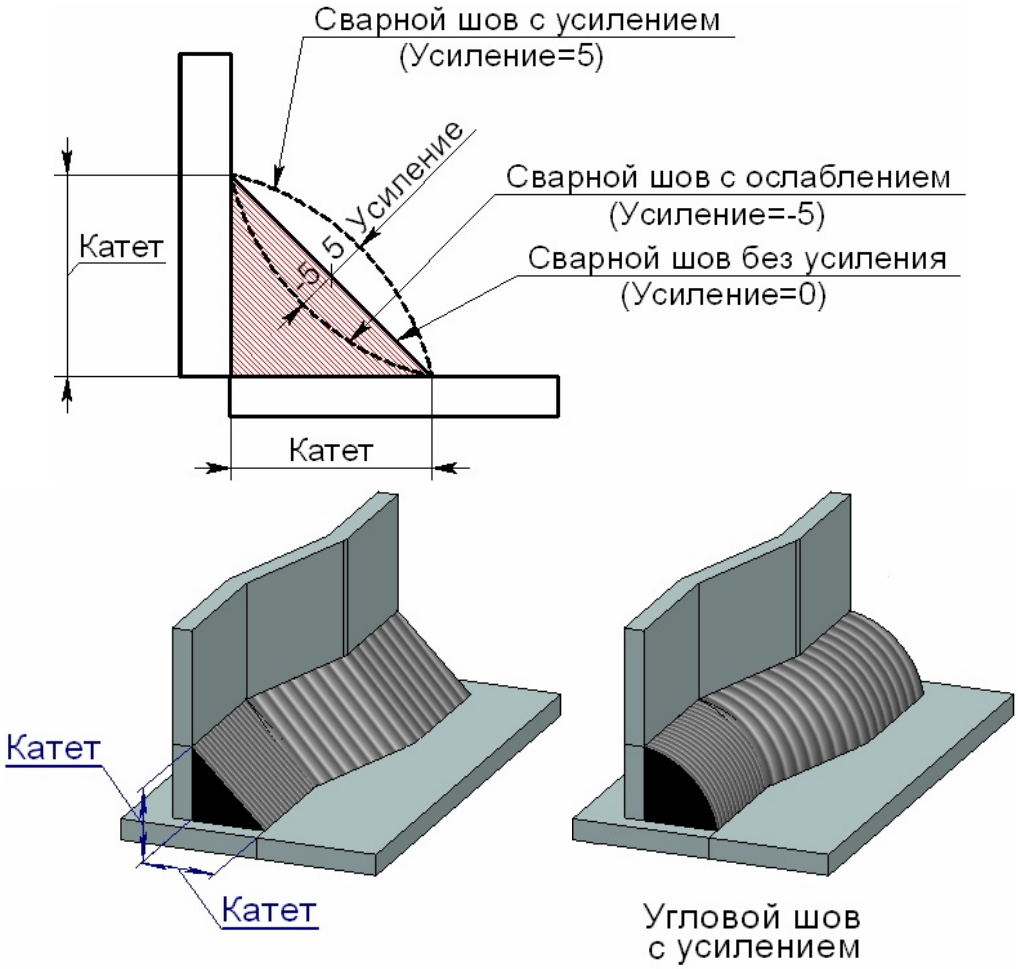
При создании углового шва указываются два набора свариваемых граней, катет шва и величина усиления/ослабления. В результате строится сварной шов между поверхностями указанных наборов граней, величина которого соответствует заданному катету. Количество граней в наборах может не совпадать. Выбранные грани должны принадлежать одному или двум телам.







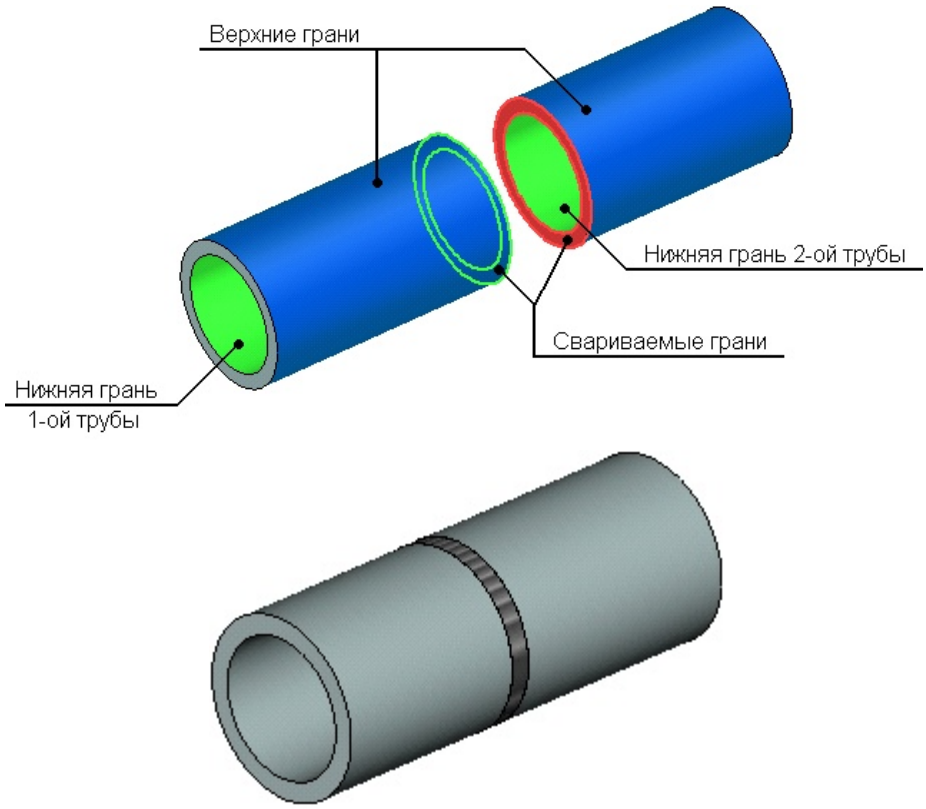
Значения катетов отсчитываются от линии пересечения граней (см. рисунки). **Ослабление/усиление** создаваемого сварного шва указывается как максимальное отклонение линии скругления шва от прямой линии. Положительное значение отклонения соответствует усилению шва, отрицательное – ослаблению.



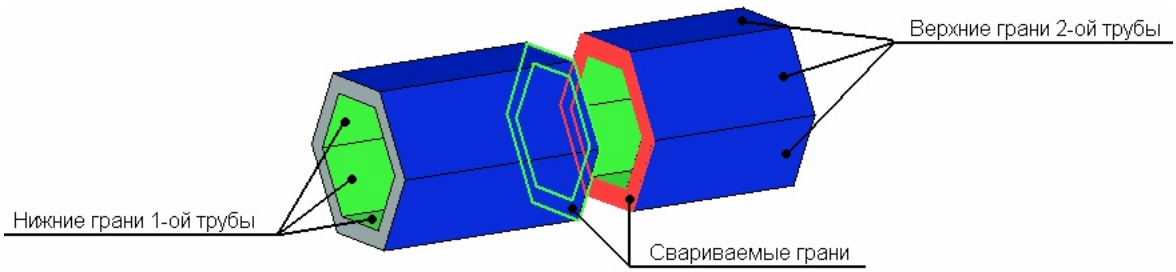
Стыковой

Стыковой шов соединяет целиком поверхности, заданными двумя наборами свариваемых граней. Количество граней в наборах может не совпадать. Выбранные грани должны принадлежать одному или двум телам. Для обеспечения правильной ориентации шва дополнительно надо указать **верхние** и **нижние** грани для каждого набора свариваемых граней. Они задают необходимое соответствие для построения тела сварного шва. В качестве верхних и нижних граней выбираются грани, имеющие со свариваемыми общие рёбра.

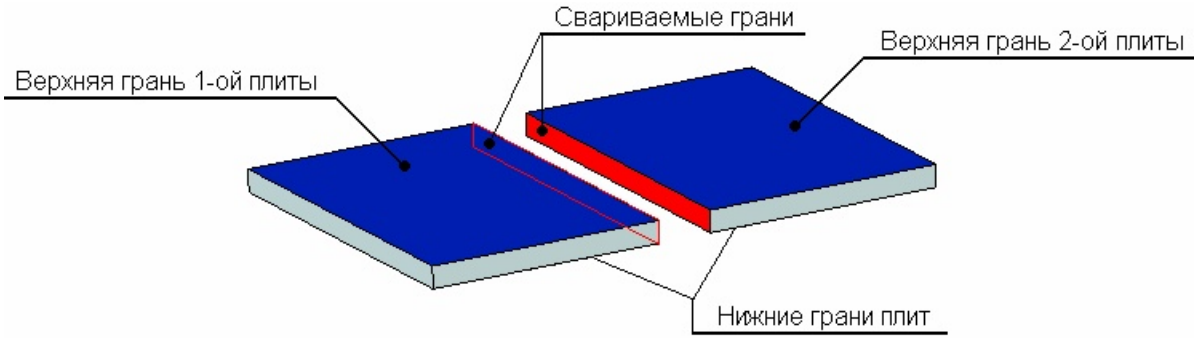
Например, при создании стыкового шва между двумя трубами с круглым сечением в качестве верхних граней выбираются внешние цилиндрические грани обоих тел. Нижними гранями в этом случае будут внутренние цилиндрические грани. Можно выбрать и наоборот, главное – соответствие внешней грани одного тела с внешней гранью другого тела, а внутренней грани – с внутренней.



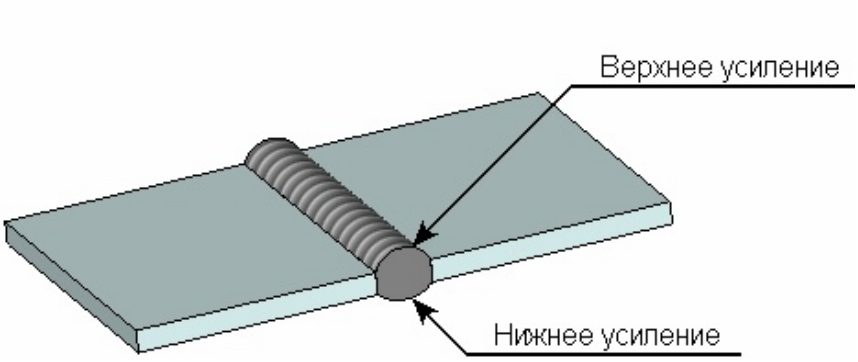
При создании стыкового шва между двумя трубами с некруглым сечением в качестве верхних граней выбираются все внешние грани обеих труб, в качестве нижних граней – все внутренние грани. Если на каждом теле необходимо указать несколько верхних граней, то порядок выбора граней одного тела должен совпадать с порядком выбора граней другого тела. То же самое справедливо и для случая выбора нескольких нижних граней на каждом теле.



При создании стыкового сварного шва между двумя плитами в качестве верхних и нижних граней выбираются те грани тела, вдоль которых будет проходить создаваемый сварной шов. Обратите внимание, что верхняя грань на одной плите должна быть с той же стороны шва, что и верхняя грань на другой плите.

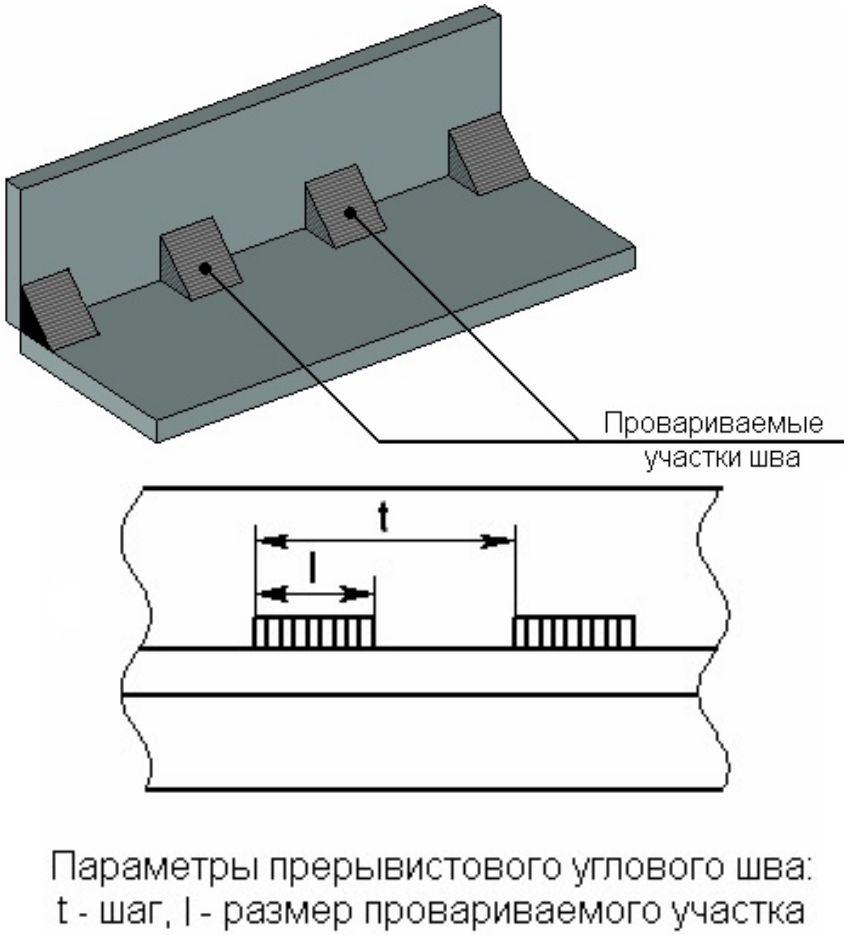


Для стыкового шва можно дополнительно указать **величину усиления/ослабления** шва с обеих сторон свариваемых деталей (т.е. со стороны верхних и нижних граней).



Прерывистый угловой

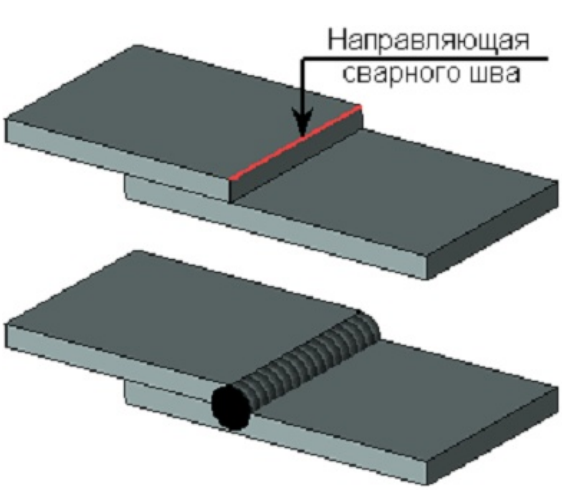
Прерывистый угловой шов представляет собой угловой шов, проваренный не целиком, а отдельными участками. Поэтому создаётся он в основном так же, как и угловой шов. Дополнительно необходимо указать **размер провариваемого участка** и **размер шага**. Обратите внимание, что для некоторых типов сварных швов эти параметры могут быть определены и в параметрах самого типа (если этого требует соответствующий ГОСТ). В этом случае значения, заданные для самого шва, «перекрывают» значения, заданные для типа этого шва.



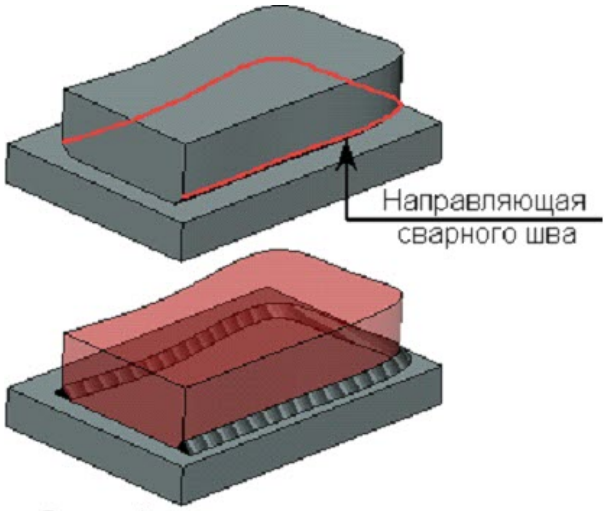
Параметры прерывистового углового шва:
t - шаг, l - размер провариваемого участка

По пути

При создании сварного шва по пути тело сварного шва создаётся перемещением профиля шва вдоль произвольной направляющей. Направляющая шва может быть замкнутой.



Сварной шов с круглым профилем

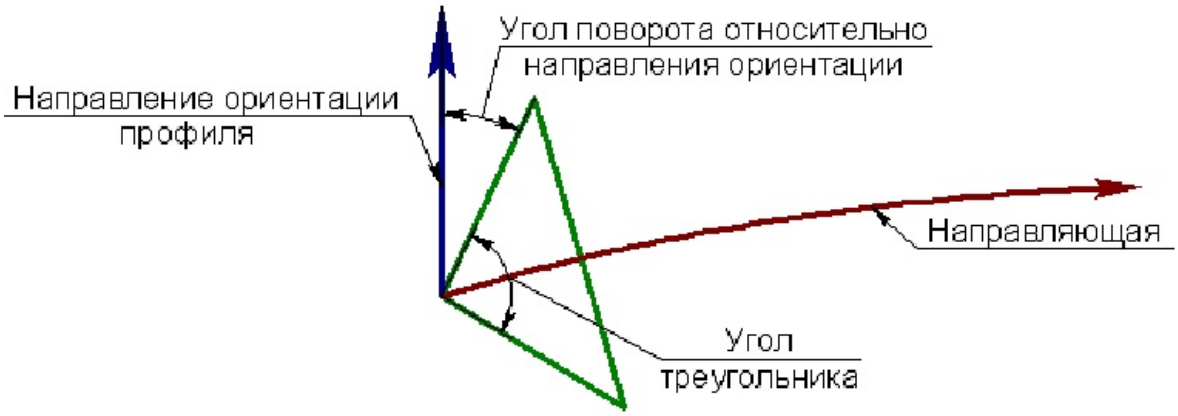


Сварной шов с треугольным профилем

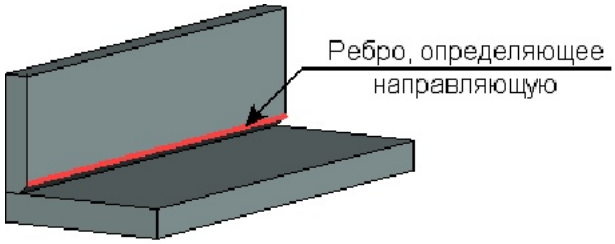
В качестве направляющей можно указывать рёбра, 3D пути, 3D профили и т.п. Направляющую можно задать набором 3D элементов (рёбер, путей и т.п.), при условии, что все выбранные элементы образуют непрерывную последовательность.

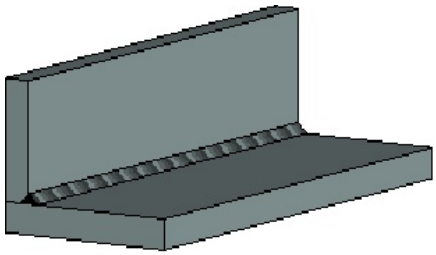
Форма профиля выбирается из вариантов, предлагаемых системой: окружность или равнобедренный треугольник. Для круглого профиля шва указывается радиус, для треугольного профиля – размер боковой стороны и величину угла между боковыми сторонами.

Для точной ориентации треугольного профиля дополнительно нужно указать направление ориентации профиля и угол поворота профиля относительно этого направления. При построении шва вершина треугольника совмещается с точкой на направляющей, а одна из сторон треугольника – с заданным вектором направления, а затем профиль доворачивается на требуемый угол.

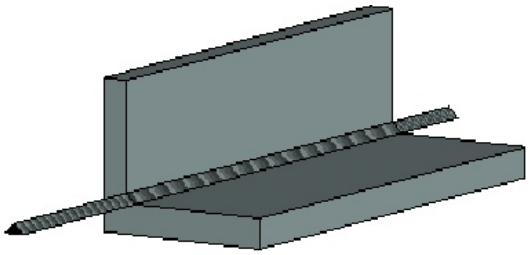


Длина создаваемого сварного шва равна длине направляющей. В ситуациях, когда необходимо создать шов длиннее направляющей, можно указать величину расширений на концах направляющей. Тело сварного шва будет удлиненно по касательным к направляющей в её конечных точках на величину заданных расширений.





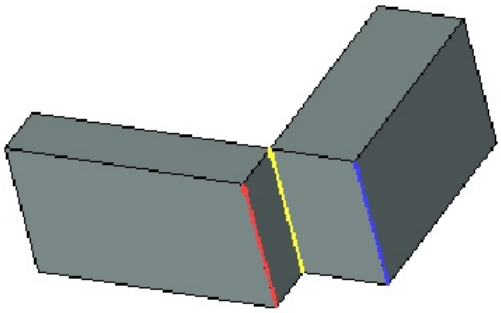
Сварной шов без расширений



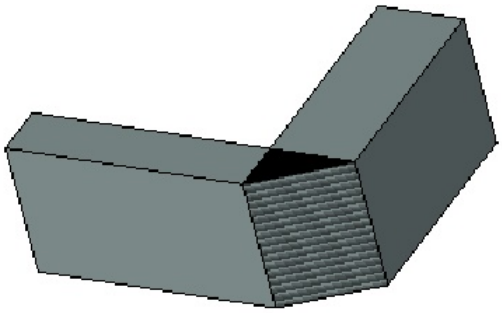
Сварной шов с расширениями с обеих сторон

По трём путям

Для создания сварного шва данного типа указываются три направляющие. Треугольное в сечении тело шва формируется таким образом, чтобы его боковые рёбра совпали с направляющими.



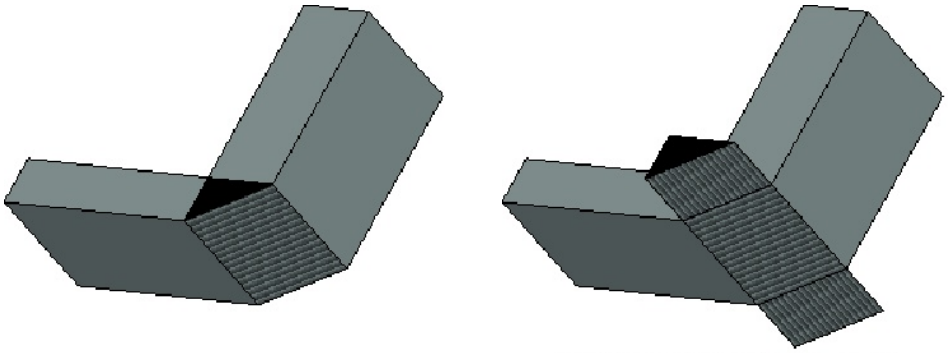
В качестве направляющих выбраны
рёбра свариваемых тел



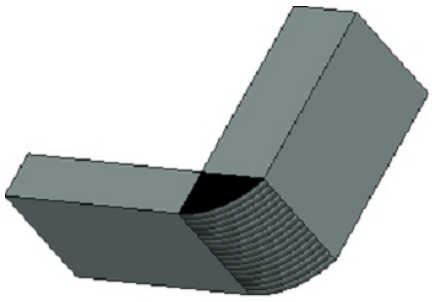
В качестве направляющих можно указывать рёбра, 3D пути, 3D профили и т.п. Направляющие можно задавать набором элементов (рёбер, путей и т.п.), при условии, что все элементы одной направляющей образуют непрерывную последовательность.

Длина создаваемого сварного шва равна длине первой направляющей. В ситуациях, когда необходимо создать шов длиннее направляющей, можно указать величину расширений на концах направляющей. Тело сварного шва будет удлиненно (параллельным переносом торцевых сечений) на величину заданных расширений.

Для сварного шва данного типа можно указать величину усиления/ослабления на стороне шва, лежащей между первой и второй направляющей.



Сварной шов с расширениями на обоих концах



Сварной шов с усилением

Составной

Составной сварной шов может быть создан следующими способами:

- По рёбрам, 3D путям, 3D профилям, операциям;
- По имеющимся 3D сварным швам.

> Составной шов отсутствует в списке разновидностей, если используется нестандартный тип шва.

По рёбрам, 3D путям, 3D профилям, операциям

3D сварной шов, создаваемый по рёбрам, 3D путям, 3D профилям, операциям можно использовать в тех случаях, когда требуемое изображение сварного шва невозможно построить по граням модели. С его помощью можно указать, что какие-то уже существующие элементы 3D модели являются сварным швом. Для большей информативности при создании составного шва можно указать, какие детали он соединяет. Обратите внимание, что такой 3D сварной шов не может быть нестандартным.

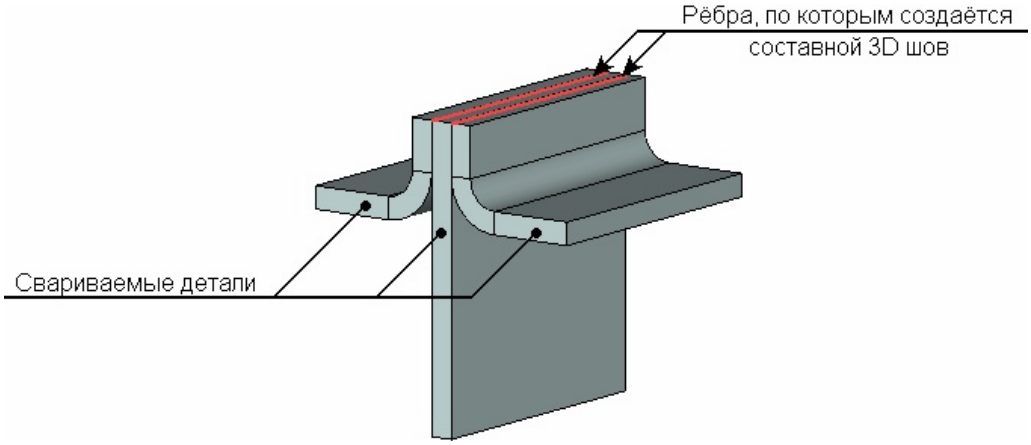
При создании 3D сварного шва в 3D сцене не создаётся дополнительное «декоративное» тело шва. Однако такой шов можно «увидеть» – при выборе его в окне сварных швов в 3D сцене будут подсвечиваться соответствующие 3D объекты.

> При необходимости телу, определяющему 3D сварной шов, можно самостоятельно назначить материал «WeldMaterial».

3D сварной шов, созданный по рёбрам, 3D путям, 3D профилям, операциям заносится в таблицу сварных швов наравне с другими видами сварных швов. Длина составного шва в режиме автоматического расчёта определяется как сумма периметров или длин всех составляющих его элементов 3D модели, кроме тел (операций). Тела, входящие в состав составного сварного шва, при автоматическом расчёте его длины не учитываются.

В качестве примера рассмотрим создание торцевого сварного шва. Допустим, необходимо создать сварной шов, соединяющий три детали (картинка ниже). Ни угловой, ни стыковой 3D швы в данном

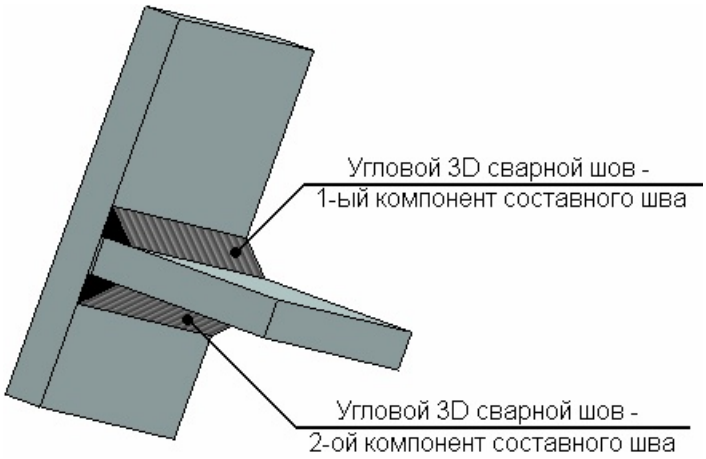
случае не подходят. Поэтому создадим 3D сварной шов по двум рёбрам и дополнительно укажем, какие тела должны быть сварены данным швом.



По имеющимся 3D сварным швам

3D сварной шов может быть создан на основе набора уже существующих 3D сварных швов. Такой шов не может быть нестандартным. Как и в предыдущем случае, при создании такого 3D сварного шва дополнительное тело в 3D сцене не создаётся.

В качестве примера такого шва можно рассмотреть создание в T-FLEX CAD таврового двустороннего сварного шва. Тавровый шов можно имитировать с помощью пары угловых сварных швов. Для того, чтобы в дальнейшем эта пара воспринималась системой как единый шов, следует дополнительно объединить их в один составной шов.



Для большей информативности при создании составного шва можно указать, какие детали он соединяет.

Длина составного шва в режиме автоматического расчёта определяется как сумма длин всех составляющих его 3D сварных швов. Параметры составного шва определяются типом данного шва. Параметры исходных сварных швов игнорируются.

В таблицу сварных швов в общем случае заносятся и исходные 3D сварные швы, и результирующий сварной шов, созданный на их основе. Чтобы избежать дублирования, рекомендуется в качестве исходных швов использовать нестандартные 3D сварные швы. В этом случае в таблицу сварных швов они не попадут.

Создание 3D сварного шва

Требуемый набор исходных элементов и геометрические параметры шва, зависят от его разновидности. Поэтому последовательность действий, необходимых для создания шва, описана отдельно для разных разновидностей.

Основные темы в этом разделе:

- Угловой и прерывистый угловой
- Стыковой
- По пути
- По трём путям
- Составной

Угловой и прерывистый угловой

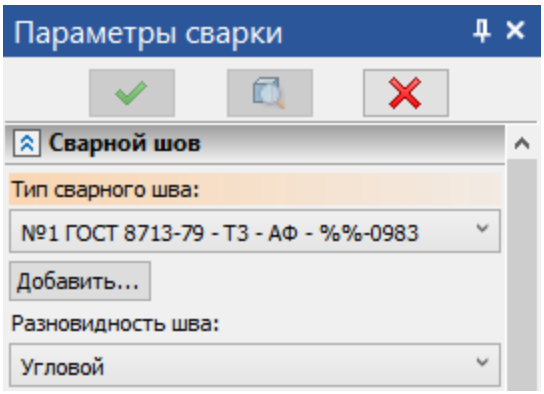
Для создания углового или углового прерывистого шва следует после вызова команды **3D Сварной шов** выполнить следующие действия:

1. Задать тип создаваемого шва;
2. Выбрать разновидность шва;
3. Выбрать исходные элементы и задать геометрические параметры шва;
4. Задать длину шва (необязательное действие);
5. Воспользоваться опцией автоматического создания сопряжения (необязательное действие);
6. Задать основные параметры и параметры обработки сторон (необязательное действие);
7. Подтвердить создание сварного шва (или **<Ctrl>+<Enter>**).

При создании шва можно также пользоваться опциями динамического просмотра и предварительного просмотра результата операции.

Тип шва

Тип создаваемого сварного шва выбирается в выпадающем списке **Тип сварного шва**, расположенном в верхней части вкладки **Сварной шов** окна параметров команды. Список содержит все созданные в текущем документе T-FLEX CAD типы сварных швов.



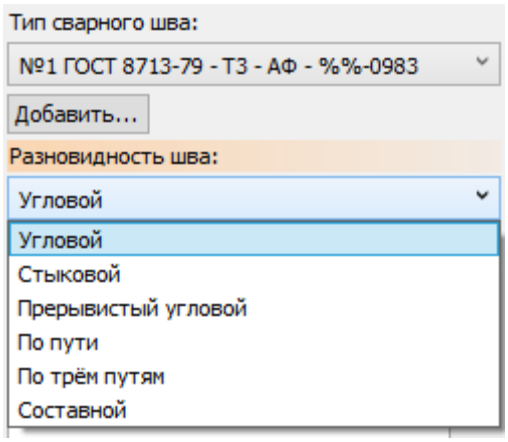
Если требуемый тип сварного шва ещё не создан, можно воспользоваться кнопкой **Добавить.** При нажатии на эту кнопку будет запущена команда создания нового типа сварного шва. После завершения создания типа система вернётся в команду создания шва. Созданный тип шва будет автоматически выбран.

О создании нового типа сварного шва подробно рассказано в разделе Тип сварного шва.

Помимо созданных пользователем типов швов, список **Тип сварного шва** содержит дополнительный вариант **Нестандартный**. Он используется для создания нестандартных 3D сварных швов.

Разновидность шва

Выбор осуществляется с помощью выпадающего списка **Разновидность шва**, расположенного в верхней части вкладки **Сварной шов** окна параметров команды.



Доступны следующие разновидности:

- **Угловой**
- **Стыковой**
- **Прерывистый угловой**
- **По пути**
- **По трём путям**
- **Составной**

Вариант **Составной** отсутствует в списке, если в поле **Тип сварного шва** установлено **Нестандартный**.

Исходные элементы и геометрические параметры шва

После выбора в списке **Разновидность шва** варианта **Угловой** или **Прерывистый угловой** в автоменю команды становятся доступны следующие опции для выбора двух наборов свариваемых граней:

<1> Выберите грани первого набора

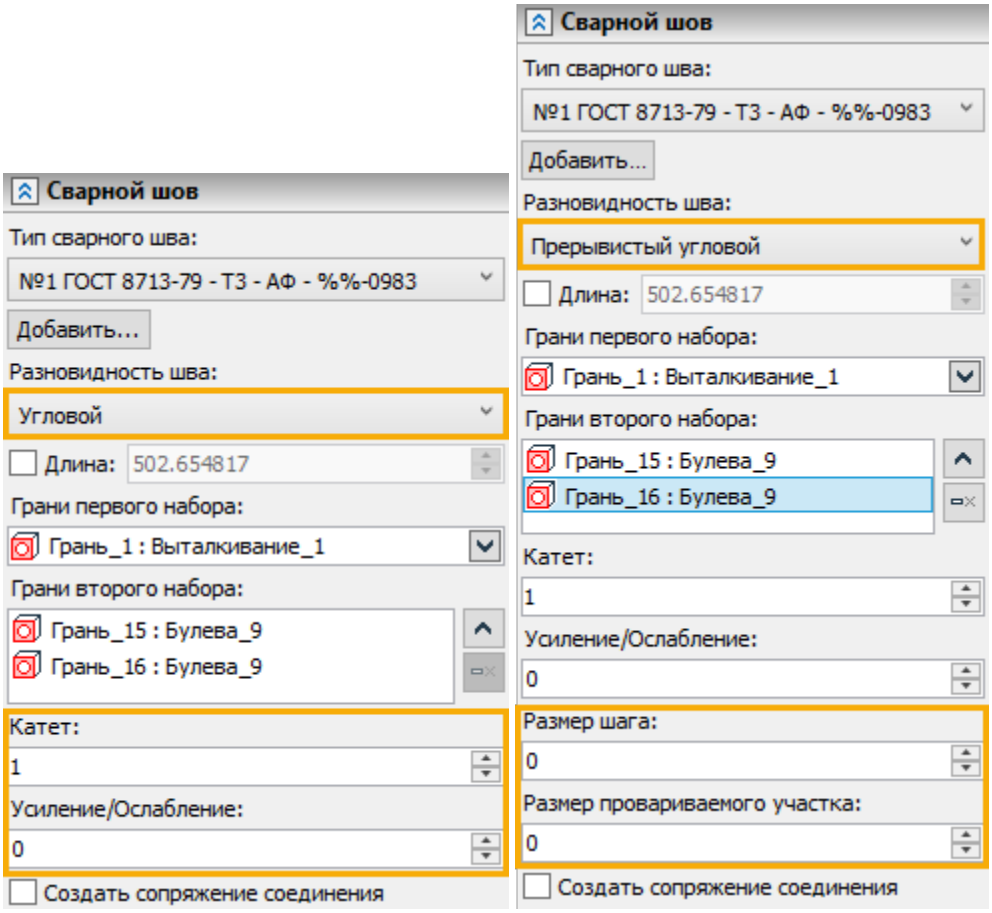
<2> Выберите грани второго набора

Первая опция активируется автоматически при появлении, вторая опция активируется автоматически после выбора грани, принадлежащей телу, отличному от родительского тела граней, выбранных ранее с помощью первой опции.

Выбранные грани заносятся в списки **Грани первого набора** и **Грани второго набора** в разделе **Сварной шов** окна параметров команды. Для отказа от выбора какой-либо грани необходимо указать её в соответствующем списке с помощью и нажать кнопку .

Величину **катета** и **усиления** сварного шва можно задать с помощью одноимённых параметров окна параметров.

Для углового прерывистого шва дополнительно можно указать **размер шага** и **размер провариваемого участка**.



Длина шва

Способ расчёта длины шва определяется состоянием флага **Длина**, расположенного под выпадающим списком выбора разновидности шва. Когда флаг снят, длина шва рассчитывается системой автоматически. При установленном флаге значение длины задаётся пользователем в поле ввода справа от флажка.

Автоматическое создание сопряжения

Если установить флаг **Создать сопряжение соединения**, расположенный в нижней части раздела **Сварной шов** окна параметров команды, то при создании шва также будет автоматически создано сопряжение типа соединение между телами, которым принадлежат выбранные грани.

Основные параметры и параметры обработки сторон

При использовании стандартного типа шва окно параметров содержит разделы **Основные параметры**, **Обработка лицевой стороны** и **Обработка оборотной стороны**. Содержимое данных разделов для 3D шва аналогично описанному для 2D шва. Для нестандартного шва данные параметры недоступны.

> Основные параметры и параметры обработки используются при создании обозначения шва.

См. также:

- Общие сведения об угловых швах
- Общие сведения о прерывистых угловых швах

Стыковой

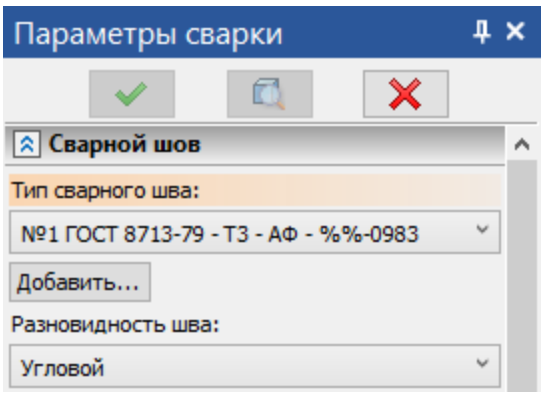
Для создания стыкового шва следует после вызова команды **3D Сварной шов** выполнить следующие действия:

1. Задать тип создаваемого шва;
2. Выбрать разновидность шва;
3. Выбрать исходные элементы и задать геометрические параметры шва;
4. Задать длину шва (необязательное действие);
5. Воспользоваться опцией автоматического создания сопряжения (необязательное действие);
6. Задать основные параметры и параметры обработки сторон (необязательное действие);
7. Подтвердить создание сварного шва (или **<Ctrl>+<Enter>**).

При создании шва можно также пользоваться опциями динамического просмотра и предварительного просмотра результата операции.

Тип шва

Тип создаваемого сварного шва выбирается в выпадающем списке **Тип сварного шва**, расположенном в верхней части вкладки **Сварной шов** окна параметров команды. Список содержит все созданные в текущем документе T-FLEX CAD типы сварных швов.



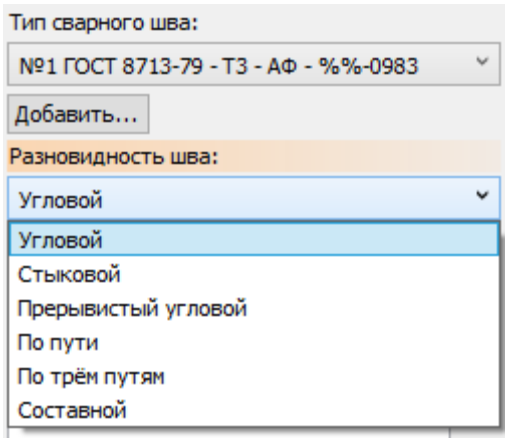
Если требуемый тип сварного шва ещё не создан, можно воспользоваться кнопкой **Добавить.** При нажатии на эту кнопку будет запущена команда создания нового типа сварного шва. После завершения создания типа система вернётся в команду создания шва. Созданный тип шва будет автоматически выбран.

О создании нового типа сварного шва подробно рассказано в разделе Тип сварного шва.

Помимо созданных пользователем типов швов, список **Тип сварного шва** содержит дополнительный вариант **Нестандартный**. Он используется для создания нестандартных 3D сварных швов.

Разновидность шва

Выбор осуществляется с помощью выпадающего списка **Разновидность шва**, расположенного в верхней части вкладки **Сварной шов** окна параметров команды.



Доступны следующие разновидности:

- **Угловой**
- **Стыковой**
- **Прерывистый угловой**
- **По пути**
- **По трём путям**
- **Составной**

Вариант **Составной** отсутствует в списке, если в поле **Тип сварного шва** установлено **Нестандартный**.

Исходные элементы и геометрические параметры шва

Если в списке **Разновидность шва** выбран вариант **Стыковой**, то необходимо выбрать два набора свариваемых граней с помощью тех же опций автоменю, что и для угловых швов:

<1> Выберите грани первого набора

<2> Выберите грани второго набора

Первая опция активируется автоматически при появлении, вторая опция активируется автоматически после выбора грани, принадлежащей телу, отличному от родительского тела граней, выбранных ранее с помощью первой опции.

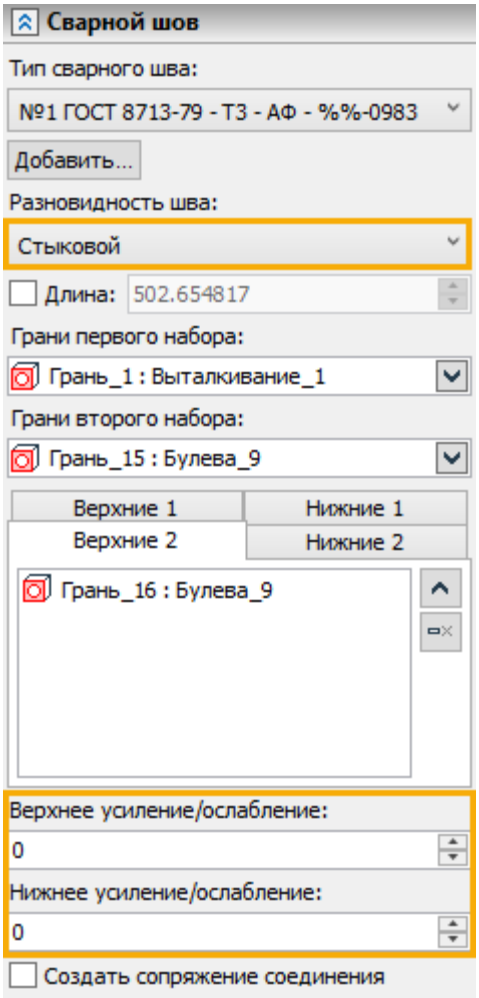
Выбранные грани заносятся в списки **Грани первого набора** и **Грани второго набора** в разделе **Сварной шов** окна параметров команды. Для отказа от выбора какой-либо грани необходимо указать её в соответствующем списке с помощью и нажать кнопку .

Дополнительно в автоменю доступны опции для выбора верхних и нижних граней свариваемых тел:

	<T>	Выберите верхние грани первого набора
	<B>	Выберите нижние грани первого набора
	<Y>	Выберите верхние грани второго набора
	<N>	Выберите нижние грани второго набора

Выбранные грани помещаются в списки **Верхние 1**, **Верхние 2**, **Нижние 1**, **Нижние 2**. Для отказа от выбора какой-либо грани необходимо указать её в соответствующем списке с помощью и нажать кнопку .

В окне свойств для стыкового шва также можно задать **верхнее усиление** (т.е. усиление шва со стороны верхних граней) и **нижнее усиление** (усиление шва со стороны нижних граней).



Длина шва

Способ расчёта длины шва определяется состоянием флага **Длина**, расположенного под выпадающим списком выбора разновидности шва. Когда флаг снят, длина шва рассчитывается системой автоматически. При установленном флаге значение длины задаётся пользователем в поле ввода справа от флажка.

Автоматическое создание сопряжения

Если установить флаг **Создать сопряжение соединения**, расположенный в нижней части раздела **Сварной шов** окна параметров команды, то при создании шва также будет автоматически создано сопряжение типа "соединение" между телами, которым принадлежат выбранные грани.

Основные параметры и параметры обработки сторон

При использовании стандартного типа шва окно параметров содержит разделы **Основные параметры**, **Обработка лицевой стороны** и **Обработка оборотной стороны**. Содержимое данных разделов для 3D шва аналогично описанному для 2D шва. Для нестандартного шва данные параметры недоступны.

> Основные параметры и параметры обработки используются при создании обозначения шва.

См. также:

- Общие сведения о стыковых швах

По пути

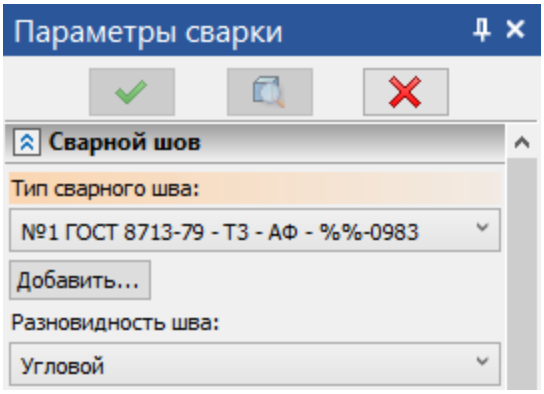
Для создания шва по пути следует после вызова команды **3D Сварной шов** выполнить следующие действия:

1. Задать тип создаваемого шва;
2. Выбрать разновидность шва;
3. Выбрать исходные элементы и задать геометрические параметры шва;
4. Задать длину шва (необязательное действие);
5. Задать основные параметры и параметры обработки сторон (необязательное действие);
6. Подтвердить создание сварного шва (или **<Ctrl>+<Enter>**).

При создании шва можно также пользоваться опциями динамического просмотра и предварительного просмотра результата операции.

Тип шва

Тип создаваемого сварного шва выбирается в выпадающем списке **Тип сварного шва**, расположенном в верхней части вкладки **Сварной шов** окна параметров команды. Список содержит все созданные в текущем документе T-FLEX CAD типы сварных швов.



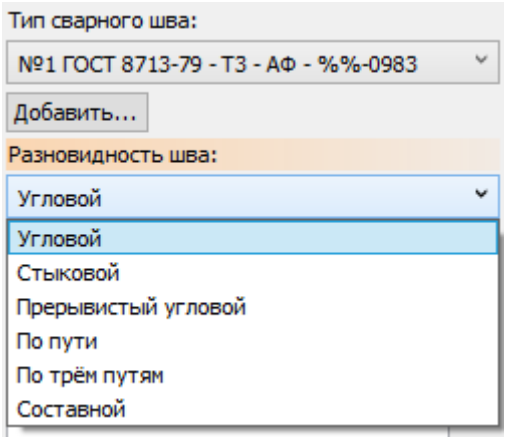
Если требуемый тип сварного шва ещё не создан, можно воспользоваться кнопкой **Добавить.** При нажатии на эту кнопку будет запущена команда создания нового типа сварного шва. После завершения создания типа система вернётся в команду создания шва. Созданный тип шва будет автоматически выбран.

> О создании нового типа сварного шва подробно рассказано в разделе Тип сварного шва.

Помимо созданных пользователем типов швов, список **Тип сварного шва** содержит дополнительный вариант **Нестандартный**. Он используется для создания нестандартных 3D сварных швов.

Разновидность шва

Выбор осуществляется с помощью выпадающего списка **Разновидность шва**, расположенного в верхней части вкладки **Сварной шов** окна параметров команды.



Доступны следующие разновидности:

- **Угловой**
- **Стыковой**
- **Прерывистый угловой**
- **По пути**
- **По трём путям**
- **Составной**

Вариант **Составной** отсутствует в списке, если в поле **Тип сварного шва** установлено **Нестандартный**.

Исходные элементы и геометрические параметры шва

После выбора в списке **Разновидность шва** варианта **По пути** в автоменю автоматически активируется опция для выбора направляющей:

<T> Выбрать направляющую

В качестве направляющей можно выбрать 3D профиль, грань (используются контуры грани), ребро, цикл или 3D путь. Выбранные элементы заносятся в список **Путь 1** в разделе **Сварной шов** окна параметров команды. Для исключения элемента из числа выбранных необходимо указать его в этом списке с помощью и нажать кнопку .

Полностью сбросить выбор направляющей можно, нажав кнопку в окне параметров или с помощью опции автоменю:

<D> Отменить выбор направляющей

Если длина выбранной направляющей недостаточна, можно увеличить длину шва, указав величину расширений. Это можно сделать с помощью параметров группы **Расширения на концах**.

Группа параметров в нижней части раздела **Сварной шов** окна параметров позволяет выбрать тип профиля шва: **Круговой** (окружность) или **Треугольный**. При выборе кругового профиля необходимо указать его **радиус**.

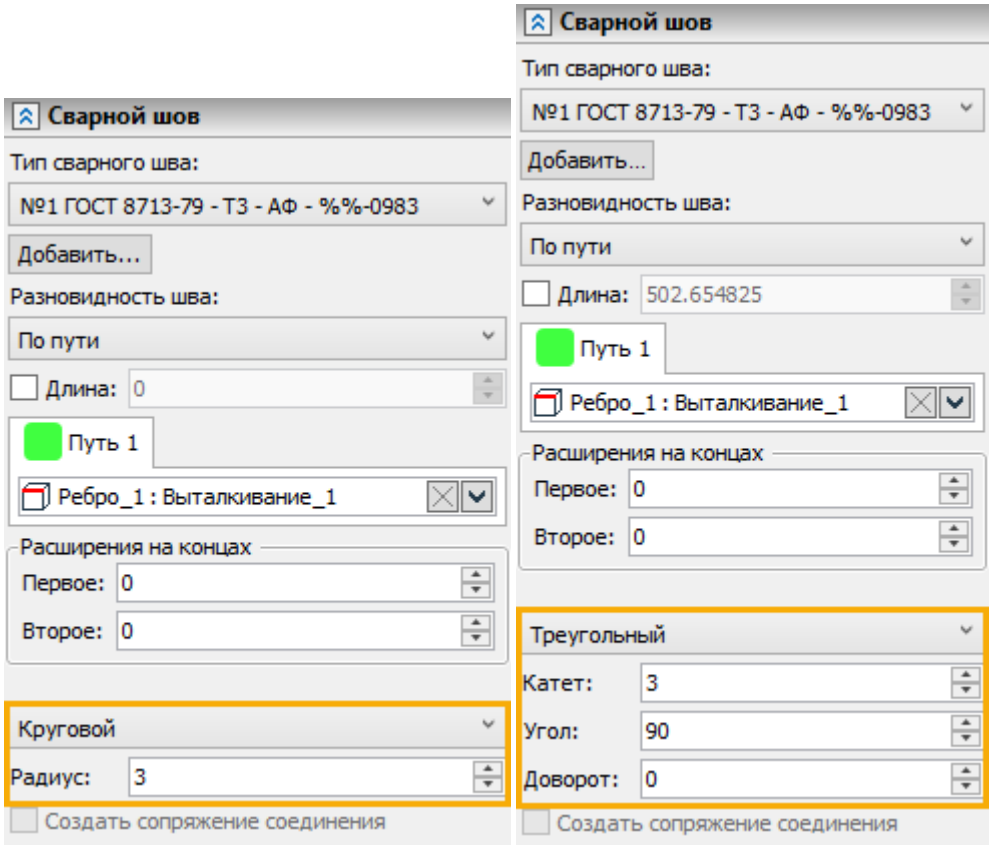
Для **треугольного профиля** указываются величина боковой стороны треугольника (параметр **Катет**), угол между сторонами треугольника (параметр **Угол**) и угол поворота относительно направления ориентации профиля (параметр **Доворот**).

Направление ориентации треугольного профиля указывается с помощью опции автоменю:

<R> Выбрать направление, задающее ориентацию профиля

Отказаться от выбранного направления можно с помощью опции:

<U> Отменить выбор направления, задающего ориентацию профиля



Длина шва

Способ расчёта длины шва определяется состоянием флага **Длина**, расположенного под выпадающим списком выбора разновидности шва. Когда флаг снят, длина шва рассчитывается системой автоматически. При установленном флаге значение длины задаётся пользователем в поле ввода справа от флажка.

Основные параметры и параметры обработки сторон

При использовании стандартного типа шва окно параметров содержит разделы **Основные параметры**, **Обработка лицевой стороны** и **Обработка оборотной стороны**. Содержимое данных разделов для 3D шва аналогично описанному для 2D шва. Для нестандартного шва данные параметры недоступны.

Основные параметры и параметры обработки используются при создании обозначения шва.

См. также:

- Общие сведения о швах по пути

По трём путям

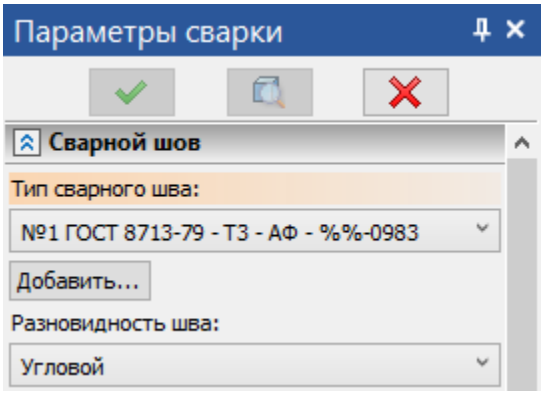
Для создания шва по трём путям следует после вызова команды 3D Сварной шов выполнить следующие действия:

1. Задать тип создаваемого шва;
2. Выбрать разновидность шва;
3. Выбрать исходные элементы и задать геометрические параметры шва;
4. Задать длину шва (необязательное действие);
5. Задать основные параметры и параметры обработки сторон (необязательное действие);
6. Подтвердить создание сварного шва (или <**Ctrl**>+<**Enter**>).

При создании шва можно также пользоваться опциями динамического просмотра и предварительного просмотра результата операции.

Тип шва

Тип создаваемого сварного шва выбирается в выпадающем списке **Тип сварного шва**, расположенном в верхней части вкладки **Сварной шов** окна параметров команды. Список содержит все созданные в текущем документе T-FLEX CAD типы сварных швов.



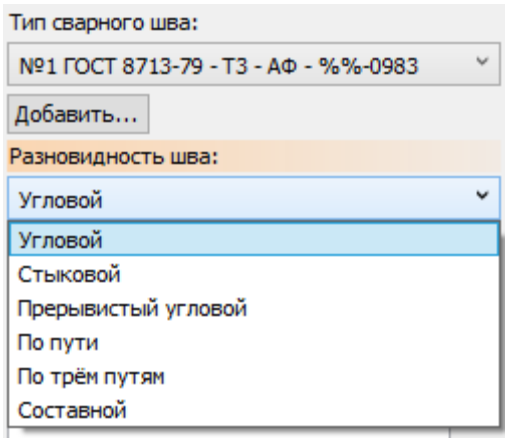
Если требуемый тип сварного шва ещё не создан, можно воспользоваться кнопкой **Добавить.** При нажатии на эту кнопку будет запущена команда создания нового типа сварного шва. После завершения создания типа система вернётся в команду создания шва. Созданный тип шва будет автоматически выбран.

О создании нового типа сварного шва подробно рассказано в разделе Тип сварного шва.

Помимо созданных пользователем типов швов, список **Тип сварного шва** содержит дополнительный вариант **Нестандартный**. Он используется для создания нестандартных 3D сварных швов.

Разновидность шва

Выбор осуществляется с помощью выпадающего списка **Разновидность шва**, расположенного в верхней части вкладки **Сварной шов** окна параметров команды.



Доступны следующие разновидности:

- **Угловой**
- **Стыковой**
- **Прерывистый угловой**
- **По пути**
- **По трём путям**
- **Составной**

Вариант **Составной** отсутствует в списке, если в поле **Тип сварного шва** установлено **Нестандартный**.

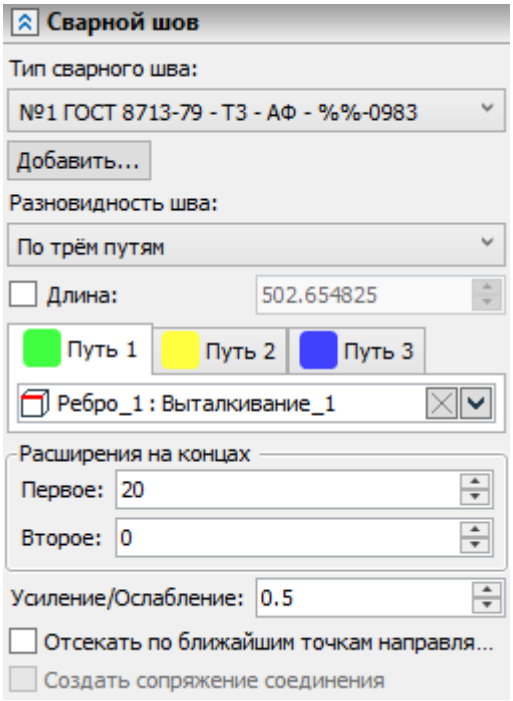
Исходные элементы и геометрические параметры шва

После выбора в списке **Разновидность шва** варианта **По трём путям** в автоменю команды станут доступны опции выбора направляющих:

	<T>	Выбрать первую направляющую
	<D>	Отменить выбор первой направляющей
	<W>	Выбрать вторую направляющую
	<K>	Отменить выбор второй направляющей
	<A>	Выбрать третью направляющую
	<M>	Отменить выбор третьей направляющей

Опция выбора первой направляющей автоматически активируется при появлении, после выбора первой направляющей автоматически активируется опция выбора второй направляющей, а после выбора второй - опция выбора третьей. Опции позволяют выбирать в качестве направляющих 3D профили, грани (используются контуры грани), рёбра, циклы и 3D пути. Для ограничения типа выбираемых элементов можно пользоваться панелью фильтров

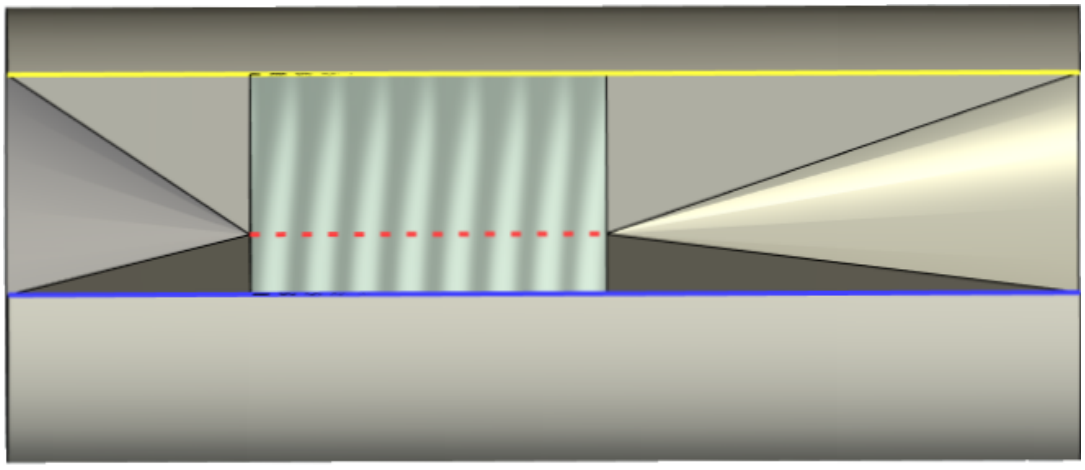
Выбранные объекты заносятся в списки **Путь 1**, **Путь 2**, **Путь 3** в разделе **Сварной шов** окна параметров команды.



Если не указывать значение длины вручную, длина создаваемого шва будет равна длине первого пути. Увеличить длину можно, указав величину расширений на концах пути с помощью параметров группы **Расширения на концах**.

В том же разделе окна параметров для сварного шва по трём направляющим также можно задать **усиление/ослабление** шва.

В нижней части раздела также доступна опция **Отсекать по ближайшим точкам направляющих.** Если её включить, то треугольное сечение сварного шва будет определяться не концами направляющих, а следующим образом:
1. Длину задаёт первый путь.
2. По конечным точкам первого пути определяются ближайшие точки на втором и третьем пути и строится треугольное сечение.



Длина шва

Способ расчёта длины шва определяется состоянием флага **Длина**, расположенного под выпадающим списком выбора разновидности шва. Когда флаг снят, длина шва рассчитывается системой автоматически. При установленном флаге значение длины задаётся пользователем в поле ввода справа от флажка.

Основные параметры и параметры обработки сторон

При использовании стандартного типа шва окно параметров содержит разделы **Основные параметры**, **Обработка лицевой стороны** и **Обработка оборотной стороны**. Содержимое данных разделов для 3D шва аналогично описанному для 2D шва. Для нестандартного шва данные параметры недоступны.

> Основные параметры и параметры обработки используются при создании обозначения шва.

См. также:

- Общие сведения о швах по трём путям

Составной

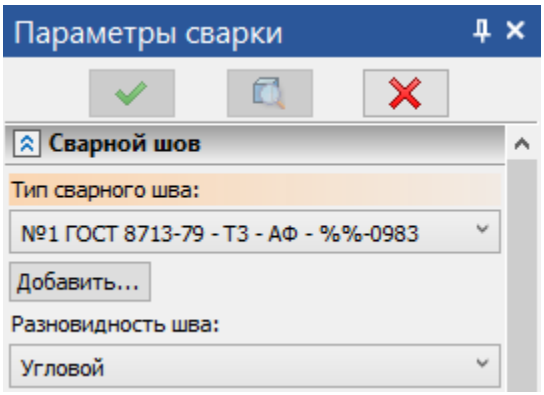
Для создания составного шва следует после вызова команды **3D Сварной шов** выполнить следующие действия:

1. Задать тип создаваемого шва;
2. Выбрать разновидность шва;
3. Выбрать исходные элементы и задать геометрические параметры шва;
4. Задать длину шва (необязательное действие);
5. Задать основные параметры и параметры обработки сторон (необязательное действие);
6. Подтвердить создание сварного шва (или **<Ctrl>+<Enter>**).

При создании шва можно также пользоваться опциями динамического просмотра и предварительного просмотра результата операции.

Тип шва

Тип создаваемого сварного шва выбирается в выпадающем списке **Тип сварного шва**, расположенном в верхней части вкладки **Сварной шов** окна параметров команды. Список содержит все созданные в текущем документе T-FLEX CAD типы сварных швов.



Если требуемый тип сварного шва ещё не создан, можно воспользоваться кнопкой **Добавить.** При нажатии на эту кнопку будет запущена команда создания нового типа сварного шва. После завершения создания типа система вернётся в команду создания шва. Созданный тип шва будет автоматически выбран.

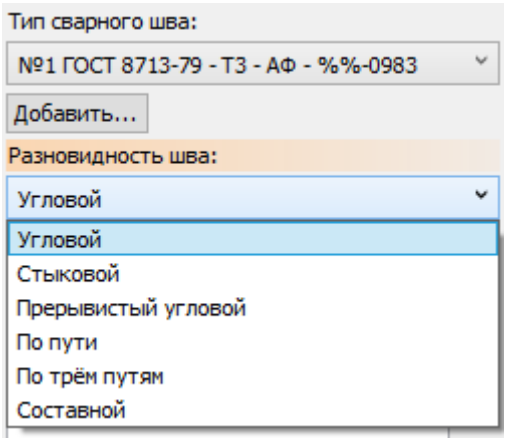
> О создании нового типа сварного шва подробно рассказано в разделе Тип сварного шва.

Помимо созданных пользователем типов швов, список **Тип сварного шва** содержит дополнительный вариант **Нестандартный**. Он используется для создания нестандартных 3D сварных швов.

При использовании нестандартного типа нельзя создать составной шов.

Разновидность шва

Выбор осуществляется с помощью выпадающего списка **Разновидность шва**, расположенного в верхней части вкладки **Сварной шов** окна параметров команды.

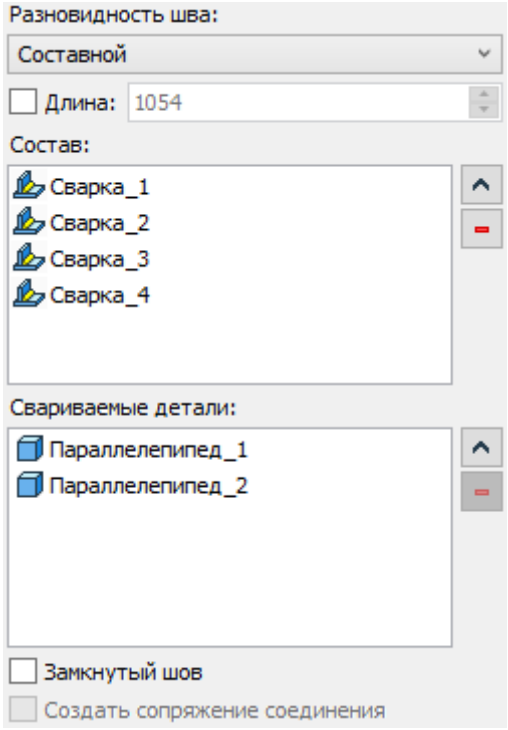


Доступны следующие разновидности:

- **Угловой**
- **Стыковой**
- **Прерывистый угловой**
- **По пути**
- **По трём путям**
- **Составной**

Вариант **Составной** отсутствует в списке, если в поле **Тип сварного шва** установлено **Нестандартный**.

Исходные элементы и геометрические параметры шва



После выбора в списке **Разновидность шва** варианта **Составной** в автоменю команды станут доступны следующие опции:

<C> Выбрать компоненты составного шва

Данная опция автоматически активируется после появления. С её помощью следует выбрать уже существующие элементы модели, геометрия которых будет считаться геометрией создаваемого сварного шва. По умолчанию для выбора доступны операции, рёбра, 3D профили, 3D пути и другие 3D сварные швы. Для ограничения типа выбираемых элементов можно пользоваться панелью фильтров. Выбранные элементы заносятся в список **Состав** в разделе **Сварной шов** окна параметров команды. Для исключения элемента из числа выбранных, нажмите на его строке в списке и воспользуйтесь кнопкой **Удалить элемент из списка**, расположенной справа.

<D> Выбрать свариваемые детали

С помощью данной опции можно дополнительно указать тела, соответствующие свариваемым деталям. Выбранные элементы заносятся в список **Свариваемые детали** в разделе **Сварной шов** окна параметров команды. Для исключения элемента из числа выбранных, нажмите на его строке в списке и воспользуйтесь кнопкой **Удалить элемент из списка**, расположенной справа. Выбор свариваемых деталей является опциональным - шов можно создать и без него.

Длина шва

Способ расчёта длины шва определяется состоянием флага **Длина**, расположенного под выпадающим списком выбора разновидности шва. Когда флаг снят, длина шва рассчитывается

системой автоматически. При установленном флаге значение длины задаётся пользователем в поле ввода справа от флажка.

Основные параметры и параметры обработки сторон

При использовании стандартного типа шва окно параметров содержит разделы **Основные параметры**, **Обработка лицевой стороны** и **Обработка оборотной стороны**. Содержимое данных разделов для 3D шва аналогично описанному для 2D шва. Для нестандартного шва данные параметры недоступны.

> Основные параметры и параметры обработки используются при создании обозначения шва.

См. также:

- Общие сведения о составных швах

Упрощение и разделение модели

Для осуществления дополнительных преобразований над 3D моделями, существуют команды **Разделение** и **Упрощение** модели. Команда **Разделение** предназначена для разделения на отдельные компоненты объектов, объединяющих несколько тел. Команда **Упростить модель** предназначена для удаления избыточных рёбер или вершин из заданного тела операции, а также для упрощения геометрической основы граней и рёбер.

Основные темы в этом разделе:

- Разделение
- Упрощение модели

Упрощение

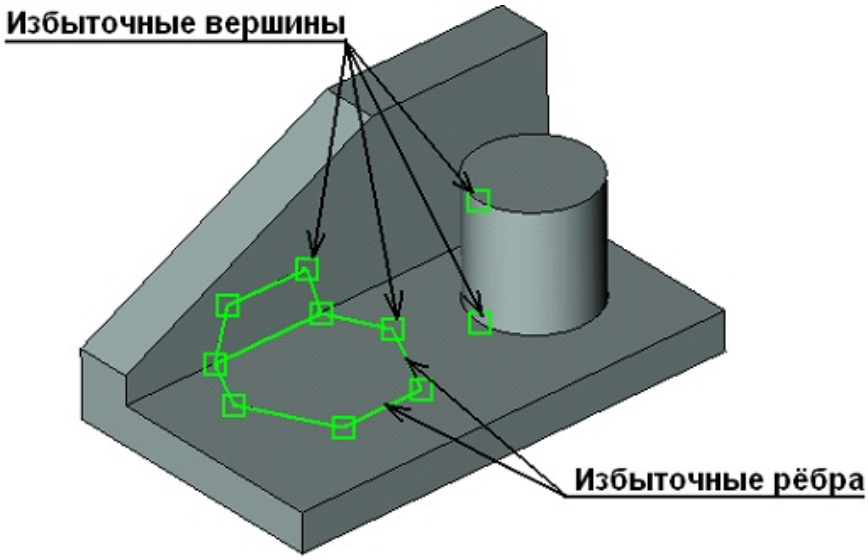
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Расширенные > Упрощение Сборка (3D) > Сборка > Упрощение
Клавиатура	Текстовое меню
<3SI>	Операции > Состав модели > Упрощение

Операция **Упростить модель** предназначена для удаления избыточных рёбер или вершин из заданного тела операции, а также для упрощения геометрической основы граней и рёбер. Избыточные элементы могут возникать в процессе моделирования при выполнении некоторых операций. Наличие таких элементов в модели не является ошибкой, но в некоторых ситуациях их удаление может принести пользу. Данная операция как раз позволяет решить проблемы в сложных случаях, когда достижению цели мешают избыточные рёбра или вершины (например, для создания сглаживаний), а также данная функция может быть использована для упрощения состава импортированных моделей.

Удаление избыточных элементов

При упрощении модели могут удаляться только вершины или рёбра. Избыточная вершина обычно может быть исключена из модели, если она принадлежит только одному замкнутому ребру (обычно это ребро поверхности вращения) или принадлежит двум смежным рёбрам, лежащим на одной кривой. Ребро обычно удаляется, если это – изолированные, незамкнутые последовательности рёбер внутри одной грани или если это – ребро между двумя смежными гранями, лежащими на одной поверхности.



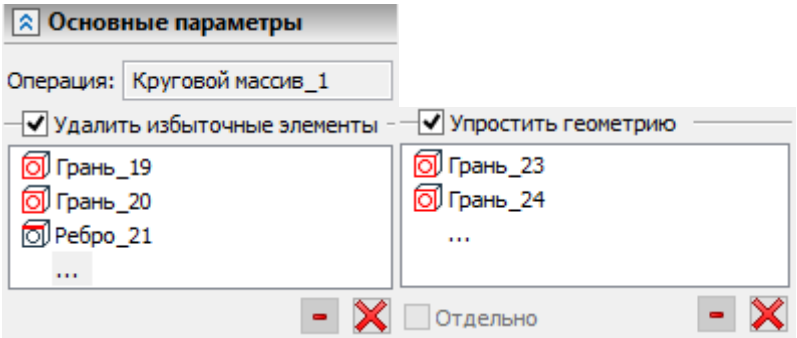
Операция позволяет указывать для обработки вершины, рёбра, грани, операции. Допустимые типы элементов обрабатываются следующим образом:

- вершина будет удалена, если она является избыточной;
- если ребро является избыточным, то оно будет удалено. Если концевые вершины этого ребра тоже избыточные, то они также потом будут удалены.
- при указании грани любые избыточные рёбра на ней должны быть удалены. Затем удаляются избыточные вершины.
- при указании операции последовательно удаляются все избыточные рёбра и вершины, пока не останется таковых. Если тело операции содержит сплайновые грани или кривые, лежащие на одной поверхности или одной кривой, то они соединяются в одну грань или в одно ребро.

Если пользователь указал элемент, а система не может исключить его из модели, то он будет проигнорирован.

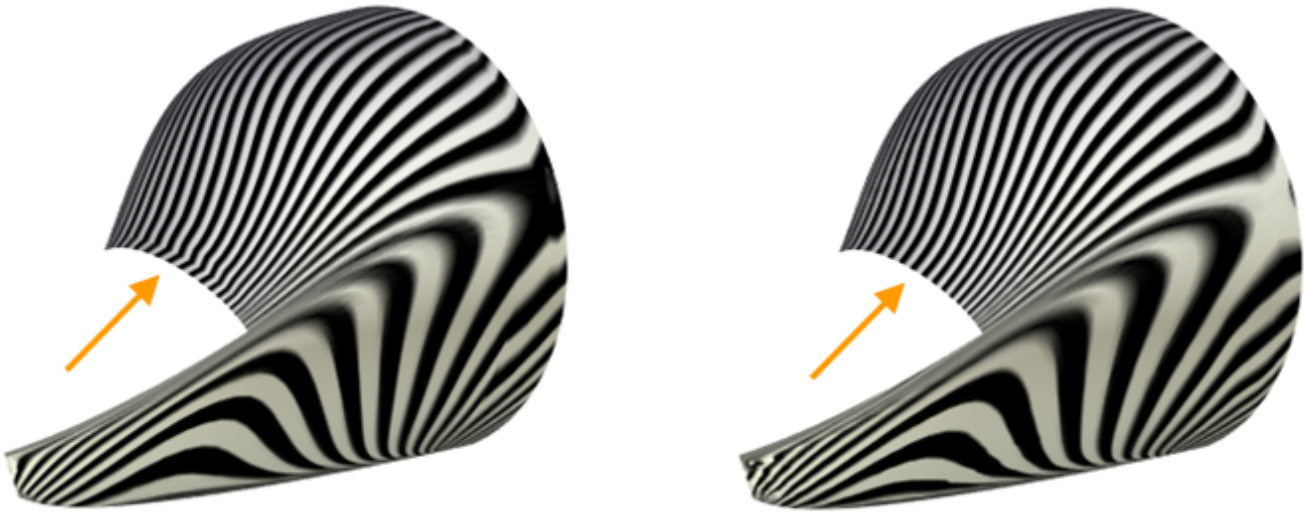
Упрощение топологии

Одновременно с удалением излишней топологии может производиться упрощение отдельных топологических элементов. Если сплайновые рёбра или грани лежат на простых кривых или на аналитических поверхностях (плоскость, цилиндр, тор или сфера), то геометрическая основа этих элементов заменяется более простой. Эта функциональность идентична опции «упростить геометрию», имеющейся в некоторых операциях (например, Тело по траектории или По сечениям).
В качестве исходных данных для данной обработки пользователь может выбирать отдельные грани или операцию целиком (как для комплексной обработки).



При упрощении набора граней в случае, когда не удаётся привести их к аналитической поверхности, т.е. плоскости, цилиндру и т.д., выбранные грани заменяются одной гранью с гладкой сплайновой

поверхностью. Такое упрощение улучшает качество поверхности. Полученная поверхность менее требовательна к ресурсам компьютера.



Работа с командой

Данная операция позволяет раздельно включать каждый вид обработки – упрощение модели и удаление избыточных элементов – при помощи соответствующих флажков в окне свойств. Для каждой обработки можно формировать свой список обрабатываемых элементов. Если обработка выключена, то она не производится, а работа со списком элементов заблокирована. Для комплексной обработки пользователь может выбрать операцию целиком (рекомендуется). Для выбора операции можно использовать опцию автоменю:

<O> Выбрать операцию

Имя операции появляется в поле **Операция**. Списки элементов для всех обработок в этом случае останутся пустыми. Если список для обработки пустой, это означает, что система будет исследовать все топологические элементы данной операции при выполнении обработки.

При пустом списке обработки **Упрощение геометрии** в окне свойств доступна опция **Отдельно**. При её включении активируется специальный режим, который позволяет выполнить последовательное упрощение набора граней, лежащих на одной геометрической поверхности. В другом случае выполняется одновременная обработка всех граней. Например, имеется набор граней, лежащих на сплайновой геометрической поверхности, которая на одном участке близка к плоскости. При раздельной обработке система сможет упростить те грани, которые попадают на плоский участок. При одновременной обработке система не сможет упростить ни одной грани.

В отдельных случаях пользователь может использовать возможность локального изменения топологии модели. Списки элементов для разных обработок формируются при помощи опций автоменю:

<R> Выбор элементов для удаления

<G> Выбор граней для упрощения

Также элемент можно выбрать, если поместить курсор в поле окна свойств со списком. Нужная опция автоменю включится автоматически.

Для отмены выбора всех элементов используется команда:

<F> Отменить выбор всех элементов

В данной команде существует полезная возможность посмотреть, какие элементы модели из выбранных на данный момент являются избыточными или упрощаемыми. Для включения просмотра используется следующая опция автоменю:

<V> Показать удаляемые элементы и упрощаемые грани

После вызова этого режима система на выбранной операции подсветит все рёбра, вершины и грани, которые она сможет на данный момент подвергнуть обработке. Удаляемые и упрощаемые элементы подсвечиваются разными цветами.

> Данный режим удобнее всего использовать для анализа геометрии сразу целой операции. После анализа топологии всей операции пользователь при необходимости сможет более уверенно использовать возможность локальной обработки.

В диалоге параметров операции, вызываемом опцией , можно задать общие параметры операции.

Разделение

Вызов команды:

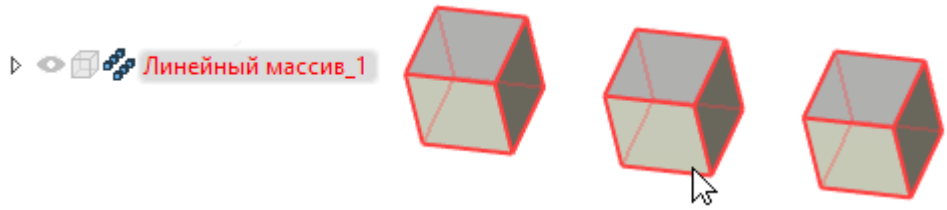
Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Расширенные > Разделение Сборка (3D) > Сборка > Разделение
Клавиатура	Текстовое меню
<3SD>	Операции > Состав модели > Разделить на тела

Операция предназначена для разделения на отдельные тела тел, состоящих из нескольких отдельных физических частей, например, тел, полученных в результате:

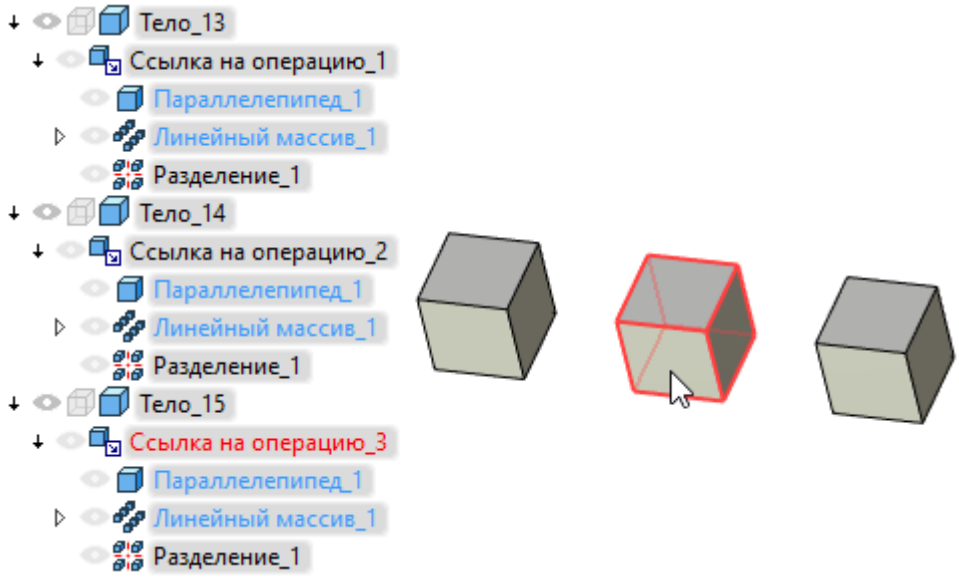
- создания массива;
- применения булевой операции сложения к геометрически несвязанным друг с другом телам;
- рассечения без разделения.

Также команда может быть использована при работе с импортированной из другой системы моделью, которая состоит из нескольких тел. Полученные в результате выполнения команды тела могут быть использованы для создания других операций.

Разделение производится путём создания отдельного тела на основе каждой части исходного тела. В дереве 3D модели запись разделения выглядит следующим образом:



Массив до разделения

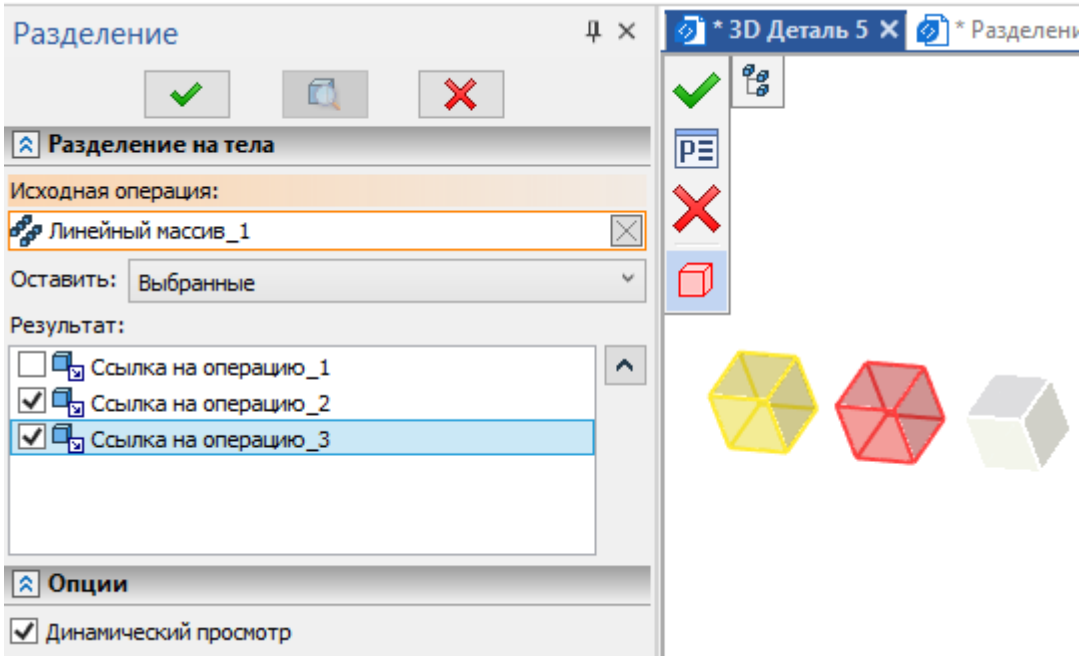


Массив после разделения

Основные темы в этом разделе:

- Создать разделение
- Редактировать разделение

Создать разделение



После вызова команды необходимо выбрать объект разделения в 3D сцене или дереве модели с помощью следующей опции автоменю:

<F> Выбрать тело

Выбранный объект отображается в поле **Исходная операция** окна параметров команды. С помощью кнопки **Очистить** , расположенной в правой части поля, можно отменить выбор объекта и выбрать новый.

После выбора исходной операции в поле **Результат** отображается список частей, на которые её можно разделить (**Ссылка на операцию_№**). Для каждой части в списке доступен свой флаг. По умолчанию все флаги установлены. Над списком частей расположен выпадающий список **Оставить**, в котором доступны следующие опции:

- **Выбранные**
  Части с установленными флагами сохраняются после подтверждения создания операции, остальные удаляются.
- **Все, кроме выбранных**
  Части со снятыми флагами сохраняются после подтверждения создания операции, остальные удаляются.

При включенном динамическом просмотре части подсвечиваются в 3D сцене. Часть, выбранная в списке, подсвечивается красным цветом (независимо от того, будет ли она удалена или сохранена), сохраняемые части - жёлтым, удаляемые части - белым.

Смотрите также:

- Общие параметры 3D элементов

Редактировать разделение

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<3ESD>	Правка > Операции > Разделение

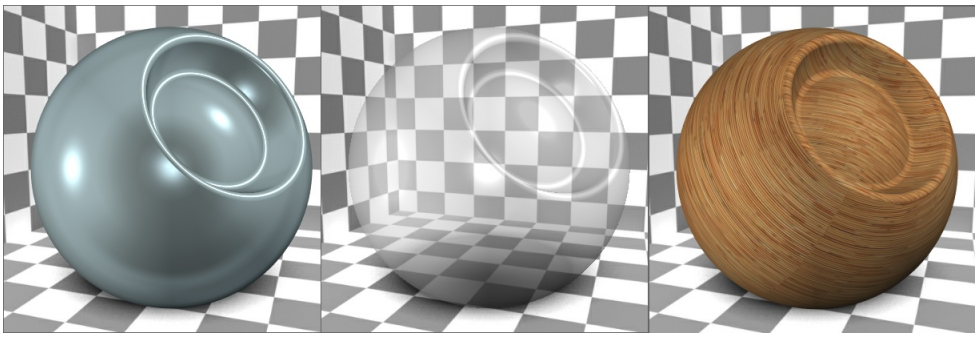
Команда предназначена для редактирования Разделения.
Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы.
	<Z>	Выбрать элемент из списка.
	<I>	Выбрать другой ближайший элемент
	<P>	Задать параметры элемента.
	<F4>, **<Ctrl>+<E>**	Редактировать элемент
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент (группу элементов).
	<X>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование (вызов команды Преобразования)

Выбранный элемент можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию). Перезадание элемента полностью совпадает с командой **Разделение**.
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** + (комбинация **<Ctrl>** + отменяет выбор).

Материалы

Материал – это элемент T-FLEX CAD, содержащий перечень характеристик реального материала, с которым мы имеем дело в действительности. Материал используется в качестве параметра всех 3D операций, а также в специальной команде наложения материала на отдельные грани.

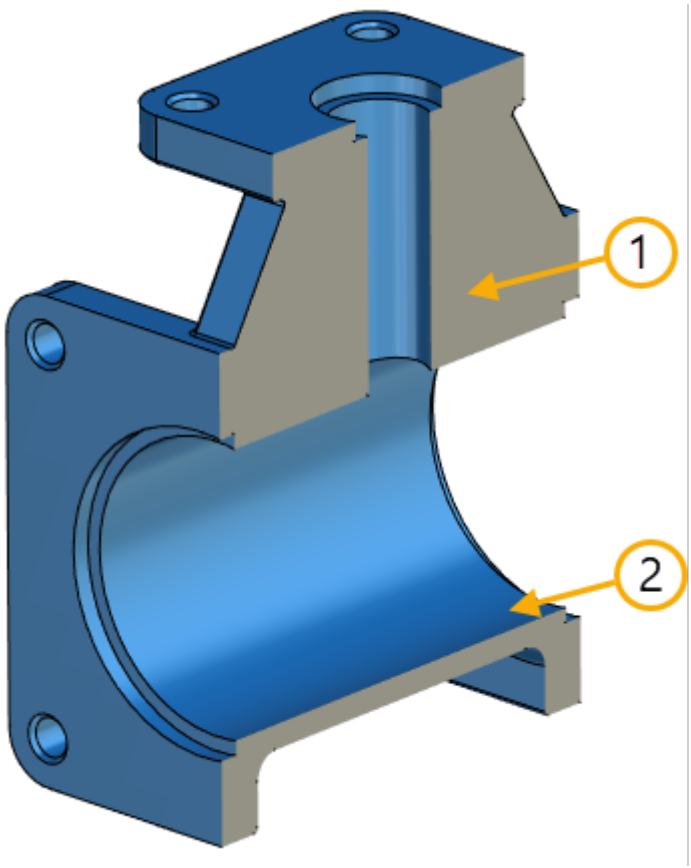


Характеристики материала можно условно разделить на 2 типа. Характеристики первого типа влияют на отображение 3-х мерных объектов в 3D окне. Характеристики второго типа – это различные физико-механические параметры материала, такие как плотность, модуль упругости и др. Данные параметры учитываются при расчёте масс-инерционных характеристик, а также при проведении конструкционных расчётов в модуле анализа. Кроме того, материалы учитываются при построении штриховок на разрезах 2D проекций, построенных по 3D моделям. Для материала можно задать параметры такой штриховки.

Для любого тела модели можно задать **материал тела** и **материал покрытия**.

Материал тела используется для расчёта масс-инерционных характеристик и инженерного анализа, а также для отображения тела в 3D сцене в режиме визуализации Тоновая закраска с материалами (если не задан дополнительный материал покрытия). В качестве материала тела можно использовать только те материалы, в свойствах которых снят флаг **Применять как материал покрытия.**

Материал покрытия – это дополнительный материал для задания параметров отображения модели в 3D окне. Он позволяет задать отличный от основного материал для использования в целях визуализации, создавая эффект «покраски» Тела. При этом для задания физико-механических свойств будет по-прежнему использоваться основной материал.



1 - материал тела, 2 - материал покрытия.

Материал покрытия может быть наложен на отдельные грани тела. При изменении геометрии грани в результате дальнейших преобразований модели наложенный на грань материал сохраняется. Как и в случае с назначением материала покрытия для всего тела целиком, при наложении материла на отдельные грани само тело своего материала не меняет.

В качестве материала тела можно использовать только те материалы, у которых снят флаг **Применять как материал покрытия**, а в качестве материала покрытия и для наложения материала - только те материалы, у которых данный флаг установлен. Для материалов покрытия не задаются параметры штриховки, т.к. покрытие не видно на разрезах и сечениях (толщина покрытия не задаётся), а также физические свойства материала, т.к. покрытие не влияет на физические свойства тела. Вместе с T-FLEX CAD поставляются стандартные библиотеки материалов, в которых материалы покрытий выделены в отдельную библиотеку.

После добавления в документ CAD материал теряет связь с библиотекой, т.е. изменение свойств материала в библиотеке не меняет свойства этого же материала в документе и наоборот. Материалы, добавленные в текущий документ, отображаются в дереве 3D модели и в служебном окне **Материалы**. Если материал применён к телу, то он также отображается в диалогах параметров тела и формирующих это тело операций.

Помимо применения материалов к телам и граням, можно назначить основной материал для всего документа. Такой материал будет отображаться в качестве параметра головной записи состава изделия текущего документа. Назначение основного материала для документа не влияет на материалы тел. Кроме того, можно добавить материал в состав изделия в качестве отдельной записи.

Материал можно задать как параметр по умолчанию (см. Параметры по умолчанию).

Основные темы в этом разделе:

- Применение материала к телам, отображение в составе изделия и основной надписи
- Наложение материала на отдельные грани
- Окно "Материалы"
- Материалы в дереве 3D модели
- Задание материала с помощью переменной
- Свойства материала

См. также:

- Использование материала T-FLEX DOCs

Применение материала к телам, отображение в составе изделия и основной надписи

Материал можно добавить в документ, применить к телам, а также использовать в составе изделия и в основной надписи перетягиванием или с помощью команд контекстного меню материала.
Также для отдельного тела можно выбрать материал тела и материал покрытия с помощью диалога параметров тела или группы команд **Стиль**, доступной на различных вкладках ленты.

Основные темы в этом разделе:

- Перетягивание материала в документ
- Команды контекстного меню материала
- Диалог применения материала
- Применение материалов с помощью ленты

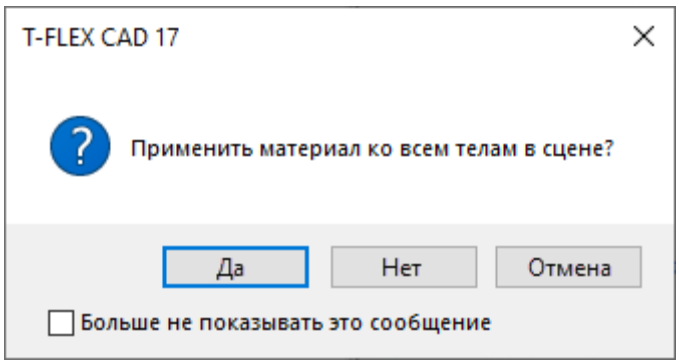
См. также:

- Использование материала T-FLEX DOCs
- Общие параметры операции и тела

Перетягивание материала в документ

Для добавления материала из библиотеки в текущий документ, зажмите на материале и перетяните его в окно 3D сцены, после чего отпустите .

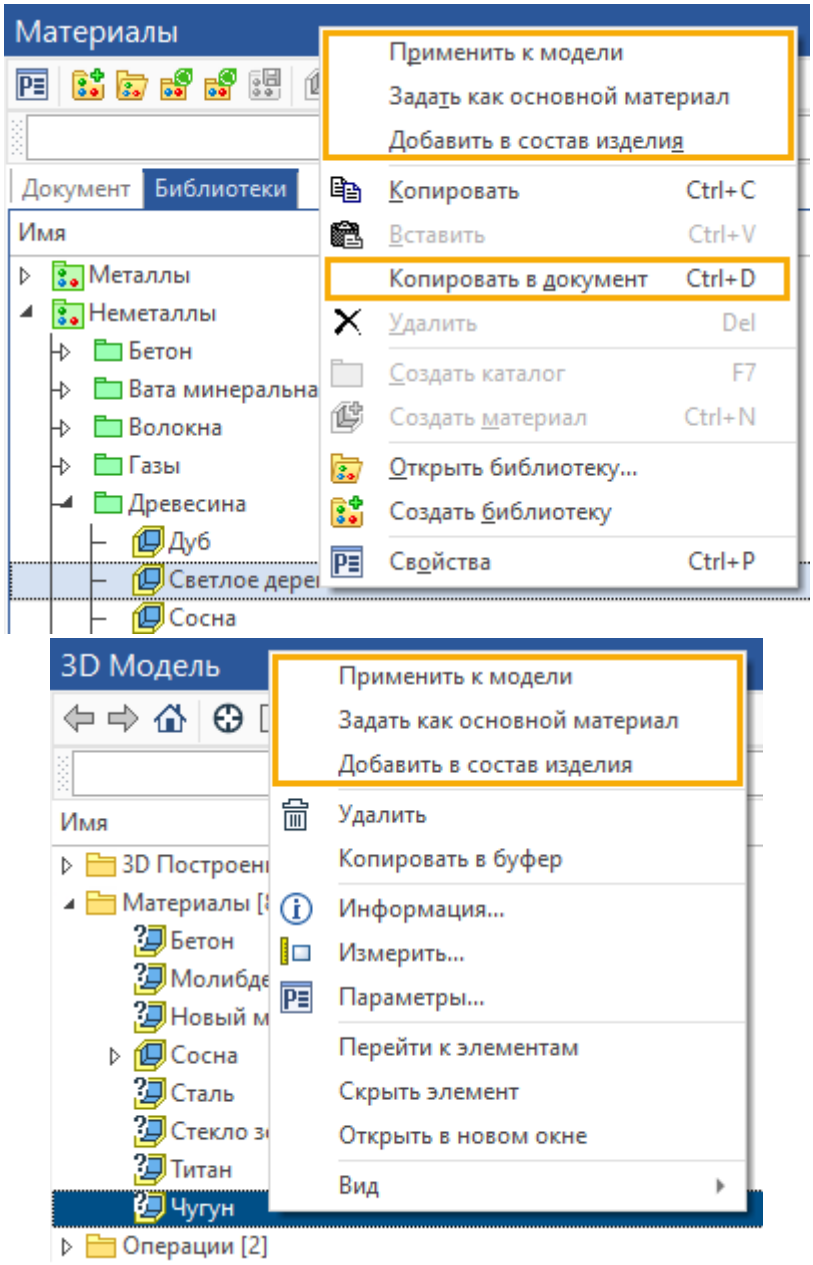
Если в документе только одно тело, то в момент отпускания материал будет добавлен в документ. Далее, если материал является материалом покрытия, он будет сразу применен к телу, а если материалом тела - появится окно **Применение материала**.
Если в документе несколько тел, то можно применить материал к конкретному телу, перетянув материал непосредственно на тело в сцене и отпустив , после того как тело будет подсвечено. В момент отпускания материал будет добавлен в документ. Далее, если материал является материалом покрытия, он будет сразу применен к телу, а если материалом тела - появится окно **Применение материала**.
Если в документе несколько тел, и материал был перетянут в 3D сцену без выбора конкретного тела, то система спросит, хотите ли вы **применить материал ко всем телам в сцене**:



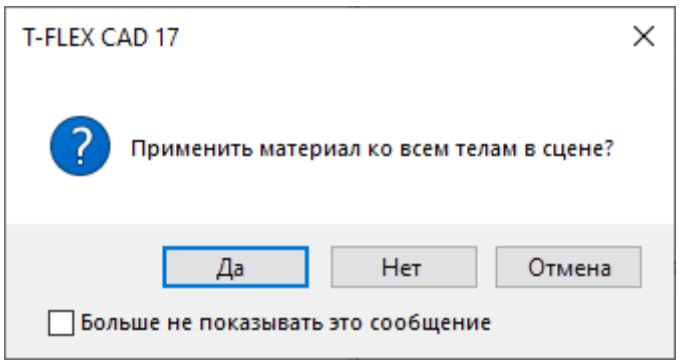
При ответе **Отмена** материал не будет добавлен в документ.
При ответе **Нет** материал будет добавлен в документ, но не будет применён ни к одному из тел.
При ответе **Да** материал будет добавлен в документ. Далее, если материал является материалом покрытия, он будет сразу применен к телу, а если материалом тела - появится окно **Применение материала**.

Команды контекстного меню материала

При нажатии на материале в окне **Материалы** или в дереве модели появляется контекстное меню, в котором доступны следующие команды:



- **Применить к модели**
  Данная команда работает аналогично перетягиванию материала в окно 3D сцены.
  Если в документе только одно тело, то после вызова команды материал будет добавлен в документ. Далее, если материал является материалом покрытия, он будет сразу применен к телу, а если материалом тела - появится окно **Применение материала**.
  Если в документе несколько тел, то после вызова команды система спросит, хотите ли вы применить материал ко всем телам в сцене:

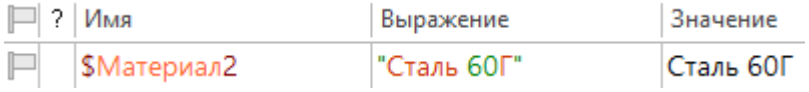


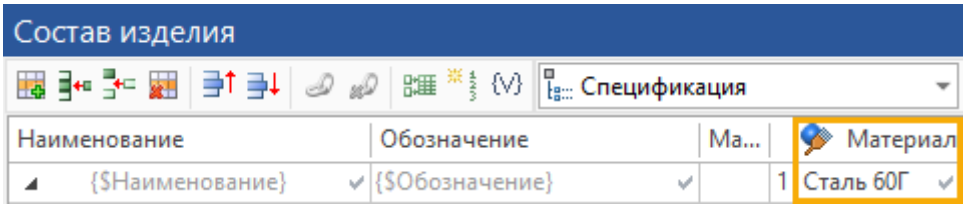
При ответе **Отмена** материал не будет добавлен в документ.
При ответе **Нет** материал будет добавлен в документ, но не будет применён ни к одному из тел.
При ответе **Да** материал будет добавлен в документ. Далее, если материал является материалом покрытия, он будет сразу применен к телу, а если материалом тела - появится окно **Применение материала**.

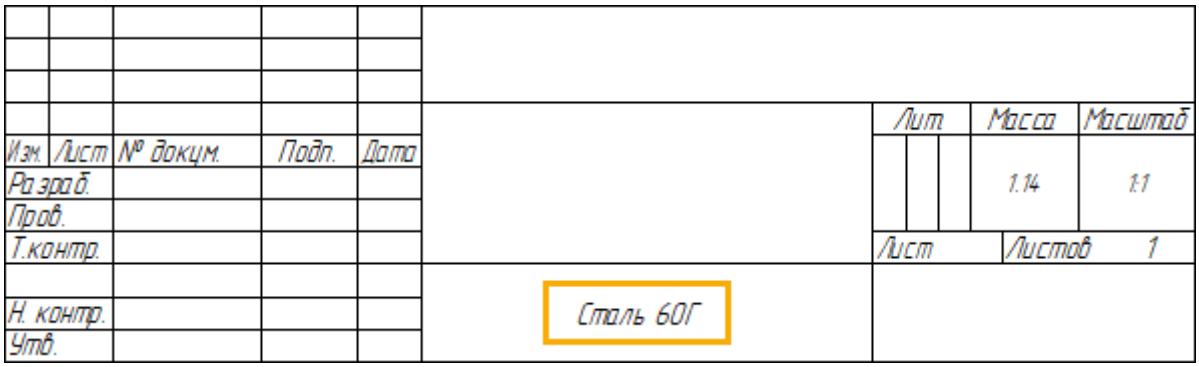
- **Задать как основной материал**

Для материалов покрытия данная команда недоступна.

Присваивает скрытой переменной **$Материал2** значение, соответствующее имени выбранного материала. Данная переменная используется для отображения имени материала в параметрах головной записи состава изделия текущего документа, а также в основной надписи.

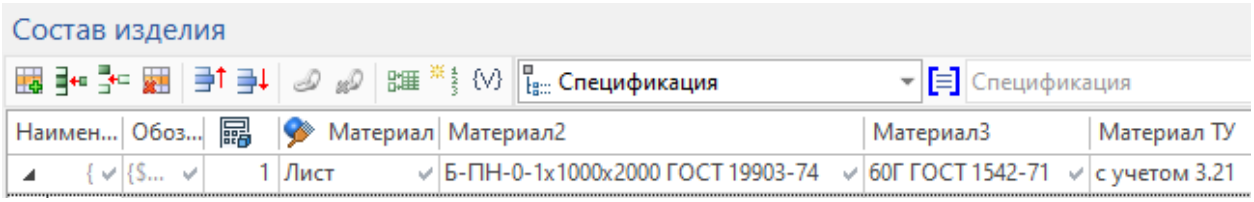


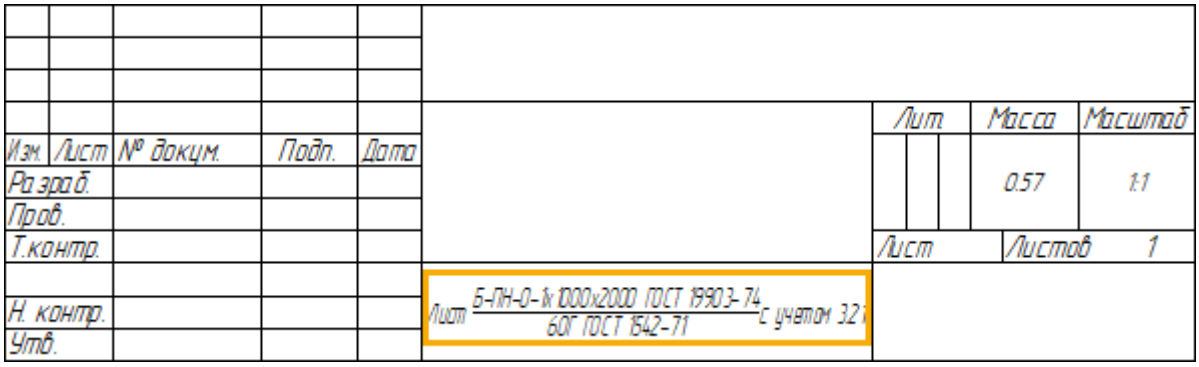




Если имя материала задано с учётом сортамента, то используется не одна переменная, а четыре (по одной для каждого поля в диалоге задания сортамента):

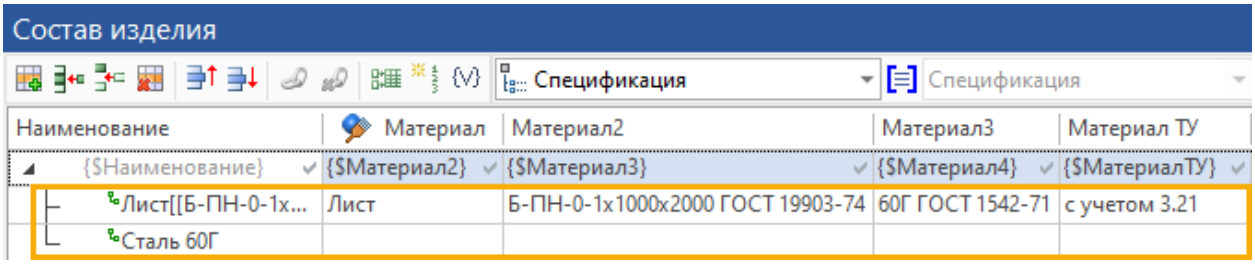
?	Имя	Выражение	Значение
	$Материал2	"Лист"	Лист
	$Материал3	"Б-ПН-0-1х1000х2000 ГОСТ 19903-74"	Б-ПН-0-1х1000х2000 ГОСТ 19903-74
	$Материал4	"60Г ГОСТ 1542-71"	60Г ГОСТ 1542-71
	$МатериалТУ	"с учетом 3.21"	с учетом 3.21

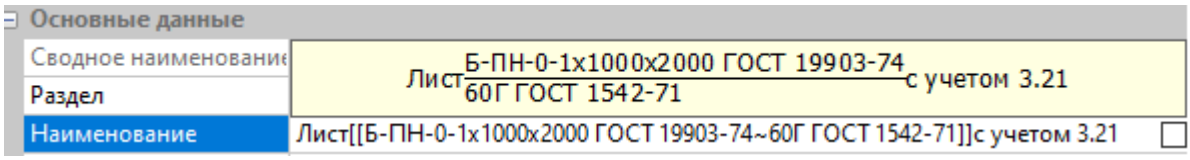




- **Добавить в состав изделия**
  Создаёт в составе изделия текущего документа отдельную запись на основе выбранного материала. Если имя материала задано с учётом сортамента, то данные каждого поля в диалоге задания сортамента передаются в отдельные колонки состава изделия. В колонке **Наименование** при этом используется сводное содержимое всех полей.

Добавление материала в состав изделия не влияет на основной материал документа.

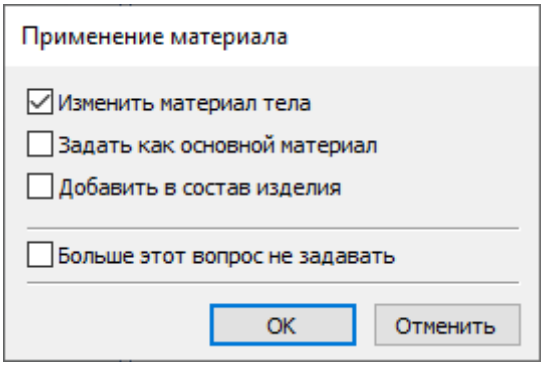




- **Копировать в документ**
  Добавляет материал в текущий документ, не применяя его.

Диалог применения материала

При работе с материалам тел перетягивание материала в окно 3D сцены или использование команды **Применить к модели** приводит к появлению диалогового окна **Применение материала**. Окно содержит следующие флаги:



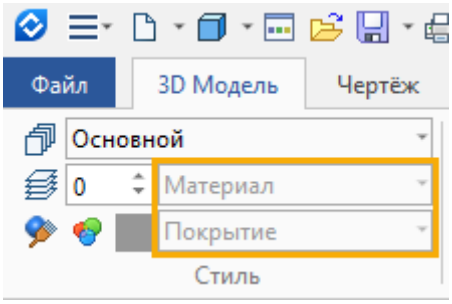
- **Изменить материал тела**
  Использует выбранный материал в качестве материала тела одного или всех тел в сцене.
- **Задать как основной материал**
- **Добавить в состав изделия**
- **Больше этот вопрос не задавать**
  Если установить этот флаг и нажать **OK**, то данное окно больше не будет отображаться в текущем сеансе работы с CAD, а установленные состояния остальных флагов будут применяться автоматически для материалов тел при перетягивании в окно 3D сцены и при использовании команды **Применить к модели**. После перезапуска CAD окно снова будет отображаться.

Применение материалов с помощью ленты

Группа команд **Стиль**, доступная на различных вкладках ленты при активном 3D окне, содержит поля **Материал** и **Покрытие**:

Пиктограмма	Лента
	3D модель > Стиль > Материал Сборка (3D) > Стиль > Материал Листовой металл (3D) > Стиль > Материал Поверхности > Стиль > Материал Сварка > Стиль > Материал Коммуникации > Стиль > Материал Примитив > Стиль > Материал Опорная геометрия > Стиль > Материал Редактирование > Документ > Материал
Клавиатура	Текстовое меню

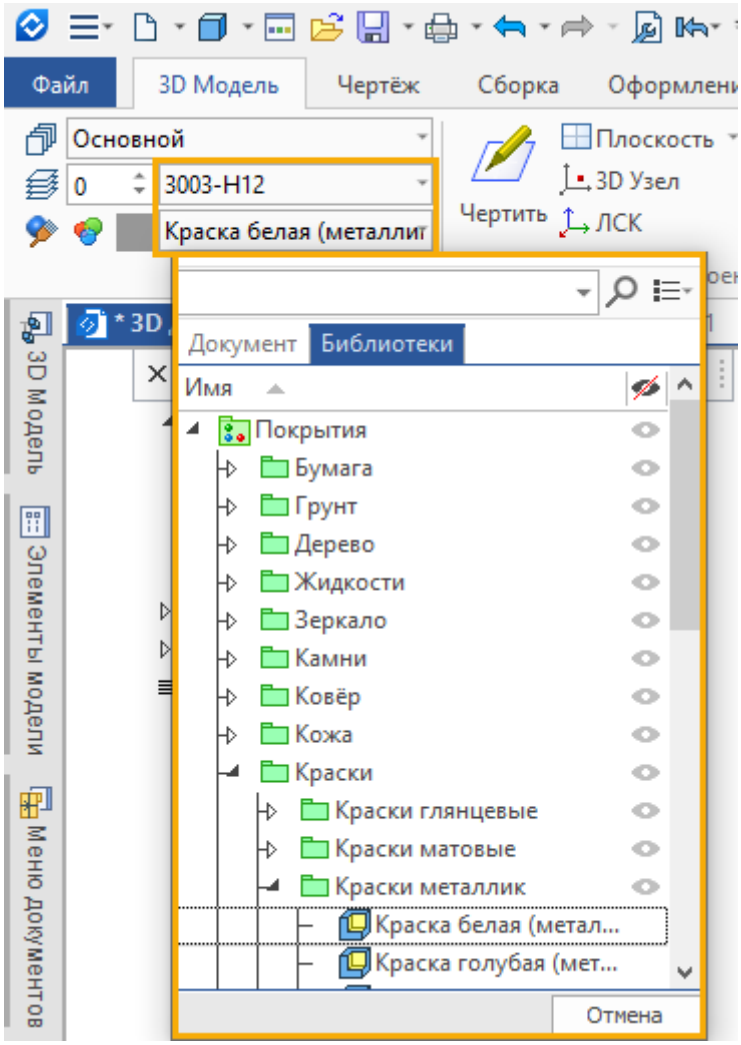
Пиктограмма	Лента
	3D модель > Стиль > Покрытие Сборка (3D) > Стиль > Покрытие Листовой металл (3D) > Стиль > Покрытие Поверхности > Стиль > Покрытие Сварка > Стиль > Покрытие Коммуникации > Стиль > Покрытие Примитив > Стиль > Покрытие Опорная геометрия > Стиль > Покрытие Редактирование > Документ > Покрытие
Клавиатура	Текстовое меню



После выбора одного или нескольких тел в 3D сцене или дереве модели, с помощью этих полей можно применить к выбранным телам материал или покрытие.

Нажатие на поле открывает каталог материалов, аналогичный служебному окну Материалы. Так же, как и в последнем, в каталоге доступны две вкладки - **Документ** (содержит список

материалов, добавленных в текущий документ) и **Библиотеки** (содержит все материалы, доступные в текущей конфигурации библиотек). В отличие от служебного окна, в каталоге недоступны команды для работы с материалами; можно лишь выбрать один из предложенных материалов. Для поля **Материал** в каталоге отображаются только материалы тел, для поля **Покрытие** - только материалы покрытий. Выбранный материал будет применён к выбранному телу. Если выбран материал из библиотеки, он будет добавлен в текущий документ.
При выборе тела, для которого уже заданы материал и покрытие, применённые материалы отображаются в данных полях.



См. также:

- Общие параметры операции и тела

Наложение материала на отдельные грани

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Расширенные > Наложить материал
Клавиатура	Текстовое меню
<ЗАМ>	Операции > Наложение материала

Операция **Наложение материала** позволяет наложить определённый материал покрытия на одну или несколько граней модели, причем при изменении геометрии грани в результате дальнейших преобразований модели наложенный на грань материал сохраняется. Команда не изменяет геометрию модели, но отображается в дереве модели и представляет собой самостоятельную операцию.
Команду удобно применять для точного позиционирования текстуры за счёт разных законов наложения и в случае, когда нужно покрасить только выбранные грани тела.

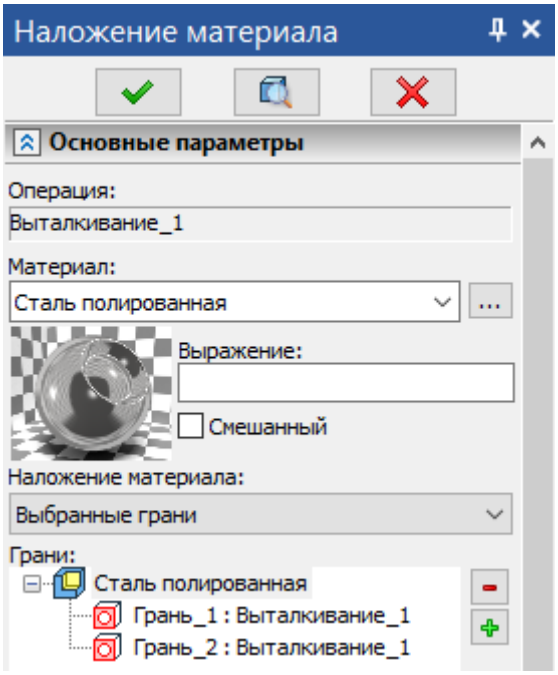
Материал покрытия можно наложить на грань с помощью механизма **drag&drop** – в этом случае операция наложения материала создаётся автоматически.
После вызова команды в автоменю становятся доступны опции, позволяющие выбирать грани тела. Автоматически включается опция:

<F> Выбрать грань

С помощью этой опции ведётся выбор граней. Выбирать можно только грани, принадлежащие телу одной операции. Выбранные грани заносятся в список **Грани** в окне свойств команды.

С помощью параметра **Наложение материала** в окне свойств команды можно определить, на какие грани будет накладываться материал: на **Выбранные грани** или на **Все, кроме выбранных граней**.

Если планируется назначить одинаковый материал на несколько граней одного тела, то рекомендуется выбрать их все в одной операции наложения материала. Таким образом, можно избежать усложнения структуры модели.



Для того, чтобы выбрать все грани тела операции, можно использовать опцию:

<O> Выбрать операцию

При использовании этой опции материал накладывается на все грани тела выбранной операции.
Для включения режима выбора граней для удаления предназначена следующая опция:

<D> Удалить грань

Грани можно выбирать и удалять рамкой или кривой.

Для выбора накладываемого материала нужно воспользоваться полем **Материал** в окне свойств операции. Из выпадающего списка можно выбрать материал текущей модели. Открыть окно параметров материала можно с помощью кнопки .

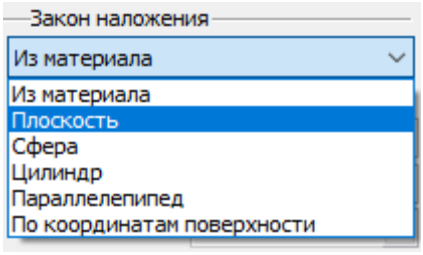
Окно параметров операции можно вызвать с помощью опции:

<P> Задать параметры элемента

Для отмены выбора всех граней используется опция:

<K> Отменить выбор всех граней

В диалоге свойств команды можно задать дополнительные параметры наложения:
Группа **Закон наложения** позволяет выбрать режим наложения материала и масштаб текстуры по разным осям.



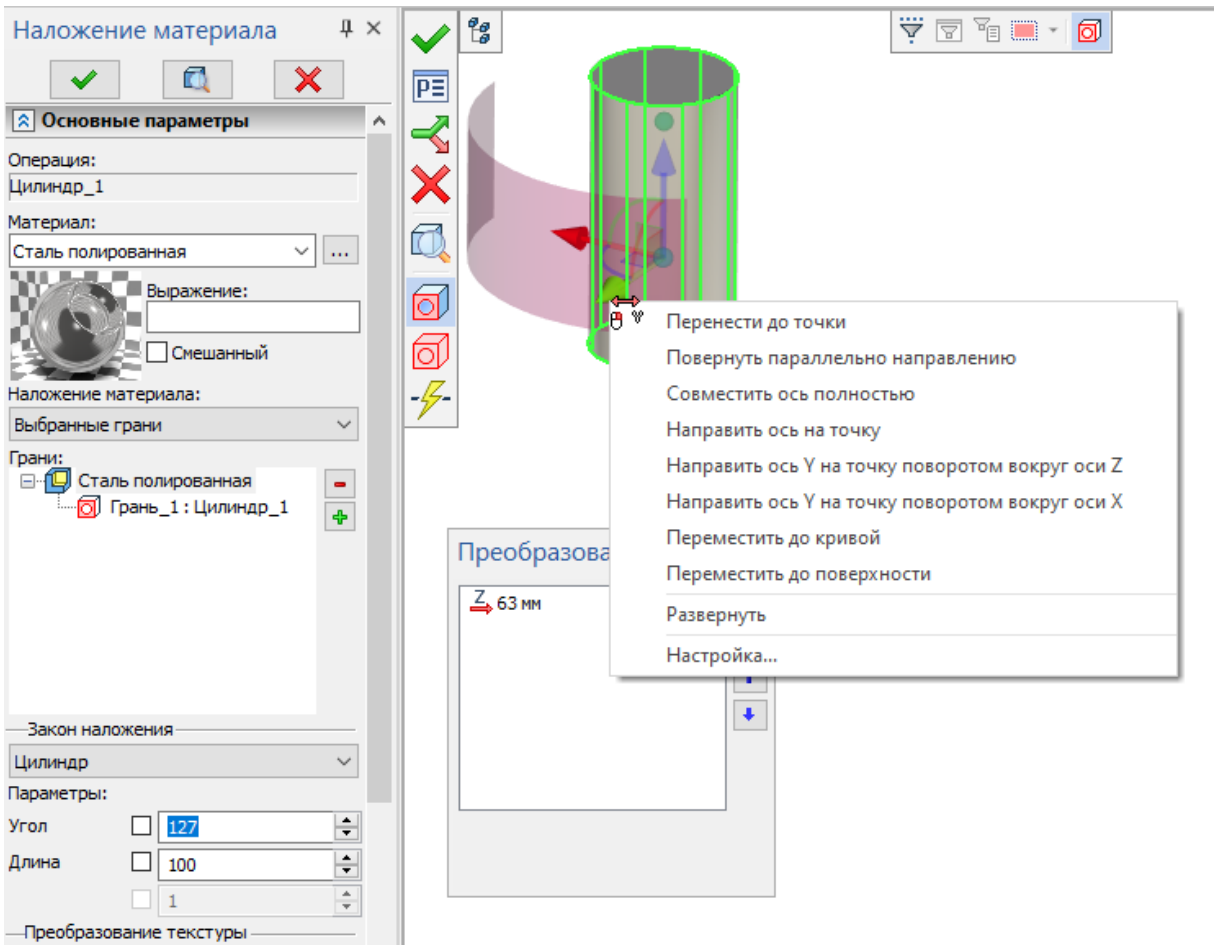
В выпадающем списке режимов наложения предлагаются следующие варианты:

1. **Из материала** – все параметры берутся из свойств материала.
2. **Плоскость** – наложение производится так, как будто текстура проецируется по нормали к плоскости, в которой она расположена, т.е. в плоскости XY манипулятора.

3. **Сфера** – наложение производится так, как будто текстура расположена на сегменте сферы. Опция удобна для наложения текстур на сферические и близкие к ним поверхности. Параметры сферы определяют масштаб текстуры материала и управляются манипулятором.
4. **Цилиндр** – аналогично сфере, но тип поверхности другой.
5. **Параллелепипед** – предполагается, что текстуры наложены на грани некоего параллелепипеда и проецируются с этих граней. Для этого способа наложения используется дополнительный масштаб по третьей координате. Масштабы, таким образом, задают габариты «эталонной поверхности».
6. **По координатам поверхности** – наложение, полезное для криволинейных поверхностей. При данном способе наложения текстурные координаты ассоциируются с внутренними координатами поверхности. Его можно рассматривать как обобщение наложения на сферу и цилиндр.

Группа **Преобразование текстуры** позволяет задать для текстуры параметры наложения, отличные от заданных в свойствах самого материала. Источник параметров наложения определяется флажком **Без свойств материала**. По умолчанию он отключён, и параметры наложения берутся из свойств материала. При включённом флажке пользователь может задать новые значения параметров (**Перенос S**, **Перенос T** и т.д.)

Для управления наложением текстуры и её точного позиционирования используются манипуляторы. Вид манипулятора зависит от выбранного режима наложения материала. Для каждого элемента манипулятора доступно контекстное меню с различными привязками и командами.



Подробное использование манипуляторов описано в главе **Манипуляторы ЛСК преобразований 3D элементов**.

Основные темы в этом разделе:

- Пример наложения изображения на грань
- Редактировать Наложение материала

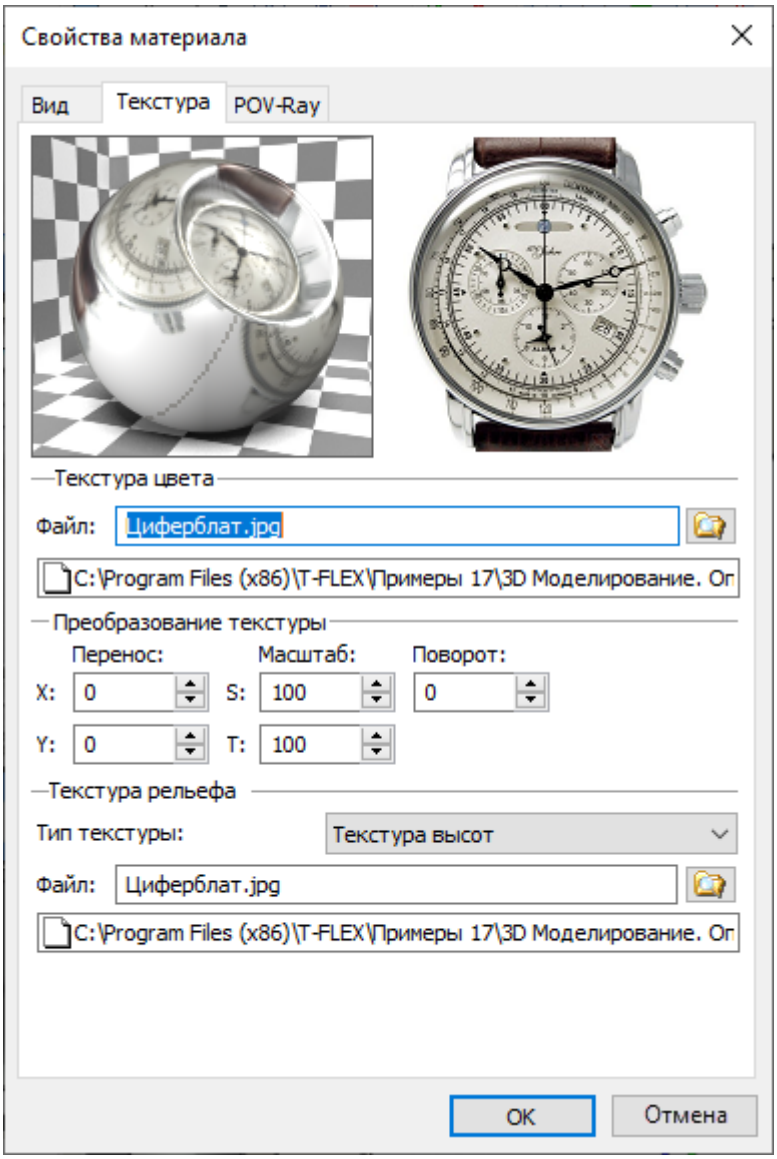
См. также:

- Общие параметры операции и тела

Пример наложения изображения на грань

В качестве примера использования команды **Наложить материал** на корпус часов будет нанесено изображение циферблата.

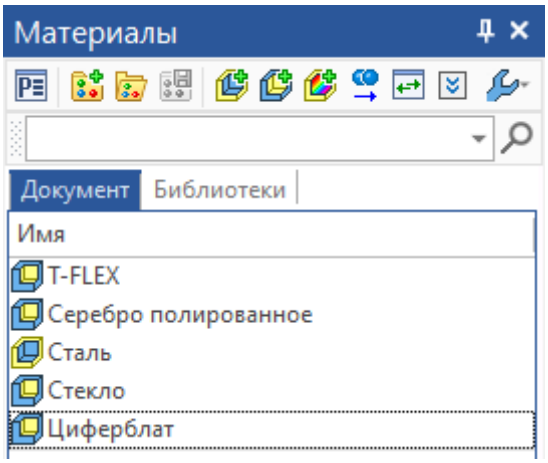
Прежде всего следует создать материал покрытия. Текстура цвета этого материала будет представлена файлом изображения. В качестве текстуры цвета использован файл **Циферблат.jpg**, который находится в папке **Примеры 17\3D Моделирование. Операции\Наложение материала**.



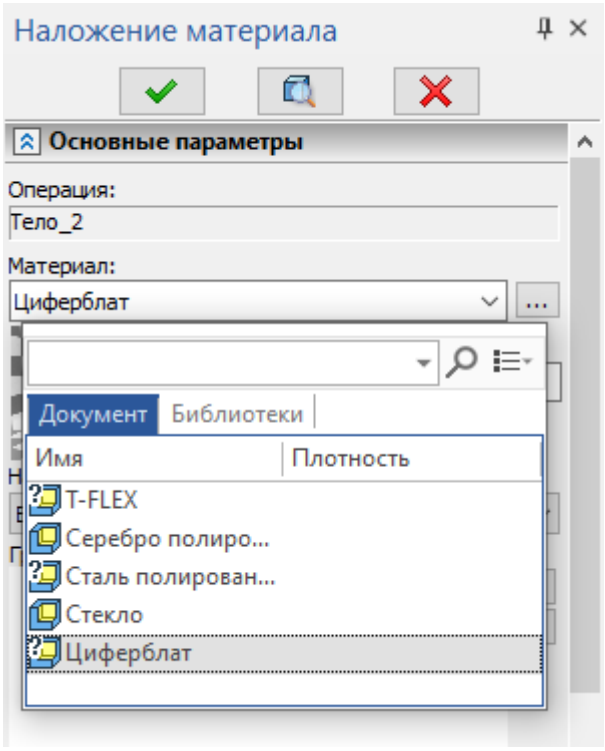
Файл примера находится в библиотеке **Примеры 17\3D моделирование. Операции\Наложение материала\Часы.grb**.

Для того чтобы нанести материал **Циферблат** на выбранную грань корпуса нужно:

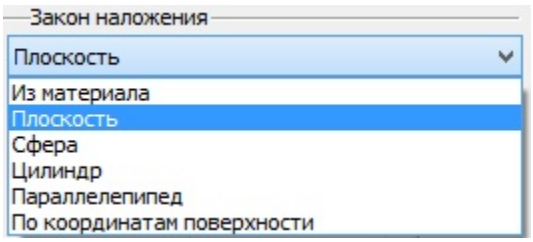
- открыть файл с часами, на которые будет нанесён материал;
- добавить материал **Циферблат** во вкладке **Документ** в меню материалов.



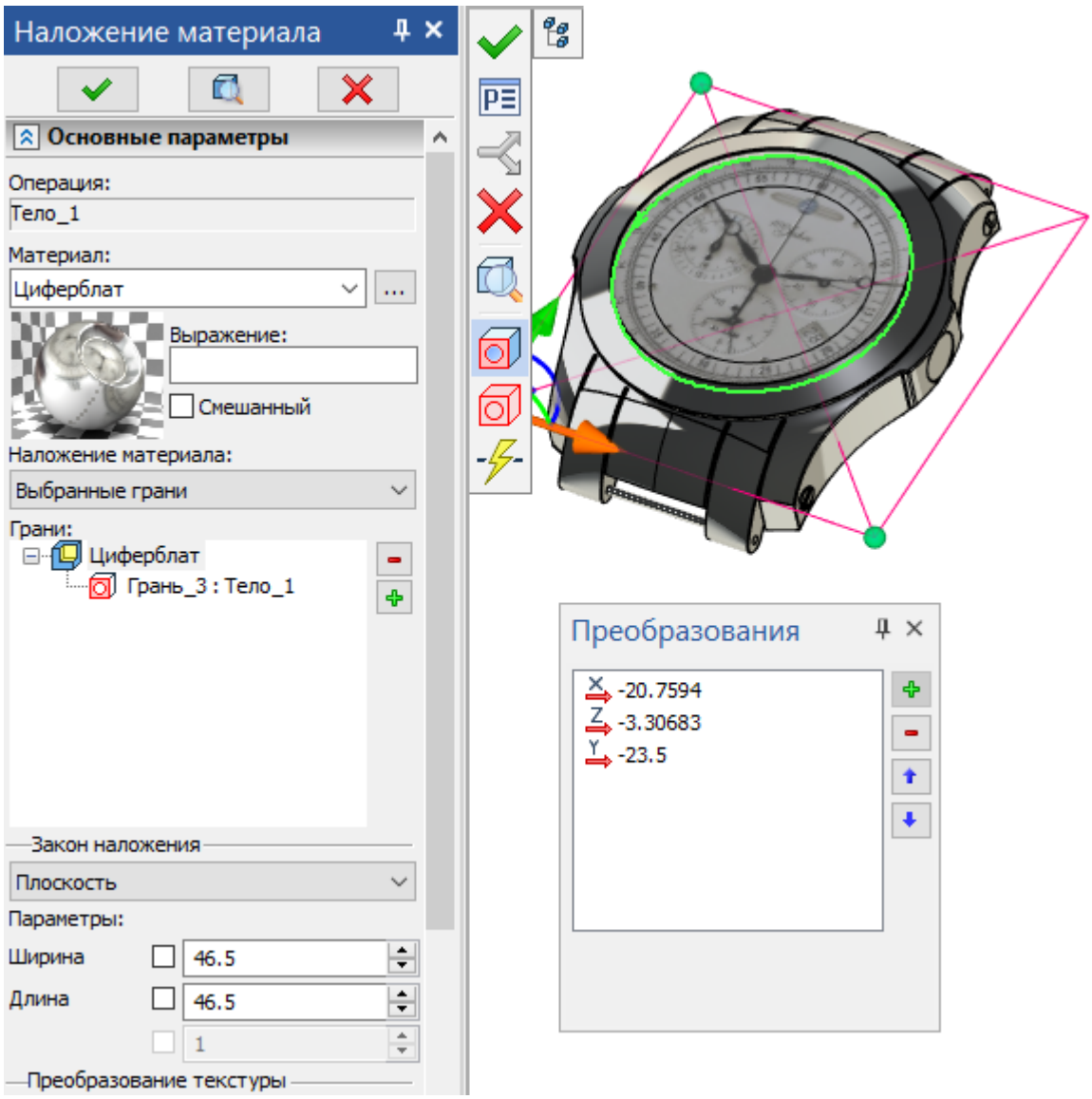
- активировать команду **Наложить материал**;
- выбрать нужную грань часов с помощью опции **Выбрать грань**;
- в окне **Параметры операции** необходимо выбрать из выпадающего списка материал - Циферблат;



- в поле **Закон наложения** необходимо выбрать **Плоскость** из выпадающего списка;



- с помощью манипуляторов в 3D сцене и группы **Преобразование текстуры** окна свойств команды можно настроить позиционирование материала на грани;



- после внесения всех необходимых преобразований необходимо нажать .

Редактировать Наложение материала

Для редактирования операции **Наложение материала** используется специальная команда:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<ЗЕАМ>	Правка > Операции > Наложение материала

Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<Z>	Выбор элемента по имени
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, <Ctrl>+<E>	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент (группу элементов)
	<Esc>	Отменить выбор

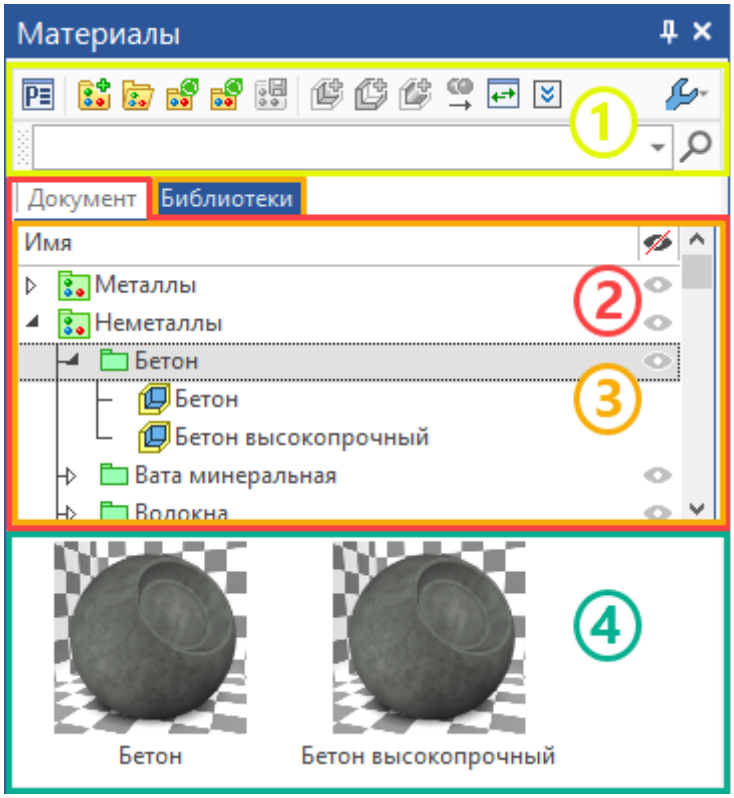
Выбранный элемент можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию).
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Отметим, что для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>+** (комбинация **<Ctrl>+** отменяет выбор).

Окно "Материалы"

Для работы с материалами предусмотрено специальное служебное окно – **Материалы**, которое доступно даже в том случае, если не открыт ни один документ.
Отображение окна включается с помощью следующей команды:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Окна > Материалы 3D Модель > Стиль > Материалы Чертёж > Стиль > Материалы Сборка (3D) > Стиль > Материалы Листовой металл (3D) > Стиль > Материалы Поверхности > Стиль > Материалы Сварка > Стиль > Материалы Коммуникации > Стиль > Материалы Примитив > Стиль > Материалы Опорная геометрия > Стиль > Материалы Инструменты > Оформление > Материалы Вид > Окно > Окна > Материалы > Окна > Материалы
Клавиатура	Текстовое меню
<Alt>+<8>, <ЗМТ>	Настройка > Окна > Материалы Сервис > Материалы

Окно состоит из следующих частей:



1 - Панель инструментов

2 - Вкладка материалов текущего документа

3 - Вкладка библиотек материалов

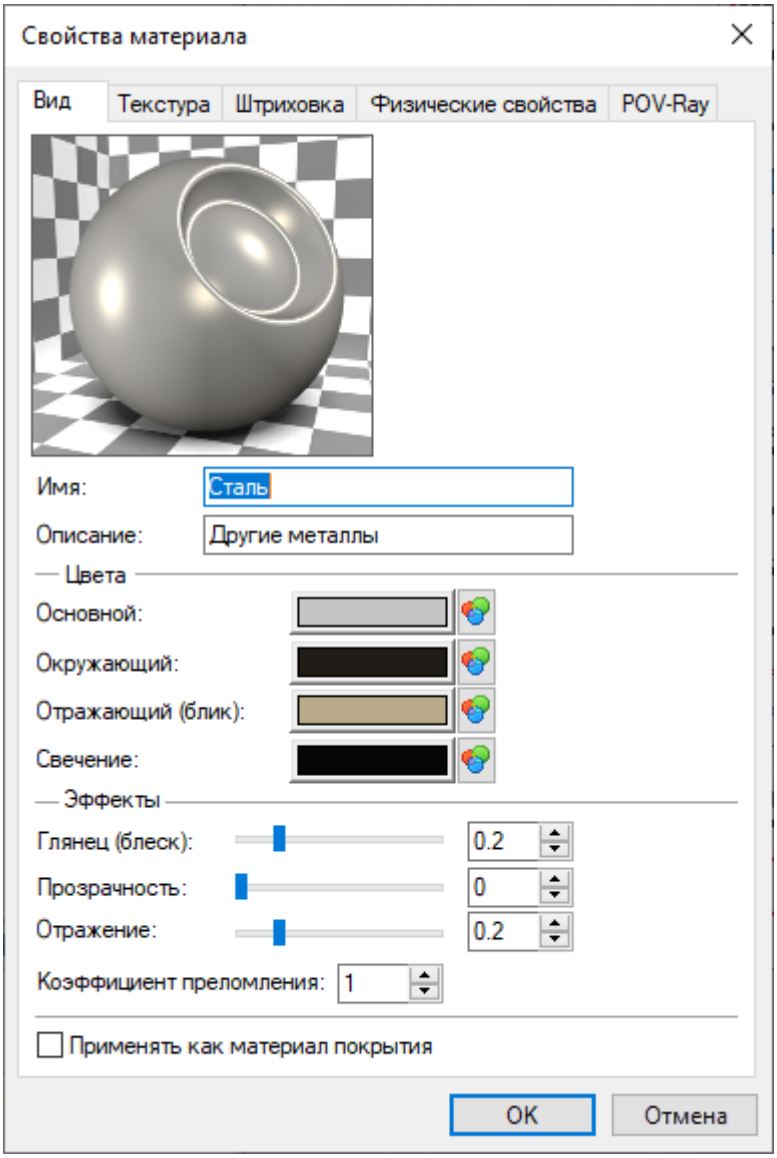
4 - Область предварительного просмотра материалов

Основные темы в этом разделе:

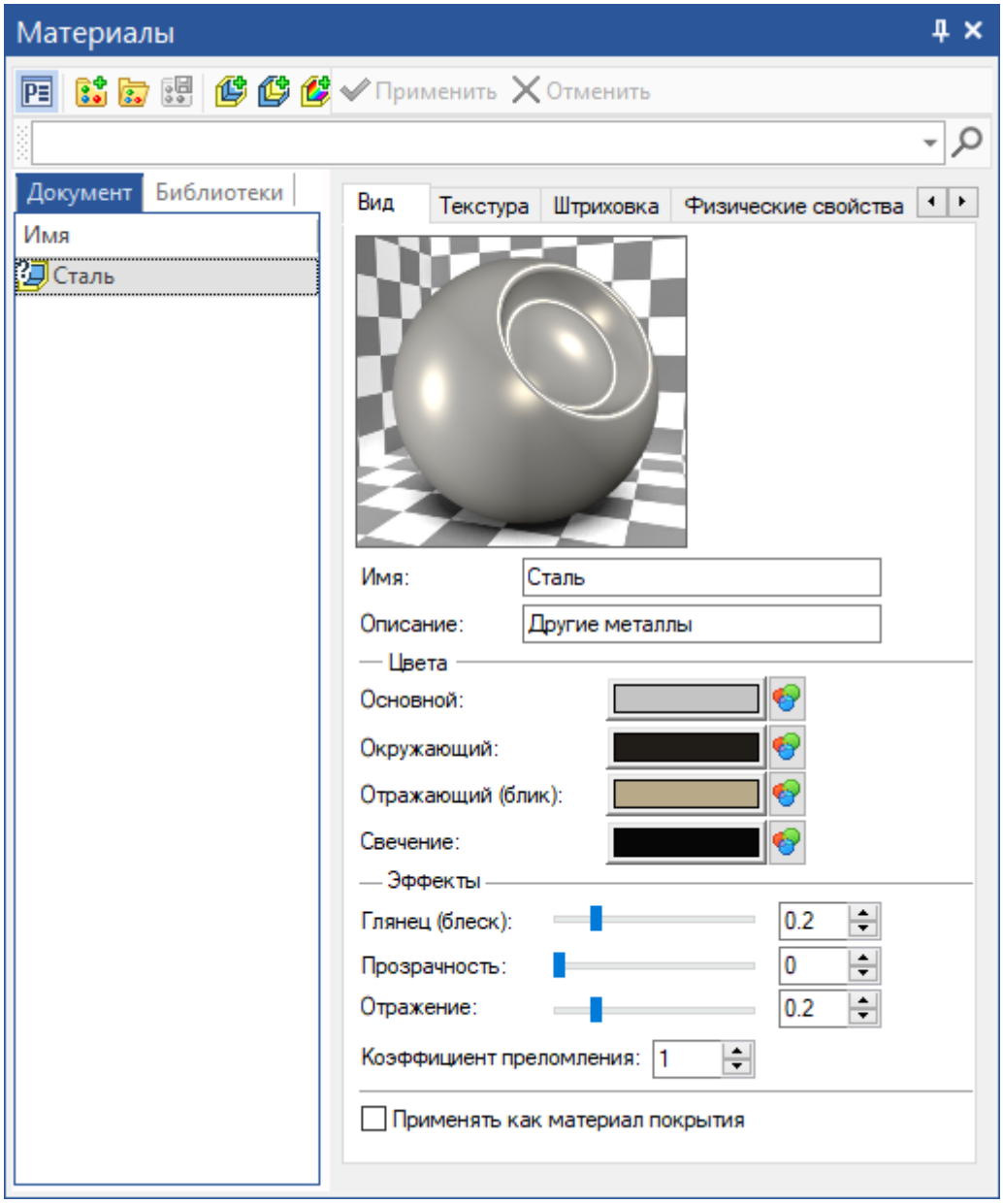
- Панель инструментов в окне "Материалы"
- Материалы текущего документа
- Библиотеки материалов
- Предварительный просмотр материала

Панель инструментов в окне "Материалы"

Для просмотра или редактирования свойств материала необходимо выбрать материал (в списке материалов текущей модели или в библиотеке) и нажать кнопку **Показать окно свойств материала** в верхней части окна, или просто . Дальнейшее поведение системы зависит от состояния окна **Материалы**. Если оно пристыковано к одной из границ рабочего окна T-FLEX CAD, то откроется отдельное окно диалога свойств выбранного материала.

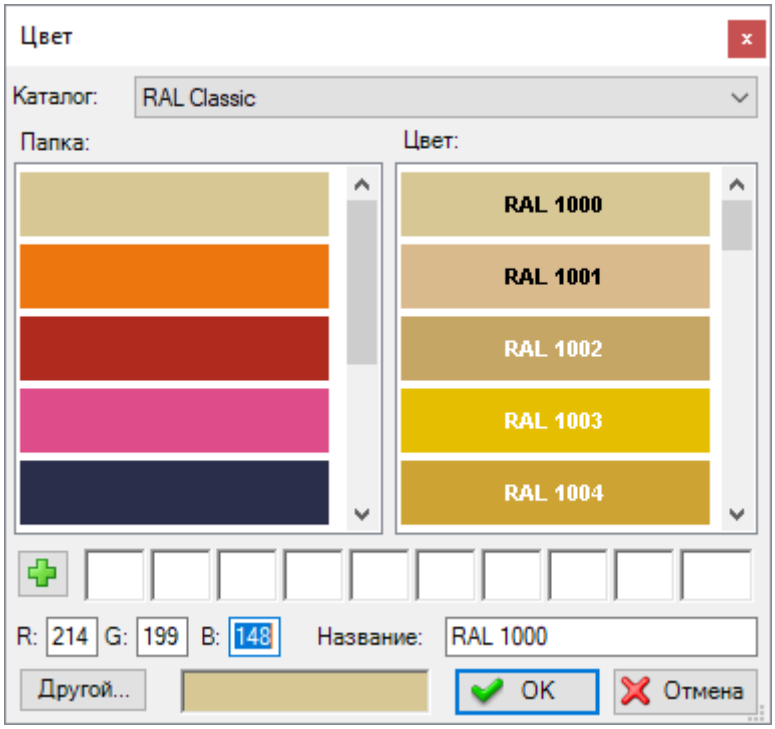


Когда окно **Материалы** находится в плавающем состоянии, диалог свойств выбранного материала открывается в правой части самого окна **Материалы**. Скрыть диалог параметров можно повторным нажатием .

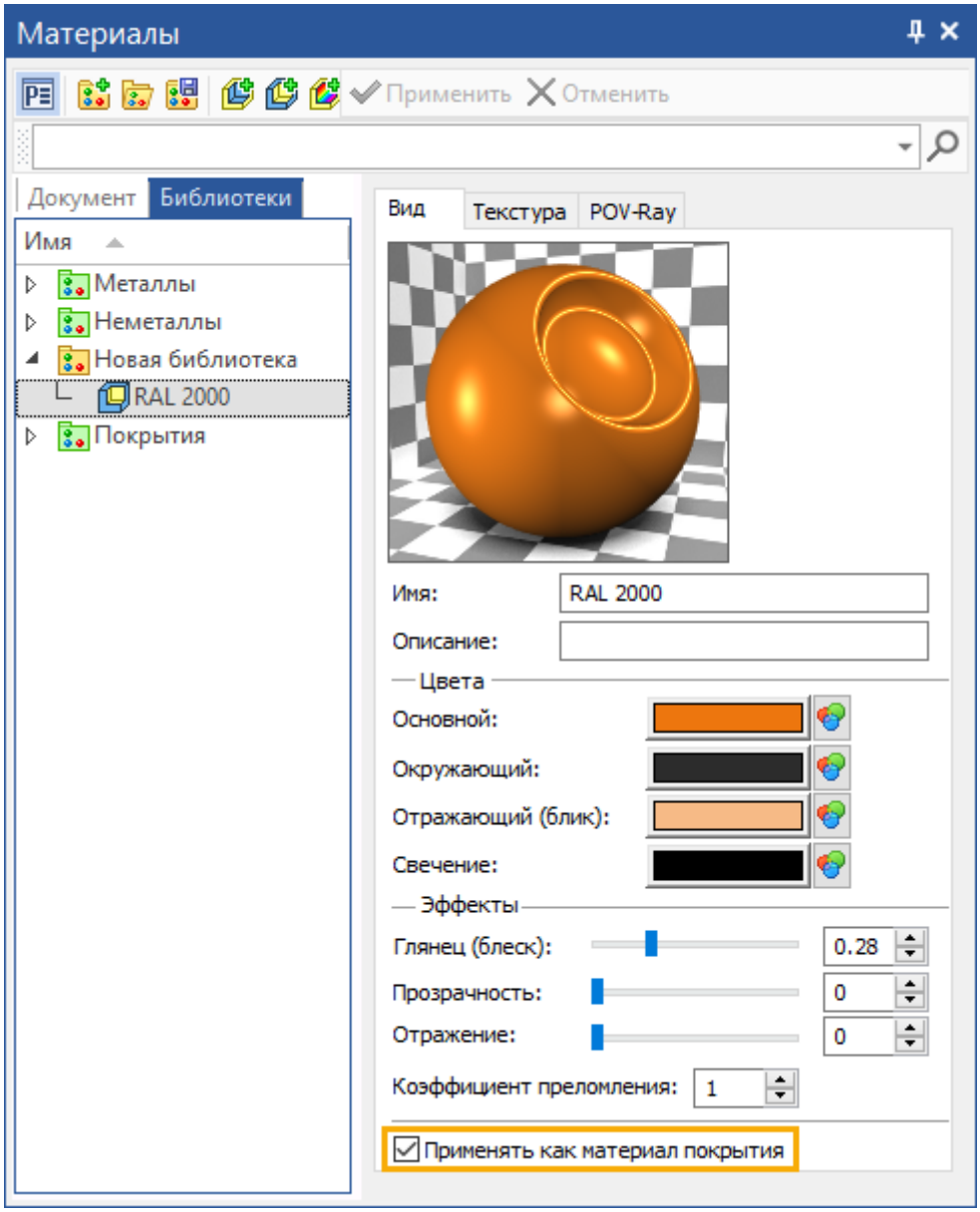


Кнопки **Создать материал** или **Создать материал покрытия** позволяют создавать новый материал. Материал создается либо в текущей модели, либо в библиотеке доступной для чтения, в зависимости от того, где находится фокус пользователя.

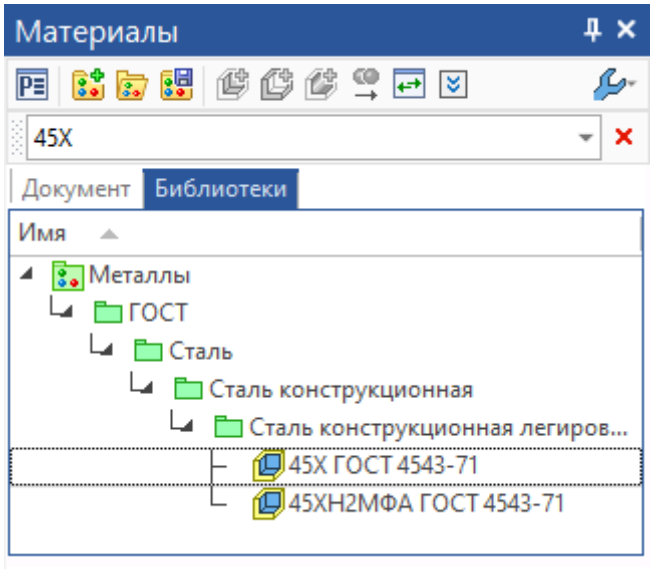
Кнопка **Создать материал на основе цвета** позволяет создавать материал покрытия на основе цвета. После вызова команды появляется диалог выбора цвета из каталога цветов.



После выбора цвета из каталога новый материал получает то же название, что и выбранный цвет (например RAL 2000). После подтверждения выбора цвета, в текущей папке библиотеки материалов или модели создаётся материал покрытия с соответствующим названием и свойствами. Созданный материал покрытия имеет установленный флаг **Применять как материал покрытия**.



Для навигации по дереву материалов в диалоге управления материалами предусмотрена панель поиска. С ее помощью можно найти материал по названию или его части.



Для поиска пользователю необходимо ввести название материала в текстовое поле. После нажатия <**Enter**> или фокус дерева материалов установится на нужном материале. Введенное название материала, если такого еще не было, должно добавиться к списку в текстовом поле.

Кнопка **Создать библиотеку** позволяет создать новую пользовательскую библиотеку материалов. Если библиотека находится в какой-либо несистемной папке и ее можно редактировать, она выделяется желтой иконкой. Если же библиотека находится в системной папке, то она доступна только для чтения и отображается зеленой иконкой. По умолчанию библиотеки материалов хранятся в папке **...\Program\MaterialLibrary**. Если созданная библиотека была перемещена, изменена или удалена пользователем вне системы T-FLEX CAD, то при следующем за этими изменениями запуске системы в окне **Материалы** рядом с измененной библиотекой будет иконка.

Кнопка **Открыть библиотеку** служит для открытия уже существующей библиотеки материалов, аналогично команде контекстного меню.

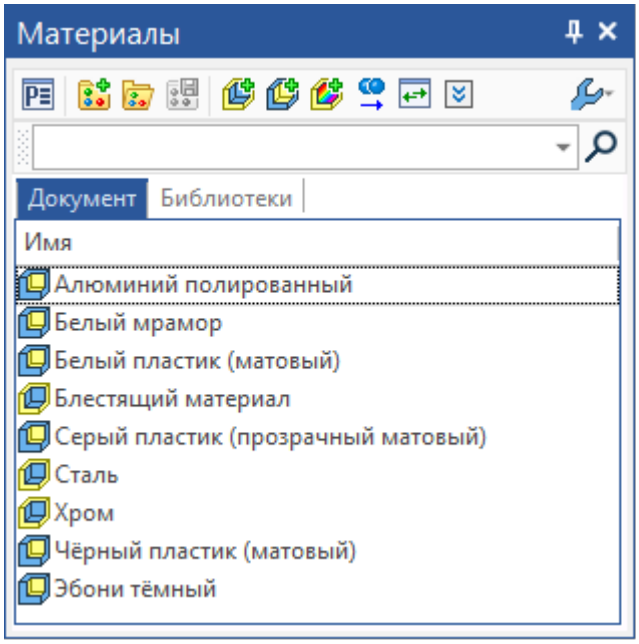
Кнопка **Открыть справочник T-FLEX DOCs** позволяет открыть справочник T-FLEX DOCs при наличии интеграции с T-FLEX DOCs (см. соответствующую главу документации **T-FLEX DOCs**).

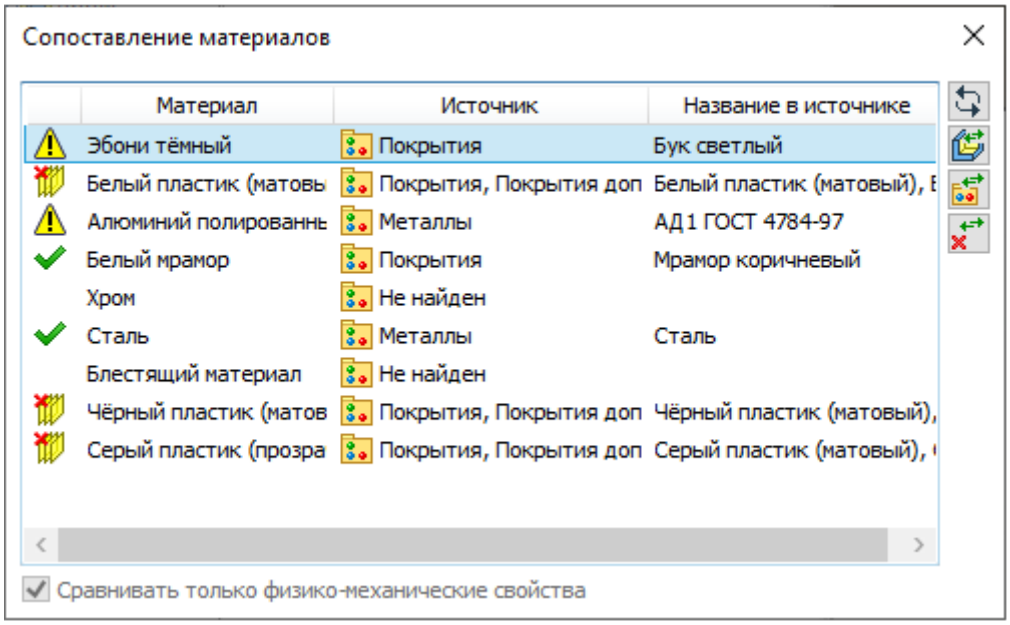
Кнопка **Открыть библиотеку из T-FLEX DOCs** позволяет открыть библиотеку из T-FLEX DOCs при наличии интеграции с T-FLEX DOCs (см. соответствующую главу документации **T-FLEX DOCs**)

Кнопка **Сохранить изменения в библиотеках** позволяет сохранить изменения, внесённые в библиотеки материалов. Это может быть добавление/удаление материала из библиотеки, изменение свойств любого библиотечного материала или изменение структуры библиотеки (например, создание в ней папок).

Кнопка **Создать копию материала** позволяет создать копию выбранного материала.

Кнопка **Сопоставить материалы** позволяет сопоставить материалы документа с материалами выбранной библиотеки. При нажатии кнопки открывается окно сопоставления материалов, в котором отображаются все материалы документа, библиотека-источник и название в библиотеке-источнике.





Иконка ⚠ означает, что свойства текущего материала отличаются от свойств материала с аналогичным названием в библиотеке-источнике и их можно обновить.

Иконка означает, что для материала найдено несколько материалов-источников с указанным названием, которые перечислены в колонке **Название в источнике**. В этом случае кнопка **Обновить** не будет иметь эффекта.

Иконка ✔ означает, что свойства текущего материала совпадают со свойствами материала-источника с аналогичным названием.

Если иконка отсутствует, значит связь с материала с источником не установлена.

Для материалов доступно четыре опции:

- **Обновить**. Позволяет обновить материал в соответствии с исходным материалом в библиотеке-источнике.

- **Связать с материалом из библиотеки**. Позволяет связать выбранный материал с любым материалом из библиотеки. При выборе опции открывается дополнительное окно с выбором материала. Доступна возможность выбрать материал из текущего документа, при условии, что этот материал имеет источник.

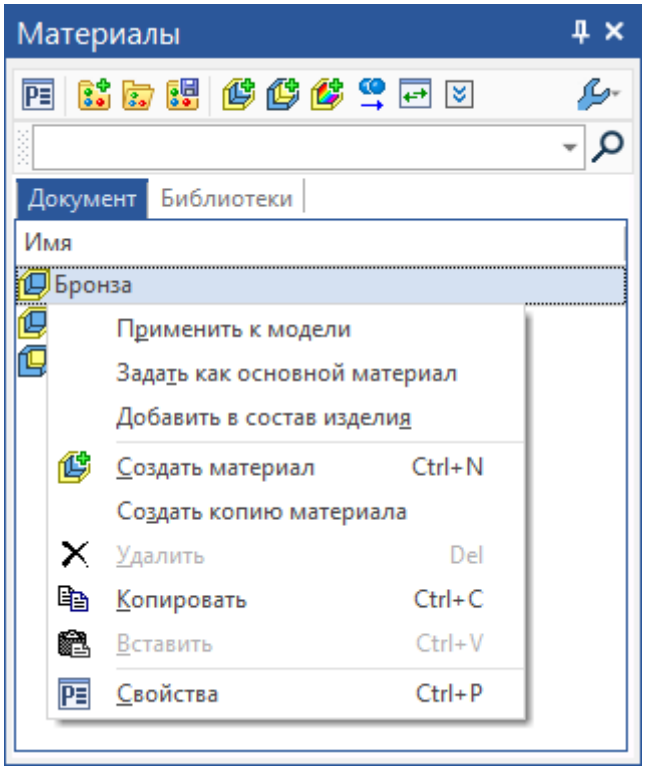
- **Связать с одинаковыми материалами из библиотеки**. Позволяет связать материал с материалом с точно такими же свойствами из выбранной библиотеки.

- **Сбросить связь**. Позволяет сбросить связь с источником.

Подробнее о работе с библиотеками см. главу Библиотеки материалов.

Материалы текущего документа

Список материалов текущего документа позволяет получить быстрый доступ к часто используемым материалам, не заходя в библиотеки. Он содержит все материалы, которые были использованы в процессе работы с текущим документом. По умолчанию в списке материалов модели содержится один элемент - **Сталь**.
Для обозначения материалов тела используется иконка . Для обозначения материалов покрытия используется иконка . Материалы, которые были применены, но не используются в данный момент, обозначаются иконками и .
С материалами текущей модели можно совершать следующие действия:



- Изменять материал тел в сцене (опция **Применить к модели** в контекстном меню)
- Задавать материал как основной;
- Добавлять информацию о материале в отчёт и спецификации (опция **Добавить в состав изделия** в контекстном меню);

- Создавать материал;
- Создавать копию материала;
- Удалять материалы из модели;
- Копировать материал в буфер. Можно копировать материал в другой документ;
- Вставить материал из буфера;
- Открыть свойства материала.

Библиотеки материалов

Список библиотек материалов представляет собой архив с часто используемыми при проектировании основными материалами и материалами покрытий, отсортированными по категориям. По умолчанию открыты три библиотеки: **Металлы**, **Неметаллы** и **Покрытия**. Они обозначаются иконками .
В поставку также включены библиотеки материалов предыдущих версий системы T-FLEX CAD, которые находятся в той же папке. При необходимости их тоже можно подключить.

> Материалы, хранящиеся в этих библиотеках, нельзя изменять внутри самих библиотек. Для изменения свойств материалов их нужно переместить либо в окно материалов текущей модели, либо в созданную библиотеку.

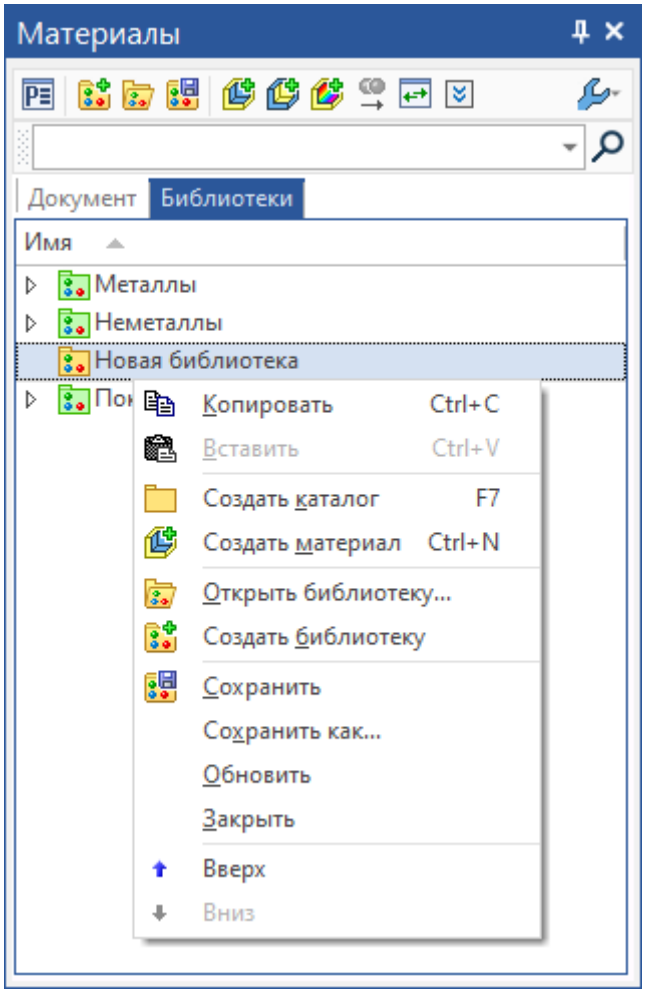
Для выполнения различных операций с материалами и библиотеками можно использовать команды их контекстного меню и панель инструментов окна **Материалы**.

Основные темы в этом разделе:

- Создание библиотек материалов
- Создание каталогов материалов
- Управление библиотечными материалами
- Видимость библиотек и каталогов материалов

Создание библиотек материалов

Имеется возможность самостоятельно создавать необходимые для работы библиотеки материалов. Для этого можно воспользоваться опцией на панели инструментов или пунктом **Создать библиотеку** в контекстном меню. Созданная пользователем библиотека обозначается с помощью иконки . Вновь созданная библиотека появляется в списке доступных библиотек и по умолчанию имеет имя **Новая библиотека**.

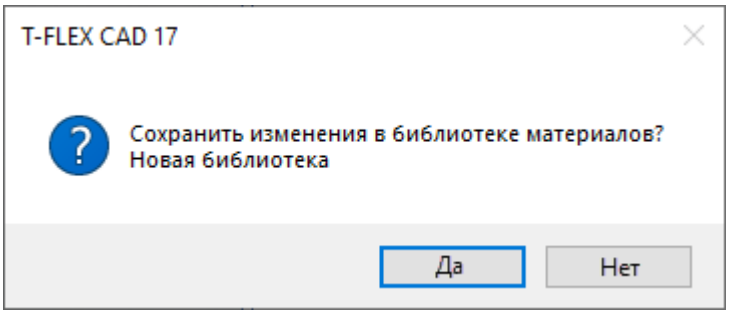


Материал может создаваться только в пользовательской библиотеке доступной для редактирования. Нельзя создать материал в системных библиотеках обозначенных иконкой .

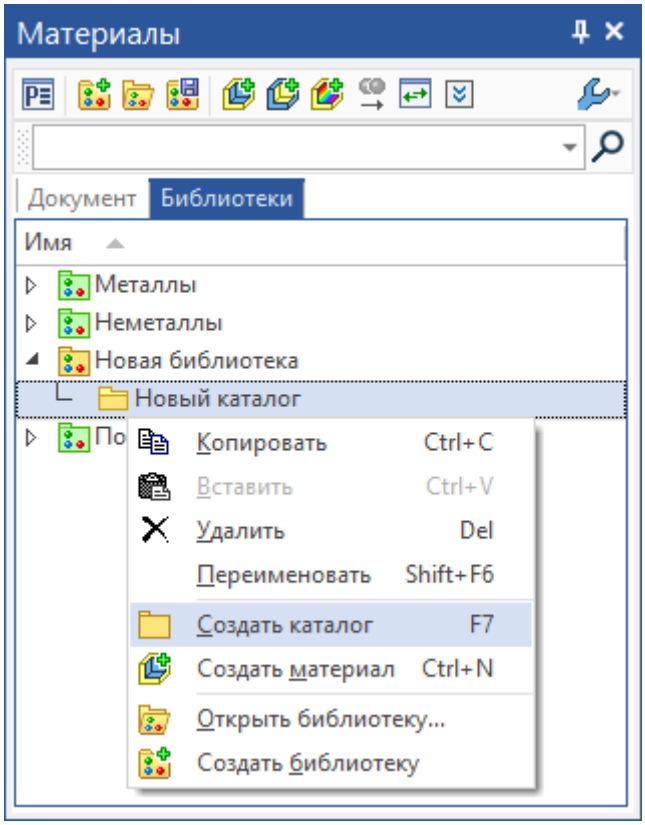
Созданная библиотека не сохраняется на диск автоматически. Для того чтобы библиотека была доступна при последующих запусках системы, нужно воспользоваться опцией на панели инструментов или пунктом контекстного меню **Сохранить как**. При сохранении библиотеке может быть присвоено новое имя и задан путь для сохранения. Расширение для библиотек материалов в системе T-FLEX CAD - **.mtr.**

Файл .mtr может быть открыт с помощью текстового редактора.

В случае если внесённые в библиотеку изменения не были сохранены, при закрытии программы система предложит сохранить эти изменения.



Создание каталогов материалов



Для удобства сортировки можно создавать отдельные каталоги для каждой группы материалов.

Чтобы создать новый каталог, нужно выбрать библиотеку, в которой он будет создан, нажать и выбрать пункт **Создать каталог** в контекстном меню. Созданный таким образом каталог по умолчанию называется **Новый каталог**. Имя можно задать сразу после создания каталога, либо переименовать каталог воспользовавшись пунктом контекстного меню **Переименовать**.
Созданный каталог можно удалить с помощью соответствующего пункта контекстного меню.

Для быстрого копирования всех материалов из каталога в список материалов текущей модели можно воспользоваться командой контекстного меню **Копировать.**
Внутри одной библиотеки можно создать любое количество каталогов. Внутри каждого каталога можно создать дополнительные папки с материалами (подкаталоги).
Каталог можно скопировать и перенести в другую библиотеку или каталог.

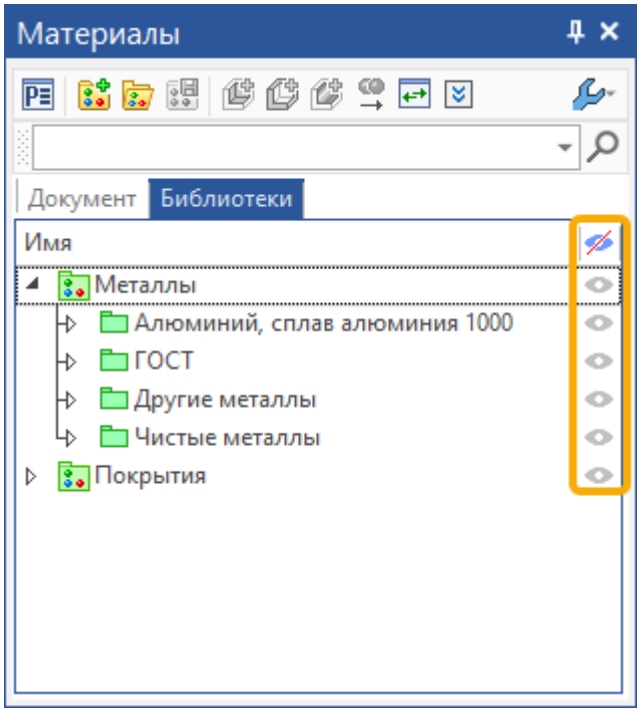
Управление библиотечными материалами

Для создания материалов внутри библиотек и каталогов используется пункт **Создать материал** или опции , и на панели инструментов.
Для перемещения материалов внутри библиотеки, из одной библиотеки в другую, между каталогами или в список материалов текущей модели также можно воспользоваться методом drag&drop. Отдельные материалы, можно копировать, используя команды контекстного меню **Копировать** и **Вставить**.

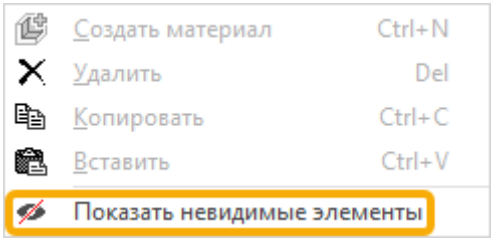
> Если материал или каталог копируется в библиотеку материалов или каталог, которая уже содержит элемент с таким же именем, копируемый элемент будет автоматически переименован и к его имени будет добавлена цифра (1), (2) и т.д.

Видимость библиотек и каталогов материалов

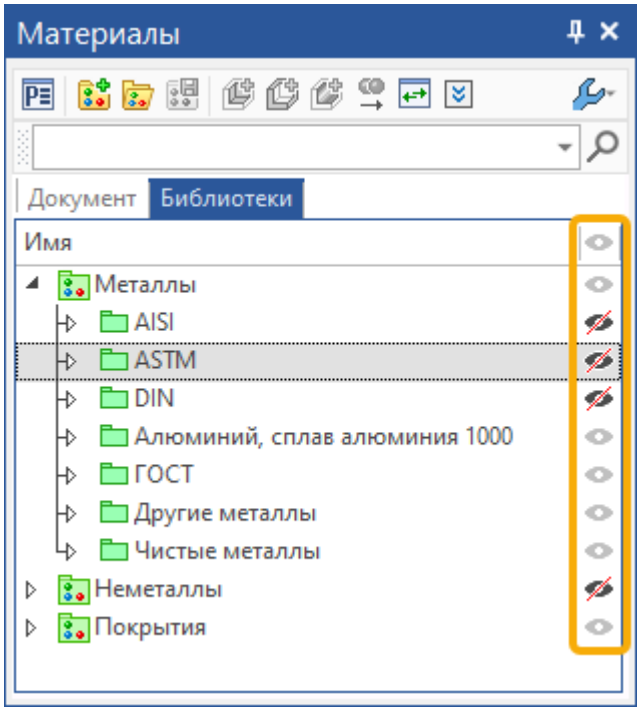
На вкладке **Библиотеки** служебного окна **Материалы** доступна колонка **Видимость**. При нажатии на иконку в этой колонке соответствующая библиотека или папка библиотеки перестает отображаться.



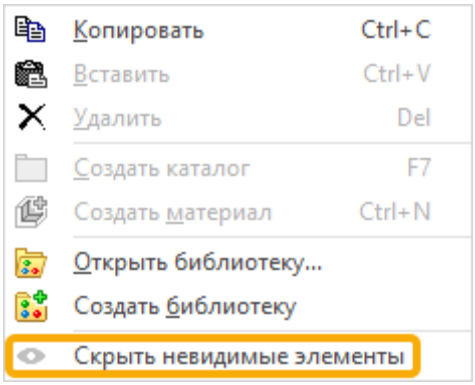
Можно **Показать невидимые элементы** с помощью команды в контекстном меню списка библиотек, или нажав на заголовок колонки.



В результате будут отображены все элементы, как видимые, так и невидимые. Для того, чтобы сделать невидимый элемент снова видимым, нажмите на иконку в колонке **Видимость**.



Вернуться к режиму отображения по умолчанию, в котором не показываются невидимые элементы, можно с помощью команды **Скрыть невидимые элементы** в контекстном меню списка библиотек, или нажав на заголовок колонки.



Иконка в заголовке колонки **Видимость** зависит от текущего режима отображения и наличия невидимых элементов.

В режиме отображения по умолчанию:

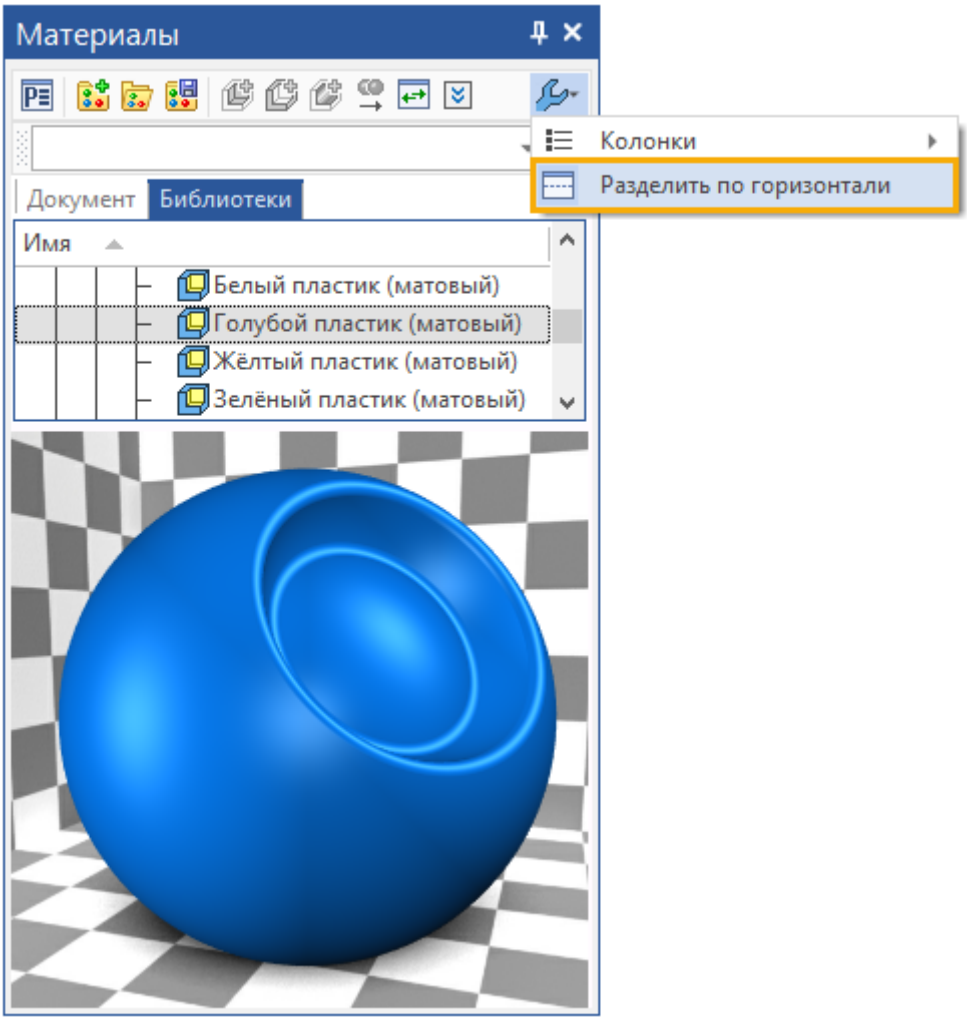
- - невидимые элементы отсутствуют;
- - есть невидимые элементы.

В режиме отображения невидимых элементов:

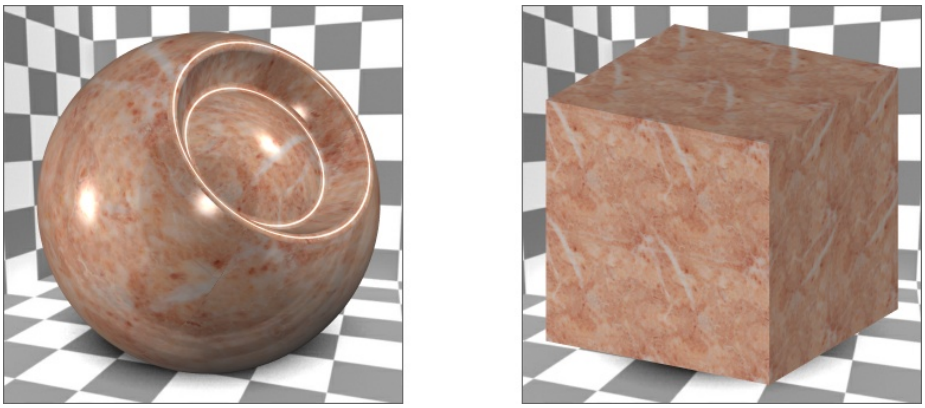
- - невидимые элементы отсутствуют;
- - есть невидимые элементы.

Предварительный просмотр материала

Область предварительного просмотра материала позволяет пользователю визуально оценить выбранный материал, не применяя его к объектам в сцене. Включение области предварительного просмотра осуществляется с помощью пункта **Разделить по горизонтали** на панели инструментов окна **Материалы.**

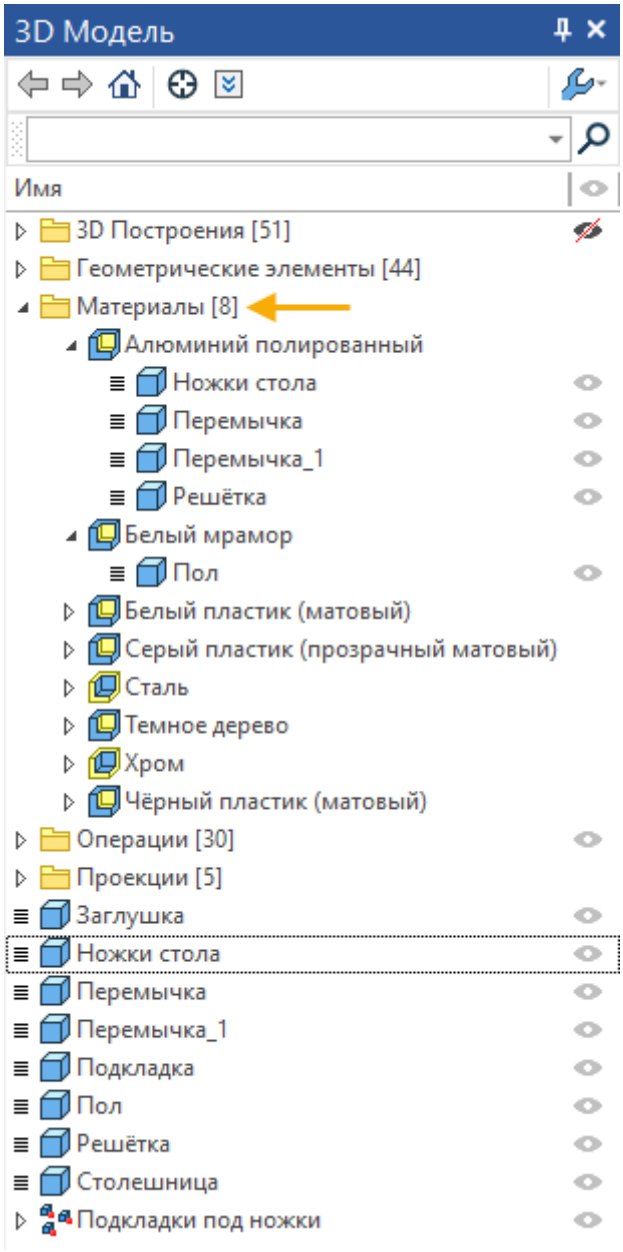


Выбранный материал может отображаться на кубической или сферической поверхности. Для переключения между этими режимами нужно щёлкнуть по изображению.



Материалы в дереве 3D модели

Материалы, используемые в текущей модели, отображаются в дереве 3D модели в специальной папке – **Материалы**.

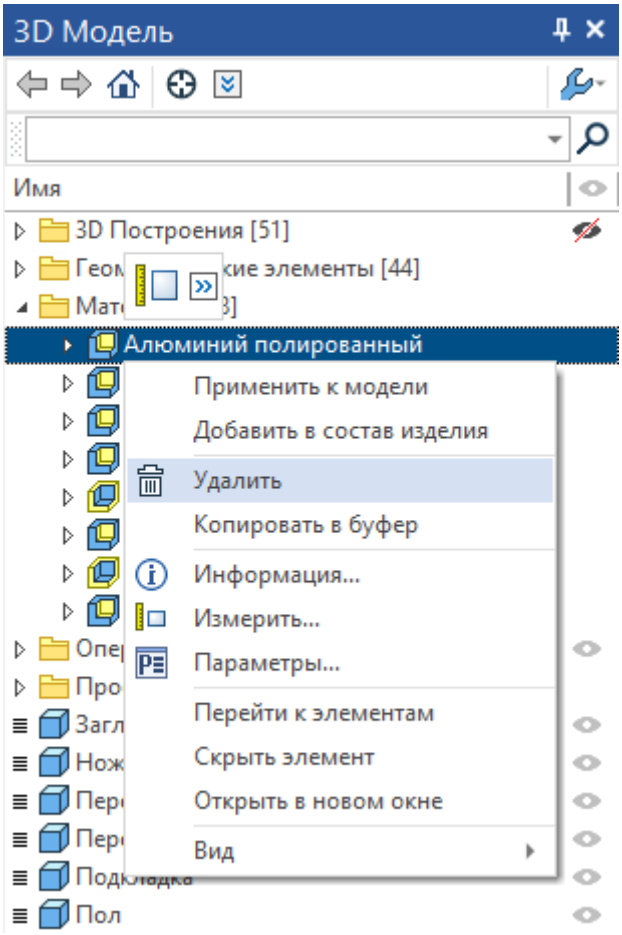


Для обозначения материала покрытия и материала тела применяются различные иконки в дереве 3D модели.

Для обозначения материала тела используется иконка . Для обозначения материала покрытия используется иконка .

Если материал используется, то слева от него находится значок ▷, нажав на который можно увидеть, для каких объектов используется данный материал. Для неиспользуемых материалов значок не появляется.

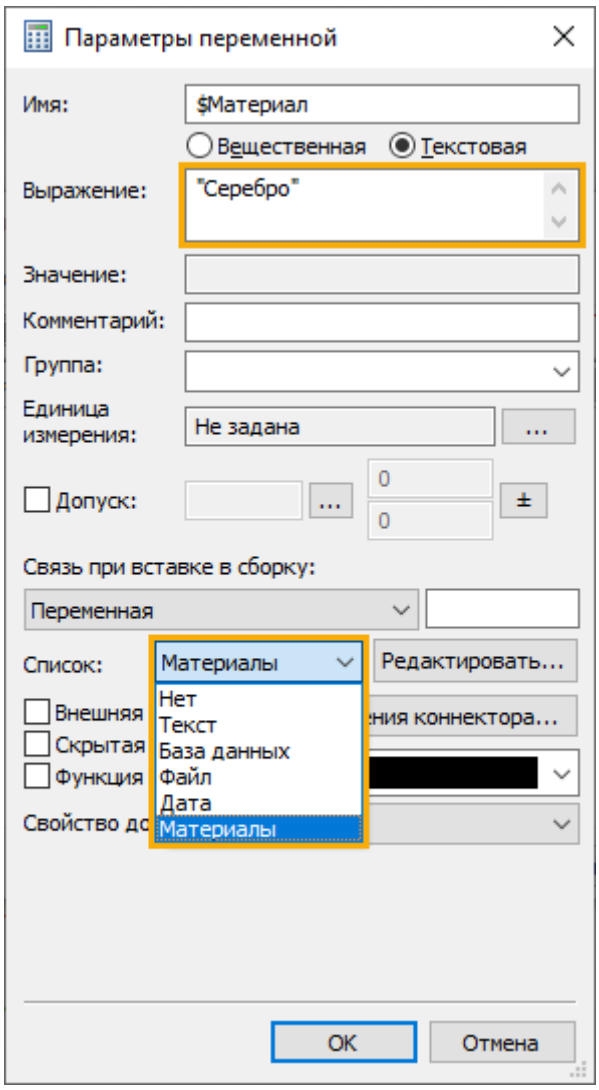
Прямо из дерева 3D модели можно редактировать свойства материала или удалить его из текущей модели. Команды удаления и редактирования свойств материала доступны в контекстном меню дерева 3D модели, которое вызывается нажатием правой кнопки мыши.



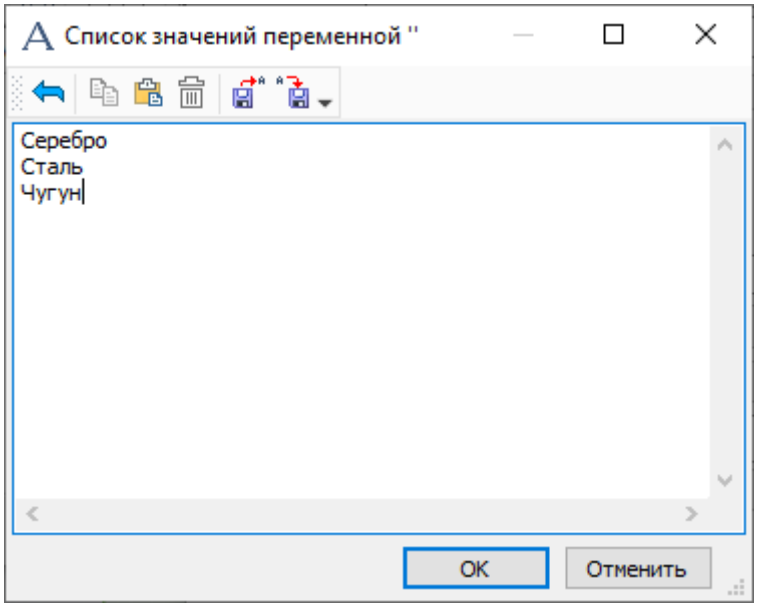
При удалении используемого материала система предложит удалить и операции, к которым применён данный материал.

Задание материала с помощью переменной

Для задания материала может использоваться текстовая переменная.
В этом случае необходимо создать переменную с помощью команды Редактор переменных.
В поле выражение нужно ввести или скопировать из библиотеки название материала, который будет использован для модели.
Для того, чтобы сформировать список из нескольких материалов необходимо в поле **Список** выбрать опцию **Материалы**.

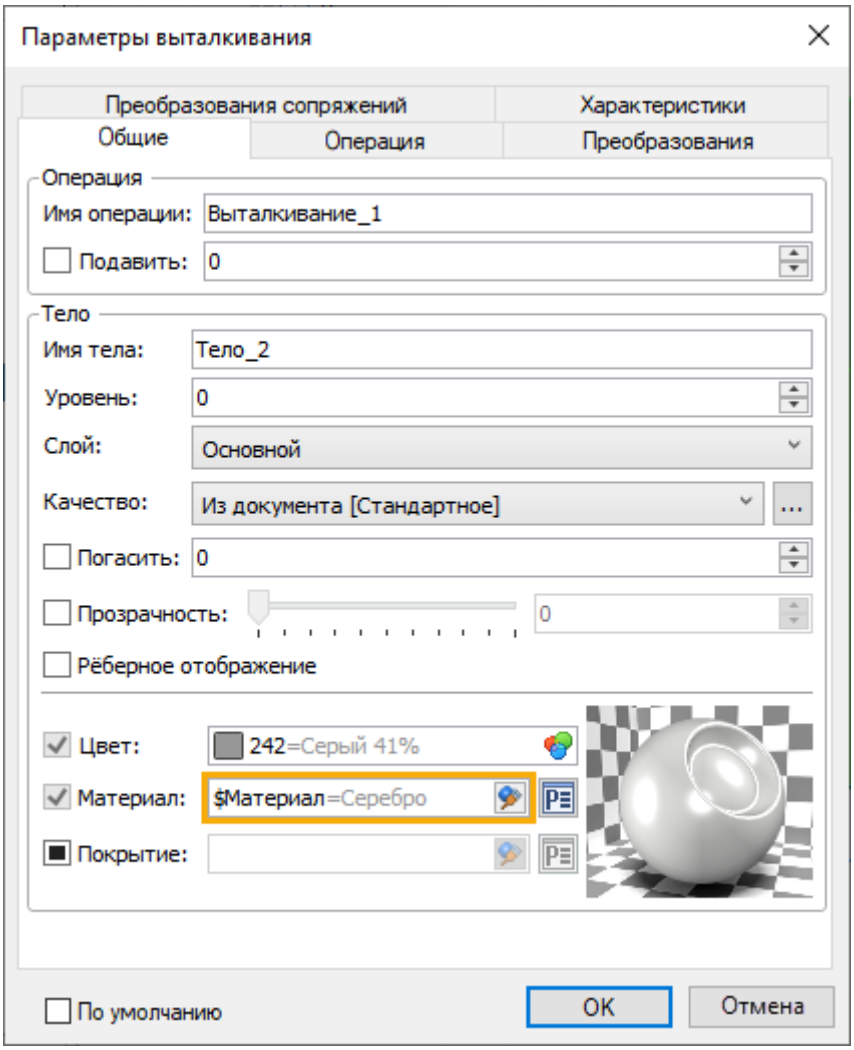


В открывшемся окне **Список значений** переменной нужно указать все материалы, которые могут использоваться для данной модели.

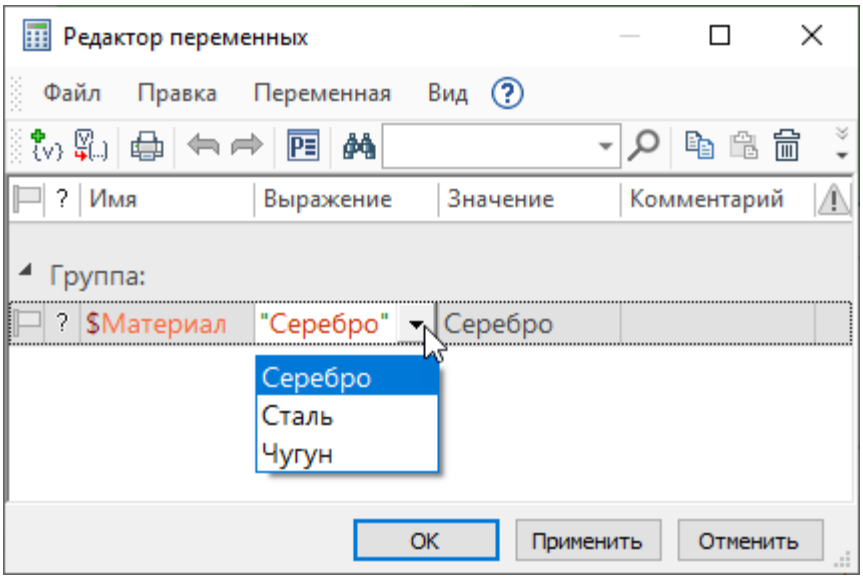


Важно, чтобы вносимые имена материалов совпадали с именами в библиотеке.

После создания переменной нужно зайти в параметры модели, и в поле **Материал** ввести имя созданной переменной. Таким образом можно задавать как материал тела, так и материал покрытия.

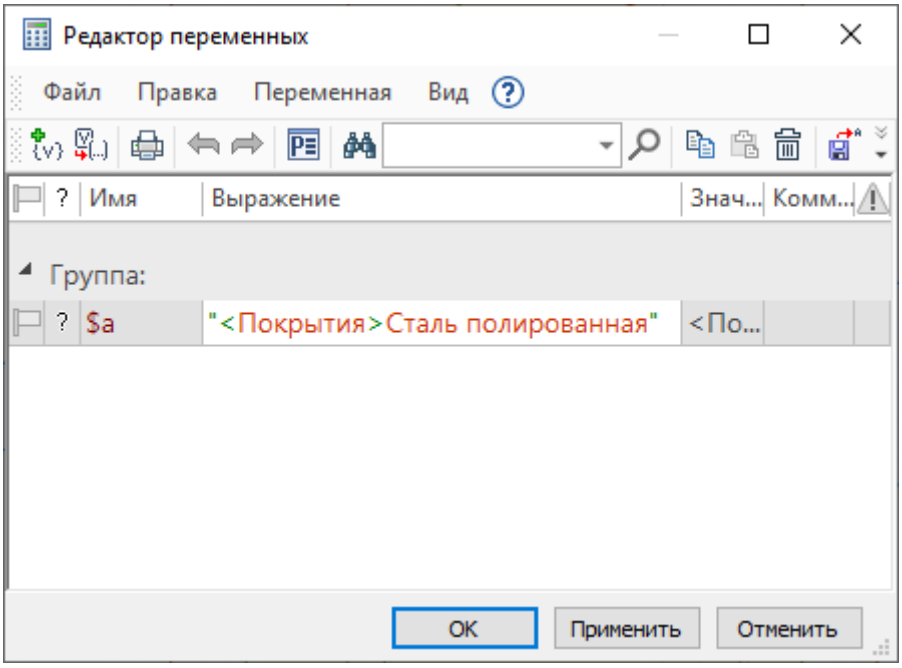


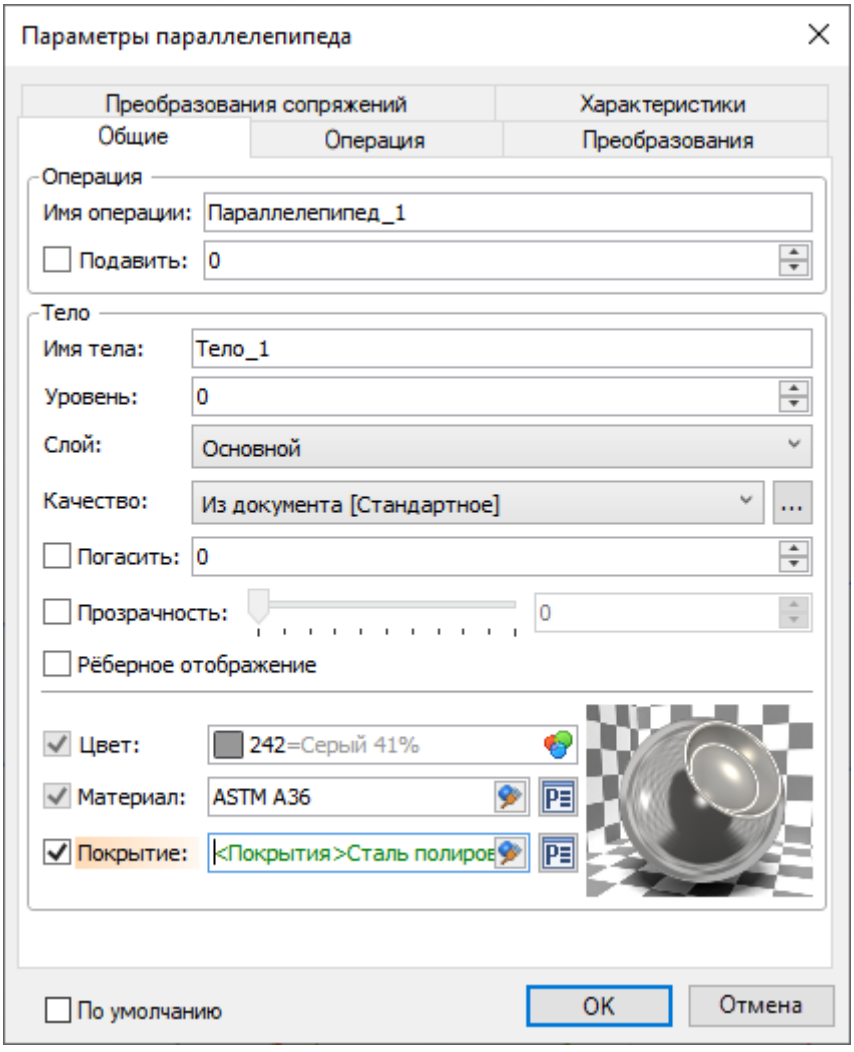
После выполнения этих действий можно изменять материалы одного или нескольких тел с помощью выпадающего списка в окне редактора переменных.



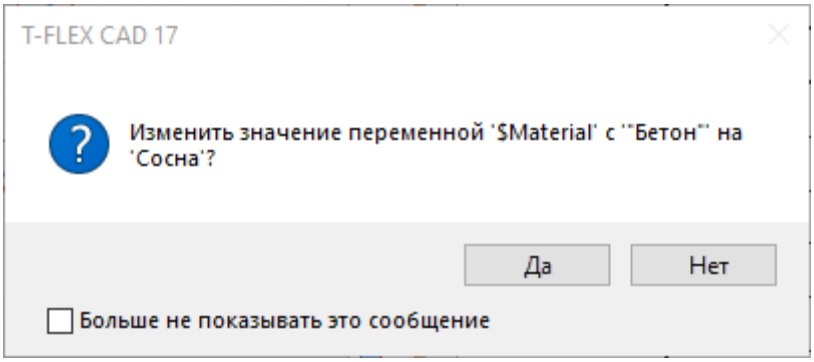
Для отображения нового материала в сцене, требуется обновить 3D модель с помощью кнопки **Применить**.

Кроме того, доступна возможность явного указания библиотеки, в которой находится материал при его задании через переменные либо вводом в соответствующие текстовые поля диалога параметров операций. Синтаксис аналогичен указанию библиотек в файловых ссылках: "**<библиотека>материал**".





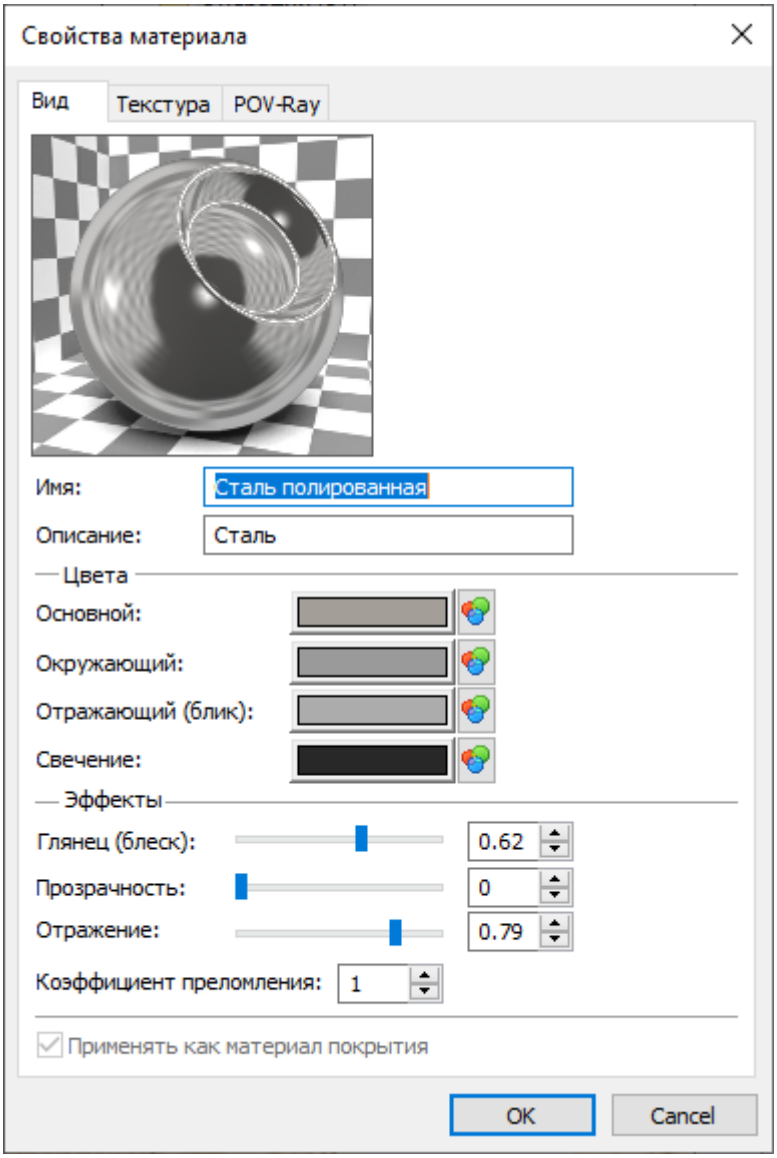
Если материал задан с помощью переменной, то при изменении материала перетягиванием или с помощью контекстного меню будет предложено изменить значение переменной:



При положительном ответе будет изменено значение переменной. Если для переменной задан список значений, то новое значение будет также добавлено в список.
При отрицательном ответе связь с переменной будет утеряна.

Свойства материала

Диалог свойств материала содержит физико-механические характеристики материала, параметры его отображения в 3D сцене и на проекциях, а также параметры для создания фотореалистичного изображения (см. главу Фотореалистичное изображение).



Для вызова диалога свойств материала необходимо выбрать материал (в списке материалов текущей модели или в библиотеке) и выполнить одно из перечисленных действий:

- нажать на иконку на панели инструментов;
- щёлкнуть по названию материала;
- выбрать команду **Свойства** из контекстного меню.

Диалог свойств материала содержит следующие вкладки:

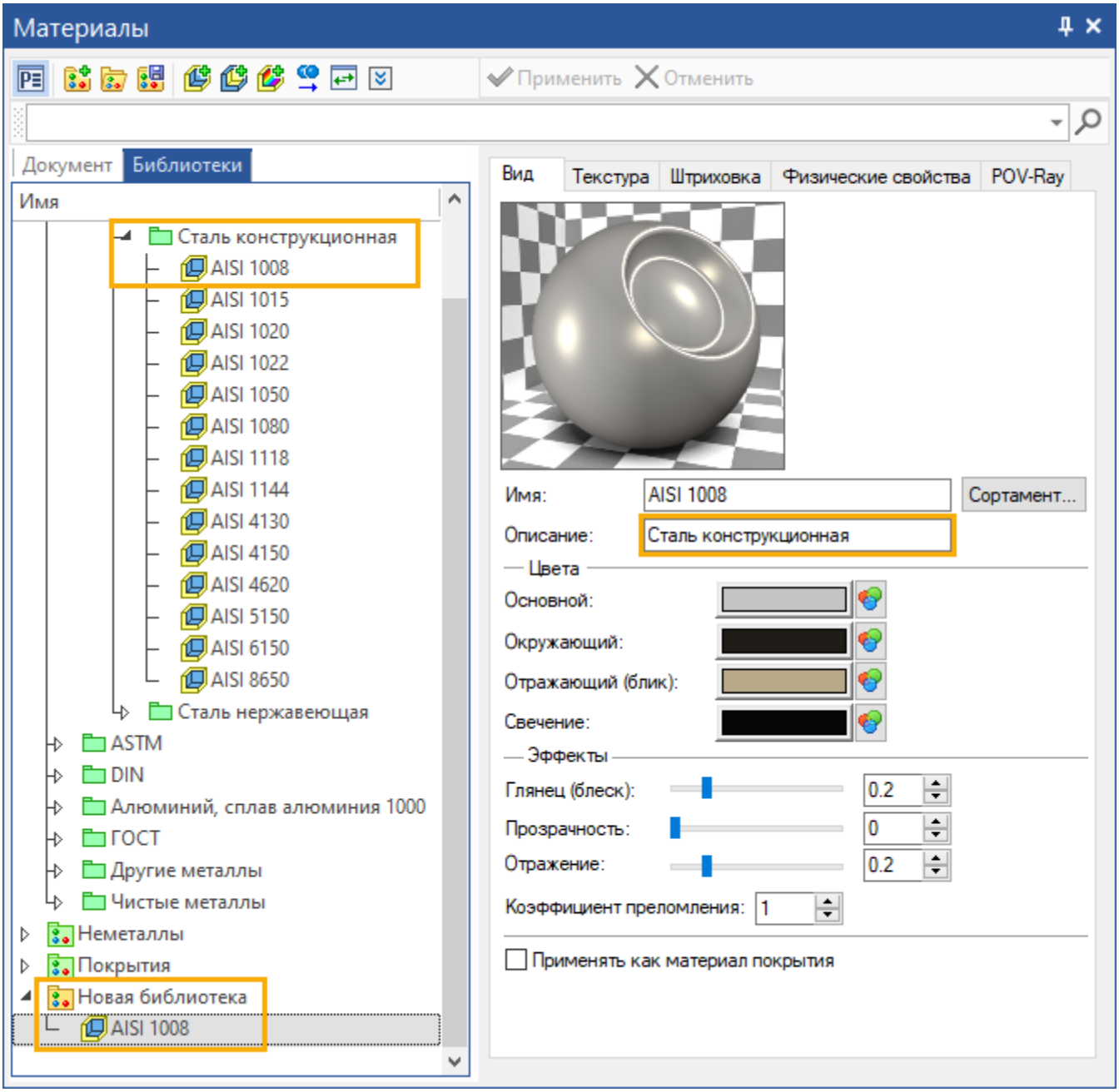
- Вид
- Текстура
- Штриховка (для материала покрытия данная вкладка недоступна)
- Физические свойства (для материала покрытия данная вкладка недоступна)
- POV-Ray

Вид

В данном диалоге объединены параметры, отвечающие за характеристики цвета, отражения, прозрачности и собственного свечения материала.
Изображение материала на данной вкладке доступно в двух вариантах: в виде шара с выемкой и в виде куба, для более полного отображения визуальных характеристик материала.

Также во вкладке **Вид**, в поле **Имя** можно редактировать название материала**.**

В поле **Описание** выводится имя каталога, в котором находится выбранный материал. Данная информация необходима в большей степени для марок материала, чтобы было понятно, какой тип материал используется, т.к. в названии марки тип материала не указывается.
Для материала модели это поле можно редактировать, вводя необходимое описание.
При копировании материла в библиотечный каталог ему присваивается имя каталога, в который он скопирован.



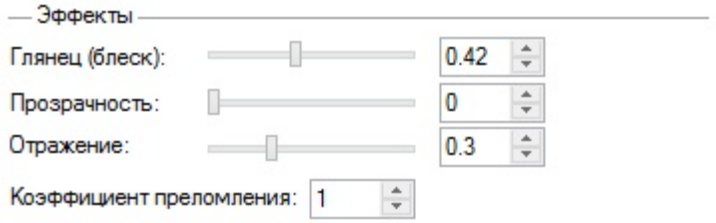
Группа Цвета

В эту группу объединены параметры, определяющие цвет материала. Чтобы задать цвет одного из параметров, необходимо кликнуть в цветной прямоугольник и воспользоваться стандартным механизмом выбора цветов или выбрать цвет из каталога цветов.

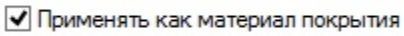
Основной. Этот параметр определяет цвет материала, освещенного прямым светом. Это базовый цвет материала.

Окружающий. Параметр определяет цвет материала, освещенного рассеянным светом. Существенно влияет на цвет поверхности материала, так как обычно в заданный момент времени под воздействием прямого света находится только небольшая часть объекта.
Отражающий (блик). Параметр определяет цвет бликов, появляющихся на поверхности объекта. Чем ярче цвет, тем интенсивней блик.
Свечение. Параметр задаёт интенсивность излучаемого материалом света. Если материал не излучает света, то задаётся чёрный цвет.

Группа Эффекты



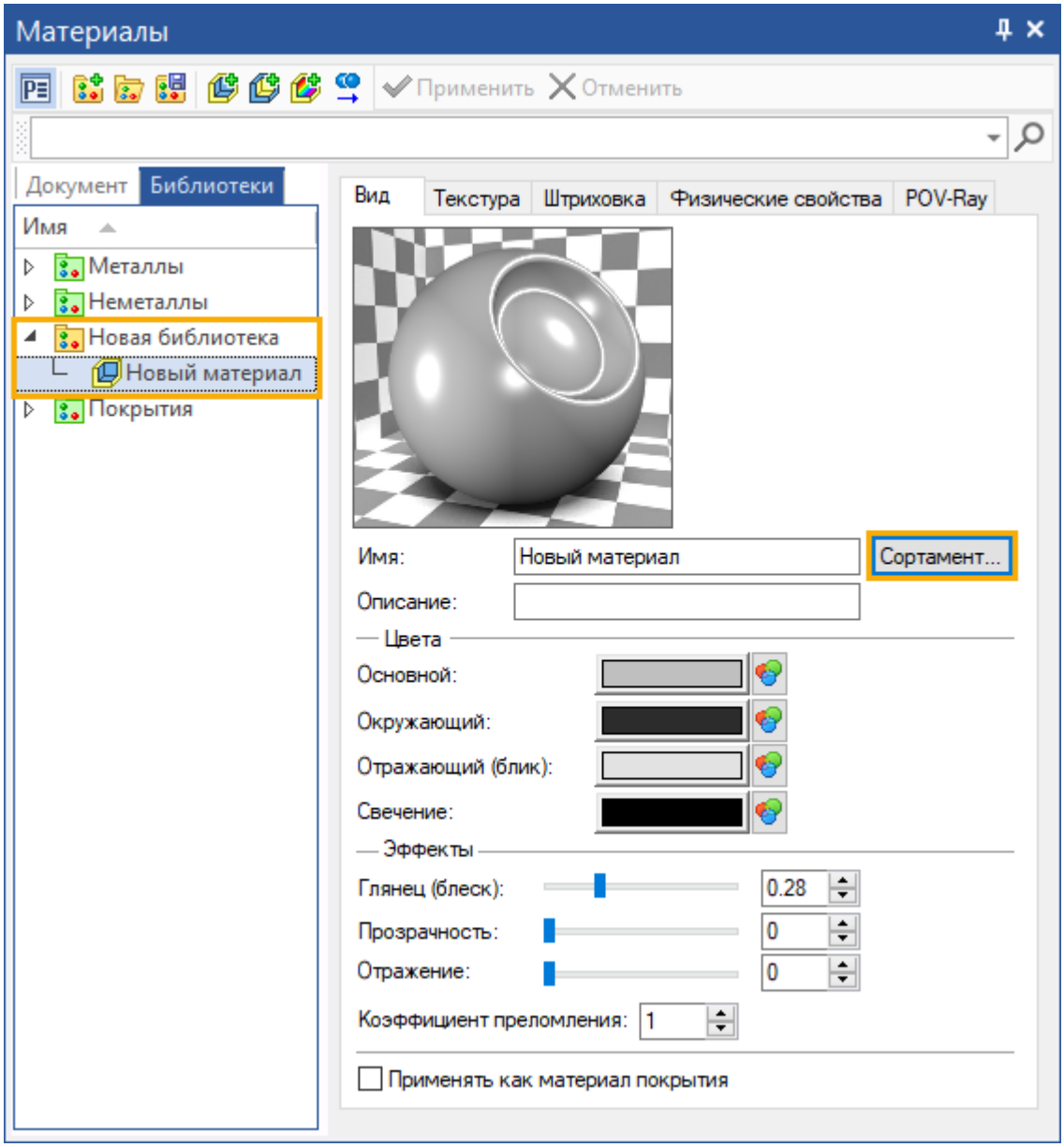
Эта группа параметров позволяет настраивать следующие оптические характеристики материалов:
Глянец (блеск). Параметр определяет степень отражения источников света на поверхности объекта. Он задаётся одним числом в диапазоне от 0 (минимум) до 1 (максимум). Большие значения создают вид более гладкого и блестящего материала, в то время как их уменьшение имитирует матовые поверхности.
Прозрачность. Данный параметр задаёт степень прозрачности поверхности объекта. Меняется от 0 (непрозрачная поверхность) до 1 (полностью прозрачная поверхность).
Отражение. Данный параметр задает степень зеркального отражения материала. Задается числом в диапазоне от 0 (отражения окружающих объектов на поверхности материала формироваться не будут) до 1(обеспечивается полная зеркальность материала).
Если установлен параметр **Применять как материал покрытия**, то материал применяется не как материал тела, а как материал покрытия.



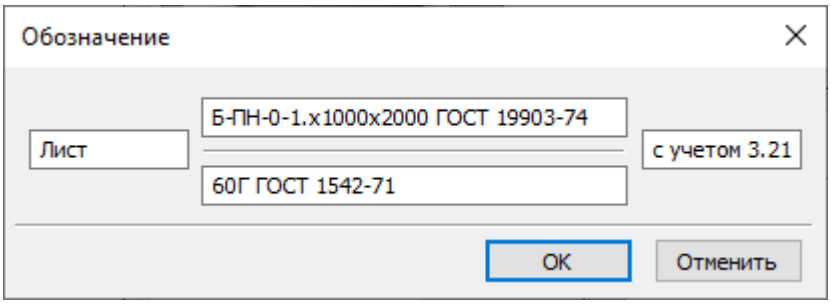
Сортамент

В параметрах материалов, принадлежащих **пользовательским библиотекам** доступна кнопка **Сортамент**.

> Если свойства вызываются для материала текущего документа или для материала из системных библиотек, то эта кнопка отсутствует.



При её нажатии вызывается диалоговое окно с отдельными полями для наименования сортамента, обозначения сортамента, марки материала и технических условий на материал.

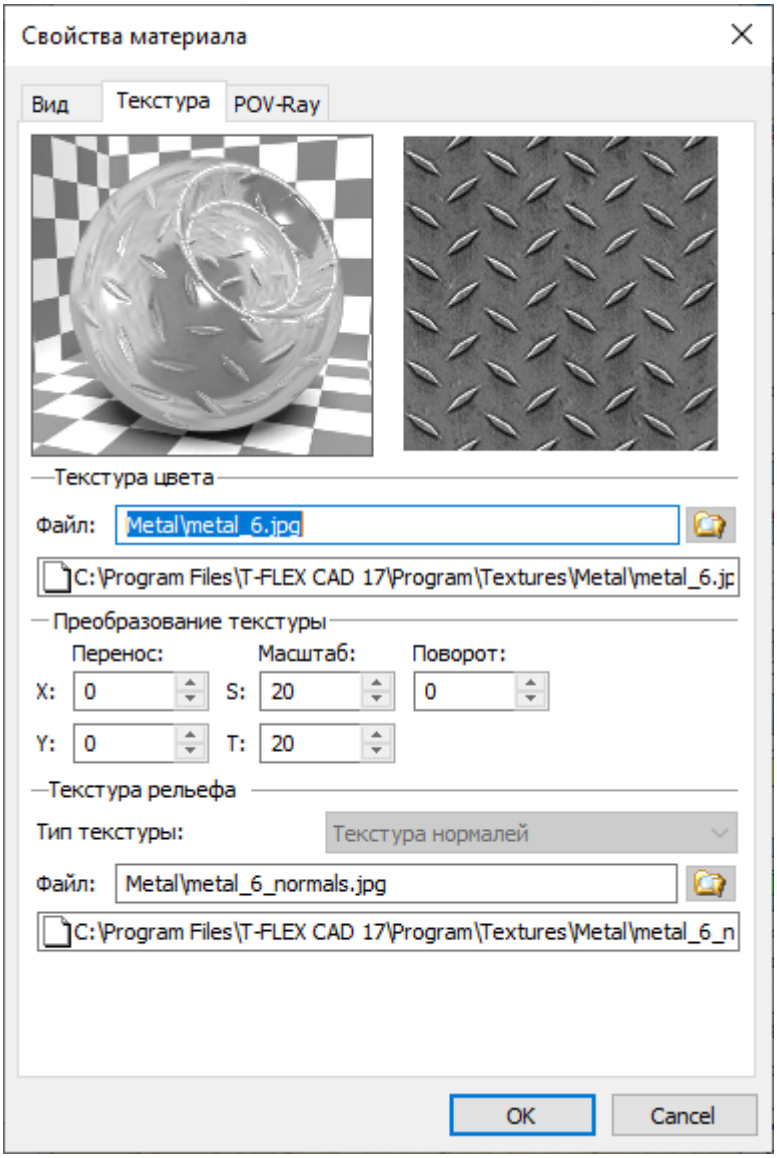


Данные, введенные в этом диалоге, теряются при добавлении материала в документ. При задании библиотечного материала в качестве основного материала документа и при добавлении библиотечного материала в состав изделия содержимое данных полей используется в колонках материала в составе изделия и в основной надписи.

Текстура

В данном диалоге объединены параметры, отвечающие за задание текстуры материала. Текстура – это изображение, хранящееся в отдельном файле и помогающее отобразить особенности окраски поверхности материала.

Группа Текстура цвета



Файл - файл изображения, содержащий рисунок текстуры. Для задания текстуры можно использовать файлы форматов bmp, gif, jpg, jpeg, tga, tif, tiff и png.

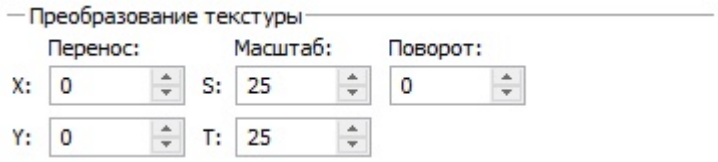
Работа с файлами текстур реализована в соответствии с общим алгоритмом работы со ссылками на внешние файлы (аналогично фрагментам, картинкам, файлам баз данных по ссылке и т.д.). Это означает, что:

1. Файлы текстур могут находиться в той же папке, что и файл модели, использующей её;
2. Текстуру цвета и текстуру рельефа можно задавать разными файлами;
3. Файлы текстур переносятся командой **Перенос сборки** аналогично другим типам файлов;
4. Файлы текстур могут включаться в файл модели, использующих их (вложенные текстуры);
5. Для задания пути на файл текстуры может использоваться имя библиотеки;
6. Для задания пути на файл текстуры могут использоваться относительные пути, включающие имена папок или переход на уровень выше (..\).

По умолчанию при выборе текстуры открывается каталог **Program\Textures**

Группа Преобразование текстуры

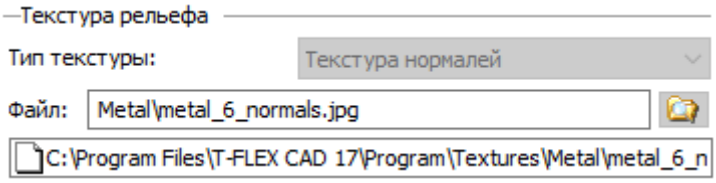
Данная группа параметров служит для настройки внешнего вида текстуры, перемещения текстуры, изменения её масштаба и поворота.



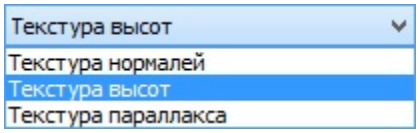
Перенос X. Данный параметр задаёт смещение стартовой точки текстуры по горизонтальной оси.
Перенос Y. Параметр задаёт смещение стартовой точки текстуры по вертикальной оси.
Масштаб S. Масштаб текстуры по горизонтальной оси. Величина масштаба может иметь отрицательное значение. Если, например, задать величину -100, текстура будет симметрично отображена относительно горизонтальной оси.
Масштаб T. Масштаб текстуры по вертикальной оси. Величина может иметь отрицательное значение.
Поворот. Угол поворота текстуры. Текстура поворачивается вокруг центра, расположенного в плоскости, перпендикулярной направлению её проецирования.

Группа Текстура

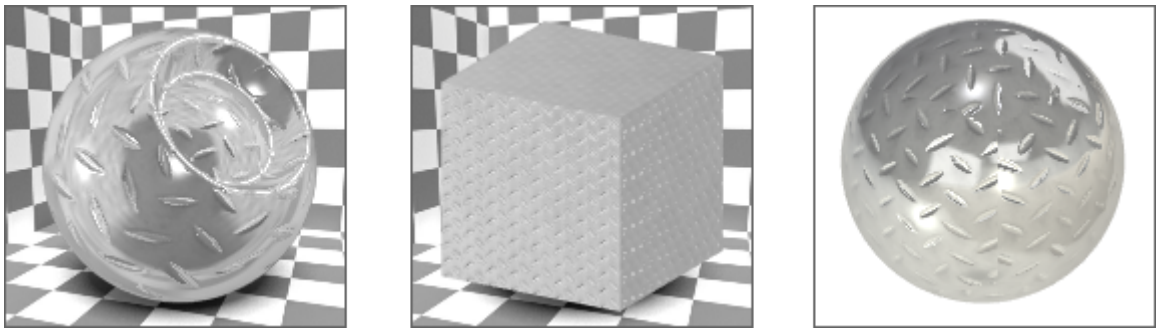
Данная группа параметров отвечает за создание зрительной рельефности поверхности материала. Суть рельефности заключается в том, что за счет добавления теней и бликов создается эффект рельефа поверхности материала, в то время как фактически она остаётся совершенно плоской.



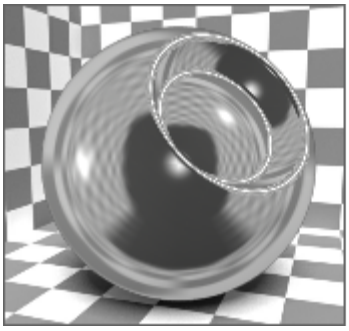
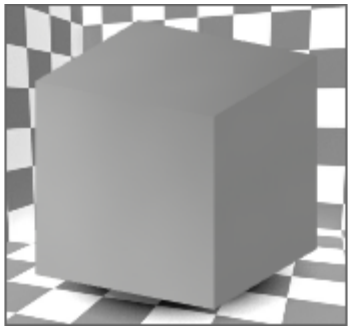
Имеется три типа текстур для создания эффекта рельефности:



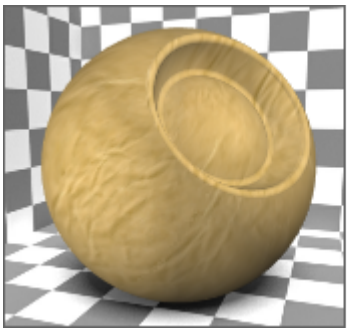
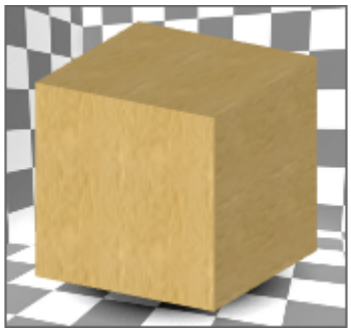
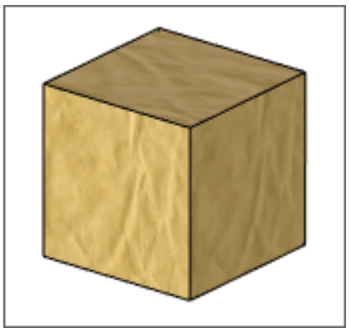
Текстура нормалей используется для создания на поверхности материала более упрощенного варианта текстуры рельефа. Это необходимо в случаях наложения высокодетализированных текстур. Данный вариант установлен по умолчанию.



Текстура высот позволяет создать освещённые и затенённые участки, как правило, это не очень сложные бугристые поверхности, плоские выступы или впадины. Для более детальных эффектов рекомендуется применять вариант **Текстура нормалей**.

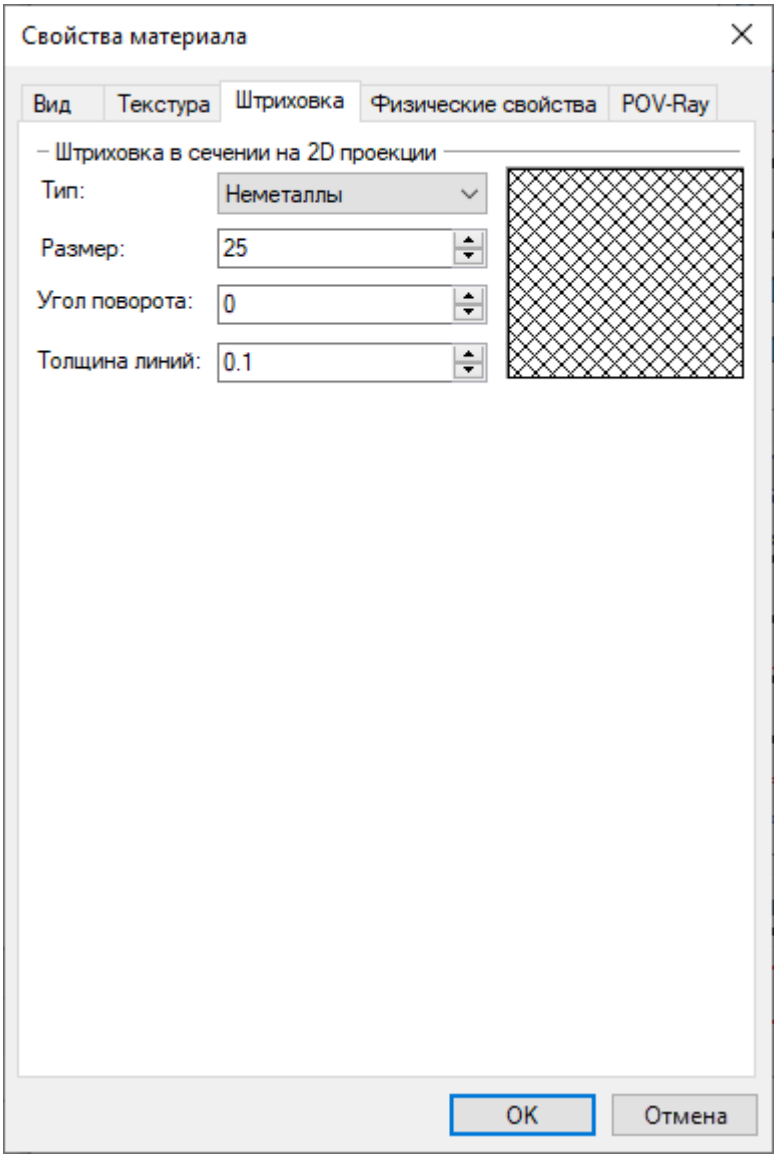



Текстура параллакса реализует не только освещение с учётом рельефа, но и сдвигает координаты текстуры. Этим достигается наиболее полный эффект рельефа, особенно при взгляде на поверхность под углом (эффект стереоизображения).

Файл - показывает путь к рисунку рельефа текстуры. Для задания текстуры можно использовать файлы форматов bmp, gif, jpg, jpeg, tga, tif, tiff и png.

Штриховка



При создании сечений и разрезов в команде Проекция есть возможность автоматически штриховать сечение. Штриховка, применяемая в сечении, задаётся следующими параметрами:

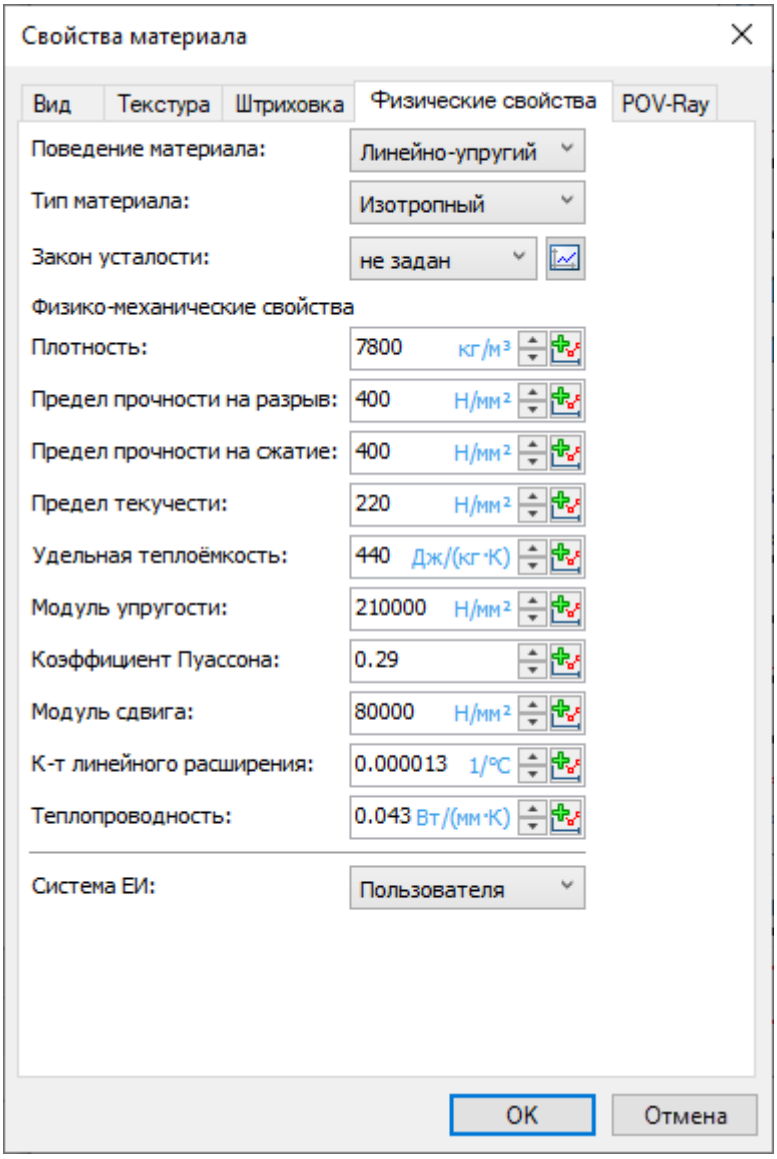
Тип – позволяет установить тип штриховки.

Размер - расстояние между соседними элементами штриховки.

Угол поворота - угол наклона штриховых линий. При выборе штриховки угол наклона 0 градусов означает штриховку горизонтальными линиями

Толщина линий – позволяет установить толщину линий.

Физические свойства



В окне данного диалога можно задать физико-механические характеристики материала. Эти параметры используются при расчёте масс-инерционных характеристик, а также при проведении конструкционных расчётов в модуле анализа.

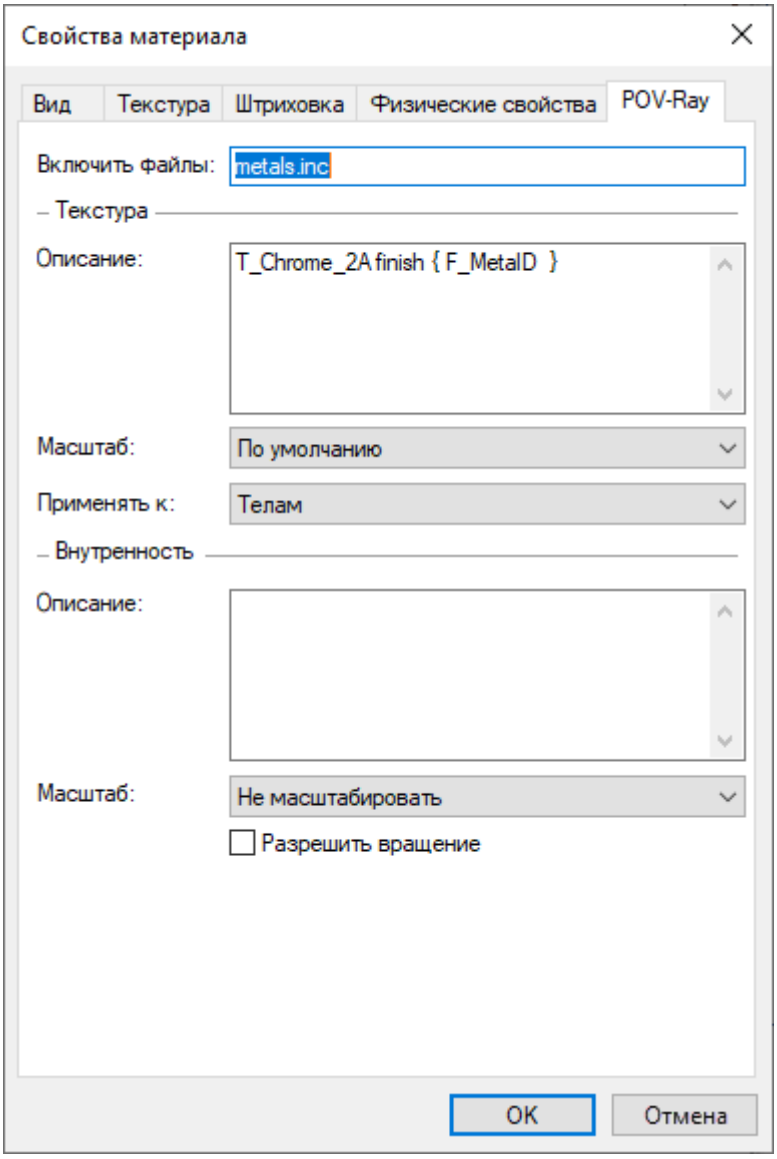
В верхней части данного окна задаются физико-механические характеристики.

Внизу окна можно выбрать единицы измерения. При изменении параметров единиц измерения, значения характеристик пересчитываются автоматически.

Имеется возможность задавать значения физико-механических свойств с помощью переменных.

> Более подробное описание физических свойств материалов можно найти в справке по **T-FLEX Анализ** в разделе **Задание материала**.

POV-Ray



В окне данного диалога можно задать параметры, используемые при создании фотореалистичного изображения (см. главу **Фотореалистичное изображение**).

В POV-Ray для описания 3D сцены используется большое количество характеристик поверхностей и внутреннего пространства тел.

Эти параметры учтены в материалах, входящих в библиотеку **default**. Она входит в поставку, но не подключена по умолчанию. Материалы этой библиотеки уже имеют POV подстановки (в них используются библиотеки из POV-Ray, например, textures.inc).

Во вкладке **POV-Ray** можно задавать следующие параметры:

Включить файлы. В поле данного параметра отображаются файлы, где хранятся готовые характеристики для заданного материала.

Группа Текстура

Описание. В поле данного параметра отображается имя текстуры, заданной в одном из включаемых файлов. Пользователи, знакомые с языком POV-Ray, в поле данного параметра, могут задать свои характеристики.

Масштаб. Задаёт способ отображения заданной текстуры при нанесении на тело:

- **Не масштабировать**. Заданная текстура при нанесении на тело будет повторяться, не изменяя масштаба.

- **По умолчанию**. Текстура будет натягиваться на всю поверхность.
- **Используя минимальный размер/Используя максимальный размер**. Масштаб будет выдерживаться по минимальному/максимальному размеру поверхности, на которую наносится текстура.

Применять к:

- **Телам**. При данном значении параметра, отображение текстуры будет выглядеть более реально. В большей мере это относится к текстурам, отображающим материал-дерево. В этом случае на одной из граней тела будет отображаться срез волокон древесины.
- **Отдельным граням**. При данном значении параметра, все грани тела будут иметь одинаковое отображение текстуры.

Группа Внутренность

В данной группе описываются характеристики внутреннего пространства тел: коэффициент преломления, рассеивание света в объёме и др.

Параметры **Описание** и **Масштаб** аналогичны вышеописанным параметрам.

Разрешить вращение. Если данный параметр установлен, то текстура, наложенная на внутреннее пространство тела, будет вращаться вместе с телом.

3D сборки

В данном разделе описана методика проектирования трёхмерных сборочных моделей в системе T-FLEX CAD. Для целей проектирования 3D сборок могут использоваться различные команды и операции. Также здесь подробно описаны правила работы с такими элементами системы, как **3D Фрагменты** и **Детали**.

Основные темы в этом разделе:

- Создание 3D сборок
- Сопряжения и степени свободы
- Адаптивные 3D фрагменты
- Работа с большими 3D сборками
- Окно "Структура сборки"
- Планировка. Связь между 2D и 3D фрагментами

См. также:

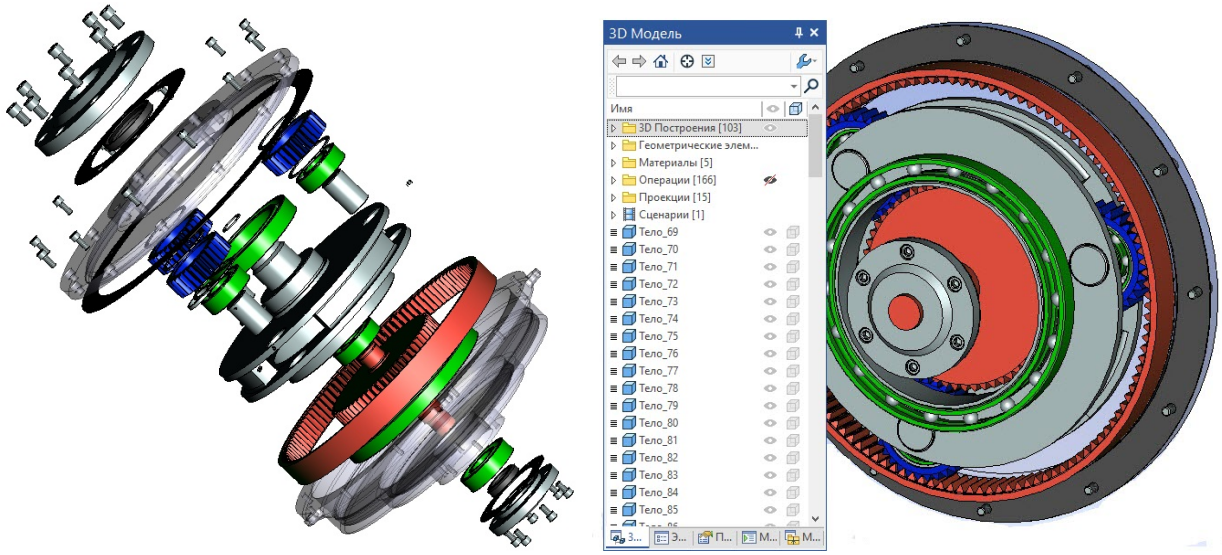
- 2D сборки

Создание 3D сборок

Что такое 3D сборка?

Под 3D сборкой или сборочной трёхмерной моделью понимается такая модель T-FLEX CAD, в составе которой участвует геометрия других 3D моделей, хранящихся в отдельных файлах. Компонентом сборки может служить 3D модель, созданная в T-FLEX CAD, либо модель другой системы, переданная в T-FLEX CAD в одном из поддерживаемых обменных форматов. Следует понимать, что сборочной конструкцией (с точки зрения её сути) конструктор в принципе для себя может считать модель, созданную на основе не отдельных файлов-деталей, а из элементов-операций одного документа, поскольку система T-FLEX CAD поддерживает такую функциональность. Но такой документ назвать сборочным нельзя, потому что в нем отсутствуют ссылки на геометрию, взятую из других документов.

В сборочном документе всегда сохраняется связь с документом элемента сборки (детали). При работе со сборкой система следит за состоянием используемых файлов. В случае изменения файла детали система сделает запрос на обновление данных. Каждый обновленный компонент будет заново пересчитан и загружен в сборку. Сборочная модель не может использоваться без своих компонентов, но каждый файл, участвующий в сборке, может быть вполне самостоятельным документом, и в свою очередь также может являться сборкой. Количество уровней вложенности подсборок в системе не ограничено.



3D фрагмент

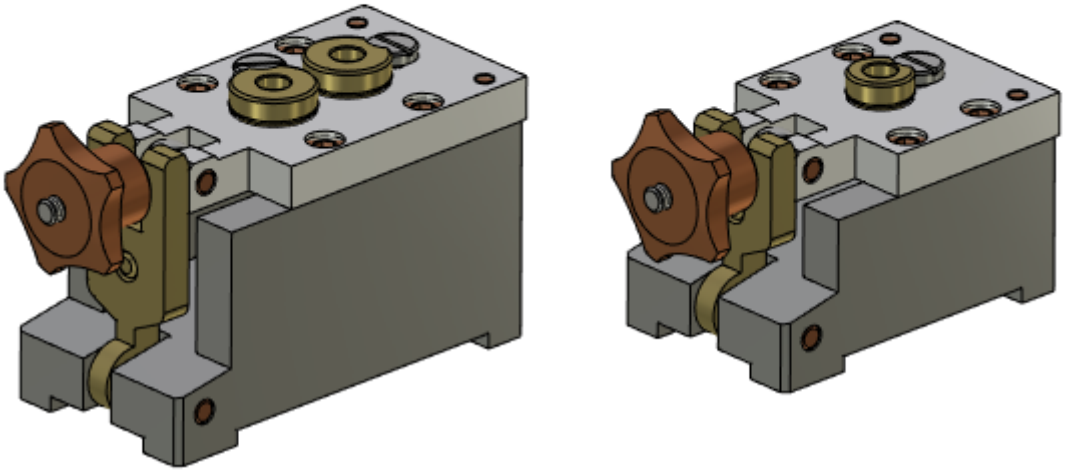
Это документ системы T-FLEX CAD, содержащий трёхмерные объекты, который может использоваться в других документах для получения сборочной конструкции. В сборке тело (вершина, ребро, грань и т.п.) 3D фрагмента может выбираться как исходное для проведения всех трёхмерных операций: выталкивания, вращения, сглаживания и других. Положение 3D фрагмента в сборке задаётся исходной и целевой системами координат. Если они не определены, то по умолчанию используются глобальные системы координат документа фрагмента и документа сборки.

Использование параметрических моделей

Любую модель системы T-FLEX CAD можно построить таким образом, что можно будет изменять её при помощи переменных. Если такую модель использовать в качестве компонента сборки, то это даёт значительные преимущества. Особенно это эффективно, когда такая модель используется много раз в одной или нескольких сборках с различными вариантами значений внешних переменных. Один и тот же файл параметрической детали может обеспечивать сразу несколько сборок. Управление параметрическими компонентами сборки может осуществляться из сборочного документа.

Имя	Выражение	Комментарий
H	70	Высота детали
B	40	Ширина детали
D	16	Диаметр
AL	10	Угол скоса
L	120	Длина детали

Имя	Выражение	Комментарий
H	50	Высота детали
B	20	Ширина детали
D	10	Диаметр
AL	12	Угол скоса
L	90	Длина детали



Создание спецификаций

Каждый компонент сборки может нести в себе данные для автоматического создания разного рода отчётов и спецификаций. Однако в этом разделе мы не будем подробно описывать создание спецификаций. Более подробную информацию по этому вопросу можно получить в разделе Спецификации.

Анализ тел на пересечение

Одна из типовых задач, для решения которой создается сборочная модель – проверить изделие на собираемость, исследовать все тела сборки на предмет взаимных проникновений. В T-FLEX CAD есть специальные инструменты, решающие подобные задачи. С их помощью можно запустить проверку двух выбранных или всех тел модели на пересечение, измерить отдельные геометрические элементы или отношения. За более подробной информацией по данному вопросу обращайтесь к описанию команды Проверка пересечений тел.

Методы проектирования сборок

В зависимости от способа создания компонентов сборки можно выделить два основных подхода к созданию сборочной модели.

Во многих случаях удобно взять уже готовую модель и включать ее в состав сборки, задав её положение в сборке. Этот способ проектирования сборок условно называется «снизу вверх». При таком подходе в системе T-FLEX элементы сборочной модели называют **3D фрагментами**. По этой схеме удобно проектировать сложные сборки или типовые механизмы, содержащие значительную долю унифицированных деталей. Для данного метода можно выделить ряд характерных преимуществ:

- проектирование деталей в отдельном файле, позволяющее разделить на компоненты и упростить общий процесс проектирования составного изделия;
- возможность использования одного и того же 3D фрагмента в разных сборочных документах, составление библиотек часто используемых параметрических 3D фрагментов;
- возможность создания 3D фрагментов с автоматическим позиционированием в пространстве на основе 2D фрагментов и рабочей плоскости (так называемая «планировка»).

Часто бывает, что наоборот, удобнее и нагляднее проектировать деталь, имея определенное представление о её месте в сборке и размерах, беря за основу геометрические элементы других деталей сборочной модели. Этот метод проектирования мы будем называть «сверху вниз», а компоненты сборки, геометрическая основа для которых взята из этой же сборочной модели - **Деталями**. Сборочная модель может создаваться«с чистого листа», когда конструктор определяет общую компоновку сборочной единицы. Затем происходит выделение отдельных элементов и их детальная проработка, как в отдельных файлах, так и в контексте общей сборки. При таком подходе в некоторых случаях облегчается задание привязок элементов друг к другу и может обеспечиваться параметрическая связь между ними. Использование метода проектирования«сверху вниз» иногда позволяет исключить работу с внешними переменными. Параметры деталей в этом случае определяются родительскими элементами. Изменения внизу иерархии связанных деталей приводит к автоматическому изменению всех деталей-потомков в сборке. Кроме того, значения исходных параметров изделия можно получать непосредственно из контекста сборки, опираясь на элементы сборочной модели. Например, можно сделать отверстия в крышке, опираясь на отверстия в корпусе. При этом конструктор работает с элементами, принадлежащими фрагменту, но одновременно в окружении детали видит и может использовать элементы, принадлежащие сборочному чертежу. Такой режим далее будет называться **работой в контексте сборки**.
Принципиальное различие методов не мешает при создании сборочных документов сочетать оба подхода.

Сохранение геометрии при пересчёте

Доступна возможность сохранения геометрии операции при пересчете, находящейся в середине дерева модели. Это позволяет ускорить процесс редактирования операций, находящихся в дереве после данной операции, так как ликвидирует необходимость пересчёта геометрии при большой сложности 3D модели. При установленном параметре **Сохранение геометрии при пересчёте**, иконка операции в дереве модели помечается специальным значком.

Основные темы в этом разделе:

- Проектирование 3D сборок «Снизу вверх»
- Проектирование 3D сборок «Сверху вниз»
- Доработка 3D фрагмента в сборке
- Проверка геометрии 3D фрагмента
- Сохранение геометрии из 3D сборки в отдельном файле
- Внешняя модель
- 3D изображение
- 3D расстановка
- Механизм «Smart Fragment»
- Использование 3D коннекторов

См. также:

- 2D сборки

Проектирование 3D сборок «Снизу вверх»

Проектирование сборок по принципу «Снизу вверх» подразумевает составление сборок из 3D фрагментов. При этом предполагается, что основная работа по созданию моделей деталей в отдельных файлах уже проведена и осталось только включить их в состав сборки.
Вызов команды вставки фрагмента в сборочный файл:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Расширенные > 3D Фрагмент Сборка (3D)> Сборка > 3D Фрагмент
Клавиатура	Текстовое меню
<3F>	Операции > 3D Фрагмент

Правила работы с 3D фрагментами

Для вставки 3D фрагмента в сборку необходимо выполнить следующие действия:

1. **Выбрать 3D фрагмент**. Выбор выполняется следующими способами:
   - нанести новый 3D фрагмент, выбрав файл;
   - выбрать уже нанесенный 2D фрагмент и использовать его трёхмерную модель;
   - если перетащить значок файла модели из окна Проводника Windows или из служебного окна библиотек T-FLEX CAD в 3D окно, то команда вставки 3D фрагмента будет запущена автоматически и данный файл будет выбран для вставки.
2. **Выбрать или создать исходную систему координат фрагмента**. Выбор может быть выполнен автоматически – при наличии в 3D фрагменте одной или специально назначенной ЛСК.
3. **Выбрать или создать целевую систему координат сборки**.
4. **Задать значение внешних переменных фрагмента**. Это действие не выполняется, если фрагмент не имеет внешних переменных. Значения переменных могут быть заданы автоматически при привязке 3D фрагмента к коннектору другого 3D фрагмента.
5. **Задать параметры фрагмента** (Необязательное действие).
6. **Завершить ввод**.

Основные темы в этом разделе:

- Общие сведения о проектировании 3D сборок "Снизу вверх"
- Выбор 3D фрагмента
- Привязка 3D фрагментов
- Преобразования 3D фрагментов
- Булевы операции с 3D фрагментами
- Работа с 3D фрагментами
- Редактирование 3D фрагментов
- Параметризация 3D фрагментов в сборке
- Дополнительные возможности проектирования 3D сборок "Снизу вверх"
- Диалог параметров 3D фрагмента
- Опции вставки 3D фрагмента
- Подготовка документа к использованию в качестве 3D фрагмента

См. также:

- Проектирование 2D сборок «Снизу вверх»
- Планировка. Связь между 2D и 3D фрагментами
- Использование в сборках фрагментов из T-FLEX DOCs

Общие сведения о проектировании 3D сборок "Снизу вверх"

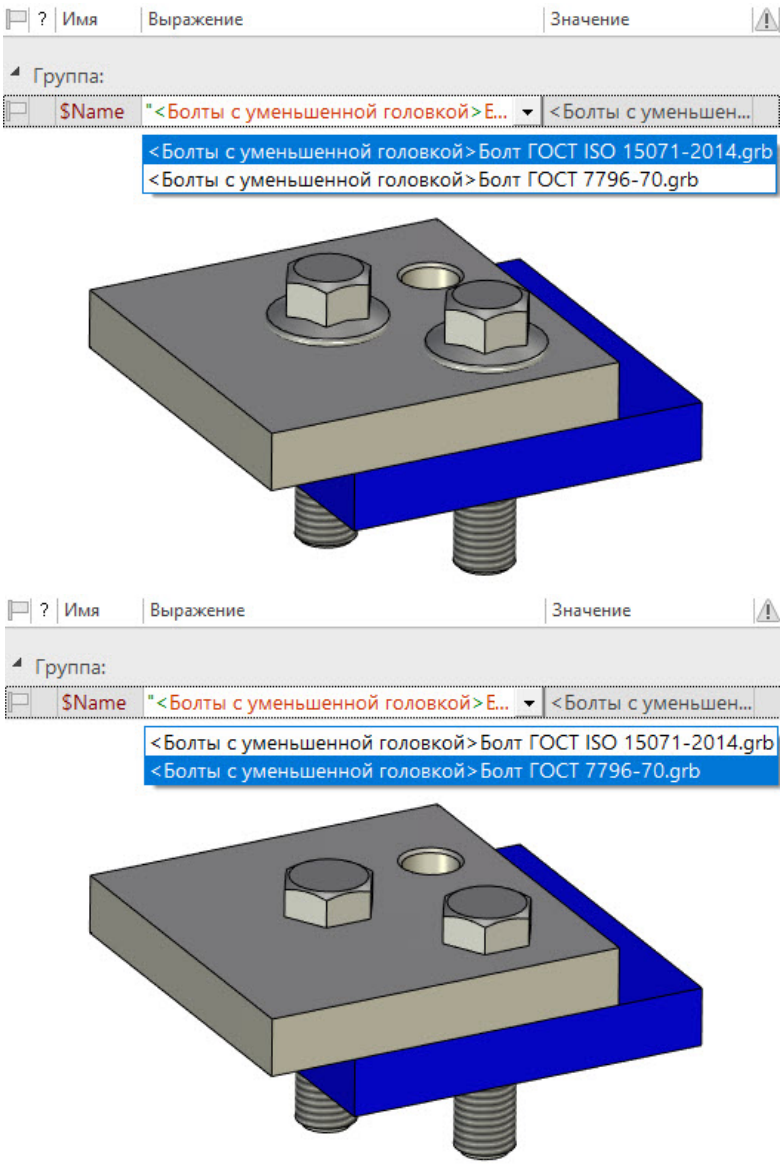
Связь сборки с файлом 3D фрагмента

Существует два способа выбора файла с 3D моделью. Во-первых, можно явно выбрать файл с моделью. Другой способ позволяет использовать существующие на чертеже 2D фрагменты, у

которых есть 3D модель. Это возможно в случае, если 2D фрагменты уже были использованы в текущем документе, например, для первоначального создания сборочного чертежа.
Система всегда сохраняет связь между файлом 3D фрагмента и файлом сборки. В файле сборки, в параметрах каждого 3D фрагмента хранится ссылка, по значению которой осуществляется поиск файла 3D фрагмента. T-FLEX CAD самостоятельно отслеживает изменения, производимые с файлом 3D фрагмента. При необходимости она заново загружает в сборку данные 3D фрагмента. При этом поиск 3D фрагмента осуществляется по хранимой ссылке. Путь ссылки на файл фрагмента может быть либо полным, либо относительным. Для обеспечения большей гибкости системы, особенно при переносе моделей с одного компьютера на другой, рекомендуется использовать относительные пути для ссылок. При записи относительной ссылки в качестве ориентира может быть использован файл сборки и его место в файловой системе. Другой способ создания относительных ссылок позволяет использовать конфигурации библиотек.

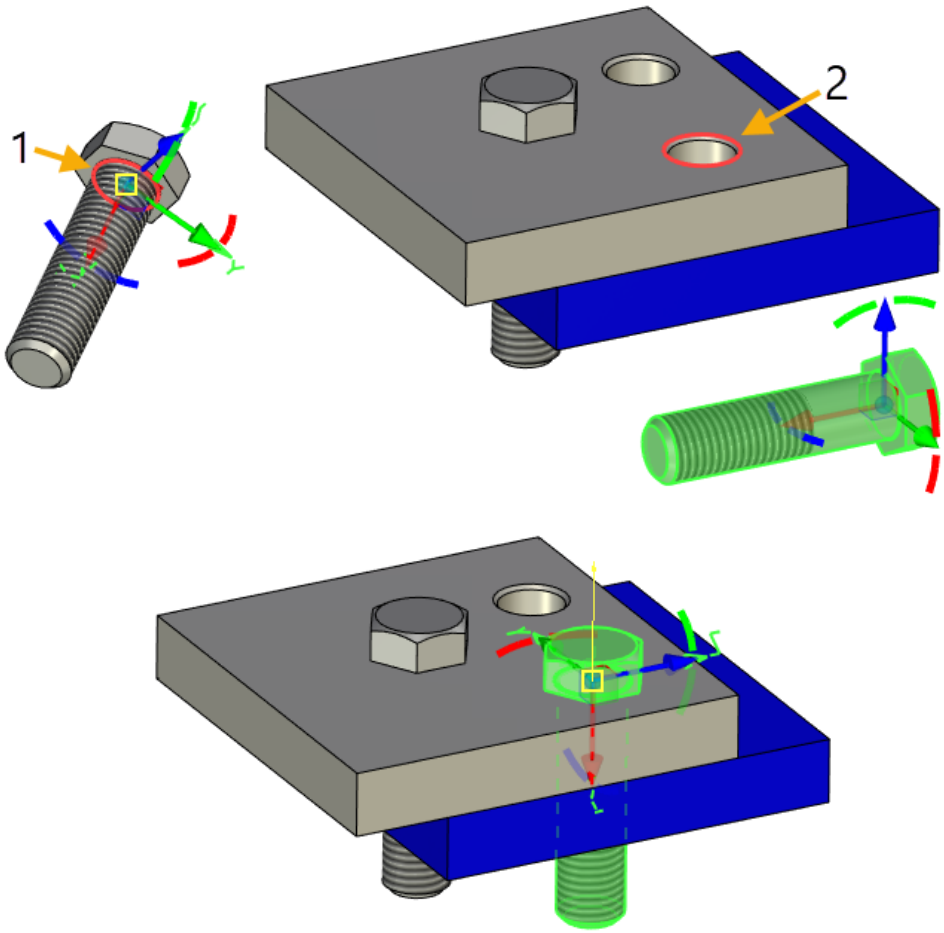
Фрагмент с переменной ссылкой на файл

При вставке 3D фрагментов можно для ссылки на файл использовать текстовую переменную, значение которой – путь на файл используемого в данный момент 3D фрагмента. В зависимости от условий это значение может изменяться, становясь ссылкой на другой файл 3D фрагмента. Это позволяет создавать сборки с изменяющимися элементами. При использовании 3D фрагментов существует одно условие. Все 3D фрагменты, которые могут использоваться в таком случае, должны иметь исходную систему координат с одним и тем же именем, или иметь привязку по глобальной системе координат.



Привязка 3D фрагмента

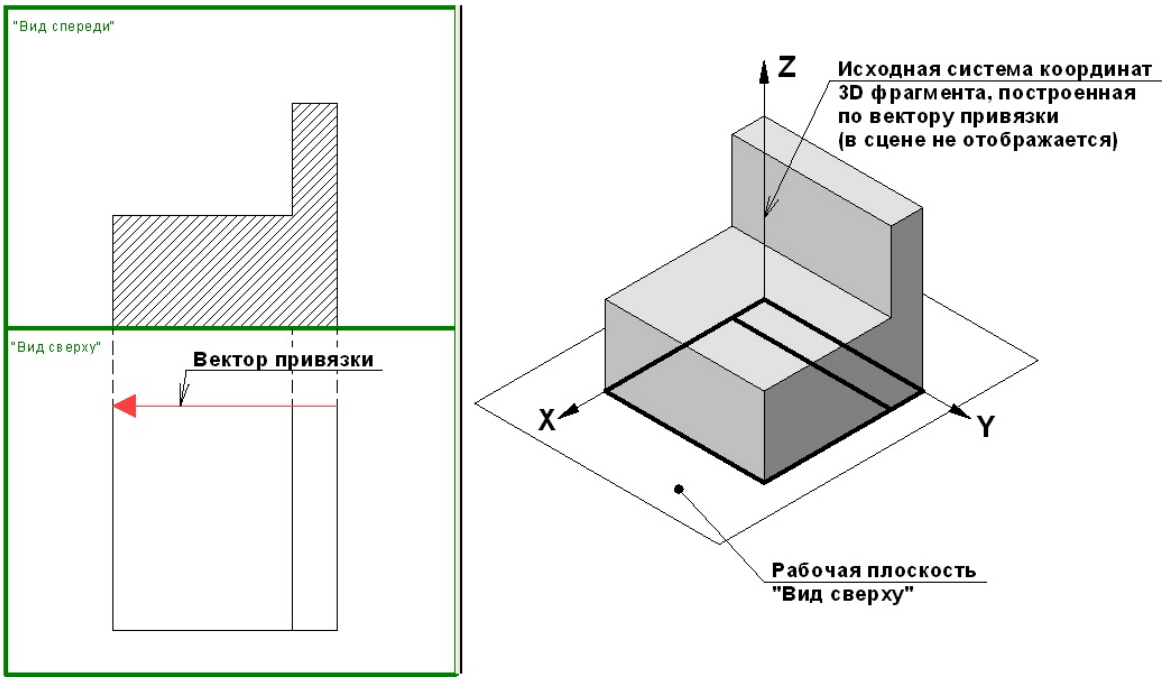
Для подключения модели 3D фрагмента к сборочной модели необходимо решить вопрос привязки. Смысл привязки 3D фрагмента сводится к определению двух систем координат – исходной и целевой. Одна система координат принадлежит 3D фрагменту, другая расположена на сборочной модели. Геометрия 3D фрагмента однозначно позиционируется в пространстве после совмещения исходной и целевой систем координат. В качестве исходной и целевой систем координат обычно выступает специально назначенная или созданная непосредственно при вставке 3D фрагмента Локальная Система Координат (ЛСК), а при отсутствии ЛСК её функцию берет на себя Глобальная Система Координат.



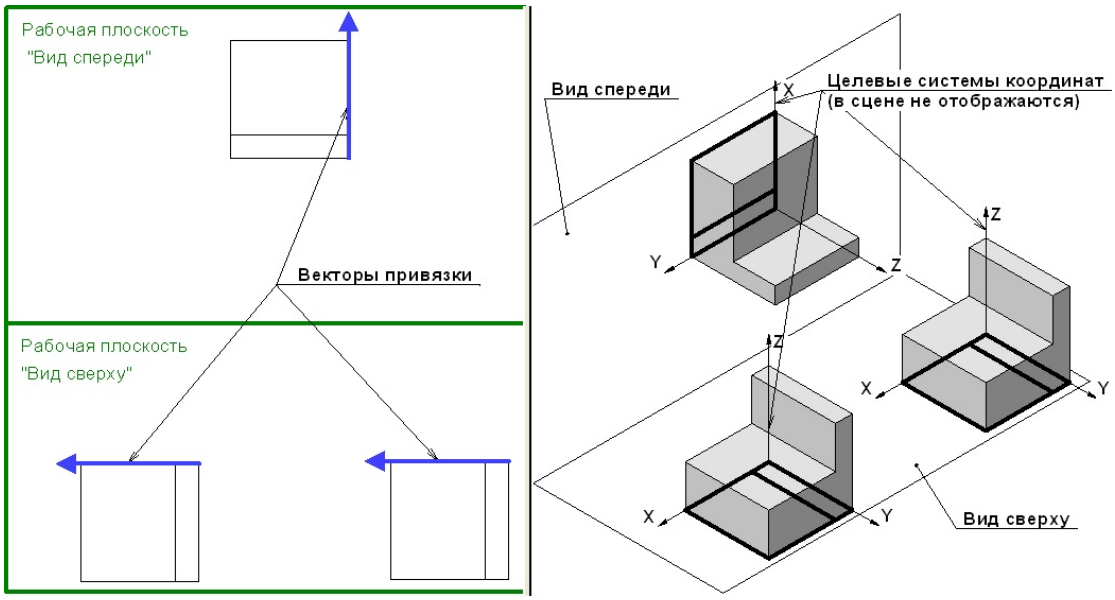
1. Выбираем ребро исходного фрагмента – создаём исходную ЛСК
2. Выбираем ребро целевого фрагмента – создаём целевую ЛСК

> В сложных случаях, когда привязка по системам координат не может обеспечить правильное расположение 3D фрагмента, рекомендуется пользоваться механизмом сопряжений.

Существует также еще и особый способ определения положения 3D фрагмента по 2D фрагменту. Этот способ называют еще **планировка**. В этом случае ориентация 3D фрагмента производится по вектору привязки 2D фрагмента. Вектор привязки должен быть связан с рабочей плоскостью. В итоге получаются две системы координат. Исходная система рассчитана на основе вектора привязки и связанной с ним рабочей плоскости в документе фрагмента. Целевая система координат будет рассчитана по конечному положению вектора привязки на странице чертежа сборки и выбранной рабочей плоскости.

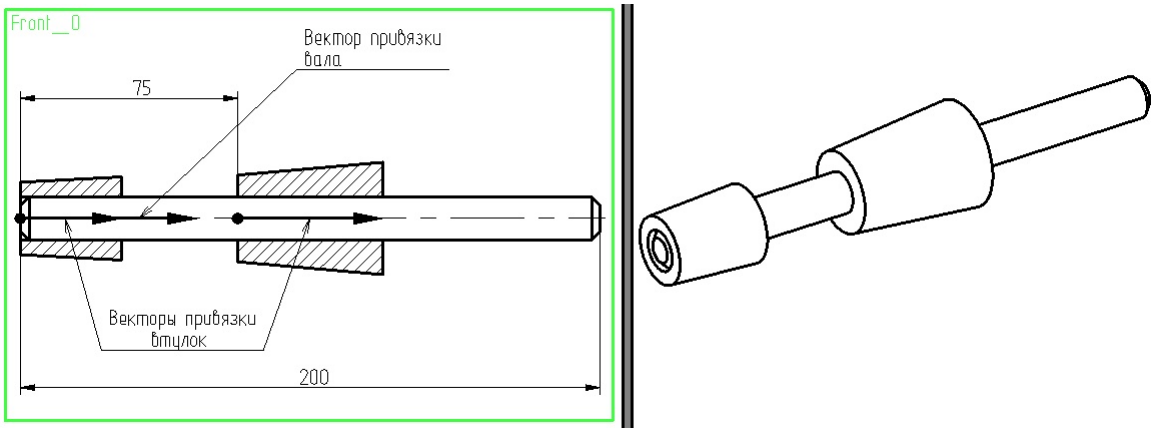


Ось X систем координат совпадает с вектором привязки и лежит на рабочей плоскости. Ось Z перпендикулярна рабочей плоскости. Ось Y получается как векторное произведение. При данном способе привязки никаких новых ЛСК не строится. Трёхмерные данные для 3D фрагмента загружаются из того же файла 2D фрагмента. Получается, что 2D фрагмент используется для составления плана (чертежа), а 3D фрагмент – для построения трёхмерной модели. Этот способ удобно использовать в некоторых специализированных случаях проектирования, когда требуется расположить несколько трехмерных объектов на одном уровне (плоскости). Это может быть, например, задача размещения мебели в помещении или оборудования в цеху. Управление расположением трёхмерных объектов в этом случае можно осуществлять прямо из чертежа, перемещая соответствующие 2D фрагменты на плане.



Если 2D фрагмент построен на странице, на которой нет рабочей плоскости, то система автоматически выполнит преобразования по переносу оси X на страницу выбранной рабочей плоскости. При этом вектор привязки как будто бы переносится на страницу рабочей плоскости с теми же страничными координатами, которые он имел на исходной странице документа. Далее построение ведётся как обычно.

Данную возможность можно успешно применять и при создании обычных сборочных чертежей. На рисунке представлена элементарная модель, созданная на основе двумерного сборочного чертежа, фрагменты которого были нанесены с помощью векторов привязки. В файлах фрагментов не создавались системы координат привязки 3D фрагментов. В сборочном чертеже не было создано ни одной целевой системы координат. При создании модели использовался принцип создания 3D планировок. Если вы внимательно прочли данный параграф, то вам не составит труда разобраться с методом построения этой модели.



Данный чертёж находится в папке **Примеры 17/3D Моделирование. Операции/3D Фрагменты/_Вал_СБ.grb**.

Дополнительные преобразования

В качестве вспомогательного средства для уточнения своего положения или в некоторых случаях даже как самостоятельный вид позиционирования каждый 3D фрагмент может использовать **Дополнительные преобразования**. Они представляют собой перемещения вдоль координатных осей системы координат привязки и повороты относительно этих осей. Величина любого из

дополнительных преобразований может быть задана как константами, переменными или выражениями, так и привязкой к геометрическим объектам 3D модели.

Переменные 3D фрагмента

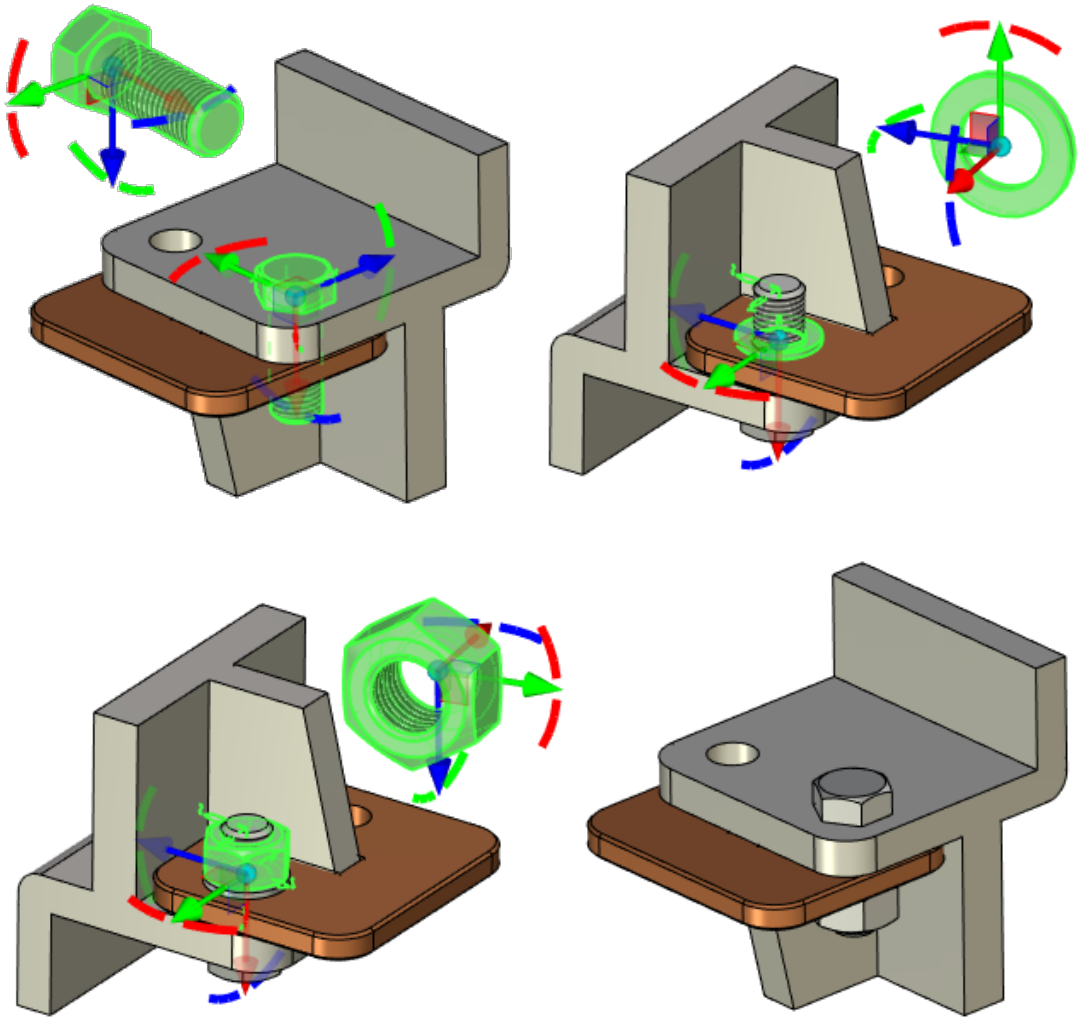
Управление параметрическими связями 3D фрагмента осуществляется через его внешние переменные. При расчёте фрагмента сначала загружаются из оригинального файла все нужные геометрические связи и данные, затем подставляются значения внешних переменных, записанные в сборке для этого фрагмента, и производится пересчёт. Таким образом, оригинальный файл остается неизменным. В одном и том же сборочном документе может содержаться несколько одноименных 3D фрагментов, имеющих уникальные значения внешних переменных. Например, один и тот же болт может быть использован в сборке с разными диаметрами и длинами.

Использование 3D коннекторов

3D коннекторы – особый вид ЛСК, позволяющих автоматически связать внешние переменные для стыкуемых параметрических элементов сборочных 3D моделей. Они значительно упрощают позиционирование деталей и подбор параметров при проектировании сборок. При привязке 3D фрагмента к 3D коннектору, значения переменных из коннектора автоматически передаются в модель фрагмента, после чего производится её пересчёт. Предварительное изображение 3D фрагмента сразу принимает размеры, соответствующие значениям переменных 3D коннектора.

Например, нужно надеть на болт M10 гайку M10. При вставке болта в сборку с размером M10 его коннектор автоматически запомнил этот диаметр. При вставке гайки, в тот момент, когда мы выбираем элементы болта, автоматически выбирается нужный коннектор для привязки гайки. Для переменной, отвечающей за диаметр гайки, установлено предписание – спросить значение переменной у коннектора. Если имена совпадают, то коннектор болта передает в гайку значение M10. Таким образом, сразу после выбора коннектора положение, параметры и изображение гайки приводится в соответствие с нужным болтом.

3D коннекторы пользователь может создавать самостоятельно при подготовке модели 3D фрагмента (см. раздел Система координат). Элементы служебных библиотек и стандартные изделия, поставляемые с системой (Крепеж, Отверстия и т.д.), уже имеют встроенные 3D коннекторы.



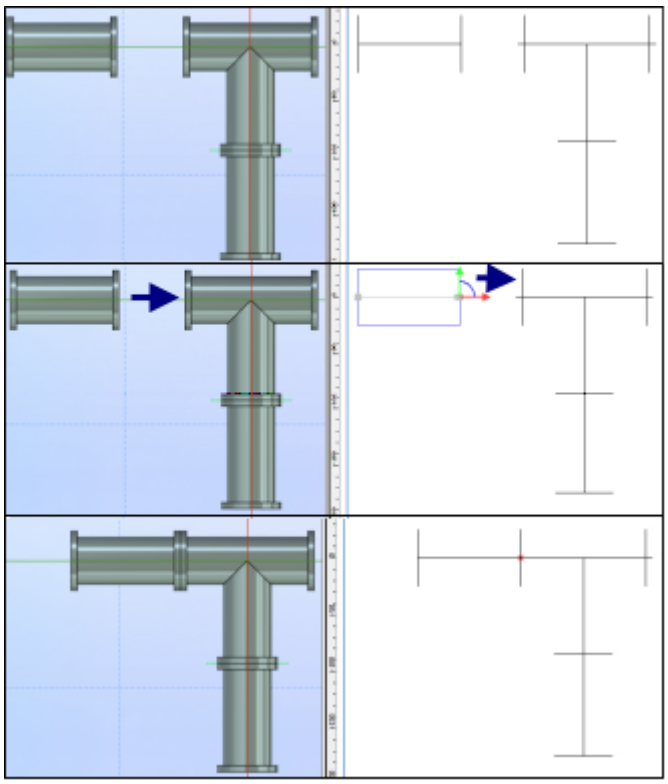
Для 3D коннектора могут быть определены правила вставки, которые действуют при выборе данного коннектора в сборке для привязки фрагмента. Правило вставки – это обязательное дополнительное определение положения фрагмента перемещением его по одной из координатных осей или поворотом относительно оси (см. **Дополнительные преобразования** выше).

Внешние геометрические параметры 3D фрагмента

Для 3D фрагмента внешними параметрами могут являться не только внешние переменные, но и геометрические элементы (твёрдое тело, 3D узел, 3D путь, 3D профиль, рабочая плоскость, ЛСК, вершина, ребро, грань, цикл). Такой 3D фрагмент называется **адаптивным**. Как правило, адаптивные 3D фрагменты чаще используются для прямого моделирования (создание проточек, канавок нестандартных отверстий и т.п. элементов), а не для создания сборок, поэтому вся информация по работе с адаптивными 3D фрагментами вынесена в отдельный раздел Адаптивные 3D фрагменты.

Использование 2D-фрагмента в качестве «проекции» 3D фрагмента

В сборку можно добавить 2D фрагменты, которые будут обозначать на чертеже соответствующие им 3D фрагменты. Этот механизм особенно полезен при разработке планов расстановки оборудования на производстве. Кроме того, он может помочь при создании поэтажного плана зданий, плана расстановки мебели в комнате и т.п.



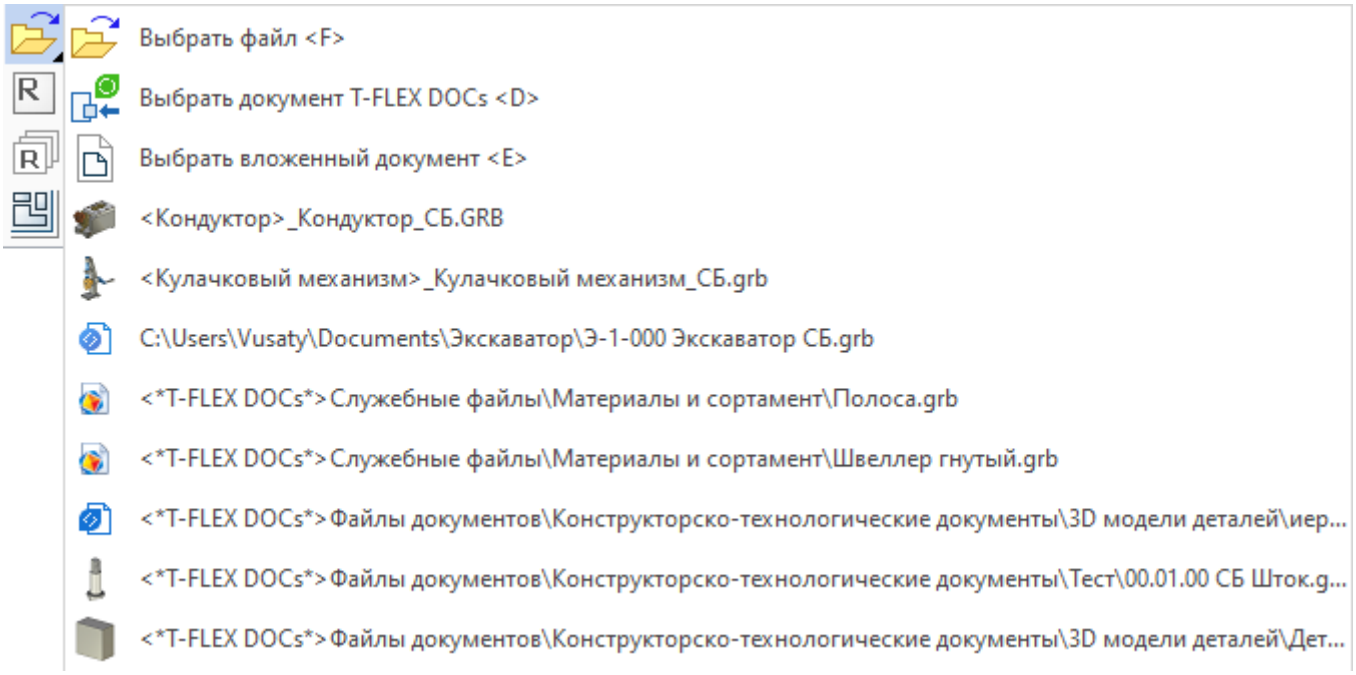
Описание использования 2D фрагмента в качестве «проекции» 3D фрагмента доступно в главе Вставка 2D фрагмента по 3D фрагменту. Перед вставкой 2D фрагмента его изображение необходимо создать в файле 3D фрагмента с соблюдением правил, описанных в главе Создание 2D изображения в документе 3D фрагмента.

Кроме того, можно наоборот, сначала вставить 2D фрагмент в сборочный чертёж, а затем

Выбор 3D фрагмента для вставки в сборку

Зажмите на файле, в окне проводника Windows, окне **Меню документов** или окне T-FLEX DOCs и, удерживая , переместите курсор в окно 3D сцены, после чего отпустите . В результате будет автоматически запущена команда **3D Фрагмент,** а выбранный файл будет использован в качестве фрагмента.
Также после запуска команды можно выбрать фрагмент с помощью опций, описанных ниже.

В выпадающем списке в автоменю доступны следующие опции выбора фрагмента, а также список файлов, открытых в данный момент в CAD, и список последних использованных в текущем сеансе фрагментов:



<F> Выбрать файл

С помощью данной опции фрагмент выбирается в стандартном окне открытия файла для приложений Windows. Файл можно выбрать в любой локальной папке, включая папки библиотек.

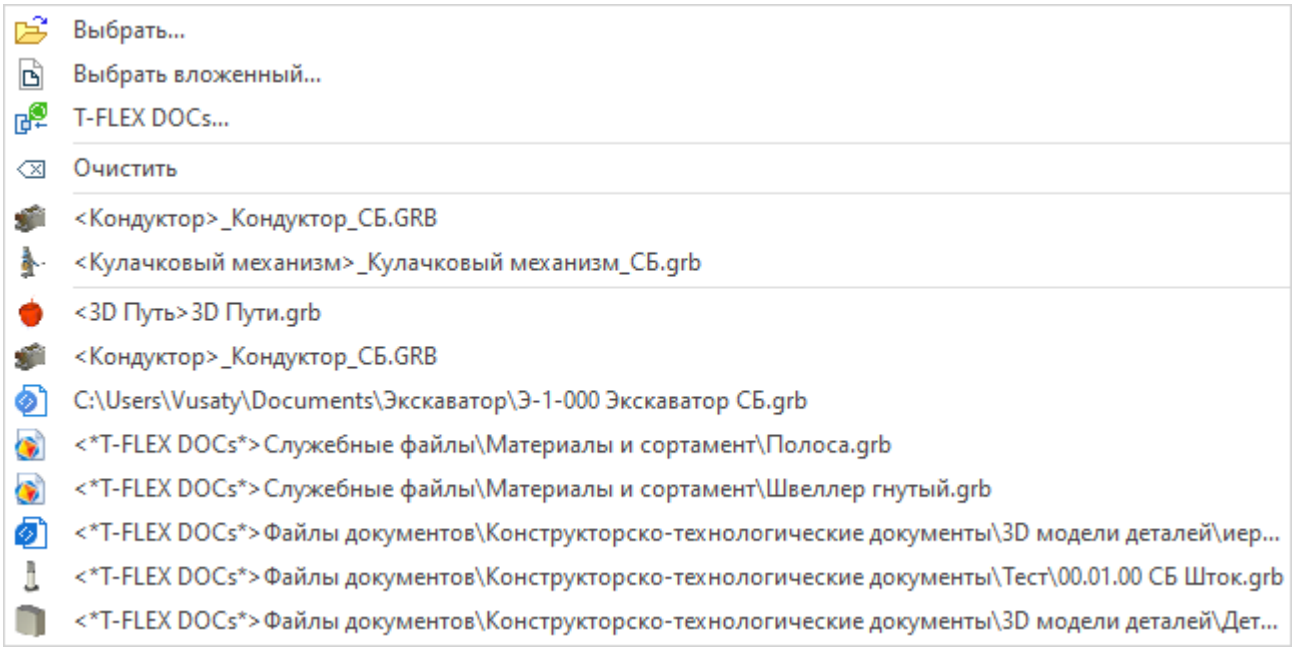
<D> Выбрать документ T-FLEX DOCs

С помощью данной опции фрагмент выбирается из T-FLEX DOCs. Подробная информация доступна в главе Использование в сборках фрагментов из T-FLEX DOCs.

<E> Выбрать вложенный документ

Данная опция доступна, только если текущий документ содержит вложенные документы. После её вызова открывается список доступных вложенных документов. Документ, выбранный в списке будет использован в качестве фрагмента.

Аналогичные опции также доступны в выпадающем списке выбора фрагмента, вызываемом по нажатию кнопки **Выбрать в диалоге** в окне параметров:



Опция **Очистить** сбрасывает выбор фрагмента. Также можно сбросить выбор с помощью .

Кроме того, после вызова команды **3D Фрагмент** можно нажатием выбрать в 3D сцене, на чертеже, в дереве модели или в окне **Структура сборки** ранее вставленный в текущий документ 2D или 3D фрагмент. При выборе 3D фрагмента в начало координат текущего документа будет вставлен ещё один такой же 3D фрагмент, к которому можно затем применить желаемые преобразования. При выборе 2D фрагмента система будет использовать его трёхмерную модель в качестве нового 3D фрагмента. При этом в зависимости от того, как вставлен выбранный 2D фрагмент, модель будет либо помещёна в начало координат, либо спозиционирована в соответствии с положением 2D фрагмента (подробнее см. главу Вставка 3D фрагмента по 2D фрагменту без использования планировки). Если выбранный фрагмент не содержит 3D модели, система выведет сообщение: "**В документе нет 3D модели. Продолжить?**". Положительный ответ позволяет вставить пустой фрагмент, который может быть впоследствии обновлён после добавления модели в файл фрагмента. Отрицательный ответ сбрасывает выбор фрагмента.

После вставки 3D фрагмента путь до его файла будет храниться в параметрах операции. Путь может быть полным или относительным (относительно файла сборки или относительно используемой библиотеки). В некоторых случаях система умеет самостоятельно записывать относительный путь для ссылки. Более подробную информацию о правилах записи относительных ссылок можно прочесть в описании 2D фрагментов.

См. также:

- Использование в сборках фрагментов из T-FLEX DOCs

Привязка 3D фрагментов

Выбор/создание исходной системы координат

Автоматически предлагаемые системой шаги по привязке 3D фрагмента зависят от того, есть ли в модели 3D фрагмента заранее подготовленные локальные системы координат, а если есть, то сколько их:

- Если в модели 3D фрагмента присутствует одна ЛСК, и в её параметрах заявлено, что она может использоваться для привязки 3D фрагмента, то система автоматически выбирает её в

качестве исходной и переходит к следующему этапу – заданию целевой системы координат. Система ведет себя точно так же, если в документе 3D фрагмента имеется несколько ЛСК, но одна из них специально назначена для использования в качестве исходной (см. Подготовка документа к использованию в качестве 3D фрагмента).

- Если в модели 3D фрагмента присутствует несколько ЛСК, одинаково пригодных для привязки 3D фрагмента, то T-FLEX CAD выбирает привязку по умолчанию (по глобальной системе координат) и переходит к заданию целевой системы координат. Для выбора системы координат нужно переключиться в специальный режим выбора/создания исходной системы координат.
- Если в модели 3D фрагмента отсутствуют локальные системы координат, то T-FLEX CAD выбирает привязку по умолчанию (по глобальной системе координат) и переходит к заданию целевой системы координат. Для создания новой исходной системы координат нужно переключиться в специальный режим выбора/создания исходной системы координат.

Работа в режиме выбора/создания исходной системы координат

Такой тип работы осуществляется в отдельном 3D окне, в которое загружается модель 3D фрагмента. Данное 3D окно открывается принудительно – из команды создания 3D фрагмента при помощи опции:

<S> Выбрать или создать исходную систему координат

После открытия нового окна в начальный момент в автоменю помимо стандартных присутствует следующие опции:

<1> Выбрать точку, задающую начало координат

<2> Выбрать элемент, задающий направление оси X

<3> Выбрать элемент, задающий направление оси Y

<C> Выбрать или создать заново систему координат

<A> Повернуть систему координат вокруг оси X на 90°

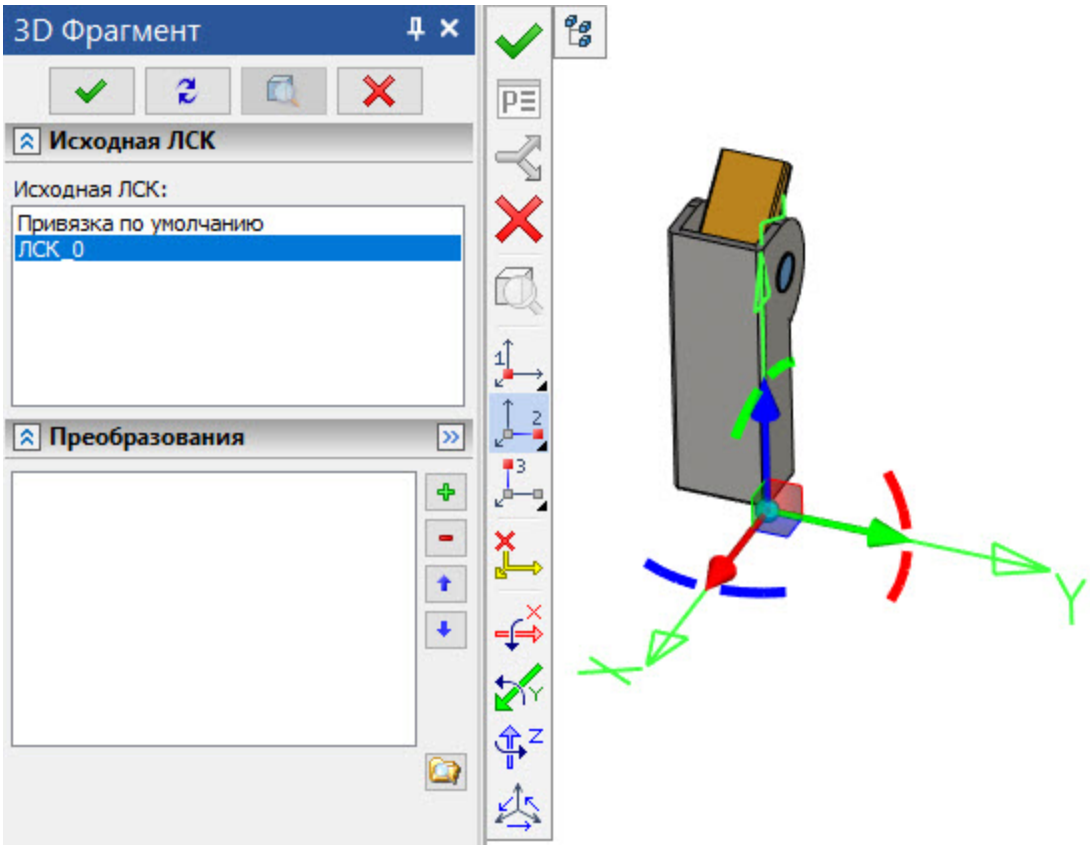
<O> Повернуть систему координат вокруг оси Y на 90°

<Z> Повернуть систему координат вокруг оси Z на 90°

<9> Циклический поворот системы координат

Опция остаётся активной, показывая, что система находится в специальном режиме работы с исходной системой координат. Выбор опции возвращает пользователя к сборке и включает режим задания целевой ЛСК.

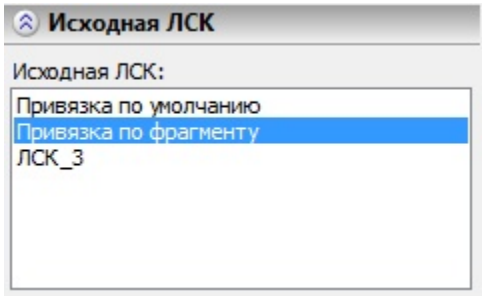
При работе опции выбор существующей ЛСК осуществляется в 3D окне или из списка в окне параметров.



Система также позволяет создать новую ЛСК на основе геометрии 3D фрагмента. Для активации режима создания новой исходной ЛСК нужно выбрать на 3D модели первый элемент для определения точки начала координат. При этом можно выбирать любые подходящие элементы модели в соответствии с активными фильтрами селектора на системной панели. После выбора начала новой исходной ЛСК в автоменю появляются остальные опции для задания ЛСК. Создание системы координат выполняется по тем же принципам, что и в специализированной команде создания ЛСК. При этом используются аналогичные опции и инструменты. Задаётся центр и направление осей ЛСК. Дополнительно доступны опции циклического разворота и поворота осей на 90 градусов. В данной главе мы опустим подробное описание процесса создания локальной системы координат.

> При создании новой ЛСК следует понимать, что она создается не в файле 3D фрагмента, а относится только к данной операции 3D фрагмента и хранится в сборочном документе. Созданная исходная система координат в сборке отображаться не может. Для её изменения нужно вызвать команду редактирования 3D фрагмента и войти в режим выбора/создания исходной ЛСК.

При создании новой исходной ЛСК, в списке исходных ЛСК для фрагмента появится новая строка **Привязка по фрагменту**.



Для выхода из режима выбора/создания исходной ЛСК нужно воспользоваться кнопкой .

Выбор/создание целевой системы координат

Режим выбора или создания целевой системы координат включается с помощью опции автоменю:

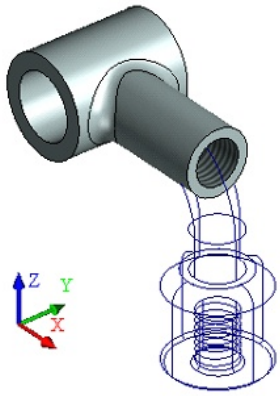
<T> Выбрать или создать целевую систему координат

В большинстве случаев эта опция включается автоматически после выбора файла фрагмента и после выхода из режима создания исходной ЛСК. Если в сборочной модели имеется подходящая ЛСК, то действия пользователя сводятся к выбору ЛСК сборочной модели, с которой надо совместить исходную систему координат фрагмента. Если не будет выбрана ни одна ЛСК сборочной модели, то в качестве целевой будет использована глобальная система координат сборки.

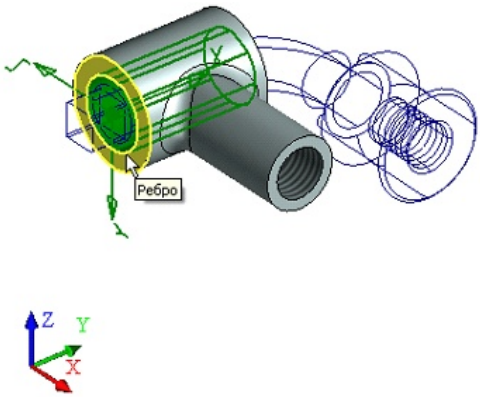
Также можно построить новую целевую систему координат на основе элементов 3D модели. Построение целевой системы координат осуществляется при помощи тех же инструментов, которые использовались для построения исходной. Главное отличие состоит в том, что все действия производятся в основном 3D окне с текущей сборочной моделью. Модель 3D фрагмента при этом позиционируется в пространстве в соответствии с устанавливаемыми настройками целевой системы координат.

Опции для определения элементов новой целевой системы координат появляются после выбора точки начала ЛСК. После выбора точки начала можно сориентировать оси X и Y.

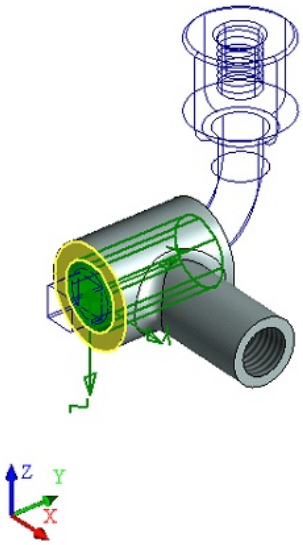
В том случае, если сразу не удалось сориентировать ЛСК нужным образом, можно воспользоваться функциями дополнительного определения системы координат. Они позволяют быстро поворачивать построенную ЛСК вокруг своих осей на 90 градусов (, ,), производить циклический разворот осей системы координат вокруг начала координат (при нажатии оси меняются местами)



В абсолютных координатах



После выбора ребра для целевой ЛСК функции



После использования поворота вокруг оси X на 90°.

Для того чтобы сбросить все данные, определяющие на текущий момент целевую систему координат, используйте опцию автоменю:

<C> Сбросить систему координат

Выбор 3D коннекторов

Коннектор может быть выбран в режиме выбора или создания целевой системы координат, который активируется автоматически сразу после входа в команду вставки фрагмента (опция). В этом режиме нужно убедиться, что на системной панели активирован фильтр селектора для выбора коннекторов .

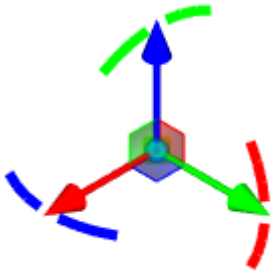
Для поиска коннектора на какой-либо детали нужно подвести курсор к одному из ассоциированных с коннектором элементов. В стандартных элементах, например, в болтах, в качестве ассоциированного элемента можно выбирать резьбовые грани на стержне болта. Уже при подведении курсора к такому элементу коннектор подсвечивается. Для выбора коннектора нужно нажать .

Преобразования 3D фрагментов

Управление дополнительными преобразованиями осуществляется при помощи манипулятора в 3D окне и секции **Преобразования** окна параметров. Манипулятор при вставке 3D фрагмента присутствует постоянно, если в окне параметров включена опция **Использовать манипуляторы**.

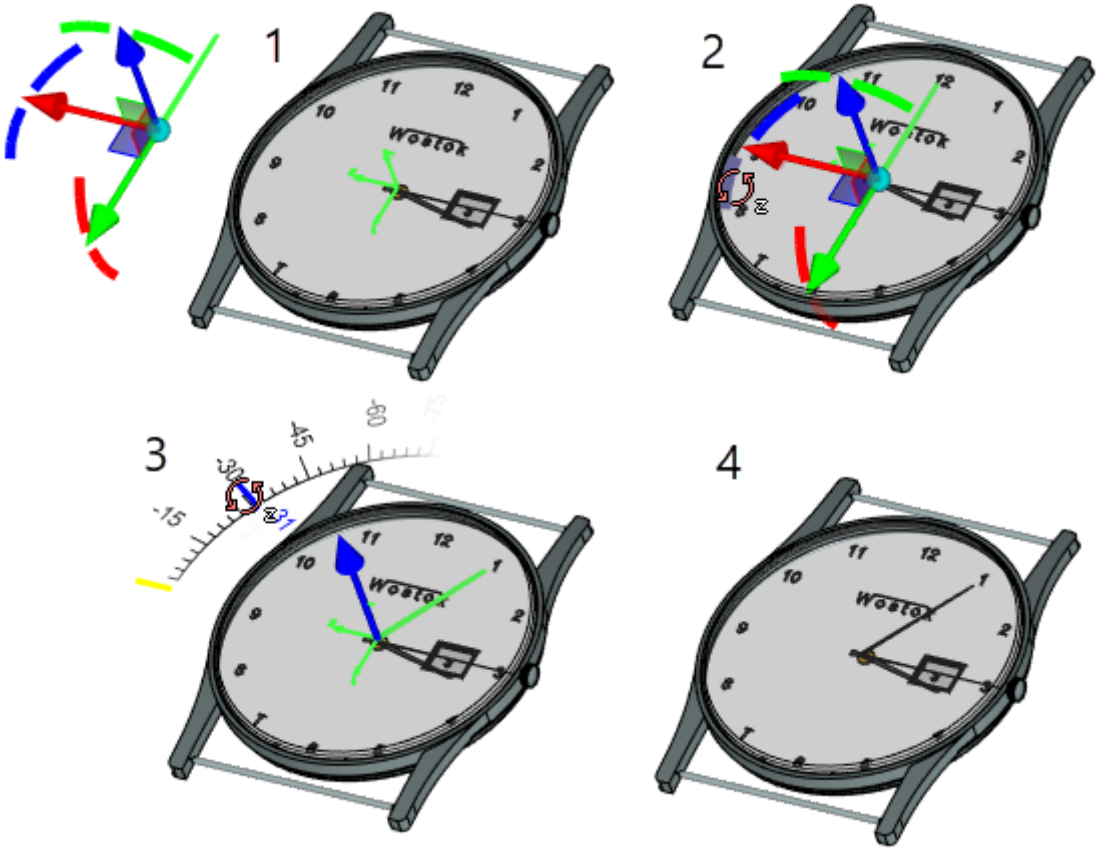
Манипулятор позволяет задать неограниченное число преобразований перемещения вдоль указанных осей или поворота выбранных осей на требуемый угол в нужной плоскости. Манипулятор представляет собой изображение системы координат. Оси координат соединены между собой цветными дугами, центр манипулятора отмечен серым шариком. Различные части манипулятора являются активными элементами, предназначенными для задания преобразований:

- оси манипулятора предназначены для задания перемещений;
- дуги манипулятора предназначены для задания поворотов;
- центр манипулятора используется для ручного входа в режим динамической привязки.



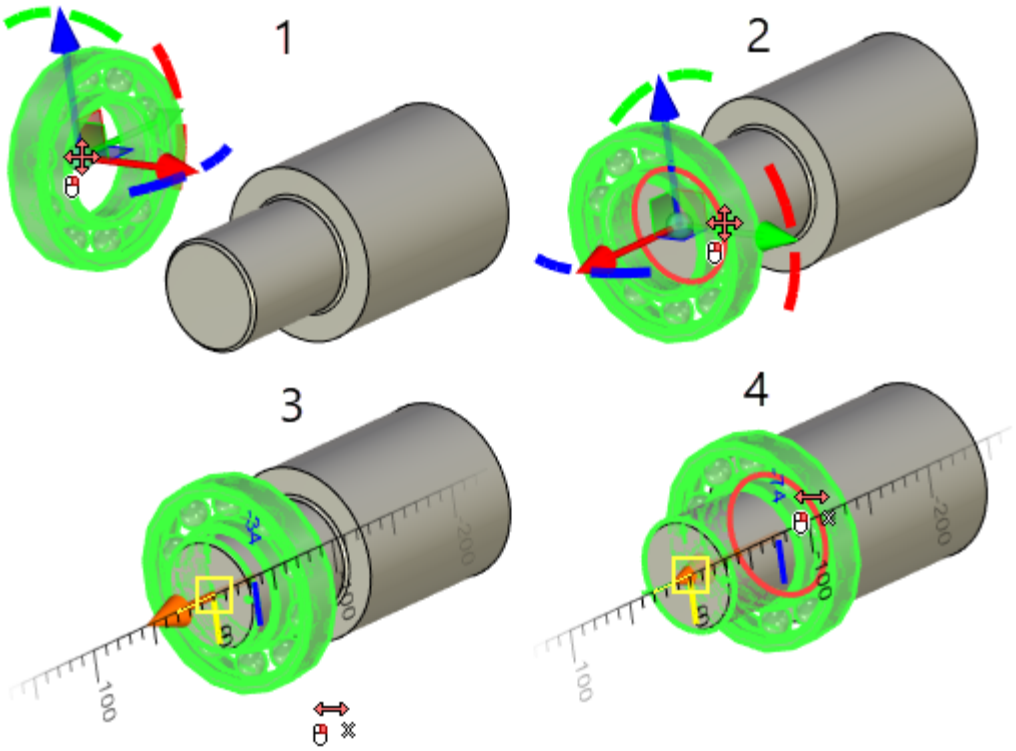
См. подробное описание манипуляторов в разделе Манипуляторы ЛСК преобразований 3D элементов.

Для задания преобразования при помощи манипулятора пользователь должен выбрать активный элемент манипулятора нажатием . Далее можно, не отпуская нажатой кнопки, двигать курсор. Преобразование будет задано при отпускании кнопки мыши.



1. Начинаем вставлять фрагмент (минутная стрелка). Выбираем ребро на оси часов для задания целевой ЛСК (положения фрагмента-стрелки)
2. Поворачиваем стрелку. Для этого указываем на нужный элемент манипулятора и нажимаем левую кнопку мыши
3. Перемещаем курсор, удерживая кнопку мыши нажатой. Поворачиваем фрагмент вокруг оси
4. Отпускаем кнопку мыши, завершаем задание преобразования

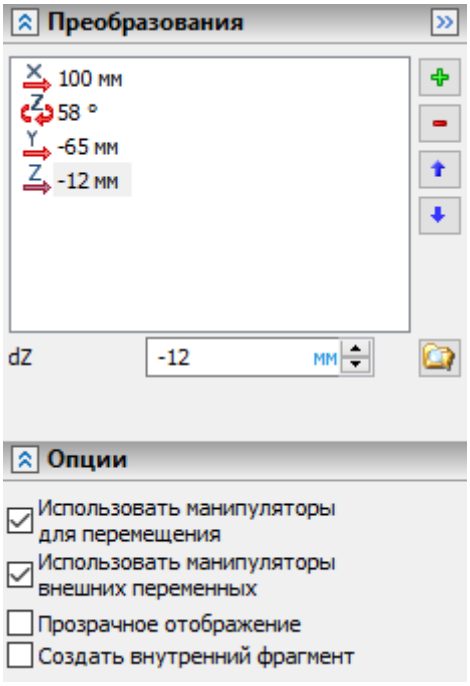
Также можно после выбора манипулятора отпустить кнопку мыши, переместить курсор, и выбрать новый элемент (указать место в пространстве) для привязки преобразования повторным нажатием .



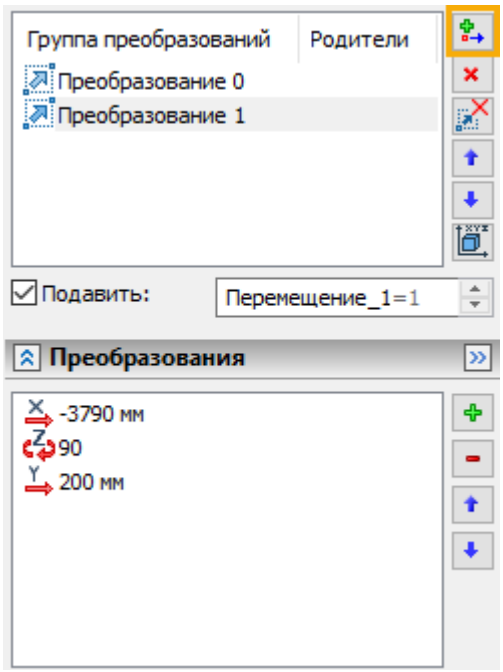
1. Начинаем вставлять фрагмент (подшипник)
2. Выбираем круговое ребро - определяем целевую систему координат (положение фрагмента
3. Кликом выбираем ось манипулятора для задания перемещения вдоль оси
4. Выбираем круговое ребро для задания конечной точки перемещения

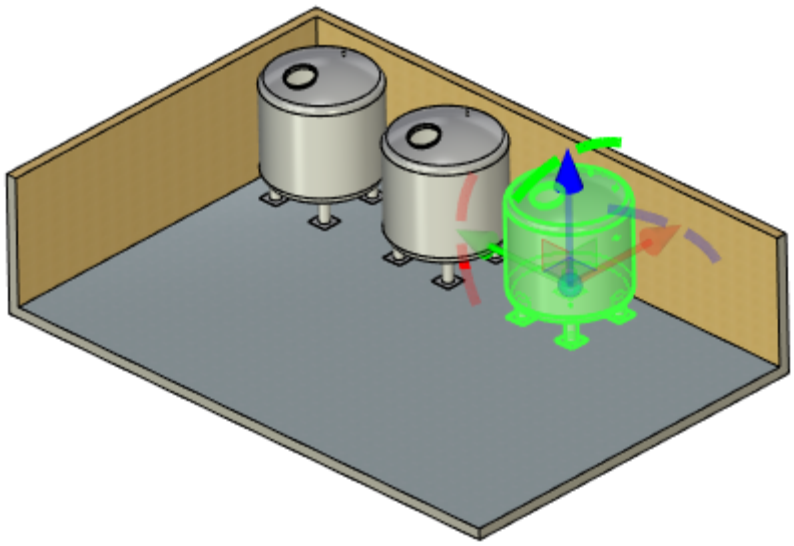
Клик в центр манипулятора означает переход к действиям по изменению целевой системы координат. При этом начинает работать **режим динамической привязки**. В этом режиме изображение фрагмента привязано к курсору. При подведении курсора к элементам модели изображение фрагмента сразу занимает положение, показывающее позицию фрагмента в случае выбора этого элемента. В этом режиме можно кликнуть в свободное место пространства или выбрать элемент модели для привязки. В первом случае создаются новые дополнительные преобразования для размещения фрагмента в месте клика. После выбора нового элемента модели для привязки все ранее заданные дополнительные преобразования могут быть удалены.

Секция **Преобразования** окна параметров может использоваться для контроля, коррекции численных значений, создания и удаления преобразований 3D фрагмента. В специальном поле отображается список всех дополнительных преобразований, заданных на данный момент для 3D фрагмента. Каждое преобразование помечается специальным значком, обозначающим его тип (перемещение или поворот, какой оси). Если значение преобразования задано константным значением, то это значение отображается рядом со значком. Если преобразование привязано к элементу модели, то рядом со значком отображается имя элемента. Элементы списка показываются в порядке, соответствующем их созданию. Несколько последовательных однотипных преобразований автоматически суммируются.



Пользователь также имеет возможность создавать отдельные группы преобразований для 3D фрагментов. Деление преобразований на группы позволяет пользователю создавать сразу несколько вариантов положений 3D фрагмента в сборке.
Допустим, имеется вариант 3D планировки помещения. Необходимо, чтобы фрагмент (бочка) менял свое положение в зависимости от расположения стен и добавления новых объектов на планировку.



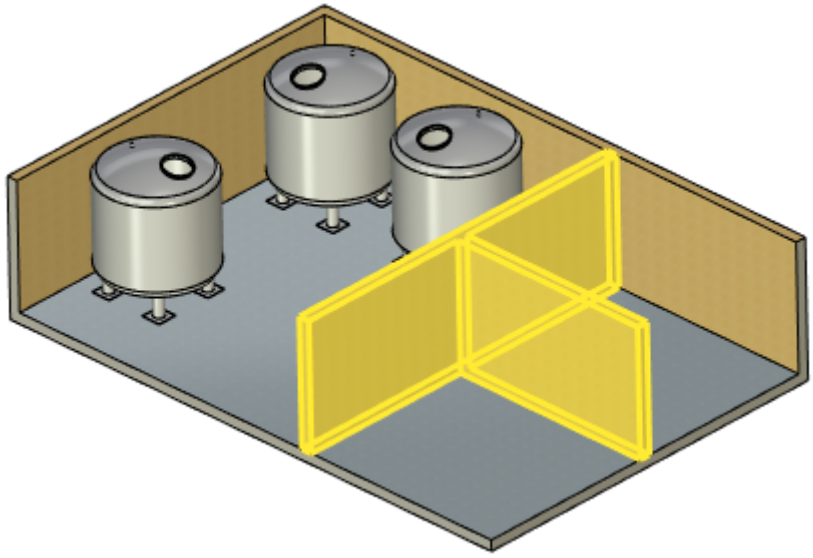


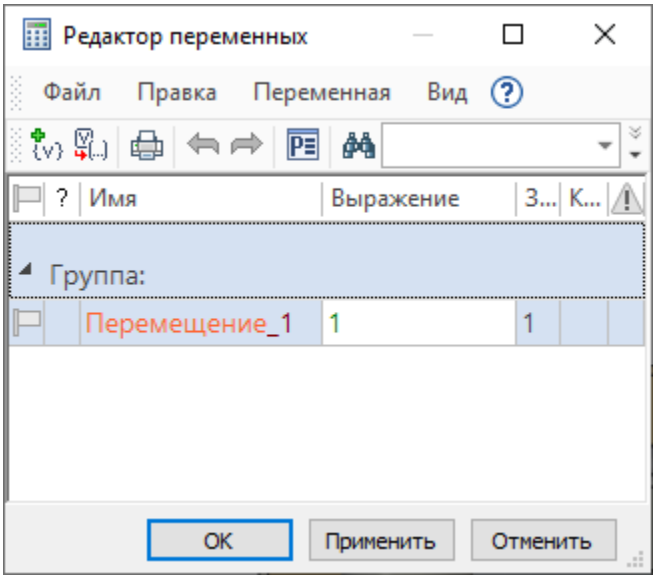
Для этого в окне параметров 3D фрагмента (бочка) в секции **Основные преобразования** находим диалог **Группы преобразований**. С помощью кнопки добавляем группу преобразований, а именно задаем значения перемещений по осям X и Y и и поворота вокруг оси Z.

> Важно помнить, что по умолчанию все преобразования для 3D фрагмента создаются в одной группе преобразований.

Каждая группа преобразований имеет свое имя. Элементы списка показываются в порядке, соответствующем их созданию.

Для управления видимостью различных положений фрагмента ниже списка групп имеется флажок **Подавить**. Рядом с флажком есть поле, куда можно вводить цифры или записывать числовые переменные. Если в поле введено значение, отличное от 0, то группа преобразований становится подавленной. Для удобства работы в сборке зададим видимость положений фрагмента с помощью переменной.





После задания нескольких положений фрагмента (бочка) с помощью групп преобразований мы получили возможность манипулировать его перемещением наиболее простым и быстрым способом.

В этом случае для отображения изменений в преобразованиях в 3D окне необходимо воспользоваться кнопкой обновления 3D модели .

При привязке фрагмента к коннектору система может автоматически перейти к заданию дополнительных преобразований, если в коннекторе задано соответствующее предписание (см. раздел Локальные системы координат).

После создания операции 3D фрагмента все заданные дополнительные преобразования записываются в общий список преобразований 3D фрагмента. Для каждого дополнительного преобразования формируется отдельная запись в списке преобразований 3D фрагмента.

Более подробную информацию о преобразовании 3D элементов см. в разделе Преобразования 3D элементов.

Булевы операции с 3D фрагментами

3D фрагмент, как и другие операции можно использовать в булевых операциях. Например, можно вычесть тело 3D фрагмента из другой детали. При необходимости можно в документе 3D фрагмента ввести настройку, в которой будет указано, какой тип булевой операции будет автоматически создан при вставке этого документа в сборку (см. главу Подготовка документа T-FLEX CAD к использованию в качестве 3D фрагмента). Если такая настройка существует, то при вставке 3D фрагмента надо выбрать одно из тел сборки. Если в сборке присутствует всего одно тело, то его выбор происходит автоматически. Это тело будет использоваться в качестве первого операнда булевой операции. В качестве второго тела используется одно из тел 3D фрагмента или все тела фрагмента сразу – в зависимости от установленной настройки.
Опция может быть полезна, например, при вставке отверстий в тело детали или при проектировании пресс-форм, когда для получения пуансона или матрицы из плиты нужно вычесть тело детали.
Для выбора первого операнда булевой и отмены выбора тел используются опции:

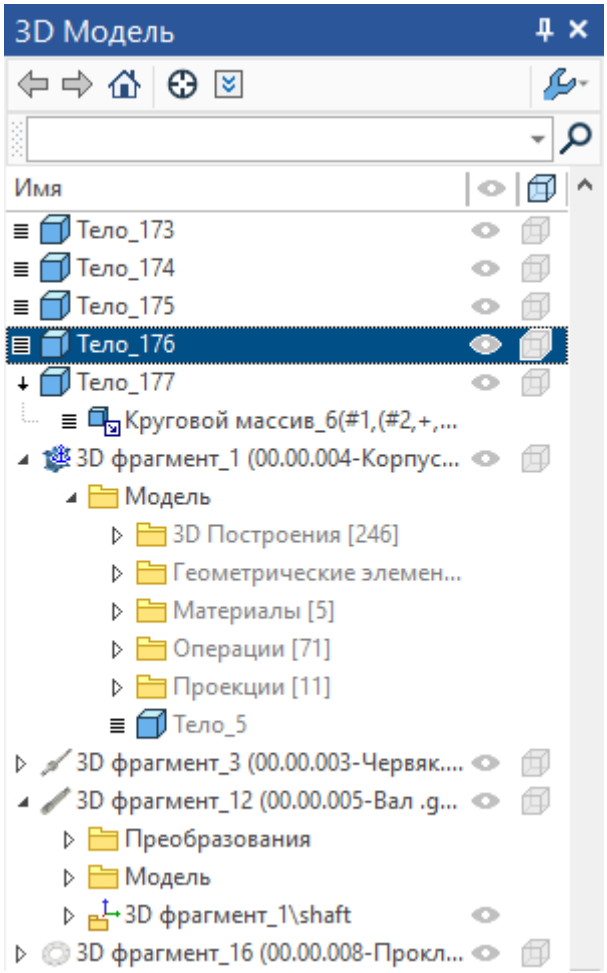
<B> Выбрать первый операнд

<D> Отменить выбор операндов

Работа с 3D фрагментами

Работа со структурой сборочной модели

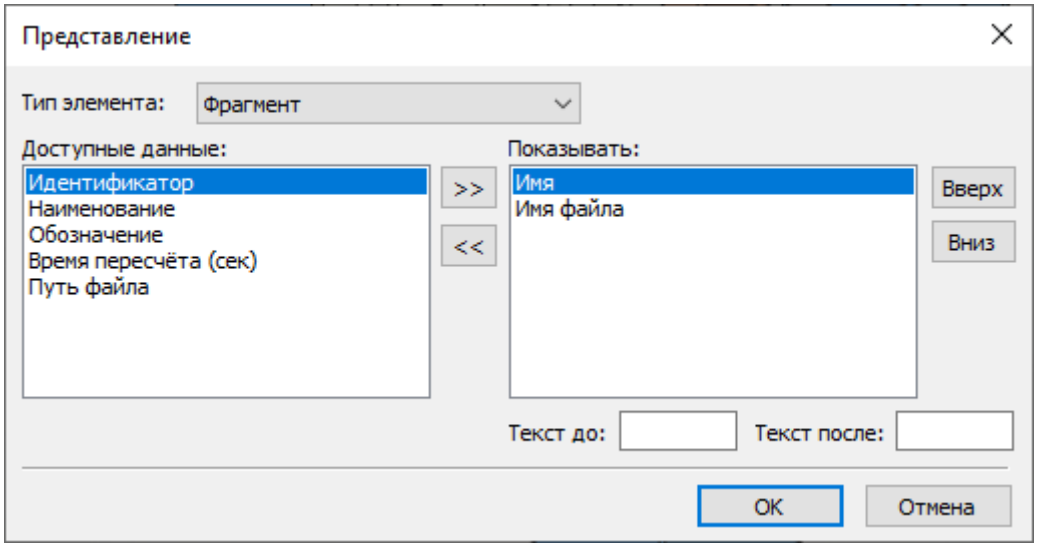
В процессе работы со сборочной моделью время от времени требуется получать различную вспомогательную информацию о состоянии 3D фрагментов: об их месте в структуре сборки, о наличии ошибок и т.п. Для этих целей существуют различные инструменты. Рассмотрим их в данном параграфе.
Прежде всего, 3D фрагменты и Детали отображаются в окне **3D Модель**. Это окно показывает полную иерархию всей сборочной модели, в нём можно определить место каждого 3D фрагмента в структуре модели, среди прочих 3D операций и элементов построений. 3D фрагменты могут отображаться в корне структуры модели наравне с **Телами** и **Массивами**.



Если 3D фрагмент в свою очередь тоже является сборкой и содержит вложенные 3D фрагменты, то информация обо всех вложенных элементах также отображается в общем дереве 3D модели. Для вложенных фрагментов любого уровня в контекстном меню доступны команды редактирования внешних переменных и создания деталировки. Для полноценной работы с вложенными 3D фрагментами нужно загружать на редактирование ту сборочную единицу, в состав которой он входит.

Выбирать вложенные 3D фрагменты для редактирования через уровень можно как в дереве 3D модели, так и прямо в 3D сцене. Для выбора в сцене введён специальный режим селектора – **Выбор вложенных подсборок по телам**. В этом режиме можно выбирать отдельные тела-фрагменты подсборок. Для выбранных фрагментов доступны команды открытия документов фрагмента, деталировки и редактирования переменных.

В окне **3D модель** для 3D фрагментов помимо имени файла и операции при необходимости может быть выведена различная дополнительная информация – путь файла, идентификатор, объем памяти под сетку, объем памяти под геометрию, время пересчёта, наименование и обозначение для спецификации. Количество выводимой информации можно настроить в диалоге команды **Представление**. Эту команду можно вызвать из контекстного меню при в окне **3D модель**.

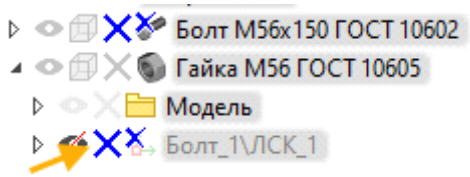


При возникновении внутри модели различных ошибок в дереве модели возле имени соответствующего элемента появляются специальные информационные пиктограммы:

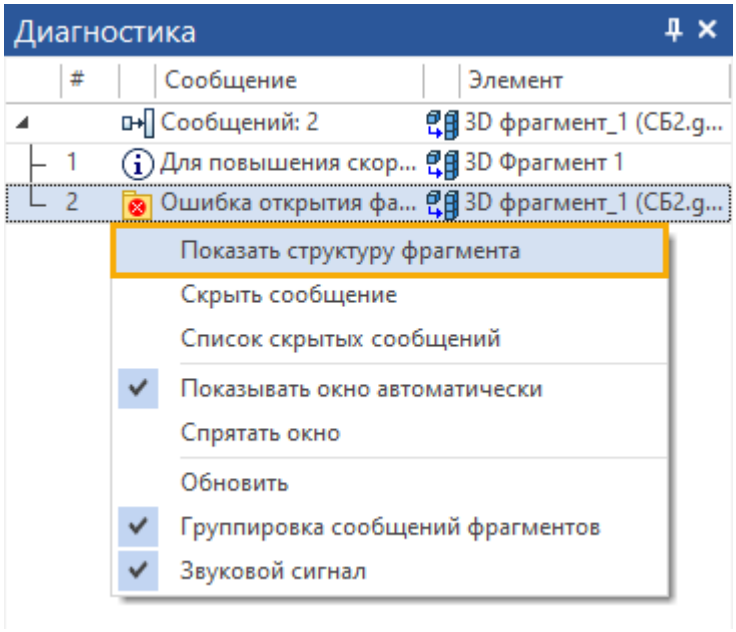
1. При возникновении ошибки внутри модели 3D фрагмента или его систем координат выводится пометка.
2. 3D фрагменты, файлы которых не были найдены по указанной ссылке, помечаются красным крестом.

3. Подавленные 3D фрагменты помечаются крестом синего цвета.

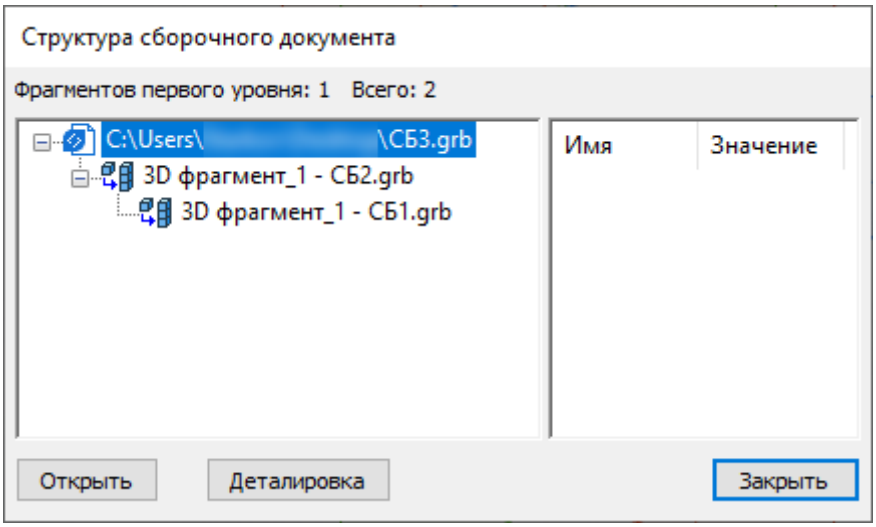
При подавлении фрагментов или массива/копии/симметрии фрагментов в дереве 3D модели, подавление тут же распространяется на все ссылочные элементы, поднятые объекты и созданные фрагменты.



Более подробные сообщения обо всех ошибках отображаются в окне Диагностика. При выборе сообщения появляется контекстное меню. Если сообщение относится к 3D фрагменту первого уровня, то доступны все команды для работы с 3D фрагментом первого уровня. Если сообщение говорит об ошибке во вложенных фрагментах, то для работы с ними в контекстном меню доступна команда **Показать структуру фрагмента**.

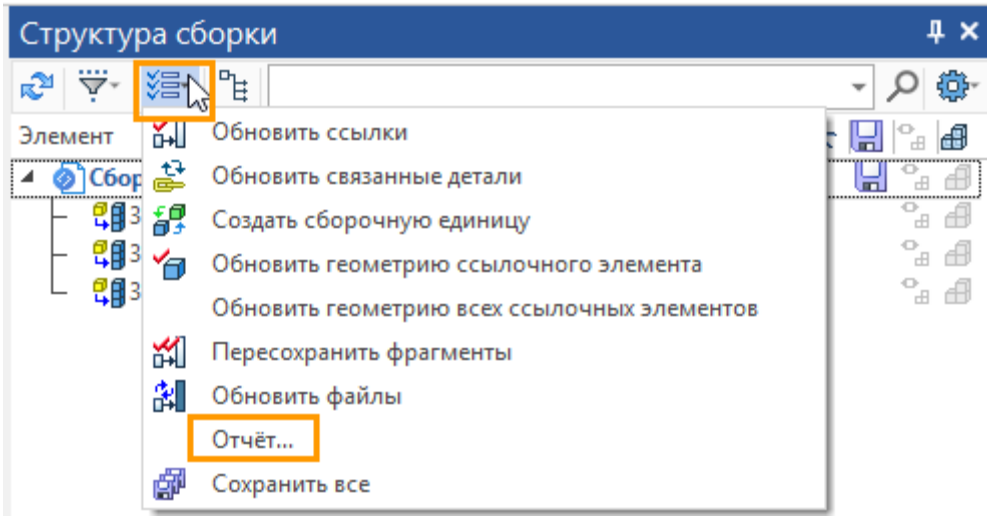


Фрагмент, внутри которого выявлена ошибка, выделен автоматически и показана только та часть структуры сборочной модели, в которую входит ошибочный фрагмент.



В правом окне можно наблюдать информацию о имеющихся переменных фрагментов: имена переменных, их значения и комментарии. Для устранения ошибки в файле фрагмента можно открыть файл нажатием на кнопку **Открыть**. Ошибка в модели фрагмента может быть, например, вызвана тем, что задано некорректное значение его переменной. Для того чтобы открыть фрагмент с текущими значениями переменных служит кнопка **Деталировка**.

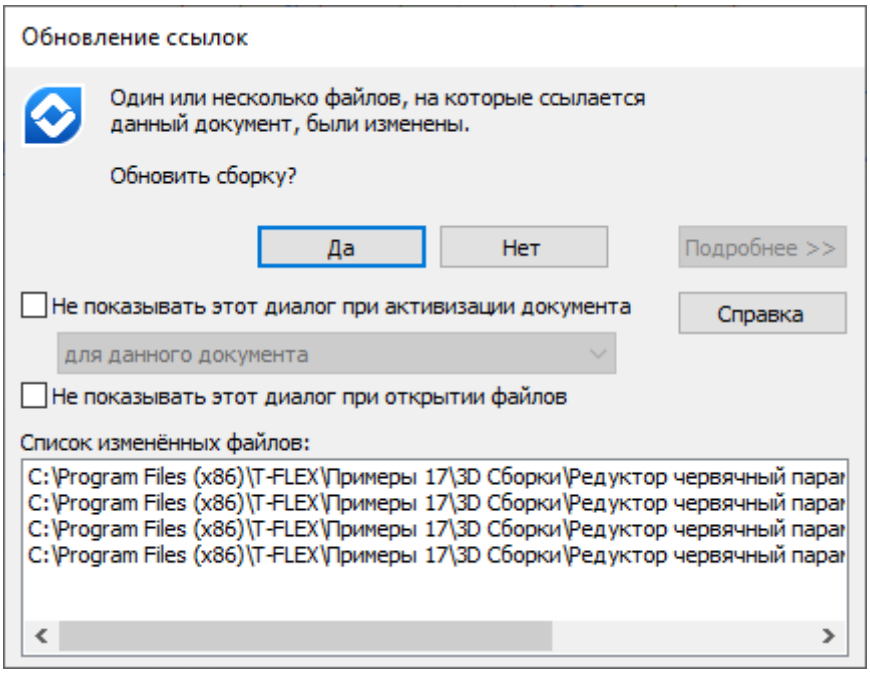
Полную структуру сборки можно посмотреть с помощью специальной команды **Отчёт**. Команду можно вызвать в окне Структура сборки.



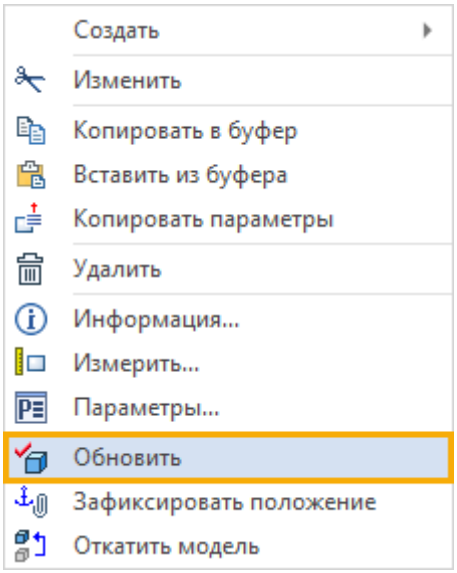
Обновление ссылок

Поясним использование опции **Обновить данные фрагмента**.

При нанесении 3D фрагмента внутри системы создаётся копия трёхмерной модели фрагмента в сборочном чертеже. При новом пересчёте сборки система больше не загружает геометрические данные 3D фрагмента, а использует сохранённые данные. Для обеспечения актуальности сборки система отслеживает факт сохранения файлов. Если файл изменяется, то система сразу предлагает обновить ссылки на документы, то есть загрузить новые геометрические данные изменённых 3D фрагментов.



Если нажать кнопку **Да**, то будут обновлены данные всех изменённых фрагментов. Если сборка состоит из значительного количества фрагментов, процедура обновления может быть достаточно продолжительной, хотя на самом деле требовалось обновить данные только одного фрагмента. Поэтому можно нажать кнопку **Нет**, а затем выбрать конкретный фрагмент и обновить только его данные. Локально обновить данные только одного 3D фрагмента можно командой **Обновить** контекстного меню, которое появляется при выборе операции 3D фрагмента .



Функцию обновления всех изменённых фрагментов можно вызвать принудительно при помощи команды **Перенести сборку** > **Обновить ссылки** во вкладке ленты **Сборка**, группы **Управление**. Однако, если файлы 3D фрагментов остались неизменёнными, то ни при полном пересчёте, ни при обновлении ссылок 3D фрагменты заново не пересчитываются. В тех случаях, когда нужно гарантированно полностью пересчитать всю сборку со всеми входящими в неё 3D фрагментами (например, с целью полной проверки на наличие ошибок на всех уровнях), то следует воспользоваться конвертером файлов с установленным параметром **Не проверять версии документов – сохранять все**.

Редактирование 3D фрагментов

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<3EF>	Правка > Операции > 3D фрагмент

Команда предназначена для редактирования 3D фрагментов. Следует отметить, что вызвать команду возможно, используя правую кнопку мыши. Когда система находится в режиме ожидания команды, укажите курсором мыши на элемент 3D фрагмент и нажмите . После этого при выборе из появившегося меню пункта **Изменить** произойдет вызов команды **Изменить 3D фрагмент**.
Доступные опции:

<Esc> Отменить выбор всех элементов

<A> Выбрать все элементы

<Z> Выбор элемента по имени

	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>, <Ctrl>+<E>	Выполнить команду редактирования элемента
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<M>	Преобразование

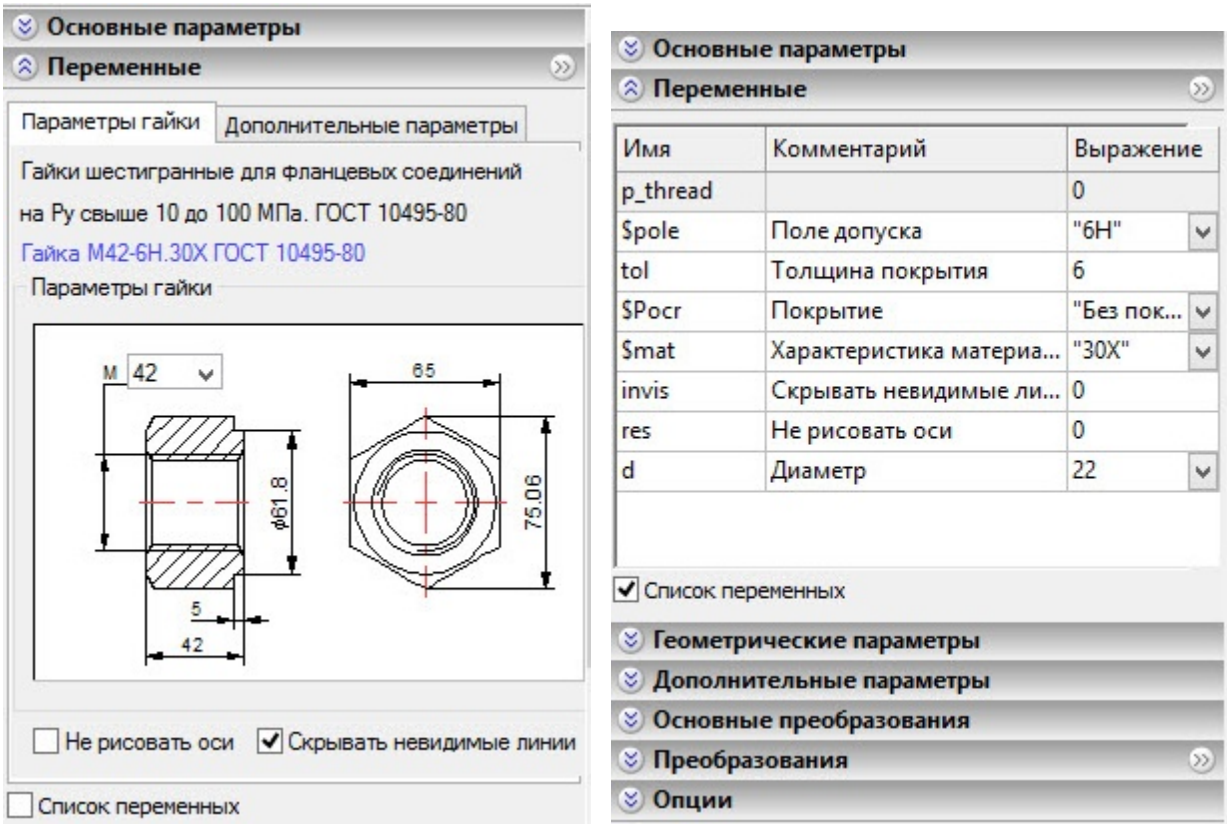
Элемент можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо окном диалога, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию).

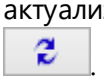
При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Отметим, что для множественного выбора может использоваться комбинация <Shift>+ (комбинация <Ctrl>+ отменяет выбор).

Параметризация 3D фрагментов в сборке

Задание значений внешних переменных

После выбора файла окно параметров заполняется параметрами 3D фрагмента. Один из его разделов предназначен для работы с внешними переменными. Внешние переменные могут отображаться в виде списка – как в редакторе переменных. Если для управления внешними переменными создан пользовательский диалог, то он будет автоматически встроен в окно параметров 3D фрагмента. При необходимости можно переключаться между двумя режимами отображения внешних переменных. Это осуществляется переключением флажка **Список переменных** в окне параметров.



Информация о внешних переменных отображается на всём протяжении работы команды создания 3D фрагмента. В любой момент можно изменить значения, взятые из файла фрагмента. Для актуализации в 3D окне внесенных изменений в окне параметров имеется специальная кнопка  .

Если изменять значения внешних переменных в окне параметров не очень удобно (например, из-за большого размера пользовательского диалога), то можно вывести раздел для переменных в окно и внести изменения там. Вызов отдельного окна осуществляется при помощи при помощи специальной кнопки в правом верхнем углу раздела.

> Если в модели 3D фрагмента отсутствуют внешние переменные, то при выполнении команды вставки 3D фрагмента никаких инструментов для управления внешними переменными не появляется.

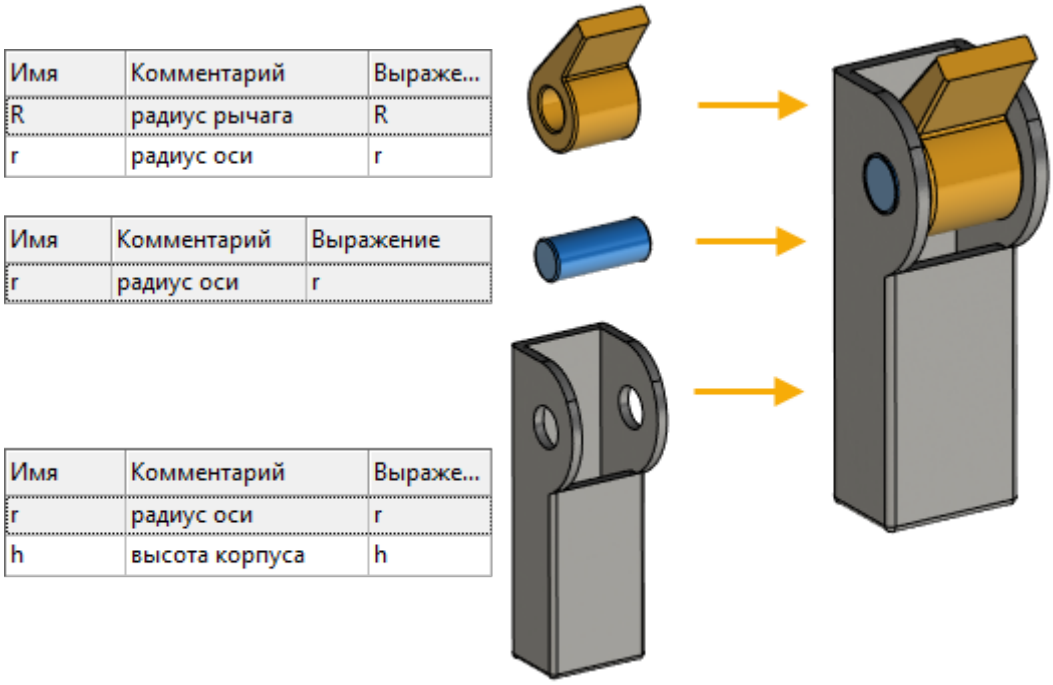
При привязке 3D фрагмента к коннектору значения переменных фрагмента могут быть заданы автоматически (см. **Использование коннекторов**).

Правила задания параметрических связей

Связывание параметров разных деталей между собой – основная задача при проектировании параметрических сборок, требующая от конструктора понимания работы внутренних механизмов T-FLEX CAD, при помощи которых осуществляется связь. Первый из таких инструментов, который обязательно нужно освоить, это редактор переменных. Окно редактора переменных появляется во многих местах системы, например, при задании значений внешних переменных фрагмента. Правила работы с редактором, переменными, функциями, и т.п. описано в разделе Переменные.

Рассмотрим здесь на простом примере, как можно связать параметры деталей, чтобы можно было управлять ими из сборочной модели. Опустим подробные описания прочих действий, не связанных с организацией параметрической сборки (описание процесса создания файлов деталей, привязки, и проч.).

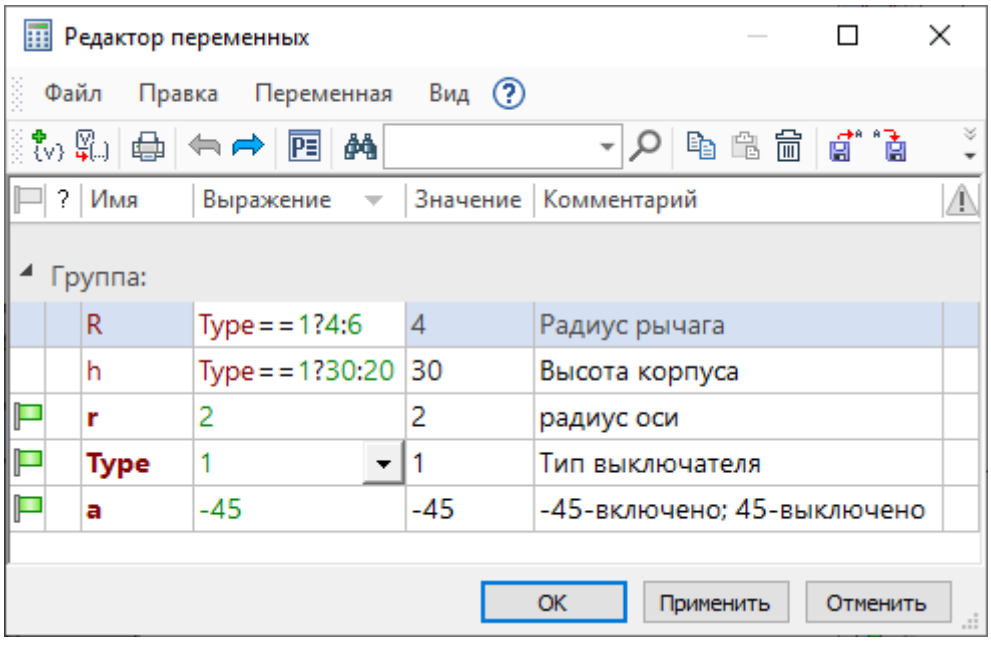
Задача – создать блок выключателей, состоящий из монтажной пластины и набора выключателей. Выключатели могут быть двух типов. Типы выключателей отличаются некоторыми размерами, но могут быть составлены из одних и тех же параметрических деталей. Рычаг выключателя должен регулироваться на два положения «включено/выключено». Сам выключатель состоит из отдельных деталей - корпуса, оси, и рычага. Эти детали параметрические, они имеют необходимые внешние переменные. Из них мы можем получить параметрическую модель выключателя, в которой внешними переменными будет регулироваться тип выключателя и положение рычага. Из параметрической модели выключателя нужно составить сборочную модель блока выключателей.



Имя	Комментарий	Выраже...
R	радиус рычага	R
r	радиус оси	r

Имя	Комментарий	Выражение
r	радиус оси	r

Имя	Комментарий	Выраже...
r	радиус оси	r
h	высота корпуса	h

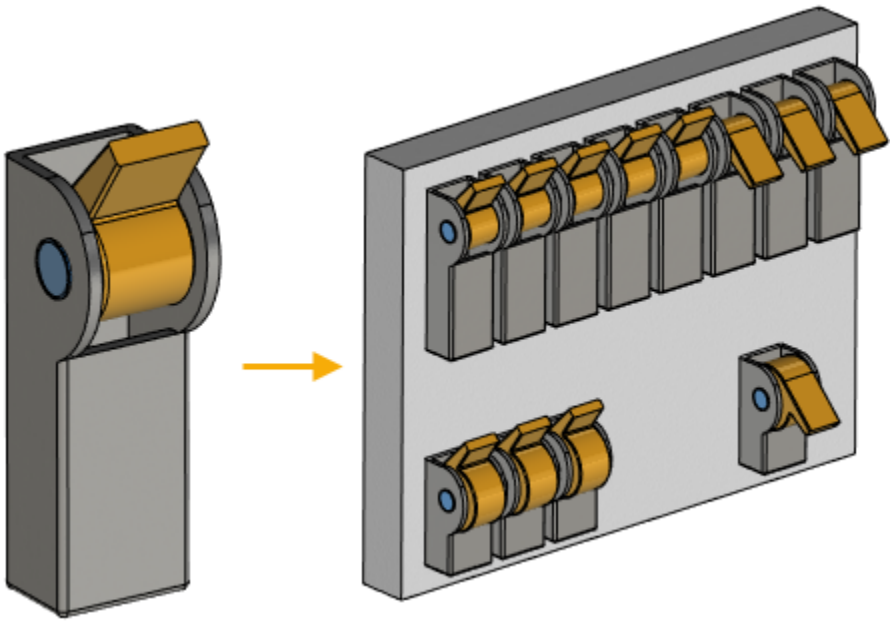


На верхней иллюстрации в левой части показаны детали выключателя. Слева от каждой детали находится таблица внешних переменных каждой детали. Эти таблицы взяты из диалога задания внешних переменных при вставке каждого 3D фрагмента. Видно, что в качестве значений внешних переменных фрагментов были подставлены соответствующие переменные сборки (на данном этапе это файл выключателя). В правой части верхней иллюстрации показана сборочная модель выключателя. На нижней иллюстрации показаны переменные из редактора переменных. Из этого

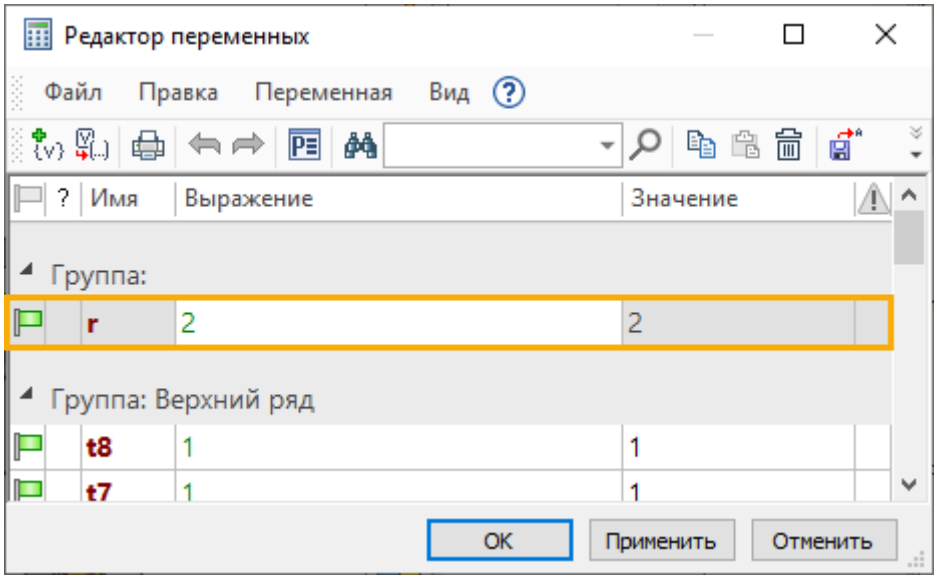
рисунка видно, как осуществляется управление параметрами выключателя: в зависимости от значения переменной **<Type>**, управляющей типом выключателя, изменяются переменные **<R>** и **<h>** – они отвечают за геометрические характеристики составных деталей; переменная **<a>** отвечает за положение рычага и определяет свойство модели «включено/выключено»; внешняя переменная **<r>** будет передавать значение радиуса оси в следующую сборку.

Имя	Комментарий	Выраже...
a	-45-включено; 45-выкл...	-45
r	радиус оси	r
Type	Тип выключателя	1

Имя	Комментарий	Выраже...
a	-45-включено; 45-выкл...	45
r	радиус оси	r
Type	Тип выключателя	2



Следующий этап – составление сборочной модели (блока выключателей) из полученной параметрической модели выключателя. На иллюстрации в левой части показана модель выключателя и две таблицы его внешних переменных с присвоенными разными значениями, задаваемыми при составлении сборки. Из рисунка видно, что переменным **<Type>** и **<a>** присвоены численные значения, а переменной **<r>** в качестве значения присвоена переменная **<r>** сборки. Таким образом, параметрическая сборочная модель построена. В блоке выключателей из редактора переменных возможно управление значением радиуса оси выключателя.



Остальные параметры выключателей оказались фиксированными. Если потребуется их изменение, то это можно будет сделать, вызвав команду редактирования переменных 3D фрагмента.

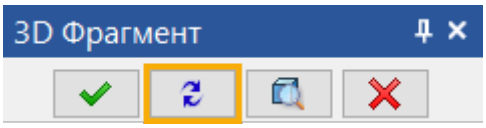
При использовании коннекторов параметрические связи между двумя деталями могут быть установлены напрямую, минуя этап создания общей переменной в сборке. При этом переменные новой детали, привязанной к коннектору уже нанесенной на сборку другой детали, будут зависеть только от значений её переменных (см. **Использование коннекторов**).

Дополнительные возможности проектирования 3D сборок "Снизу вверх"

Обновление фрагмента

<Q> Автоматически обновлять 3D фрагмент при изменении параметров

Если опция включена, то при изменении переменных или адаптивных параметров фрагмента будет автоматически происходить обновление фрагмента.
Кроме того, обновить фрагмент можно вручную, нажав кнопку **Обновить** в верхней части окна **Параметры**.



Параметры адаптивного фрагмента

<R> Показать параметры адаптивного фрагмента

Данная опция предназначена для перехода к действиям по заданию геометрических параметров адаптивного фрагмента (подробное описание см. в разделе Адаптивные 3D фрагменты).

Диалог параметров 3D фрагмента

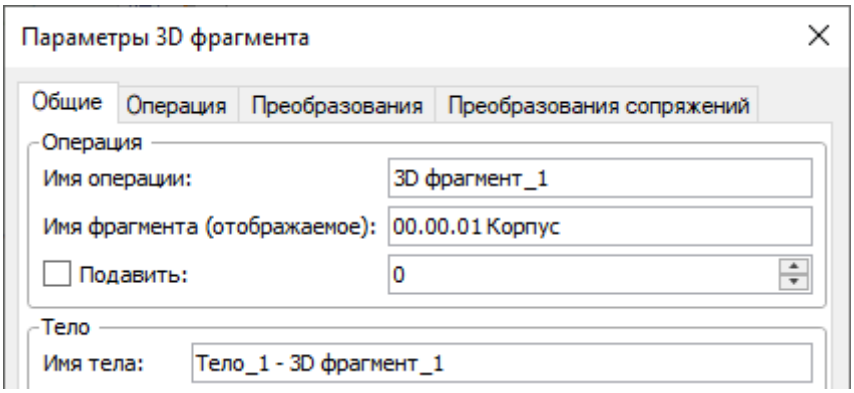
Детальное задание многих параметров 3D фрагмента можно выполнить в любой момент в диалоге параметров. Он вызывается при помощи следующей опции автоменю в командах создания и редактирования фрагмента, а также из контекстного меню операции фрагмента:

<P> Задать параметры элемента

Диалог содержит следующие вкладки:

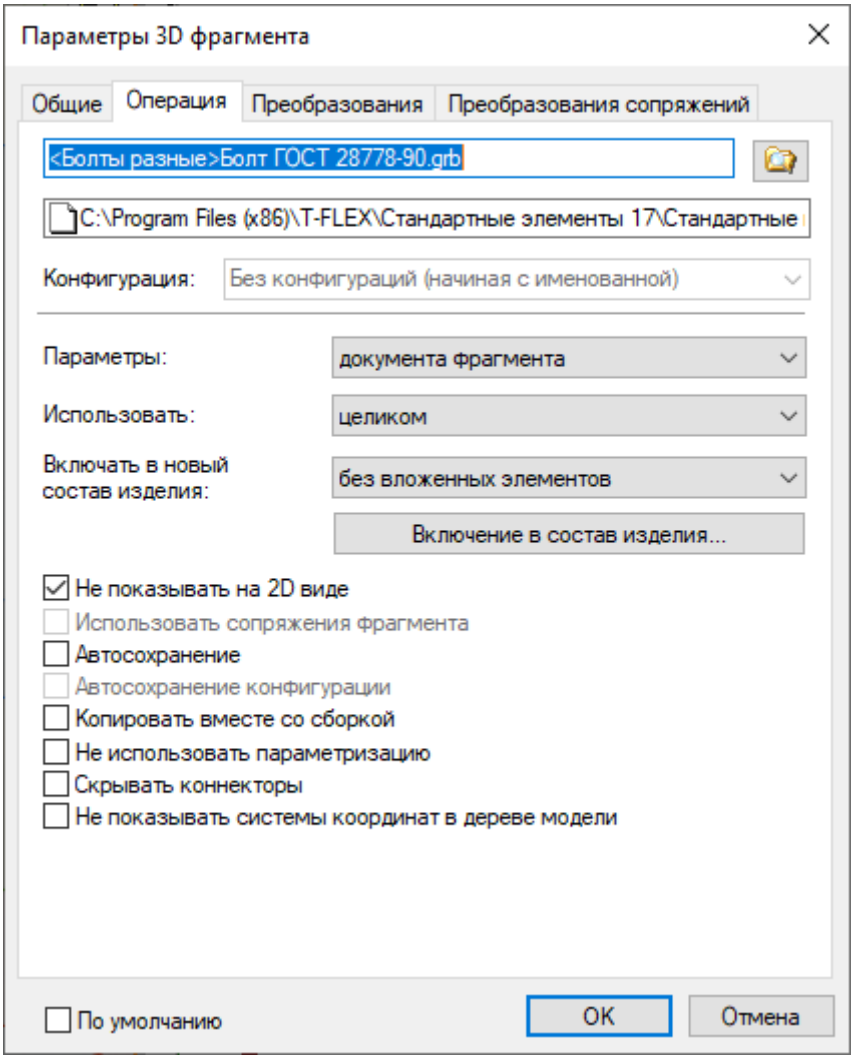
- **Общие**
- **Операция**
- **Степени свободы**
  Данная вкладка доступна, только если степени свободы были заданы в параметрах исходной или целевой СК фрагмента.
- **Преобразования**
- **Преобразования сопряжений**

Общие



Данная вкладка содержит параметры, общие для 3D элементов разных типов.
В отличие от операций других типов, для 3D фрагмента группа параметров **Операция**, расположенная в верхней части вкладки, в дополнение к **Имени операции** содержит параметр **Имя фрагмента (отображаемое)**. Эти имена зависят от параметров документа фрагмента. Подробная информация о заполнении и использовании этих полей доступна в описании параметров документа. Кроме того, для 3D фрагментов **Имя операции** добавляется к **Имени тела**.

Операция



Конфигурация. Если в документе фрагмента существуют конфигурации, то данный параметр позволяет выбрать из списка конфигураций ту из них, которая будет использована для данной детали. По умолчанию устанавливается значение **Без конфигурации**. Для деталей, созданный в контексте сборки, этот параметр не доступен.

Параметры определяет источник параметров фрагмента, заданных в команде Задать параметры документа.

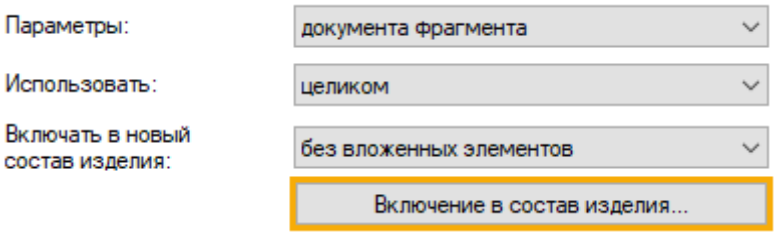
- **Документа фрагмента**. Параметры фрагмента будут взяты из файла фрагмента.
- **Текущего документа**. Параметры фрагмента будут взяты из файла текущего документа.

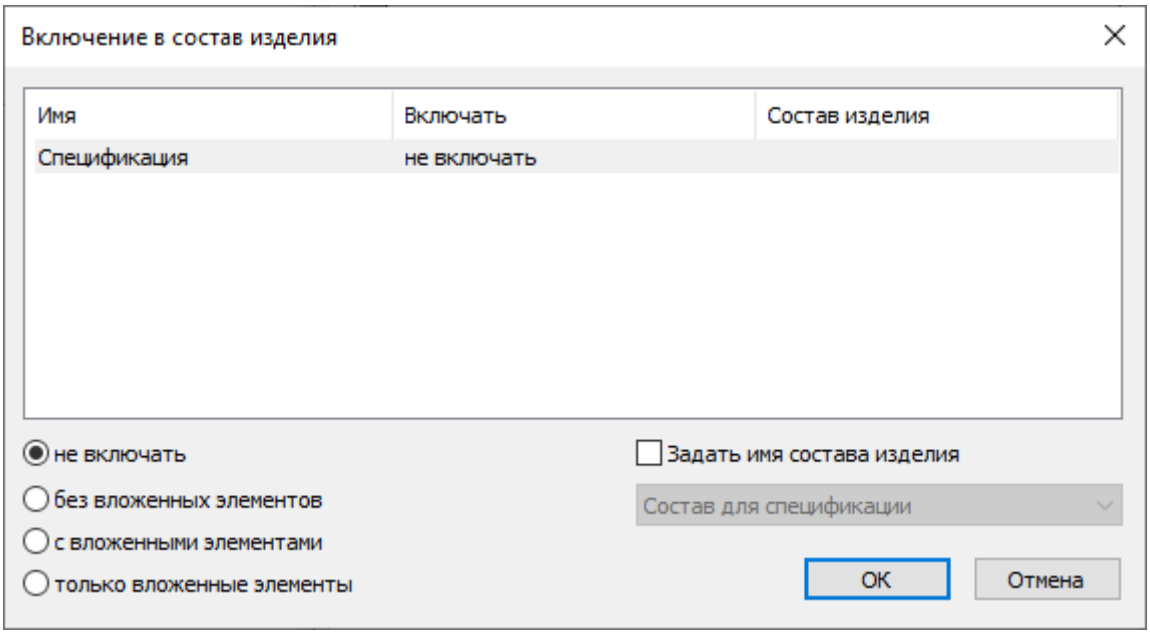
Использовать. Параметр может принимать одно из двух значений: **целиком** или **как отдельные тела**. При установленном значении **как отдельные тела** дополнительно производится операция Разделение для расчленения фрагмента на отдельные тела. Это нужно в тех случаях, когда сам 3D фрагмент состоит из нескольких тел, а одно из них нужно использовать, например, в булевой операции с другим элементом сборки. Если разделения на тела не производить, то выбрать отдельное тело 3D фрагмента будет невозможно – операция **3D фрагмент** будет всегда выбираться целиком как один объект. Операцию Разделение можно провести и вручную после вставки 3D фрагмента. Эффект будет тот же самый.

Включать в новый состав изделия. В поле можно задать условия включения фрагмента в состав изделия. Параметр управляет внесением сведений о фрагменте в состав изделия сборки. Может принимать следующие значения:

- **не включать** - фрагмент не заносится в состав изделия.
- **без вложенных элементов** - фрагмент заносится в состав изделия. Если фрагмент является сборочной единицей, то в состав изделия заносятся сведения только о фрагменте. Сведения о вложенных элементах (фрагментах более низкого уровня) не заносятся.
- **с вложенными элементами** - фрагмент заносится в состав изделия вместе с вложенными элементами.
- **только вложенные элементы** - в состав изделия заносятся только вложенные элементы.

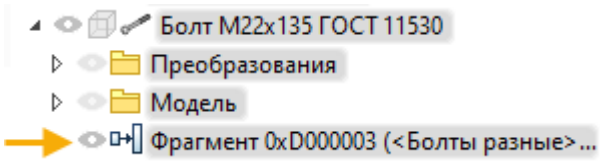
Если при нанесении фрагмента не был задан способ включения в состав изделия или для фрагмента необходимо установить связь с конкретным составом изделия сборочного чертежа, то окно диалога параметров этого фрагмента можно вызвать после того, как фрагмент был вставлен в сборку.
Для этого нужно нажать кнопку **Включение в состав изделия**, которая выводит окно со списком существующих в текущем документе составов изделия и параметрами включения фрагмента в каждый из них.





При необходимости можно выбрать любой состав изделия из списка и изменить значение параметра, отвечающего за включение фрагмента. При установленном флаге **Задать имя состава изделия** можно выбрать состав изделия фрагмента, данные из которой будут включены в состав изделия сборки.
Также задать способ включения данного фрагмента в состав сборки можно с помощью команды Включение фрагментов в состав изделия.

Не показывать на 2D виде. Если снять данный флаг, то в дереве модели появится 2D фрагмент на основе изображения, содержащегося в файле 3D фрагмента. Подробнее см. главу Автоматическая вставка 2D фрагмента по 3D фрагменту.



Использовать сопряжения фрагмента. В случае вставки в сборку другой сборочной единицы, в которой созданы сопряжения или определены степени свободы, имеется возможность перенести весь этот механизм в новую сборку одной операцией вставки 3D фрагмента. Для вставки в сборку такого фрагмента-механизма нужно одновременно включить опцию использования фрагмента **Как отдельные тела** и опцию **Использовать сопряжения фрагмента**.

Автосохранение. При изменении значений внешних переменных фрагмента в сборке файл фрагмента пересохраняется в соответствии с этими значениями. Файл фрагмента обновляется в момент сохранения файла сборки. Этот флаг удобно использовать для получения деталировочных чертежей. Если в файле фрагмента используются проекции, то для их пересчета при автосохранении необходимо выставить режим автоматического обновления в параметрах проекции.

Автосохранение конфигураций. Данный параметр позволяет автоматически сохранять конфигурации.

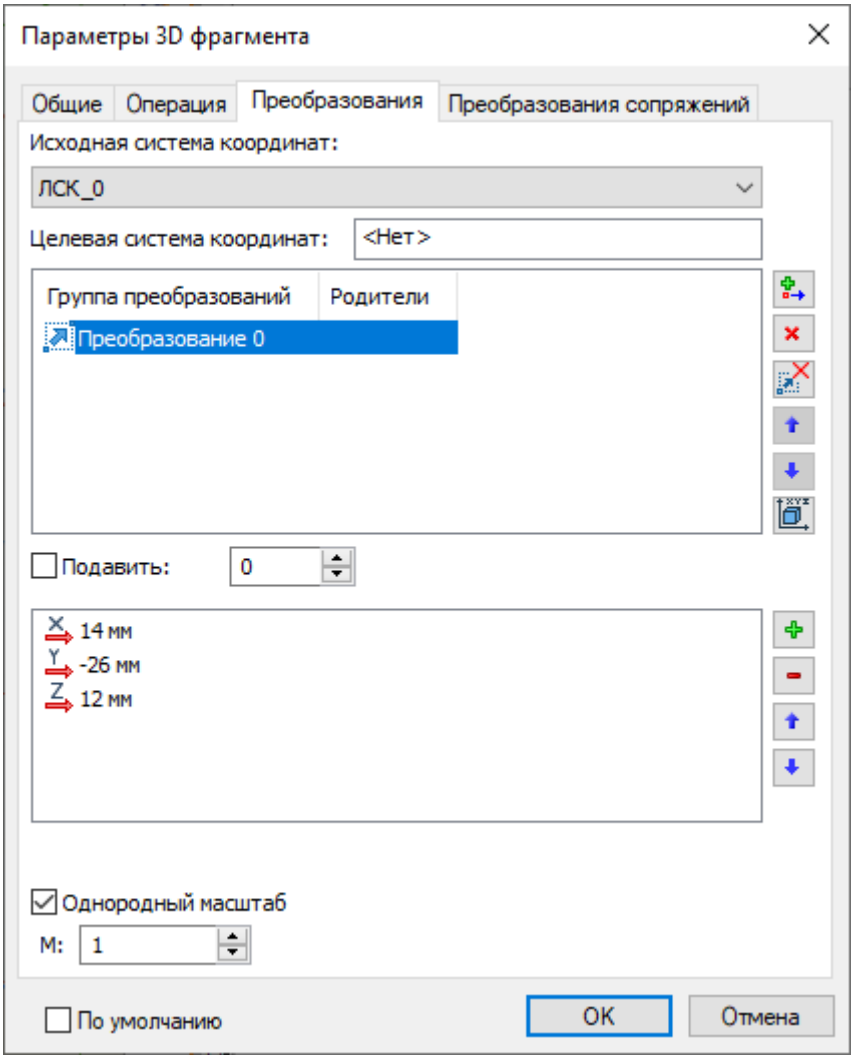
Копировать вместе со сборкой. Если этот флаг установлен, то рядом с файлом сборки создаётся папка, имеющая имя файла сборки, и в неё сохраняется файл фрагмента. Путь для фрагмента создаётся относительный.

Не использовать параметризацию. При установленном флаге изменить внешние переменные фрагмента нельзя. Окно Переменные не вызывается из контекстного меню фрагмента и не появляется при его редактировании.

Скрывать коннекторы. При установленном флаге коннекторы фрагмента не показываются в 3D сцене и в дереве модели.

Не показывать системы координат в дереве модели. При включенном флаг внешние системы координат фрагмента отображаются в 3D сцене, но не видны в дереве модели.

Преобразования



На закладке **Преобразования** можно работать со списком всех геометрических преобразований, примененных к данной операции 3D фрагмента.
Среди них могут быть:

- дополнительные преобразования, заданные при создании или редактировании 3D фрагмента;
- преобразования, заданные в команде Преобразование элементов;
- преобразования для режима Разборка;
- специфические служебные преобразования для выполнения функций привязки 3D фрагмента.

Любое преобразование может быть применено либо постоянно, либо только в специальном режиме разборки изделия. Этим управляет соответствующий флажок в настройках каждого преобразования.
В 3D фрагментах и Деталях существует особые виды преобразования типа **Привязка**. Оно служит не для того, чтобы как-то трансформировать в пространстве тело 3D фрагмента, а только для управления наличием привязки по системам координат. Это преобразование создаётся системой автоматически при вставке каждого 3D фрагмента. Его название, зависит от типа привязки 3D фрагмента:

- **Привязка по ЛСК фрагмента** - преобразование, управляющее привязкой 3D фрагмента, если в качестве исходной системы координат использовалась ЛСК фрагмента.

- **Привязка по ЛСК сборки** - преобразование, управляющее привязкой 3D фрагмента, если в качестве исходной системы координат была создана в прозрачном режиме новая система координат при вставке 3D фрагмента.
- **Привязка по РП** - преобразование, управляющее привязкой 3D фрагмента, если используется способ привязки по 2D фрагменту (планировка).

При подавлении преобразования, управляющего привязкой 3D фрагмента, модель фрагмента позиционируется в сцене совмещением глобальной системы координат 3D фрагмента и глобальной системы координат сборки.

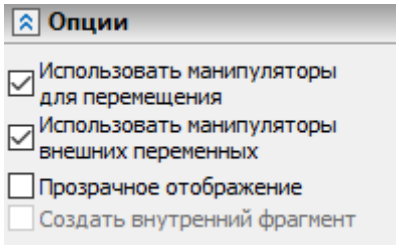
Для выключения любого преобразования нужно установить флажок **Подавить** в его параметрах. Рядом с флажком есть поле, куда можно вводить цифры или записывать числовые переменные. Если в поле введено значение, отличное от 0, то преобразование становится подавленным.
У 3D фрагментов существует еще один специализированный вид преобразования, служащий для автоматического переноса данных разборки 3D фрагмента из параметров его исходной системы координат. В специальной главе про локальные системы координат написано, что если планируется использовать данную ЛСК в качестве исходной при привязке 3D фрагмента, то в её параметрах можно сразу задать необходимые преобразования перемещения-поворота для разборки. Это преобразование называется **Преобразование разборки с исходной ЛСК**. Оно появляется только тогда, когда у исходной ЛСК 3D фрагмента действительно были заданы такие параметры. Данное преобразование нельзя никак изменять.
Флажок **Применять разборку базовых элементов** позволяет производить разборку данного 3D фрагмента относительно его точки привязки с учетом преобразований разборки базовых элементов. Базовыми элементами могут являться другие операции 3D сцены, если они использовались для задания целевой системы координат текущего 3D фрагмента. То есть точка привязки данного 3D фрагмента дополнительно смещается на величину преобразования базового элемента.
Внизу окна расположен флаг **Однородный масштаб**, позволяющий настроить масштаб фрагмента. Если данный флаг установлен (по умолчанию), то отображается одно поле **M** для задания числового значения масштаба фрагмента, которое применяется одновременно по всем осям. Если флаг снять, то вместо вышеупомянутого поля отображаются три поля **X, Y и Z** для задания отдельных значений масштаба фрагмента по каждой оси.

См. также:

- Параметры 2D фрагмента

Опции вставки 3D фрагмента

При вставке и редактировании фрагмента в окне параметров доступны следующие опции:



- **Использовать манипуляторы для перемещения**. При установленном флаге отображается манипулятор ЛСК, который удобно использовать для изменения положения фрагмента в сборке. Значения перемещений записываются в параметры секции **Преобразования**.
- **Использовать манипуляторы внешних переменных**. Если флаг установлен, то при редактировании фрагмента отображаются манипуляторы внешних переменных, созданные в файле фрагмента.

- **Прозрачное отображение**. При установленном флаге в командах создания и редактирования фрагмент отображается в рёберном виде.
- **Создать внутренний фрагмент**. При установленном флаге фрагмент сохраняется в файле сборки. Ссылка на фрагмент будет внутренняя.

Если вставляемый фрагмент содержит вложенные внутренние фрагменты, то флаг будет установлен автоматически, т.е. такую подсборку можно вставлять только как внутренний фрагмент.

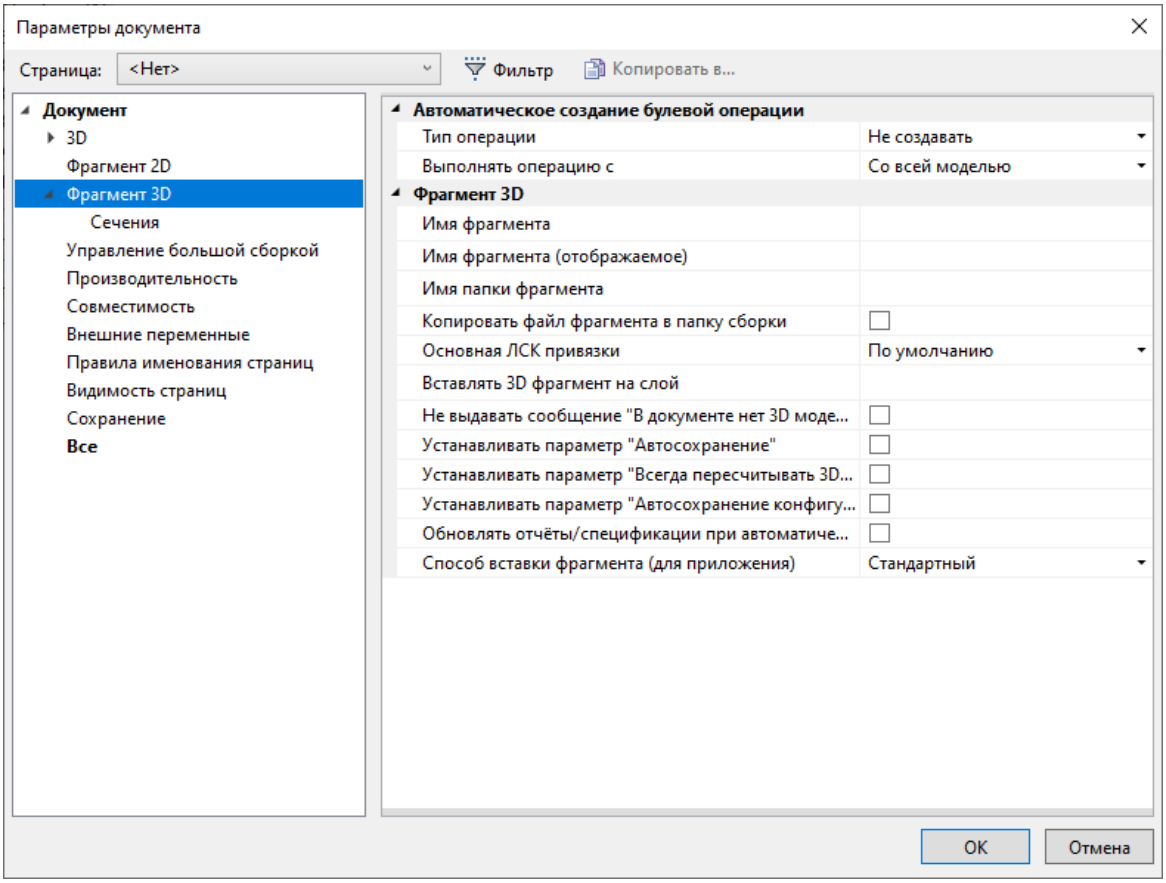
Создание внутренних фрагментов недоступно в режиме интеграции с T-FLEX DOCs.

Подготовка документа к использованию в качестве 3D фрагмента

Для каждого документа T-FLEX CAD можно заранее выполнить необходимые настройки, которые в определённых ситуациях облегчат работу с этим документом при использовании его в сборочных 3D моделях в качестве 3D фрагмента.

Настройка параметров документа фрагмента

В диалоге команды Параметры документа на закладке **Фрагмент 3D** можно указать **имя** и **папку** сохранения файла фрагмента при его вставке в сборку, **способ вставки** и **основную ЛСК привязки**, слой в сборке, на который будет автоматически помещён данный фрагмент; установить **исходную систему координат по умолчанию**, настроить **параметры для автоматической булевой операции.**



Автоматическое создание булевой операции

При нанесении 3D фрагмента можно **автоматически создать булеву операцию** заданного типа. В качестве первого операнда будет использоваться выбранное тело сборки, а в качестве второго – одно из тел 3D фрагмента, или все тела фрагмента сразу. Настройка автоматической булевой операции осуществляется при помощи нескольких параметров:

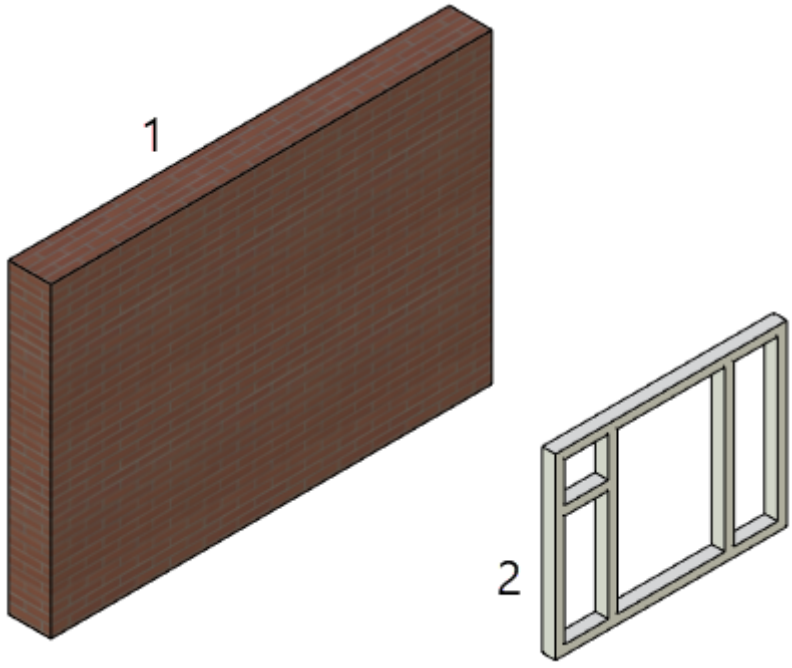
Тип операции. Данный параметр задаёт тип булевой операции (сложение, вычитание, пересечение), которая будет создаваться при вставке фрагмента в сборочную модель. Тип можно выбрать из списка.

Выполнять операцию с:

- **Со всей моделью**. Если выбран данный параметр, то в качестве операнда булевой операции используется вся трёхмерная модель фрагмента.
- **С отдельной операцией**. При выборе этого параметра булева операция будет создаваться только с одной отдельной операцией фрагмента. Конкретную операцию можно выбрать из списка всех существующих операций.

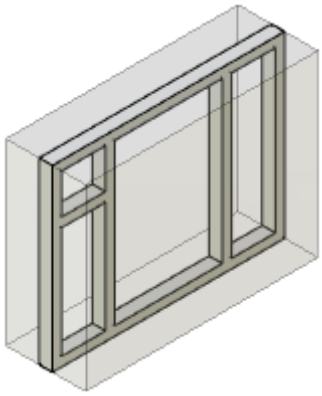
В том случае, если необходимо для булевой операции использовать тело, невидимое при работе с документом 3D фрагмента, можно помещать его на специальный слой, помеченный как **Видимый только при вставке в сборку.**

Рассмотрим на примере применение автоматического создания булевой операции при вставке фрагмента. Пусть есть 3D модель стены дома, в которую необходимо вставить окно в качестве 3D фрагмента.

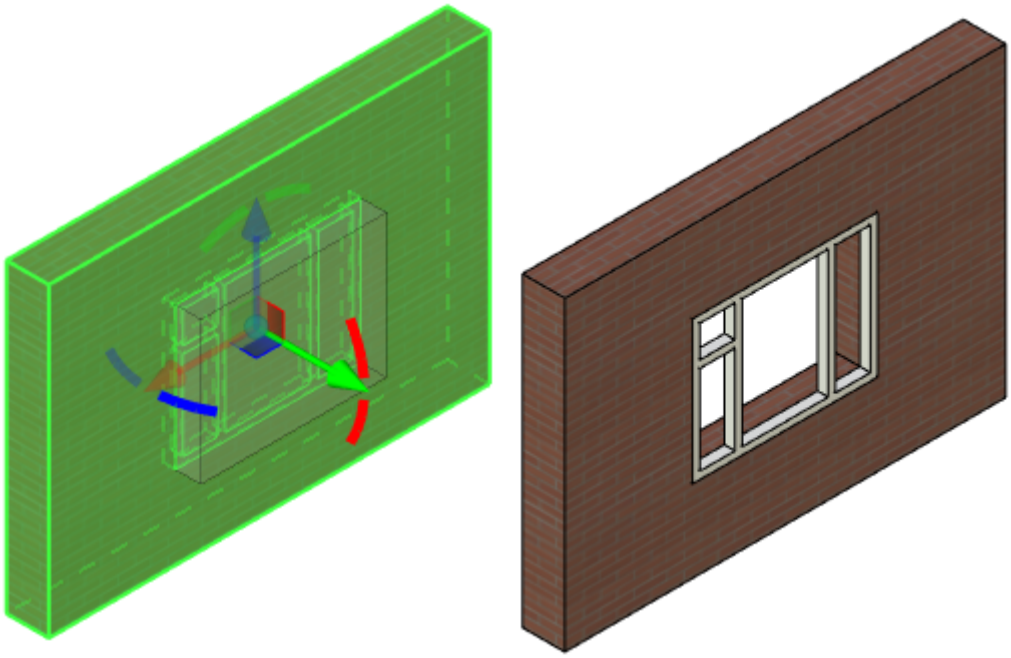


1. Модель стены дома
2. Модель окна в отдельном фрагменте

Для этого модель окна необходимо построить определённым образом. Нужно специально создать тело-параллелепипед поверх окна, по которому будет вырезан проём в стене для вставки окна.



Затем необходимо открыть параметры документа, закладку **Фрагмент 3D** (см. выше). Установите **Тип операции** – **Вычитание**, **Выполнять операцию с** – **операция создания тела-параллелепипеда** (например, Выталкивание_2).
Затем нужно перейти во фрагмент с моделью стены дома, вызвать команду вставки фрагмента, вставить фрагмент окна в необходимое место и нажать .



В результате вставленный фрагмент окна будет вычтен из модели стены дома.

Фрагмент 3D

Имя фрагмента. Параметр задаёт имя, с которым будет отображаться фрагмент в дереве модели сборки в формате **Имя_1 (3D Деталь 1.grb)**.
Имя фрагмента (отображаемое). Параметр задаёт имя, с которым будет отображаться фрагмент в дереве модели сборки в формате **Имя_1**. Имя фрагмента может быть заданно переменной, например - **{a}**. При вставке такого фрагмента в сборку его имя может быть разным в зависимости от значения переменной.
Имя папки фрагмента. Параметр задаёт имя папки, в которую будет помещаться фрагмент в дереве модели сборки.

Имя фрагмента и имя папки считываются из файла фрагмента только при создании нового фрагмента. Если значения этих параметров изменить, то при обновлении фрагмента в сборке имя и папка останутся прежними.

Способ вставки фрагмента (для приложения). Из выпадающего списка можно выбрать один из вариантов:

- Стандартный. При вставке в сборку перемещение фрагмента возможно только при помощи манипулятора ЛСК (динамическое перемещение отключено);
- **Крепёж**. При вставке в сборку фрагмент динамически перемещается за курсором мыши;
- **3D расстановка**. Этот способ вставки предназначен для быстрого создания расстановки в 3D сцене. В файле фрагменты должны быть созданы специальные привязки к полу, стенам, потолку, горизонтальным поверхностям. Привязки определяются посредством коннекторов с определёнными параметрами;
- **По трём точкам**. При вставке фрагмента он может быть привязан к выбранным в сцене точкам. Фрагмент изменяет свой размер в зависимости от расстояния между этими точками.
- **Smart fragment (макрос)**. Данный способ вставки предназначен для параметрических фрагментов, сценарий вставки которых описан в программе (макросе), хранящейся непосредственно в файле данного фрагмента или во внешнем модуле (DLL). При вставке файла в качестве фрагмента будет выполняться заданный пользователем макрос.

Основная ЛСК привязки выбирается из списка. В списке присутствуют все локальные системы координат модели, у которых установлен параметр **Использовать для привязки фрагмента**. При вставке этого документа в качестве 3D фрагмента, указанная система координат будет автоматически предложена в качестве исходной.

В параметров подготовленной системы координат при необходимости можно установить разрешённые степени свободы, которые обеспечат правильное поведение данного 3D фрагмента в сборке в режиме перемещения сопряжённых элементов (см. главу Сопряжения и степени свободы).

Для несложных деталей, которые удобно вставлять в сборку в **режиме динамической привязки**, можно включить данный режим по умолчанию.

Вставлять 3D фрагмент на слой. Параметр задаёт имя слоя, на который будет помещён фрагмент при его вставке в сборку. Если в документе фрагмента установлен параметр «Вставлять на слой», а при вставке фрагмента в сборку такого слоя нет, то по запросу такой слой создаётся автоматически.

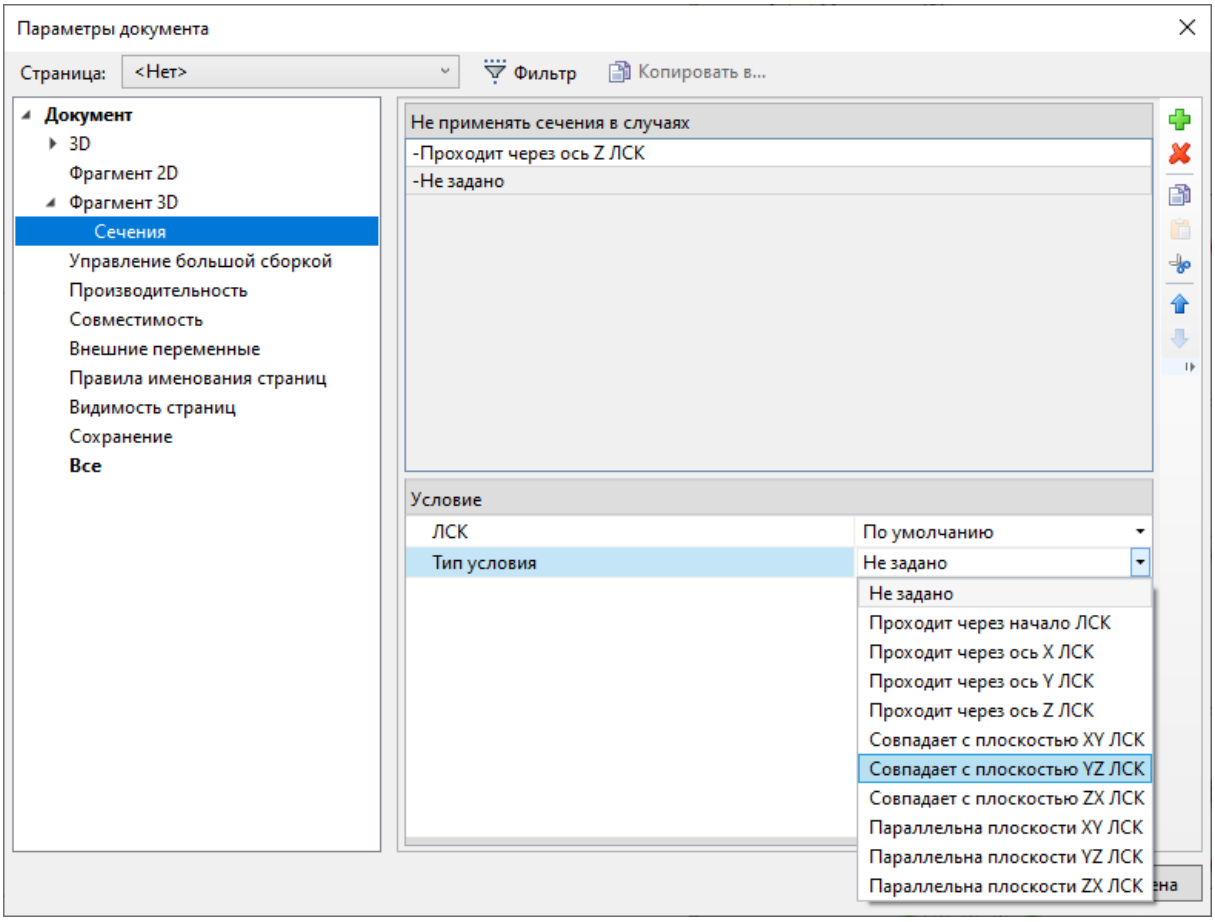
Не выдавать сообщение «В документе нет 3D модели». По умолчанию данный параметр отключён. В этом случае система не допускает вставки в 3D сборку фрагмента, в котором отсутствует или подавлена 3D модель. В качестве комментария выдаётся соответствующее сообщение в окне диагностики. При установленном флажке система позволяет вставку «пустого» фрагмента, не выдавая никаких сообщений.

На закладке **Сечения** можно задать условия для **разрезов и сечений на 2D проекциях**:

Группа **Не применять сечение в случаях** позволяет указать условия, при которых данный фрагмент не будет рассекаться при создании проекций сборочных моделей.

Для некоторых моделей (будущих деталей-компонентов сборочного документа) удобно заранее установить такие настройки, которые не позволят включать эти детали в число разрезаемых при создании проекций-разрезов для сборочных чертежей. Например, при создании моделей болтов заранее известно, что на определённых видах-разрезах они не должны быть разрезаны. Чтобы исключить кропотливую ручную настройку 2D проекции при работе со сборками, имеющими в своём составе такие детали, сделана эта опция.

Для создания нового условия нужно использовать кнопку +. Появится дополнительный раздел **Условие применения сечения**, в котором из списков выбираются условия и имя ЛСК.



Условия формируются по отношению к предполагаемой исходной ЛСК фрагмента, существующей на данный момент в документе будущего 3D фрагмента. К примеру, деталь может не рассекаться, если плоскость сечения проходит через указанную ось исходной ЛСК, совпадает с одной из главных плоскостей ЛСК и т.д.

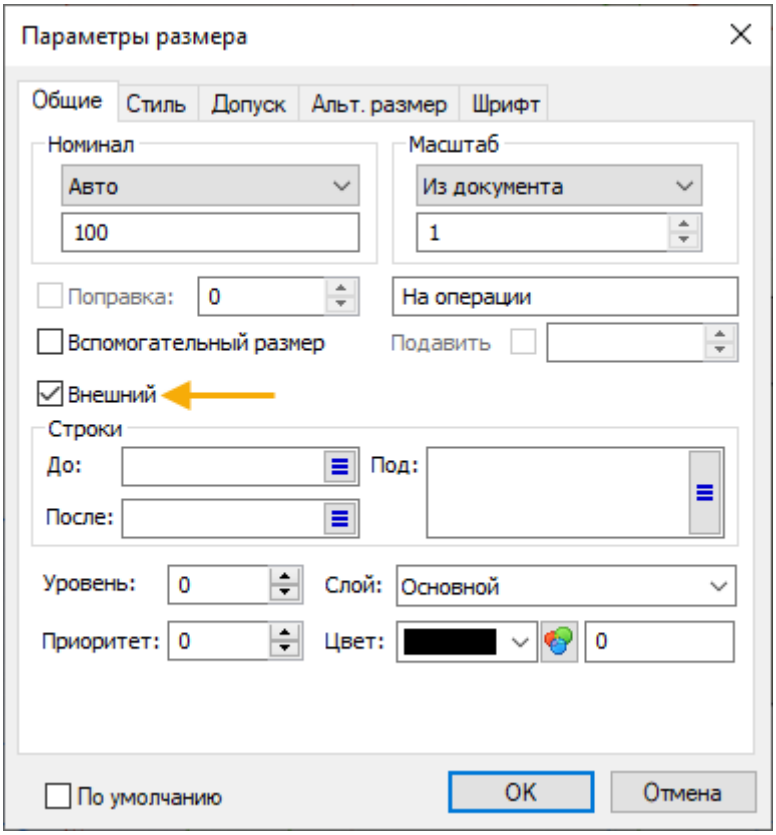
Задание переменных сборки

Для каждой внешней переменной текущего документа можно назначить имя переменной сборки. Это делается в том случае, если внешняя переменная, например, отвечает за типовой параметр (например, диаметр), и имя переменной сборки заранее известно (например, D). При нанесении данного документа в качестве фрагмента это имя переменной сборки (если эта переменная в сборке имеется) будет автоматически подставляться в качестве значения для переменной фрагмента в диалоге задания значений внешних переменных.

Задать имя переменной сборки можно в редакторе переменных. Более подробную информацию смотрите в разделе Редактор переменных.

Использование размеров фрагментов в сборках

3D размеры, проставленные внутри документа фрагмента, можно «поднимать» в сборку. Для этого в окне параметров команды создания/редактирования размера, на закладке **Общие**, необходимо включить флажок **Внешний**.



Размеры, поднятые в 3D в сборку из фрагментов, можно использовать в двух целях:

- Как **декоративные** – они показывают номинал размера;
- Как **управляющие** – такие размеры используются для задания значений внешних переменных фрагмента путём редактирования их номинала. Для этого в параметрах размера нужно установить тип номинала **Вручную**, а в поле выражения записать имя внешней переменной. Редактирование значения такого размера в сборке будет доступно как при запущенной команде редактирования 3D фрагмента, так и по привычной схеме изменения управляющих размеров в команде **Размер**.

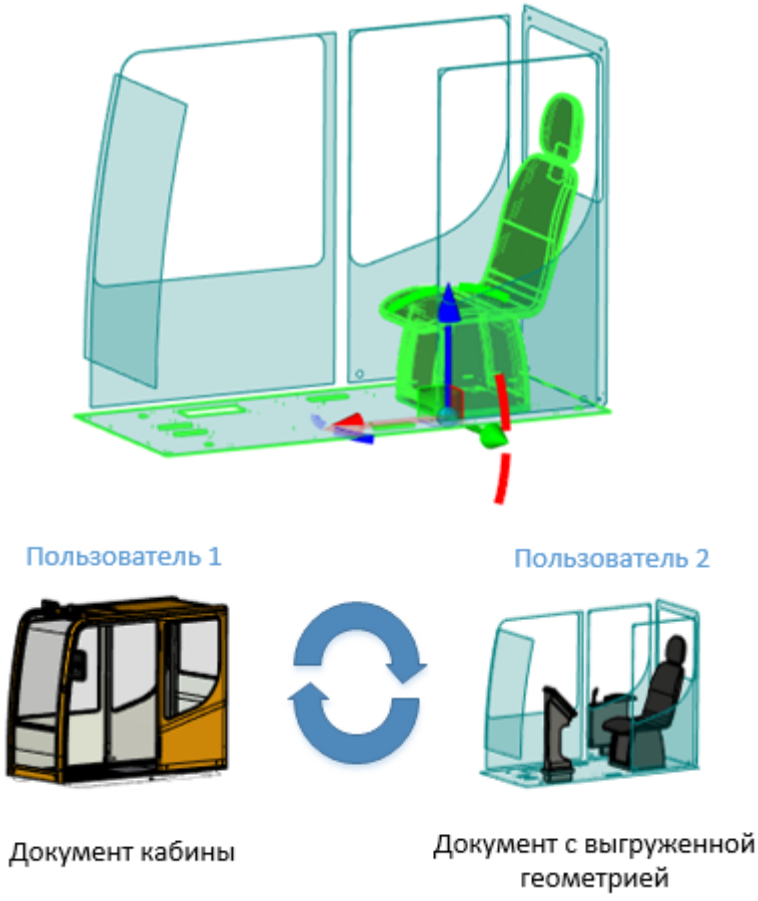
Проектирование 3D сборок «Сверху вниз»

При проектировании «Сверху вниз», детали можно создавать в сборке на основе геометрии других деталей в сборке. В этом заключается принципиальное отличие от проектирования «Снизу вверх», когда детали редактируются отдельно, независимо от других деталей в сборке, и то, как детали в сборке будут контактировать друг с другом, мы увидим только после завершения редактирования детали и обновления сборки. При проектировании «Сверху вниз» сборка определяет габариты, положение и контактирующие элементы входящих в неё деталей и подсборок, а значит при проектировании «Сверху вниз» необходимо обеспечить связь сверху вниз: связь между сборкой и фрагментами сборки. Связь между сборкой и фрагментами сборки осуществляется при помощи ссылочных элементов. Ссылочный элемент заимствует геометрию из сборки в деталь. Ссылочный элемент может заимствовать как основные элементы модели, так и топологические элементы. Контроль связи фрагментов между собой и со сборкой, актуальность исполнения фрагментов, навигация по сборке – осуществляется в окне Структура сборки.

Принцип проектирования «Сверху вниз» и механизм работы ссылочных элементов позволяет решить задачи, возникающие при разработке сложных сборок. Например, пользователь может заимствовать геометрию элементов с вышестоящих фрагментов в структуре сборки, либо с фрагментов, расположенных в «параллельных» подсборках. Пользователь может в любой момент

получить изменения выгруженной геометрии из исходного документа или обновить исходный документ в соответствии с изменениями в выгруженном файле.
Благодаря механизму ссылочных элементов появляется возможность эффективной работы в команде, где каждый пользователь выполняет свою задачу. Например, при проектировании кабины экскаватора, корпусные детали кабины разрабатывается одним пользователем, и у других пользователей нет доступа к этому файлу. Необходимые элементы корпуса кабины могут быть выгружены в отдельный файл, чтобы несколько пользователей могли работать параллельно.

На основе выгруженных элементов другой пользователь может располагать в кабине оборудование, имея полные данные о текущих габаритах кабины. При этом можно осуществлять привязку к выгруженной геометрии и обновлять выгруженную геометрию в соответствии с изменениями в исходном файле кабины, и затем передавать изменения, сделанные в кабине в общую сборку.



Метод проектирования «Сверху вниз» нельзя считать пригодным абсолютно для всех случаев проектирования сборок. У него существует ряд недостатков, которые несколько ограничивают его применение:

- более сложная схема организации по сравнению с методом «от детали к сборке»;
- меньшая устойчивость к топологическим изменениям 3D модели;
- детали менее удобны при использовании одной 3D модели в различных сборках;
- бОльшие требования по ресурсам компьютера.

Методы проектирования «Сверху вниз» и «Снизу вверх» можно сочетать. Метод проектирования «Снизу вверх» рационально использовать при добавлении в сборку стандартных деталей, деталей со строго заданной геометрией. Метод проектирования «Сверху вниз» предпочтительно использовать при проектировании деталей и узлов, обеспечивающих взаимосвязь и закрепление в сборке элементов конструкции, которые имеют строго заданную геометрию.

Создание элементов сборки при проектировании «Сверху вниз»

Команды для создания элементов сборки.

- 3D Фрагмент. Позволяет вставить фрагмент по ЛСК. Применяется при проектировании «Снизу вверх».
- Создать 3D фрагмент. Позволяет создать фрагмент в структуре уже существующей сборки. Применяется при проектировании «Сверху вниз».
- **Деталь** > Создать **и Деталь** > Выгрузить. Позволяет создать фрагмент на основе тела в сборке. Позволяет создать файл детали, зависящий от тела или фрагмента в сборке. Команда доступна в контекстном меню фрагмента или тела.
- Ссылочный элемент. Позволяет фрагменту заимствовать геометрию из сборки или из другого фрагмента. Ссылочные элементы осуществляют связь, на которой построен принцип проектирования «Сверху вниз». Ссылочные элементы можно создавать только в контексте сборки (за исключением внутренних ссылок для устранения рекурсий).
- **Открыть в контексте сборки:** команда доступна в контекстном меню фрагмента. И **Редактировать в контексте:** команда доступна в диалоге команды создания фрагмента (**Создать 3D фрагмент**).
- Структура сборки. Команда открывает окно **Структура сборки**. Окно необходимо для навигации по сборке и контроля изменений сборки.

Различные опции указанных команд, их сочетание при создании элементов сборки, позволяют создать сборки со сложными иерархическими взаимосвязями. Фрагменты могут по-разному зависеть как от сборки, так и от других фрагментов, можно сочетать принцип проектирования «Сверху вниз» с принципом проектирования «Снизу вверх». Типы фрагментов и варианты их связи между собой и со сборкой описаны в подразделе «Варианты связи фрагментов со сборкой при проектировании «Сверху вниз».

Два основных способа создания деталей в сборке

Рекомендуемым, и более удобным способом работы, является создание пустого файла детали при помощи команды **Создать 3D фрагмент**, и дальнейшее его наполнение геометрией с созданием ссылочных элементов в контексте сборки. В терминологии системы T-FLEX CAD, в общем случае, любая подсборка и любая деталь называются фрагментом. Поэтому говоря о создании фрагмента, мы можем говорить как о создании подсборки, так и о создании детали (если в созданный файл более не входит других деталей).

Может получиться так, что для правильной структуры сборки нужно на основе тела во фрагменте создать фрагмент. Т.е. фрагмент, в котором на данный момент находится тело – станет сборкой, а созданный фрагмент – деталью в этой сборке. Фрагмент, в котором находится тело может уже содержать другие фрагменты, т.е. уже быть сборкой. Для создания детали на основе тела во фрагменте существует набор опций команды **Деталь** > **Создать**. Это является вторым способом создания деталей при проектировании «Сверху вниз».

Основные темы в этом разделе:

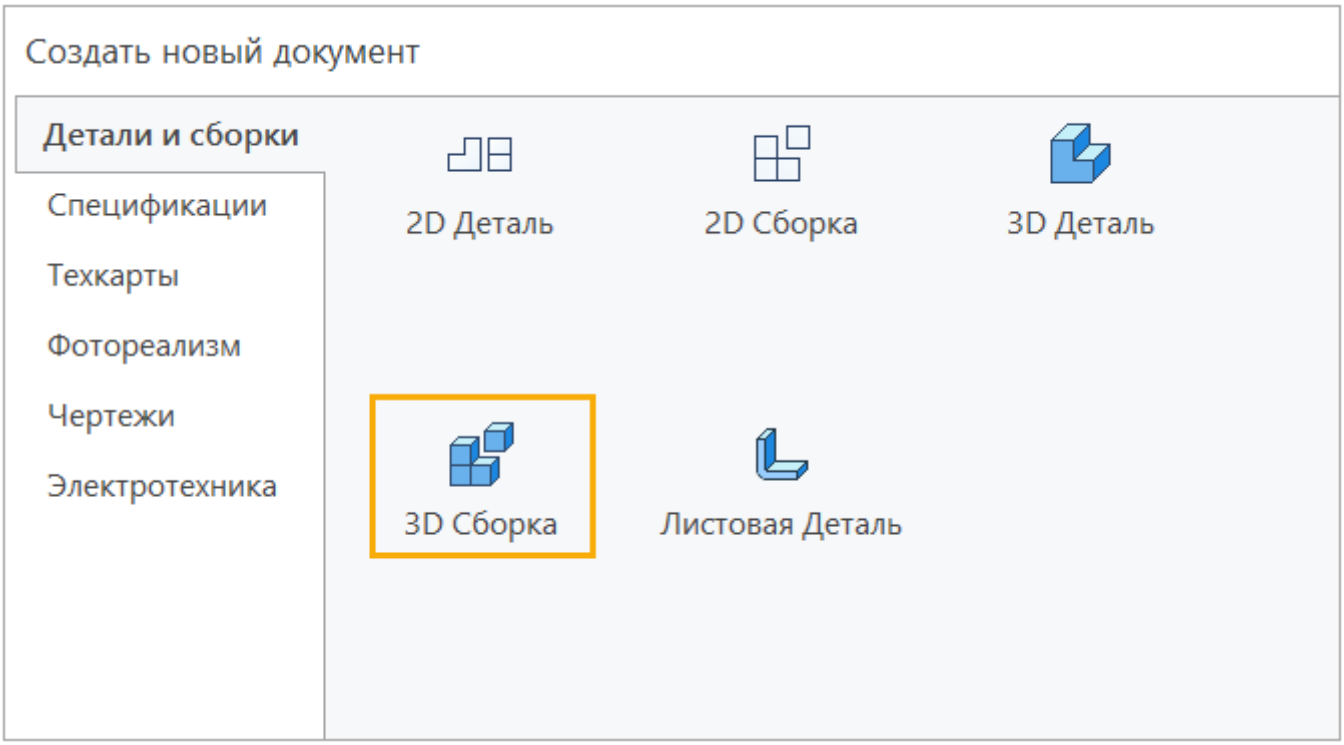
- Создание структуры 3D сборки в окне «Структура сборки»
- Создать 3D фрагмент
- Создать деталь
- Многоуровневые 3D сборки
- Создание сборочной единицы
- Работа в контексте 3D сборки
- Ссылочный элемент
- Наполнение 3D сборки геометрией
- Выгрузить деталь
- Детали не зависящие от 3D сборки
- Повторная вставка детали
- Дубликат детали
- Связь 3D фрагментов со сборкой при проектировании "Сверху вниз"

См. также:

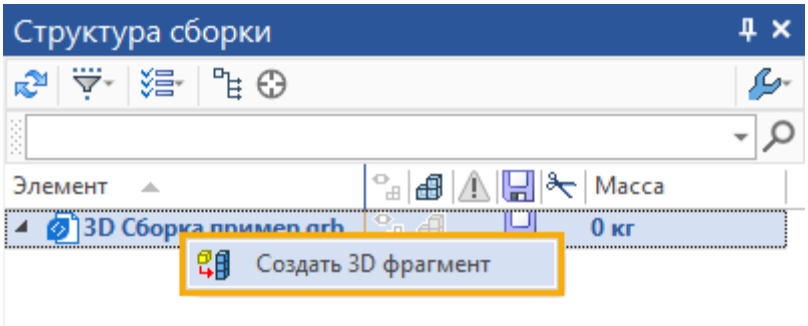
- Проектирование 2D сборок «Сверху вниз»

Создание структуры 3D сборки в окне «Структура сборки»

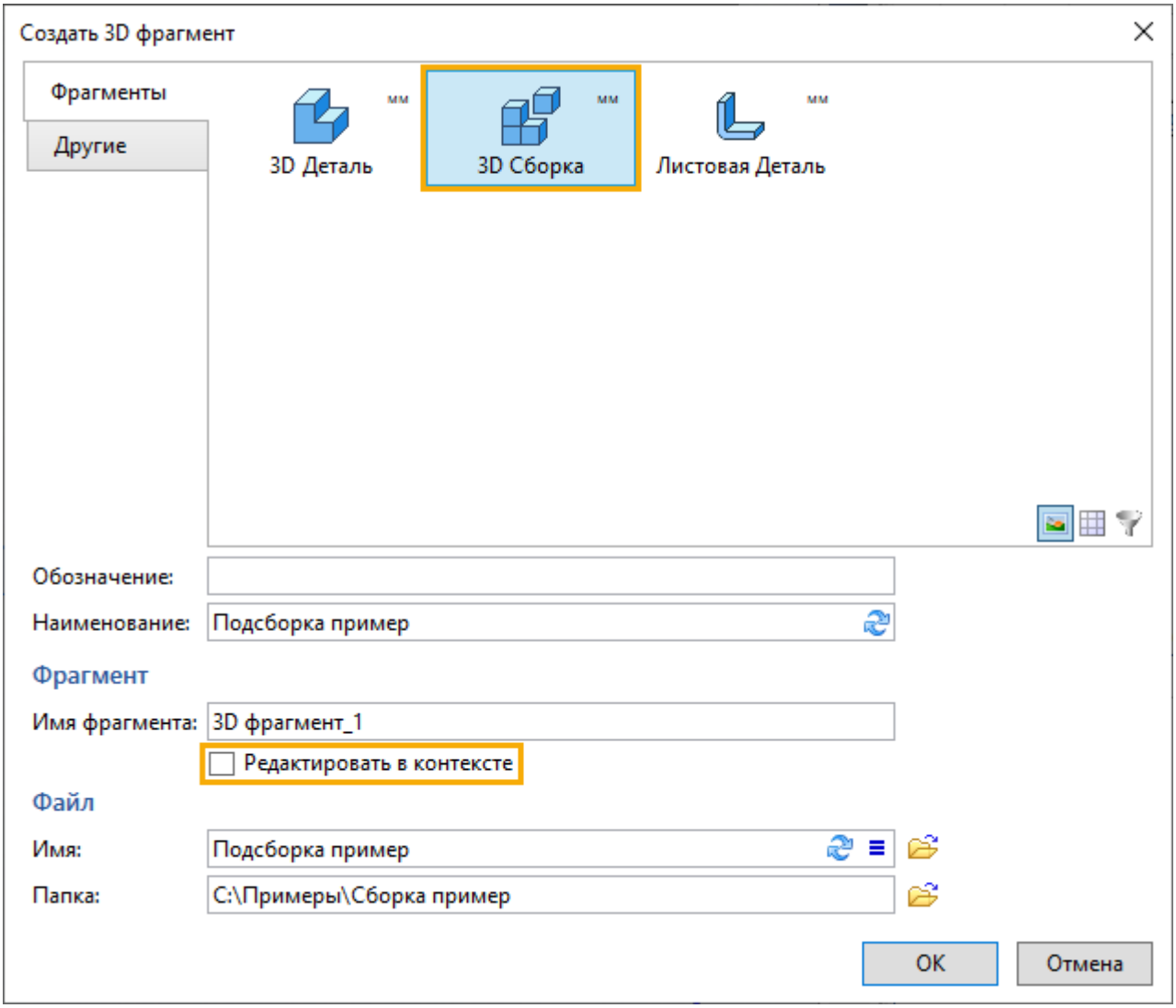
Структуру сборки можно создавать как в процессе работы, так и заранее. Рекомендуемым способом работы при проектировании «Сверху вниз» является создание структуры иерархически связанных фрагментов, и дальнейшее их редактирование, начиная от фрагментов, которые не зависят от других, переходя далее к фрагментам, которые будут построены на основе уже созданных. Понятно, что полностью угадать итоговую структуру сложно, поэтому можно сделать только некоторую её часть и дополнить структуру в процессе работы.
Чтобы создать иерархическую структуру сборки нужно создать файл сборки.



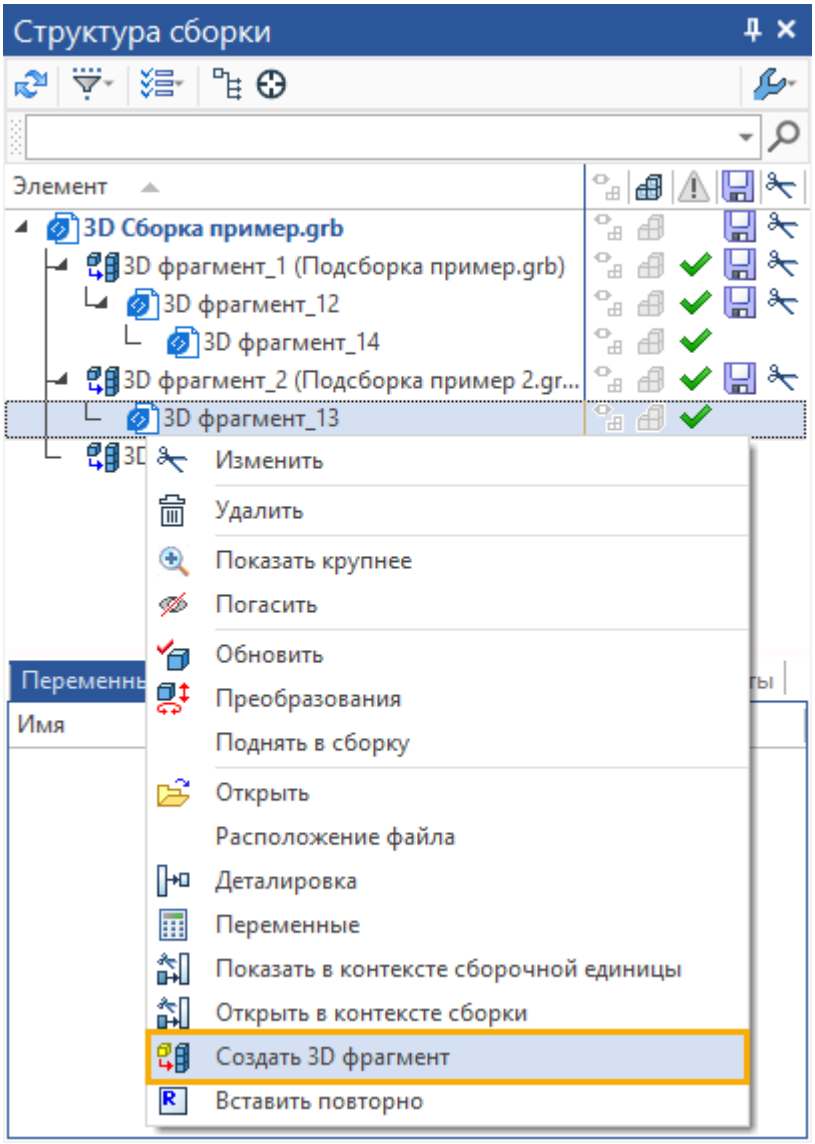
Сохранить файл сборки. Открыть окно Структура сборки.
Далее в окне **Структура сборки** вызвать контекстное меню для созданного файла.



Выбрать команду Создать 3D фрагмент. В появившемся диалоге указать наименование, и не ставить опцию редактирования в контексте, т.к. сначала нужно создать структуру сборки. Отредактировать фрагменты как в контексте, так и не в контексте сборки, можно будет позже, когда пользователь перейдёт уже непосредственно к проектированию. После завершения работы с диалогом создания фрагмента файл фрагмента будет сохранён в указанной папке. По умолчанию файл нового фрагмента будет сохранён в папку, где находится файл сборки.



Работа с диалогом создания фрагмента описана ниже, в соответствующем подразделе.
По аналогии, вызывая через контекстное меню команду **Создать 3D фрагмент,** для того фрагмента, для которого мы хотим создать вложенный фрагмент, можно создать структуру любой сложности.



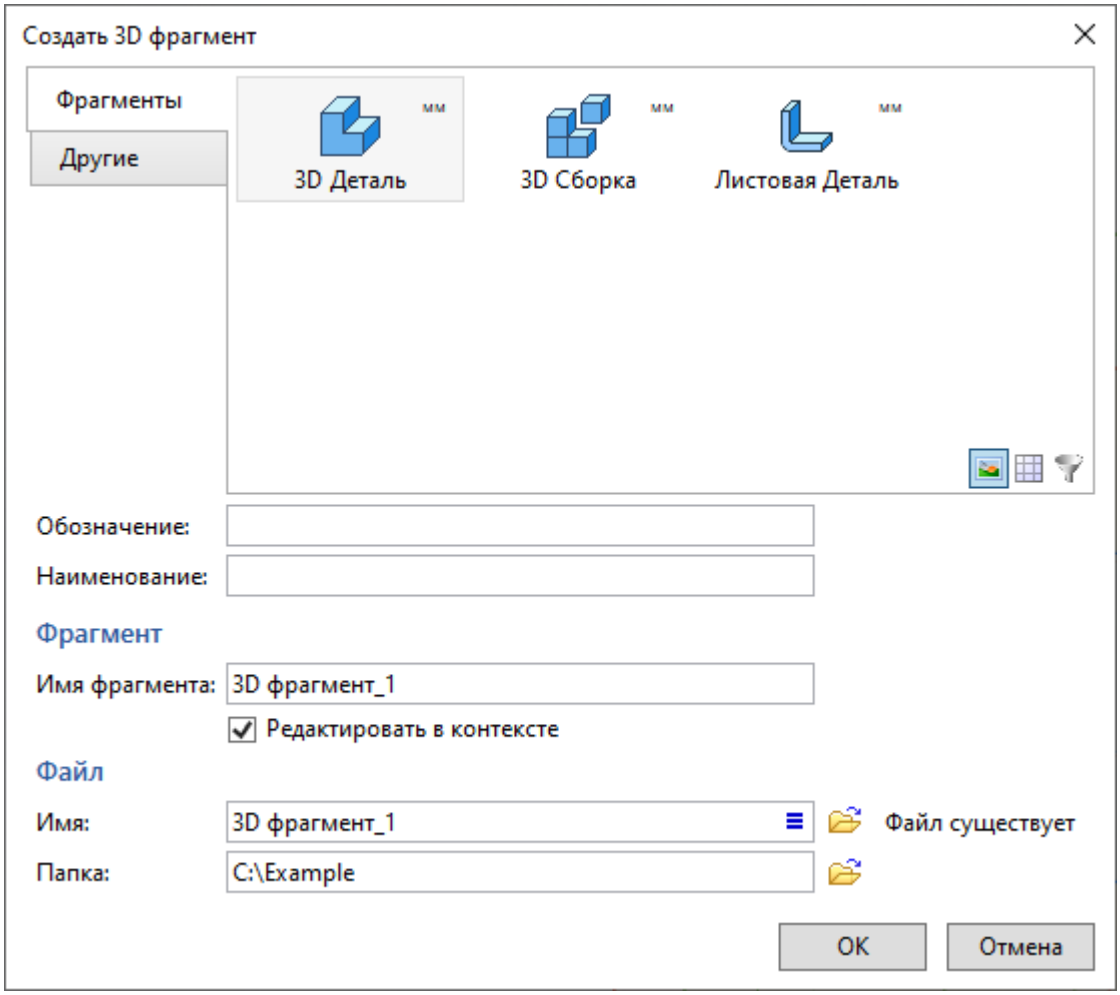
После окончания создания структуры нужно сохранить файл основной сборки, в котором мы работали, создавая структуру. Далее нужно наполнять фрагменты геометрией. Нужно это делать в контексте сборки, если мы хотим создать ссылочные элементы.

Создать 3D фрагмент

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Сборка (3D) > Сборка > Создать 3D фрагмент
Клавиатура	Текстовое меню
<FM>	Файл > Фрагмент > Создать 3D фрагмент

Команда позволяет создать новый документ и вставить его в текущий в качестве 3D фрагмента. Вставленный фрагмент затем может быть открыт в контексте сборки. Таким образом можно проектировать сборку по принципу "Сверху вниз".



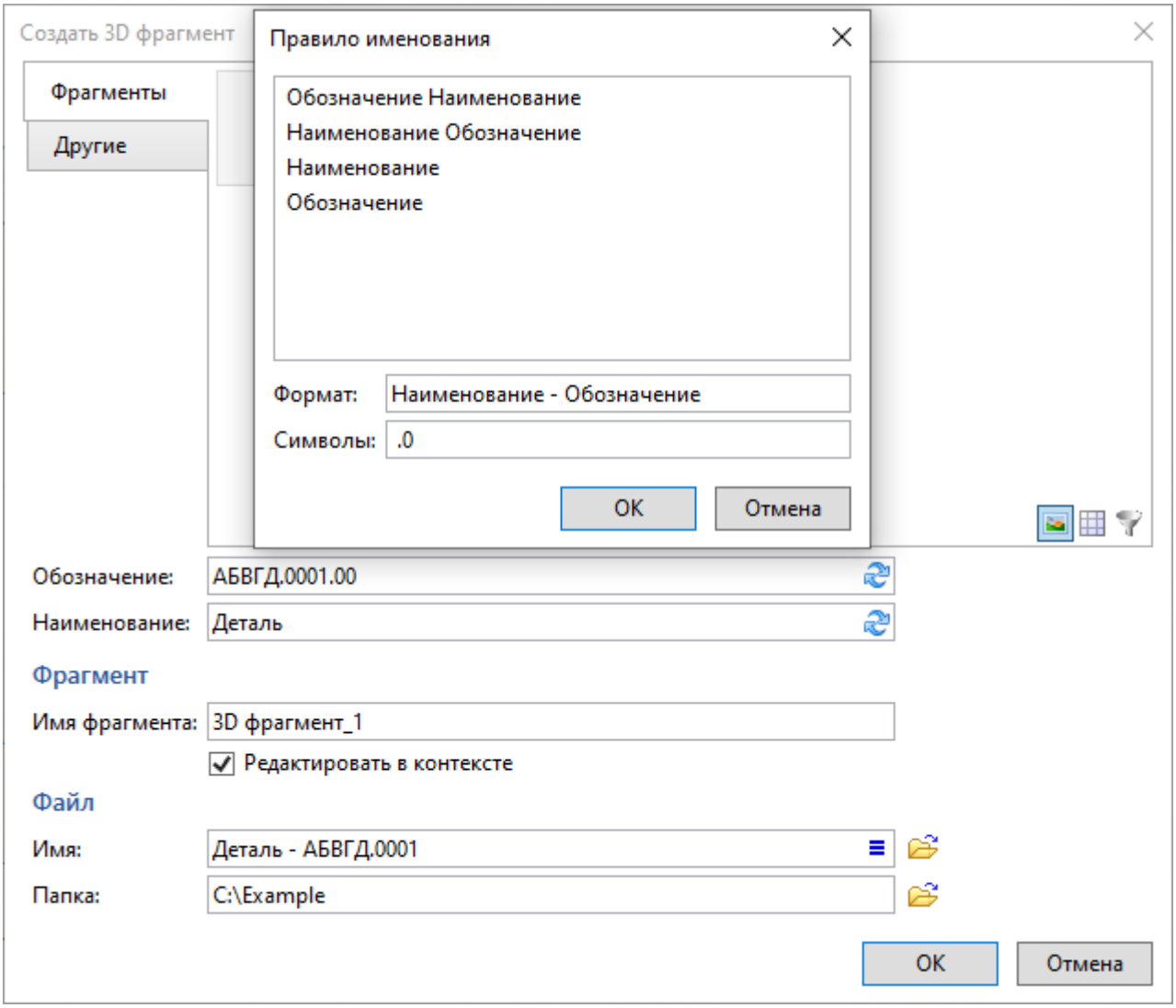
В диалоге команды необходимо выбрать желаемый прототип и нажать **OK**. Начальное содержимое и параметры создаваемого документа будут совпадать с содержимым и параметрами выбранного прототипа. При первоначальном открытии созданного документа вне контекста сборки лента переключается на ту же вкладку, что была открыта в момент сохранения прототипа.

Список прототипов, доступный в верхней части диалога, является общим для нескольких команд. Изменения, внесённые в одной из команд, влияют на содержимое списка в остальных командах. Информация о редактировании списка прототипов доступна в описании команды **Сохранить как прототип.**

В команде **Создать 3D Фрагмент** отображается не всё содержимое общего списка, а лишь две его вкладки - **Фрагменты** и **Другие.** При этом на вкладке **Фрагменты** не отображаются прототипы, имя которых начинается на **2D**.

Дополнительно, в нижней части диалога можно указать:

- **Обозначение** и **Наименование**
  Содержимое данных полей диалога будет подставлено в одноимённые поля состава изделия создаваемого документа. Если **Обозначение** и **Наименование** были указаны в составе изделия документа прототипа, то при выборе этого прототипа поля диалога будут заполнены автоматически. При необходимости их можно отредактировать вручную. Для возврата к значениям из документа прототипа используется кнопка **Обновить по выбранному прототипу** в правой части поля.
- **Имя фрагмента**
  Имя операции вставки фрагмента в текущей сборке. Если у прототипа заполнено имя фрагмента в параметрах документа, то оно будет автоматически подставлено в данное поле диалога создания фрагмента. При необходимости содержимое поля можно отредактировать вручную. Для возврата к значению из документа прототипа используется кнопка **Обновить по выбранному прототипу** в правой части поля. Если фрагмент с таким именем уже есть в текущей сборке, справа от поля **Имя фрагмента** отображается надпись **"Имя существует".**
- **Редактировать в контексте**
  Если флаг установлен, то после вставки фрагмент будет автоматически открыт в контексте текущей сборки.
- **Имя**
  Имя файла создаваемого документа. Если указаны **Обозначение** и/или **Наименование** (см. выше), то имя по умолчанию автоматически формируется на их основе. При необходимости содержимое поля можно отредактировать вручную. Для возврата к имени, автоматически сформированному на основе **Обозначения** и/или **Наименования** используется кнопка **Обновить по выбранному прототипу** в правой части поля. Формат автоматически формируемого имени можно настроить, нажав кнопку **Правило именования** в правой части поля. Кнопка вызывает диалог следующего вида:



В списке в верхней части диалога можно выбрать, в каком порядке **Обозначение** и/или **Наименование** будут использоваться в имени файла.

В поле **Формат** можно дополнительно ввести символы, предшествующие **Обозначению** и/или **Наименованию** или разделяющие их.

В поле **Символы** можно ввести символы, которые будут отброшены с конца имени.

Пример использования правила именования показан на рисунке выше.

Кнопка **Выбрать** справа от поля **Имя** открывает стандартное окно выбора файла, где можно указать файл, который будет заменён создаваемым. В этом случае поля **Имя** и **Папка** будут автоматически заполнены в соответствии с именем и расположением выбранного файла, а справа от поля **Имя** появится надпись "**Файл существует**".

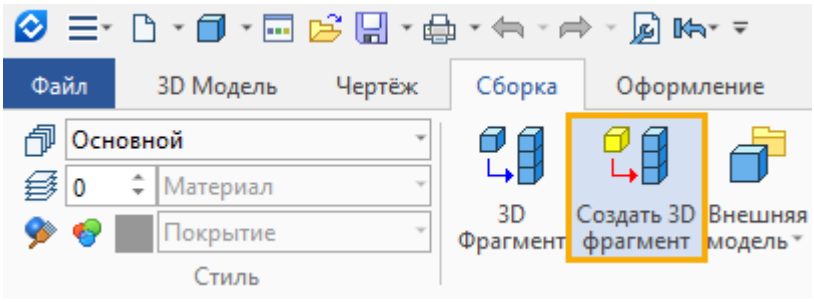
Если оставить поле **Имя** пустым, то имя создаваемого документа будет сформировано путем прибавления порядкового номера документа к имени файла прототипа (номера отсчитываются от 1 для всех документов, созданных по этому прототипу в рамках текущего сеанса работы с T-FLEX CAD).

- **Папка**

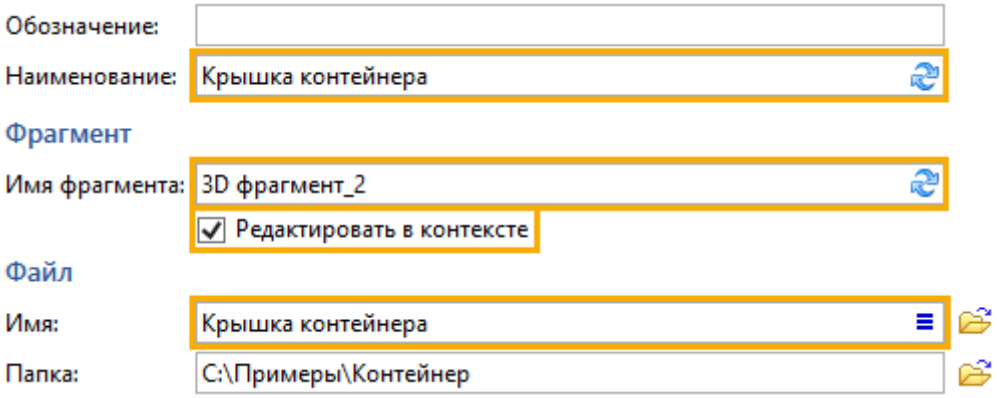
  Путь к создаваемому документу. Кнопка **Выбрать** справа от поля открывает стандартное окно выбора папки, при использовании которого поле **Папка** будет автоматически заполнено в соответствии с выбранной папкой. При вводе пути с клавиатуры, справа от поля появится надпись **Неверный путь**, а само поле подсветится красным, если указанный путь не может быть найден.

Пример использования команды при работе со сборками «Сверху вниз»

Создадим крышку для корпуса контейнера. Заходим в файл сборки «Сборка контейнера» (создание которого описано в предыдущим подразделе). Выбираем команду **Создать 3D фрагмент**.



В появившемся диалоге, если поставить флаг **Редактировать в контексте сборки**, то после сохранения файла на диск, созданный фрагмент автоматически будет открыт в контексте сборки. Тогда для построений будут доступны все элементы, которые есть в сборке на данный момент. В нашем случае будет доступна только геометрия фрагмента «Корпус контейнера», т.к. других фрагментов в сборке пока нет.

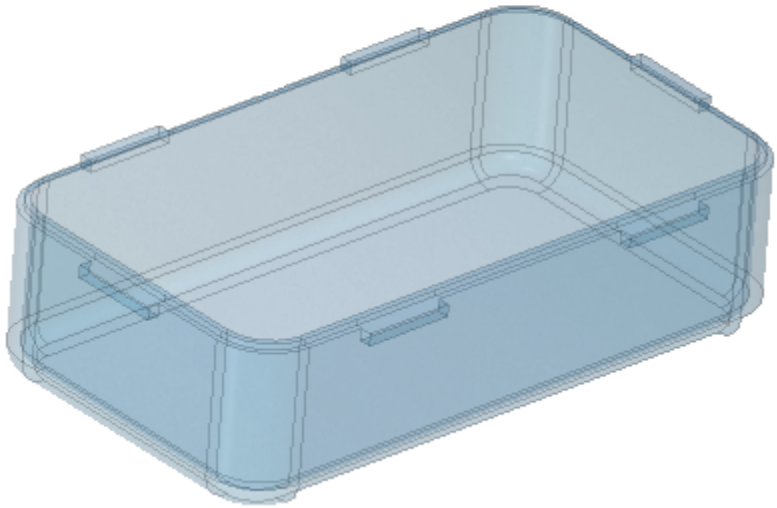


Мы хотим задать связь между корпусом и крышкой: между верхней гранью корпуса, его центрирующим ребром и ответными частями на крышке. Это нужно делать при помощи ссылочных элементов. Создавать ссылочные элементы нужно в контексте сборки – поэтому указываем флаг редактирования в контексте сборки.

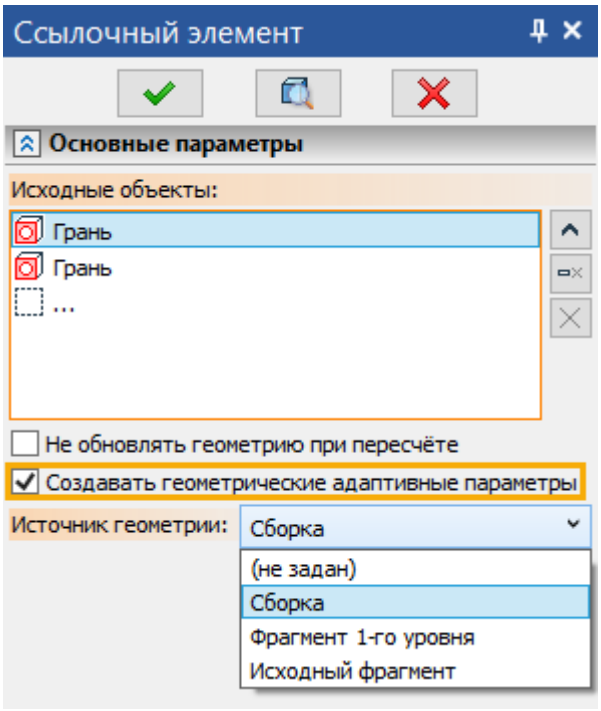
В диалоге создания фрагмента указываем наименование файла и выбираем прототип «3D Сборка», (на крышке будут спроектированы зажимы, и соответственно фрагмент станет сборочной единицей).

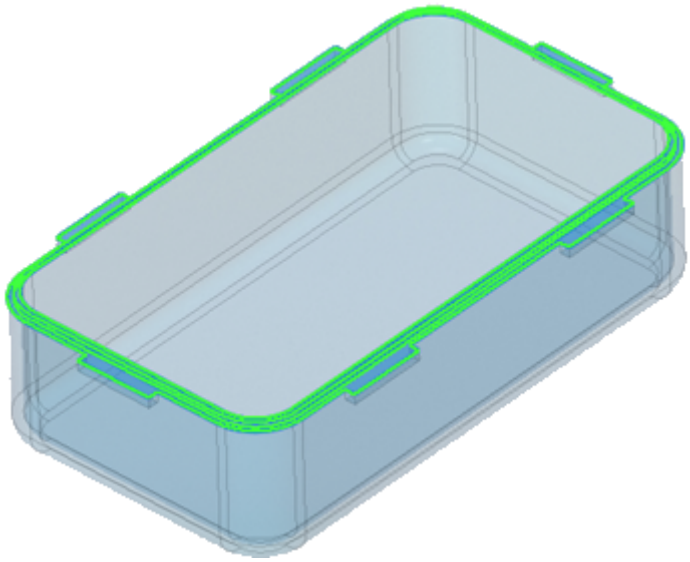
В поле имя фрагмента изменим предложенный по умолчанию вариант названия на «3D фрагмент_2», т.к. в нашем случае фрагмент крышки контейнера будет вторым в сборке. В общем случае логика наименования фрагментов в сборке остаётся за пользователем, т.к. ни на формирование структуры сборки, ни на структуру сборки имя фрагмента не влияет.

Т.к. был указан флаг **Редактировать в контексте**, то геометрия сборки станет полупрозрачной, а в верхнем правом углу 3D сцены появится специальная панель для управления основными опциями фрагмента в контексте сборки.



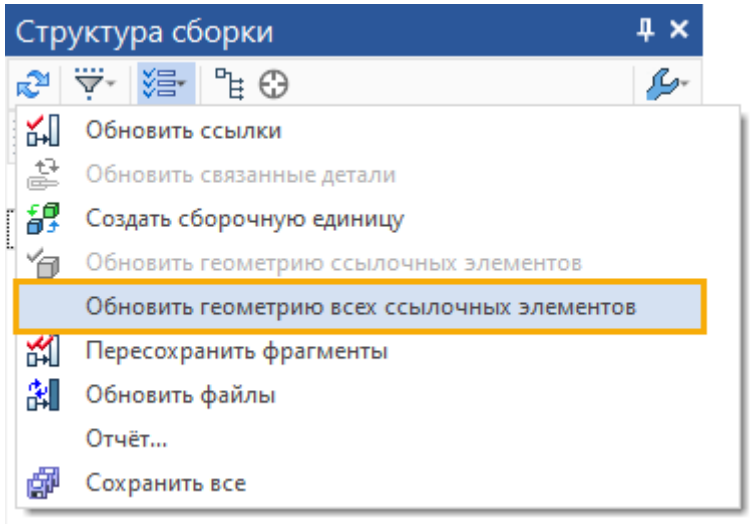
Далее вызываем команду [Ссылочный элемент](). Выбираем две грани корпуса: верхняя определяет центрирующее ребро корпуса, нижняя – поверхность на которую опирается крышка. В окне параметров команды можно увидеть перечень граней. Чтобы развернуть список ссылочных элементов, нужно нажать пиктограмму рядом с полем указывающем количество ссылочных элементов.





Флаг опции **Создавать геометрические адаптивные параметры** означает, что созданный ссылочный элемент будет помещён в геометрические параметры фрагмента, и редактируемый фрагмент станет адаптивным. Создание геометрических адаптивных параметров возможно только при указании источника геометрии в сборке.

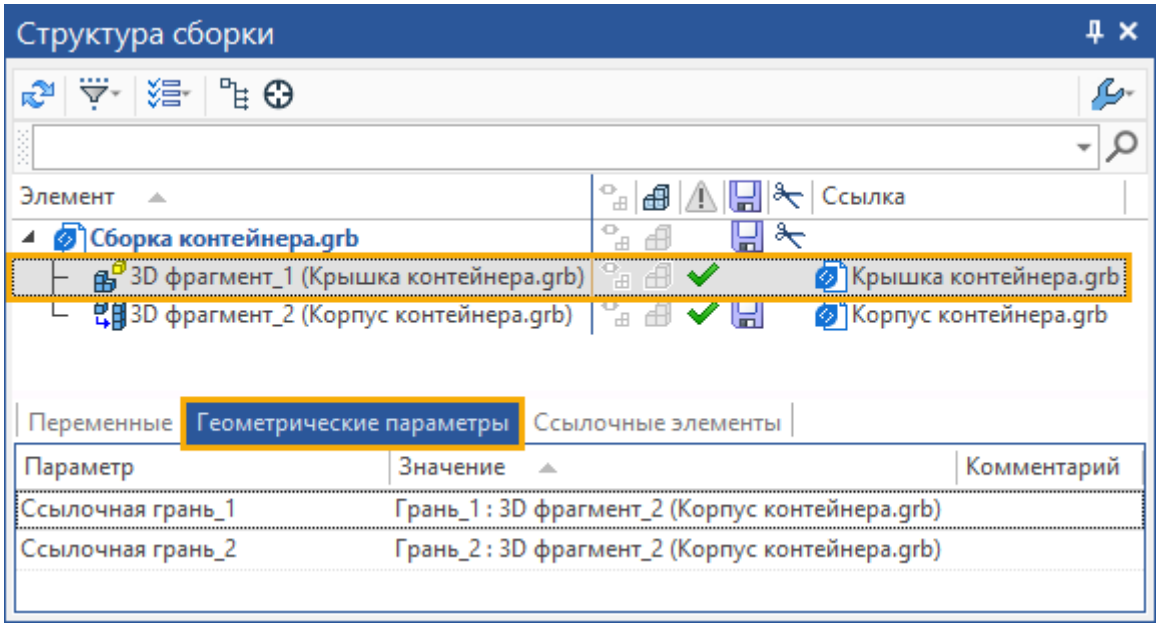
Если флаг опции **Не обновлять геометрию при пересчёте** не указывать, то ссылочные элементы будут автоматически обновлены при пересчёте ссылок из окна **Структура сборки**.



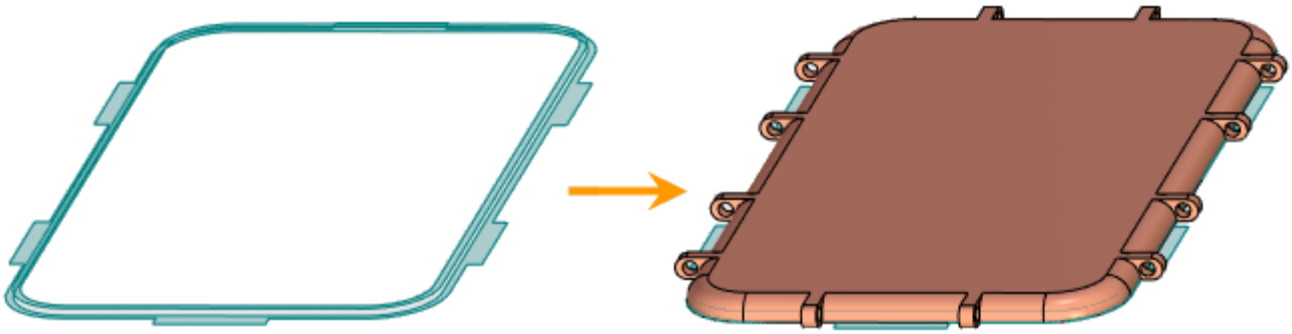
Укажем, что источник геометрии - **сборка** (подробнее о вариантах – см. подраздел Источник геометрии. Если ссылочный элемент, создан между сборкой и фрагментом первого уровня (как в данном случае, т.к. мы указали **Источник геометрии: Сборка**) ссылка по умолчанию будет являться геометрическим параметром, и при пересчёте сборки изменит фрагмент без обновления ссылочных элементов, но только в сборке. Геометрия фрагмента внутри его файла – останется без изменений пока не будет обновлена ссылка: вручную или через окно **Структура сборки**.

Нажимаем пиктограмму - выходим из редактирования фрагмента в контексте сборки с сохранением изменений в файле фрагмента.

Важно обратить внимание на окно **Структура сборки**. Фрагмент крышки контейнера адаптивный, т.к. имеет геометрические параметры, фрагмент корпуса – неадаптивный, т.к. геометрических параметров не содержит.

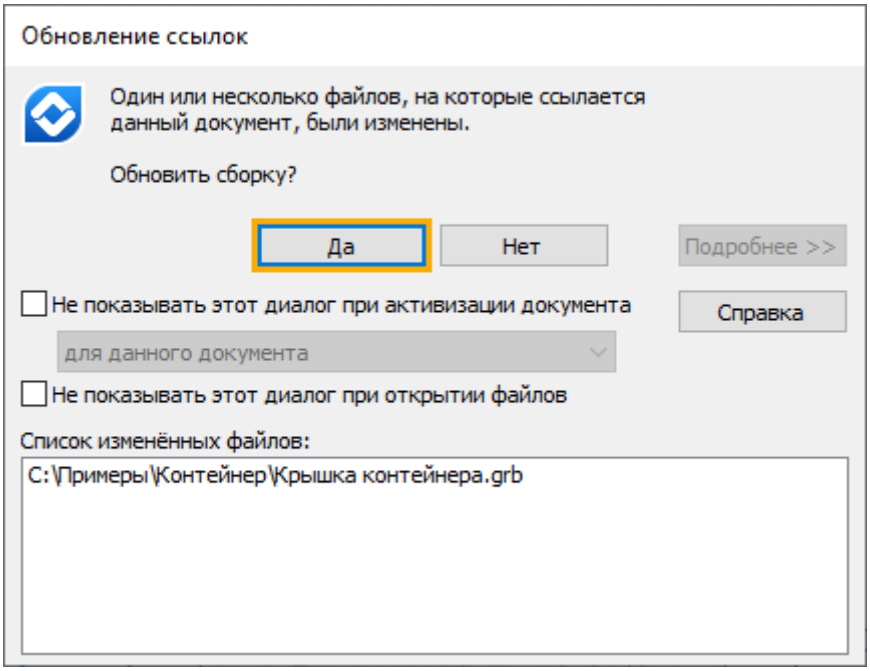


Дальнейшее построение геометрии крышки контейнера можно осуществлять как в контексте сборки так и просто открыв файл фрагмента. На основе ссылочной геометрии, нужно при помощи команд трёхмерного моделирования создать геометрию фрагмента крышки.



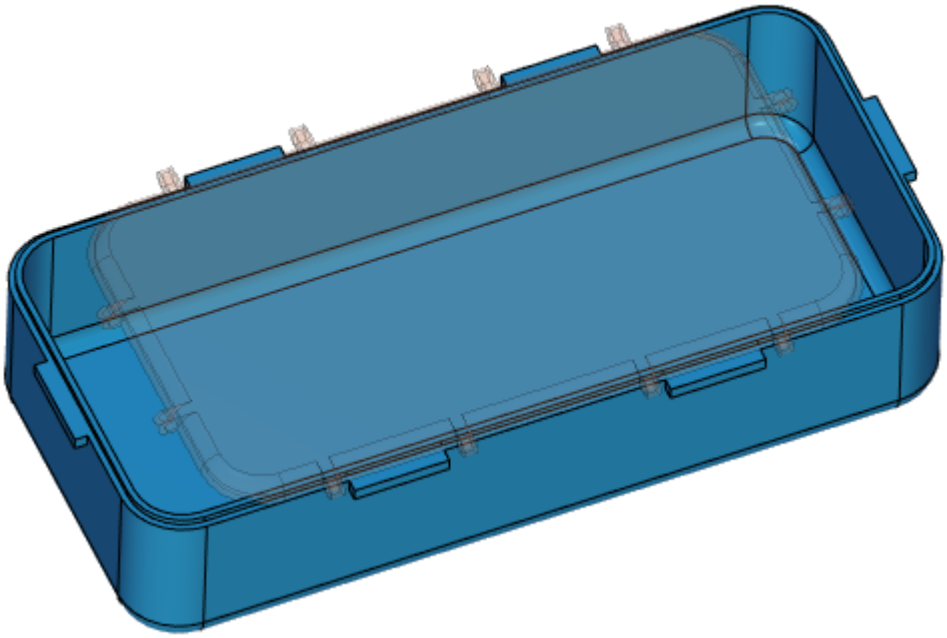
Если работа с файлом фрагмента будет осуществляться в контексте сборки, то лучше отключить опцию выбора элементов сборки (пиктограмма), чтобы не создать случайно ссылки, о которых не будем знать. После завершения построений нужно обязательно выйти из контекста сборки нажав пиктограмму .

Если создавать геометрию фрагмента не в контексте сборки, то после сохранения файла фрагмента сборку надо обновить. При открытии файла сборки – в диалоге, который появляется автоматически при изменении и сохранении фрагментов сборки, нужно указать обновление сборки.



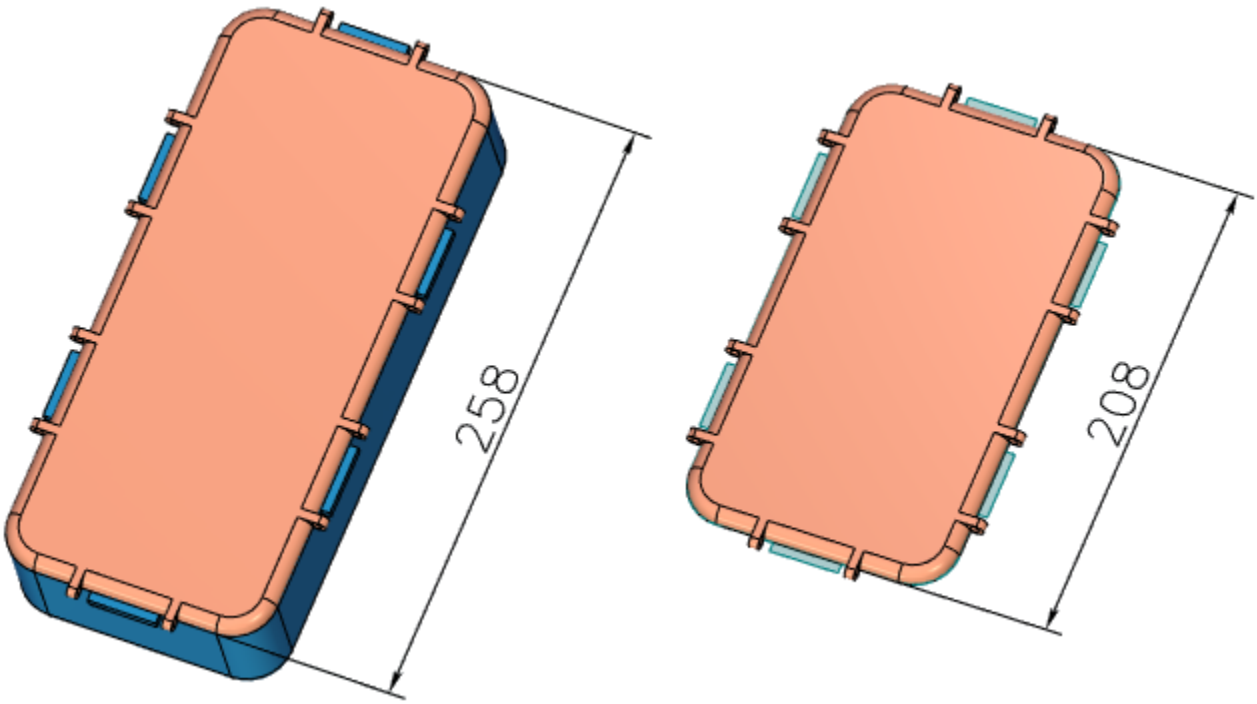
Теперь, чтобы пояснить работу ссылок и геометрических параметров изменим геометрию контейнера.

Откроем фрагмент «Корпус контейнера». Можно открыть фрагмент как в контексте сборки, так и просто открыть файл фрагмента. Откроем, для примера, в контексте сборки. Для этого в окне **Структура сборки** при помощи вызовем фрагмент. Изменим длину контейнера.

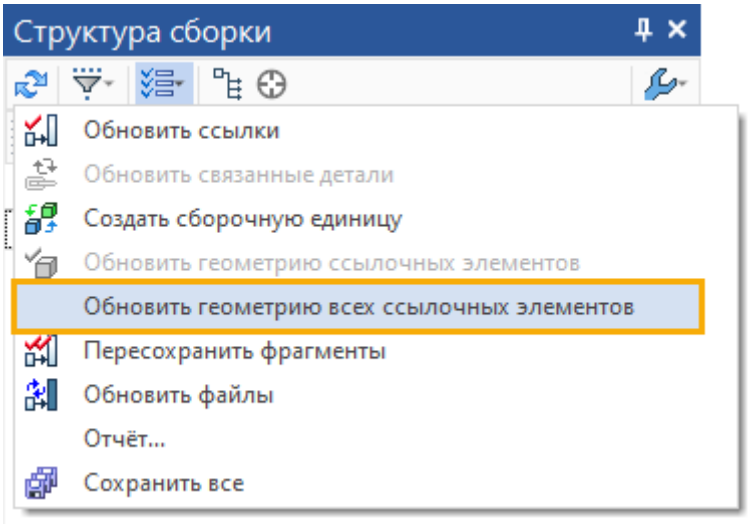


Фрагмент корпуса изменил свою длину, крышка – пока ещё нет, т.к. о сделанных изменениях сборка ещё «не знает». Только после того, как мы выйдем из контекста изменения во фрагменте корпуса будут сохранены. После выхода из контекста, мы вновь находимся в файле сборки. В файле сборки ссылка на файл корпуса автоматически обновлена, и в сборке будет уже изменённая геометрия корпуса. Фрагмент крышки автоматически изменил геометрию, и крышка контейнера точно соответствует новой геометрии корпуса: после того, как мы изменили длину корпуса контейнера – геометрия-источник адаптивных ссылочных элементов перестроилась, и в сборке для геометрических параметров фрагмента крышки было присвоено новое значение.

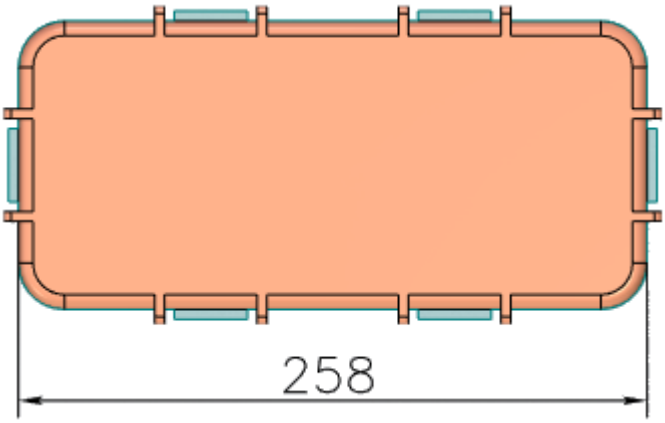
Откроем отдельно файл крышки. В файле крышки геометрия не изменилась (если мы откроем фрагмент крышки в контексте сборки, то будет отображаться его геометрия в сборке, а не геометрия в исходном файле). Такое поведение фрагмента вызвано тем, что его ссылочные элементы являются геометрическими параметрами, а значит в сборке геометрические параметры будут принимать значение согласно значению геометрических параметров в сборке, а в исходном файле – будет значение до изменений. В данном случае ссылочный элемент, являющийся геометрическим параметром, ведёт себя как внешняя переменная, которая может в сборке принимать значение, отличное от того, которое принимает в исходном файле.



Т.к. при создании ссылочных элементов мы не указывали флаг опции **Не обновлять геометрию при пересчёте** – то можно обновить ссылочные элементы через окно **Структура сборки**. Обновить можно все ссылки, а можно только в отдельном фрагменте. В нашем случае разницы нет, т.к. только один фрагмент сборки содержит ссылочные элементы.



Вновь откроем файл фрагмента крышки контейнера.



Ссылочные элементы обновились (был заимствован новый вариант геометрии-источника), геометрия крышки была автоматически пересчитана и сохранена.

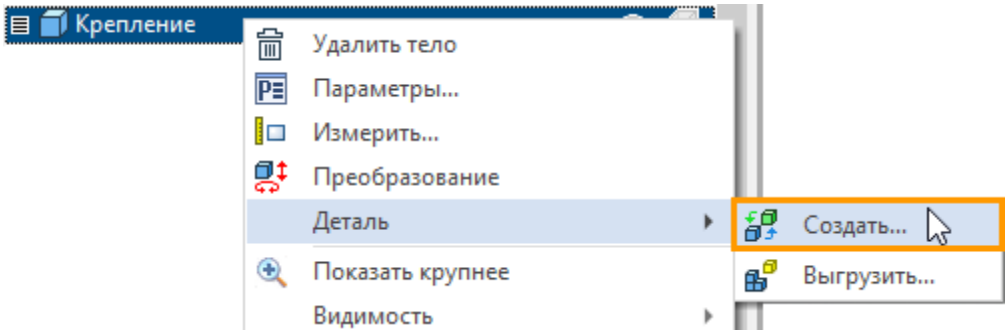
Создать деталь

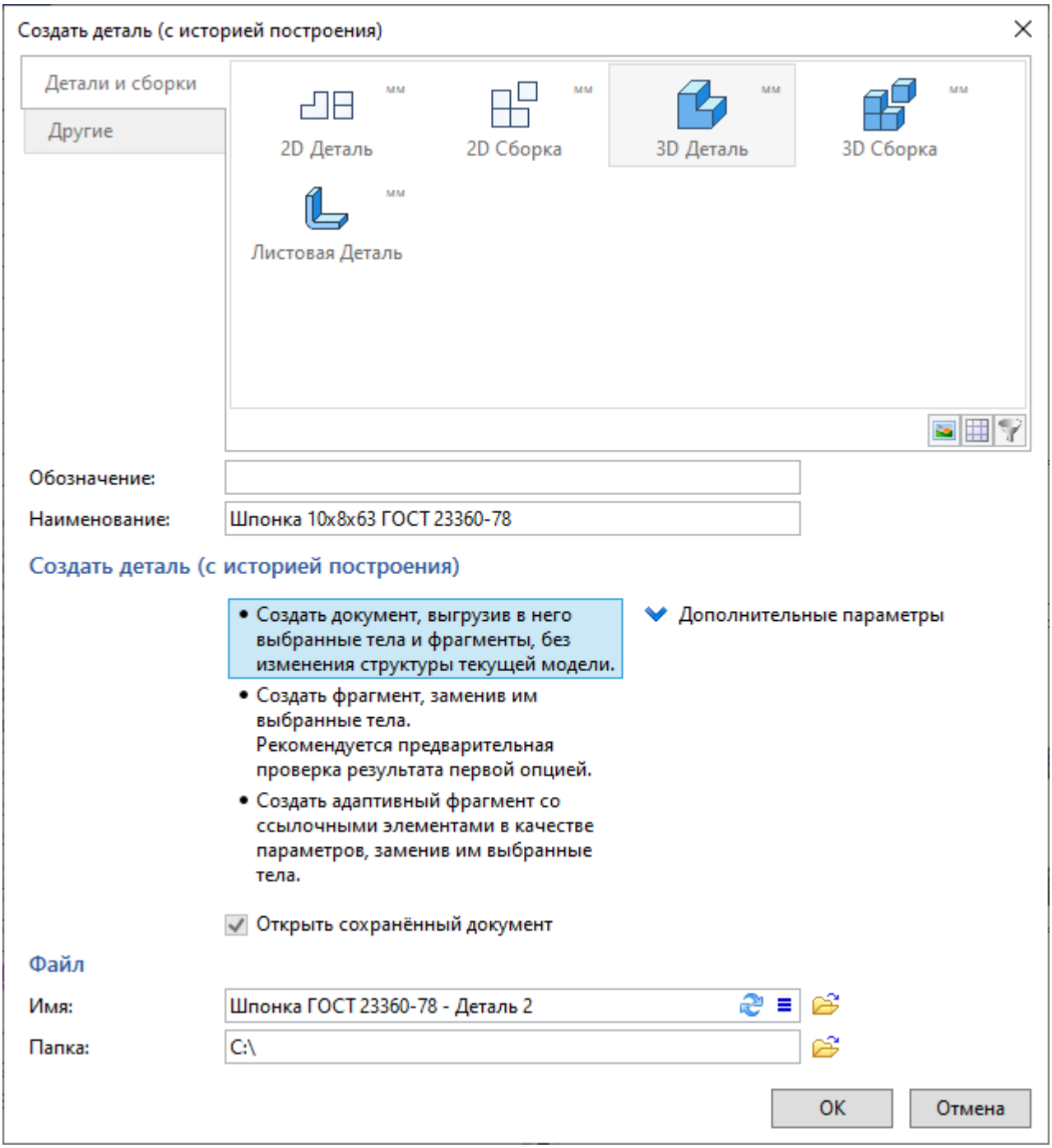
Диалог создания детали можно вызвать для любого тела (нескольких тел) или фрагмента через контекстное меню.

Деталь > Создать

Команда позволяет создавать фрагмент на основе тела (или нескольких тел) в сборке, и сборочные единицы на основе фрагментов. Команда также позволяет открыть тело или фрагмент в отдельном документе.

- Можно выбрать тело и поместить его во фрагмент.
- Можно выбрать несколько тел и поместить их во фрагмент. Во фрагмент перейдут выбранные тела.
- Можно выбрать несколько тел и один фрагмент и поместить их во фрагмент. Во фрагмент перейдут выбранные тела и выбранный фрагмент.
- Если нужно поместить в отдельный фрагмент несколько фрагментов в сборке, т.е. создать сборочную единицу, то такое действие можно выполнить через окно **Структура сборки** или через контекстное меню, но команда будет уже называться **Создание сборочной единицы** (подробнее см. подраздел Создание сборочной единицы), при этом сама команда создания сборочной единицы будет выполняться через диалог создания детали.





Прототип. Выбор прототипа влияет на параметры детали в структуре сборки и на доступные по умолчанию команды в ленте.

Обозначение и **Наименование** автоматически создают имя файла на диске. Принцип создания имени файла – можно настроить. Для этого нажимаем пиктограмму ≡ в поле «Имя» и появляется

специальный диалог «Правило наименования». При помощи пиктограммы можно обновить имя файла по выбранному правилу наименования.
По умолчанию файл сохраняется в папку, где находится файл из которого мы сохраняем тело или фрагмент.

Создать документ, выгрузив в него выбранные тела и фрагменты, без изменения структуры текущей модели.

> Далее в тексте - **Не сохранять**.

Такой вариант позволяет открыть тело или фрагмент в отдельном документе без сохранения (вариант по умолчанию). При необходимости, просмотренный документ можно сохранить командой **Сохранить**.

Создать фрагмент, заменив им выбранные тела.

> Далее в тексте - **Создать фрагмент**.

Тело, к которому мы применили команду **Создать фрагмент** заменяется на фрагмент, с отдельным исходным файлом. Всё дерево модели тела переходит в файл фрагмента. При необходимости будут созданы ссылочные и (или) поднятые элементы (подробнее см. раздел Ссылочный элемент).

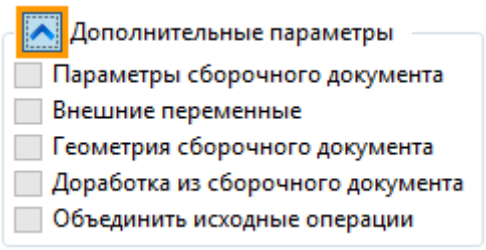
Создать адаптивный фрагмент со ссылочными элементами в качестве параметров, заменив им выбранные тела.

> Далее в тексте - **Создать адаптивный фрагмент**.

Тело, к которому мы применили команду **Создать адаптивный фрагмент** заменяется на фрагмент, с отдельным исходным файлом. Всё дерево модели тела переходит в файл фрагмента. В случае, если при выполнении команды будут созданы ссылочные элементы – то они попадут в геометрические параметры фрагмента.

> Если при создании адаптивного фрагмента (вариант **Создать адаптивный фрагмент**), тело (или тела) может быть полностью перенесено из исходного файла в файл создаваемого фрагмента, то ссылочные элементы созданы не будут. Соответственно не будет создано геометрических параметров фрагмента, и фрагмент будет неадаптивным.

Любой фрагмент, созданный при помощи команды **Деталь > Создать** (как по варианту **Создать фрагмент**, так и по варианту **Создать адаптивный фрагмент**) можно впоследствии редактировать в контексте сборки и создать для него ссылочные элементы при помощи команды **Ссылочный элемент.**
Открывать сохранённый документ. Если флаг указан, то после выбора варианта **Создать фрагмент** или варианта **Создать адаптивный фрагмент** созданный фрагмент будет открыт в T-FLEX CAD.
В раскрывающемся списке доступны дополнительные опции создания фрагментов.

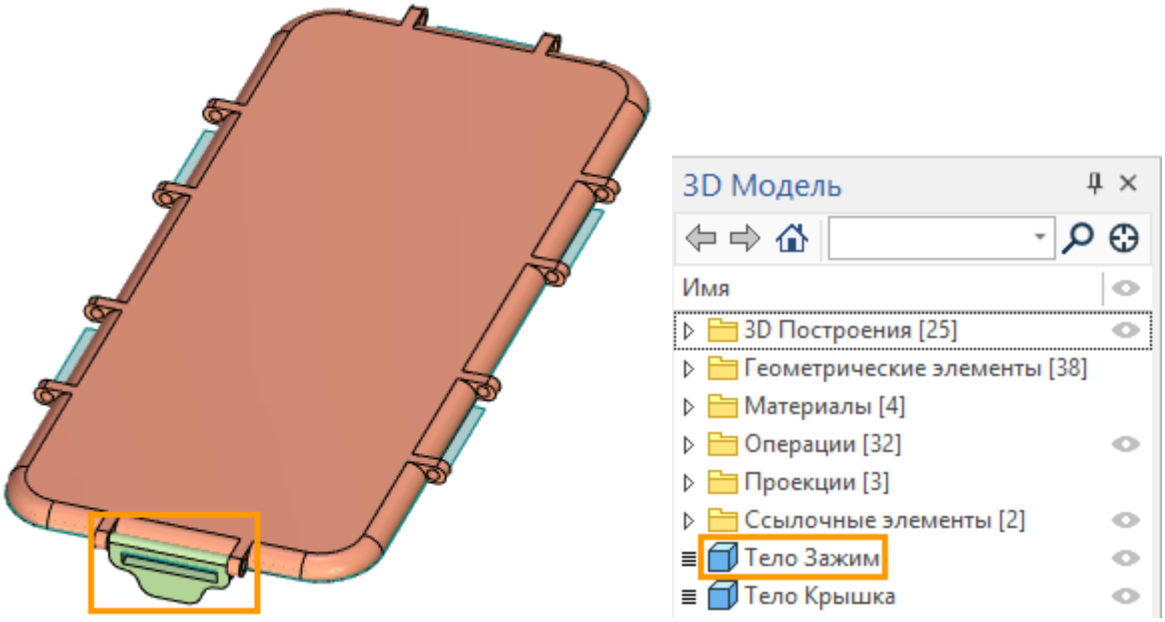


Параметры сборочного документа. Когда опция включена, в деталь (создаваемый фрагмент) передаются все настройки из сборочного документа (документа, из которого тело помещается во фрагмент), которые установлены в команде **Параметры документа**.

Внешние переменные. При включённой опции в деталь (создаваемый фрагмент) передаются все переменные из сборочного файла.
Геометрия сборочного документа. Опция используется для фрагментов, созданных в контексте сборки, или адаптивных фрагментов. Позволяет выгрузить изменения в геометрии, на основе которой был создан фрагмент в контексте сборки или адаптивный фрагмент. Например, в сборку был добавлен адаптивный фрагмент. Если после добавления адаптивного фрагмента геометрия связанных с ним элементов изменилась, то эти изменения можно передать в файл детали. Если флаг будет снят, то деталь будет создана на основе геометрии, существовавшей во время вставки адаптивного фрагмента.
Доработка из сборочного документа. Позволяет сразу перенести в деталь доработки фрагмента или тела из сборки. Например, в сборку был добавлен фрагмент, и в нём было сделано отверстие. Для этого отверстия была активирована опция доработка. Эту доработку можно перенести в файл детали вместе с фрагментом.
Объединять исходные операции. Если фрагмент содержит несколько тел, то их можно объединить в одно тело из сборки. Например, если тела фрагмента дорабатывались в сборке таким образом, что элементы разных тел были использованы в одной команде, то такую доработку нельзя перенести во фрагмент без объединения тел.

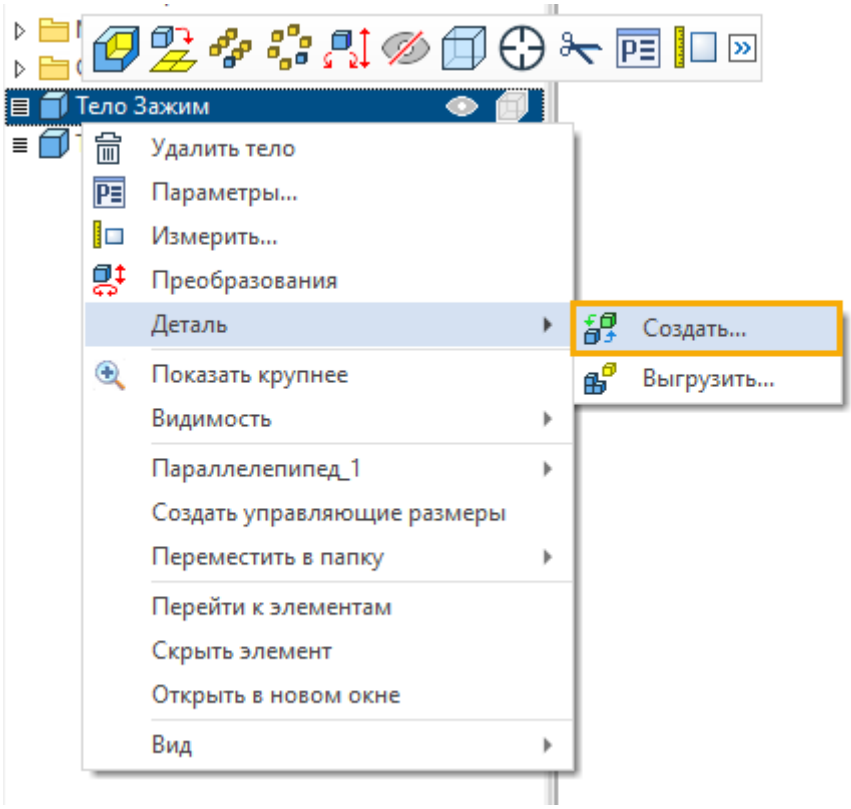
Пример использования команды при работе со сборками «Сверху вниз»

Одной из возможностей команды **Деталь** > **Создать** – является создание детали на основе тел в исходном файле. Исходный файл – станет сборкой для созданной детали.
Продолжим пример с созданием сборки контейнера. Допустим пользователь построил тело зажима в файле «Крышка контейнера». Это не рекомендуемый способ работы, но допустимый.

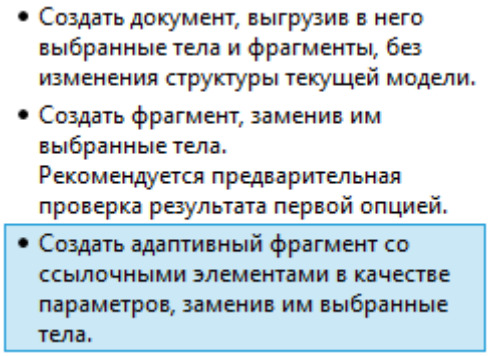


Необходимо, чтобы фрагмент «Крышка контейнера» содержал только одно тело – «Тело Крышка», а «Тело зажима» и все относящиеся к нему построения – были в отдельном файле. Пусть, кроме того, тело зажима должно быть фрагментом в файле крышки.

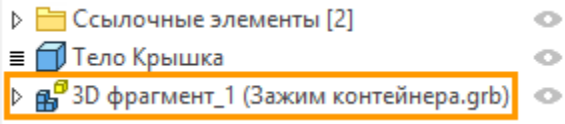
При помощи вызываем контекстное меню для тела зажима. Выбираем команду **Создать**.



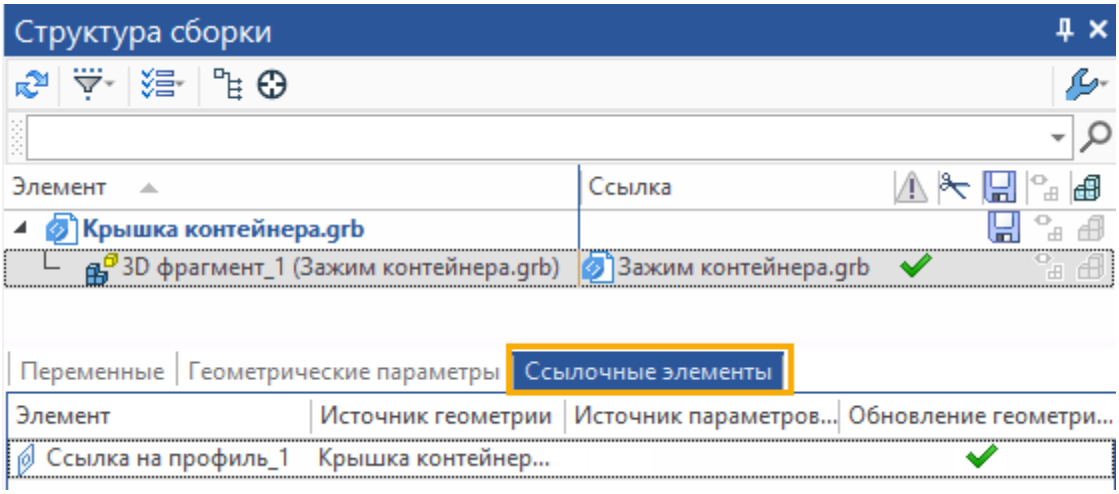
Нужно указать обозначение и наименование (либо заполнить только одно из полей). По умолчанию новый файл будет сохранён в папку, где находится файл, в котором мы применяем команду **Создать**. Выберем вариант создания адаптивного фрагмента, чтобы созданный фрагмент зажима – тоже был адаптивным (как и фрагмент «Крышка контейнера») и содержал в геометрических параметрах ссылочные элементы.



В результате, в окне **Структура сборки** и окне **3D Модель** файла «Крышка контейнера» появился фрагмент.



Фрагмент имеет ссылочные элементы для тех построений, которые нельзя забрать из исходного файла. Фрагмент зажима имеет пиктограмму адаптивного фрагмента, у которого есть геометрические параметры. Геометрические параметры данного фрагмента можно увидеть в соответствующей закладке окна **Структура сборки.** В геометрические параметры попадают автоматически созданные ссылочные элементы, т.к. мы указали вариант создания адаптивного фрагмента



При выполнении команды **Деталь > Создать** созданный фрагмент по отношению к исходной сборке всегда будет фрагментом первого уровня, поэтому его ссылочные элементы всегда будут геометрическими параметрами, при условии что мы выбрали вариант создания адаптивного фрагмента.

В общем случае есть несколько вариантов того, как будет создана деталь на основе тела из сборки.

- Будут созданы ссылочные элементы (подробнее см. раздел Автоматическое создание ссылочных элементов).
- Будут созданы поднятые элементы (подробнее см. раздел Автоматическое создание поднятых элементов).
- Будут созданы и ссылочные элементы и поднятые элементы.
- Не будет создано ни ссылочных элементов не поднятых. Это произойдёт в том случае, если тело можно полностью выделить из сборки.

Как можно увидеть в окне **Структуре сборки** файла «Крышка контейнера», после выполнения команды **Деталь > Создать** – полученная структура аналогична тому, который мы получили в предыдущем случае, когда использовали метод создания детали в контексте сборки. Однако в данном случае ссылочный элемент был создан автоматически.

> Нужно помнить, что наличие возможности получить деталь с автоматически созданными ссылочными элементами и полностью доступным для редактирования деревом модели в файле детали, после того, как она была построена в сборке – это возможность программы, направленная на то, чтобы исправить ошибку пользователя, которая заключается в том, что он создавал тела в файле сборки. Поэтому пользоваться командой Деталь > Создать взамен команды Создать 3D фрагмент с использованием ссылок – не рекомендуется.

При сохранении тела в отдельном файле и его переподстановке в сборку, автоматически создаются ссылочные элементы и (или) поднятые элементы, количество которых и содержащуюся в них геометрию мы при создании не контролируем.

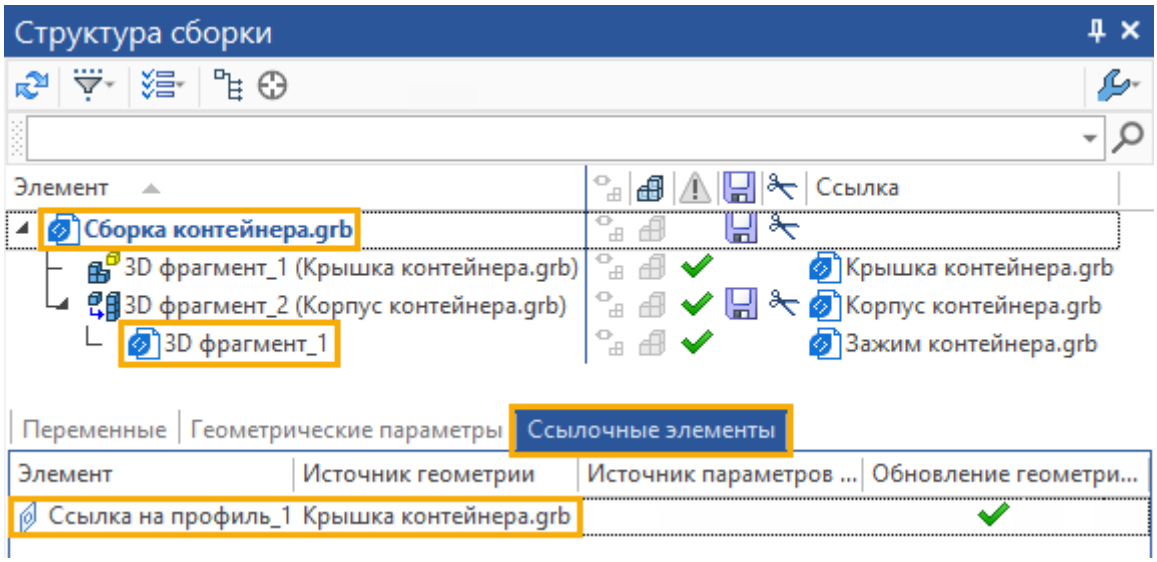
> При попытке выделить из сборки сложное тело как адаптивный фрагмент могут возникнуть рекурсии, которые будут устраняться дополнительными внутренними ссылками или созданием дополнительных сборочных единиц.

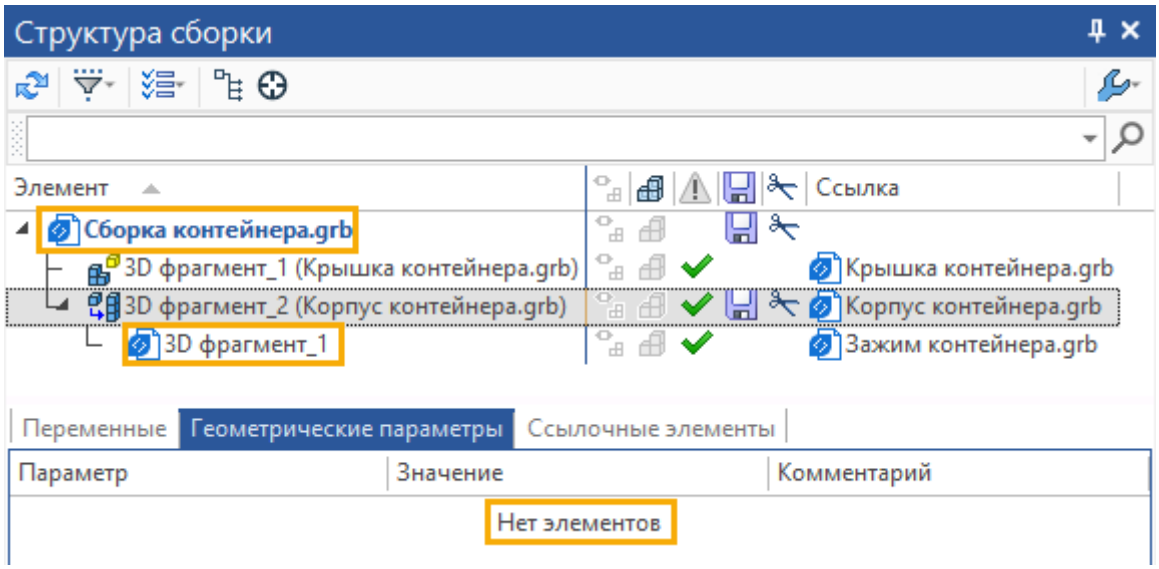
Подробную информацию о устранении рекурсий при помощи ссылочных элементов нужно смотреть в разделе Устранение рекурсий при помощи ссылочных элементов.

Т.к. работа со сборкой по технологии «Сверху-вниз» требует от пользователя понимания зависимостей фрагментов друг от друга – не рекомендуется использовать способы создания фрагментов усложняющих понимание взаимосвязей в сборке и усложняющих структуру ссылок в сборке.

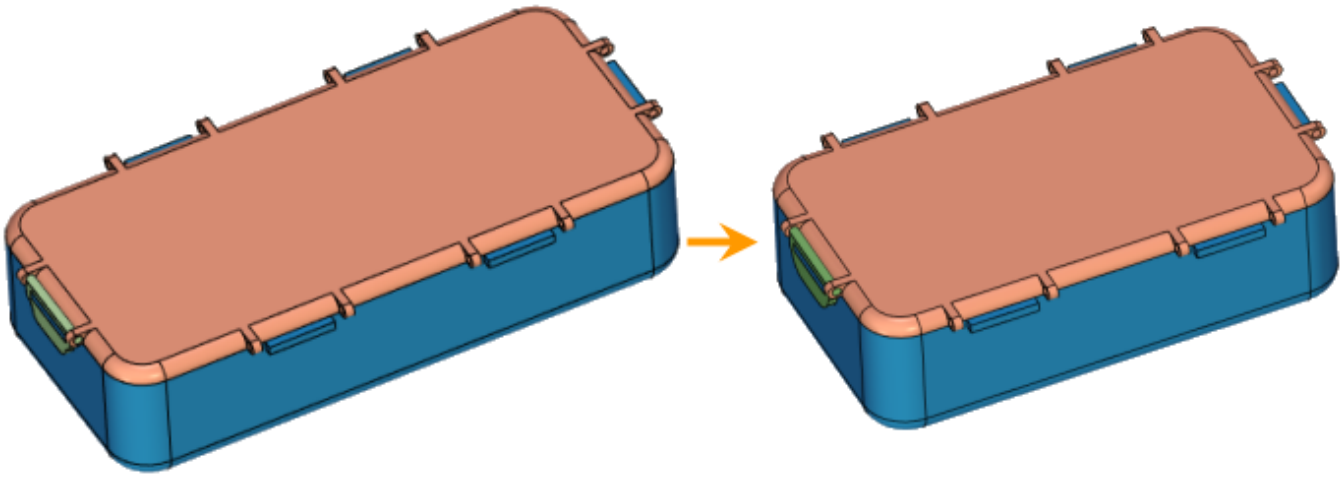
Созданный фрагмент зажима в общей сборке «Сборка контейнера» стал фрагментом второго уровня. Для фрагментов второго уровня (и ниже) в структуре сборки мы не можем видеть геометрические параметры, но можем увидеть ссылочные элементы.

В случае создания фрагмента при помощи команды **Деталь** > **Создать** – для его автоматически созданных ссылочных элементов доступно обновление при пересчёте. Поэтому фрагменты, созданные рассматриваемым способом будут обновлять геометрию в файле фрагмента при обновлении ссылок из окна **Структура сборки**.





Если сделать изменения в геометрии-источнике ссылочных элементов в общей сборке «Сборка контейнера», которые изменят геометрию фрагмента «Крышка контейнера» (т.к. крышка является адаптивным фрагментом первого уровня для общей сборки), то фрагмент «Зажим контейнера» также изменит своё положение и (или) геометрию, т.к. является адаптивным по отношению к сборке «Крышка контейнера».



Можно создавать последовательные цепочки адаптивных фрагментов «Сборка > Фрагмент первого уровня», где каждый последующий фрагмент имеет в геометрических параметрах ссылочный элемент на свою подсборку одним уровнем выше.

Многоуровневые 3D сборки

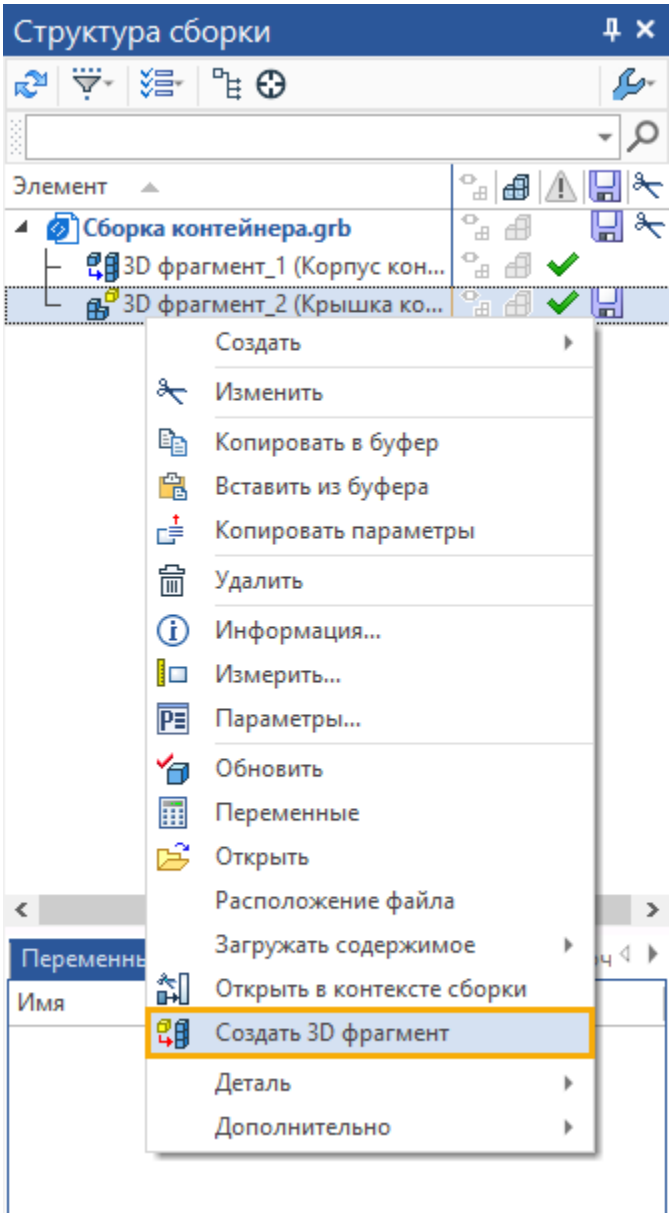
Можно выделить два основных способа создания многоуровневых сборок.

- Создание структуры сборки в окне **Структура сборки** при помощи команды **Создать 3D фрагмент** (см. подраздел Создание структуры сборки в окне «Структура сборки») после чего работать с выбранным фрагментом в контексте общей сборки.
- Создавать цепочки фрагментов первого уровня, редактируя фрагменты только в контексте сборки на уровень выше. Таким способом можно создавать сборки с цепочками адаптивных фрагментов.

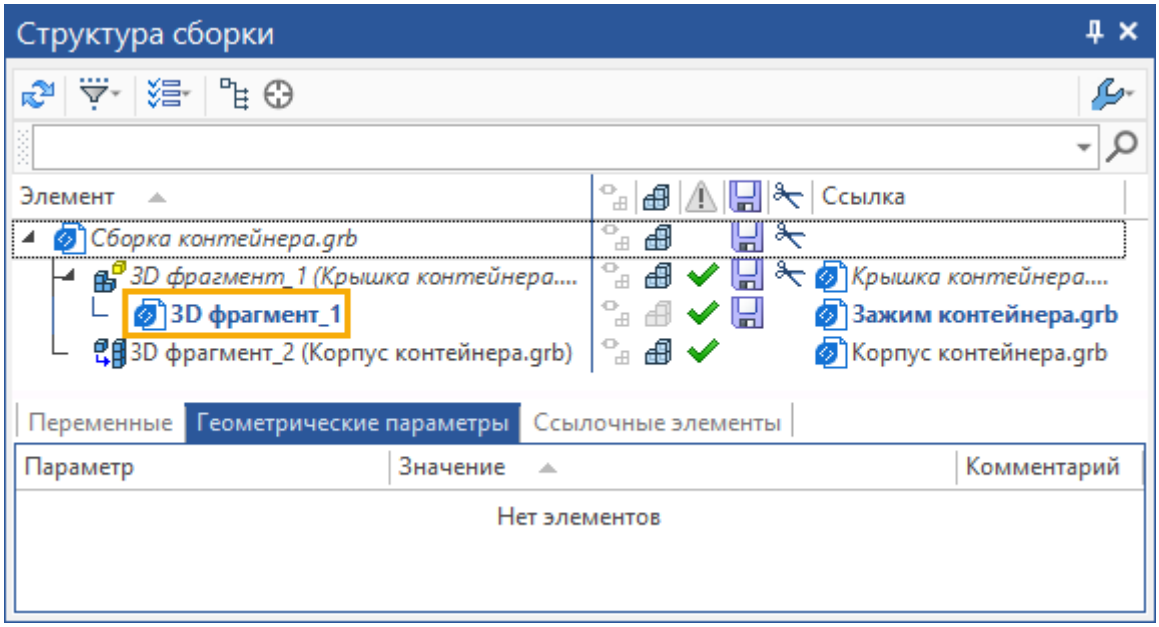
Т.к. пример создания цепочки адаптивных фрагментов мы уже рассматривали выше, то теперь рассмотрим пример работы с фрагментами в контексте сборки на два или более уровней выше.

Создадим зажим контейнера в контексте общей сборки «Сборка контейнера». Будем считать, что структура сборки, при котором зажим является деталью сборочной единицы «Крышка контейнера» для нас является предпочтительной, но создавать зажим нам удобнее как на основании граней крышки, так и на основании граней корпуса. Оба фрагмента (корпус и крышка) у нас доступны только в общей сборке.

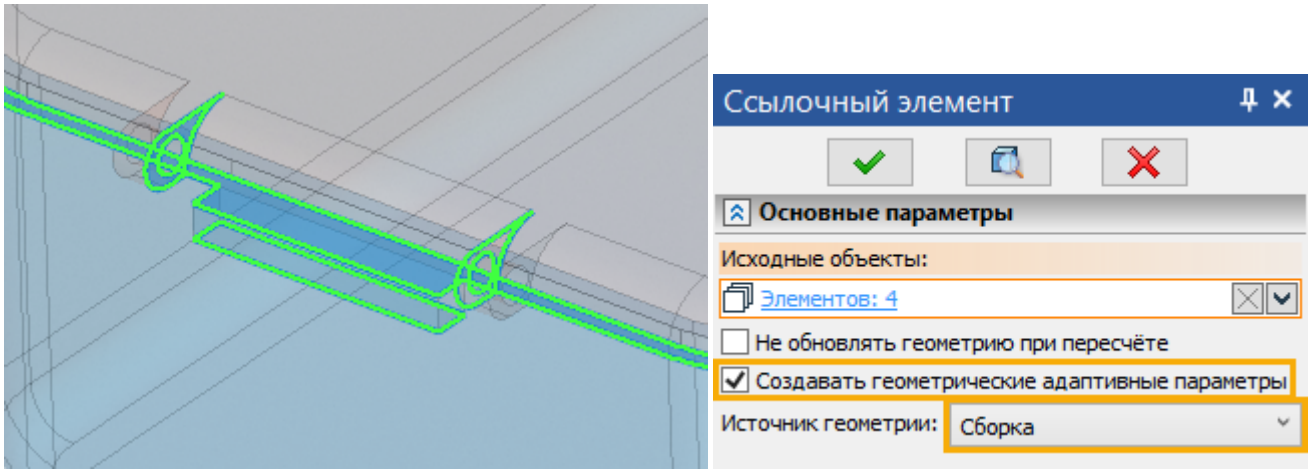
Откроем ранее созданную сборку «Сборка контейнера». Пусть сборка уже содержит фрагменты корпуса и крышки, причём фрагмент «Крышка контейнера» является адаптивным фрагментом первого уровня. Создадим деталь зажима в подсборке крышки контейнера. Чтобы создать деталь в какой-либо подсборке, нужно вызвать контекстное меню фрагмента-подборки, в котором выбрать команду **Создать 3D фрагмент**. Вызовем контекстное меню фрагмента «Крышка контейнера». Выбираем команду **Создать 3D фрагмент**, появляется диалог команды. Вводим имя «Зажим контейнера, ставим флаг опции **Редактировать в контексте**. Редактирование будет в контексте той сборки, в которой мы находимся в данный момент, т.е. в нашем случае, созданный фрагмент будет открыт в контексте сборки «Сборка контейнера». Для сборки «Сборка контейнера» созданный фрагмент является фрагментом второго уровня.



В окне **Структура сборки** мы можем увидеть полученную структуру: созданный фрагмент является фрагментом второго уровня для сборки, в контексте которой мы редактируем фрагмент. Цепочка фрагментов, от редактируемого фрагмента к сборке, выделена курсивом. Такой способ представления позволяет лучше понимать положение редактируемого фрагмента в общей иерархии.

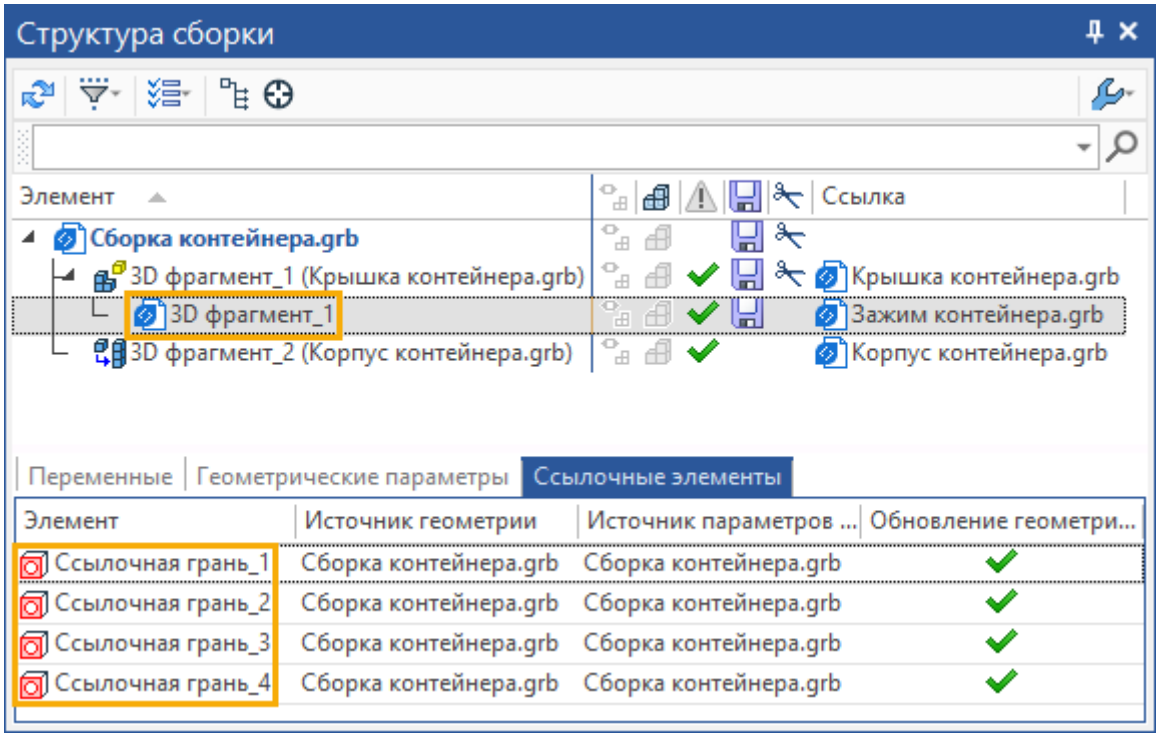


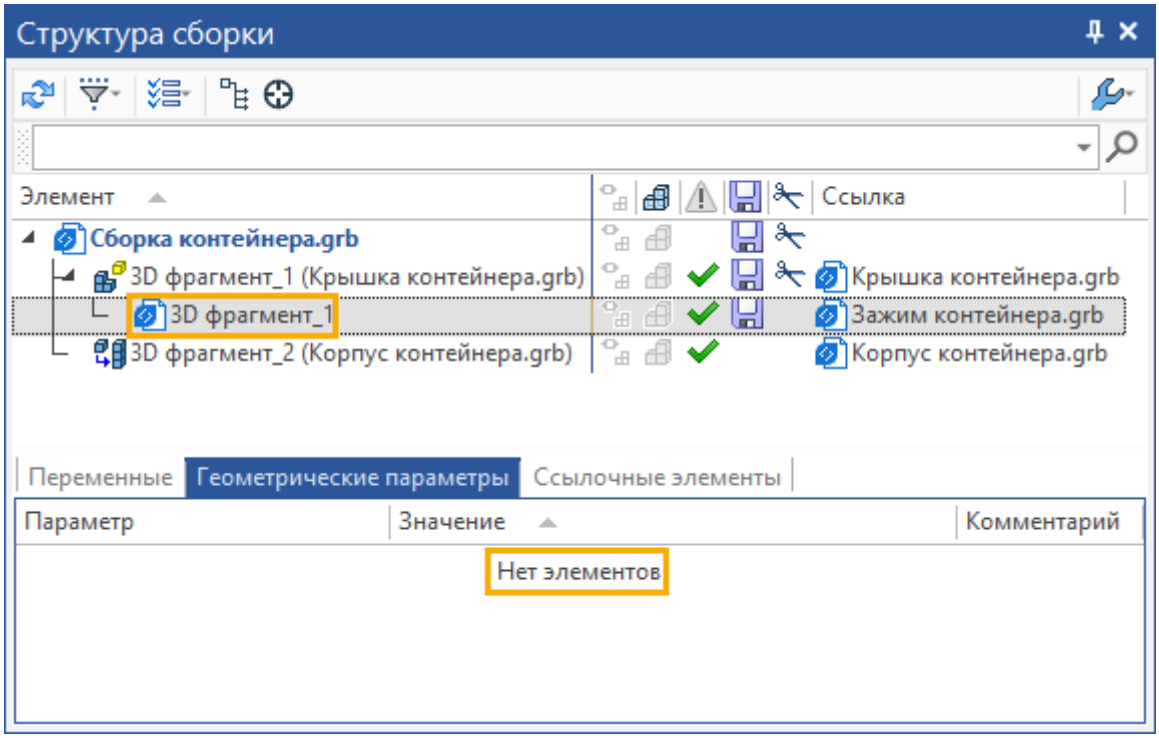
Создадим ссылочные элементы. Выберем две грани на крышке и две грани на корпусе. Две грани на крышке – будут задавать положение оси зажима и его ширину. Две грани на корпусе – габариты паза. Т.е. всего нужно создать четыре ссылочных элемента. Ссылочные элементы создаём при помощи команды **Ссылочный элемент**.



Оставим настройки по умолчанию: укажем создание геометрических адаптивных параметров и укажем источник геометрии в файле сборки, т.е. геометрия-источник будет находится в файле «Сборка контейнера». Создадим ссылки и выйдем из редактирования в контексте с сохранением .

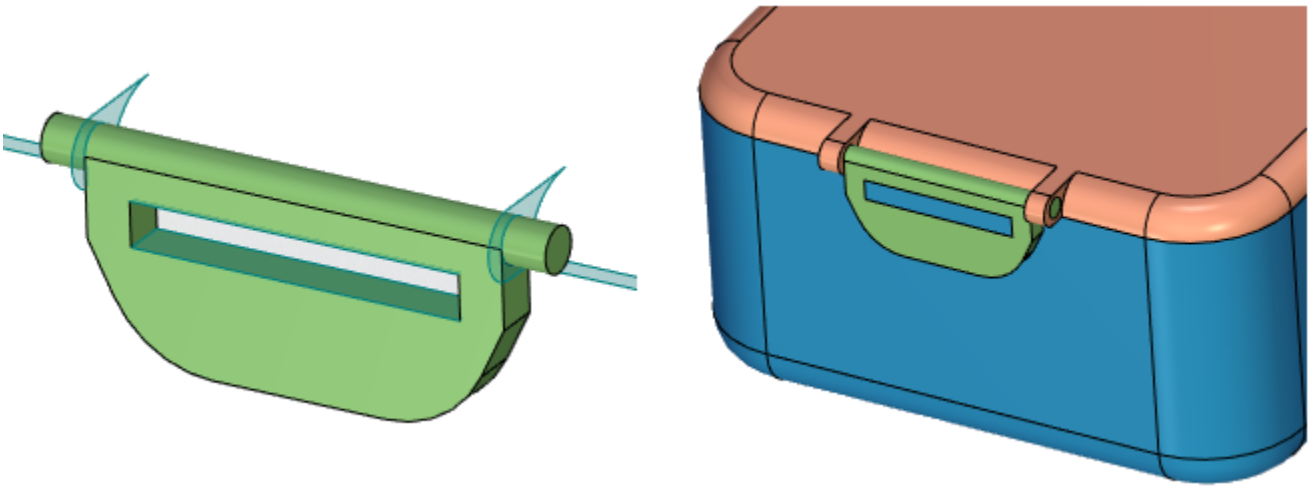
В окне **Структура сборки** можно увидеть, что у фрагмента четыре ссылочных элемента для которых файлом источником геометрии является файл «Сборка контейнера», при этом, не смотря на выбранную опцию, в геометрические параметры ссылочные элементы не попали. Это связано с тем, что фрагмент для сборки является фрагментом второго уровня, а создание геометрических адаптивных параметров доступно только для связи **Сборка > фрагмент первого уровня**.



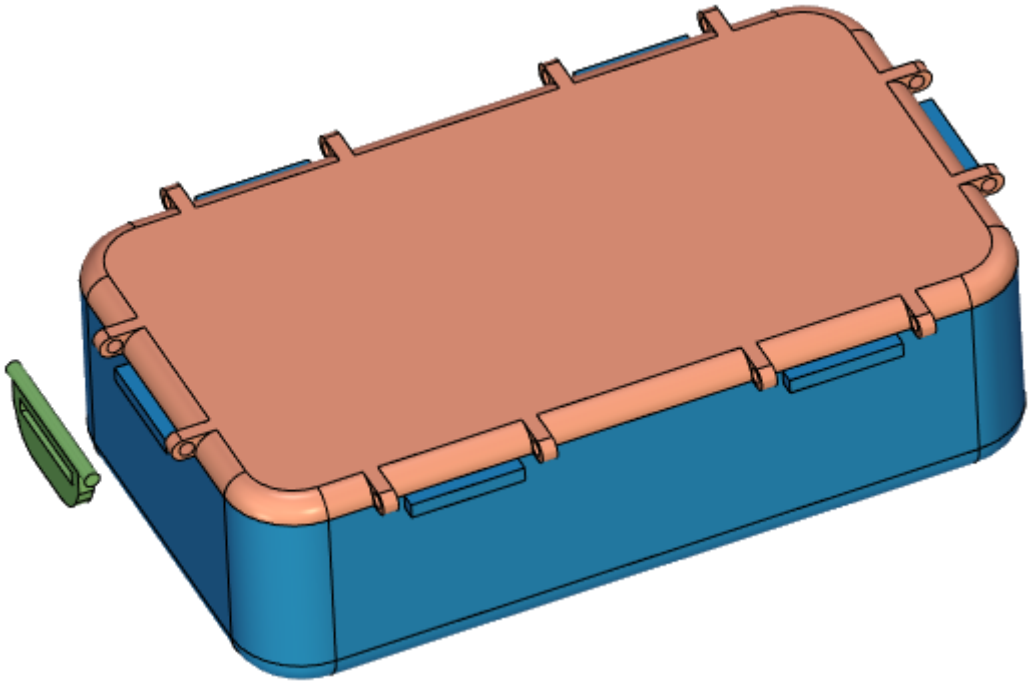


Построение зажима на основе геометрии ссылочных элементов можно делать как в контексте сборки, так и нет. При работе в контексте сборки рекомендуется отключать выбор элементов сборки (пиктограмма не должна быть активной), чтобы не создать случайных ссылочных элементов. После завершения построений нужно обязательно выйти из контекста сборки нажав пиктограмму .

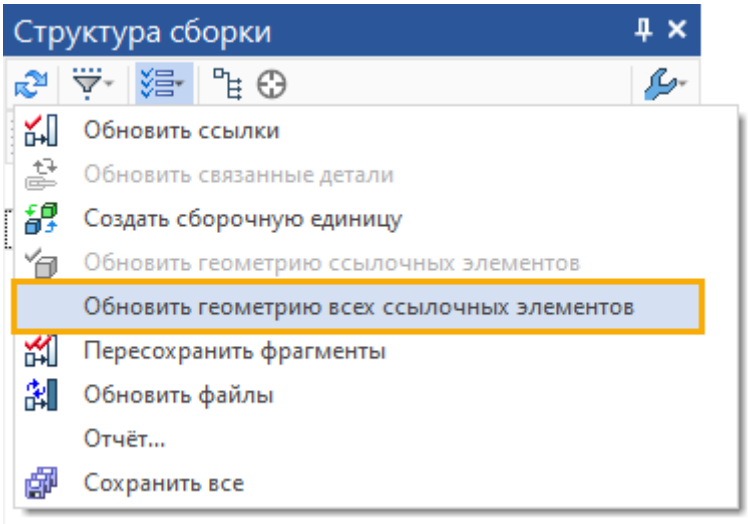
Если создавать геометрию фрагмента не в контексте сборки, то после сохранения файла фрагмента сборку надо обновить. При открытии файла сборки – в диалоге, который появляется автоматически при изменении фрагментов сборки, нужно указать обновление сборки.



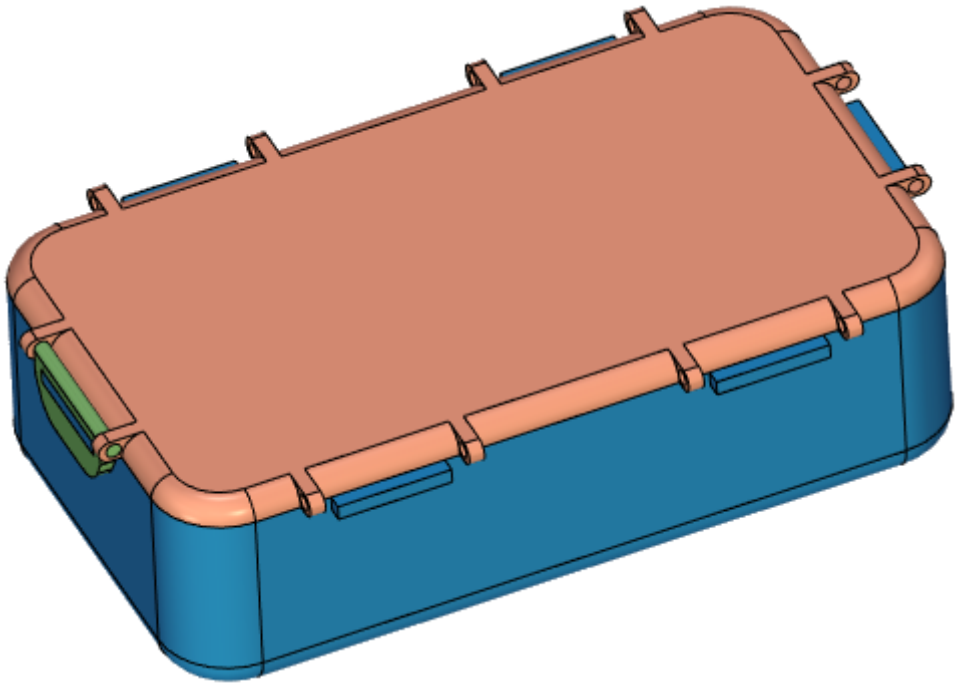
Приведём сравнительный пример изменения фрагментов первого уровня (содержащих в геометрических параметрах ссылочный элемент) и второго уровня (не содержащих ссылочные элементы в геометрических параметрах).
Изменим, как и ранее, длину контейнера. Длина контейнера зависит от длины корпуса контейнера. Изменим длину корпуса контейнера в меньшую сторону.



Крышка, как адаптивный фрагмент, изменила свою геометрию, причём только в сборке (в исходном файле геометрия останется неизменной, пока мы не обновим ссылочные элементы). Зажим, как фрагмент неадаптивный (без геометрических параметров) остался неизменным. Обновим ссылочные элементы для всей модели.

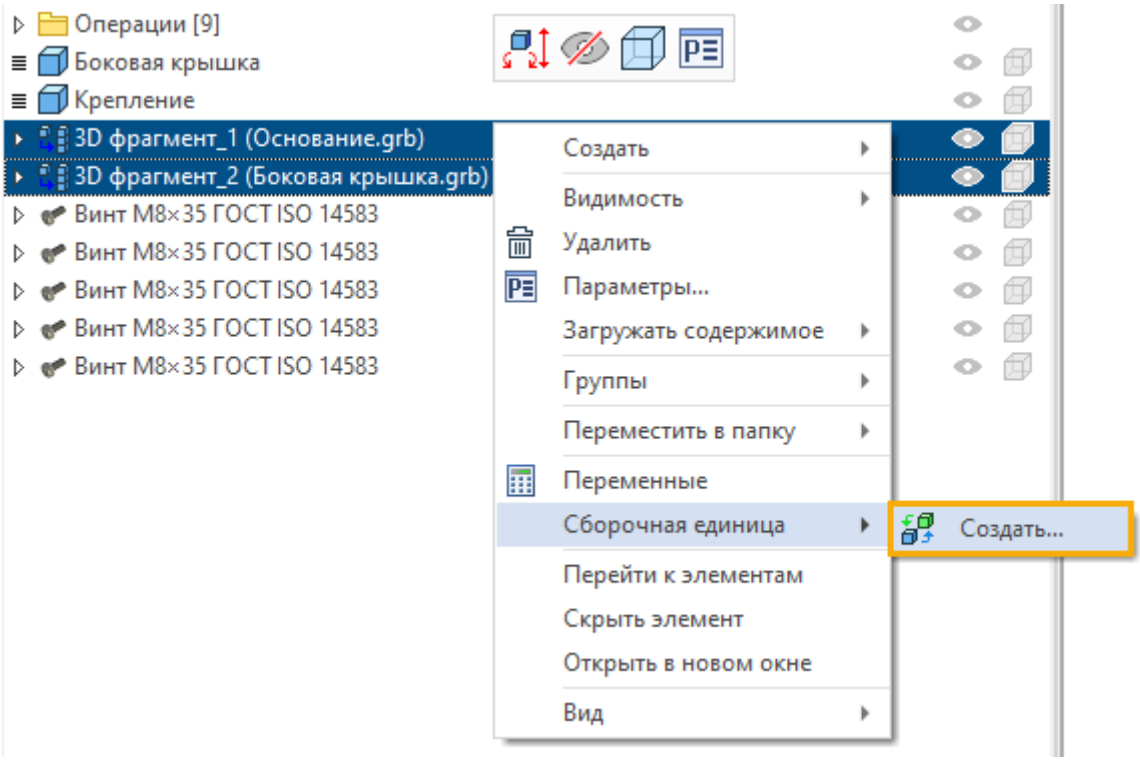


На вопросы о подтверждении обновления и сохранения отвечаем утвердительно. Ссылки были обновлены. Геометрия зажима изменилась как в сборке, так и в файле фрагмента. Файл фрагмента «Крышка контейнера», после обновления ссылок, также изменил свою геометрию.

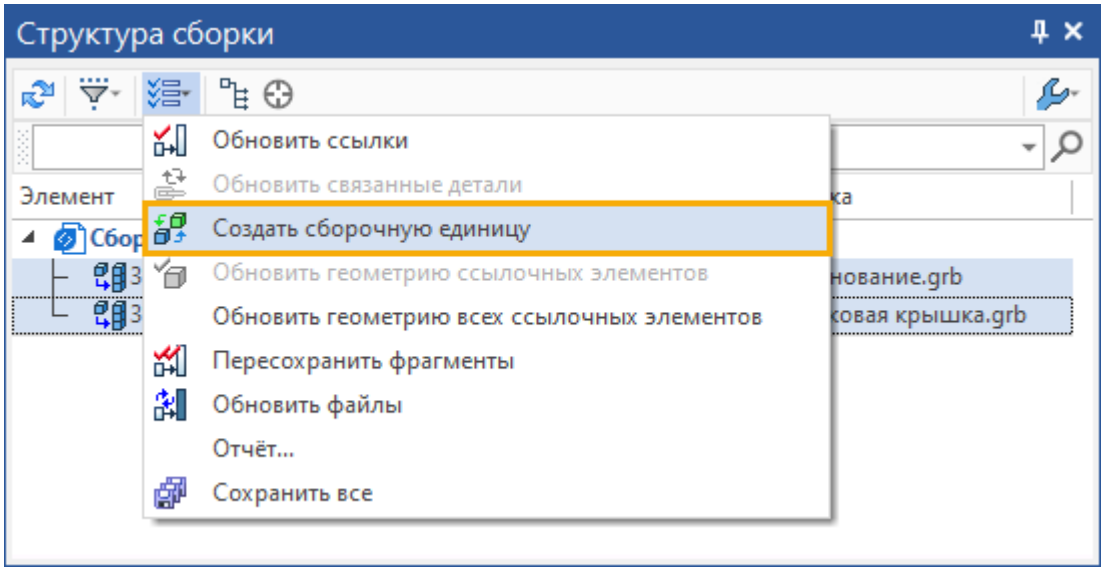


Создание сборочной единицы

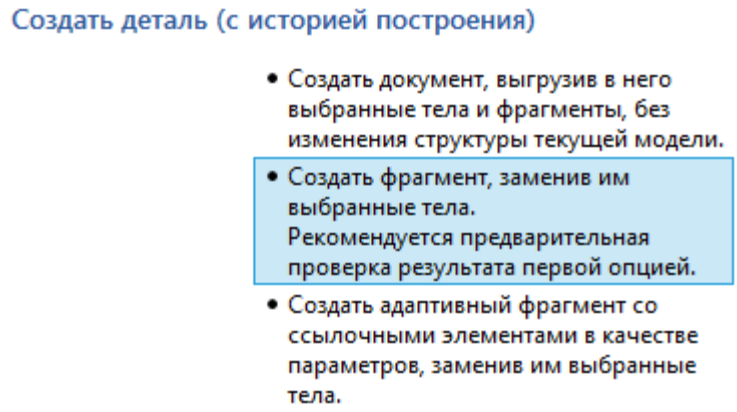
Данная команда доступна в окне **Структура сборки** и в контекстном меню фрагментов, выбранных в окне **3D Модель**. Позволяет изменить иерархию фрагментов в структуре сборки: поместить фрагменты в подсборку, изменив им уровень на n-1, где n – текущий уровень фрагментов.



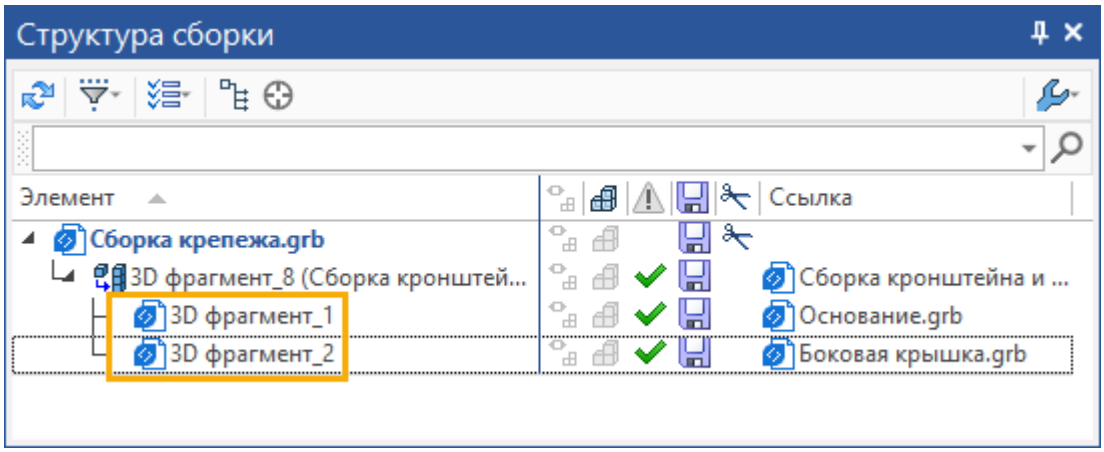
В окне **Структура сборки**, выделив фрагменты, которые нужно поместить в отдельную подсборку, нажимаем пиктограмму **Действия** , из списка команд выбираем команду **Создать сборочную единицу**.



Появляется [диалог создания детали](). Для создания новой сборочной единицы – выбираем второй вариант.



Изменения структуры можно увидеть в окне **Структура сборки**. Выделенные фрагменты переместились на уровень ниже, а на их месте появилась новая сборочная единица.



Фрагменты в новой подсборке сохранят свои трансформации согласно той сборке, из которой они были помещены в новую подсборку. Ссылочные элементы сохранят как источник ссылочной геометрии, так и источник параметров документа.
Если перемещаемый на уровень вниз фрагмент был адаптивным к сборке (подсборке), то он перестанет быть адаптивным, т.к. будет нарушена связь «Сборка > фрагмент первого уровня».

Работа в контексте 3D сборки

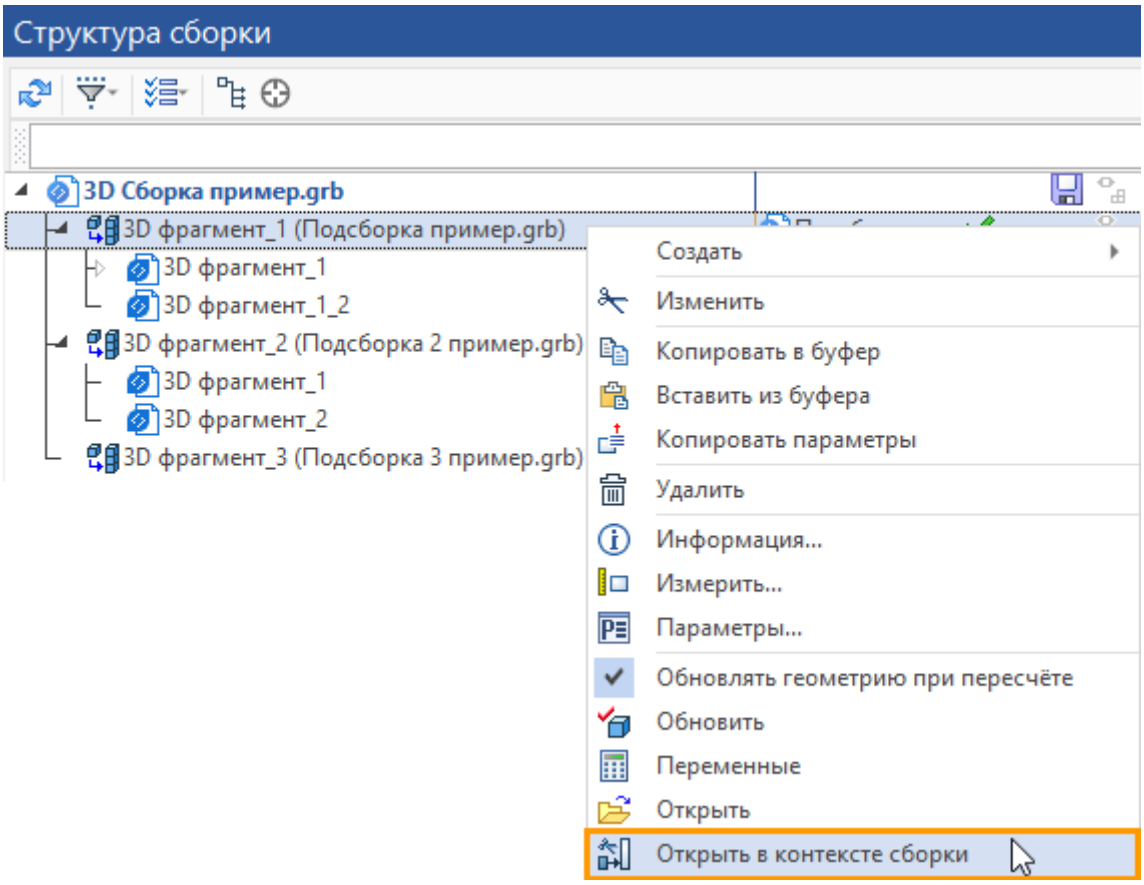
При редактировании фрагмента в контексте сборки, 3D сцена фрагмента совмещается с 3D сценой сборки, из которой было вызвано редактирование фрагмента в контексте. 3D сцены совмещаются с учётом тех преобразований, которые получил фрагмент в сборке. Работая в контексте сборки, мы находимся в файле фрагмента. Все изменения, которые мы делаем – касаются только файла фрагмента. Окно **3D Модель** отображает элементы построения файла фрагмента. Окно **Структура сборки** - показывает ветвь структуры, начиная с той сборки, в контексте которой мы работаем. Работа в контексте сборки выполняет две основные функции.

- Позволяет понимать положение и габариты фрагмента непосредственно в сборке.
- Позволяет создавать ссылочные элементы.

Как уже говорилось выше, основным инструментом связи сборки с фрагментами при проектировании «Сверху вниз» - является ссылочный элемент. Ссылочный элемент можно создать автоматически или вручную. Подробнее о том, в каких именно случаях ссылочный элемент создаётся автоматически – написано в подразделе Ссылочный элемент. Вручную создавать ссылочные элементы нужно только в контексте сборки при помощи команды **Ссылочный элемент**.

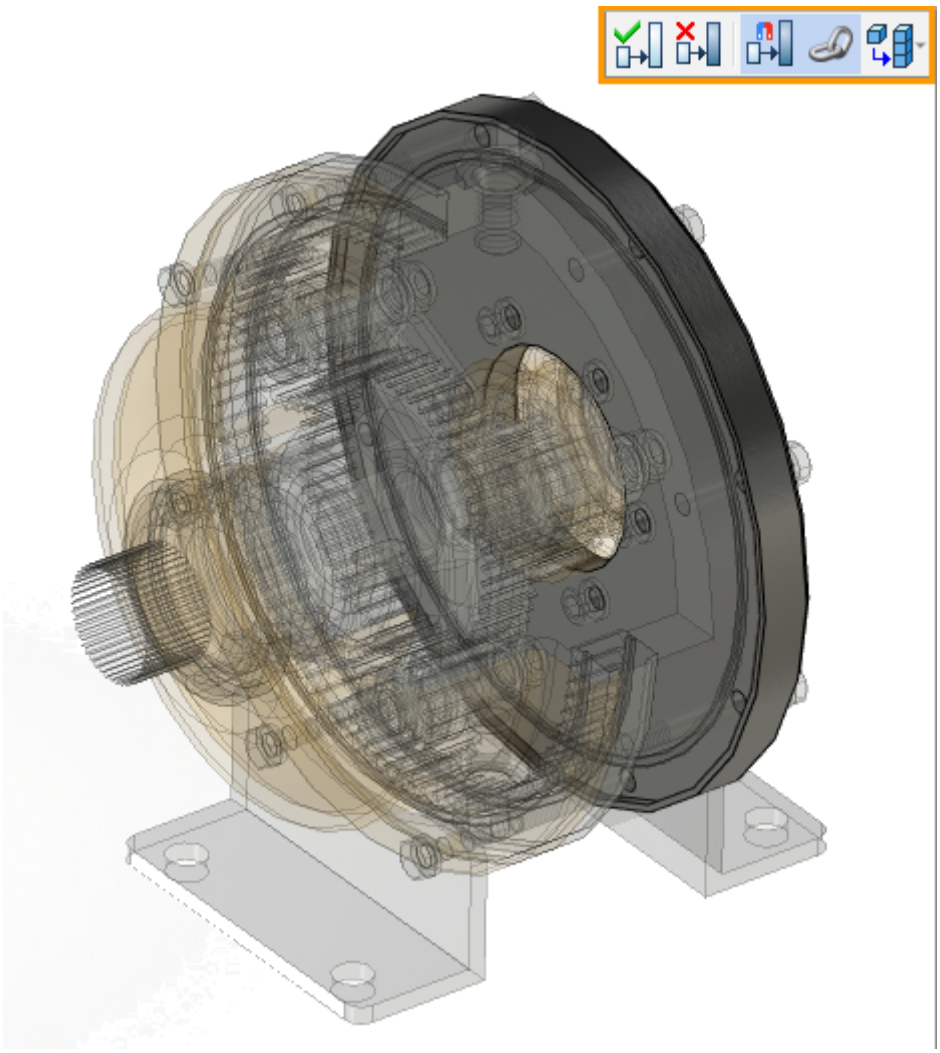
Для того, чтобы открыть фрагмент в контексте сборки нужно дважды кликнуть по нему в окне **Структура сборки**, либо через контекстное меню фрагмента выбрать команду **Открыть в**

контексте сборки. Контекстное меню фрагмента можно вызвать в окне **3D Модель** или в окне **Структура сборки.**



Фрагмент будет открыт в контексте той сборки, в которой мы находимся, при вызове редактирования фрагмента в контексте. Окно **Структура сборки** отображает структуру сборки начиная с той сборки, в которой мы находимся при вызове команды открытия в контексте сборки.

При открытии фрагмента в контексте сборки все построения сборки будут полупрозрачными, кроме тела редактируемого фрагмента. В правом верхнем углу 3D сцены появится меню с наиболее важными при работе в контексте командами.



Сохранить фрагмент

Завершить редактирование (выйти без сохранения изменений)

Выбирать элементы сборки

Создавать геометрические адаптивные параметры для ссылочных элементов

Документ источник геометрии ссылочного элемента

Т.к. режим редактирования в контексте сборки в первую очередь необходим для создания ссылочных элементов, то опции **Выбирать элементы сборки**, **Создавать геометрические адаптивные параметры для ссылочных элементов** и **Документ источник геометрии ссылочного элемента** – относятся к созданию ссылочных элементов.

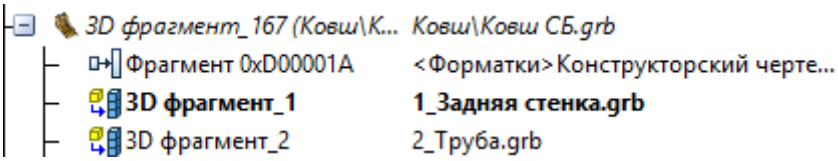
Если опция активна (пиктограмма на синем фоне) то при создании геометрии фрагмента будут доступны построения сборки. Это могут быть и построения, относящиеся к фрагментам подсборок уровнем ниже, и к фрагментам того же уровня что и редактируемый фрагмент, и к фрагментам уровнем выше. Иными словами, все построения сборки вне зависимости от того, к каким фрагментам или телам они принадлежат.

Если при редактировании фрагмента в контексте сборки, для выполнения какой либо операции было выбрано построение из сборки - автоматически для этой геометрии будет создан ссылочный элемент.

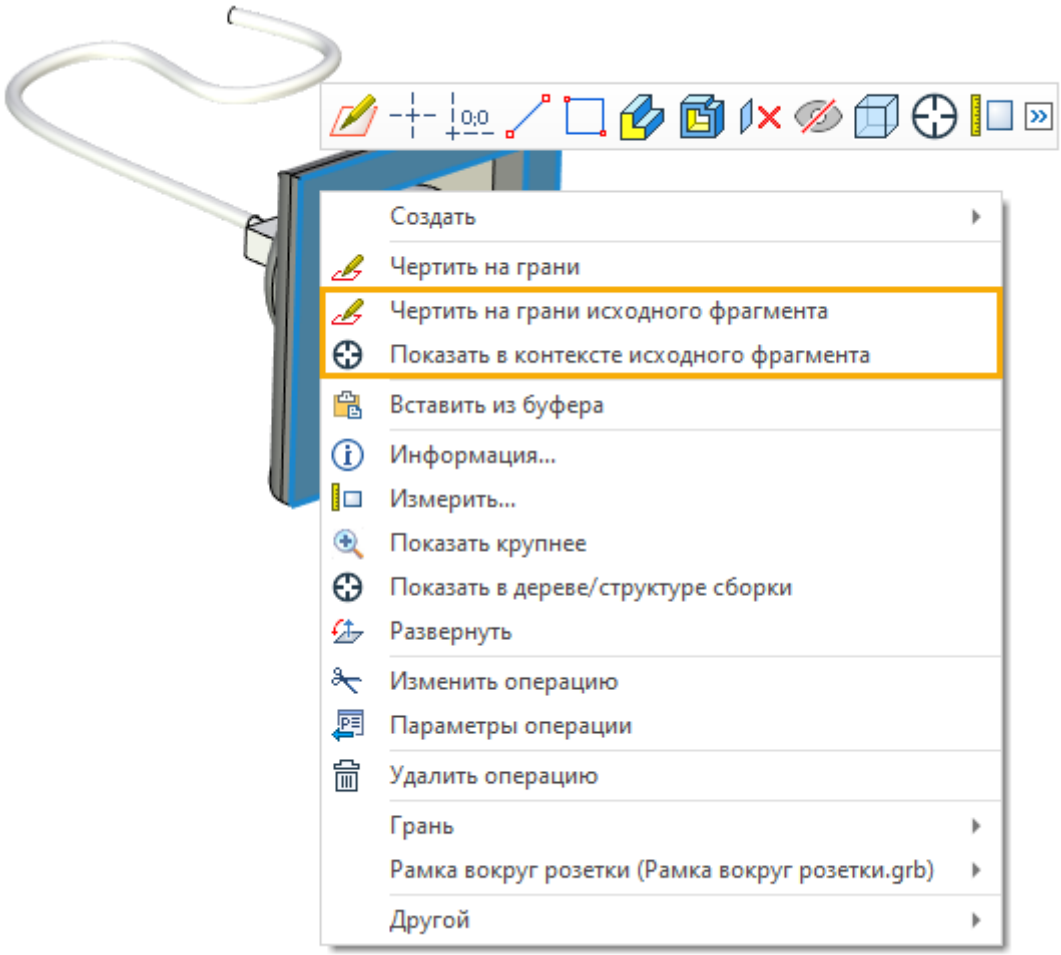
Опции создания ссылочных элементов с автоматическим обновлением и выбор документа источника – будут описаны в подразделе Ссылочный элемент.

Выход из контекста с сохранением . При редактирования фрагмента в контексте сборки мы работаем в файле фрагмента. Если мы выходим из контекста – мы закрываем файл фрагмента. Мы можем закрыть файл с сохранением, а можем без сохранения изменений. Если без – то нужно использовать пиктограмму . Сохранение, в процессе работы в контексте, при помощи команды **Сохранить** – будет сохранять файл фрагмента. Для сохранения сборки – надо выйти из контекста обратно в сборку и сохранить её.

В окне **Структура сборки** все сборки верхнего уровня, в которые входит редактируемый в контексте фрагмент, будут помечены курсивом. Это позволяет упростить поиск редактируемого фрагмента в структуре.



Для граней фрагментов доступны дополнительные команды контекстного меню для взаимодействия с режимом контекста сборки.



Команда **Показать в контексте исходного фрагмента** открывает фрагмент выбранной грани в режиме контекста сборки и центрирует грань фрагмента в 3D сцене.
С помощью команды **Чертить на грани исходного фрагмента** можно автоматически войти режим контекста сборки и начать черчение на активной плоскости.

Ссылочный элемент

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Сборка (3D) > Сборка > Ссылочный элемент
Клавиатура	Текстовое меню
<3RE>	-

Команда позволяет создать связь сверху вниз, между сборкой и фрагментом, или между фрагментами, посредством геометрии, заимствованной фрагментом из сборки, или одним фрагментом у другого фрагмента.
Ссылочный элемент во фрагменте будет элементом, дерево построений которого недоступно. Дерево построений геометрии-источника ссылочного элемента находится в файле другого фрагмента. Такой файл будет называться – файл источник геометрии. Ссылочные элементы позволяют заимствовать трёхмерную геометрию объектов для выполнения последующих операций в редактируемом фрагменте сборки. Заимствованы могут быть как основные элементы модели (3D

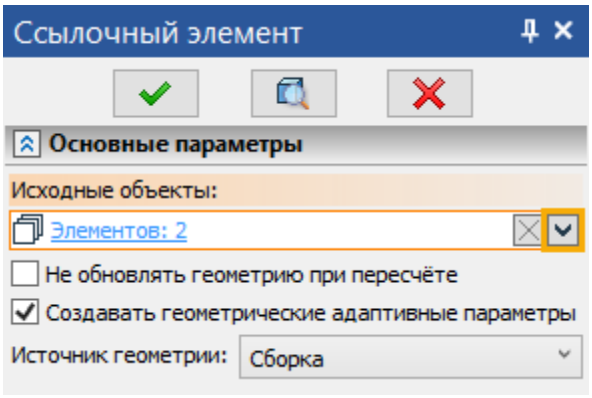
узлы, системы координат, рабочие плоскости, 3D профили, 3D пути, тела различных типов), так и топологические элементы (рёбра, грани, вершины).
Ссылочный элемент нужно создавать только в контексте сборки (за исключением случая, когда мы хотим создать внутреннюю ссылку для устранения рекурсии).

Основные темы в этом разделе:

- Создание ссылочного элемента
- Обновление ссылочного элемента
- Источник геометрии ссылочного элемента
- Источник преобразований ссылочного элемента
- Автоматическое создание ссылочного элемента
- Ссылочный элемент в геометрических параметрах
- Поднятый элемент
- Устранение рекурсий при использовании ссылочных элементов
- Отсоединить 3D элемент от родительских элементов

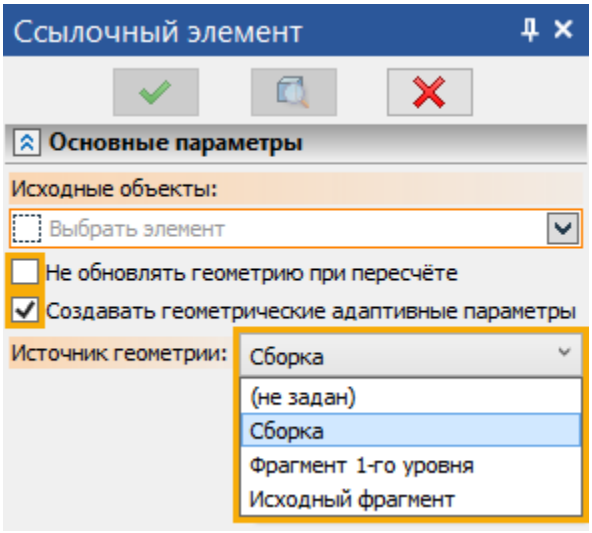
Создание ссылочного элемента

Для создания ссылочного элемента необходимо вызвать редактирование фрагмента в контексте сборки (см. подраздел Работа в контексте сборки). Вызвать команду **Ссылочный элемент**. Выбрать любой доступный элемент сборки или группу элементов. Выбранные элементы заносятся в список **Исходные объекты** на вкладке **Основные параметры** окна параметров команды. Управление списком осуществляется с помощью кнопок **Развернуть**, **Свернуть**, **Удалить элемент из списка**, **Очистить**.



При создании ссылочного элемента нужно указать:

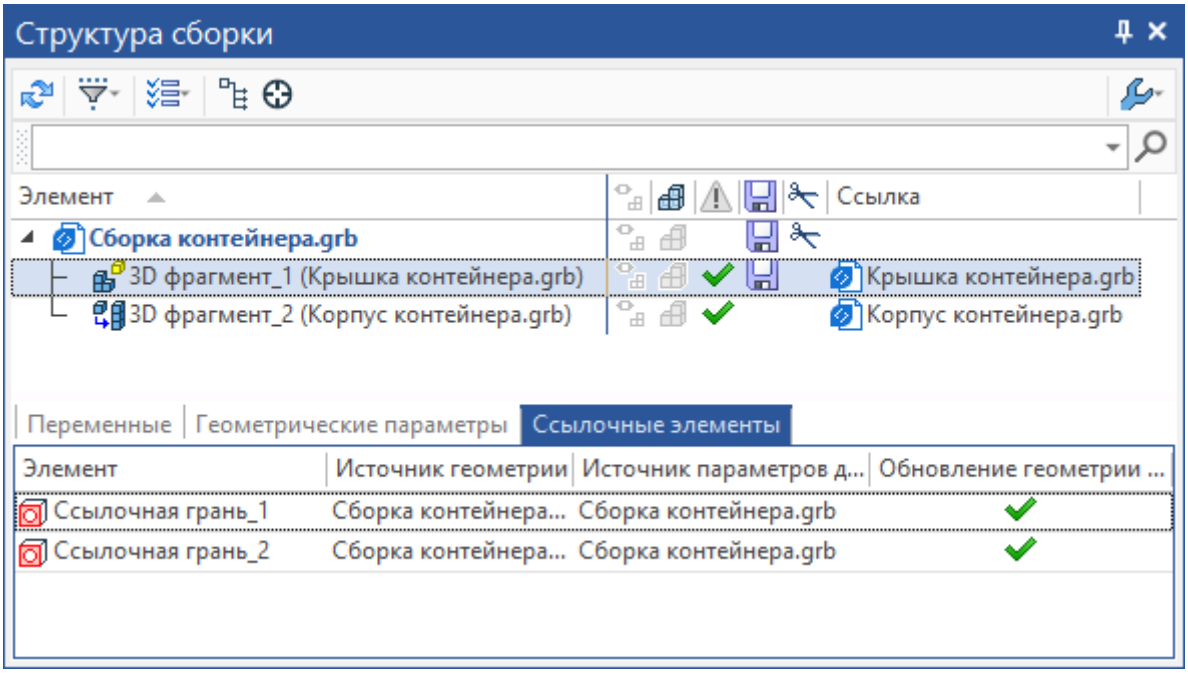
- обновлять или не обновлять геометрию при пересчёте (подробнее см. подраздел Обновление ссылочного элемента);
- создавать или не создавать геометрические адаптивные параметры (подробнее см. подраздел Ссылочный элемент в геометрических параметра);
- источник геометрии, т.е. указать фрагмент, из которого будет заимствована геометрия при обновлении ссылочного элемента (подробнее см. подраздел Источник геометрии).



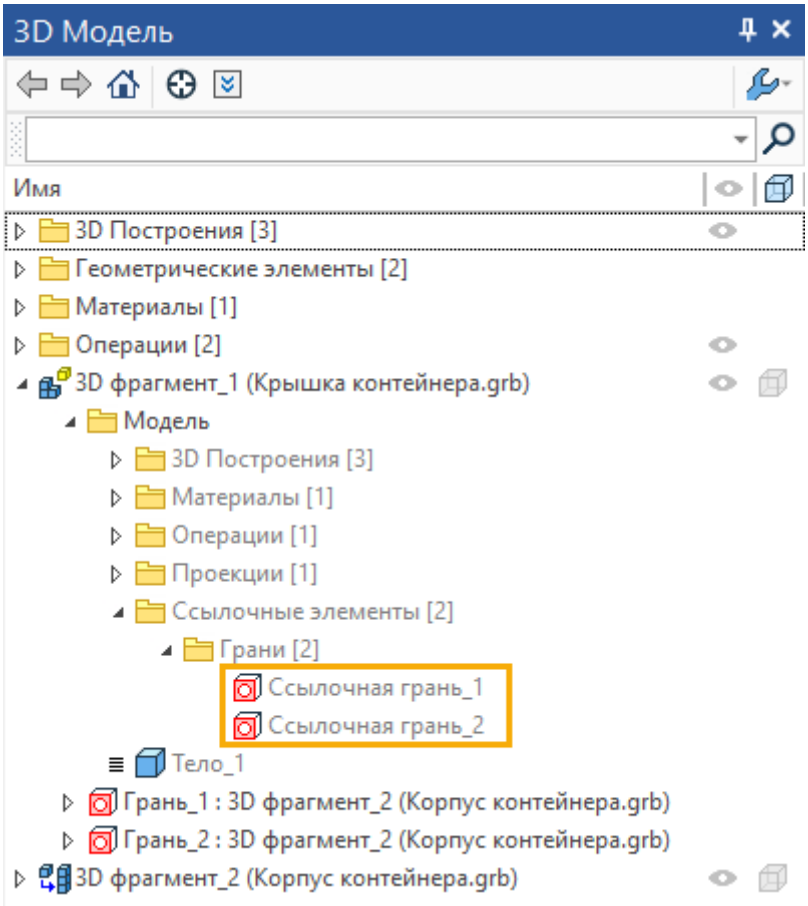
Завершить создание ссылочного элемента нужно при помощи пиктограммы или **<Ctrl>+<Enter>**.

Ссылочный элемент всегда имеет геометрию-источник находящуюся вне фрагмента (за исключением внутренних ссылок, устраняющих рекурсии). Ссылочные элементы не могут изменять свою геометрию, они могут только заимствовать геометрию, согласно ссылке на другой файл, в котором находится геометрия-источник. Геометрия-источник может быть изменена, тогда ссылочный элемент нужно обновить – он заимствует новое исполнение геометрии-источника.

Ссылочные элементы фрагмента можно увидеть в окне **Структура сборки**. В закладке **Ссылочные элементы** указано название геометрии ссылочного элемента, имя файла, в котором содержится геометрия-источник, и имя фала источника параметров документа. В данном случае имеются ввиду параметры трансформации (подробнее можно прочитать в подразделе Позиционирование, масштабирование и исполнение фрагментов в сборке). Файлом источником параметров всегда является сборка, в контексте которой были созданы ссылочные элементы фрагмента. Файл источник геометрии мы выбираем при создании ссылочного элемента.



Ссылочные элементы фрагмента можно увидеть в окне **3D Модель** сборки. Причём если сборка является файлом, который содержит геометрию-источник, то в окне **3D Модель** можно также увидеть и геометрию-источник ссылочного элемента.

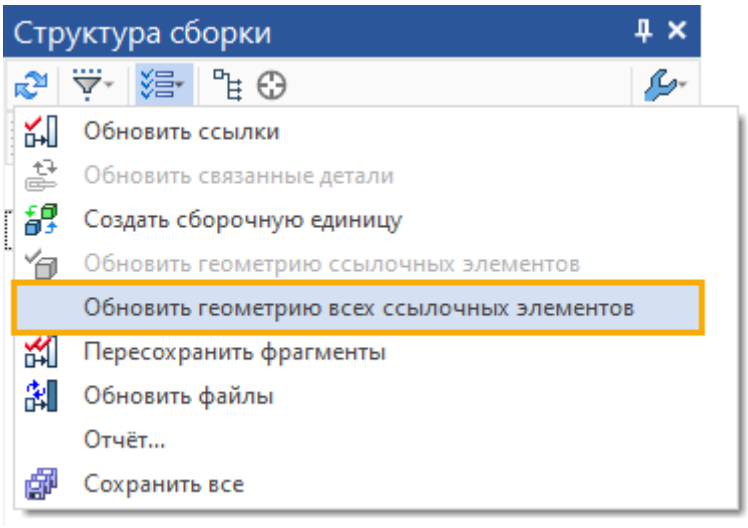


Ссылочный элемент также можно увидеть в окне **3D Модель** фрагмента.

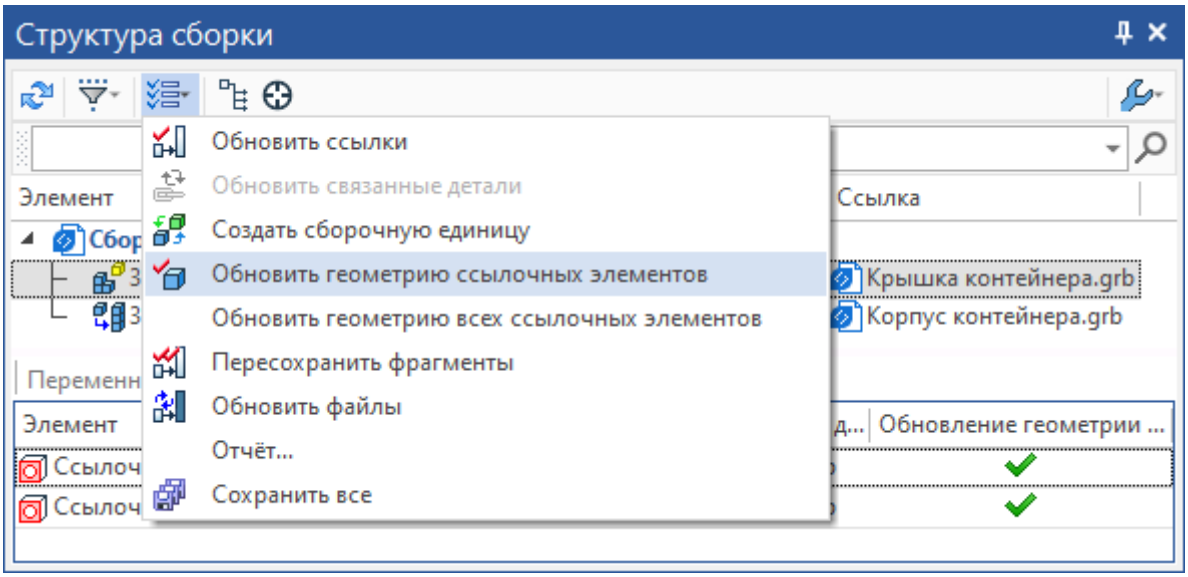
Обновление ссылочного элемента

Ссылочные элементы можно обновить из окна **Структура сборки** сборки, или какой-либо подсборки, при этом будут обновлены ссылочные элементы только тех фрагментов, которые входят

в эту подсборку. Можно обновить ссылочные элементы всех входящих в сборку (подсборку) фрагментов.

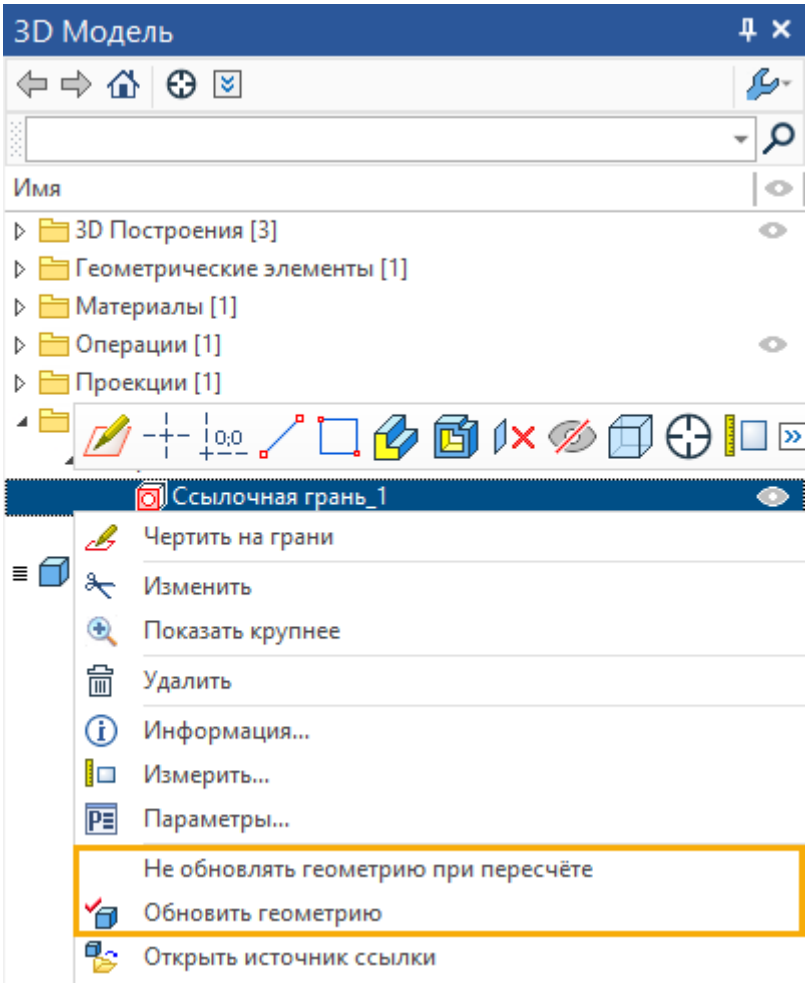


Или обновить ссылочные элементы конкретного фрагмента. Для этого нужно выделить фрагмент и выбрать показанную на рисунке команду.



Обновить один конкретный ссылочный элемент можно только в окне **3D модель** файла фрагмента, содержащего ссылочный элемент, вызвав в контекстном меню ссылочного элемента команду **Обновить геометрию**.

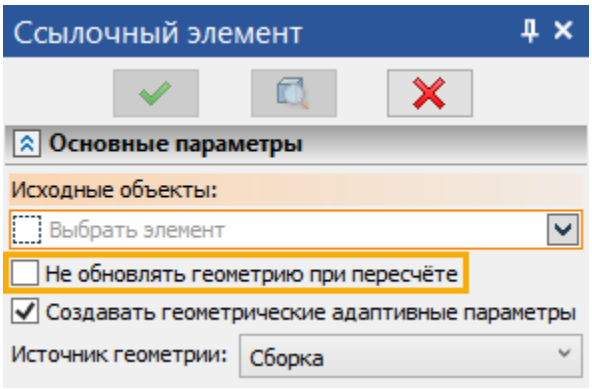
Обновить ссылочные элементы через окно **Структура сборки** можно только в том случае, если у ссылочного элемента не указана опция: **Не обновлять геометрию при пересчёте**. Если для ссылочного элемента указанная опция активна, то в этом случае ссылочный элемент нужно обновлять самостоятельно, по команде **Обновить геометрию** в контекстном меню ссылочного элемента, в окне **3D Модель** файла фрагмента, содержащего ссылочный элемент.



При создании ссылочного элемента мы можем указать, или не указать опцию **Не обновлять геометрию при пересчёте**. По умолчанию опция не активна. При автоматическом создании ссылочных элементов с использованием команды Деталь > Создать – опция не активна.

> По умолчанию все ссылочные элементы (кроме внутренних ссылок) создаются с возможностью обновления при пересчёте.

Опция **Не обновлять геометрию при пересчёте** доступна в параметрах ссылочного элемента при его создании.

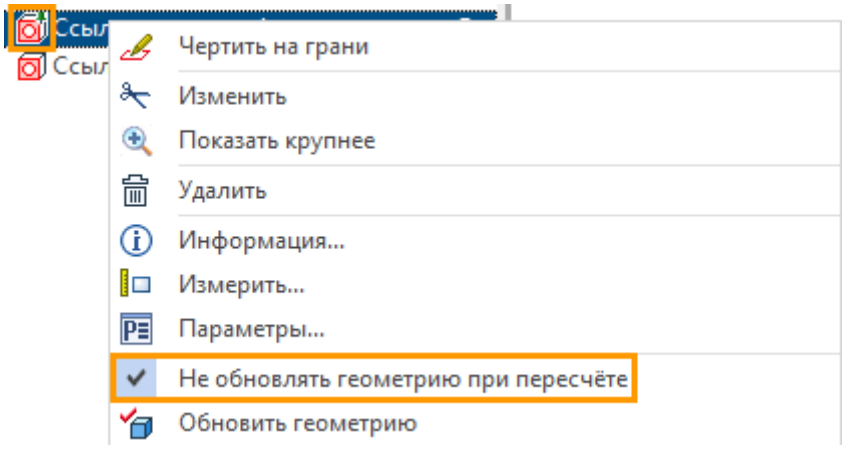


Если опцию сделать активной – ссылочный элемент будет фиксированным, и его можно будет обновить только вручную, через контекстное меню ссылочного элемента в окне **3D Модель**.
В окне **3D Модель** файла фрагмента можно понять зафиксирован его ссылочный элемент, или нет. У зафиксированных элементов другая пиктограмма (с изображением канцелярской кнопки), и в контекстном меню активна опция **Не обновлять геометрию при пересчёте**.

Зафиксированный ссылочный элемент:

- на пиктограмме значок канцелярской кнопки;
- опция **Не обновлять геометрию при пересчёте** активна.

Данный ссылочный элемент можно обновить только вручную.



Не зафиксированный ссылочный элемент:

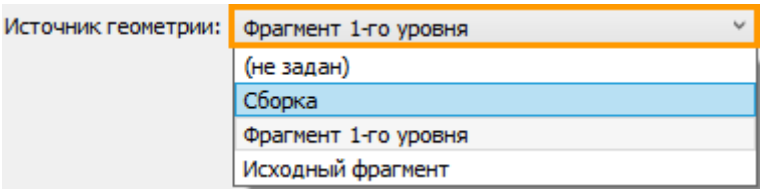
- пиктограмма обычная, без значка кнопки;
- опция **Не обновлять геометрию при пересчёте** не активна.

Данный ссылочный элемент можно обновить через окно **Структура сборки**.

Источник геометрии ссылочного элемента

Для того, чтобы определить в каком файле будет находиться геометрия-источник ссылочного элемента нужно указать один из трёх вариантов:

- Сборка,
- Фрагмент первого уровня,
- Исходный фрагмент.



По умолчанию указан **Фрагмент 1-го уровня**.

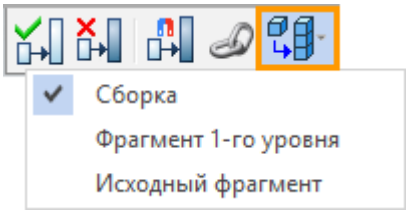
Если при выборе файла, где будет находиться геометрия-источник ссылочного элемента, указать вариант **не задан**, то выбранный в контексте сборки элемент будет использован в построениях фрагмента, но будет зафиксирован, и обновить его нельзя.

Как уже говорилось выше, ссылочный элемент можно создать только в контексте сборки. Для этого нужно открыть файл сборки, а затем через окно **Структура сборки** открыть для редактирования фрагмент (подробнее смотри в подразделе Работа в контексте сборки). В окне **Структура сборки** мы видим только те фрагменты, которые входят в сборку. Вся структура выше (если мы открыли файл подсборки) для нас будет недоступна и не видна, ни в сцене, не в окне **Структура сборки**, и на создание ссылочного элемента никак не влияет.

В данном случае имеется ввиду текущая иерархия фрагментов, которая определяет к какому именно файлу на диске в дальнейшем нужно обратиться, чтобы найти геометрию-источник ссылочного элемента. Данная опция действует разово, только при создании ссылочного элемента. Если файл, содержащий геометрию-источник, будет в итоговой сборке иметь другую иерархию – система его найдёт. Если файл будет удалён – то ссылка обновляться не будет, т.к. геометрия-источник не будет найдена.

Допустим, что геометрия-источник, на которую ссылается ссылочный элемент при обновлении, была указана в сборке. Непосредственно в сборке не создано какой-либо геометрии, вся геометрия в сборке определяется фрагментами которые в неё входят. Это означает, что для того, чтобы в сборке была доступна геометрия-источник для ссылочного элемента – в ней обязательно должен находится тот фрагмент, в котором находится геометрия-источник. Поэтому, если удалить фрагмент из сборки – геометрия-источник не будет найдена ссылочным элементом при обновлении.

На панели редактирования в контексте сборки (правый верхний угол 3D сцены) дублируется опция указания выбора файла, содержащего источник геометрии.



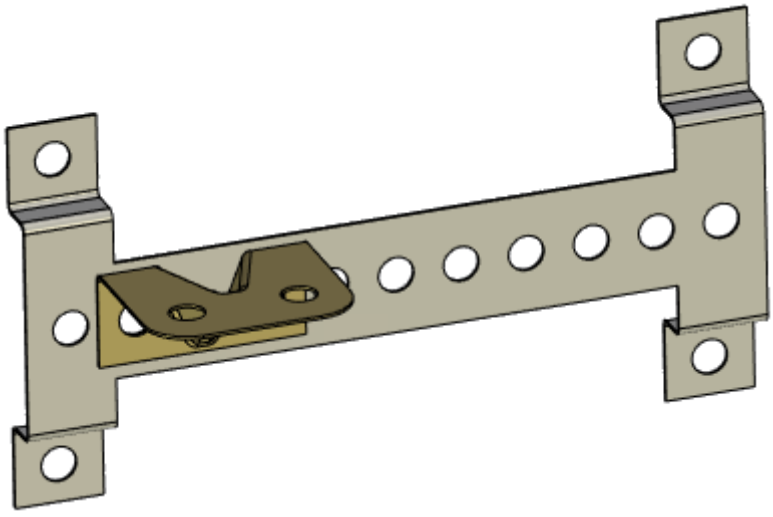
Нужно внимательно следить за данной опцией при автоматическом создании ссылочных элементов в контексте сборки.

Источник преобразований ссылочного элемента

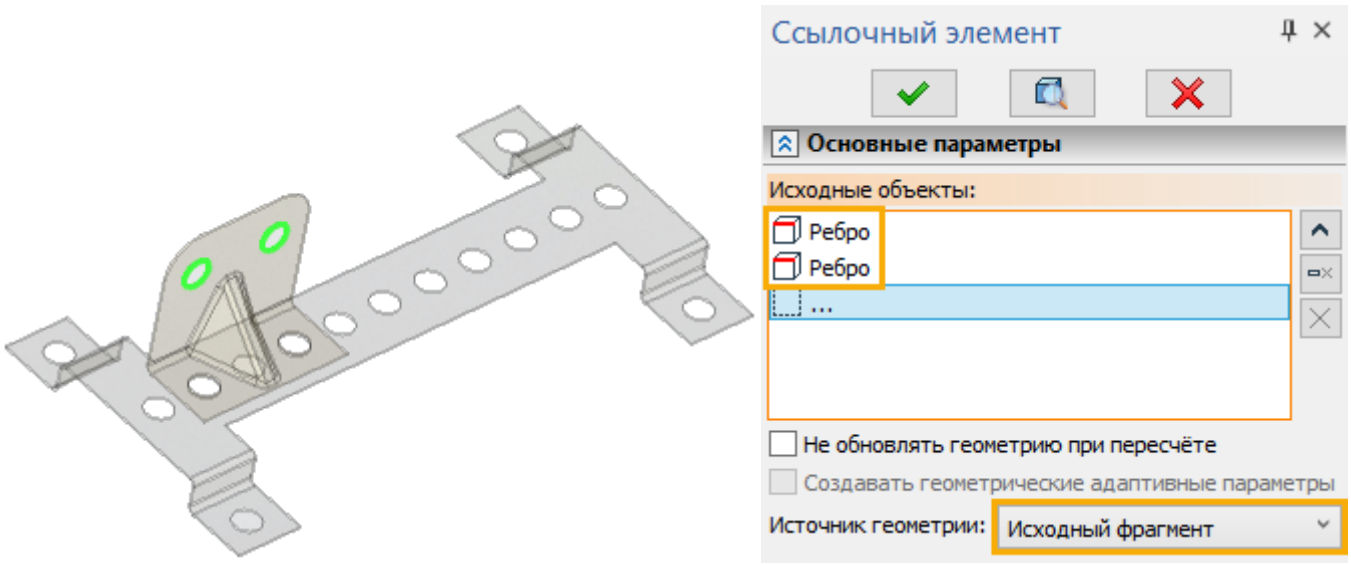
При проектировании «Сверху вниз» ссылочный элемент создаётся в контексте сборки на основе геометрии фрагментов, при этом заимствуется геометрия с учётом преобразований фрагмента в сборке (т.е. с учётом его перемещений, поворотов, масштабирования и с учётом значений его параметров). Соответственно, каждому ссылочному элементу нужно «знать» не только геометрию-источник, но и «знать» преобразования геометрии-источника в сборке. Информация о преобразованиях фрагмента, на основании геометрии которого был создан ссылочный элемент, находится в файле сборки, т.к. именно сборка определяет положение и исполнение всех фрагментов. Поэтому для каждого ссылочного элемента указывается не только исходный файл, где находится геометрия-источник, но и файл сборки, в контексте которой был создан ссылочный элемент. Для ссылочного элемента файл сборки является источником параметров документа.

Источником параметров документа всегда будет файл сборки, в контексте которой был создан ссылочный элемент.

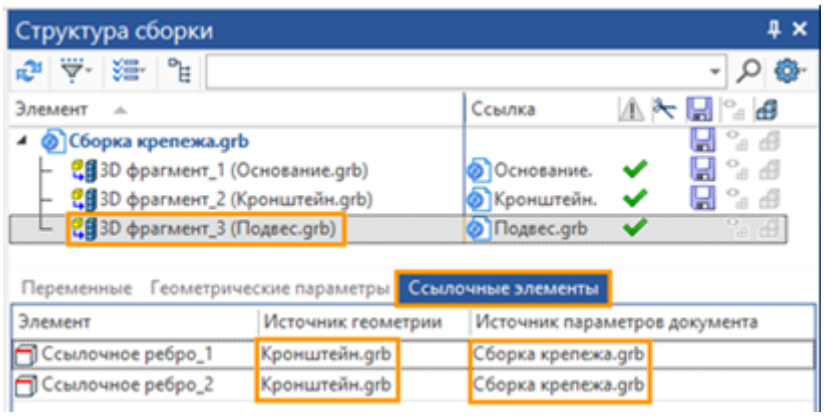
Рассмотрим пример. У нас есть сборка крепежа. Допустим, пока мы точно не понимаем как именно должен располагаться кронштейн на опоре и не понимаем какой должен быть длины кронштейн. Поэтому длину кронштейна мы задали внешней переменной, а сам кронштейн в сборке расположили приблизительно.



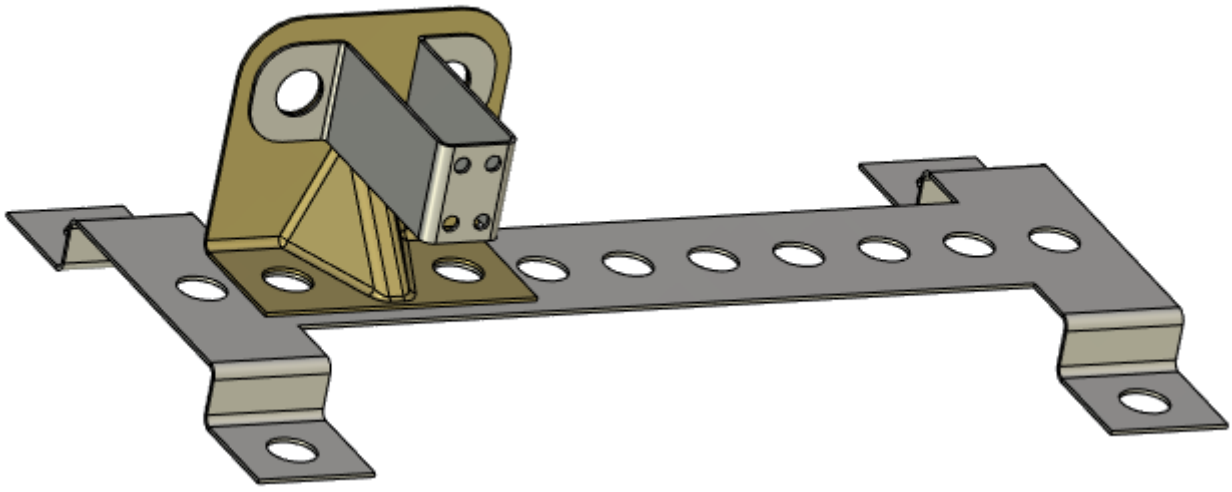
Нам нужно спроектировать подвес. Создадим два ссылочных элемента – рёбра отверстий кронштейна. Т.к. сборка у нас пока только приблизительная, то укажем файл, где будет содержаться геометрия-источник – фрагмент кронштейна. Для этого укажем **Источник геометрии: исходный фрагмент**.



В результате, у созданных ссылочных элементов геометрия-источник будет в файле «Кронштейн», а источник параметров фрагмента (преобразований) – будет сборочный файл «Сборка крепежа».



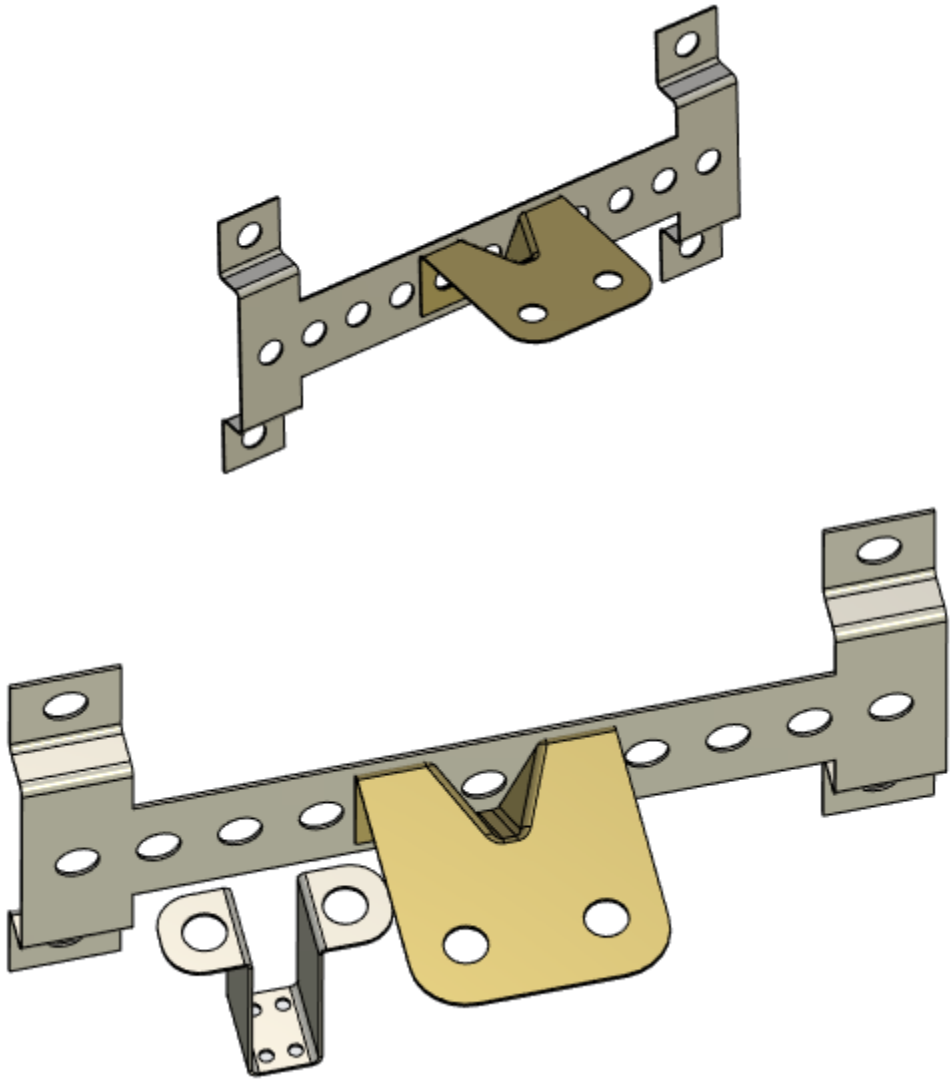
Создадим геометрию подвеса.



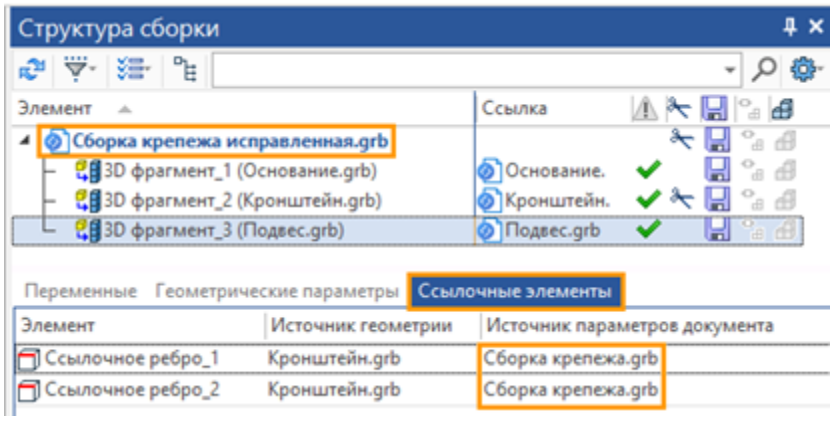
Предположим, наш вариант сборки оказался неверным. Длина кронштейна должна быть другая, и его расположение – тоже нужно изменить. Создадим новую сборку «Сборка крепежа исправленная».

В новой сборке изменим положение кронштейна и изменим его длину, сменив значение внешней переменной, которая определяет длину кронштейна. Вставим фрагмент «Подвес».

Фрагмент будет расположен согласно расположению в старой сборке. Кроме того, т.к. фрагмент «Кронштейн» изменил свою геометрию только в сборке (согласно значению внешней переменой), а в исходном файле остался первоначальной длины, то подвес расположен не верно как вдоль опоры, так и вдоль кронштейна.



Пример показывает, что сама геометрическая ссылка сохранилась, но о трансформациях фрагмента «Кронштейн» в новой сборке, у фрагмента «Подвес» информации нет, т.к. источником параметров (преобразований) фрагмента – остался старый сборочный файл «Сборка крепежа».



Данный пример лишь показывает важность информации, содержащейся в сборке. Нужно помнить, что использование временных сборок, или недоступность сборки при редактировании фрагментов, должны быть вызваны реальной производственной или проектной необходимостью. Во всех остальных случаях не рекомендуется применять временные сборки и удалять сборки. Т.к. сама концепция проектирования «Сверху вниз» подразумевает наличие сборки, определяющей все входящие в неё детали.

Автоматическое создание ссылочного элемента

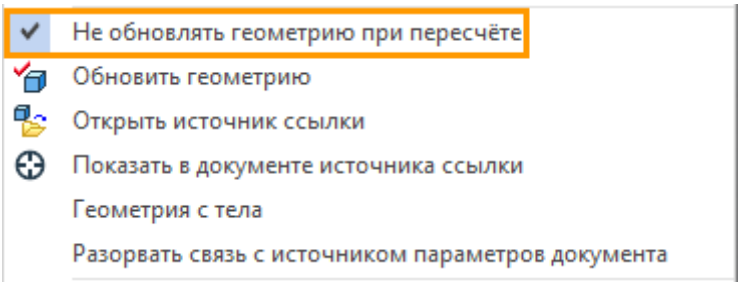
Ссылочные элементы будут созданы автоматически в двух случаях.

- Если мы редактируем фрагмент в контексте сборки с включенным выбором элементов сборки , и при выполнении какой либо команды задействовали элемент сборки.
- Если мы используем команду Деталь > Создать для тела в сборке.

При автоматическом создании ссылочных элементов опция **Не обновлять геометрию при пересчёте** не активна.

Все автоматически созданные ссылочные элементы (кроме автоматически созданных внутренних ссылок для устранения рекурсии) будут обновляться при пересчёте.

При необходимости, обновление созданного ссылочного элемента можно отключить. Для этого, в контекстном меню ссылочного элемента (вызванного в окне **3D Модель** файла фрагмента) нужно указать флаг опции **Не обновлять геометрию при пересчёте**.

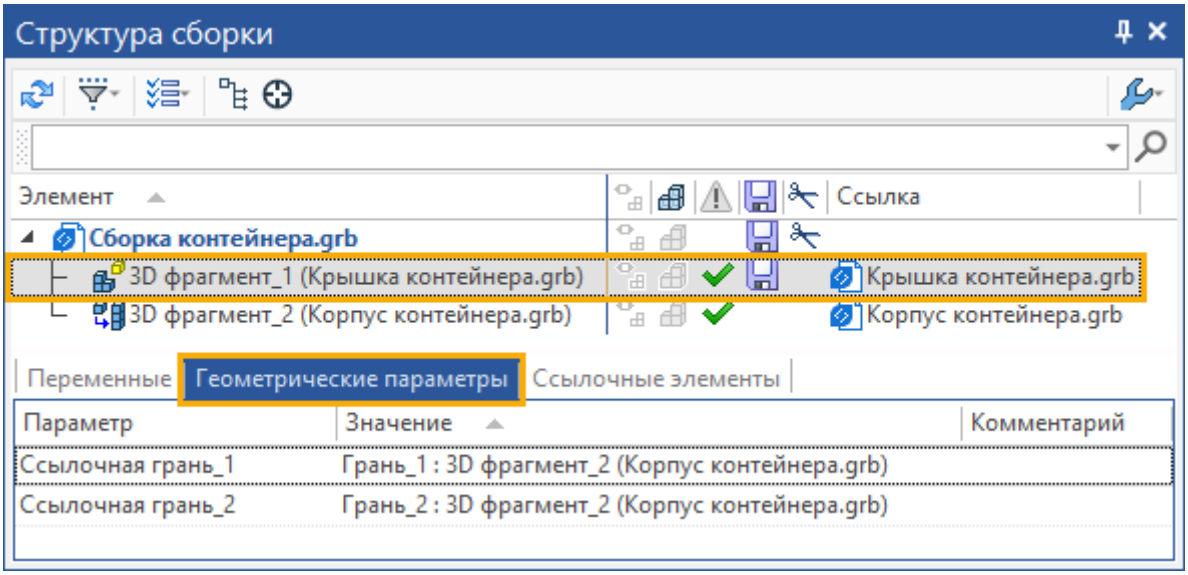


При использовании команды Деталь > Создать для тела в сборке, ссылочные элементы будут созданы для тех построений, которые нельзя переместить в создаваемый файл фрагмента.
Если среди родительских элементов тела есть элементы, которые зависят от других тел - то такие родительские элементы нельзя забрать из сборки. В этом случае будет создан ссылочный элемент.
Например, на грани тела построен профиль, который является родительским для тела, которое мы хотим сохранить в отдельный файл. Этот профиль нельзя забрать из сборки без тела, на котором он построен. Но второе тело нам в создаваемом файле не нужно. Тогда на профиль автоматически

будет создан ссылочный элемент. В созданном файле указанный профиль будет ссылочным элементом.

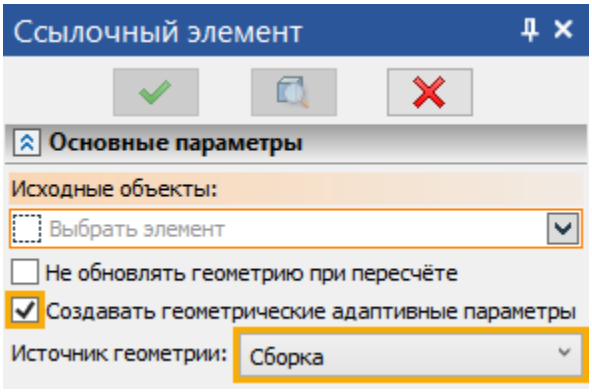
Ссылочный элемент в геометрических параметрах

Наличие ссылочного элемента в геометрических параметрах даёт возможность при изменении геометрии в сборке, без обновления ссылочных элементов в файлах фрагментов, получить новое исполнение адаптивного фрагмента. В этом случае ссылочный элемент будет вести себя как внешняя переменная: исполнение фрагмента в сборке не зависит от исполнения в файле фрагмента. Ссылочные элементы в геометрических параметрах позволяют создавать адаптивные сборки. Если сборка имеет фрагменты второго уровня и ниже, то можно создавать цепочки адаптивных фрагментов, как это было показано в подразделе Создать деталь.
Наличие ссылочных элементов в геометрических параметрах фрагмента можно увидеть в окне **Структура сборки**.

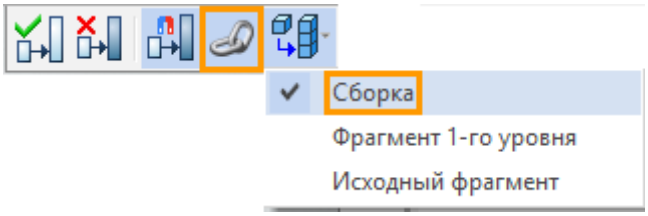


Ссылочный элемент будет по умолчанию помещён в геометрические параметры фрагмента, если создать его в контексте подсборки для которой фрагмент является фрагментом первого уровня (обязательно нужно указать источник геометрии в сборке), при этом сама подсборка, для общей сборки, может быть фрагментом любого уровня. Если ссылочный элемент помещён в геометрические параметры фрагмента, то, при изменении геометрии-источника ссылочного элемента, адаптивный фрагмент изменит свою геометрию, согласно изменению геометрии-источника, но только в сборке. При этом в самом файле фрагмента, в котором находится ссылочный элемент – изменений не будет. Чтобы внутри файла фрагмента геометрия изменилась, согласно изменению в геометрии-источнике – нужно обновить ссылочный элемент.
Ссылочный элемент будет геометрическим параметром фрагмента если его создавать следующими способами.

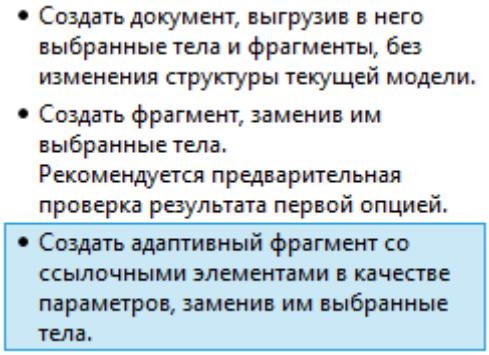
- При помощи команды **Ссылочный элемент.** Фрагмент, для которого создаётся ссылочный элемент, должен быть открыт в контексте сборки, для которой этот фрагмент – фрагмент 1-го уровня, при этом должна быть указаны опция **Источник геометрии: Сборка**, и опция **Создавать геометрически адаптивные параметры**.



- При редактировании фрагмента первого уровня в контексте сборки, с автоматическим созданием ссылочных элементов (когда активна опция и мы используем элементы сборки в построениях фрагмента), при этом должна быть выбрана опция **Источник геометрии: Сборка** и опция **Создавать геометрически адаптивные параметры**.

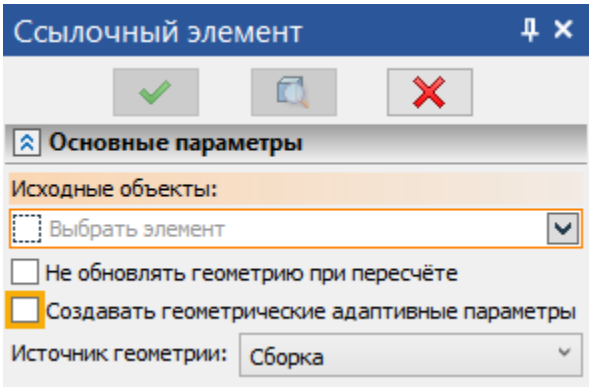


- Ссылочный элемент создан автоматически при выполнении команды **Деталь** > **Создать** с третьим вариантом.



Создание геометрических адаптивных параметров на основе ссылочного элемента можно отменить.

Для этого нужно снять флаг опции **Создавать геометрические адаптивные параметры** в параметрах команды **Ссылочный элемент** при создании ссылки.

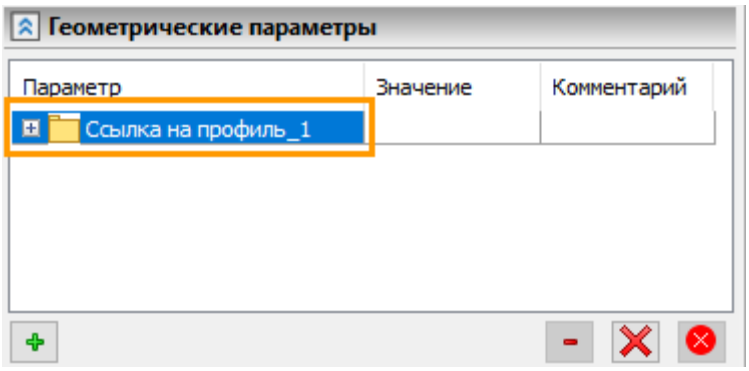


Управление опцией **Создавать геометрические адаптивные параметры** – дублируется пиктограммой в панели, доступной при работе в контексте сборки (правый верхний угол 3D сцены).

Если пиктограмма активна – то созданные ссылочные элементы будут помещаться в геометрические параметры фрагмента (при условии варианта источника - сборка), если неактивна – то нет.

> Нужно внимательно следить за данной пиктограммой при автоматическом создании ссылочных элементов в контексте сборки. В некоторых случаях адаптивность фрагментов может привести к рекурсии.

Подробнее об рекурсиях и их устранении можно посмотреть в разделе Устранение рекурсий.
В случае возникновения рекурсии можно удалить ссылочные элементы из геометрических параметров. Для этого нужно вызвать контекстное меню адаптивного фрагмента, выбрать **Изменить**. Далее в закладке **Геометрические параметры** удалить из геометрических параметров ссылочный элемент при помощи пиктограммы или все геометрические параметры при помощи пиктограммы .



Поднятый элемент

Поднятый элемент позволяет передать геометрию напрямую из фрагмента любого уровня в файл сборки. Поднятым элементом, как и ссылочным, могут быть основные элементы модели (3D узлы, системы координат, рабочие плоскости, 3D профили, 3D пути, тела различных типов), так и топологические элементы (рёбра, грани, вершины).
Поднятый элемент передаёт геометрию снизу вверх. Поэтому для поднятого элемента справедливы все принципы работы со сборками по принципу «Снизу вверх».

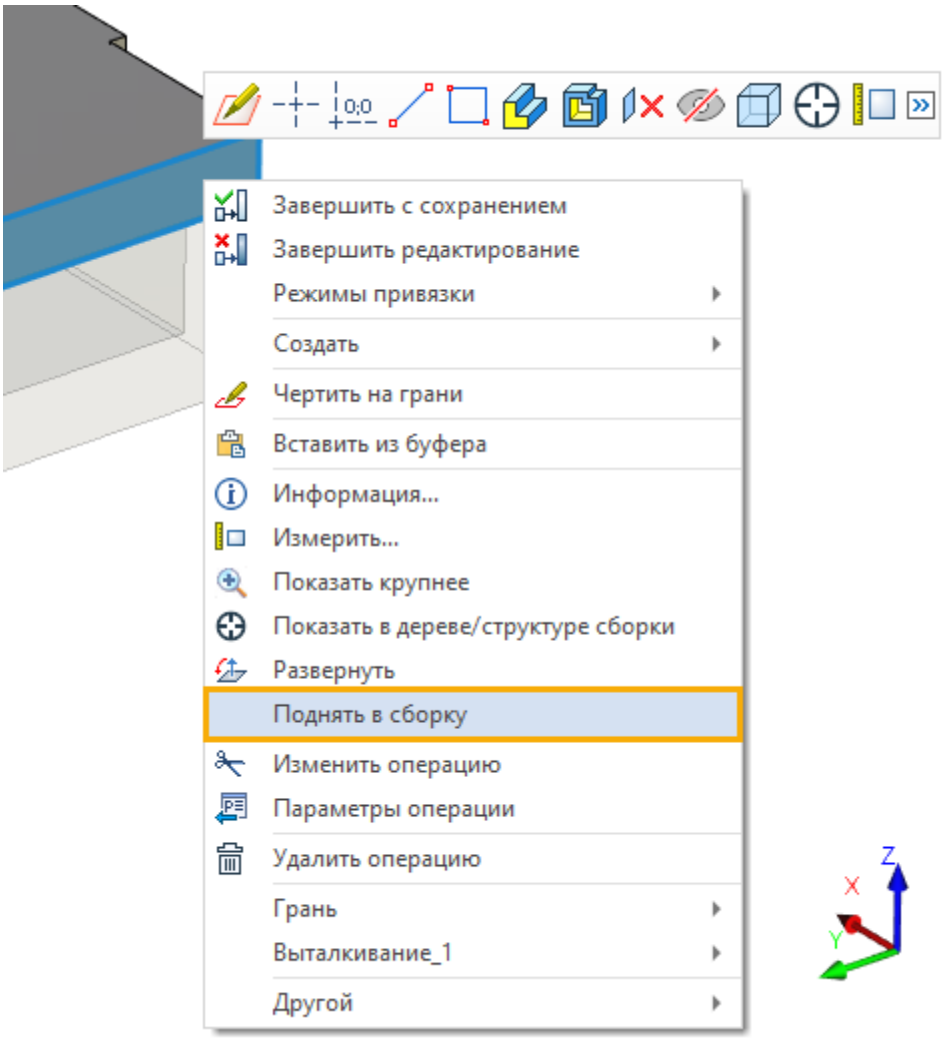
> Если мы меняем геометрию во фрагменте, в том числе и ту, на которую ссылается сборка, и затем сохраняем фрагмент, то при обновлении сборки геометрия поднятого элемента будет обновлена.

В целом можно провести аналогию между ссылочным элементом и поднятым. Ссылочный элемент обеспечивает связь «Сверху вниз» (и связь между фрагментами), поднятый элемент – наоборот, «Снизу вверх». Но т.к. принципы обновления ссылочных элементов и поднятых элементов всё же разные, то путать их не нужно.
Поднятый элемент по принципу работы аналогичен внешнему элементу. Только внешний элемент нам нужно передавать последовательно, по всем уровням от подсборки к подсборке, а поднятый элемент можно сразу передать в сборку.
В сборке поднятый элемент будет элементом, дерево построений которого недоступно.

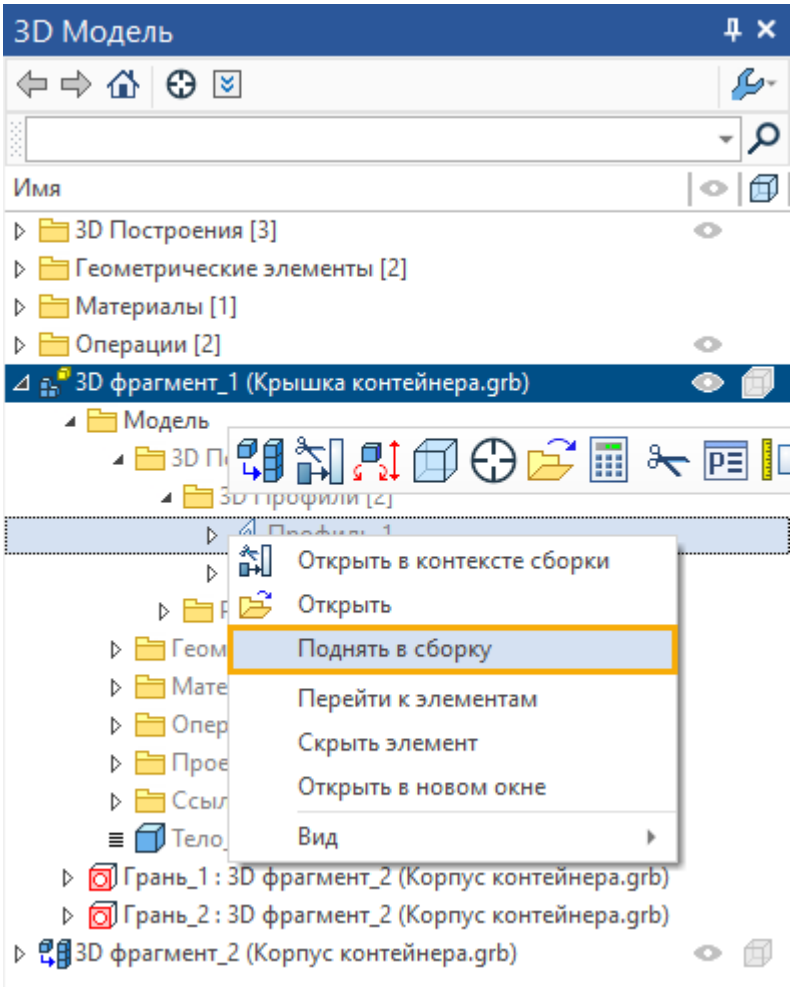
Создание поднятого элемента

Команда поднятия элемента доступна в контекстном меню любого элемента (из перечисленных выше). Для того, чтобы поднять элемент из фрагмента в сборку (или подсборку) нужно сначала открыть файл сборки (или подсборки). Есть два способа как выбрать нужный элемент фрагмента, чтобы поднять его в сборку, в которой находится пользователь.

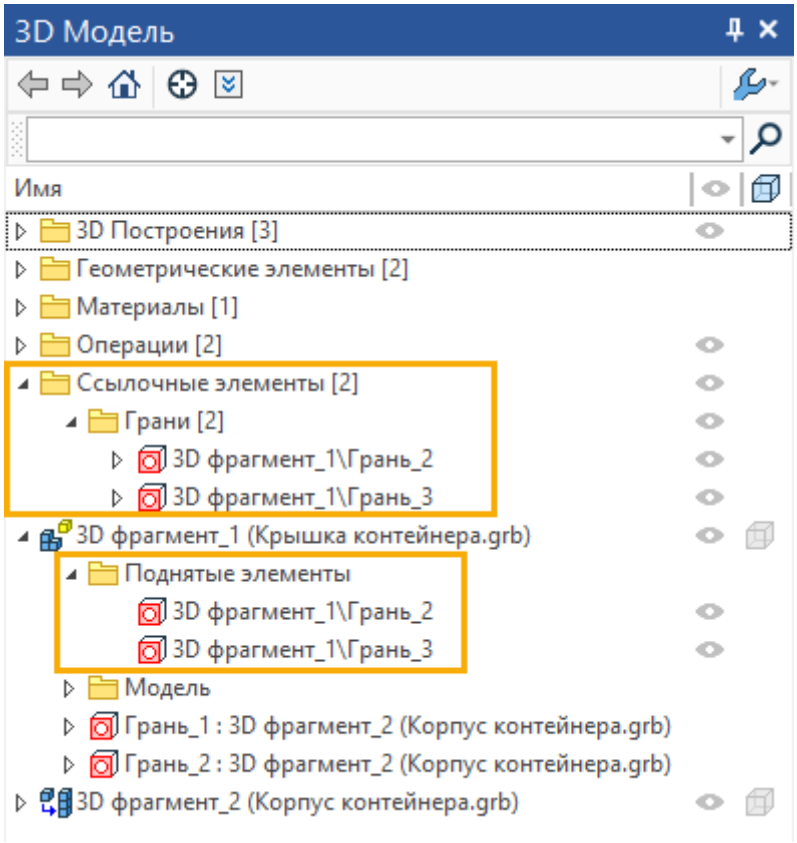
- Открыть фрагмент в контексте сборки, затем вызвать контекстное меню элемента выбрав его в 3D сцене или в окне **3D Модель** и указать **Поднять в сборку**.



- В окне **3D Модель** файла сборки раскрыть построения фрагмента, найти требуемый элемент и через его контекстное меню вызвать команду **Поднять в сборку**.



В файле сборки мы можем увидеть поднятые элементы. Для сборки это будут ссылочные элементы, поэтому поднятые из фрагмента элементы, в файле сборки, находятся в папке **Ссылочные элементы**. Для фрагмента – это поднятые элементы. В окне **3D Модель** файла сборки у фрагмента, из которого мы подняли элементы, в соответствующей папке, можно найти перечень поднятых элементов.



Автоматическое создание поднятого элемента

Автоматическое создание поднятых элементов возможно в случае, когда мы используем команду **Деталь > Создать** и создаём фрагмент (как адаптивный так и неадаптивный).

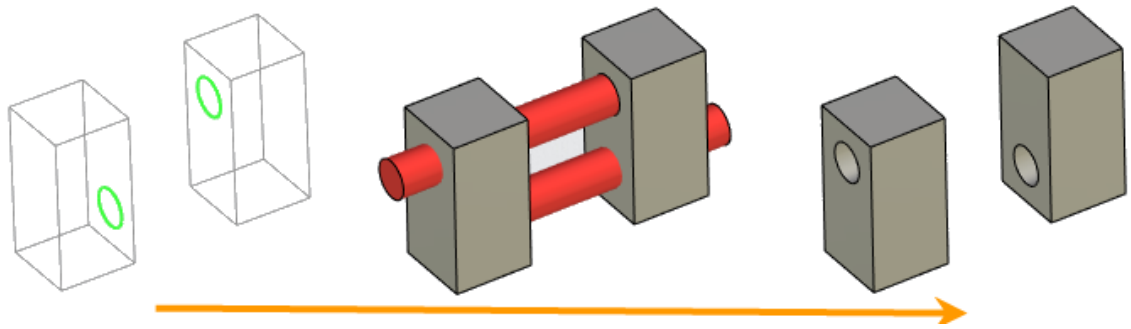
Если среди элементов потомков тела (которое мы хотим сохранить в отдельный фрагмент) есть элементы, которые являются родительскими для других тел, то такие элементы нельзя просто забрать из сборки. В этом случае будет создан поднятый элемент. Поднятый элемент будет зависеть от фрагмента и будет определять геометрию зависимых от него тел в сборке.

Например, на грани тела (которое мы хотим сохранить как фрагмент) построен профиль, который является родительским элементом другого тела. Этот профиль будет вместе с телом сохранён в файл фрагмента. Для того, чтобы зависимое от профиля тело не потеряло родительский элемент – будет создан поднятый элемент, который вернёт в сборку сохранённый в файле фрагмента профиль.

Устранение рекурсий при использовании ссылочных элементов

При создании адаптивных фрагментов (команда Деталь > Создать с вариантом **Создать адаптивный фрагмент**) может возникнуть рекурсия если «вытягиваемые» из сборки построения зависят друг от друга. Поясним это на простом примере.

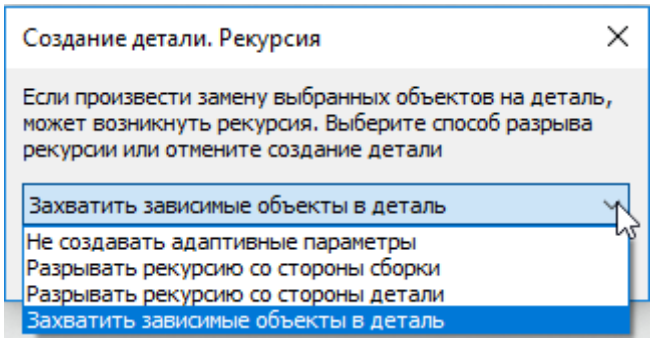
Пусть у нас есть два параллелепипеда. На одной из граней каждого параллелепипеда построим профили, представляющие собой окружность. Получается, что один профиль является потомком первого параллелепипеда, а второй – второго.



Сделаем выталкивание данных профилей, а далее при помощи булевой операции вычтем полученные цилиндры из параллелепипедов. Цилиндр, построенный выталкиванием профиля, который принадлежит первому параллелепипеду – вычтем из второго параллелепипеда и, наоборот, цилиндр, построенный по профилю второго параллелепипеда – вычтем из первого. В итоге получается, что каждый из параллелепипедов имеет и своим родителем и свои потомком другой параллелепипед.

Вызовем контекстное меню для первого параллелепипеда и выберем команду Деталь > Создать. В диалоге команды укажем **Создать адаптивный фрагмент**.

Нажимаем «ОК», после чего появляется диалоговое окно с сообщением о рекурсии.



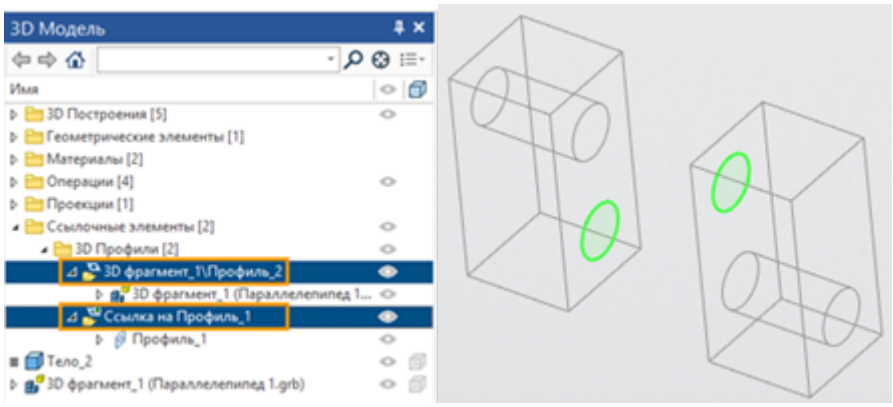
Предлагается четыре варианта устранения рекурсии.

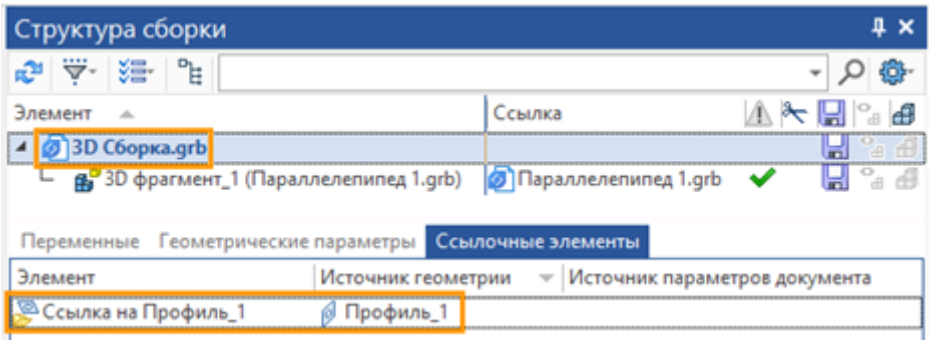
1) **Не создавать адаптивные параметры**. Т.е. предлагается не помещать ссылочные элементы в геометрические параметры. Ссылочные элементы, в отличие от геометрических параметров, сами по себе являются защитой от рекурсии. Пересчёт фрагмента начинается с обновления заимствованной геометрии, далее пересчитывается всё остальное дерево построений фрагмента. После пересчёта фрагмента изменения приходят в сборку. В сборке изменение геометрии фрагмента вызывает изменение геометрии-источника ссылочного элемента фрагмента. Но это изменение будет передано во фрагмент только при его следующем пересчёте. Таким образом устраняется зацикливание пересчётов самих на себя.

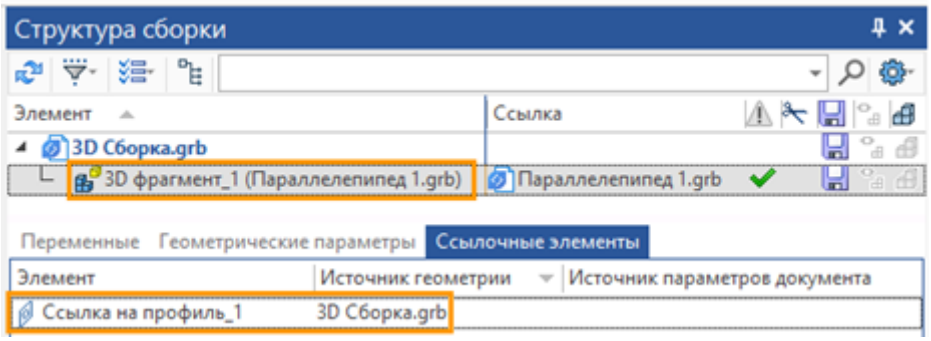
В этом случае фрагмент будет неадаптивным.

2) **Разрывать рекурсию со стороны сборки**. В этом случае внутри файла сборки будет создана внутренняя ссылка на профиль, родительский элемент которого – тело в сборке (второй параллелепипед). Поэтому для ссылочного элемента фрагмента, геометрия-источник будет не профиль в сборке, а внутренняя ссылка на этот профиль в сборке. Т.к. геометрия-источник, для внутренней ссылки, которая является геометрией-источником для ссылочного элемента фрагмента, находится в сборке, то сам способ называется «Разрывать рекурсию со стороны сборки». Внутренняя ссылка, которая обновляется только вручную, разрывает рекурсию. Т.к. ссылка при пересчёте не обновляется, то геометрия ссылочного элемента зафиксирована, и не зависит от изменения родительского элемента, и при пересчёте геометрии адаптивного фрагментов не возникает рекурсия. Для тела второго параллелепипеда также создаётся ссылочный элемент, геометрия-источник которого – профиль первого параллелепипеда, поднятого из фрагмента (для первого параллелепипеда такой элемент называется поднятым).

В этом случае фрагмент будет адаптивным: в его геометрических параметрах будет ссылочный элемент.



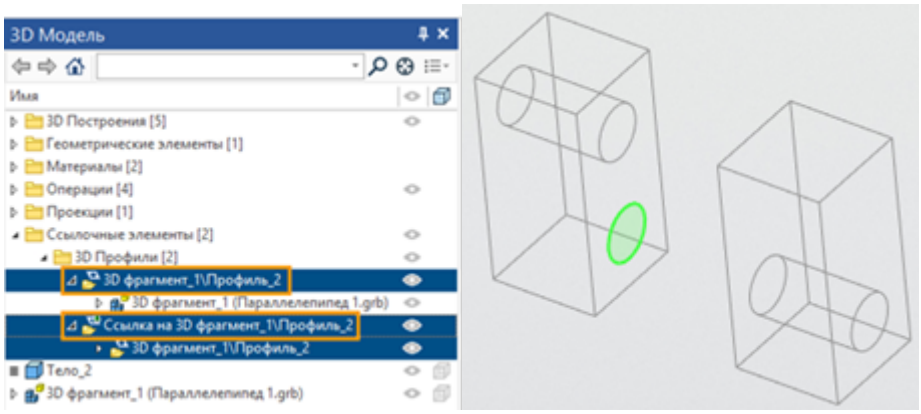




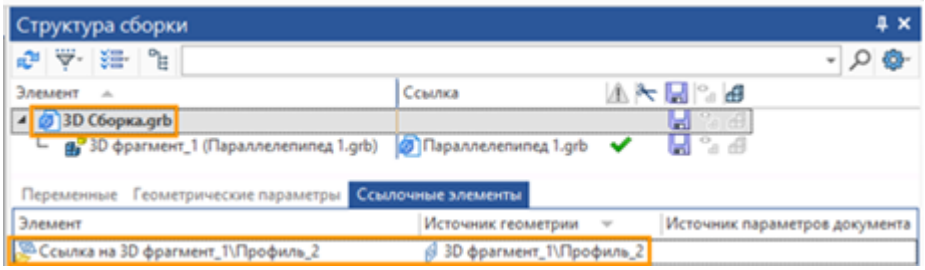
> Внутренняя ссылка, разрывающая рекурсию, обновляется только вручную. Из окна **Структура сборки** её обновить нельзя.

Что внутренняя ссылка зафиксирована и автоматически не обновляется – можно понять по её пиктограмме с изображением канцелярской кнопки. Чтобы обновить ссылку нужно вызвать её контекстное меню и выбрать команду **Обновить геометрию**.

3) **Разрывать рекурсию со стороны детали**. В этом случае внутри файла сборки будет создана внутренняя ссылка на ссылочный элемент, геометрия-источник которого профиль фрагмента первого параллелепипеда (для фрагмента такой элемент называется поднятым). Т.к. геометрия-источник ссылочного элемента, на который создана внутренняя ссылка, находится во фрагменте, то сам способ называется **Разрывать рекурсию со стороны детали**. Внутренняя ссылка, которая обновляется только вручную, разрывает рекурсию. При этом у самого фрагмента, также есть ссылочный элемент, для которого геометрией-источником является профиль, родительский элемент которого – второй параллелепипед, тело которого находится в сборке.



Как и в предыдущем варианте разрыва рекурсии, созданный фрагмент будет адаптивным: в его геометрических параметрах будет ссылочный элемент.

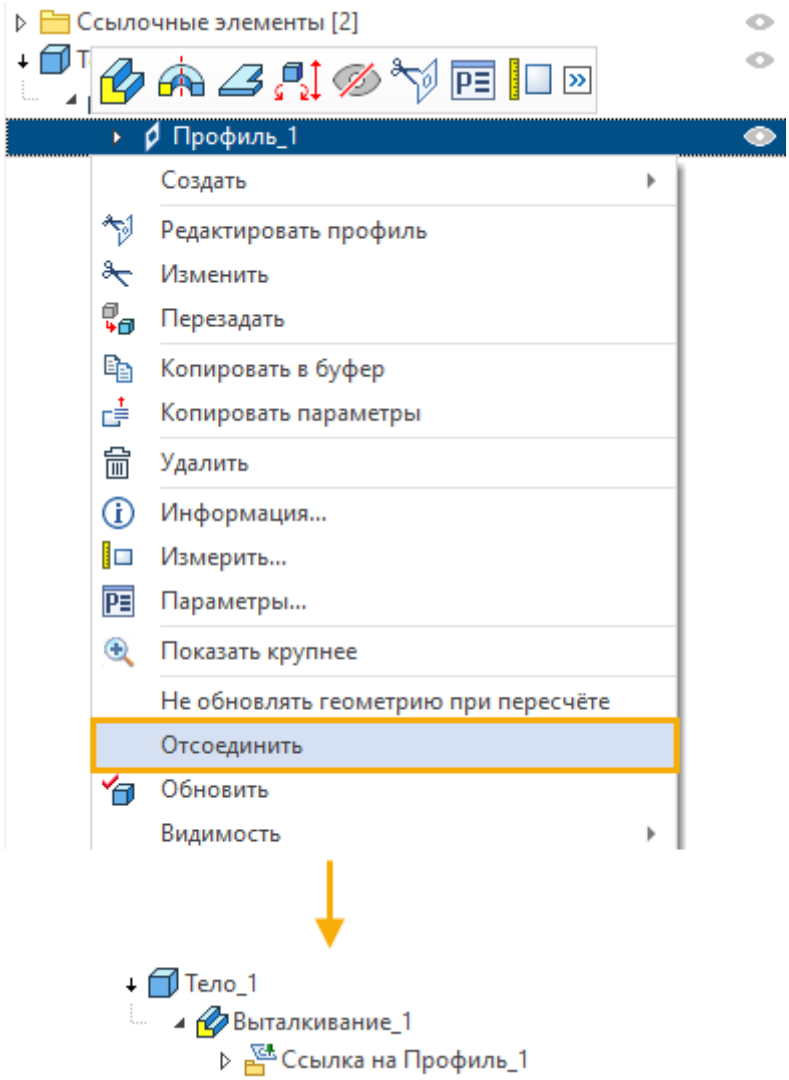


4) **Захватить зависимые объекты в деталь**. В этом случае создаваемый фрагмент будет содержать оба тела и будет неадаптивным.

Пользователь сам может устранять возможные рекурсии при помощи внутренних ссылочных элементов. Для создания внутреннего ссылочного элемента нужно находясь в редактируемом файле (не в контексте какой-либо сборки) вызвать команду создания ссылочного элемента **Ссылочный элемент** и выбрать элемент модели из 3D сцены или дерева модели в окне **3D Модель**.

Отсоединить 3D элемент от родительских элементов

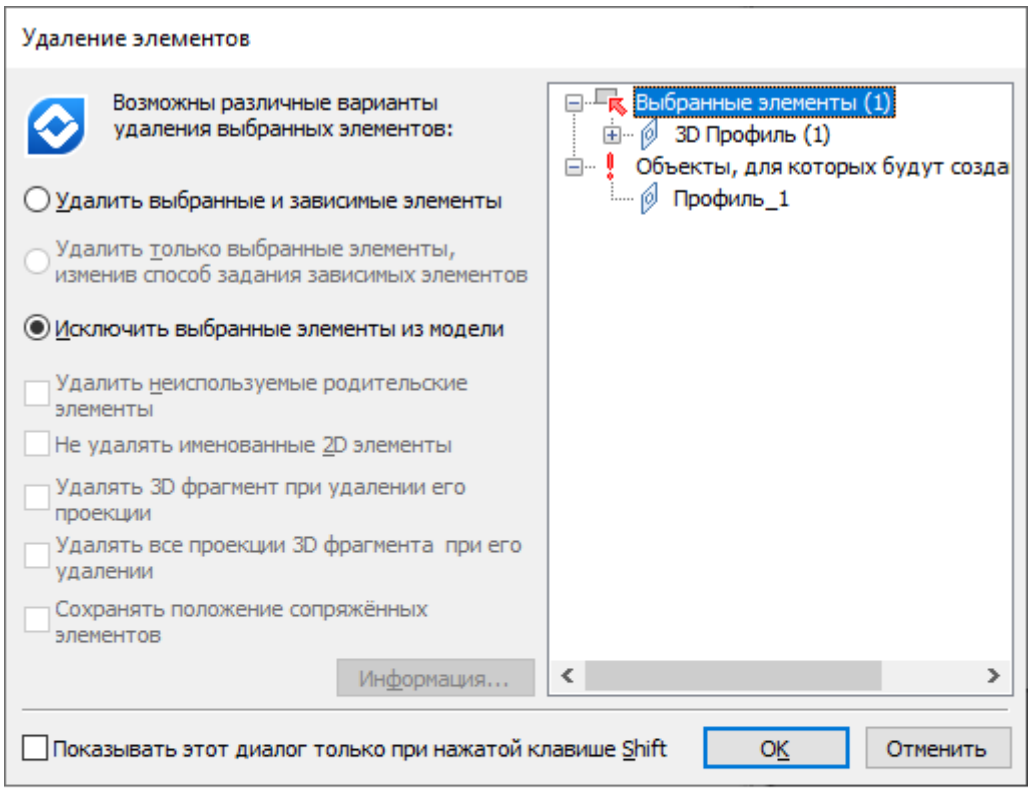
Команда **Отсоединить** основана на использования ссылочных элементов. Команда позволяет отсоединить модель и все её последующие построения от указанного родительского элемента. Выбранный родительский элемент при этом станет ссылочным элементом. Команду нужно вызывать из контекстного меню родительского элемента операции, в дереве 3D модели.

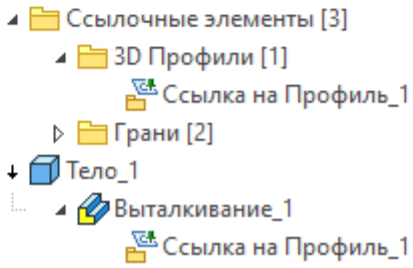


Созданный ссылочный элемент будет автоматически зафиксированным, т.е. недоступным для обновления при пересчёте модели или при вызове команды обновления ссылочных элементов из окна **Структура сборки**.

После создания ссылочного элемента (отсоединения), все предшествующие операции и построения можно удалить. В указанном примере можно удалить исходный профиль.

Команда отсоединения будет выполнена автоматически при вызове команды **Удалить** с опцией **Исключить выбранные элементы из модели**, в том случае, если удаляемые элементы модели невозможно исключить без потери потомков. Информация о создании ссылочных элементов при отсоединении будет указана в окне команды **Удалить**.





Наполнение 3D сборки геометрией

При работе со сборками «Сверху вниз» проектирование идёт от сборки к деталям. Геометрией сборки, которая определяет геометрию деталей, является совокупность деталей, входящих в сборку. Т.е. геометрию одних деталей определяют другие, с учётом их положения в сборке. Как правило есть детали или подсборки, которые не зависят от других деталей – это детали крупных каркасов, различные корпусы, рамы, фюзеляжи и т.д. Проектирование нужно начинать с таких деталей. Именно они наполнят сборку геометрией, на основе которой можно будет осуществлять проектирование от сборки к деталям.

Рассмотрим простой пример. Допустим нам надо спроектировать контейнер, геометрия корпуса которого определяется требуемым объёмом, габаритами, толщиной стенок и способом крепления крышки. Тогда получается, что корпус контейнера определяет все другие детали сборки, тогда как другие детали никак не влияют на геометрию корпуса, соответственно проектирование контейнера надо начинать именно с детали «Корпус». Создадим сборку, в которой находится фрагмент корпуса контейнера. Это можно сделать двумя способами.

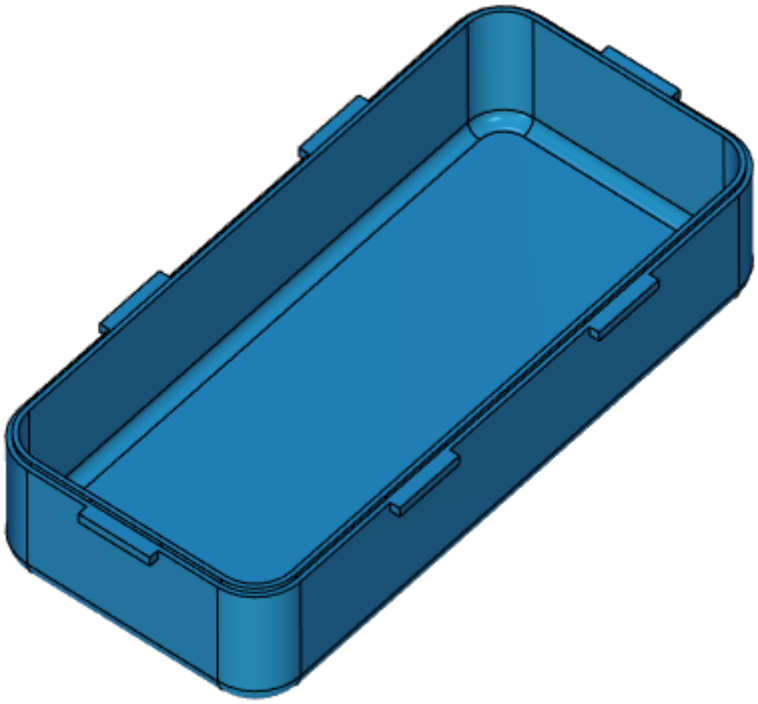
- Создать новый документ из прототипа **3D деталь**, в котором построить тело корпуса контейнера, затем создать новый документ из прототипа **3D Сборка** и при помощи команды **3D Фрагмент** выставить фрагмент корпуса в сборку.
- Создать новый документ из прототипа **3D Сборка**, затем при помощи команды **Создать 3D фрагмент** создать новый фрагмент, и далее в контексте сборки или не в контексте сборки (в данном случае это не важно, т.к. корпус не зависит от других построений) создать тело

корпуса контейнера. Перед созданием корпуса можно сразу создать всю структуру сборки контейнера.

Первый способ соответствует принципу проектирования «Снизу вверх», второй – принципу «Сверху вниз». В данном случае как первый, так и второй способ приведут нас к абсолютно одинаковому результату. В общем случае, при создании сборок, можно применять одновременно оба принципа проектирования.

Воспользуемся вторым способом. Создадим файл сборки. Сохраним его, и назовём «Сборка контейнера». Далее выбираем команду **Создать 3D фрагмент.** В появившемся диалоге вводим наименование детали, или обозначение, или и то и другое. Пояснение работы с диалогом создания фрагмента дано в разделе Создать 3D фрагмент. В нашем случае правильнее будет выбрать прототип «3D Деталь» (т.к. корпус будет деталью, а не подсборкой). Флаг **Редактирование в контексте сборки** можно не указывать, т.к. в сборке на данный момент других тел нет и для корпуса не нужно создавать ссылочные элементы.

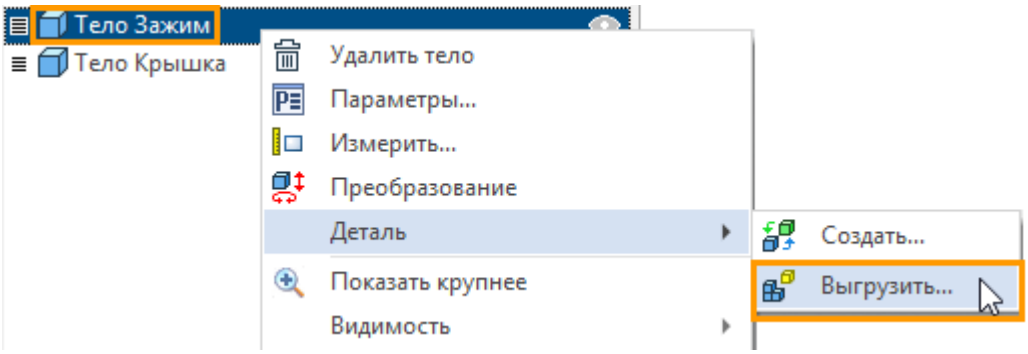
После нажатия кнопки **OK** мы всё ещё находимся в файле «Сборка контейнера». В окне **Структура сборки** мы видим, что в сборке появился фрагмент. Его пиктограмма говорит о том, что он неадаптивный. Для редактирования фрагмента вызываем его контекстное меню и выбираем **Открыть**. В файле нет никаких построений, система координат файла совпадает с системой координат сборки. Создаём тело корпуса на основе примитивов или создав необходимые стандартные рабочие плоскости.



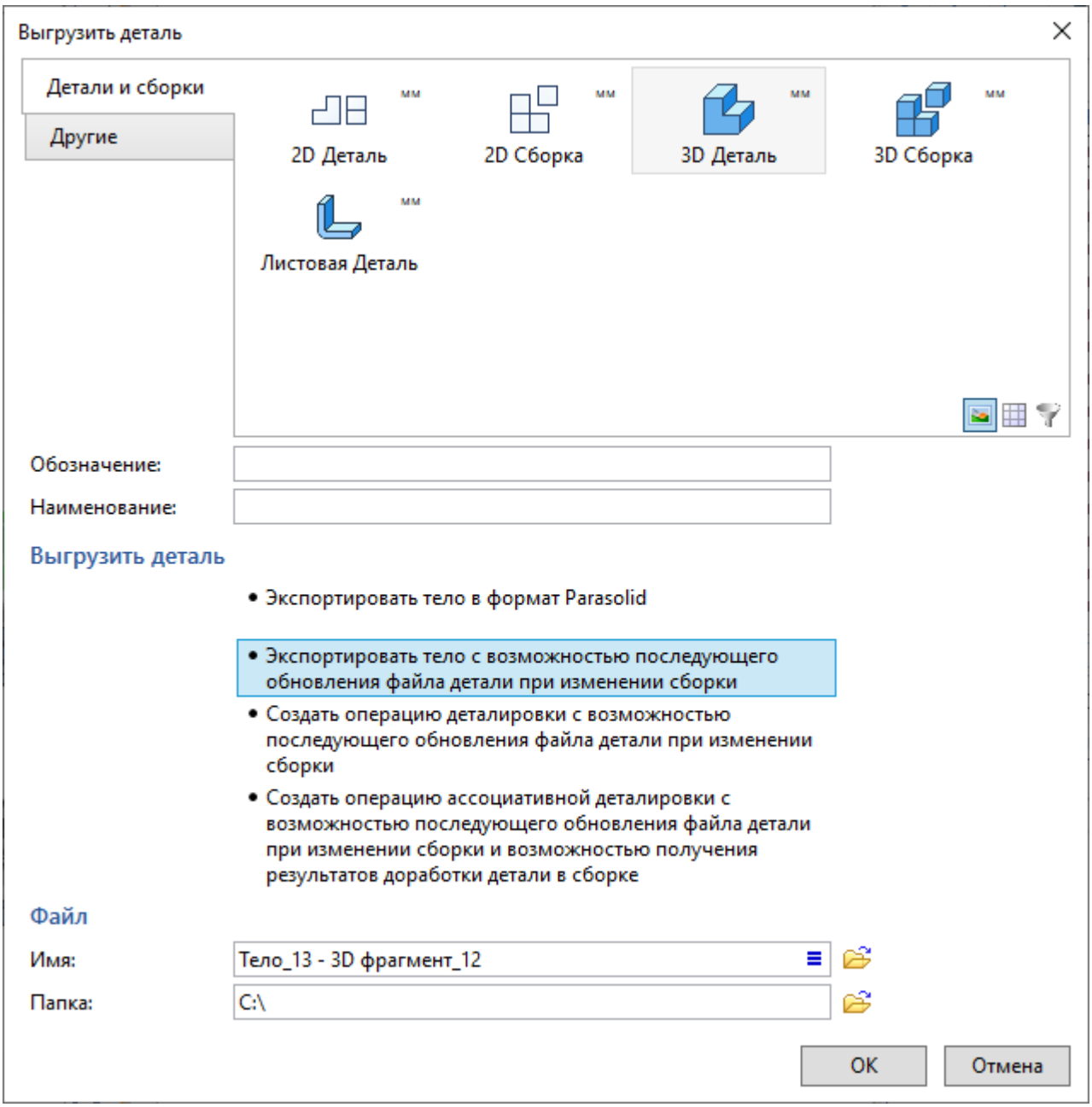
Выгрузить деталь

Диалог команды выгрузки детали можно вызвать для любого одного тела или одного фрагмента через контекстное меню.

Деталь > Выгрузить



В диалоге доступно 4 варианта выгрузки.

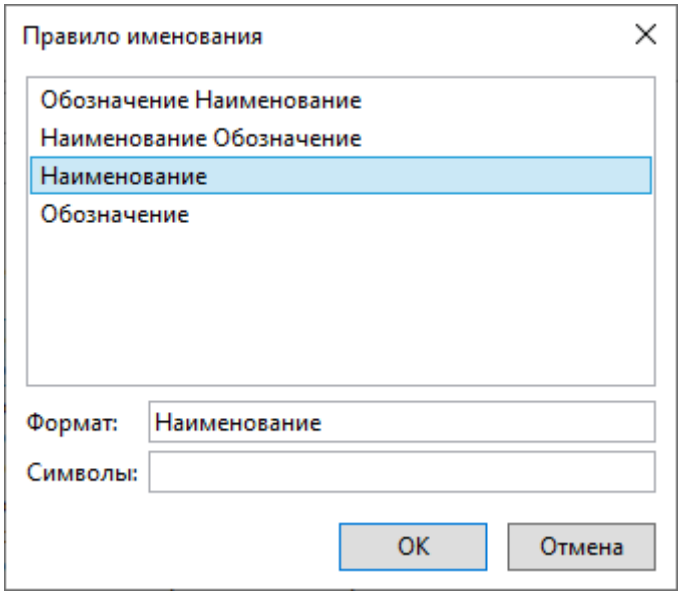


Первый вариант выгрузки позволяет сохранить тело в формат Parasolid.

Первый и второй варианты выгрузки рассмотрены в разделе Сохранить геометрию из сборки в отдельном файле.
Третий и четвёртый варианты выгрузки рассмотрены в данном подразделе.

> В состав изделия попадают только детали ,созданные с использованием третьего и четвёртого вариантов выгрузки.

Обозначение и **Наименование** автоматически создают имя файла на диске. Принцип создания имени файла – можно настроить. Для этого нажимаем пиктограмму ≡ в поле **Имя** и появляется специальный диалог **Правило наименования**. При помощи пиктограммы можно обновить имя файла по выбранному правилу наименования.



По умолчанию файл сохраняется в папку, где находится файл, из которого производится выгрузка.

Выгрузить геометрию с возможностью последующего обновления

Если тело было создано в сборке (подсборке любого уровня), то его можно выгрузить, сделав деталью. Для этого нужно в контекстном меню тела выбрать команду **Деталь**. Чтобы фрагмент был создан как фрагмент с геометрическим параметром, но без ссылочных элементов нужно выбрать третий или четвёртый вариант выгрузки тела в команде **Деталь > Выгрузить**.

- Выгрузить деталь (команда **Деталь > Выгрузить**) с опцией **Создать операцию деталировки с возможностью последующего обновления файла детали при изменении сборки.**
- Выгрузить деталь (команда **Деталь > Выгрузить**) с опцией **Создать операцию ассоциативной деталировки с возможностью последующего обновления файла детали при изменении сборки и возможностью получения результатов доработки детали в сборке**.

> В файлах фрагментов, созданных по третьему или четвёртому варианту команды **Выгрузить,** дерево построений недоступно. Геометрия в файлах представляет собой внешнюю модель. Редактирование геометрии фрагментов возможно только при изменении геометрии тела в файле сборки. Полноценную возможность редактирования файлов фрагментов, после их создания на основе тел в сборке, даёт команда **Деталь > Создать**.

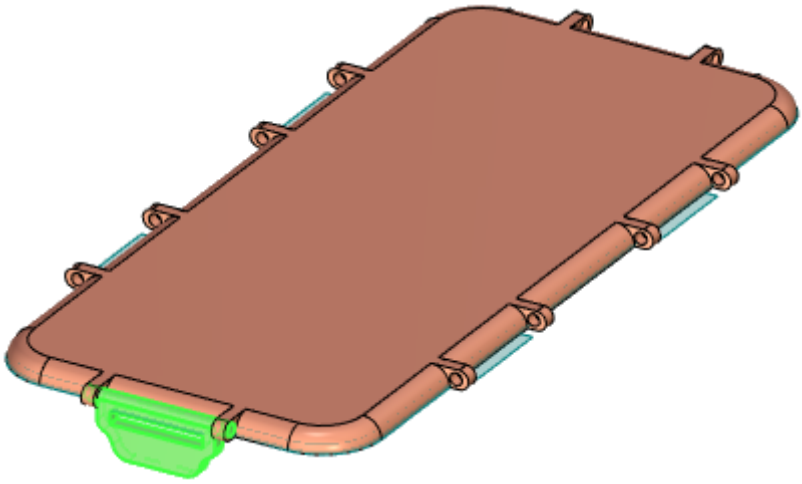
Рассматриваемые в данном подразделе варианты создания фрагментов в сборке рационально применять в том случае, если выгрузка тела при помощи команды **Деталь > Создать** приводит к появлению рекурсий (о возникновении рекурсий и их устранении подробнее можно прочитать в разделе Устранение рекурсий). Либо, когда нужно сделать деталь, зависимую от сборки без использования ссылочных элементов.

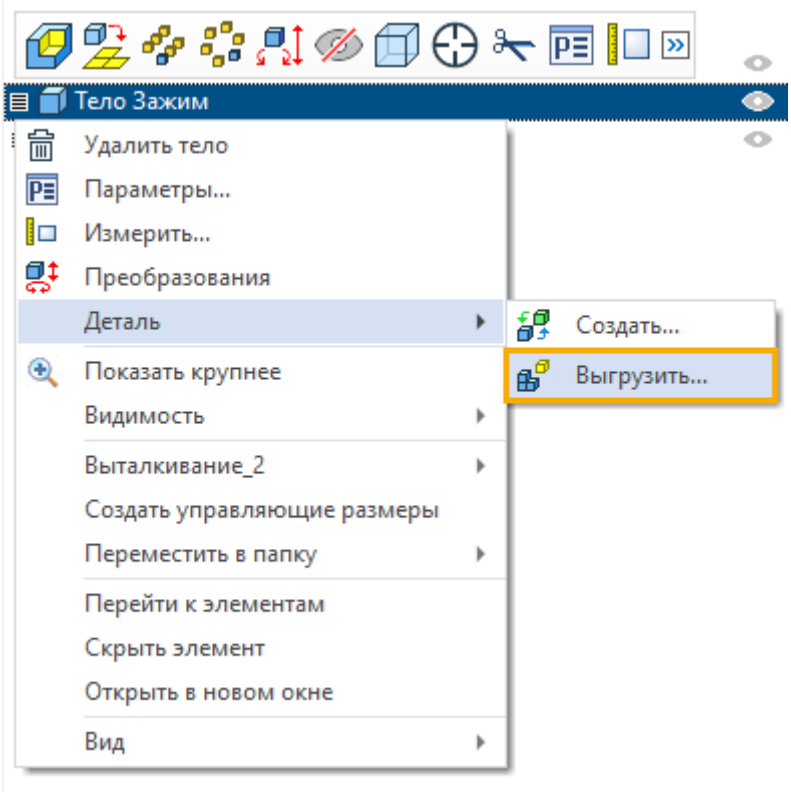
Рассматриваемые два варианта создания фрагментов не рекомендуется использовать если создаваемые фрагменты будут подсборками.

Обычная деталировка

Вновь рассмотрим пример, когда мы спроектировали зажим в файле фрагмента «Крышка контейнера» и хотим на основе тела зажима создать фрагмент (данный пример уже был рассмотрен в разделе Создать деталь).

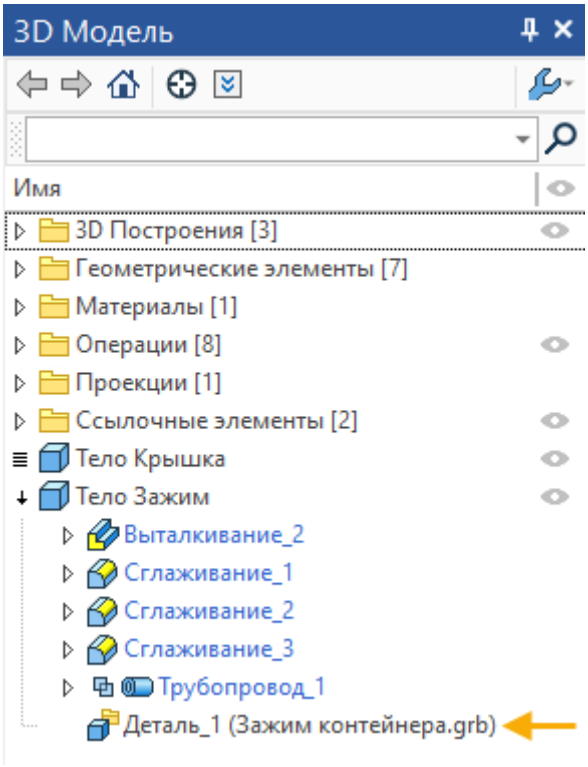
Вызываем, контекстное меню тела зажима, и выбираем команду **Деталь** > **Выгрузить**.



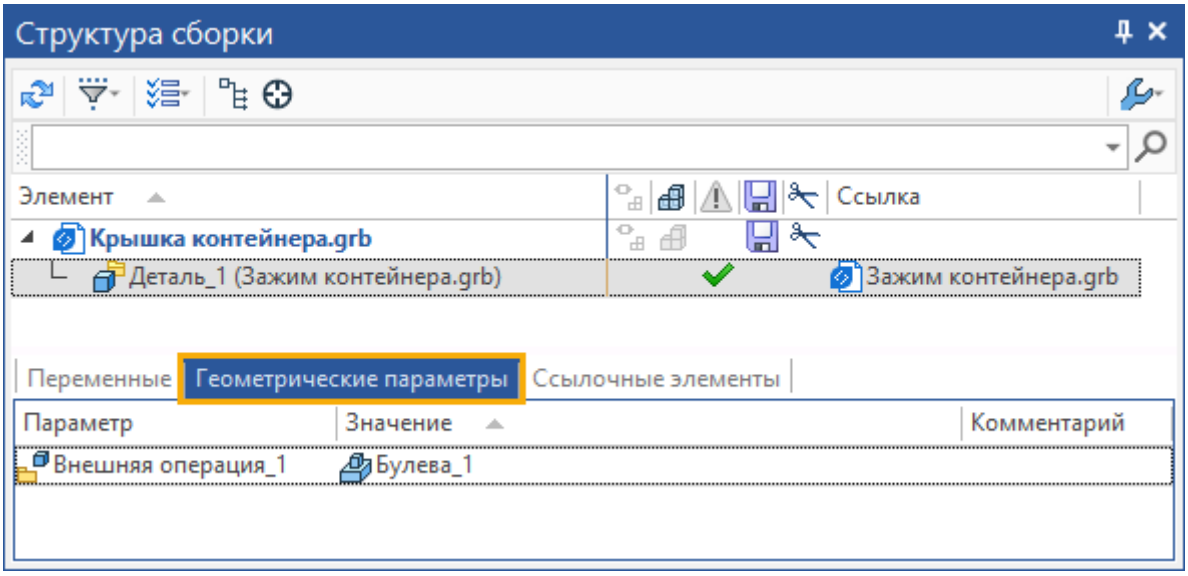


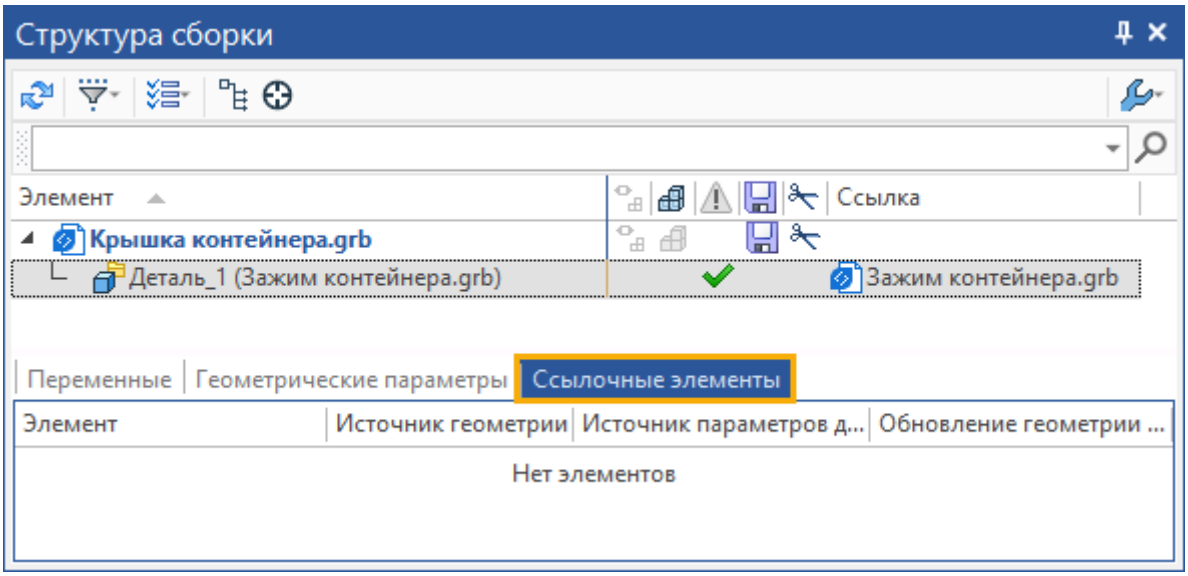
В появившемся диалоге указываем вариант **Создать операцию деталировки с возможностью последующего обновления файла детали при изменении сборки**. Принцип ввода имени файла и выбор прототипа, аналогичен принципу при работе с диалогом создания фрагмента. В начале данного раздела можно увидеть краткую информацию о данном диалоге.

В результате выполнения команды, появится адаптивный фрагмент. В окне **3D Модель** можно увидеть, что в структуре тела зажима появился адаптивный фрагмент.



В окне **Структура сборки** файла «Крышка контейнера» также появился фрагмент первого уровня. Данный фрагмент содержит геометрический параметр «Внешняя операция_1» и не содержит ссылочных элементов.



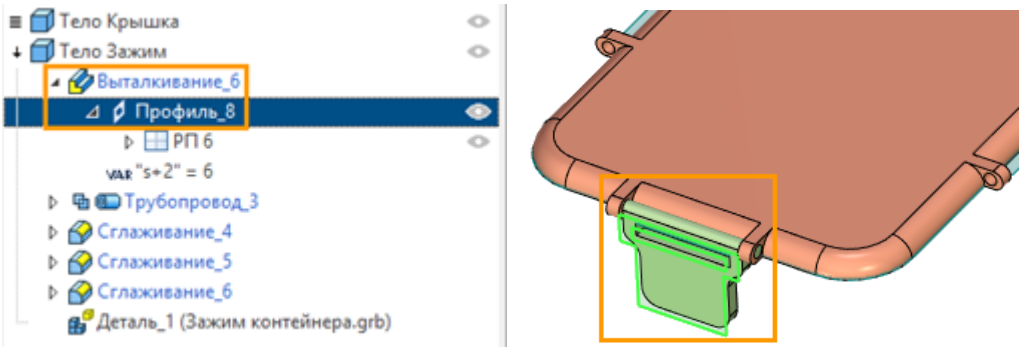


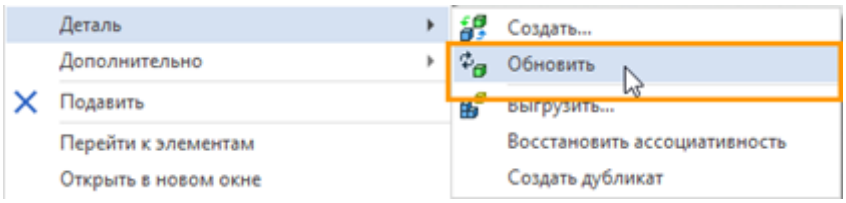
Обновить деталь

Наличие геометрического параметра «Внешняя операция_1» обеспечивает связь файла фрагмента «Зажим контейнера» со сборкой «Крышка контейнера», т.е. связь с файлом, из которого геометрия была выгружена. В файл фрагмента можно передать изменения, сделанные в исходном теле, находящемся в файле сборки. Для этого нужно выбрать команду **Обновить**.

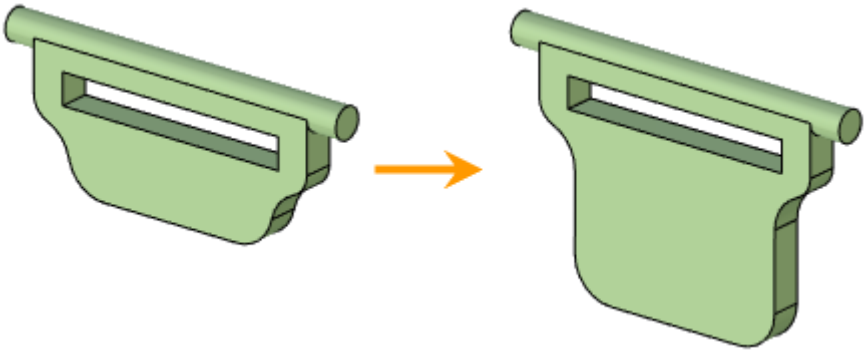
> В файл фрагмента будут переданы изменения, сделанные только в тех операциях, которые в дереве тела располагаются до выгрузки, а также изменения, сделанные в режиме доработки фрагмента.

Например, мы можем изменить длину зажима, изменив профиль операции выталкивания, которая располагается до выгрузки. После изменения геометрии тела зажима, вызываем через контекстное меню команду **Обновить**.

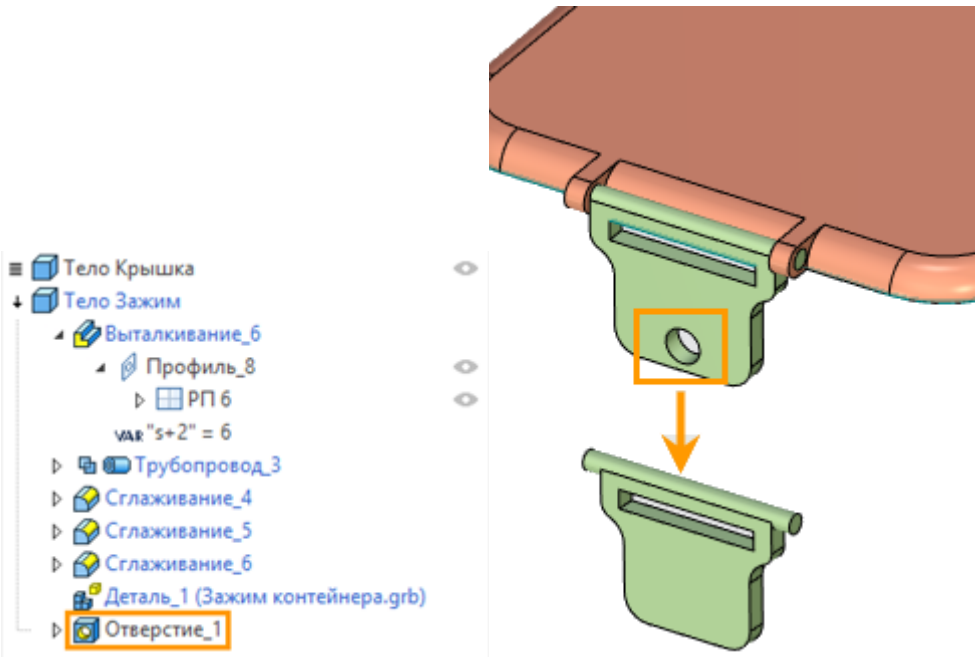




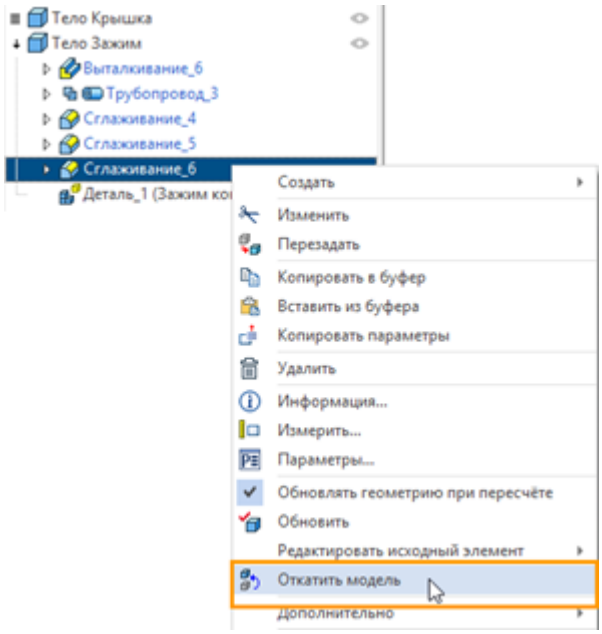
После выполнения команды **Обновить** файл фрагмента будет обновлён, согласно изменениям тела в сборке, и сохранён.



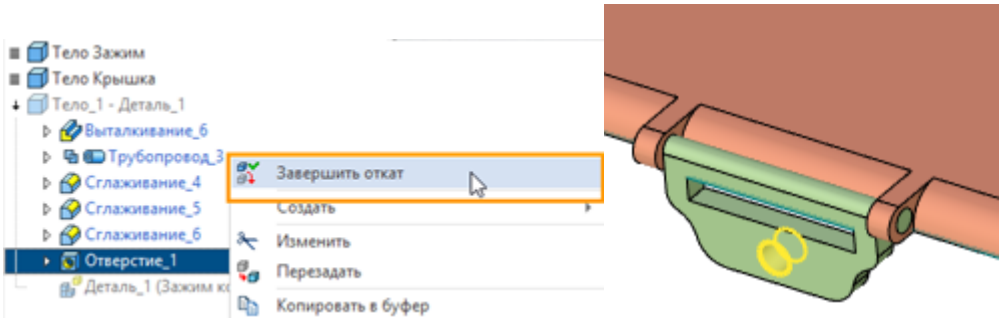
Мы не можем передать в файл фрагмента изменения геометрии тела, выполненные за счёт операций, находящихся в дереве тела после выгрузки. Например, если мы сделаем отверстие в теле зажима, и операция будет находиться после выгрузки, команда **Обновить** не передаст изменения в файл фрагмента.



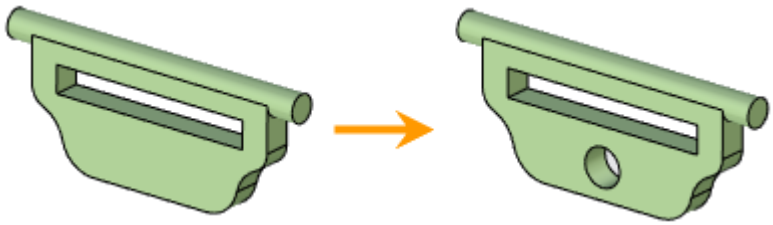
Мы можем добавить операции в дерево выгружаемого тела. Для этого нужно вызывать контекстное меню последней операции тела, и выбирать команду **Откатить модель**. Вызовем команду отката для тела зажима.



Добавим отверстие в геометрию зажима. Как видно из рисунка, в дерево операций тела добавилось отверстие. Для завершения редактирования тела, нужно вызвать контекстное меню для операций тела или вызвать контекстное меню в свободном месте 3D сцены, и выбрать **Завершить откат**.



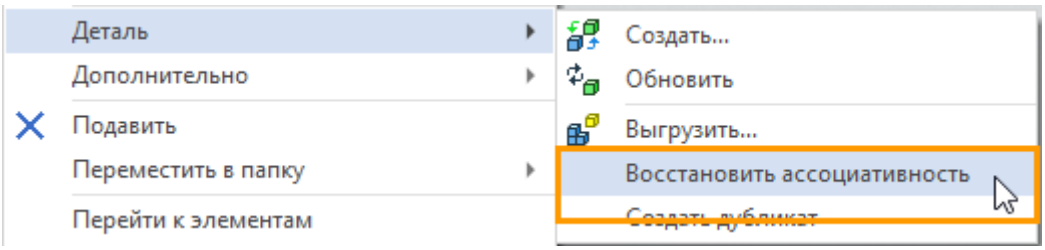
Созданное таким образом отверстие можно передать во фрагмент. Для этого в контекстном меню тела зажима выбираем команду **Деталь** > **Обновить**. Файл фрагмента будет обновлён, изменениями согласно сборке, и сохранён.



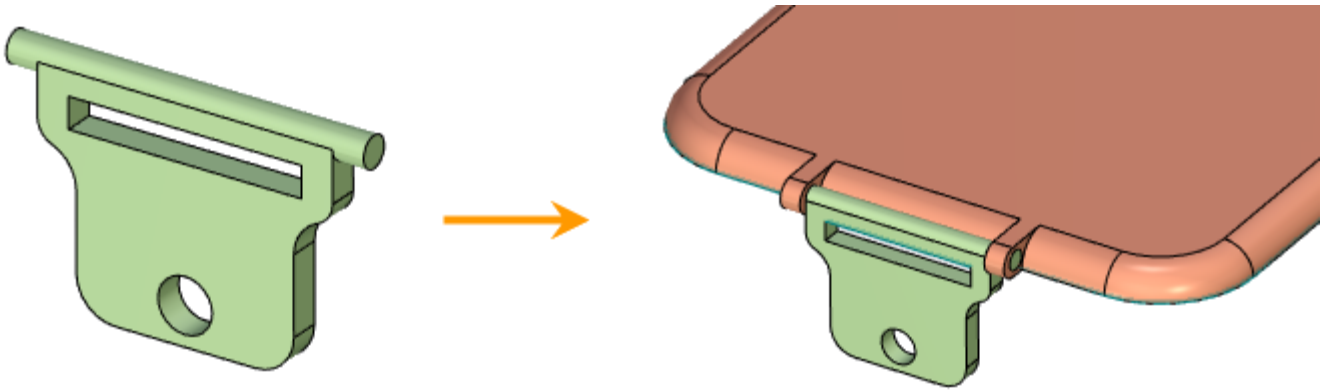
Восстановить ассоциативность

Мы можем передать изменения сделанные во фрагменте в сборку. Для этого нужно воспользоваться командой **Восстановить ассоциативность**.

Сделаем отверстие в зажиме, но только не в сборке, а в файле фрагмента. Для этого нужно открыть файл фрагмента зажима и сделать в нём отверстие, затем сохранить файл фрагмента. В сборке «Крышка контейнера» в контекстном меню тела зажима нужно вызвать команду **Восстановить ассоциативность**.



В результате выполнения операции изменения сделанные во фрагменте будут переданы в сборку.



Команда **Восстановить ассоциативность** будет доступна в контекстном меню только в том случае, если в файле фрагмента были сделаны изменения.

Ассоциативная деталировка

Рассмотрим четвёртый вариант выгрузки **Создать операцию ассоциативной деталировки с возможностью последующего обновления файла детали при изменении сборки и возможностью получения результатов доработки детали в сборке**.

Как и в предыдущем случае, вызываем команду **Выгрузить** через контекстное меню тела зажима в сборке, но в этот раз указываем четвёртый вариант.

Отображение созданного фрагмента в окнах **3D Модель** и **Структура сборки** - аналогично предыдущему варианту выгрузки.

Как и в предыдущем случае, у фрагмента нет ссылочных элементов, и есть геометрический параметр (»Внешняя модель_1»). Геометрический параметр обеспечивает связь фрагмента со сборкой.

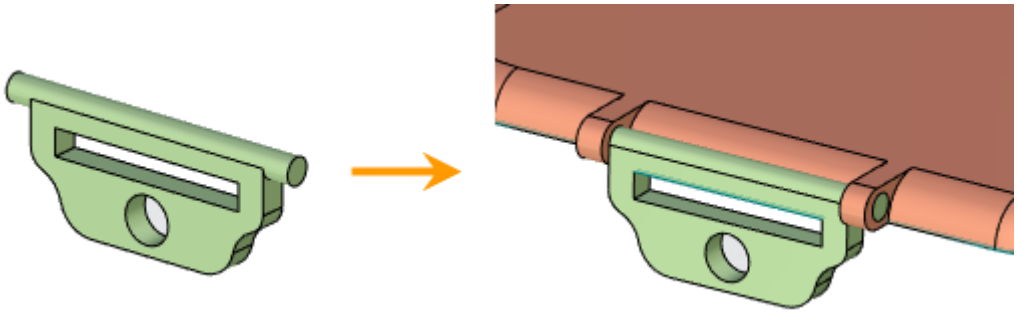
Как и в предыдущем случае, созданный фрагмент имеет связь только с файлом сборки, из которого был выгружен.

Как и в предыдущем случае, мы можем вносить изменения в операции тела, которые были созданы до выгрузки и, затем, при помощи команды **Обновить** – передать их в файл фрагмента.

Как и в предыдущем случае, мы можем добавлять операции в дерево тела до выгрузки – при помощи команды **Откатить модель**.

В отличие от предыдущего варианта выгрузки, изменения, сделанные во фрагменте, автоматически будут переданы в сборку. Т.е. для обновления сборки согласно изменениям в файле фрагмента нам не нужно использовать команду **Восстановить ассоциативность**.

Сделаем изменения во фрагменте зажима: создадим отверстие, затем сохраним фрагмент. Если открыть файл «Крышка контейнера» то, как и в случае изменения всех фрагментов, будет задан вопрос об обновлении сборки. После подтверждения обновления – фрагмент в сборке будет обновлён.



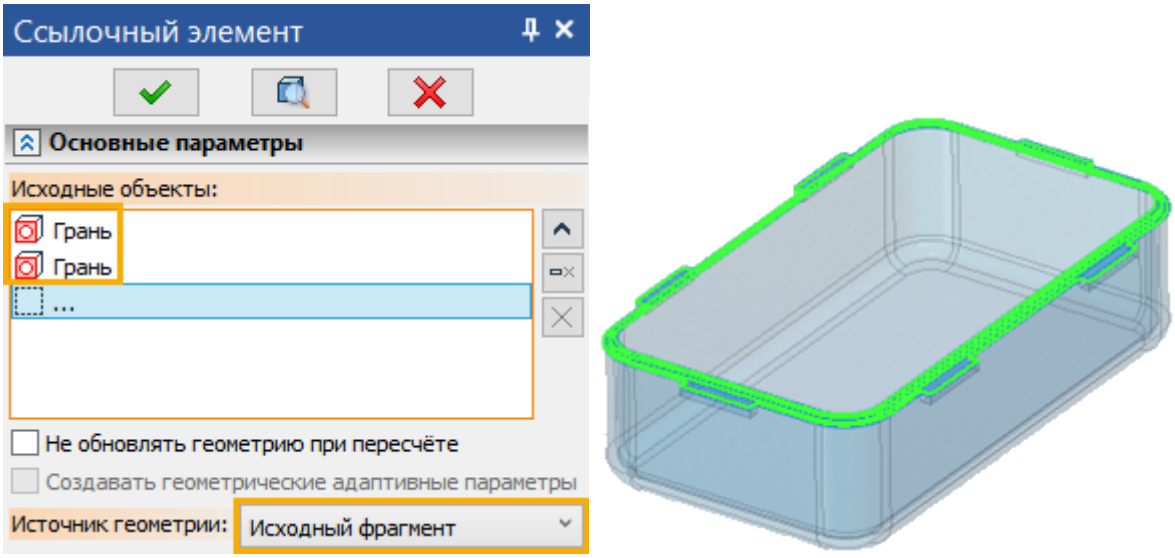
Детали не зависящие от 3D сборки

Принцип проектирования «Сверху вниз» подразумевает зависимость деталей от сборки. Однако не всегда такая связь является возможной. Например, когда точно известно какие элементы геометрии одного фрагмента, будут задавать элементы другого, но в какой именно сборке можно сделать их зависимыми друг от друга пока не известно. Такой случай возможен, когда итоговая структура сборки пока не понятна, либо из-за соображений секретности она скрыта. Тогда можно назначить связь не через сборку, а непосредственно между файлами. Связь между фрагментами мы в любом случае должны задать через сборочный файл. Но в этом случае он может быть временным.

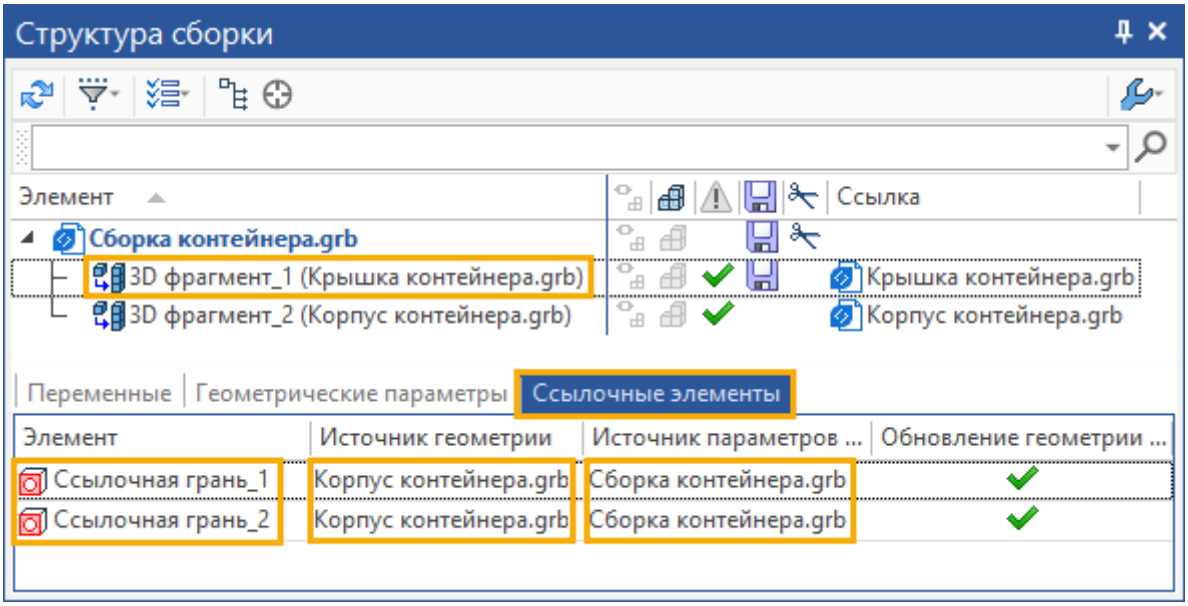
> Нужно помнить, что использование временных сборок, или недоступность сборки при редактировании фрагментов, должны быть вызваны реальной производственной или проектной необходимостью. Во всех остальных случаях не рекомендуется применять временные сборки и удалять сборки. Т.к. сама концепция проектирования «Сверху вниз» подразумевает наличие сборки, определяющей все входящие в неё детали.

Рассмотрим вариант, когда фрагмент «Крышка контейнера» зависит от геометрии корпуса независимо от сборки. Пусть у нас есть сборка «Сборка контейнера», в которой пока один фрагмент

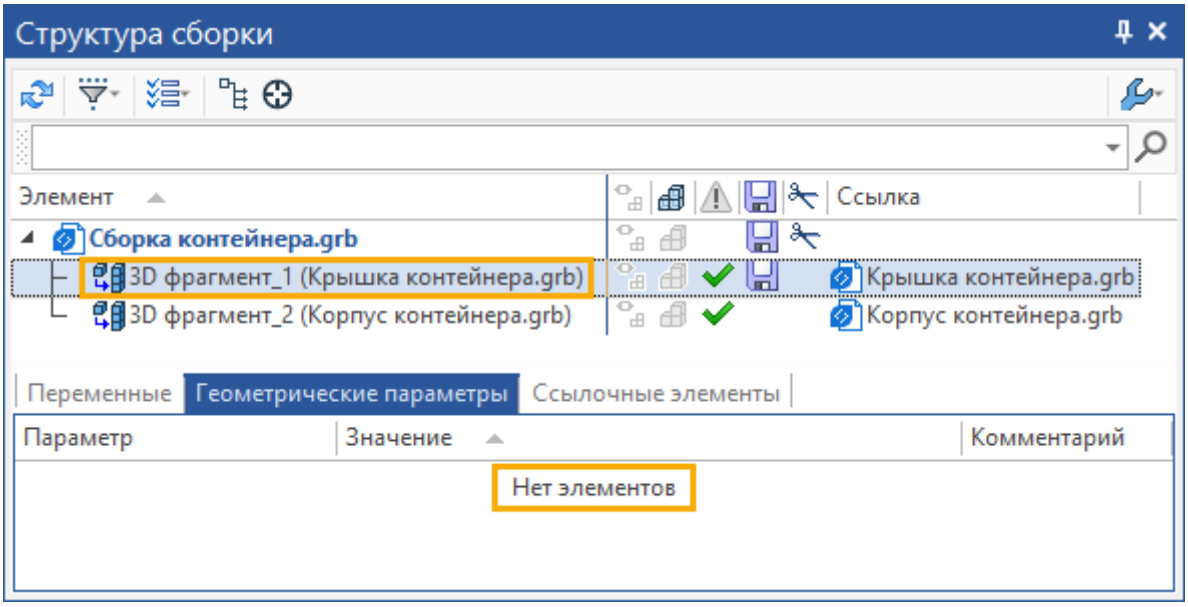
– «Корпус контейнера». Создадим новый фрагмент «Крышка контейнера» при помощи команды **Создать 3D фрагмент**, и укажем его редактирование в контексте сборки. Создадим два ссылочных элемента при помощи команды **Ссылочный элемент**: выберем верхнюю грань, задающую фиксирующее ребро, и грань, на которую будет опираться крышка. В окне параметров укажем **Источник геометрии: исходный фрагмент**.



Выйдем из контекста сборки с сохранением . Проверим через окно **Структура сборки** как именно были созданы ссылочные элементы. Из окна **Структура сборки** видно, что у фрагмента «Крышка контейнера» есть два ссылочных элемента. Выбрав вариант источника геометрии в исходном фрагменте (в данном случае мы могли выбрать и вариант фрагмента первого уровня, т.к. результат был бы тот же) – мы указали, что геометрия-источник должна находиться в файле «Корпус контейнера». Нужно обратить внимание, что источник параметров – это всегда файл сборки, в контексте которой был создан ссылочный элемент.



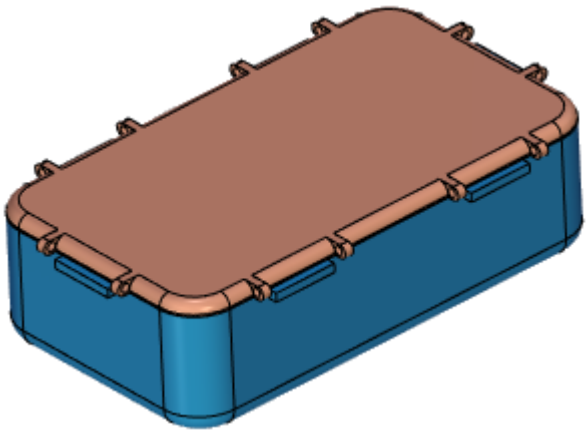
Несмотря на то, что фрагмент «Крышка контейнера» является фрагментом первого уровня, т.к. при создании ссылочного элемента мы не указали, что источник геометрии в сборке, то в ссылочном элементе нет связи **Сборка > фрагмент первого уровня**, и ссылочный элемент не попал в геометрические параметры, т.е. созданный фрагмент неадаптивный. Как можно увидеть, при смене варианта источника геометрии со сборки на другой вариант – опция создания геометрических параметров недоступна.



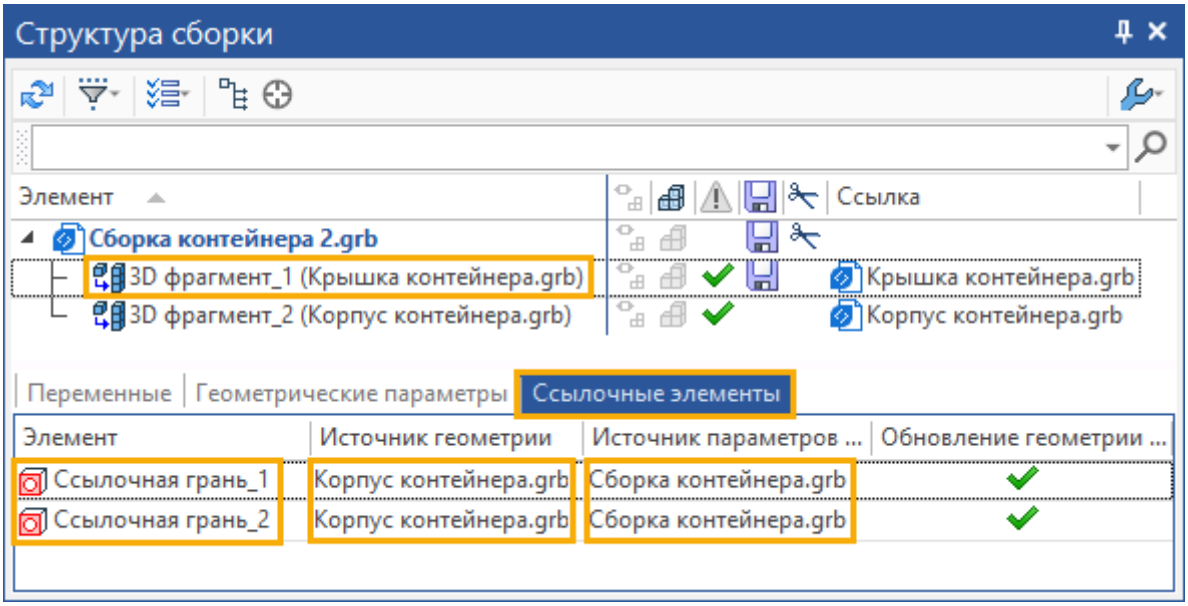
Создадим геометрию крышки на основании созданных ссылочных элементов.
Если мы изменим фрагмент «Корпус контейнера», то фрагмент «Крышка контейнера» преобразует свою геометрию согласно изменения корпуса, только после обновления ссылочных элементов. Как это можно сделать через окно **Структура сборки** или через окно **3D Модель** было показано ранее.

> Когда геометрия-источник не зависит от файла сборки – мы можем удалить файл сборки, при этом фрагменты не потеряют связь через ссылочные элементы.

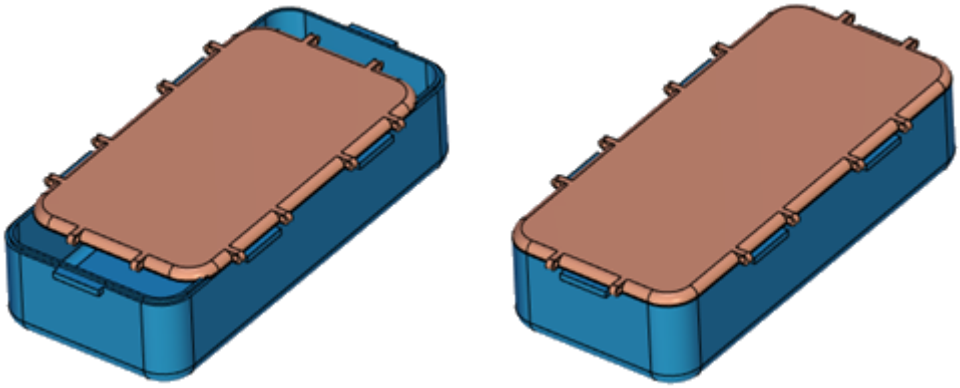
Для примера удалим файл «Сборка контейнера» и создадим новый сборочный файл «Сборка контейнера 2». Вставим в него фрагменты «Корпус контейнера» и «Крышка контейнера» при помощи команды **3D Фрагмент**.
В окне **Структура сборки** новой сборки «Сборка контейнера 2» можно увидеть, что фрагмент «Крышка контейнера» как и раньше содержит ссылочные элементы, источник геометрии которых фрагмент «Корпус контейнера».



Источником параметров документа по-прежнему значится удалённый файл «Сборка контейнера». Это означает, что если для верного позиционирования фрагмента в сборке нам требовались перемещения, повороты или масштабирования – их нам придётся делать заново. В нашем случае никаких параметров трансформации из удалённой сборки во фрагмент не передавалось, т.к. фрагменты в сборке мы не перемещали и не масштабировали.



Изменим длину корпуса в новой сборке, и обновим ссылочные элементы через окно **Структура сборки**.



Новый файл сборки «Сборка контейнера 2» обновился также, как если бы мы работали в исходном файле сборки «Сборка контейнера».

Повторная вставка детали

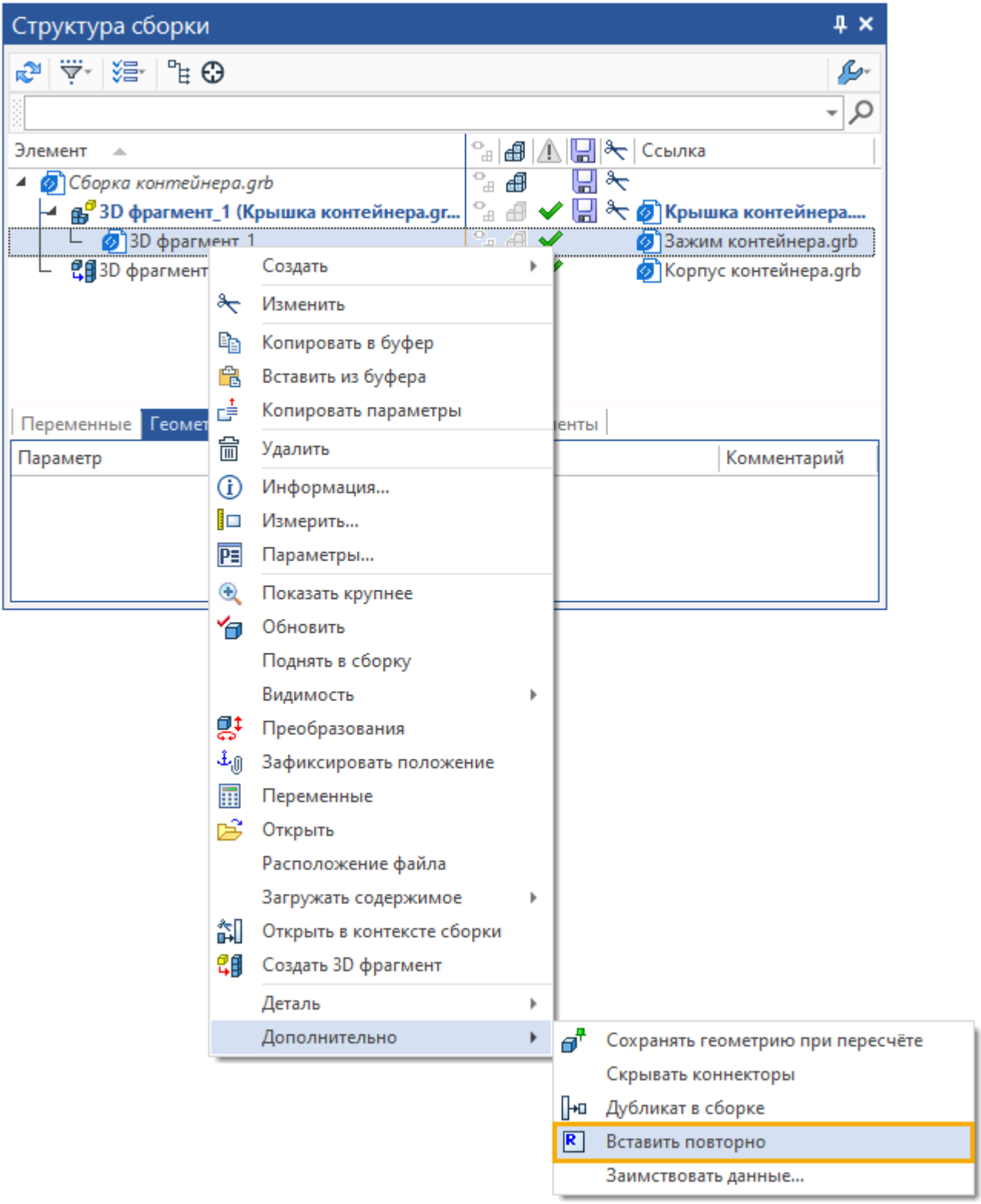
Через окно **Структура сборки** или контекстное меню детали или подсборки можно указать их повторную вставку.

> Любой фрагмент любого уровня, будет вставляться повторно как фрагмент первого уровня для того файла сборки, который мы в текущий момент редактируем.

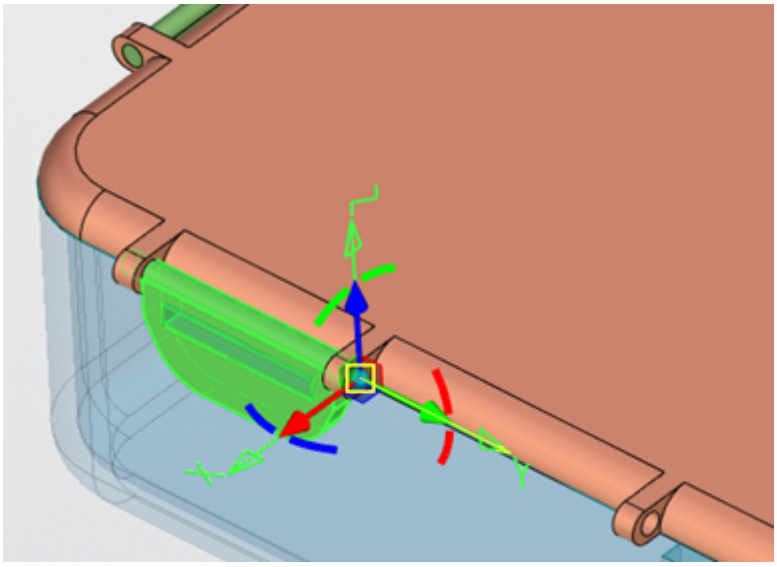
Продолжим пример с контейнером. Нам необходимо вставить зажимы крышки на все оставшиеся позиции. Фрагмент зажима является фрагментом второго уровня, входящим в сборку «Крышка контейнера». Если мы хотим, чтобы при повторной вставке фрагмент «Зажим контейнера» был фрагментом второго уровня, входящим в подсборку «Крышка контейнера», то нам необходимо открыть фрагмент «Крышка контейнера». Если мы хотим позиционировать фрагмент «Зажим контейнера» только на основании привязки к геометрии крышки – то можно просто открыть файл фрагмента «Крышка контейнера». Если мы хотим при позиционировании зажима привязываться ко всем элементам общей сборки, то нам надо открыть фрагмент «Крышка контейнера» в контексте сборки «Сборка контейнера». Все элементы общей сборки, к которым был привязан фрагмент «Зажим контейнера», будут для фрагмента «Крышка контейнера» ссылочными элементами.
Рассмотрим оба случая.

Откроем файл «Сборка контейнера», откроем фрагмент «Крышка контейнера» в контексте сборки контейнера. Выключим выбор элементов сборки, сделав пиктограмму неактивной. В этом случае привязка будет только к элементам крышки.

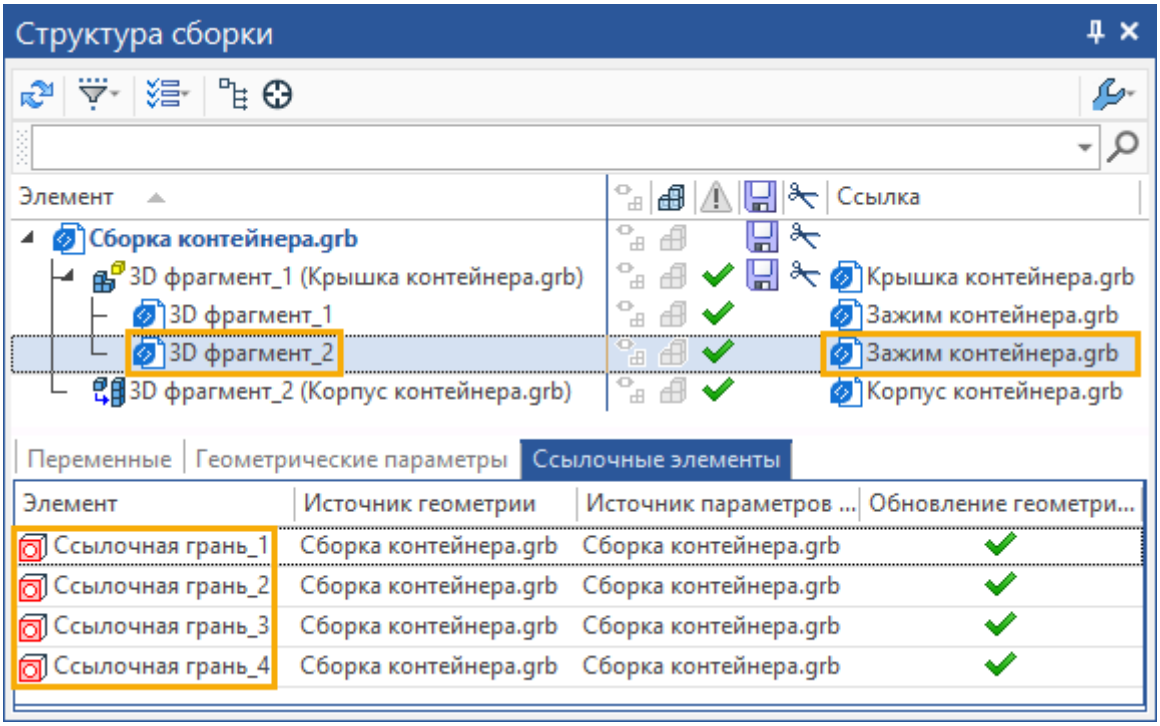
В окне **Структура сборки** вызовем контекстное меню для фрагмента «Зажим контейнера» и выберем команду **Вставить повторно**.



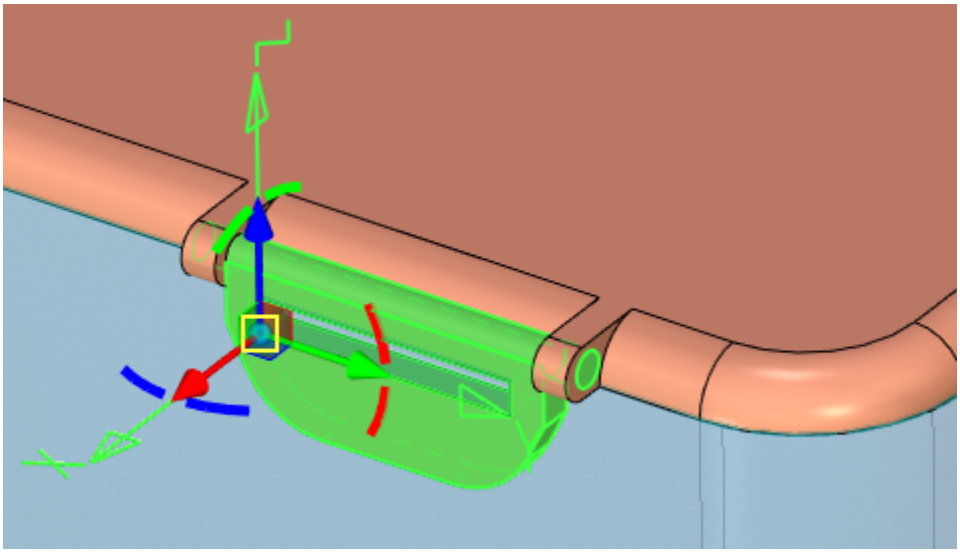
Далее по принципу вставки по ЛСК, как и для сборки «Снизу вверх», определяем положение фрагмента. Укажем исходную ЛСК на оси зажима и целевую ЛСК на оси лапки крышки. Поворотами вокруг осей определим верное положение зажима.



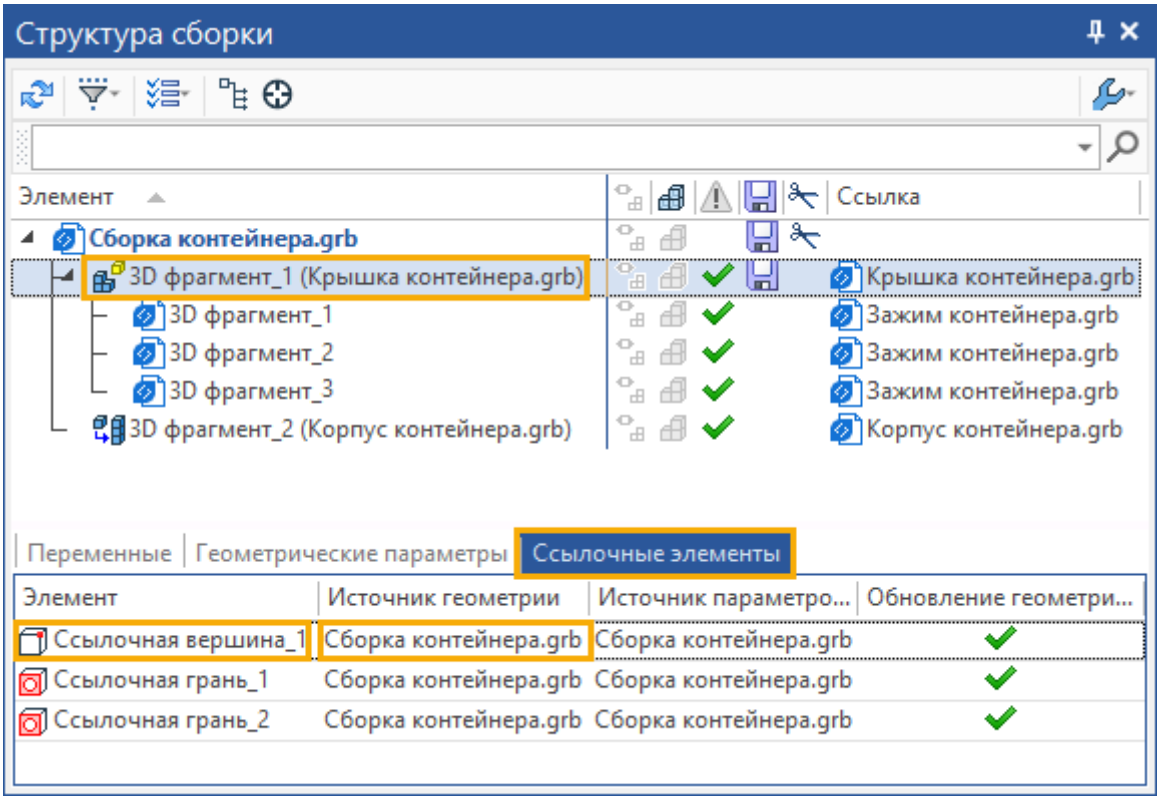
Выйдем из контекста сборки с сохранением . В окне **Структура сборки** появился второй фрагмент второго уровня. Он имеет ссылку на тот же исходный файл фрагмента «Зажим контейнера» и те же ссылочные элементы, т.к. ссылочные элементы принадлежат исходному файлу фрагмента.



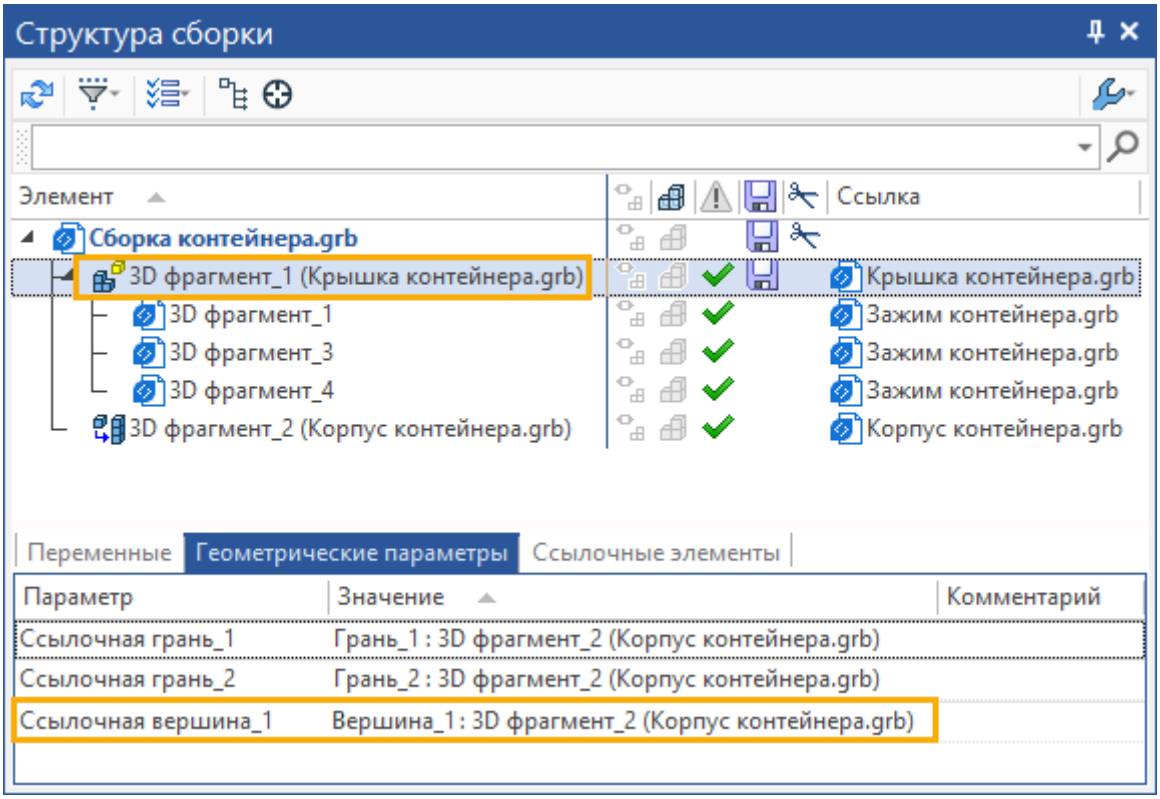
Вновь откроем фрагмент «Крышка контейнера» в контексте сборки. Теперь включим выбор элементов сборки, сделав пиктограмму активной. В окне **Структура сборки,** через контекстное меню фрагмента укажем повторную вставку. Выберем исходную ЛСК на вершине прямоугольного отверстия зажима, и целевую ЛСК на вершине ребра корпуса (т.е. на элементе сборки, в контексте которой мы работаем). Поворотами вокруг осей определим верное положение зажима.



В окне **Структура сборки** можно увидеть, что появился новый фрагмент зажима. Важно обратить внимание, что у фрагмента «Крышка контейнера» появился новый ссылочный элемент. Этот ссылочный элемент был создан автоматически, при выборе вершины для указания целевой ЛСК, при вставке фрагмента. Т.к. вершины ребра корпуса во фрагменте «Крышка контейнера» нет – то его нужно заимствовать из сборки, соответственно был создан ссылочный элемент.



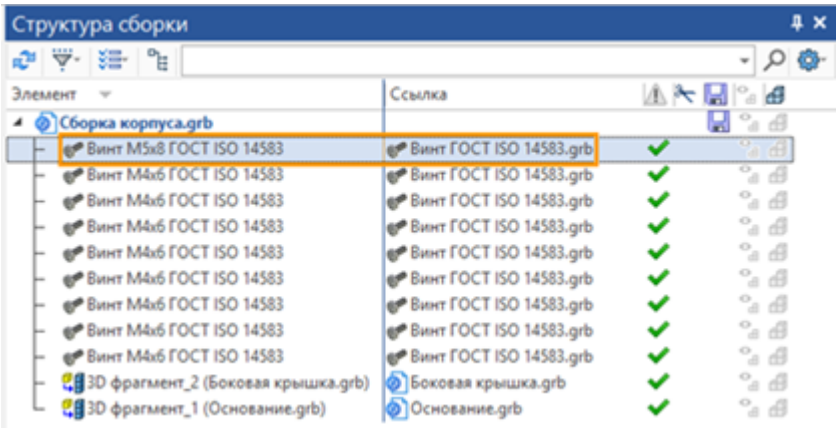
Т.к. фрагмент «Крышка контейнера» является для сборки фрагментом первого уровня, то новый ссылочный элемент является также и геометрическим параметром фрагмента.



Дубликат детали

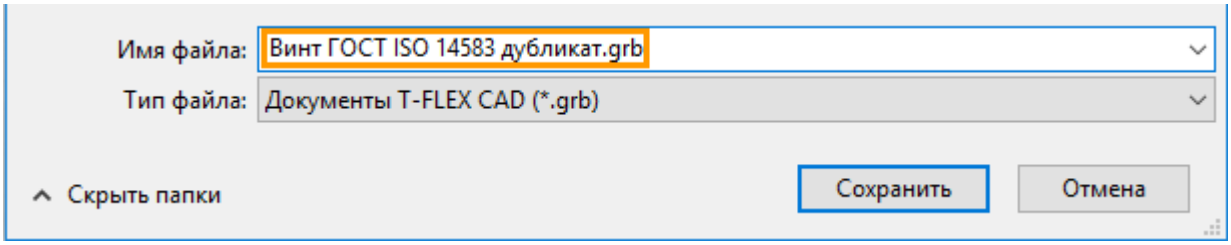
Команда создания дубликата детали **Деталь > Создать дубликат** доступна в контекстном меню каждого фрагмента. Дубликат делает как копию фрагмента в сборке, со всеми значениями его параметров (внешних переменных и геометрических параметров), так и копию исходного файла на диске, также со всеми значениями параметров. Т.е. создаёт две одинаковые связи в сборке: **фрагмент в сборке > исходный файл фрагмента**, сохраняя значения параметров как в сборке, так и в исходном файле.

Рассмотрим пример. Пусть у нас есть сборка корпуса, где уже расставлены все винты М4х6. Каждый фрагмент имеет один и тот же исходный файл «Винт ГОСТ ISO 14583.grb». Кроме того, есть один винт М5х8, и у него тоже исходный файл - «Винт ГОСТ ISO 14583.grb».

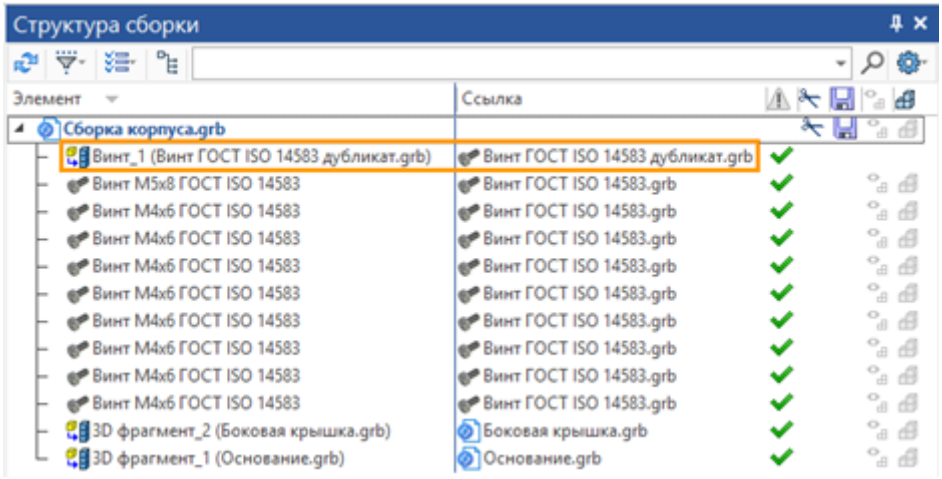


Файл «Винт ГОСТ ISO 14583.grb» имеет внешние переменные. Значения переменных в исходном файле, и у фрагментов винтов М4х6 и винта М5х8 – разные. Создадим дубликат связи «Фрагмент Винт М5х8 > Винт ГОСТ ISO 14583.grb». Для этого вызываем контекстное меню фрагмента винта М5х8 в окне Структура сборки. Выбираем команду **Деталь > Создать дубликат**.

Появляется диалоговое окно, в котором нужно указать имя нового исходного файла и его расположение.



В результате был создан новый фрагмент, в точности повторяющий исходный, и новый исходный файл, также в точности повторяющий все параметры дубликата.



Расположение в сборке у нового фрагмента будет такое же, как у исходного, т.е. в нашем случае в одном отверстии будет два винта. Положение фрагмента, как и все его параметры, можно поменять.

Связь 3D фрагментов со сборкой при проектировании "Сверху вниз"

При проектировании «Сверху вниз» фрагменты должны зависеть от сборки. В T-FLEX CAD, есть три механизма, при помощи которых можно осуществить такую связь:

- ссылочный элемент,
- геометрический параметр;
- внешние переменные.

Внешние переменные и геометрические параметры адаптивных фрагментов могут быть использованы и при проектировании «Снизу вверх», и не являются новой возможностью T-FLEX CAD. Использование внешних переменных и адаптивных фрагментов описано в соответствующих подразделах: Проектирование сборок «Сверху вниз» и Адаптивные 3D фрагменты.

Ссылочный элемент – инструмент T-FLEX CAD, предназначенный специально для обеспечения связи от сборки к фрагментам (или напрямую между фрагментами). Ссылочный элемент фрагмента может быть помещён в геометрические параметры фрагмента – тогда такой фрагмент станет адаптивным.

Наличие ссылочного элемента в адаптивных параметрах даёт возможность при изменении геометрии в сборке, без обновления ссылочных элементов в файлах фрагментов, получить новое исполнение адаптивного фрагмента.

Рассмотрим возможные сочетания ссылочных элементов и геометрических параметров у фрагментов при проектировании «Сверху вниз».

- Фрагмент неадаптивный, без ссылочных элементов (частый случай, когда фрагмент вставлен в сборку по принципу «Снизу вверх» с использованием ЛСК).
- Фрагмент адаптивный, содержащий ссылочные элементы в геометрических параметрах (частый случай при работе с фрагментами первого уровня).
- Фрагмент адаптивный, содержащий геометрические параметры (третий и четвёртый способы выгрузки тела в команде Деталь>Выгрузить)
- Фрагмент адаптивный содержащий ссылочные элементы как в геометрических параметрах, так и ссылочные элементы не в геометрических параметрах (частый случай при работе с фрагментами в контексте разных сборок).
- Фрагмент неадаптивный, содержащий ссылочные элементы (частый случай при работе с фрагментами второго и более глубоких уровней).

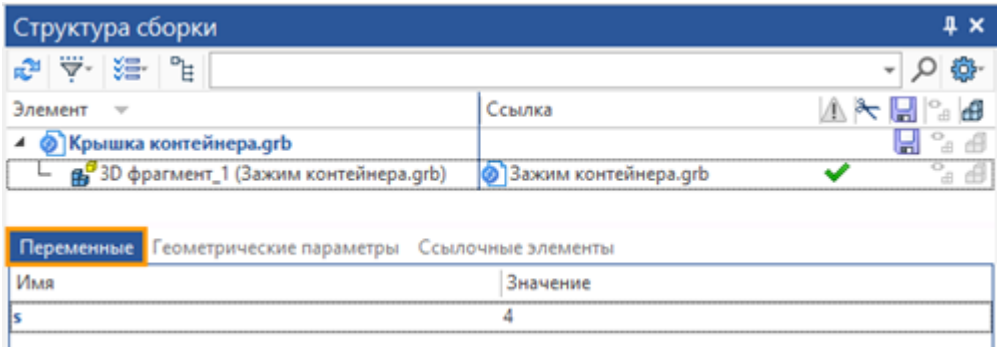
В окнах **Структура сборки** и **3D Модель** фрагменты, имеющие геометрические параметры, указываются при помощи специальной пиктограммы.

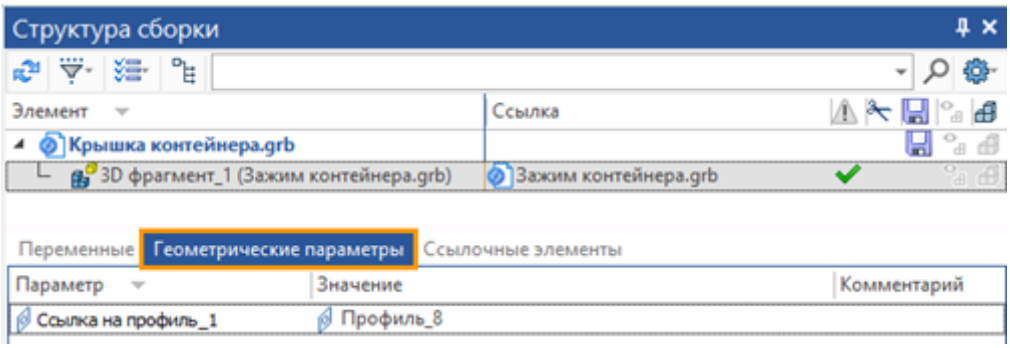
Наличие или отсутствие геометрических параметров фрагментов второго и более низких уровней в окне **Структура сборки** увидеть нельзя. Для этого нужно пользоваться окном **3D Модель**, или открыть фрагмент в контексте той подсборки, для которой он является фрагментом первого уровня.

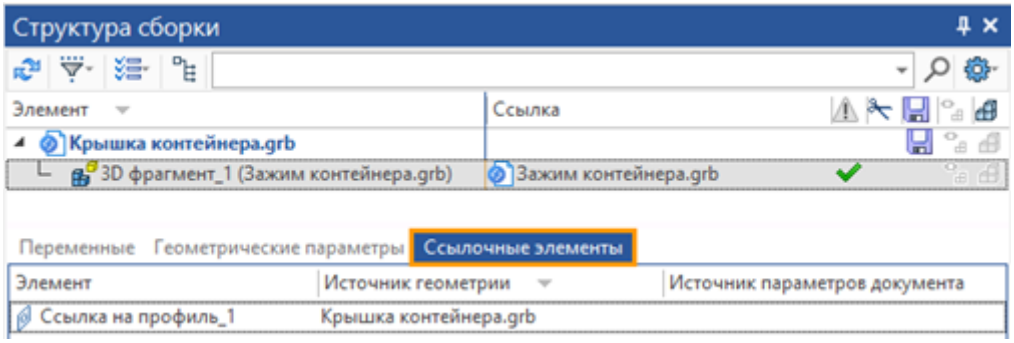
Неадаптивный фрагмент или фрагмент содержащий только ссылочные элементы

Адаптивный фрагмент содержащий геометрические параметры или ссылочные элементы в геометрических параметрах

Внешние переменные фрагмента, его геометрические параметры и ссылочные элементы можно увидеть в окне Структура сборки.







Если фрагмент был создан не как адаптивный – его можно сделать адаптивным, добавив геометрический параметр. Если фрагмент был создан без ссылочных элементов – их можно добавить, открыв фрагмент в контексте сборки и применив команду **Ссылочный элемент**. Если фрагмент не имеет ссылочных элементов в геометрических параметрах – их можно создать, открыв фрагмент в контексте сборки в которой он является фрагментом первого уровня и применить команду **Ссылочный элемент** (указав источник геометрии сборку). Любой фрагмент можно сделать неадаптивным – для этого нужно удалить все его геометрические параметры.

Иными словами, мы можем изменять варианты зависимости фрагмента от сборки.

Ссылочные элементы – удалять нельзя, т.к. на их основе строятся тела фрагмента.

Можно поставить запрет обновления ссылочного элемента (либо при его создании, либо впоследствии, через его контекстное меню в окне **3D Модель**), в таком случае фрагмент будет себя вести как фрагмент без ссылочного элемента, т.к. дальнейшее заимствование геометрии-источника для ссылки будет запрещено.

Фрагмент неадаптивный без ссылочных элементов – это файл с элементами геометрии (или даже без них), который не имеет геометрических параметров.

Создать неадаптивный фрагмент без ссылочных элементов можно следующими способами.

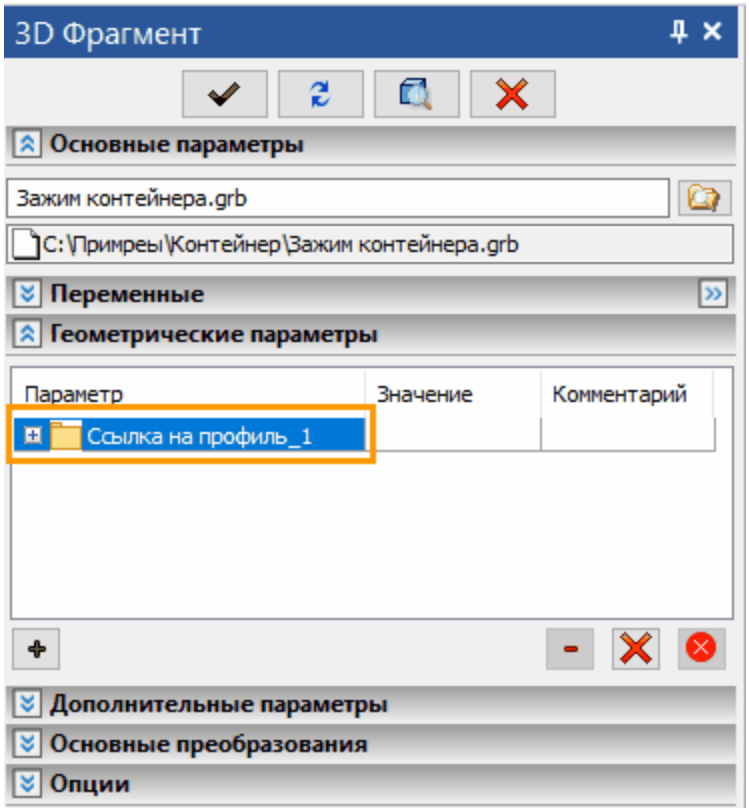
- При помощи команды **Создать 3D фрагмент** не используя ссылочные элементы или другие геометрические параметры фрагмента.

- При помощи команды **Деталь** > **Создать** с вариантом **Создать фрагмент**. При этом построение *не должно* зависеть от других построений в сборке.
- Обычной командой при проектировании по принципу «Снизу вверх» **3D Фрагмент.**

Неадаптивные фрагменты без ссылочных элементов имеет смысл создавать если деталь точно не будет изменяться. В случае, когда создаваемый фрагмент является основным в сборке. Т.е. когда от фрагмента зависят все остальные фрагменты, а сам фрагмент не зависит от изменения других фрагментов. В случае, когда изменения в сборке идут по схеме «Снизу вверх».

Фрагмент адаптивный, содержащий ссылочные элементы в геометрических параметрах. Такой фрагмент можно создать, если ссылочный элемент автоматически попадёт в геометрические параметры – подробная информация дана в подразделе «Ссылочный элемент в геометрических параметрах».

Геометрические параметры любого адаптивного фрагмента можно увидеть в окне параметров команды **3D фрагмент**. Чтобы вызвать данную команду для уже созданного фрагмента, можно в контекстном меню фрагмента выбрать **Изменить**.



Фрагмент адаптивный, содержащий геометрические параметры. Данный тип фрагмента обеспечивает связь только между сборкой и фрагментом первого уровня.

При проектировании «Сверху вниз» основным связующим элементом сборки является ссылочный элемент. При этом можно использовать и другие инструменты для связи фрагмента со сборкой: переменные и геометрические параметры. Как уже говорилось выше, ссылочный элемент может быть геометрическим параметром, но в данном случае рассматривается фрагмент, который вообще не содержит ссылочных элементов, а содержит только геометрические параметры. Случай, когда при проектировании «Сверху вниз» у фрагмента нет ссылочных элементов, но есть геометрические параметры может возникнуть если:

- пользователь использует два последних варианта команды **Деталь** > **Выгрузить**;
- пользователь использует команду **Создать 3D фрагмент**, но не создаёт ссылочные элементы, а при помощи команды **Адаптивный фрагмент**, создаёт для фрагмента геометрические параметры;

- пользователь использует принцип проектирования «Снизу вверх» и вставляет фрагмент (**3D Фрагмент**) который создан как адаптивный (**Адаптивный фрагмент**).

Фрагмент адаптивный содержащий ссылочные элементы как в геометрических параметрах, так и ссылочные элементы не в геометрических параметрах. Фрагменты, у которых часть ссылочных элементов попали в геометрические параметры, а часть нет – возможный случай. Такие фрагменты можно создать следующим образом.

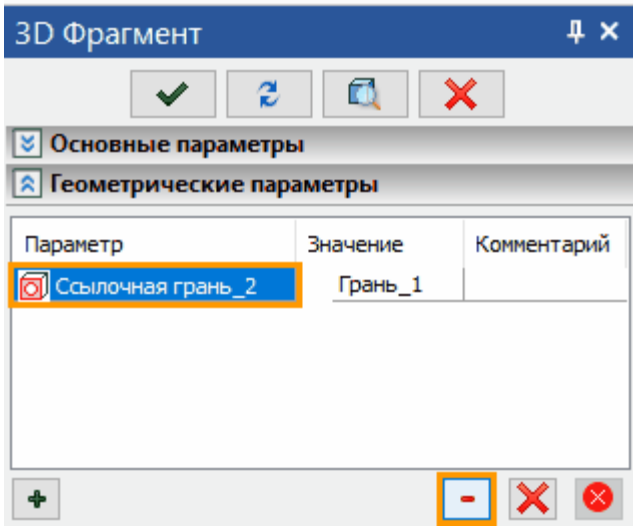
- Если создать для фрагмента ссылочные элементы в контексте разных сборок, в одной из которых фрагмент, является фрагментом первого уровня (указывая источник - сборку).
- Если при редактировании фрагмента в контексте сборки (для которой фрагмент является фрагментом первого уровня) для части ссылочных элементов указать геометрию-источник в сборке, а для части во фрагментах.
- Если для фрагмента, полученного при помощи команды **Деталь > Создать** с вариантом **Создать адаптивный фрагмент**, (считаем, что при выполнении данной команды были созданы ссылочные элементы в геометрических параметрах) создать ссылочный элемент в контексте другой сборки.

Нужно помнить, что адаптивные фрагменты изменяют свою геометрию согласно значению геометрических параметров в сборке, поэтому исполнение геометрии в файле фрагмента и исполнение фрагмента в сборке – могут отличаться. Чтобы фрагмент, у которого есть ссылочный элемент не в геометрических параметрах изменил свою геометрию в сборке – нужно обновить ссылочный элемент в файле фрагмента. Соответственно те ссылочные элементы, которые находятся в геометрических параметрах фрагмента изменят геометрию фрагмента без обновления ссылок в файле фрагмента, а те, которые не находятся в геометрических параметрах – изменят геометрию фрагмента только после обновления.

> Если фрагмент содержит часть ссылок в геометрических параметрах, а часть – вне геометрических параметров, то нужно понимать, что параллельно задействовано два разных способа связи фрагмента со сборкой и при изменении геометрии-источника ссылочных элементов нужно внимательно отнестись к порядку вносимых изменений и порядку обновления ссылочных элементов.

Если с обновлением геометрии фрагмента возникают проблемы, то можно удалить ссылочный элемент из геометрических параметров.

Для того, чтобы удалить ссылочный элемент из геометрических параметров, нужно вызвать контекстное меню фрагмента (через окно **3D Модель** или окно **Структура сборки**) и выбрать **Изменить**. В окне параметров фрагмента нужно развернуть вкладку **Геометрические параметры** и нажатием пиктограммы удалить геометрический параметр.



Фрагмент неадаптивный, содержащий ссылочные элементы. Данный тип фрагментов один из самых распространённых. Такой тип фрагментов может быть получен в следующих случаях:

- пользователь создаёт фрагмент в контексте сборки для которой он является фрагментом второго уровня или ниже;
- пользователь указывает геометрию-источник не в сборке, а во фрагментах;
- пользователь отменяет опцию **Создавать геометрические адаптивные параметры** при создании ссылочного элемента;
- пользователь выбрал вариант **Создать фрагмент** в команде **Деталь > Создать**;
- пользователь удалил ссылочные элементы из геометрических параметров фрагмента.

Доработка 3D фрагмента в сборке

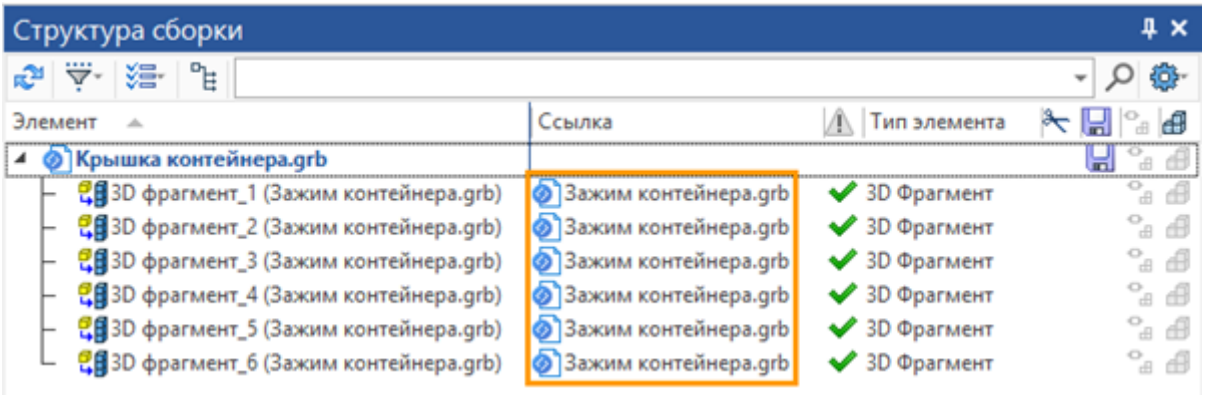
В случае, когда в сборке есть два или более фрагментов, у которых один исходный файл, но необходимо доработать геометрию только одного из этих фрагментов – можно доработать геометрию фрагмента в сборке. Изменять геометрию фрагмента нужно именно в файле сборки, не заходя в редактирование фрагмента в контексте сборки – это важный момент. Если зайти в редактирование фрагмента в контексте сборки – то мы изменим исходный файл фрагмента, а значит поменяем геометрию всех фрагментов в сборке, которые ссылаются на редактируемый файл.

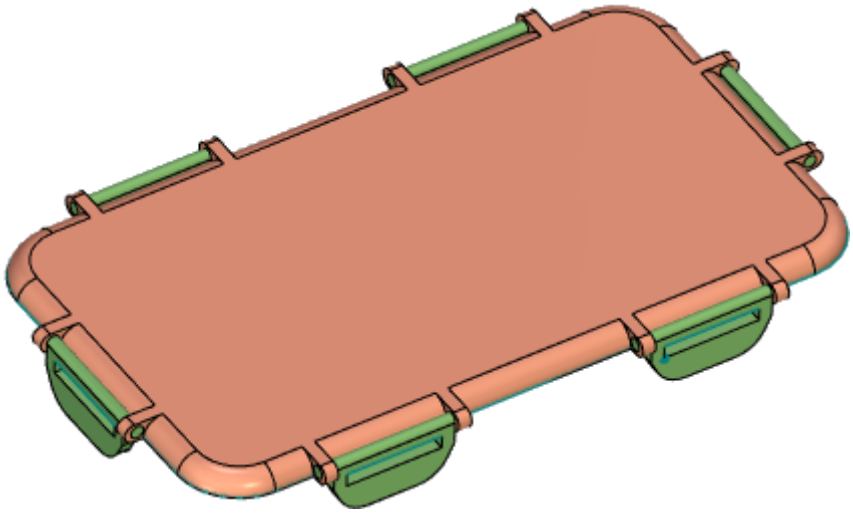
> В случае, когда необходимо доработать геометрию только одного фрагмента из нескольких, имеющих один исходный файл – режим редактирования в контексте сборки не подходит.

При помощи команд построения 3D геометрии нужно доработать фрагмент в файле сборки, после чего заново вставить доработанный фрагмент в сборку с помощью команды **Деталь > Создать** с вариантом **Создать фрагмент** (или вариантом **Создать адаптивный фрагмент**, если мы хотим поместить возможные ссылочные элементы в геометрические параметры фрагмента).

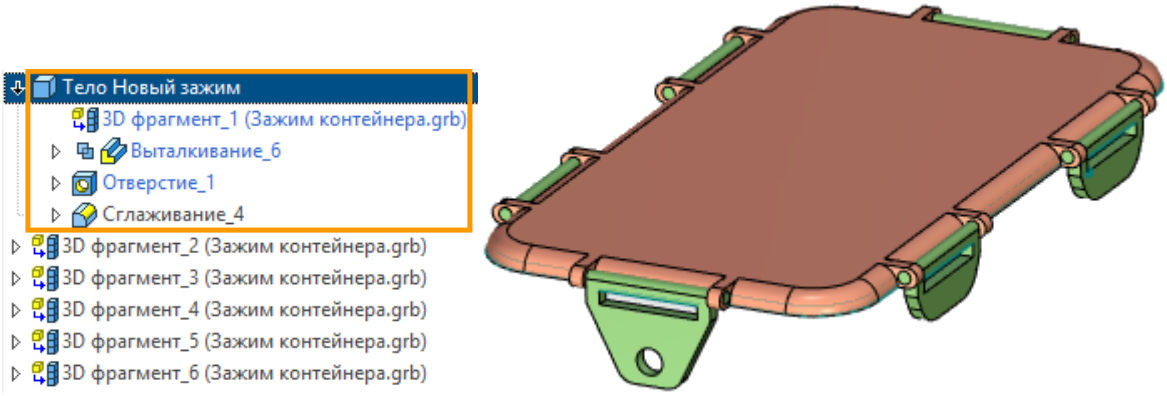
Создание тела на основе фрагмента

В сборке мы можем применять к геометрии фрагмента все доступные операции. При этом в сборке будет создано новое тело, в дерево построений которого будет входить фрагмент. Полученное тело можно сохранить в отдельный файл и автоматически вставить как фрагмент.
Рассмотрим пример. В сборке «Крышка контейнера» есть шесть одинаковых фрагментов зажима, имеющих один исходный файл «Зажим контейнера».

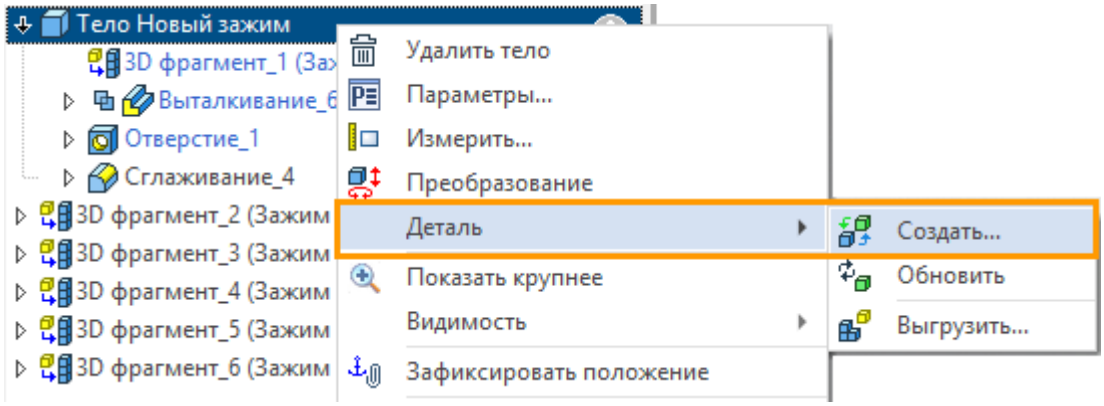




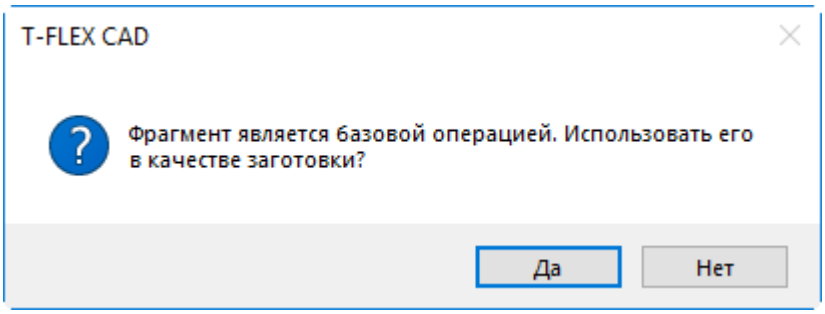
Доработаем геометрию одного из зажимов: при помощи операций 3D моделирования сделаем один зажим длиннее и добавим в него отверстие. В результате, в сборке появилось тело, в дерево модели которого входит редактируемый фрагмент.



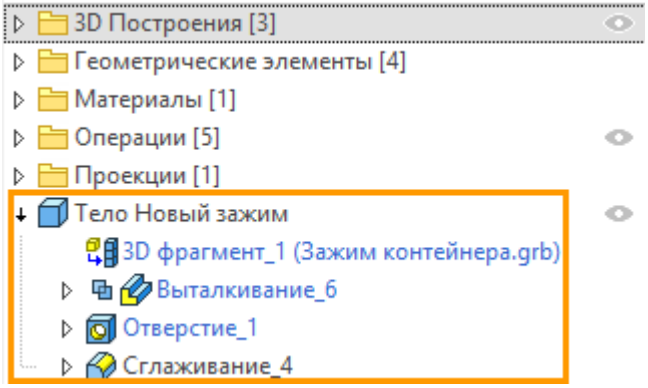
Теперь заново вставим доработанный фрагмент в сборку. Вызовем, для созданного на основе фрагмента тела, контекстное меню и выберем команду **Деталь > Создать**.



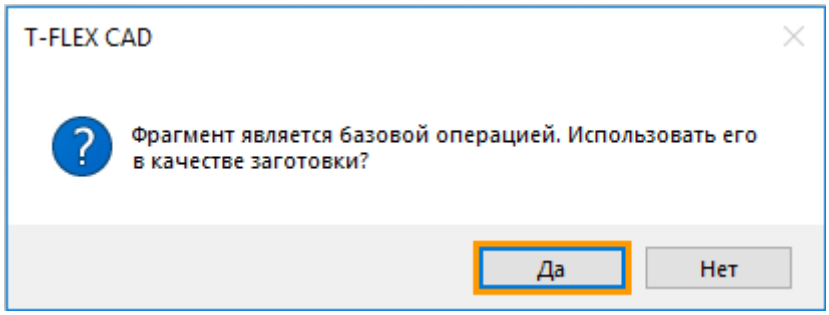
Система задаст вопрос о варианте сохранения файла фрагмента.



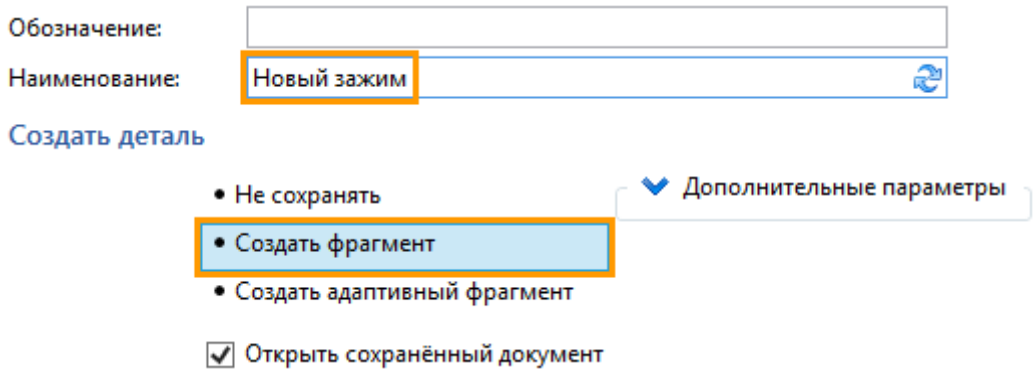
Если ответить утвердительно, и использовать фрагмент в качестве заготовки – тогда, в дерево модели файла фрагмента будут добавлены операции, выполненные в сборке (внутри нового файла фрагмента мы получим дерево модели с новыми операциями, сделанными в файле сборке). В случае необходимости автоматически будут созданы ссылочные элементы. Если ответить отрицательно, тогда в новый файл перейдёт дерево модели тела из сборки: в дереве модели созданного файла фрагмента будет присутствовать фрагмент, который редактировался в сборке.



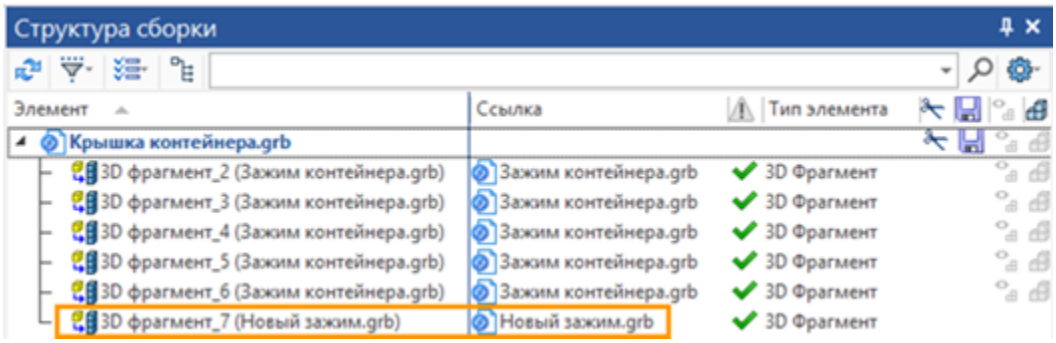
Ответим на вопрос, заданный системой, положительно, т.е. перенесём операции сделанные для фрагмента в сборке - в дерево модели фрагмента.



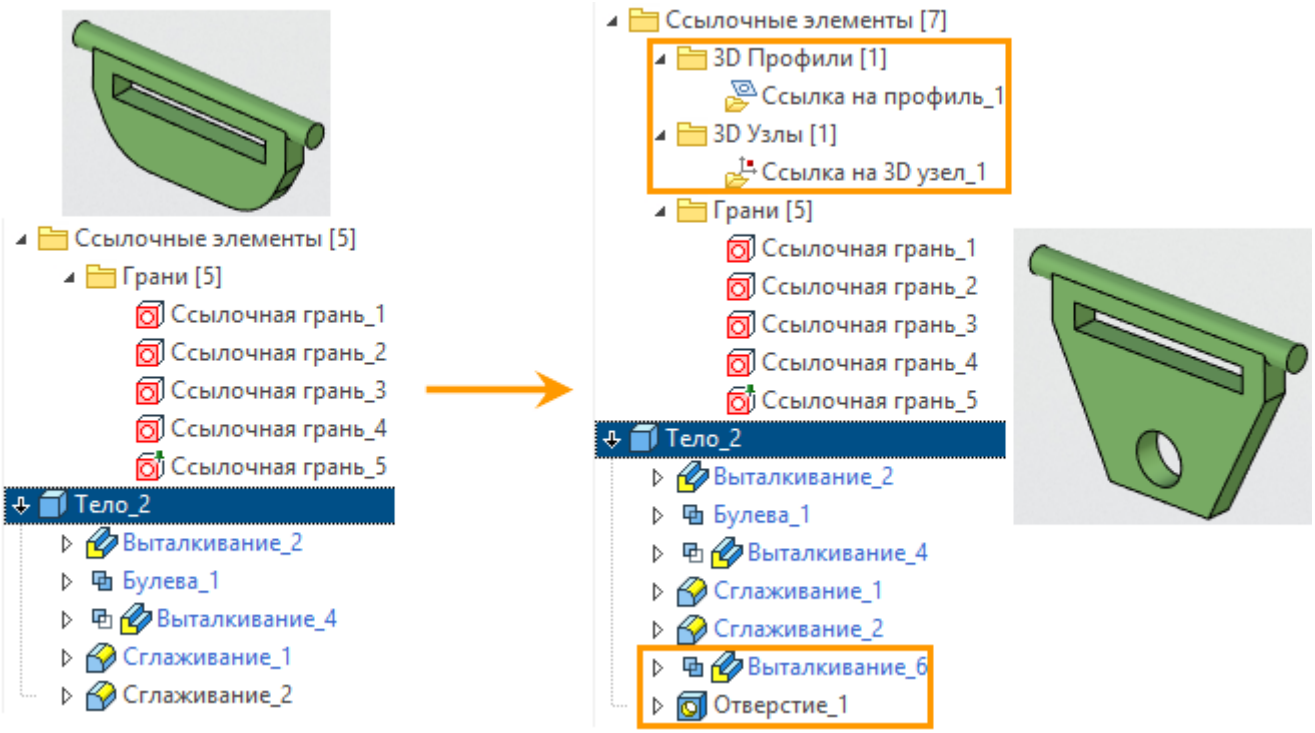
В появившемся диалоге создания детали укажем, что создаём фрагмент и введём его наименование.



В результате выполнения команды был создан, и автоматически добавлен в сборку новый фрагмент. В окне **Структура сборки** можно увидеть, что взамен старого, появился новый фрагмент зажима, с исходным файлом «Новый зажим».



В дерево модели нового фрагмента добавились операции, выполненные в сборке. Также, у фрагмента появились новые, автоматически созданные, ссылочные элементы. Ссылочные элементы были созданы для тех родительских элементов операций из сборки, которые нельзя перенести в файл фрагмента (подробнее об автоматически создаваемых ссылочных элементах можно почитать в разделе Ссылочный элемент).



Доработка в специальном режиме

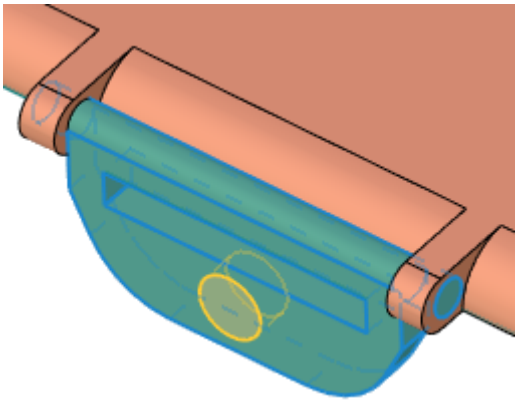
Дорабатывать фрагмент в сборке можно в специальном режиме: опция **Режим доработки 3D фрагмента**. Опция доступна в автоменю тех команд, которые можно применить к фрагменту: **Отверстие, Скругление**, **Булева** (первым операндом должен быть редактируемый фрагмент), **Ребро**, **Отсечение**, **Уклон**, **Наложить материал**, **Упрощение**, **Деформация**.

Опция **Режим доработки 3D фрагмента** позволяет избежать создания тел в сборке на основе фрагментов. Но с учётом того, что начиная с 16-ой версии T-FLEX CAD появилась возможность создания фрагмента на основе тела в сборке, с сохранением в файле фрагмента всего дерева построений (команда **Деталь** > **Создать**) – данную опцию можно считать устаревшей.

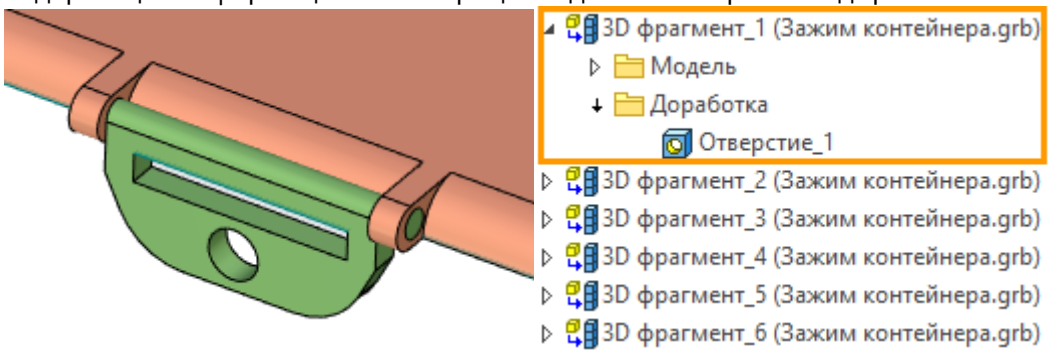
> Для стабильной работы системы не рекомендуется смешивать два способа доработки фрагментов: обычное редактирование фрагмента в сборке, и редактирование с использованием опции **Режим доработки 3D фрагмента.**

Как и в предыдущем случае, после доработки, фрагмент можно заново вставить в сборку. Это необходимо, если мы хотим создать новый исходный файл фрагмента, содержащий изменения, внесённые в сборке в режиме опции **Режим доработки 3D фрагмента**. Для этого нужно использовать команду **Деталь** > **Создать** с вариантом **Создать фрагмент**.

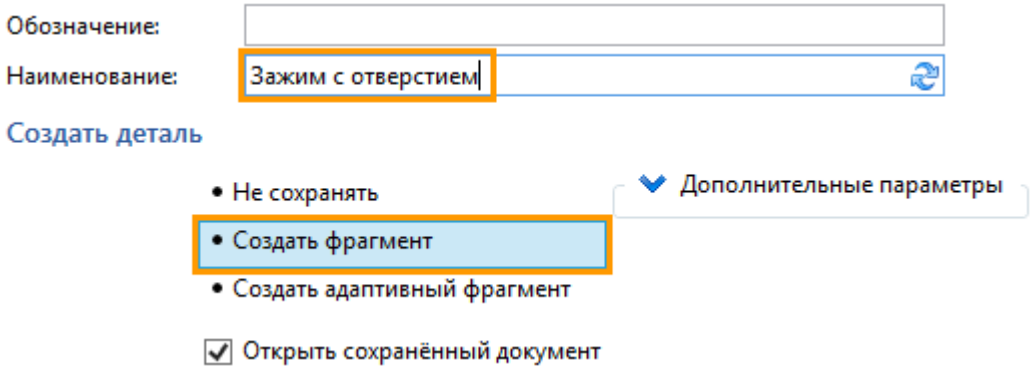
Вновь рассмотрим пример сборки крышки контейнера. Добавим на один из зажимов отверстие. Вызовем команду **Отверстие**. Выберем грань на фрагменте зажима.



Как только система определила, что команда выполняется для фрагмента, в автоменю команды (внизу) появится пиктограмма опции <Num0> **Режим доработки 3D фрагмента**. Сделаем данную опцию активной. Введём нужный диаметр отверстия и закончим ввод или **<Ctrl+Enter>**. На фрагменте появилось отверстие. В окне **3D модель** сборки, можно увидеть, что в отличие от предыдущего случая (вариант доработки без опции **Режим доработки 3D фрагмента**), тело на основе фрагмента не создано. Зато в редактируемом фрагменте появилась папка, содержащая информацию об операциях сделанных в режиме доработки.

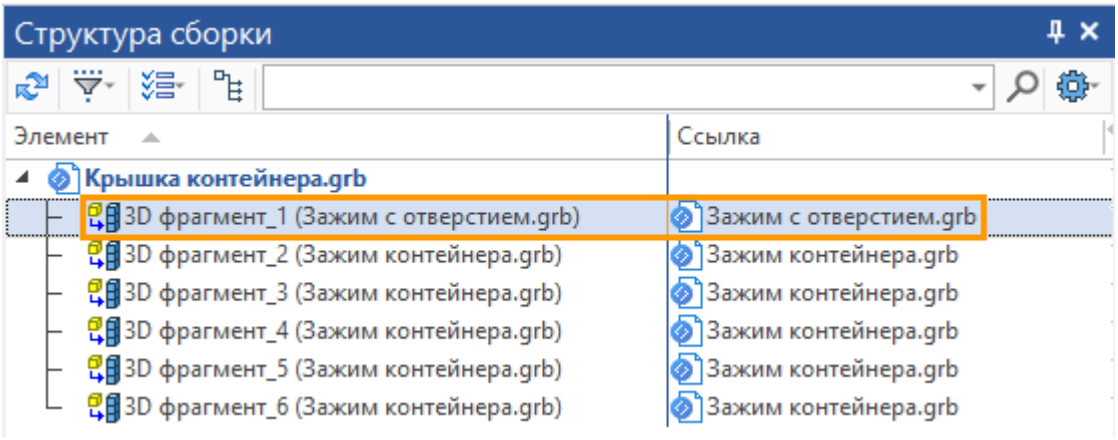


Доработанный фрагмент можно сохранить в отдельный файл и автоматически перевставить в сборку. Вызовем, для доработанного фрагмента, контекстное меню и выберем команду **Деталь > Создать**. По аналогии с предыдущим случаем укажем в диалоге **Создать фрагмент**, и введём наименование «Зажим с отверстием».

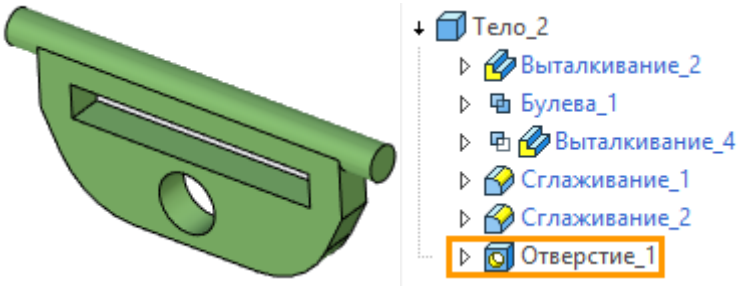


В отличие от предыдущего варианта доработки фрагмента, система не будет задавать вопрос об использовании фрагмента в качестве заготовки, т.к. тела на основе фрагмента в сборке не создавалось. Фрагмент будет сохранён в новом файле с деревом модели, в которое будут добавлены операции, сделанные в сборке в режиме опции **Режим доработки 3D фрагмента**.

В результате выполнения команды был создан, и автоматически добавлен в сборку новый фрагмент. В окне Структура сборки можно увидеть, что взамен старого, появился новый фрагмент зажима, с исходным файлом «Зажим с отверстием».



В окне **3D модель** фрагмента можно увидеть, что созданное в сборке отверстие добавлено в цепочку дерева модели тела.

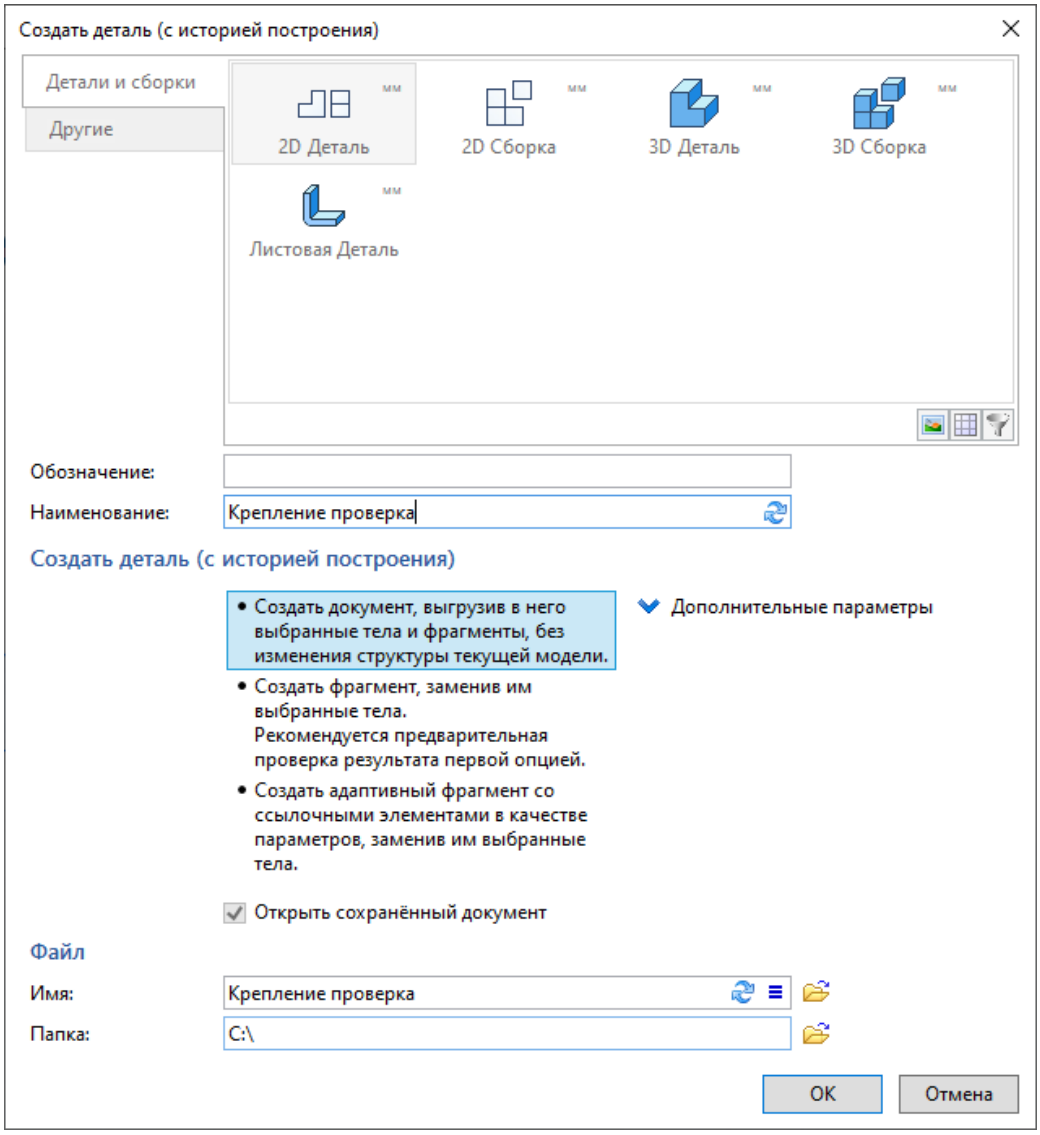


Опция **Режим доработки 3D фрагмента** с последующим созданием фрагмента, позволяет добиться аналогичного итогового результата, как и сохранение тела из сборки (созданного на основе фрагмента) с указанием использовать как заготовку фрагмент (первый способ доработки фрагмента, описанный выше). Однако опция **Режим доработки 3D фрагмента** требует от пользователя внимательности: нужно при выполнении команды указывать данную опцию. Кроме того, возможности опции **Режим доработки 3D фрагмента** несколько меньше, чем доработка фрагмента с созданием нового тела в сборке. Поэтому использование опции **Режим доработки 3D фрагмента** при редактировании фрагментов в сборке является менее предпочтительным.

> Нужно помнить, что любая доработка фрагмента в файле сборки обоснована только тогда, когда в сборке есть несколько фрагментов с одним исходным файлом, и один из фрагментов нужно изменить. Во всех других случаях необходимо редактировать фрагмент в контексте сборки, или просто открыв исходный файл фрагмента.

Проверка геометрии 3D фрагмента

Для проверки текущей геометрии фрагмента нужно воспользоваться командой **Деталь > Создать** с вариантом **Создать документ, выгрузив в него выбранные тела и фрагменты, без изменения структуры текущей модели**. Команду нужно вызвать из контекстного меню фрагмента.

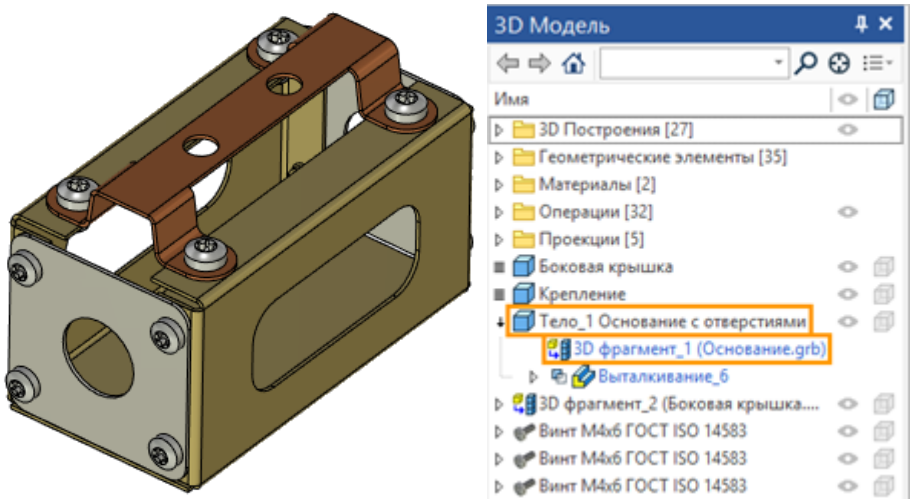


Проверка геометрии фрагмента может понадобиться, например, в случае работы с параметрическими фрагментами (содержащими внешние переменные или геометрические параметры), т.к. их исполнение может отличаться от исполнения в исходном файле фрагмента, и чтобы посмотреть геометрию фрагмента в конкретном исполнении удобно открыть его в отдельном документе, не сохраняя на диск.

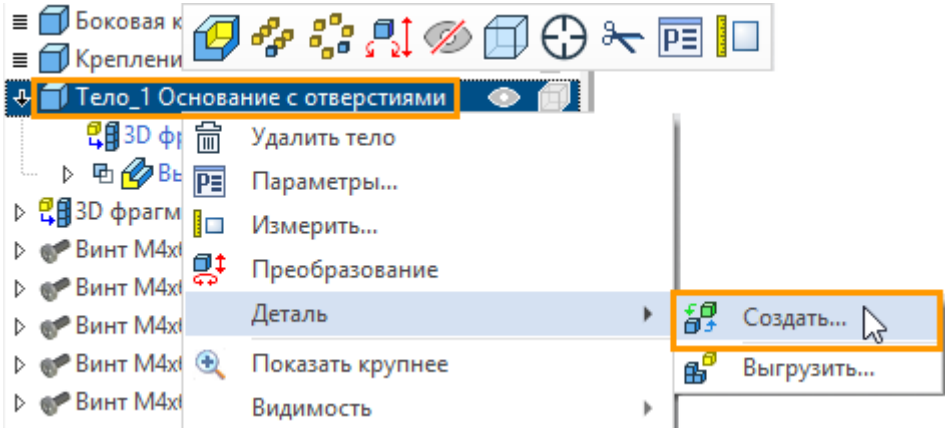
Проверить фрагмент также нужно, когда возникают различные проблемы с его пересчётом в сборке: необходимо понять – проблема на уровне фрагмента или на уровне сборки.

Другой случай применения – когда фрагмент в сборке дорабатывался при помощи операций 3D моделирования. Иногда нужно понять, как выглядит исходный фрагмент, и какие в нём операции.

Например, сделаем во фрагменте «Основание» сборки корпуса отверстия находясь в сборке. В результате мы получим тело где одним из операндов является фрагмент.



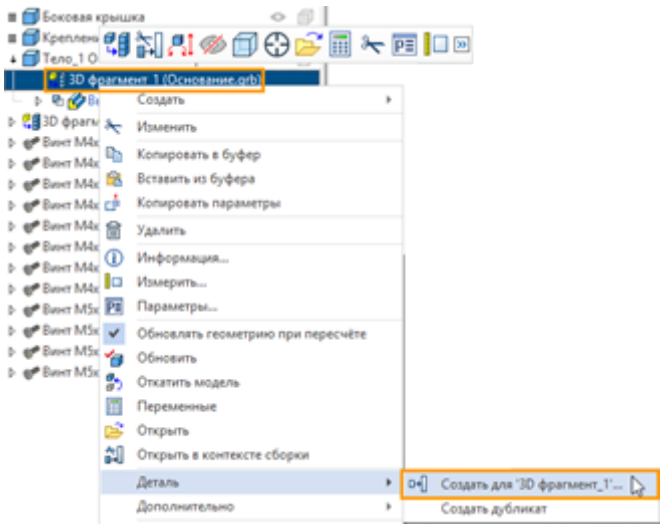
Чтобы было легче понять, как именно выглядит фрагмент, а как созданное тело – откроем отдельным документом тело и отдельным документом фрагмент.
Вызываем контекстное меню в окне **3D Модель** для тела, вызываем команду **Деталь** > **Создать**, указываем первый вариант.



Создать деталь (с историей построения)

- Создать документ, выгрузив в него выбранные тела и фрагменты, без изменения структуры текущей модели.
- Создать фрагмент, заменив им выбранные тела.
  Рекомендуется предварительная проверка результата первой опцией.
- Создать адаптивный фрагмент со ссылочными элементами в качестве параметров, заменив им выбранные тела.

В результате в отдельном документе отображается тело, для которого вызывали команду **Создать**.
Аналогично поступаем с фрагментом: вызываем контекстное меню фрагмента и создаём деталь без сохранения.



В результате фрагмент будет открыт отдельным документом без записи на диск.

Сохранение геометрии из 3D сборки в отдельном файле

Для создания чертежей деталей, которые в сборке имеют разное исполнение удобно сделать сохранение детали в отдельный файл. Модели деталей, сохранённые из сборки в отдельный файл, можно передать другим пользователям, которым, в силу каких-то причин, не нужно работать со всей сборкой. Поэтому реализован механизм, благодаря которому тела, либо фрагменты, выходящие в сборку можно сохранить в отдельный файл, который можно будет обновить согласно изменениям в сборке, но сделанные в нём изменения в сборку не будут передаваться.

- Команда **Деталь** > **Выгрузить** с опцией **Экспортировать тело с возможностью последующего обновления файла детали при изменении сборки**.
- Команда **Деталь** > **Выгрузить** с опцией **Экспортировать тело в формат Parasolid**.
- Команда **Деталь** > **Создать** без создания фрагментов.

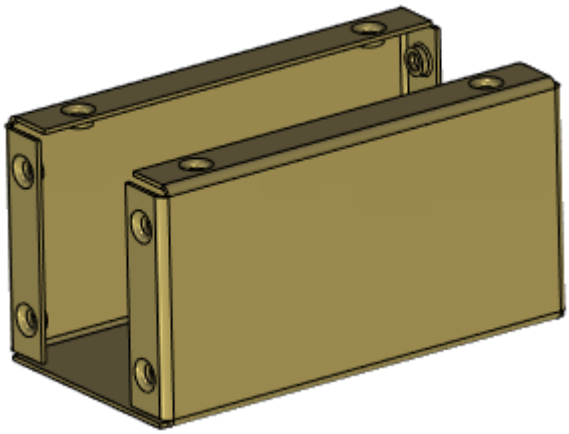
В случае изменений в сборке, файл формата Parasolid нужно сохранять повторно. Рассмотрим указанные варианты сохранения геометрии в отдельном файле.

> Если во фрагменте, который был сохранён в отдельный файл, уже имелись чертежи, то они будут изменены в соответствии с изменениями фрагмента в сборке.

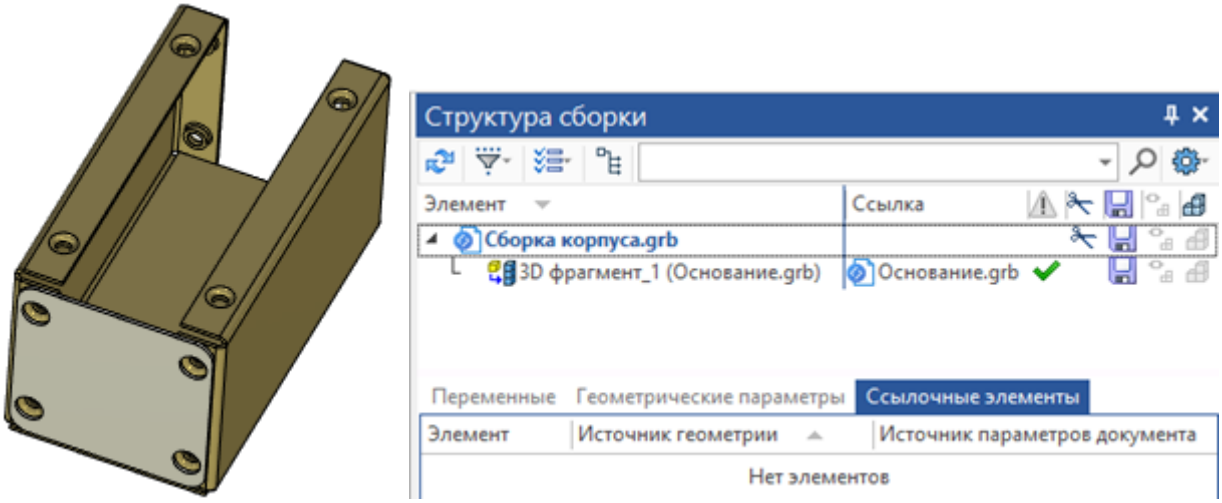
Сохранить геометрию с возможностью обновления

В случаях, когда нужно сохранить тело, или фрагмент в конкретном исполнении (для фрагментов с внешними переменными или геометрическими параметрами), в отдельном файле, например, для создания чертежа, или передачи другому пользователю, нужно пользоваться командой **Деталь** > **Выгрузить** с вариантом сохранения **Экспортировать тело с возможностью последующего обновления файла детали при изменении сборки**. При использовании данной команды пользователю не будет доступно дерево построений модели.

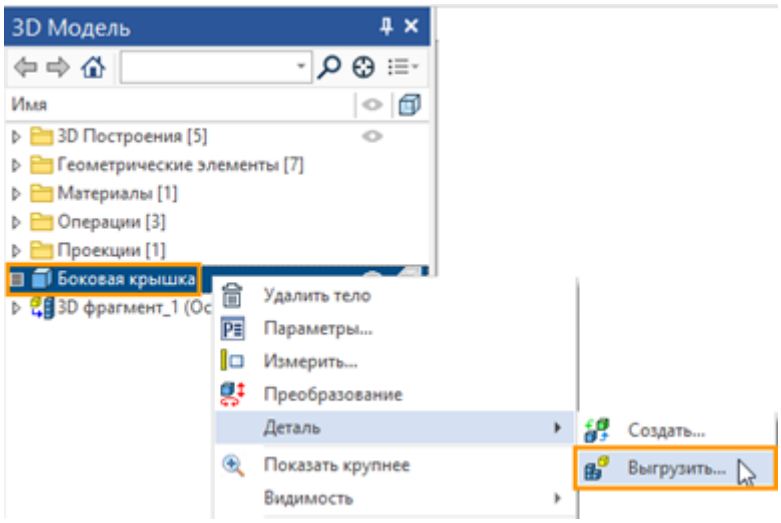
Пусть у нас есть сборка корпуса (файл «Сборка корпуса») в котором есть только один фрагмент «Основание». У фрагмента нет ссылочных элементов и геометрических параметров, т.е. он является неадаптивным и создан в сборке при помощи команды **Создать 3D фрагмент**.



Допустим в сборке мы начали делать боковую крышку, которую затем хотим выгрузить в отдельный файл, но так, чтобы изменения в теле предавались в файл. При этом у нас нет необходимости создавать правильную структуру сборки и перевставлять сохранённое тело как фрагмент.

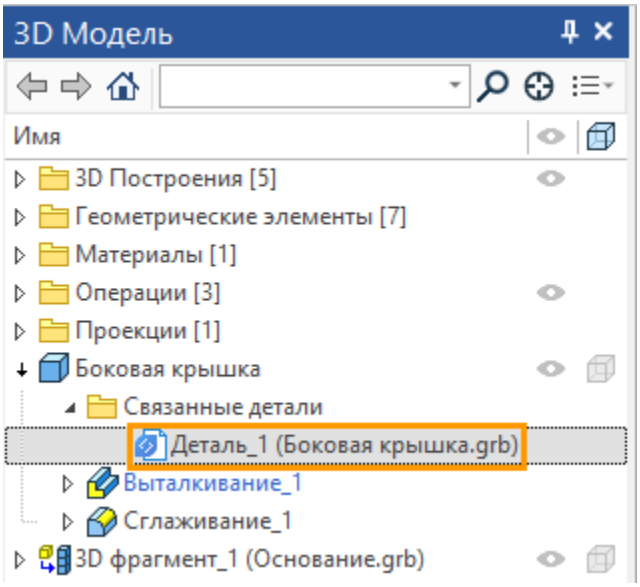


В окне **3D модель** вызываем контекстное меню для тела «Боковая крышка» и выбираем команду **Выгрузить**.

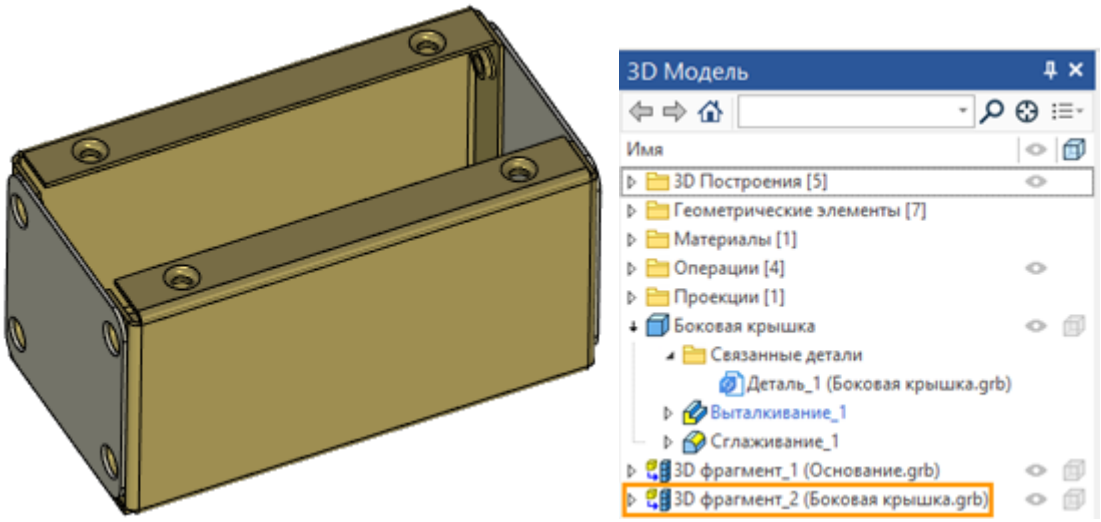


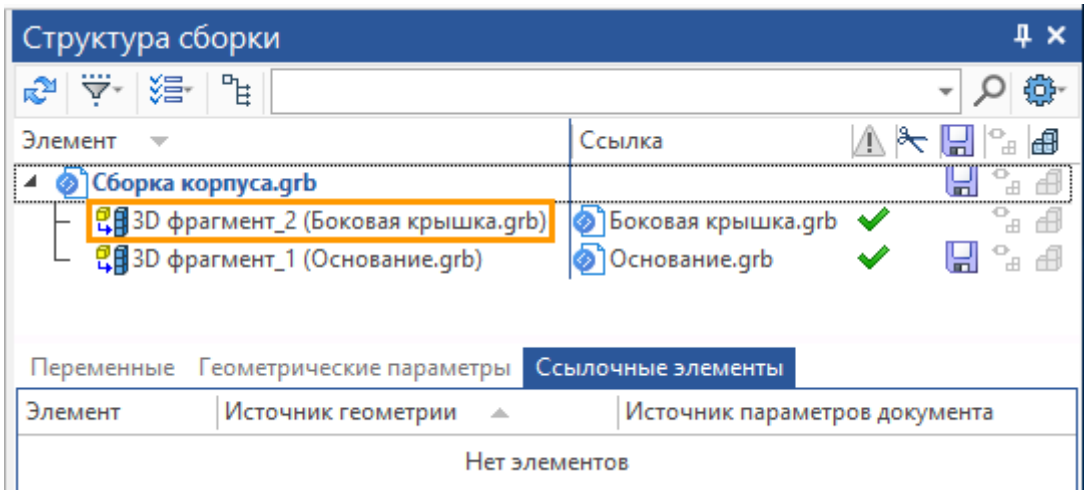
В появившемся диалоге выбираем вариант **Экспортировать тело с возможностью последующего обновления файла детали при изменении сборки**. Краткое описание диалогового окна можно посмотреть в разделе Выгрузить деталь. В результате выполнения операции был создан файл «Боковая крышка.grb», а в дереве построений тела появилась связанная деталь (в папке **Связанные**

детали). На структуру сборки выполнение команды никак не влияет, и в окне **Структура сборки** изменений нет. Можно делать несколько отдельных файлов для одного тела.

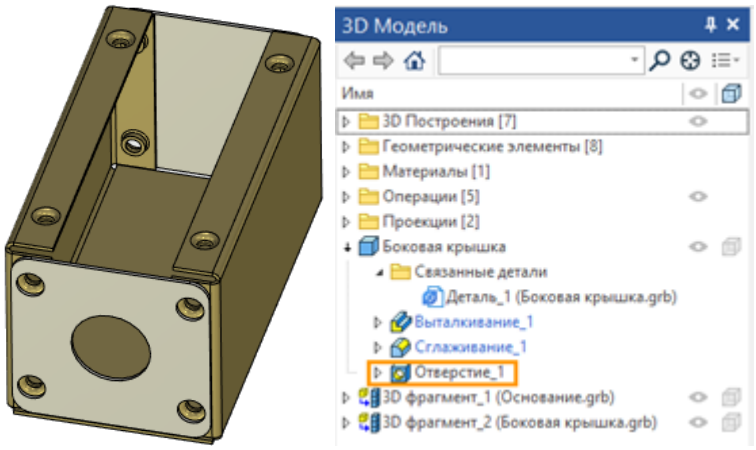


Созданный файл можно помещать как фрагмент в сборке при помощи команды **3D Фрагмент**. Вставим файл «Боковая крышка» в сборку. В окнах **3D модель** и **Структура сборки** появился новый фрагмент.





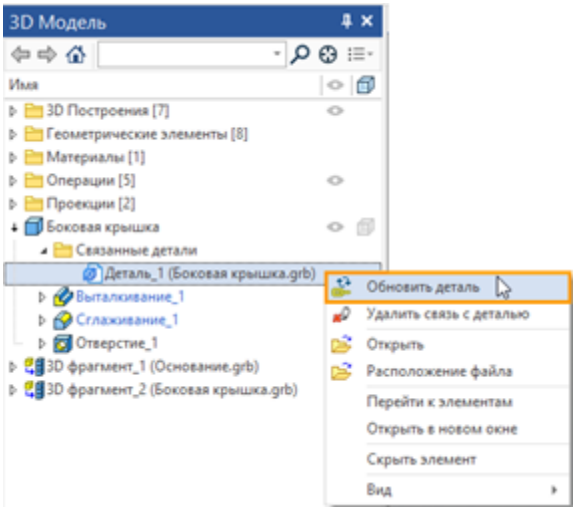
Внесём изменения в крышку и добавим отверстие.



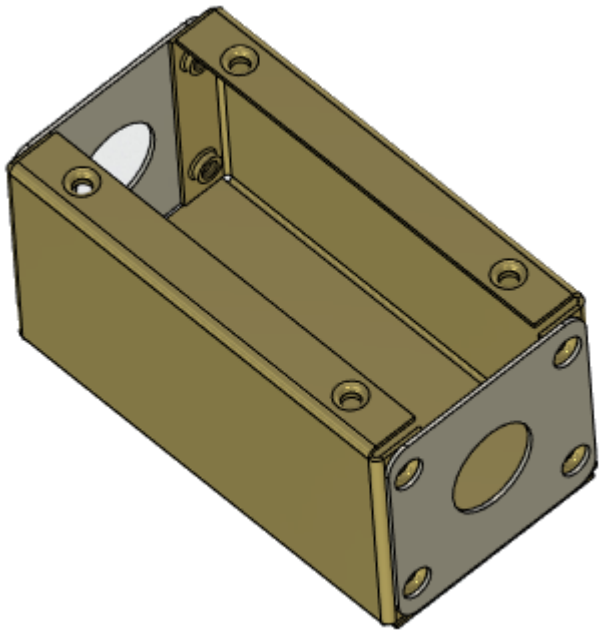
Чтобы передать изменения в файл «Боковая крышка» нужно воспользоваться специальной командой.

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
-	Файл > Сборка > Обновить связанные детали

Вызвать команду обновления детали можно в окне **Состав изделия** через меню действий (подробнее см. в разделе Окно Структура сборки).
Можно обновить конкретную деталь, вызвав контекстное меню для связной детали. В нашем случае, т.к. деталь одна, разницы не будет.



В результате выполнения команды в файле детали будет добавлено отверстие, и, если обновить сборку, фрагмент «Боковая крышка» также изменит свою геометрию.



Другие команды контекстного меню.

Удалить связь с деталью. Позволяет разорвать связь с выгруженной деталью: деталь больше не будет связана со сборкой и её обновление станет недоступным.

Открыть. Позволяет открыть файл детали.

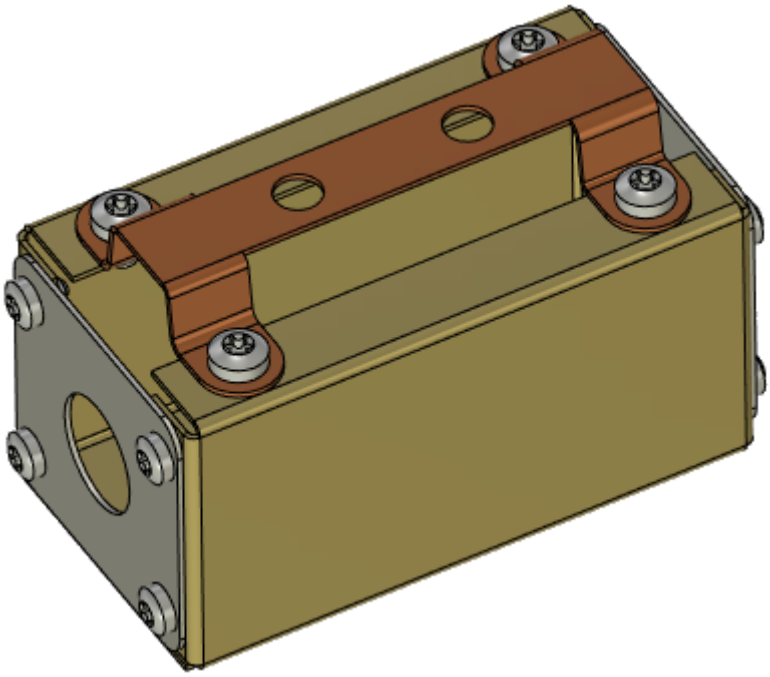
Расположение файла. Показывать файл детали в проводнике Windows.

В контекстном меню также доступна команда **Обновить связанные детали**. Она позволяет обновить детали для выделенных объектов.

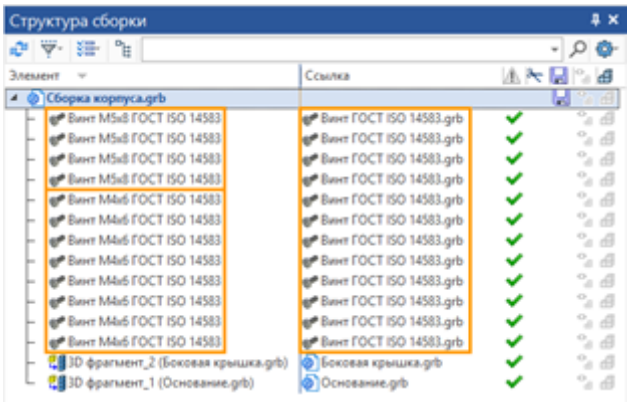
Сохранить исполнение геометрии параметрического фрагмента

Другой важной возможностью команды **Деталь > Выгрузить** с вариантом сохранения **Экспортировать тело с возможностью последующего обновления файла детали при изменении сборки** – является возможность выгружать разные исполнения параметрических фрагментов, т.е. фрагментов с переменными и (или) геометрическими параметрами.

Продолжим пример с корпусом. Боковые крышки соединяются с основанием при помощи винтов М4х6, а крепление – при помощи винтов М5х8.

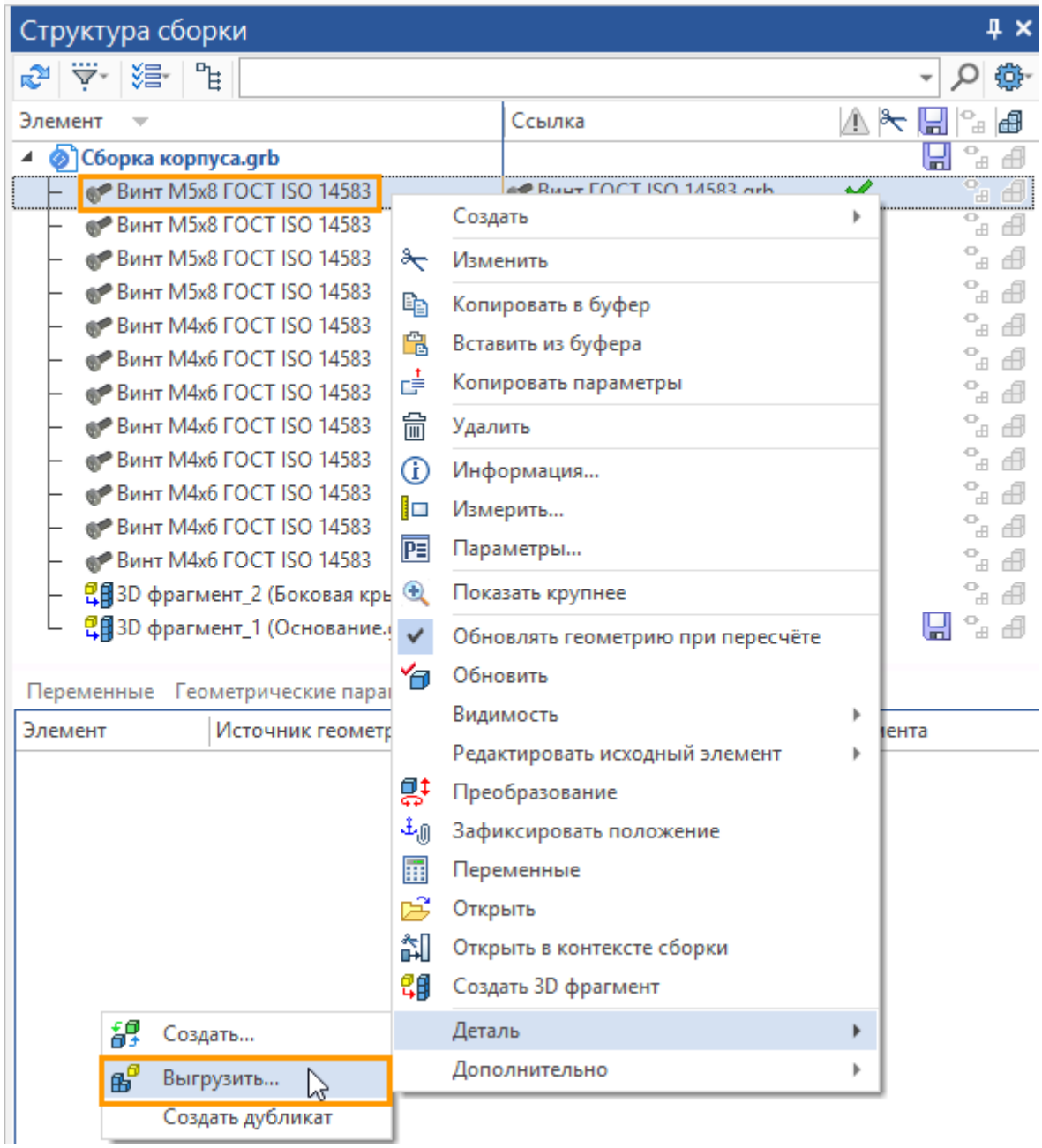


Из окна **Структура сборки** можно увидеть, что разные исполнения винта (M4x6 и M5x8) ссылаются на один файл. Т.е. фрагмент винта является параметрическим (содержит внешние переменные) и позволяет реализовать все возможные исполнения согласно ГОСТу.

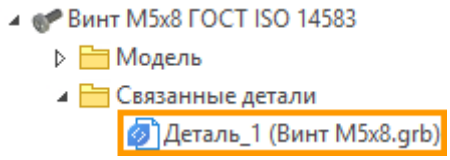


Если нам нужно зафиксировать какие-то конкретные варианты исполнения параметрических фрагментов (например для создания чертежа) то нам нужно создать отдельный файл с тем или иным исполнением параметрического фрагмента. При этом нам не нужна обратная связь с этим файлом, но нужна возможность передать изменения в файл, если исполнение фрагмента в сборке поменялось. При помощи команды **Выгрузка** создадим два связанных со сборкой файла: один с исполнением M4x6, и второй – с исполнением M5x8.

В окне **3D модель** или в окне Структура сборки вызываем контекстное меню для фрагмента винта с исполнением M5x8. В контекстном меню выбираем команду **Деталь > Выгрузить**, в диалоговом окне указываем вариант сохранения **Экспортировать тело с возможностью последующего обновления файла детали при изменении сборки**. Называем файл так, чтобы было понятно его исполнение.



В результате был создан файл «Винт M5x8.grb». В окне Структура сборки данное действие никак не отобразится.



В окне **3D Модель** мы можем увидеть созданный файл в папке **Связные детали.** Как и в выше описанном случае, когда команда **Деталь > Выгрузить** (с рассматриваемым вариантом выгрузки) применялась для тела в сборке, мы имеем возможность передать изменения геометрии из сборки в созданный файл.

Для обновления геометрии файла «Винт M5x8.grb», согласно изменениям фрагмента в сборке, нужно воспользоваться командой **Обновить связанные детали,** или в окне **3D Модель** через контекстное меню связанной детали взывать команду обновления для конкретного файла.

По аналогии можно создать файл для исполнения винта M4x6.

Сохранить геометрию в формате Parasolid

В диалоге выгрузки детали при выборе первого пункта: «Экспортировать тело в формат Parasolid» появляется диалог экспорта детали в формат Parasolid. Выбранные элементы сохраняются в отдельный файл формата Parasolid (*.x_t), который в дальнейшем не зависит от сборки. На структуре сборочной модели операция экспорта никак не отражается.

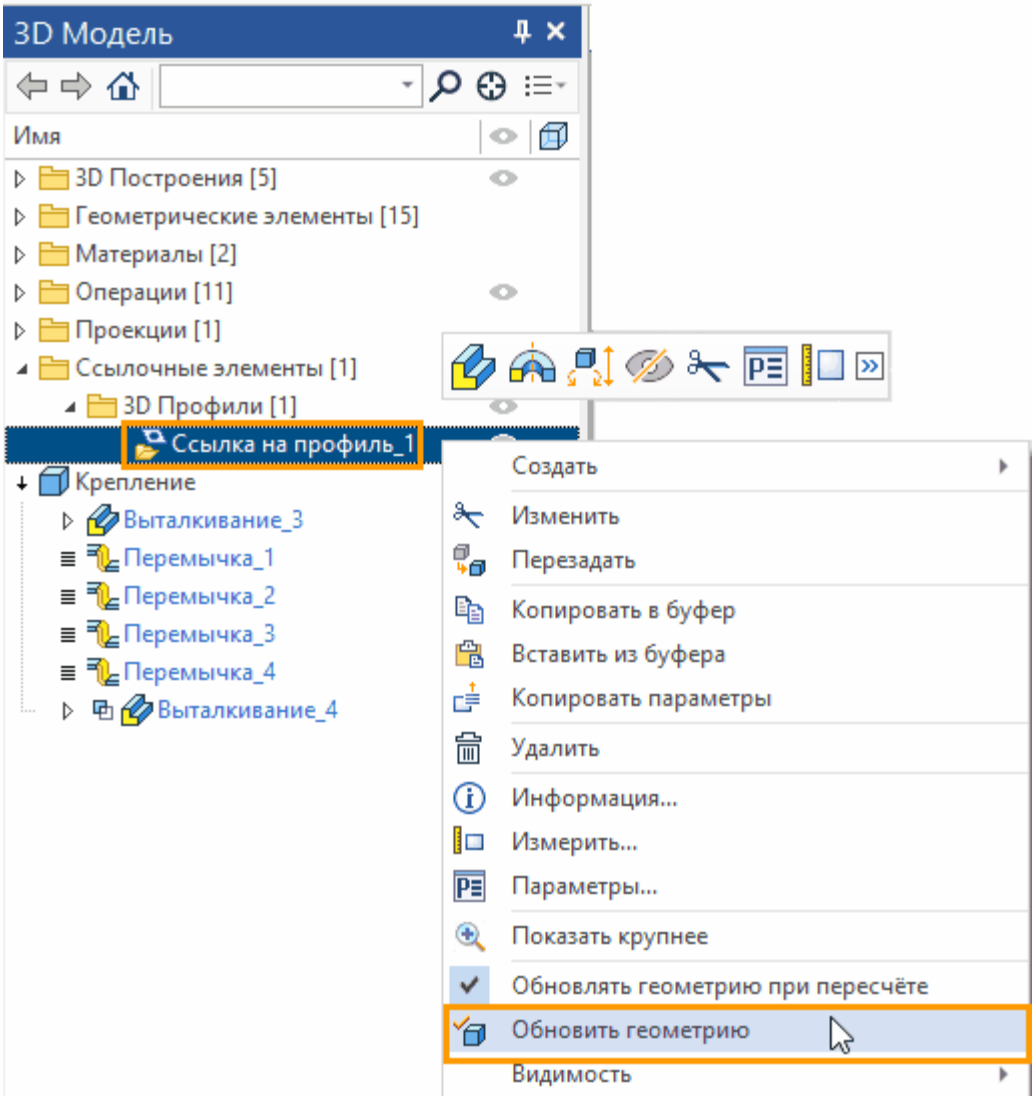
Сохранить документ просмотра

В случае необходимости, документ, открытый при выполнении команды **Деталь>Создать** с вариантом **Не сохранять**, можно сохранить. Для этого, в открытом документе, нужно выполнить команду сохранения **Сохранить**.

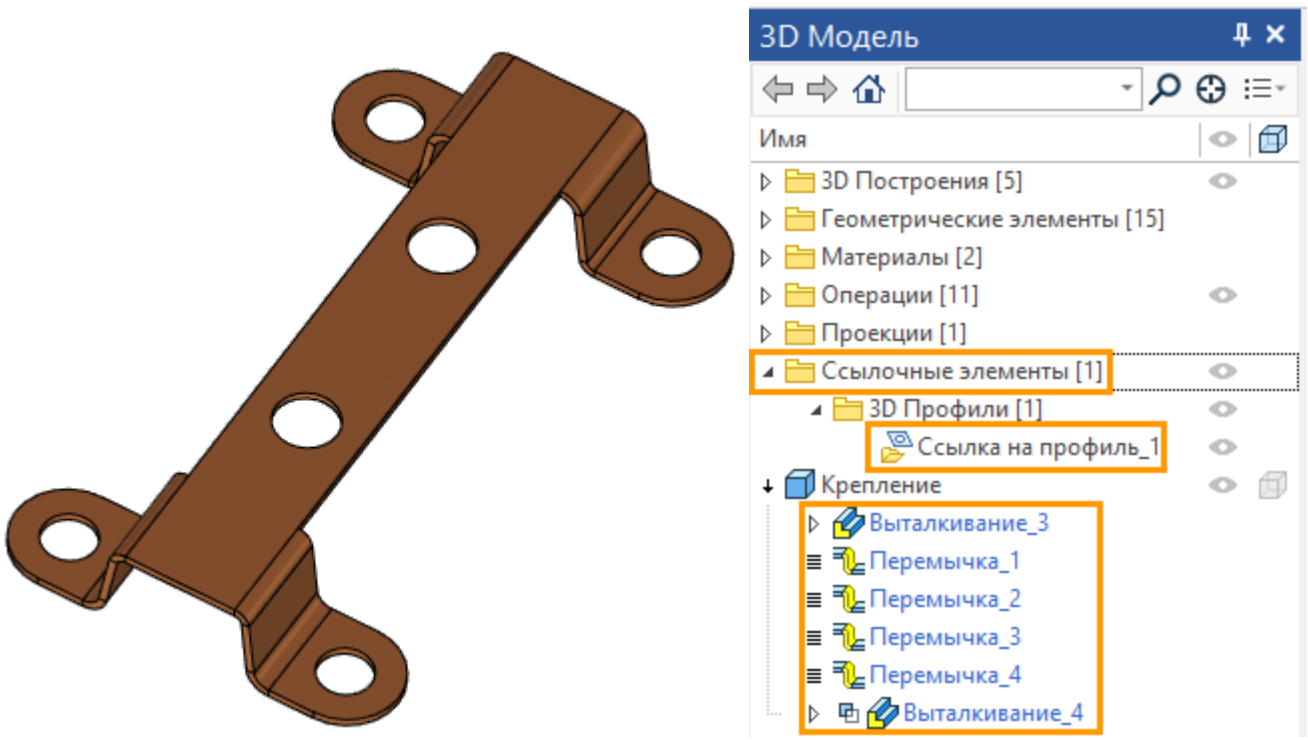
Сохранить документ просмотра будет нужно, например, в случае, когда в файле, сохранённой из сборки геометрии, необходимо дерево модели. При этом, связь такого файла со сборкой нужно контролировать самостоятельно: если при выполнении команды **Деталь>Создать** были автоматически созданы ссылочные элементы – их нужно обновлять в созданном файле в случае изменений в сборке. Созданный файл можно помещать как фрагмент в сборки при помощи команды **3D Фрагмент**.

Продолжим пример сборки корпуса. Допустим тело крепления, созданное в сборке «Сборка корпуса», нам нужно сохранить в отдельный файл. Причём так, чтобы была возможность работать с деревом построения тела. При этом, для сборки не нужны изменения, сделанные в файле, но для файла детали – нужно передавать изменения, сделанные в сборке. Это необходимо, например, в случае, когда у крепления есть различные исполнения. Тогда, для создания чертежа второго исполнения крепления, у нас будет 3D модель, в которой, благодаря доступному дереву модели мы можем сделать требуемые изменения. При этом, т.к. у 3D модели крепления будет связь через ссылочные элементы со сборкой, то в случае изменений – крепление получит актуальную геометрию при обновлении ссылочных элементов. Можно создавать сколько угодно отдельных 3D моделей одного тела или фрагмента.

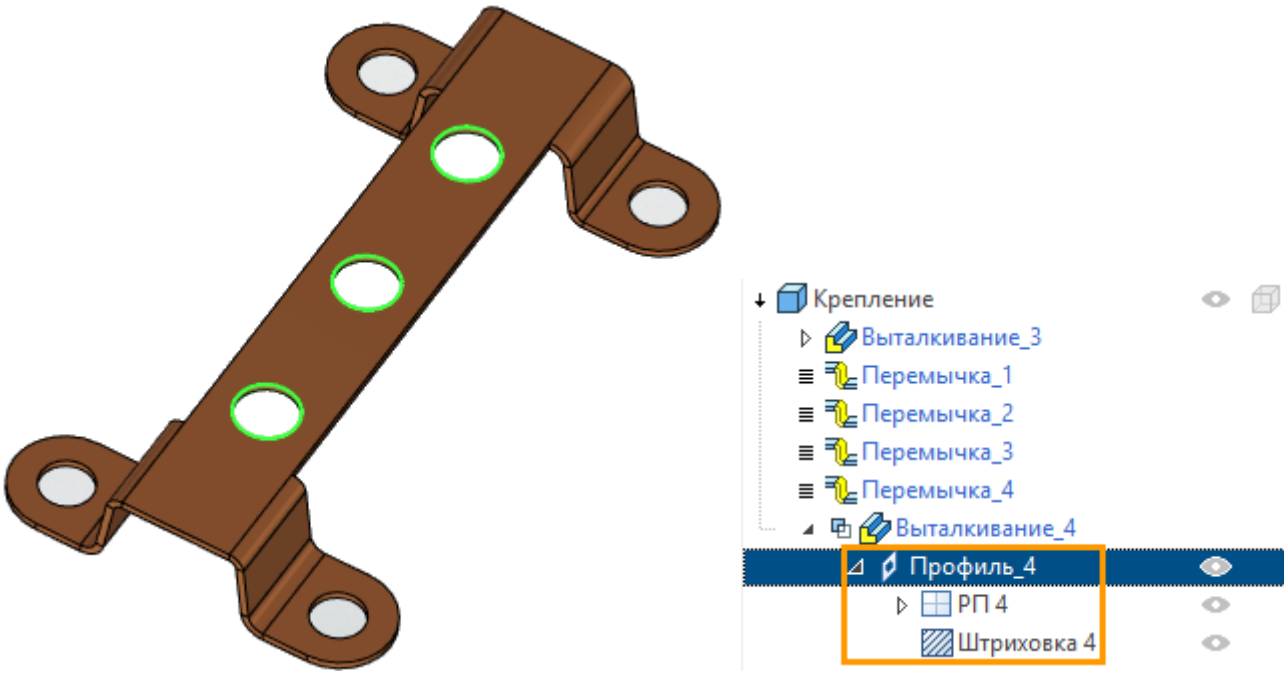
Вызываем в окне **3D модель** контекстное меню для тела «Крепление». Выбираем команду **Деталь>Создать**. Работа с появившимся диалоговым окном уже была рассмотрена выше. Выбираем вариант **Не сохранять**.



Введём наименование: «Крепление». В результате был создан файл «Крепление.grb».
В окнах **3D модель** и **Структура сборки** файла сборки **Сборка корпуса** никаких изменений не будет.
В созданном файле «Крепление» доступно дерево модели. Автоматически был создан ссылочный элемент на профиль, родительские элементы которого нельзя забрать из сборки. Профиль зависит от сборки и будет обеспечивать через ссылочный элемент связь модели со сборкой. Чтобы обновить ссылочную геометрию - надо вызвать команду обновления из контекстного меню ссылочного элемента.



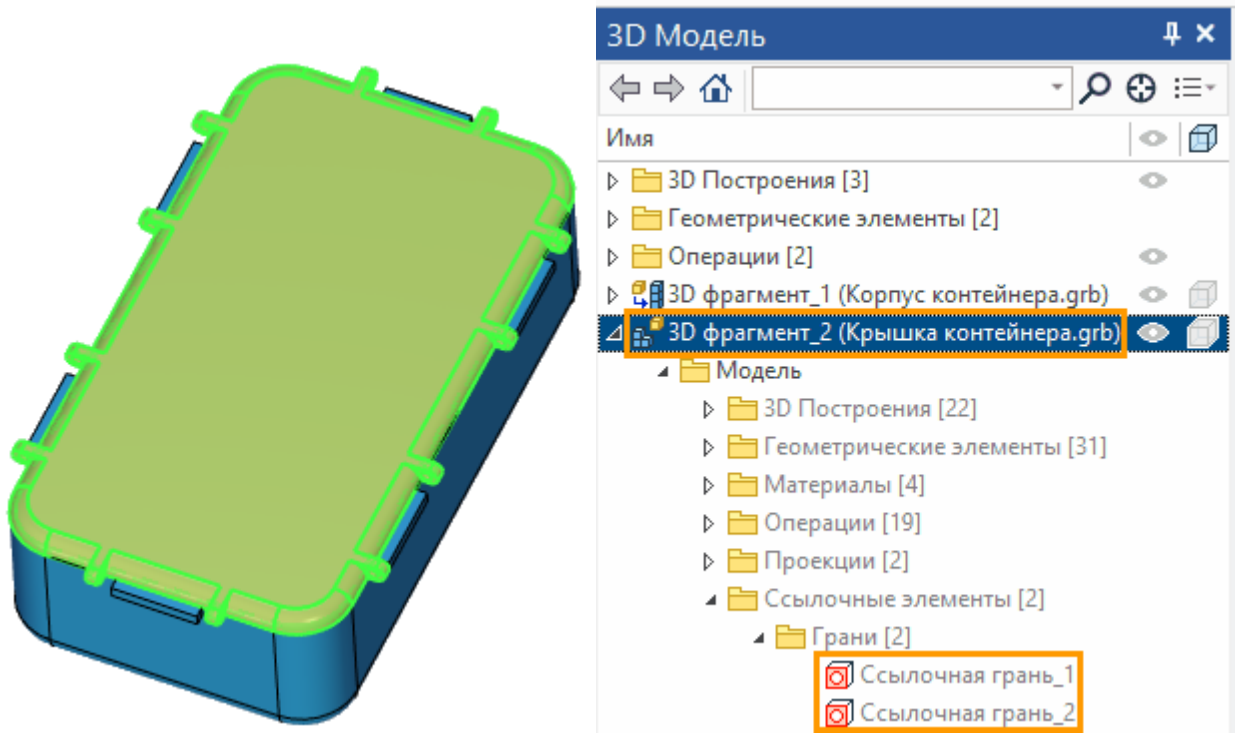
Мы можем редактировать построения и создать новый вариант исполнения детали. Например, отредактируем построения, которые задают профиль, и изменим тем самым количество отверстий.



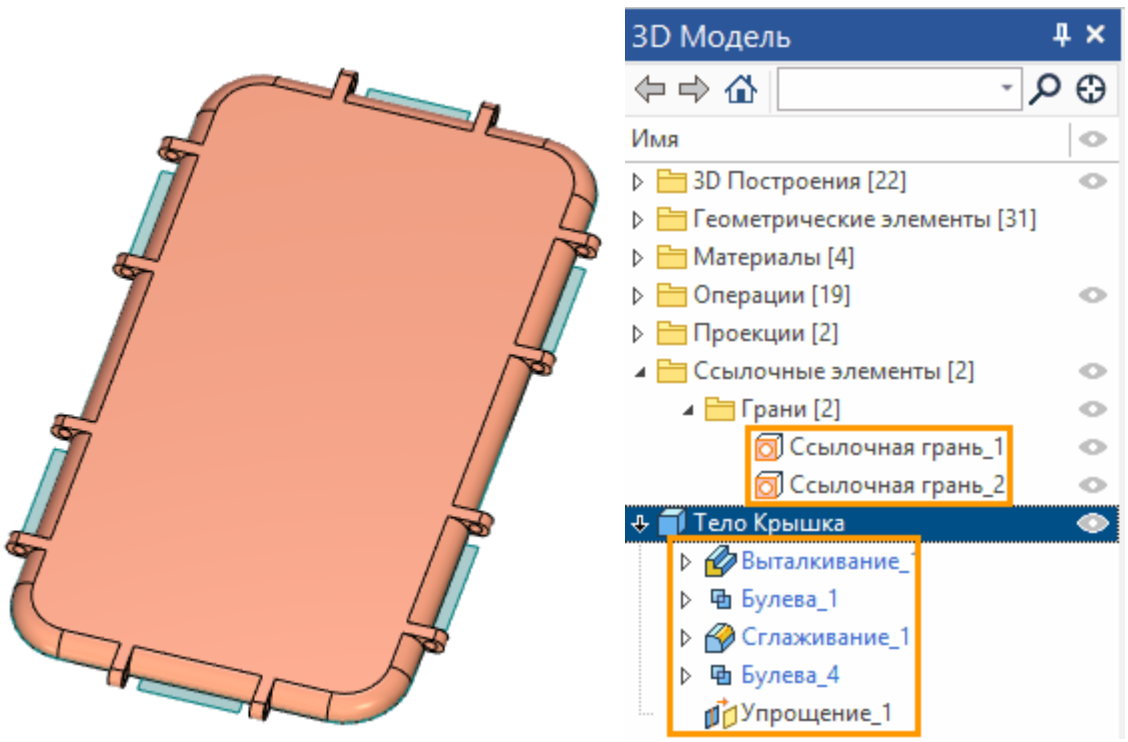
Можно создавать отдельные документы не только для тел, но и для фрагментов. При этом, при сохранении документа фрагмента, также будет доступно дерево построений. В данном случае мы создаём копию файла фрагмента, но только в том исполнении, в котором фрагмент находится в сборке.

Сохраним в отдельный файл фрагмент «Крышка контейнера» из сборки «Сборка контейнера».

У фрагмента «Крышка контейнера» есть ссылочные элементы.



В окне **3D модель** или Структура сборки вызываем контекстное меню для фрагмента «Крышка контейнера» и выбираем команду **Деталь > Создать**, выбираем первый вариант. Просматриваем открывшийся документ фрагмента крышки, и если документ фрагмента открылся корректно – сохраняем его. В результате создан отдельный файл, в котором находится 3D модель крышки. У модели доступно всё дерево построений. Ссылочные элементы фрагмента также сохранились, их можно обновить и получить актуальную геометрию из сборки.



Внешняя модель

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Расширенные > 3D Фрагмент > Внешняя модель Сборка (3D) > Сборка > Внешняя модель Листовой металл (3D) > Операции > Заготовка > Внешняя модель
Клавиатура	Текстовое меню
<ЗМО>	Операции > Внешняя модель

Команда предназначена для вставки 3D моделей в форматах **Parasolid**, **STEP**, **ACIS** , **IGES**, **Siemens NX (Unigraphics)**, **Creo/ProE**, **SolidWorks**, **Catia V5**, **Catia V4**, **Autodesk Inventor**, **Solid Edge**, **Rhino**, **I-Deas**, **JT**, **PRC**, **VDA-FS**. Вставленная таким образом модель является полноправной операцией T-FLEX CAD. При этом следует помнить, что внешняя модель, состоящая из нескольких операций, при вставке в T-FLEX CAD будет являться единым объектом. Для дальнейших преобразований, требующих использование отдельного тела такой модели, необходимо предварительно воспользоваться операцией **Разделение**..

Вставка внешней модели напоминает создание 3D фрагмента, но с ограниченными возможностями. Например, нельзя задать значения внешних переменных. Нельзя выбрать исходную систему координат привязки (в качестве неё используется глобальная система координат модели).

Режимы работы с внешней моделью

При вставке внешней модели в текущем документе сохраняется ссылка на её файл и её исходная геометрия. В дальнейшем пользователь может выбрать один из двух режимов работы с внешней моделью:

- В первом режиме система отслеживает все изменения в файле внешней модели. При изменении файла будет изменяться и внешняя модель в текущем документе.
- Во втором режиме изменения в файле внешней модели системой не отслеживаются. При работе с моделью используется геометрия, сохранённая в текущем документе при последнем обращении к файлу модели. Ссылка на файл модели в текущем документе сохраняется – это позволяет в дальнейшем вернуться к первому режиму работы. Применение данного режима позволяет уменьшить время и затраты оперативной памяти при работе с текущим документом, но увеличивает место, занимаемое им на диске. Данный режим обеспечивает работу с документом, в который вставлена внешняя модель, при отсутствии файла внешней модели.

Второй режим работы устанавливается системой автоматически, если при обращении к файлу внешней модели система обнаруживает его отсутствие.

Вставка внешней модели

Для вставки модели формата Parasolid используется команда **Вставить внешнюю модель**:

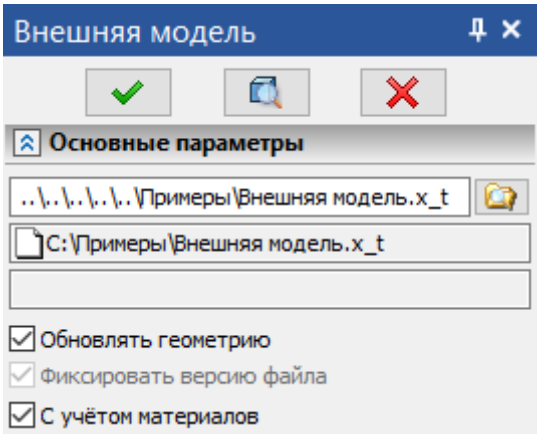
Для вставки внешней модели необходимо выполнить следующие действия:

1. **Выбрать файл внешней модели.**

Выбор файла внешней модели осуществляется в окне параметров команды или с помощью опции:

<F> Выбрать внешнюю модель

Под полем ввода имени файла в диалоге параметров внешней модели отображаются ещё два информационных поля. В одном показывается полный путь на выбранный файл внешней модели, в другом – файл-источник внешней модели (т.е. файл, на основе которого был создана модель).



Сведения о файле-источнике отображаются, если в исходном файле хранится соответствующая информация.

В контекстном меню созданной внешней модели будет присутствовать команда **Открыть файл источник**. Данная команда открывает исходный файл, если он существует по данному пути, в соответствующем данному типу файла приложении.

2. **Выбрать или создать исходную систему координат внешней модели.**
Выбор или создание исходной системы координат осуществляется с помощью опции:

<S> Выбрать или создать исходную систему координат

По умолчанию используется система координат внешней модели.
3. **Выбрать целевую систему координат.**
Выбор целевой системы координат осуществляется с помощью опции:

<T> Выбрать или создать заново целевую систему координат

Данная опция автоматически устанавливается после выбора внешней модели. Выбор целевой системы координат сводится к выбору ЛСК, с которой надо совместить исходную систему координат внешней модели. Если не выбрана ни одна система координат, то по умолчанию используется глобальная система координат.
Отменить выбор целевой системы координат можно с помощью опции:

<C> Отменить привязку к локальной системе

Процесс выбора/создания исходной и целевой систем координат подробно описан в главе Привязка фрагментов.

4. **Задать параметры внешней модели** (необязательное действие).

В окне параметров операции можно задать следующие параметры:

- **Обновлять геометрию**. Данный параметр устанавливает режим работы с внешней моделью. При установленном флажке используется первый режим работы (отслеживаются все изменения в файле модели). Снятый флажок включает второй режим.
- **С учётом материалов**. Данный параметр позволяет использовать исходные материалы внешней модели.
- **Фиксировать версию файла.** Если параметр включен, то всегда будет использоваться текущая версия файла, если выключен, то при обновлении будет использоваться старшая версия файла. По умолчанию параметр включен.

Параметры внешней модели также можно задать в диалоге общих параметров операции, вызываемом опцией:

<P> Задать параметры элемента

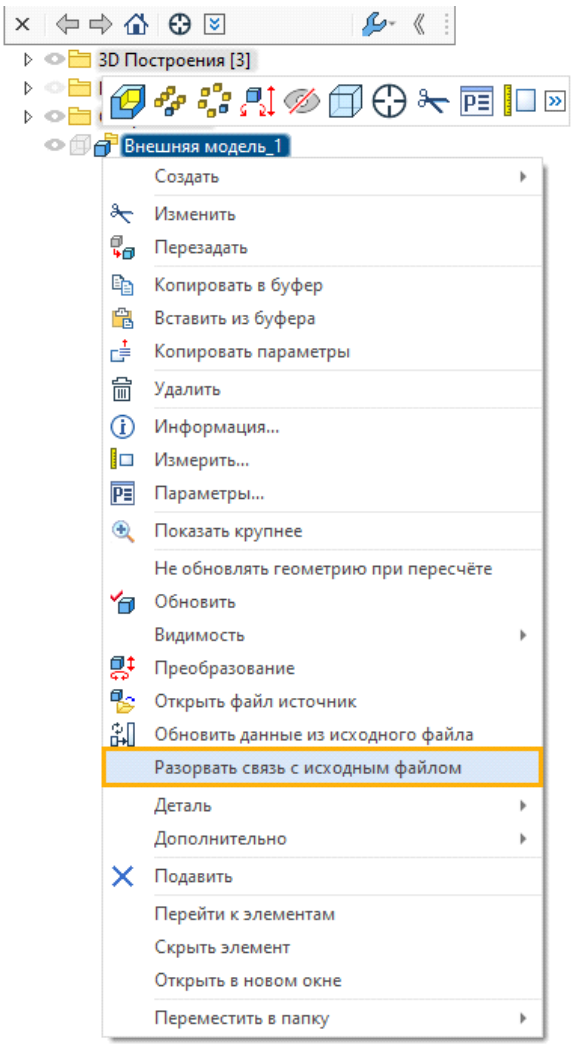
5. **Завершить создание операции** (в окне параметров или автоменю).

Внешняя модель будет отображена в 3D виде только после завершения создания операции или при предварительном просмотре результата операции с помощью . При создании внешней модели система выполняет проверку корректности импортированной модели. Если в модели есть ошибки, то выдаётся окно с сообщением об ошибке и вариантами возможных действий.

> Внешняя модель может быть также получена в результате выполнения команды импорта Импорт чертежей и моделей.

Разрыв связи с внешней моделью

Существует возможность разорвать связь с исходным файлом внешней модели. При активации опции, все параметры, связанные с файлом источником, будут убраны из контекстного меню операции.



Основные темы в этом разделе:

- Редактирование внешней модели

См. также:

- Общие параметры 3D элементов

Редактирование внешней модели

С помощью этой команды можно изменить расположение редактируемой внешней модели или заменить её на другую внешнюю модель, загруженную из файла.
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<ЗЕМО>	Правка > Операции > Внешняя модель

Доступные опции:

	<Esc>	Отменить выбор всех элементов
	<A>	Выбрать все элементы
	<R>	Выбрать элемент из списка
	<I>	Выбрать другой ближайший элемент
	<P>	Задать параметры элемента
	<F4>	Редактировать элемент
	<R>	Изменить способ задания
	<Del>	Удалить элемент (группу элементов)
	<Esc>	Отменить выбор
	<M>	Преобразование (вызов команды Преобразование элементов)

Если вы выбрали один элемент для редактирования, то его можно удалить, отредактировать его параметры (воспользовавшись либо опцией <P>, либо системной панелью), выбрать другой ближайший элемент или приступить к редактированию (перезаданию). Перезадание элемента полностью совпадает с командой **Внешняя модель**.

При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Отметим, что для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** (комбинация **<Ctrl>** отменяет выбор).

3D изображение

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Расширенные > 3D Фрагмент > 3D изображение Сборка (3D) > Сборка > 3D изображение
Клавиатура	Текстовое меню
<3I>	Операции > 3D изображение

В отличие от фрагмента, 3D изображение представляют собой оболочку трёхмерного объекта, без параметрических свойств и связей между элементами изображения. 3D изображение используются для создания трёхмерных сборочных конструкций. На базе 3D изображений невозможно создавать другие элементы, например, нельзя выбрать какую-либо грань такого объекта. Нельзя также использовать 3D изображения в булевых операциях и при построении 2D проекции, не работает для 3D изображения и команда Разборка.

В документ T-FLEX CAD можно добавить 3D изображения, хранящиеся в файлах следующих графических форматов: *.**grb** (файл T-FLEX CAD), *.**wrl** (файл формата VRML), *.**iv** (файл формата Open Inventor), *.**x3d**, ***.tf3d**, *.**3ds**, *.**ply**, *.**obj**, *.**stl**, *.**dxf**, *.**dwg, *.3mf,** *.**glb,** *.**gltf, *.nwd**.

Для сохранения 3D изображения в составе документа T-FLEX CAD, содержащего 3D модель, необходимо в параметрах этого документа, на закладке Сохранение установить параметр **Сохранять 3D изображение**. Для сохранения 3D изображения в отдельном файле в форматах ***.iv**, ***.wrl**, ***.3d**, ***.ply**, ***.obj**, ***.stl**, ***.3mf**, ***.glb**, ***.gltf** следует воспользоваться командой Файл > Экспорт.

> Следует помнить, что при хранении 3D изображения внутри файла T-FLEX CAD существенно увеличивается объём занимаемого на диске пространства. Размер 3D изображения, в свою очередь, зависит от плотности сетки, установленной в параметрах документа на момент создания изображения.

При вызове команды вам становятся доступны следующие опции:

	<Q>	Выбрать исходную 3D картинку
	<F>	Выбрать 2D фрагмент
	<S>	Выбрать или создать систему координат привязки
	<T>	Выбрать или создать заново целевую систему координат
	<O>	Выбрать файл
	<R>	Повторить предыдущее 3D изображение
	<I>	Бесконечный повтор вставки 3D изображения

Для вставки 3D изображения в сборку необходимо выполнить следующие действия:

1. **Выбрать 3D изображение.**

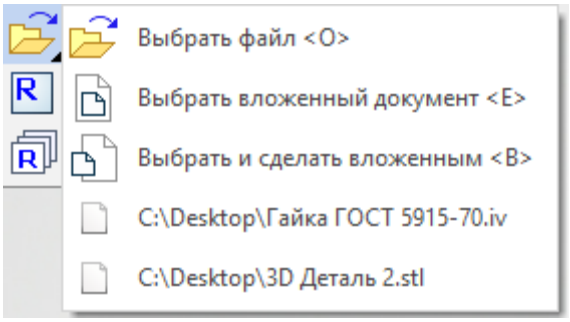
Выбор выполняется тремя способами:

- нанесение нового 3D изображения (опция);
- выбор уже нанесённого 3D изображения (опция).
- выбор уже нанесённого 2D фрагмента и использование его 3D модели (опция).

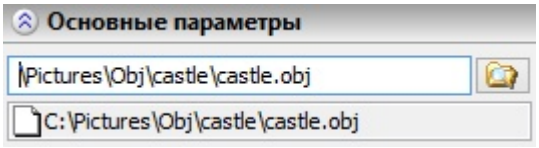
2. **Выбрать или создать исходную систему координат 3D изображения** (опция). По умолчанию используется система координат внешней модели, заданная при её создании.
3. **Выбрать или задать заново целевую систему координат** (опция).
4. **Задать параметры 3D изображения** (*необязательное действие*).
5. **Завершить нанесение 3D изображения** (в автоменю или окне параметров).

Файлы изображений можно выбирать как из библиотеки T-FLEX CAD, так и просто из папки на диске.

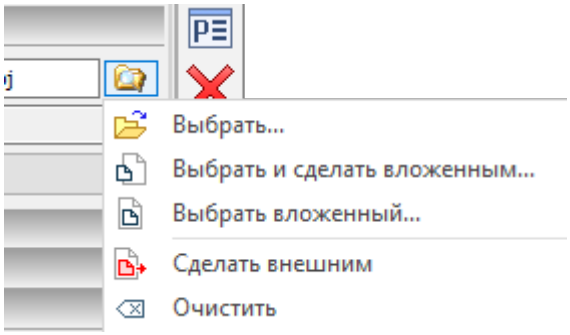
В выпадающем списке опции можно выбрать один из трёх вариантов источника 3D изображения и использовать список предыдущих файлов.



При выборе варианта **Выбрать и сделать вложенным** добавленное 3D изображение будет храниться в файле текущего документа, а не во внешнем файле.
Вариант **Выбрать вложенный документ**, появляется только для файлов, имеющих вложенные документы.
Имя выбранного файла/внутреннего документа отображается в окне параметров команды. Серое (недоступное для редактирования) поле, расположенное чуть ниже, является информационным и показывает абсолютный путь на файл, из которого берётся картинка.

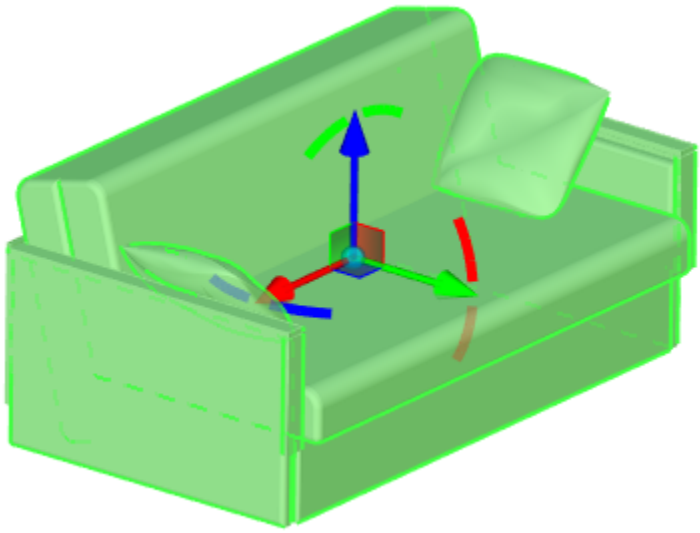


Если нажать на кнопку справа от пути файла уже после выбора пути к файлу, появится выпадающий список:



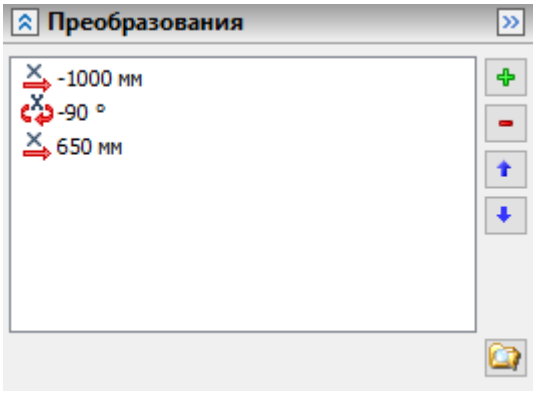
Первые три пункта такие же, как в опции .
Опция **Сделать внешним** позволяет выгрузить **вложенное** изображение во внешний файл. Опция **Очистить** позволяет быстро удалить путь к файлу.
После добавления 3D изображения появляется манипулятор, позволяющий изменять положение создаваемого изображения в пространстве. По умолчанию начало координат манипулятора расположено в центре охватывающего параллелепипеда. При необходимости можно изменить положение манипулятора при помощи опции **Выбрать или создать исходную систему координат**. В отличии от создания 3D фрагмента исходную систему координат 3D изображения нельзя привязать к самому изображению, т.к. изображение не имеет геометрических данных. В остальном процесс выбора/создания исходной и целевой систем координат аналогичен подобному процессу при вставке 3D фрагментов. Этот процесс подробно описан в разделе Преобразования 3D элементов.

При создании 3D изображения нельзя задать значения внешних переменных. Вставка 3D изображения происходит с теми значениями переменных, которые заданы в файле чертежа 3D изображения на момент его сохранения.



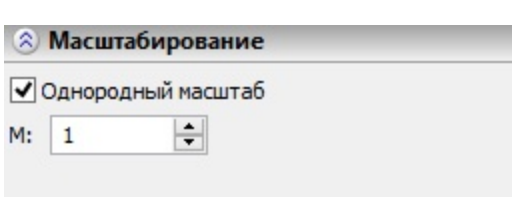
Вкладка Преобразования

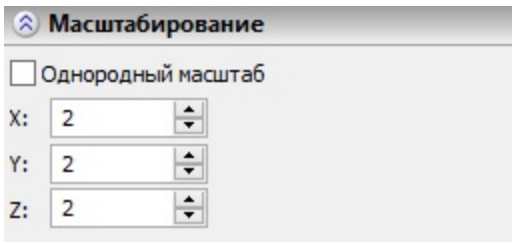
Изменения положения (перемещения и повороты) отображаются в окне параметров во вкладке **Преобразования**. При необходимости можно задать точное значение для любого преобразования в списке.



Вкладка Масштабирование

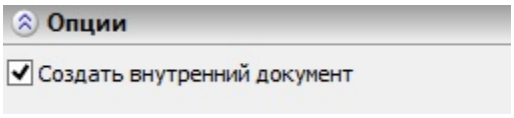
В окне параметров можно указать масштаб 3D изображения. Масштаб может быть однородный по всем осям или задаваться для каждой оси отдельно. Для задания неоднородного масштаба надо снять флаг **Однородный масштаб**.





Вкладка Опции

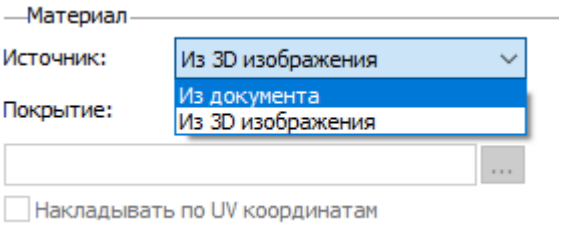
Во вкладке **Опции** можно установить флаг **Создать внутренний документ**. При установленном флаге файл изображения сохраняется в текущем документе. Это позволяет увеличить скорость загрузки данных. В противном случае при открытии документа система обращается к внешнему файлу изображения.



Задание материала покрытия

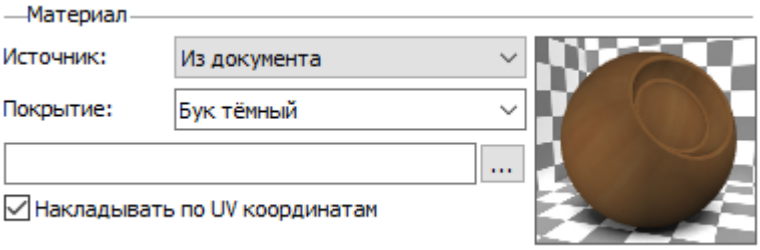
К 3D изображениям можно применять материалы покрытий. Существует два способа: Первый способ - применить материал покрытия к 3D изображению с помощью функции **drag'n'drop**. Для этого необходимо открыть окно **Материалы** и использовать материал покрытия из списка материалов модели или из библиотеки **Покрытия**.

Второй способ – выбрать материал покрытия в окне параметров 3D изображения. Для этого нужно нажать в автоменю кнопку и на закладке **Общие** в поле **Источник** выбрать из выпадающего списка пункт **Из документа**. После этого становится доступным поле **Покрытие**, в котором можно выбрать необходимый материал. Этот материал будет использоваться в качестве материала покрытия тела.



Важно помнить, что материал покрытия может быть применён только для всего 3D изображения в целом, т.к. оно представляет собой единый объект.

В параметрах 3D изображений доступна опция **Накладывать по UV координатам**. Опция позволяет накладывать материал по UV координатам, которые хранятся в файле 3D изображения.



Дополнительная информация

Для вставляемого 3D изображения можно указать единицы измерения, после чего его размер будет автоматически пересчитан. Эта функция полезна для форматов, при добавлении которых не передаются сведения об исходных единицах измерения изображения. При этом система будет использовать в качестве исходных единицы, заданные в команде Параметры документа, закладка **3D**.

Основные темы в этом разделе:

- Редактирование 3D изображений
- Параметры 3D изображений

См. также:

- Вставка 3D изображения по 2D фрагменту

Редактирование 3D изображений

Для вызова редактирования 3D изображения используется команда:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<3EI>	Правка > Операции > 3D Изображение

Подробнее о редактировании можно прочитать в главе Редактирование.
Имеется возможность заменить редактируемое 3D изображение на другое. Новое изображение может быть загружено из файла или выбрано среди других присутствующих в сцене изображений. Во втором случае необходимо воспользоваться опцией:

<F4> Выполнить команду редактирования элемента

В автоменю нужно выбрать опцию и щелкнуть по любому другому 3D изображению в сцене.
Команда предназначена для изменения нанесённых 3D изображений.
Доступные опции:

<Esc> Отменить выбор всех элементов

<A> Выбрать все элементы

<R> Выбрать элемент из списка

<I> Выбрать другой ближайший элемент

<P> Задать параметры элемента

<F4> Редактировать элемент

<R> Изменить способ задания

<Del> Удалить элемент (группу элементов)

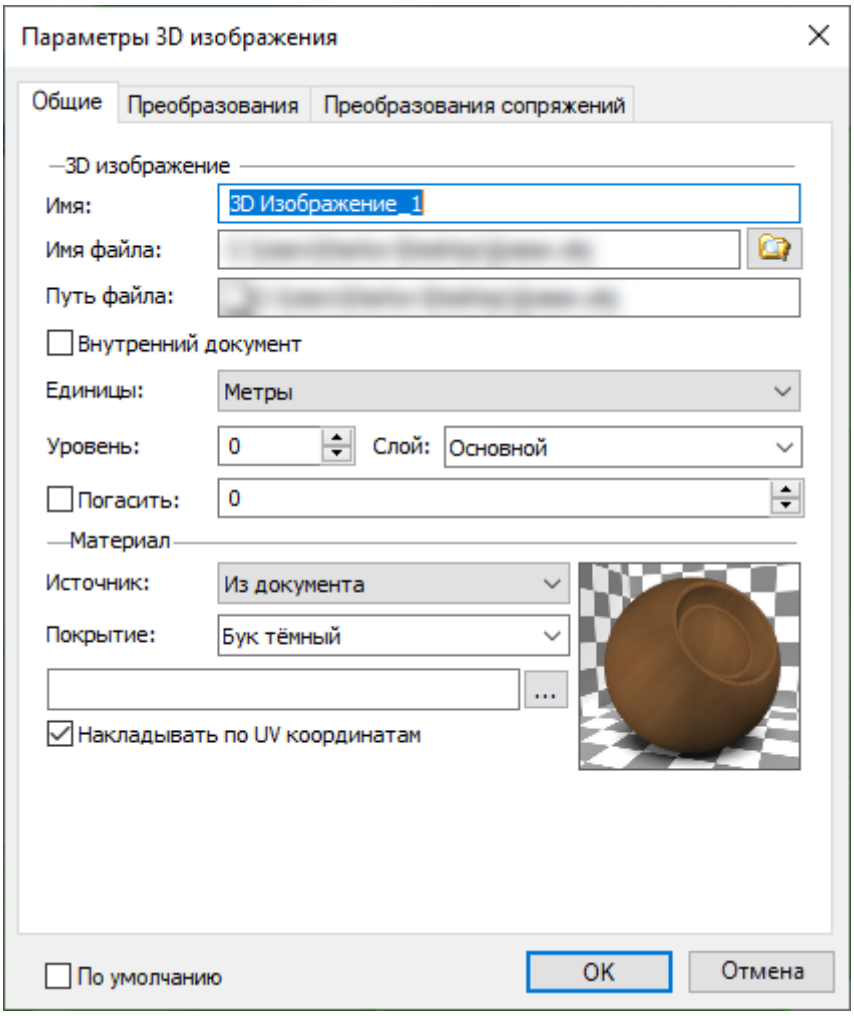
<Esc> Отменить выбор

<M> Преобразование (вызов команды Преобразование элементов)

При множественном выборе элементов вы можете удалить их. Отметим, что для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** (комбинация **<Ctrl>** отменяет выбор).

Параметры 3D изображений

Закладка Общие



- **Имя**. В данном поле можно задать имя операции.
- **Имя файла**. Данный параметр доступен после того как выбран файл для создания 3D изображения. В поле данного параметра автоматически или вручную заносится имя файла или путь к нему. Если имя файла не известно, то можно воспользоваться кнопкой с тремя точками. Если задать имя без пути, то следует указать расширение и в команде **Задать установки системы** (закладка **Папки**) установить директорию, в которой будет искаться файл.
- **Путь файла**. Этот параметр является информационным и показывает путь на файл, в котором хранится 3D изображение.
- **Внутренний документ**. Позволяет сделать 3D изображение вложенным.
- **Единицы**. Параметр задает единицы измерения для 3D изображения.
- **Уровень. Слой**. Общесистемные параметры.
- **Погасить**. Параметр, управляющий видимостью 3D изображения в сцене. При значении 0 изображение видно, при 1 - нет. Параметром можно управлять при помощи переменной.
- **Материал** (см. раздел 3D Изображение).

Закладка Преобразование

В данной закладке можно выполнить необходимые преобразования для 3D изображения (см. раздел Преобразование 3D элементов).

Закладка Преобразование сопряжений

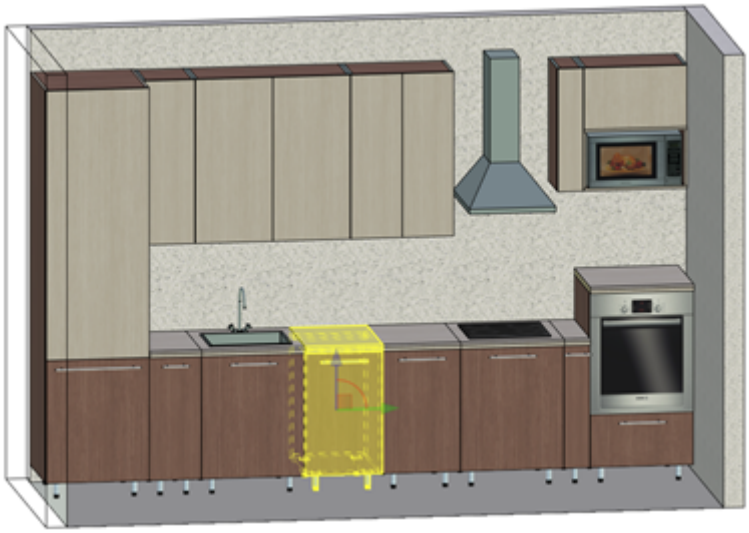
В данной закладке можно удалить преобразования сопряжений, созданных после создания 3D изображения (см. раздел Перемещение сопряженных элементов).

Общие параметры

По умолчанию. Выбранная опция означает, что заданные общие параметры будут использованы для всех последующих операций.

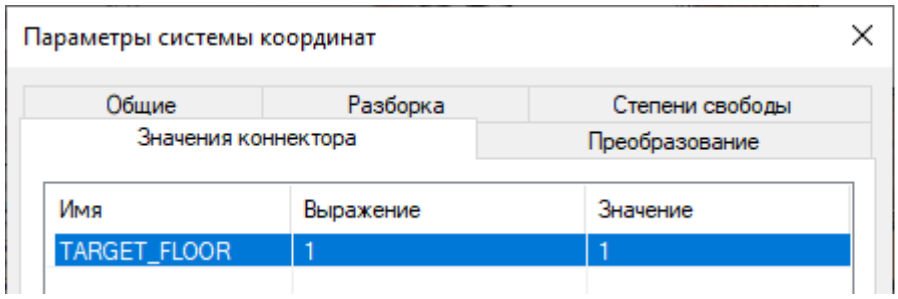
3D расстановка

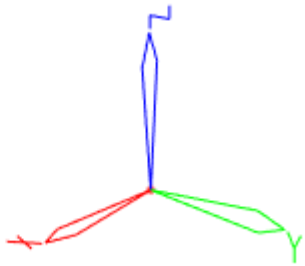
В T-FLEX CAD существует дополнительный механизм привязки 3D фрагментов – **3D расстановка**. Он позволяет быстро создавать расстановки в 3D сцене, используя специальные крепления к полу, стенам, потолку, горизонтальным поверхностям. Крепления определяются посредством коннекторов со специальными параметрами.



Крепления 3D расстановки

Крепление 3D расстановки – это ЛСК-коннектор, содержащая значение со специальным именем типа: **<prefix>_<type>**.



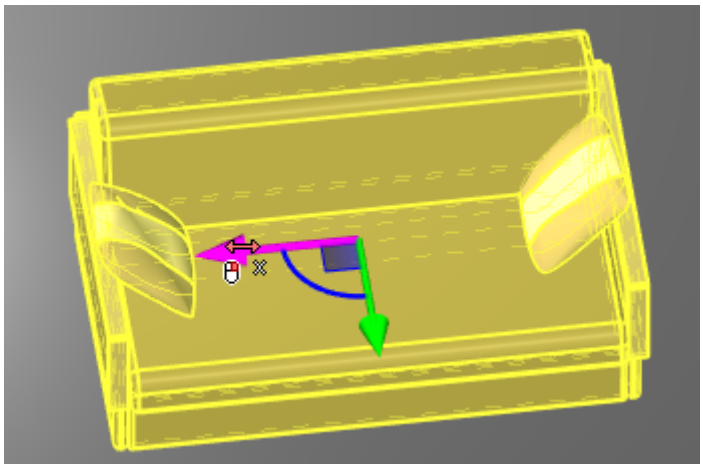


Часть <prefix> определяет к какому типу крепления принадлежит данная ЛСК.
<prefix> может принимать одно из следующих значений:

- SOURCE (SOURCE_<type>) – исходное крепление. Такой тип крепления задаётся для объектов, которые будут перемещаться в сцене (например, элементы мебели);
- TARGET (TARGET_<type>) –целевое крепление. Такой тип крепления задаётся для объектов, задающих плоскости привязки (например, стена или пол) или крепежи.

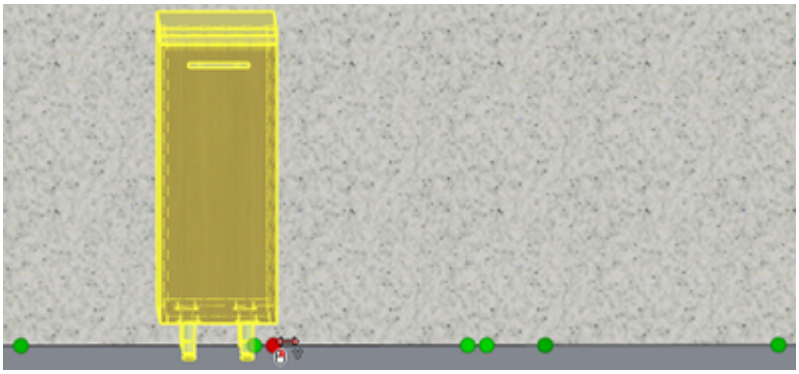
Часть <type> определяет, с каким типом коннекторов будет взаимодействовать данная ЛСК. Допустимые варианты <type> зависят от варианта привязки.
Имеется два возможных варианта привязки: **ЛСК-плоская грань** и **ЛСК-ЛСК**.

- **ЛСК-плоская грань** – фрагмент с коннектором типа SOURCE_<type> будет перемещаться в плоскости объекта с коннектором типа TARGET_<type> при условии, что задан одинаковый <type>.



Диван перемещается в плоскости пола

- **ЛСК-ЛСК** – коннектор с креплением SOURCE_ <type> будет совмещён с одним из созданных в сборке коннекторов типа TARGET_<type>, при условии, что задан одинаковый <type>.



Шкаф привязан к одному из креплений типа ЛСК-ЛСК

Варианты привязки подробнее описаны ниже.

Один коннектор может содержать сразу несколько значений формата <prefix>_<type>, задавая сразу несколько креплений для 3D расстановки.
Крепление SOURCE_<type> будет привязываться к креплению TARGET_<type> по правилам 3D расстановки, только если оно определено в документе объекта 3D расстановки. Крепление TARGET_<type> может быть задано на основе любого коннектора текущего документа.

Правила привязки

Объекты 3D расстановки могут привязываться по двум правилам **ЛСК-плоская грань** и **ЛСК-ЛСК**.

Правило привязки ЛСК–плоская грань

Существует следующие типы привязок **ЛСК–плоская грань**: <type> = {WALL, FLOOR, TABLE, CEILING}
Ниже приведены соответствующие им пары исходных и целевых креплений:

SOURCE_WALL	TARGET_WALL
SOURCE_FLOUR	TARGET_FLOUR

SOURCE_TABLE	TARGET_TABLE
SOURCE_CEILING	TARGET_CEILING

Для задания привязки **ЛСК–плоская грань** необходимо определить плоскость привязки и набор ассоциированных граней коннектора, содержащего целевое крепление.

> Ассоциированные грани для креплений подсвечиваются жёлтым цветом.

Плоскость привязки задается положением ЛСК целевого крепления и направлением её осей. Для привязки типа WALL ось привязки - это ось X ЛСК целевого крепления. Для привязок типа FLOOR, TABLE и CEILING, ось привязки – это ось Z ЛСК целевого крепления. При этом ассоциированные грани коннектора должны лежать в плоскости привязки.

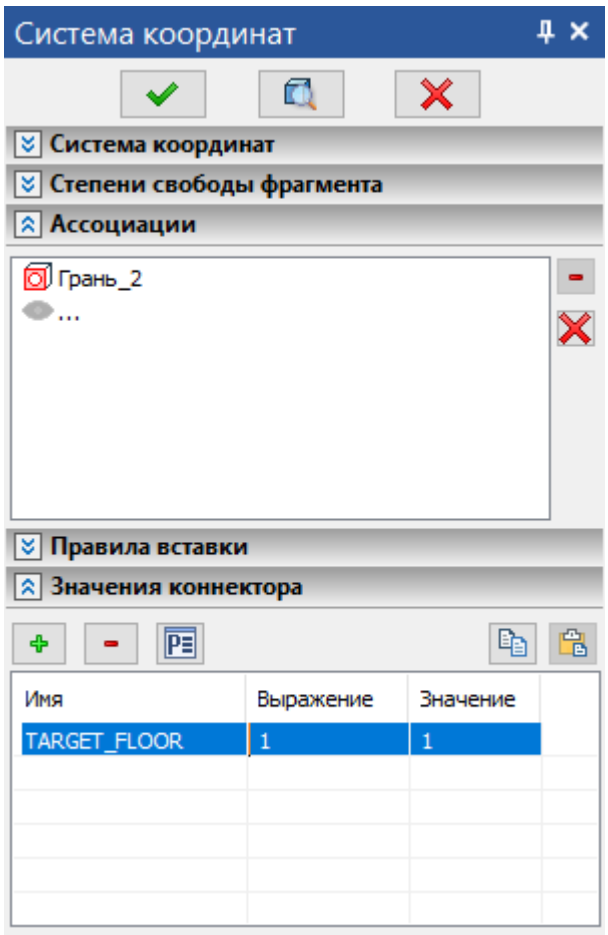
> Грань вне плоскости привязки не будет учитываться в режиме расстановки

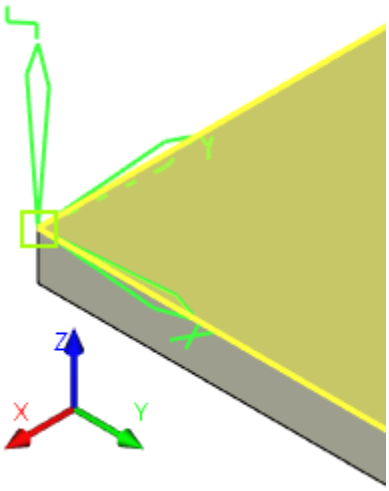
Для корректной работы необходимо чтобы:

- оси Z всех креплений внутри фрагмента 3D расстановки должны быть сонаправлены (при вставке, объект расстановки ориентируется по глобальной оси Z);
- оси Z всех остальных креплений должны быть сонаправлены с глобальной осью Z;
- В документе фрагмента для 3D расстановки исходное крепление каждого отдельно взятого типа SOURCE_<type> должно быть в единственном экземпляре.

Пример создания крепления типа Target

Для объекта «Пол» была создана ЛСК. Её ось Z сонаправлена с осью Z глобальной системы координат. В параметрах ЛСК указано, что она является коннектором.





Для коннектора задана привязка целевого крепления - TARGET_FLOOR. Положение центра ЛСК и направление оси Z задают плоскость, в которой будет перемещаться вставляемый фрагмент с привязкой SOURCE_FLOOR.
Выбрана ассоциированная грань, лежащая в плоскости привязки. Грань подсвечена жёлтым.
При вставке фрагмента в сборку система, проанализировав список коннектор типа «SOURCE» в документе фрагмента, сама подбирает в сборке возможные варианты привязки. «Стыковаться» могут только пары коннекторов со значениями одинакового типа, например SOURCE_WALL и TARGET_WALL.
Исходный объект (3D фрагмент) будет перемещен в пространстве таким образом, что оси ЛСК исходного и целевого креплений совпадут, а центр ЛСК исходного крепления будет лежать в плоскости привязки.

> Если ассоциативная грань не задана, фрагмент будет перемещён так, чтобы оси ЛСК исходного и целевого креплений совпали, а центр ЛСК исходного крепления лежал в плоскости привязки.

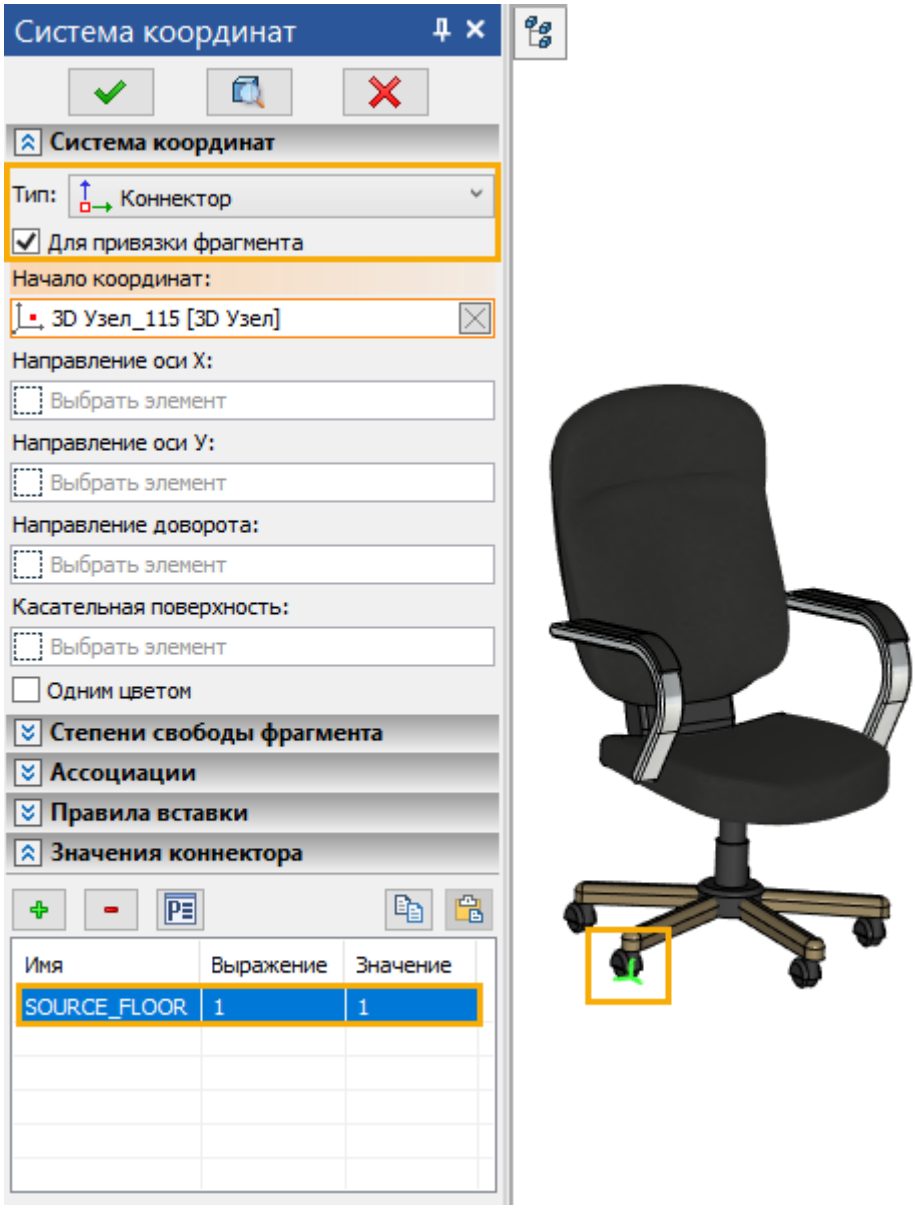
Правило привязки ЛСК–ЛСК

При использовании привязки по правилу **ЛСК–ЛСК** <type> может быть любым выражением за исключением ключевых выражений, задающих типы привязок **ЛСК–плоская грань**. Например, SOURCE_LEFT, SOURCE_RIGHT, SOURCE_ONE.
Имена коннекторов могут повторяться. Таким образом создаётся набор крепежей, с которыми будет связан крепёж добавляемого фрагмента.
Объект с исходным креплением будет трансформирован таким образом, что ЛСК исходного и целевого креплений совпадут.
Если для крепления заданы ассоциированные элементы, то при наведении курсора мыши на них, это крепление выбирается автоматически.

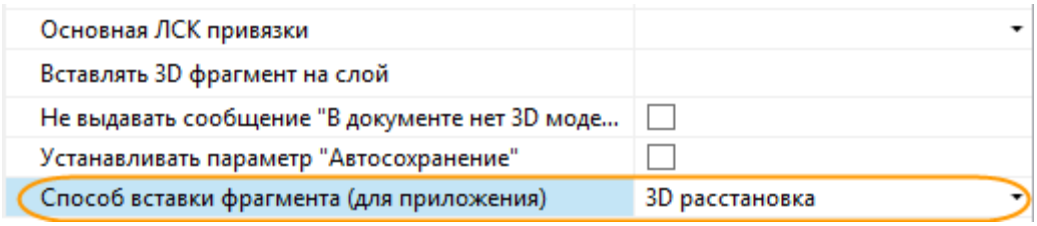
Создание крепления типа source

Для создания крепления необходимо выполнить следующую последовательность действий:

1. Создать новую ЛСК. Направление её оси Z должно совпадать с направлением оси Z глобальной системы координат. На вкладке **Система координат** указать тип **Коннектор** и включить опцию **Для привязки фрагмента.** На вкладке **Значения коннектора** нужно задать имя коннектора по описанным выше правилам. В данном случае задано имя SOURCE_FLOOR, т.к. для стула создаётся исходное крепление. Для всех креплений **Выражение** задаётся значением «1».



2. Для привязки фрагмента с помощью механизма 3D расстановки, необходимо, чтобы в параметрах 3D фрагмента был установлен **Способ вставки фрагмента – 3D расстановка**. Для этого в файле фрагмента необходимо зайти в команду Задать параметры документа на вкладку **Фрагмент 3D**.



Добавление элемента расстановки

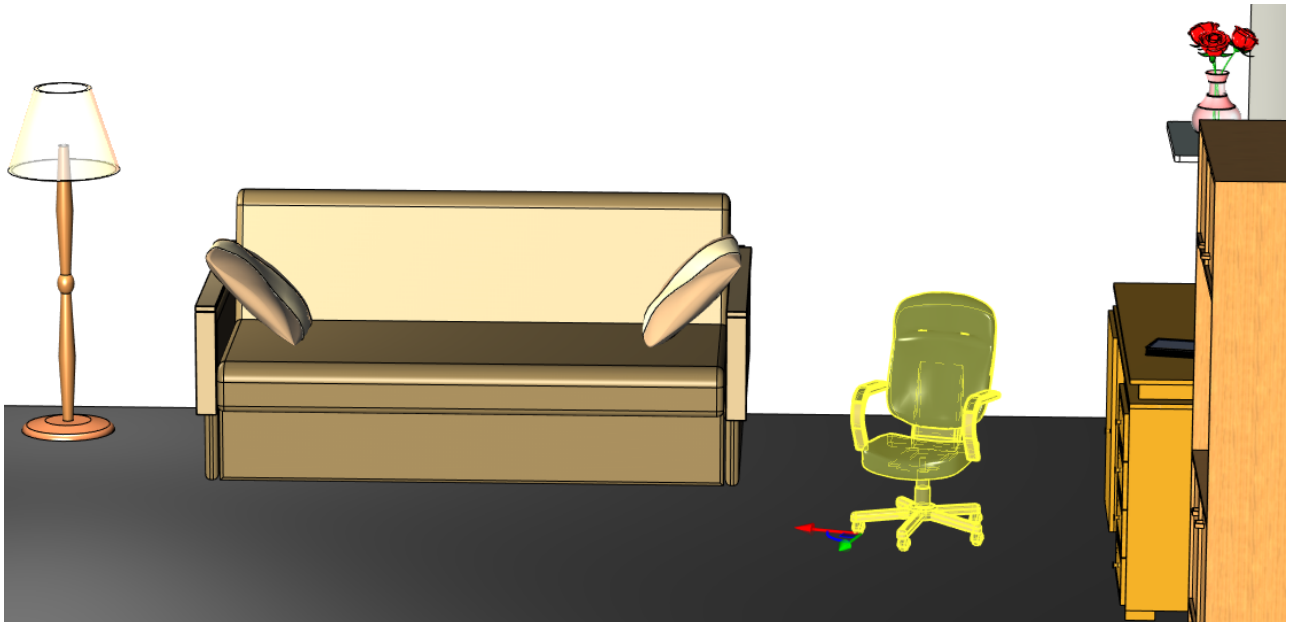
Добавление фрагмента в расстановку осуществляется командой

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Расширенные > 3D фрагмент Сборка > Сборка > 3D фрагмент
Клавиатура	Текстовое меню
<3F>	Операции > 3D фрагмент

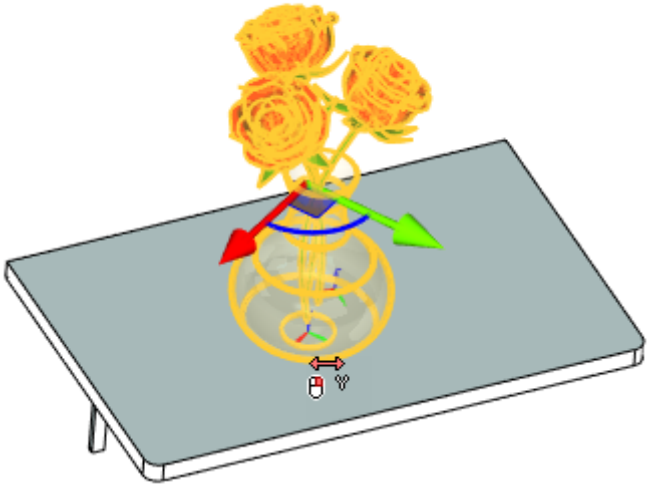
Если в выбранном фрагменте задан способ вставки **3D расстановка**, то запускается команда **Расстановка**.

Для привязки фрагментов в их исходных файлах должны быть созданы исходные крепления расстановки (SOURCE_<type>). В сборке должны присутствовать целевые крепления (TARGET_<type>). Они могут быть созданы напрямую в документе сборки, либо быть «подняты» с уже присутствующих в сборке 3D фрагментов.

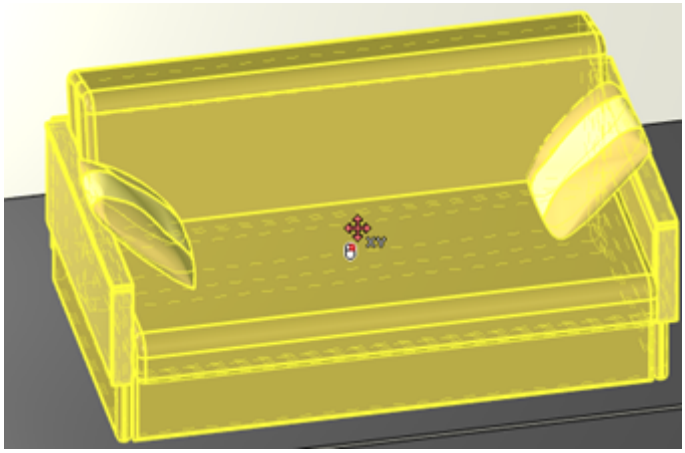
При вставке 3D фрагментов в режиме 3D расстановки выполняется проверка пересечения тел для обеспечения корректности расстановки элементов.



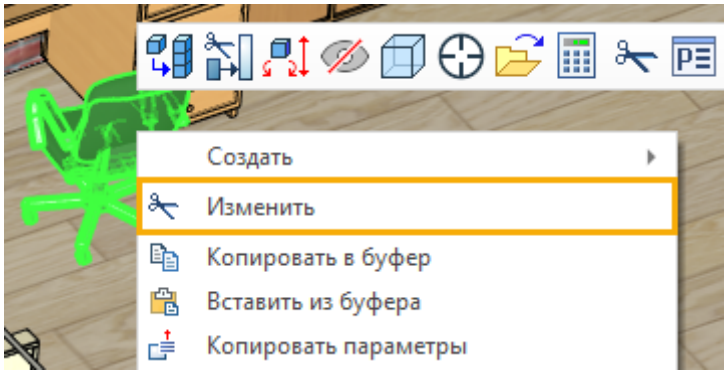
Перемещение и поворот фрагмента осуществляется с помощью специального манипулятора, степени свободы которого зависят от типа привязки. Объект 3D расстановки с заданной одиночной привязкой **ЛСК–Плоская грань** можно поворачивать вокруг оси привязки. Для поворота можно использовать манипулятор.



Фрагмент можно свободно перемещать вдоль плоскости привязки, щёлкнув по нему . Фрагмент будет перемещаться за курсором, с учётом установленных правил привязки.



Чтобы активировать режим расстановки для присутствующего в сцене фрагмента, необходимо войти в режим его редактирования. Для этого нужно выбрать пункт **Изменить** в контекстном меню фрагмента.



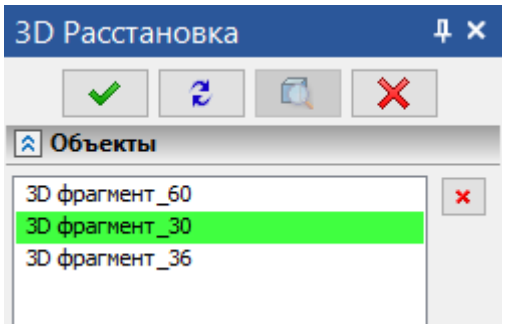
Параметры 3D расстановки

После нажатия кнопки **Изменить**, появляется окно параметров команды **3D Расстановка**.

Закладка Объекты

В сборке можно задать преобразования сразу для нескольких фрагментов, не выходя из режима 3D расстановки. Выбранные в сцене фрагменты добавляются в список **Объекты** в окне параметров.

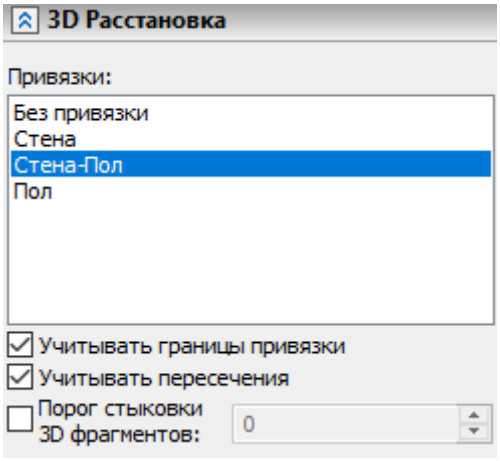
Последний фрагмент, для которого было задано преобразование, выделяется в списке зелёным цветом.



Добавленные в список фрагменты можно выбрать повторно и продолжить их преобразование.
Все преобразования фрагментов, выполненные в режиме расстановки, запоминаются последовательно.
При нажатии отменяется последнее выполненное преобразование.
Для удаления фрагмента из списка и отмены всех внесённых для него изменений используется кнопка .

Закладка 3D расстановка

В списке **3D расстановка** в окне параметров отображается набор доступных привязок **ЛСК–Плоская грань**. Они могут быть одиночными (например, Пол, Стена) и двойными (Стена–Пол).



Учитывать границы привязки. Данный параметр позволяет учитывать плоскости объекта привязки. Таким образом перемещение фрагмента за границы целевого объекта будет невозможно. Например, перемещение стола по комнате будет ограничено площадью пола.
При выключенном флажке фрагмент может перемещаться неограниченно в плоскости привязки.
Учитывать пересечения. При включённой опции тела не могут пересекаться друг с другом.
Порог стыковки 3D фрагментов. Данный параметр задаёт расстояние, на котором должны подхватываться неявные привязки типа **ЛСК–ЛСК**.

Опции автоменю

В автоменю команды имеются опции для работы с фрагментами.

Опция **Применить изменения** появляется, если хотя бы один фрагмент был перемещён.
Опция позволяет принять все внесённые изменения для всех фрагментов в списке **Объекты** без выхода из команды. При этом в списке останется текущий выбранный фрагмент.

Опция позволяет изменить положение манипулятора фрагмента. По умолчанию манипулятор расположен в центре описывающего фрагмент параллелепипеда . Если переключиться в режим , то манипулятор будет расположен в соответствии с положением ЛСК фрагмента.

При включённой опции фрагмент будет автоматически обновлён при изменении его переменных.

Позиционирование объектов 3D Расстановки

Одиночные привязки **ЛСК–Плоская грань** задаются параметрами коннектора в документе 3D фрагмента.

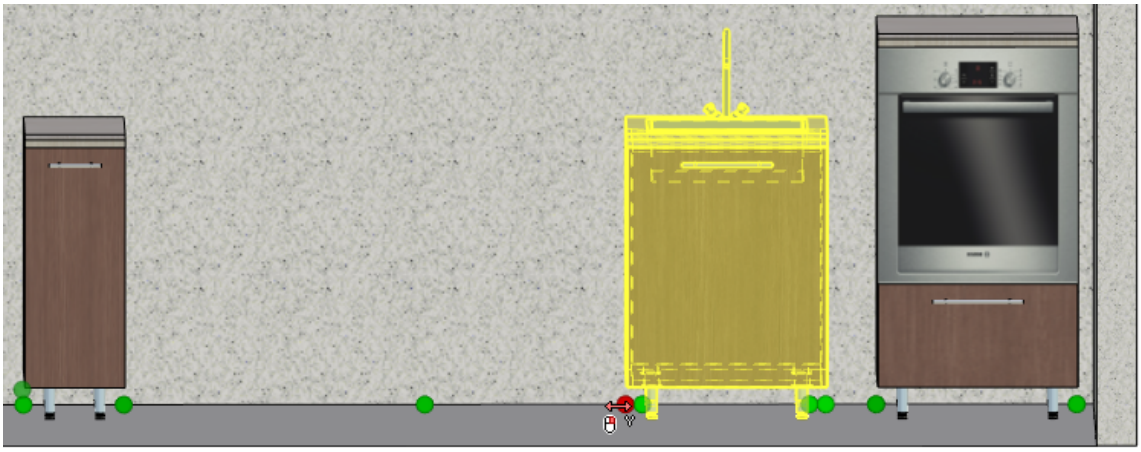
Процедура вставки объекта 3D расстановки формирует двойные привязки из всевозможных пар одиночных привязок, удовлетворяющих условию: двойные привязки могут быть только WALL–FLOOR (Стена–Пол), WALL–TABLE (Стена–Стол) и CEILING-WALL (Потолок-Стена).

При позиционировании объекта по одиночной привязке **ЛСК–Плоская грань**, необходимо навести курсор мыши на ассоциированную грань целевого крепления нужного типа.

При позиционировании объекта по двойной привязке необходимо навести курсор мыши на ассоциированную грань целевого крепления типа WALL.

> Наличие целевой привязки FLOOR либо TABLE определяет процедура позиционирования. Если вторая привязка отсутствует, то объект не будет позиционироваться по двойной привязке.

Привязки по правилу **ЛСК–ЛСК** отображаются в сцене только тогда, когда не используются привязки по правилу **ЛСК–Плоская грань** (для вставляемого фрагмента в списке **Привязки** выбран вариант **Без привязки**). В этом случае все возможные целевые крепления по правилу **ЛСК–ЛСК** обозначаются в сцене зелёной сферой. При выборе одной из них установится связь между исходным и целевым креплениями.



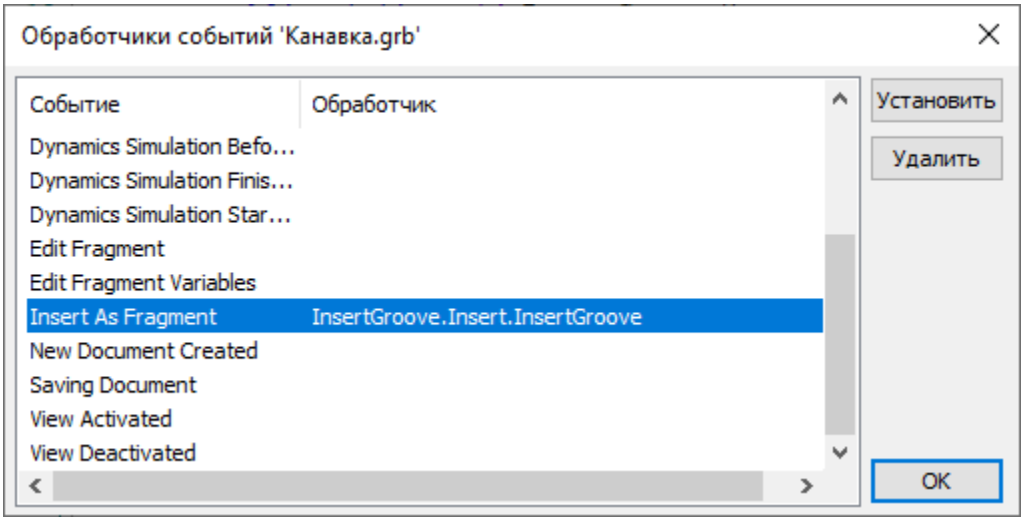
Привязки по правилу **ЛСК–ЛСК** могут использоваться неявно при привязке фрагмента по правилу **ЛСК–Плоская грань**. В процессе движения фрагмента по 3D сцене система может автоматически «подхватить» привязку **ЛСК–ЛСК**.
Если между двумя фрагментами задана привязка **ЛСК-ЛСК**, то при перемещении объекта со значением коннектора TARGET_<Type>, зависимый фрагмент будет перемещаться вместе с ним.

См. также:

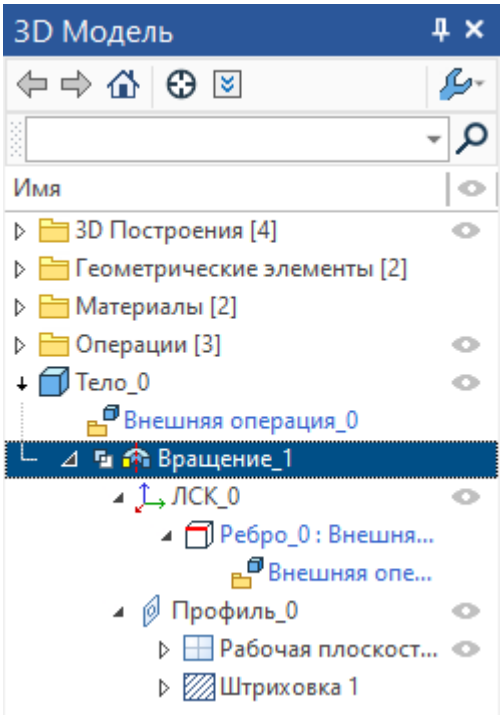
- Планировка. Связь между 2D и 3D фрагментами

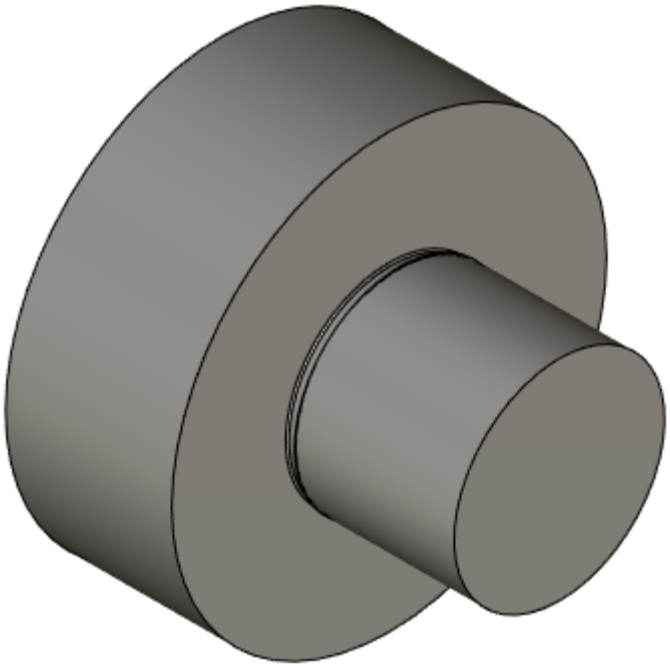
Механизм «Smart Fragment»

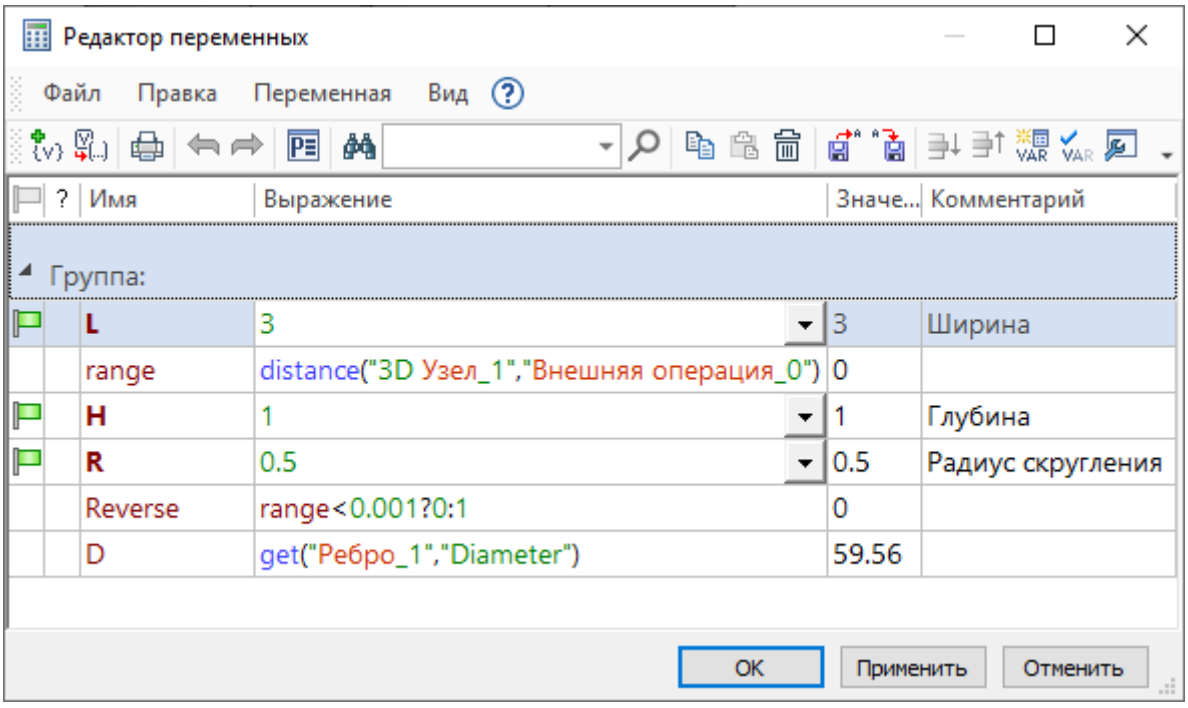
Механизм **Smart Fragment** позволяет разрабатывать параметрические библиотечные элементы, сценарий вставки которых описан в программе, хранящейся непосредственно в файле данного библиотечного элемента или во внешнем модуле (**DLL**). Настройки макросов T-FLEX CAD, а также программный интерфейс (**Open API**) позволяют описать настройки таким образом, что при вставке файла в качестве фрагмента, или при его редактировании/удалении будет выполняться заданный пользователем макрос.



Макрос может содержать код, реализующий требуемую логику пользовательского интерфейса по вставке/редактировании/удалении данного фрагмента. К примеру, разработан адаптивная модель «Канавка», имеющая набор внешних переменных и адаптивный параметр – круговое ребро, которое должно подставляться при вставке фрагмента.

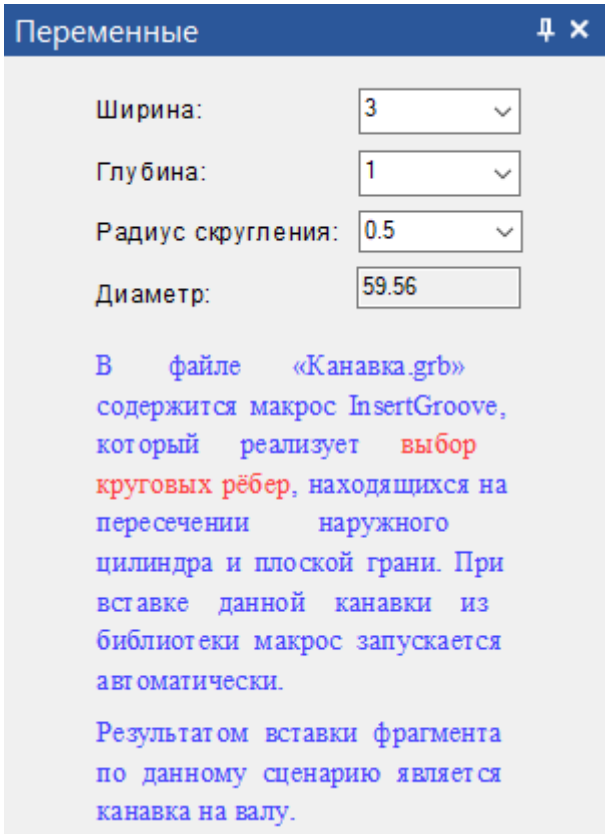


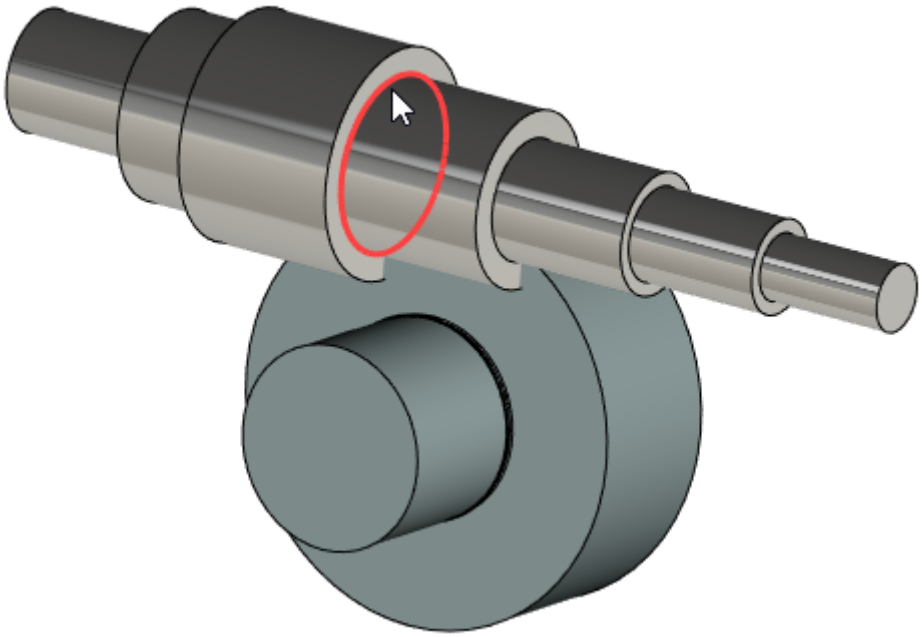




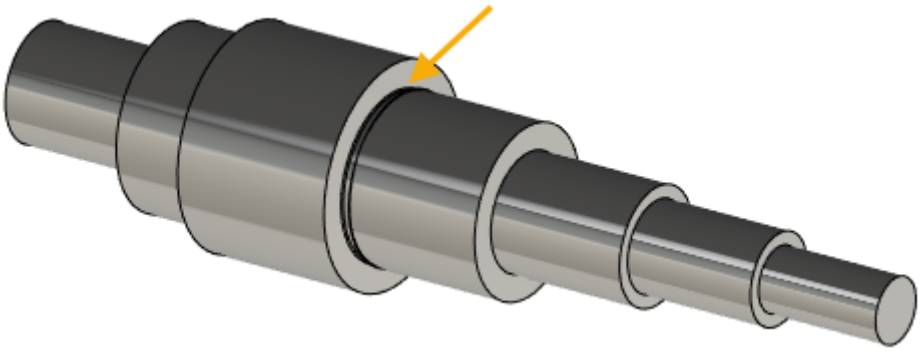
Данную модель можно найти в библиотеке примеров - **Примеры xx > Сервисные инструменты > Смарт фрагмент > Канавка.grb**.

В файле «Канавка.grb» содержится макрос InsertGroove, который реализует выбор исключительно круговых рёбер, находящихся на пересечении наружного цилиндра и плоской грани. При вставке данной канавки из библиотеки макрос запускается автоматически. Вместо штатной команды вставки 3D фрагмента с полным интерфейсом, в этот момент работает простейшая команда, позволяющая выбирать рёбра, удовлетворяющие данному условию, и изменять значения внешних переменных вставляемого фрагмента.





Результатом вставки фрагмента по данному сценарию является канавка на валу.



Данную модель можно найти в библиотеке примеров - **Примеры xx > Сервисные инструменты > Смарт фрагмент > _Вал.grb**.

Данный механизм позволяет пользователям-программистам создавать наиболее удобные сценарии вставки фрагментов в разных прикладных областях.

Использование 3D коннекторов

3D коннектор представляет собой ЛСК, которой присвоены **именованные значения**. Именованные значения содержат информацию (значения переменных), которую 3D коннектор должен передать подключаемым к нему 3D фрагментам. Например, во фрагментах болтов, входящих в библиотеку стандартных элементов T-FLEX CAD, созданы 3D коннекторы, содержащие данные о текущем диаметре болта. При подключении к этому 3D коннектору 3D фрагмента-шайбы (из той же библиотеки) диаметр шайбы будет автоматически заменён на значение, взятое из 3D коннектора.

См. подробную информацию о 3D коннекторах в разделе 3D коннектор.

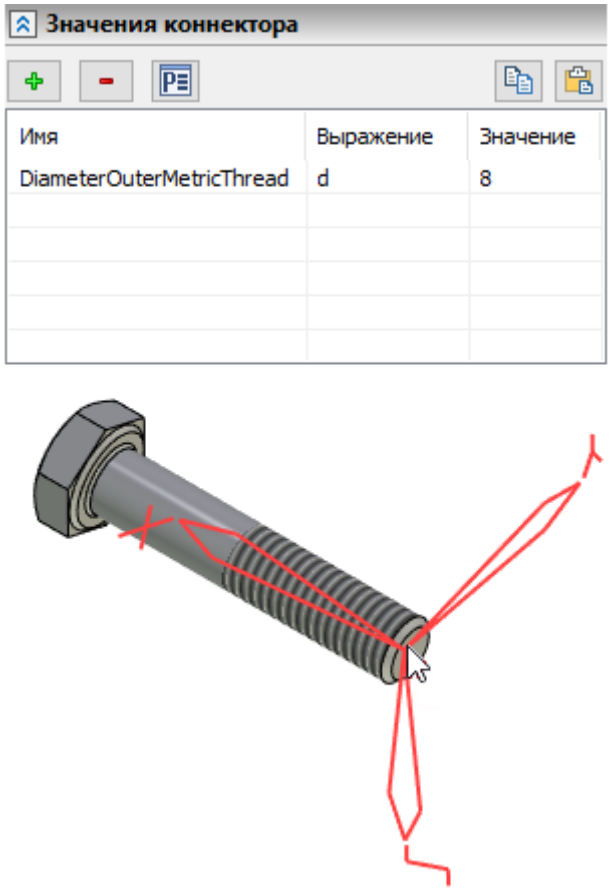
Пример работы с 3D коннекторами

Как было сказано выше, при подключении 3D фрагмента (например, шайбы) к 3D коннектору другого 3D фрагмента (например, к болту) диаметру шайбы будет автоматически присвоено значение, считанное с 3D коннектора. Для успешной автоматической связи переменных с 3D коннектором должны выполняться некоторые условия:

1. 3D коннектору должны быть присвоены именованные значения. Имена этих значений в последствии будут являться связующим звеном между переменными 3D фрагмента, имеющего 3D коннектор (болт) и переменными подключаемого 3D фрагмента (шайба).

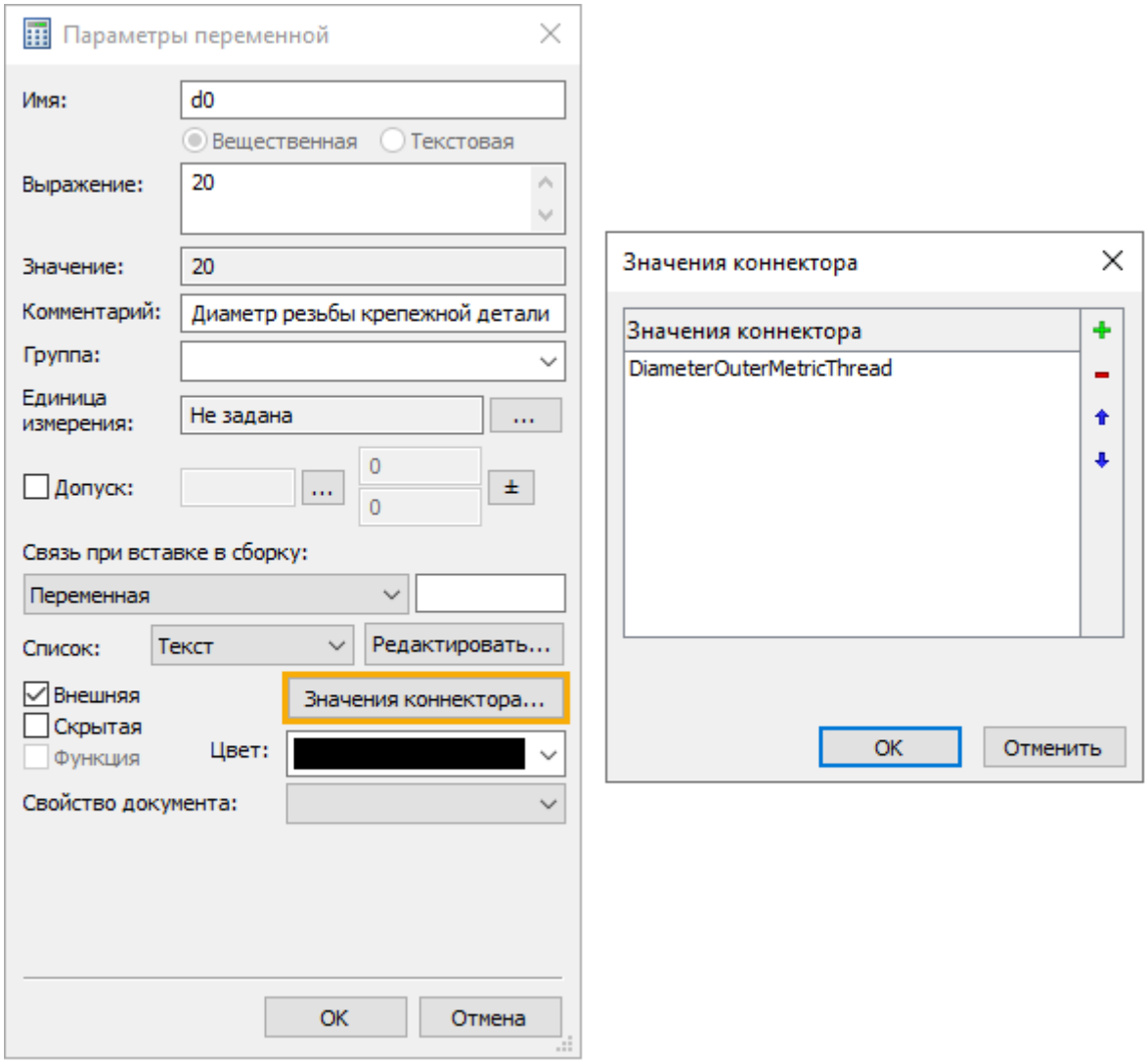
Рекомендуется задавать для именованных значений 3D коннектора смысловые имена, придерживаясь во всех 3D моделях одних и тех же правил составления имён. Это упростит налаживание связей между значениями коннектора и внешними переменными привязываемых к нему фрагментов.

Например, для болта может быть задано именованное значение **DiameterOuterMetricThread,** из которого можно понять, что речь идёт о номинальном диаметре **наружной** метрической резьбы (данный диаметр регулируется в болте переменной "d").



При необходимости можно также задать ассоциативные элементы и правила вставки (см. раздел 3D коннектор).

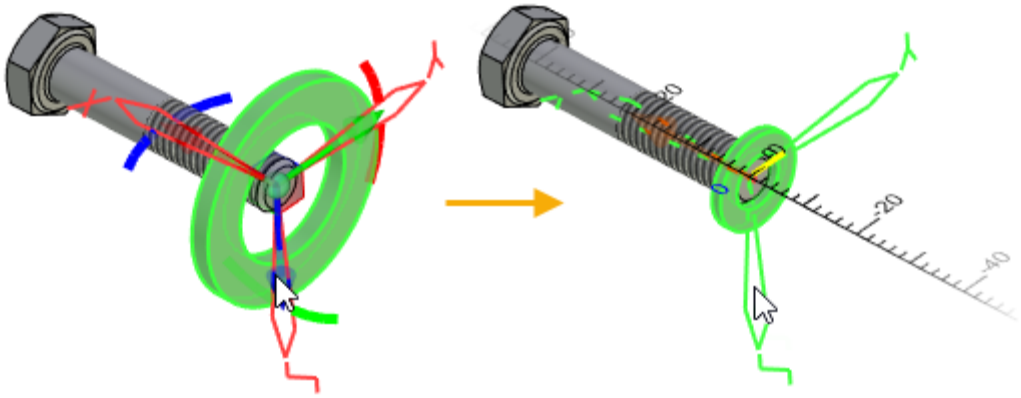
2. Поскольку внутренний диаметр шайбы (переменная "d0" шайбы) должен принимать значение внешнего диаметра болта (переменная "d" болта), то для соответствующей переменной шайбы ("d0") должно быть задано именованное значение, соответствующее значению сопрягаемого 3D коннектора, т.е. **DiameterOuterMetricThread.** Задать имя значения для переменной нужно заранее в файле фрагмента в редакторе переменных путем изменения параметров переменной.



В результате должна получиться следующая связь:

	Значение 3D коннектора в команде создания ЛСК	Значение 3D коннектора в параметрах переменной
Болт	DiameterOuterMetricThread	-
Шайба	-	DiameterOuterMetricThread

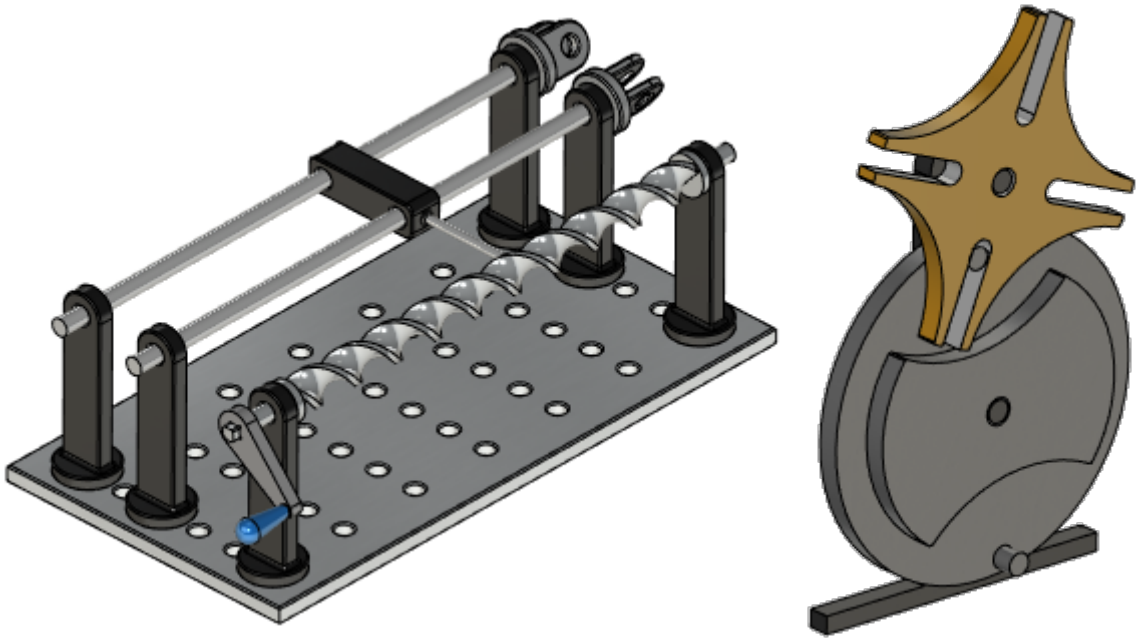
3. При вставке 3D фрагмента шайбы нужно выбрать 3D коннектор болта. Переменной "d0" шайбы автоматически присваивается значение переменной "d" болта сразу после выбора 3D коннектора. Геометрия 3D фрагмента шайбы пересчитывается в соответствии с новым значением переменной "d0".



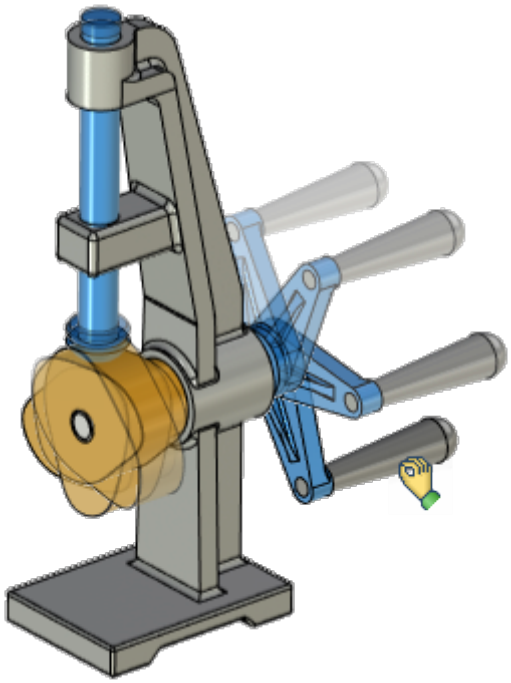
Пример создания и использования 3D коннекторов также описан в **Уроке 4: Создание библиотечного элемента** в разделе **Параметризация** учебного пособия T-FLEX CAD.

Сопряжения и степени свободы

При проектировании твердотельных сборочных моделей в T-FLEX CAD часто возникает необходимость задания взаимного расположения деталей, которая не всегда может быть решена только при помощи традиционного для T-FLEX CAD способа привязки с использованием локальных систем координат (ЛСК). Это связано с тем, что изменение расположения деталей должно быть взаимным. Одна деталь может иметь одновременно несколько контактов с другими подвижными деталями. При использовании подхода с использованием ЛСК в таких случаях может возникать рекурсия (зависимость от самого себя) в задании связей. Подобные задачи возникают, например, при создании моделей механических систем (механизмов). Для решения таких задач существуют сопряжения – элементы системы, позволяющие назначить различные связи на геометрические объекты двух операций-компонентов (3D точки, оси, кривые, плоскости и поверхности).



Модель механизма, спроектированную при помощи сопряжений, можно заставить двигаться в специальной команде, перемещая её детали с помощью курсора.



Для привязки 3D фрагментов по ЛСК можно задать дополнительные условия в виде разрешенных степеней свободы. Если впоследствии такой 3D фрагмент привязать в сборке при помощи ЛСК к другому сопряженному элементу, то он будет включен в расчёт сопряженного механизма. Метод позиционирования деталей сборки при помощи сопряжений может быть использован как дополнительный способ привязки, совместно с использованием привязки по локальным системам координат. Использование сопряжений требует дополнительных вычислительных ресурсов компьютера для поисков решений. В связи с этим прибегать к использованию сопряжений рекомендуется, когда другие способы для решения упомянутых задач по тем или иным причинам не подходят.

Что такое сопряжение?

Инструмент **Сопряжения** предназначен для взаимной привязки элементов сборочной модели. Он позволяет располагать их в соответствии с заданными геометрическими условиями. Эти условия задают взаимное расположение объектов трёхмерной модели (граней, рёбер, вершин, характерных точек, осей поверхностей вращения и т.д.) друг относительно друга. Система автоматически решает набор сопряжений и находит расположение объектов, удовлетворяющее заданным условиям. Сопряжения позволяют точно расположить детали проектируемого механизма относительно друг друга. Они позволяют заложить в модель механизма определённые свойства, определить, как его компоненты перемещаются и вращаются относительно других деталей. Для более точного задания ограничений одного элемента сборки относительно другого можно использовать комбинацию различных сопряжений. Отношение между двумя компонентами является ассоциативным. Если переместить одну деталь, то другая деталь переместится вместе с ней. Например, если винт привязан к отверстию, то при перемещении отверстия винт также будет перемещаться.

Сопряжения накладываются на пару геометрических объектов. Они либо связывают между собой два компонента, либо привязывают одно тело к внешней среде (закреплённому объекту). Закреплённым объектом называется такой объект, у которого ограничены все степени свободы, или его положение в пространстве остаётся постоянным. Рекомендуется, чтобы, по крайней мере, один компонент механизма был зафиксирован в пространстве. Это создаёт «опору» для всех других сопряжённых деталей и может предотвратить неожиданное перемещение компонентов механизма.

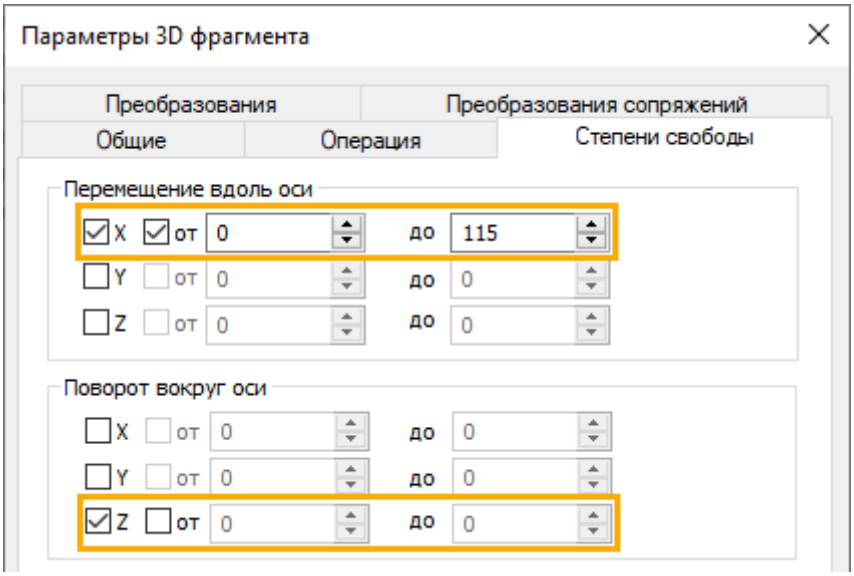
Каждое сопряжение является объектом модели, занимающим своё место в её структуре. Как полноценный объект системы сопряжение имеет имя, параметры, отображается в структуре 3D

модели. Пользователь может гасить часть сопряжений, чтобы на время исключать их из общего решения. Это позволяет экспериментировать с различными типами сопряжений без переопределения взаимосвязей механизма.

Привязка 3D фрагмента по ЛСК

3D фрагмент, нанесенный на сборку с использованием локальных систем координат, тоже может участвовать в 3D модели, построенной на сопряжениях. Для определения поведения 3D фрагмента относительно ЛСК привязки в параметрах фрагмента задаются разрешенные **степени свободы**. Всего существует 6 степеней – по 3 на перемещения и на повороты относительно осей ЛСК. Для каждой степени свободы дополнительно может быть установлено ограничение движения в виде диапазона значений.

Можно также заранее задать степени свободы в параметрах исходной ЛСК, в файле фрагмента. При вставке 3D фрагмента условия со степенями свободы копируются в экземпляр 3D фрагмента и впоследствии учитываются при расчёте комплекса сопряжений спроектированной сборочной 3D модели.



Если при создании 3D фрагмента целевая ЛСК не была указана, т.е. фрагмент был привязан «по умолчанию», то механизм степеней свободы будет к нему не применим.

При проектировании целостных сборок-механизмов с использованием степеней свободы и сопряжений важно учитывать следующий момент. 3D фрагмент, который добавляется в сборку с привязкой по ЛСК, может быть либо связан с каким-нибудь компонентом сборки, либо – нет. В последнем случае поведение компонента при перемещении компонентов сборки может не соответствовать ожидаемому. Например, он останется на месте, когда окружающие его детали переместятся, или, наоборот, его перемещение не приведет к перемещению соседних деталей.

Для того чтобы 3D фрагмент оказался связанным с другим компонентом, необходимо, чтобы его целевая ЛСК привязки была построена на геометрических объектах этого компонента. Иначе он будет привязан к неподвижной среде.

Для создания сложных сборок в системе реализован механизм «Агрегатов». Данный механизм позволяет создавать сопряжения сначала в модели 3D фрагмента, которые впоследствии автоматически будут учитываться при работе такого 3D фрагмента в сборке.

Для создания сопряжения используется команда **Создать** во вкладке **Сборка,** группе **Сопряжения**.

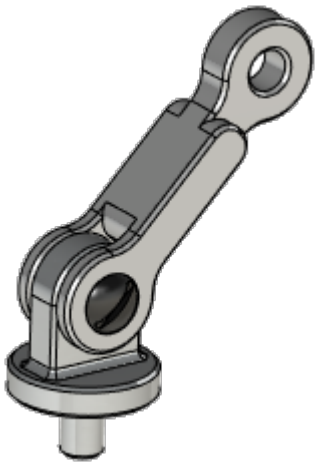
Для динамического просмотра движений собранного механизма используйте команду **Переместить** во вкладке **Сборка,** группе **Сопряжения**.

Оптимальная длина цепочек сопряжений

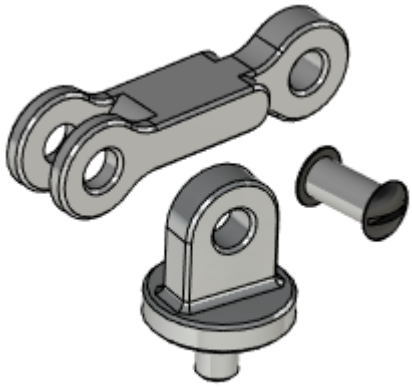
При создании механизма одна деталь «цепляется» к внешней среде, другие детали посредством сопряжений стыкуются друг к другу. Таким образом, ряд деталей, последовательно состыкованных друг с другом, можно представить как цепочку сопряжений. Если к одной детали присоединено одновременно несколько других деталей, то цепочка сопряжений разветвляется. При создании механизмов необходимо стремиться к максимально коротким цепочкам. Более короткие цепочки решаются быстрее и при этом возникает меньшая погрешность вычислений.

Рассмотрим следующий характерный пример – необходимо создать модель простого механизма, показанную на рисунке. Механизм представляет собой соединение шарнирного типа, объединяющее вместе три детали – опору, рычаг и ось. Наиболее рациональным способом в данном случае будет создание двух маленьких цепочек сопряжений, а не одной длинной.

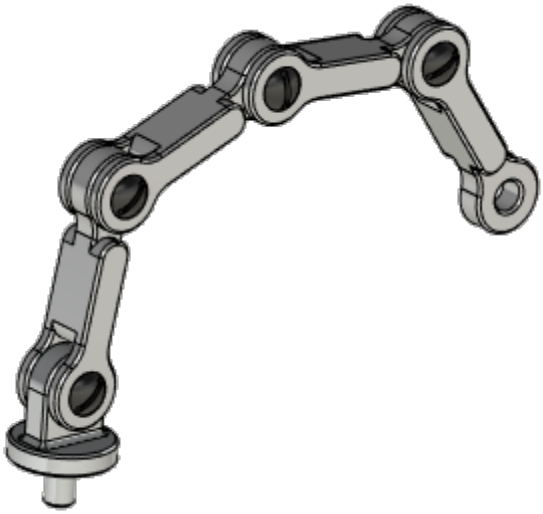
Рычаг нужно при помощи сопряжений соосности и совпадения плоских граней сразу привязать к опоре. Ось также при помощи соосности и совпадения привязывается к любой детали, например, к опоре. Получается две цепочки сопряжений: опора-рычаг и опора-ось. В данном случае нерационально было бы, например, к опоре привязать ось, а к оси привязывать рычаг, так как получилась бы более длинная цепочка сопряжений «опора-ось-рычаг».



Пример механизма

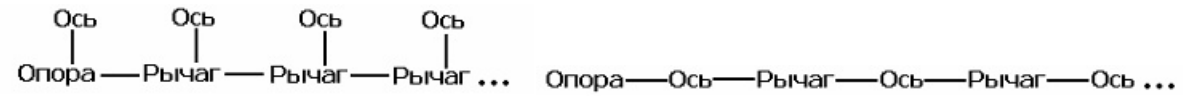


Детали механизма



Усложнение механизма (добавление новых сопряжений)

Конечно, на таком простом примере сколько-нибудь заметного ухудшения производительности системы не произойдет, но в более сложных случаях разница становится заметна.



Рациональная цепочка *Нерациональная цепочка*

Основные темы в этом разделе:

- Типы сопряжений
- Создание сопряжений
- Преобразования сопряжений
- Сопряжения в дереве 3D модели
- Перемещение сопряженных элементов
- Совместное использование привязки по ЛСК и сопряжений
- Обработка возможных ошибочных сопряжения

Типы сопряжений

При создании геометрических связей в виде сопряжений можно использовать только такие геометрические понятия, как 3D точка, ось, кривая, плоскость, поверхность. Для выбора геометрических данных пользователь указывает топологические элементы модели или элементы построения. Использование 3D элементов построения возможно при условии, что они построены на основе тела операции. В ином случае второй компонент окажется привязанным к неподвижной среде.

> При привязке к элементам построения теряется возможность динамического перемещения данного соединения в сопряженном механизме, поэтому по возможности лучше использовать топологические элементы модели (вершины, ребра, грани и т.д.)

При создании сопряжений важно понимать отличие геометрических данных, используемых в сопряжениях, от топологических объектов, используемых при выборе. Например, плоская грань имеет границы, а плоскость, которая используется в сопряжении – бесконечна. Поэтому созданная геометрическая связь на основе плоской грани будет действовать и за пределами этой грани.

> При необходимости можно сопрягать 3D фрагменты через поднятые в них 3D узлы и прочие элементы построения.

Совпадение

Данный тип сопряжения обеспечивает постоянное полное совпадение одного геометрического объекта с другим. Количество оставшихся степеней свободы зависит от вида геометрии сочетаемых объектов. Например, совмещение двух точек создаст сферический шарнир, у которого заблокировано любое перемещение и разрешен любой поворот. Совмещение точки с кривой позволит элементам не только поворачиваться, но и перемещаться вдоль кривой.

Точка может лежать на любом геометрическом объекте. Если выбраны две плоские грани, то они будут лежать в одной плоскости. Совпадение оси и плоскости обеспечит положение оси в плоскости грани. Условие совпадения точки и твёрдого тела обеспечит постоянное положение точки на его поверхности. При выборе кривой-окружности и конусной поверхности будет обеспечено совпадение выбранной поверхности с окружностью таким образом, чтобы плоскость окружности была перпендикулярна оси конуса.

При помощи совпадения в сочетании с другими типами сопряжений можно имитировать различные механические соединения. Например, совпадением пары 3D точек можно создать сферический шарнир.

Параллельность, перпендикулярность

Эти типы сопряжений обеспечивают взаимную параллельность и перпендикулярность выбранных геометрических объектов. Они представляют собой частный случай сопряжения типа «угол» (см.

далее). Возможные сочетания геометрических элементов при создании сопряжений параллельности или перпендикулярности могут быть только в связке ось-ось, плоскость-ось и плоскость-плоскость.

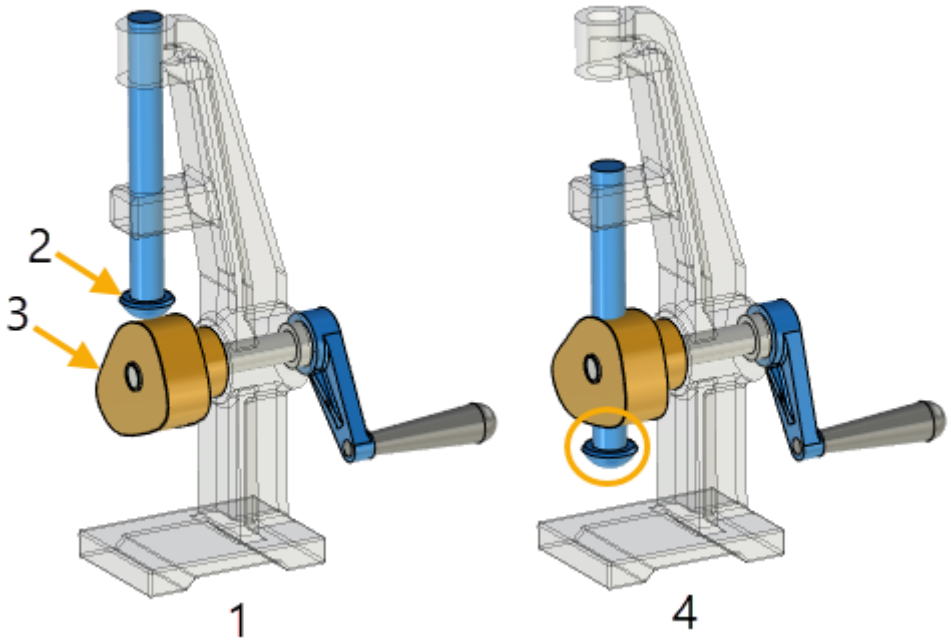
Касание

Касание обеспечивает постоянный физический контакт между двумя геометрическими объектами. В зависимости от типа геометрии взаимодействующих объектов контакт может осуществляться в одной точке (например, плоскость и сфера) или вдоль прямой (плоскость и цилиндр). Данный тип сопряжения можно установить между двумя плоскостями, плоскостью и поверхностью, двумя поверхностями.

> Касание любого тела с поверхностью работает только для сферической поверхности.
>
> Касание двух конусов работает, только если конусы выбраны как геометрические поверхности (см. Фильтры типа 3D геометрии).

Все типы геометрических объектов, кроме точки, могут иметь геометрический контакт с поверхностью и кривой.

Иногда существует несколько вариантов решения стыковки выбранных объектов. Например, если выбрана плоскость и сфера, решением являются две точки касания. В случае неоднозначности система самостоятельно принимает решение. Как правило, в качестве решения выбирается ближайшая точка к текущему положению механизма. Для перехода в другую область решения при движении механизма используйте режим движения «перетаскивание» (см. ниже).



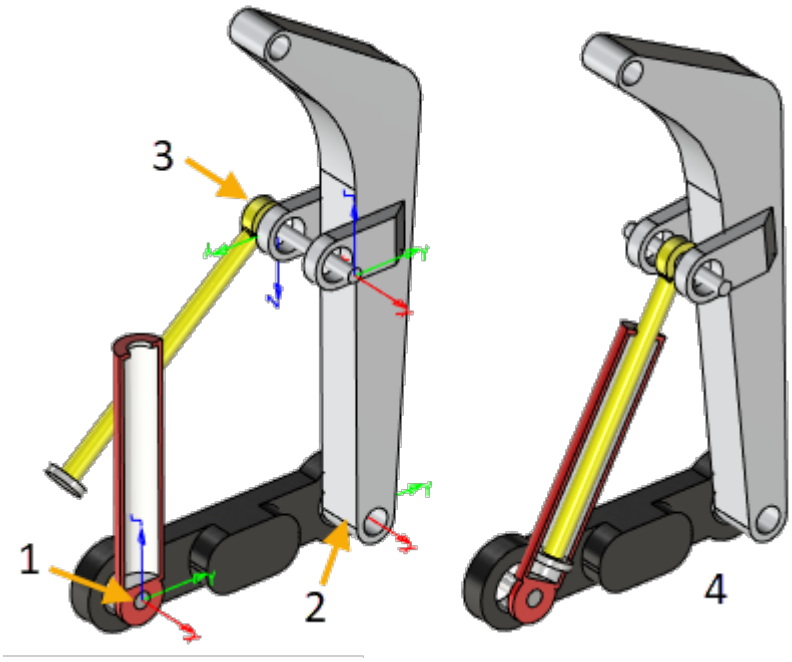
1. Первое решение для касания
2. Сферическая поверхность (1-й компонент сопряжения)
3. Поверхность кулака (2-й компонент сопряжения)
4. Второе решение для касания

> При неоднозначности решения рекомендуется перед созданием сопряжения переместить сопрягаемые компоненты в область требуемого результата. Части сопряженного механизма можно переместить в команде Перемещение сопряженных элементов. Компоненты, не участвующие в созданных ранее сопряжениях, можно передвинуть, используя команду **Преобразование.**

Соосность

Соосность - это частный случай сопряжения типа совпадение. Оно обеспечивает совпадение двух осей. Этот тип сопряжения является одним из наиболее часто используемых. Как правило, этот тип сопряжения задействуется в сочетании с другими типами. Например, для привязки осевой детали к отверстию часто используется совпадение (торцевых плоских граней) в сочетании с соосностью. Для задания соосности можно выбирать элементы модели, способные определить ось (поверхности вращения, эллиптические рёбра, прямые ребра и т.д.).

На иллюстрациях показана привязка частей условного гидроцилиндра при помощи соосности. Остальные части этого простого механизма сопряжены на локальных системах координат. Для наглядности некоторые детали механизма разрезаны по оси.



1. Привязка по ЛСК - Разрешен поворот по OX
2. Привязка по ЛСК - Разрешен поворот по OX
3. Привязка по ЛСК - Разрешено поворачивать и перемещать по OX
4. Создано сопряжение-соосность

Расстояние

Сопряжение расстояние задаёт связь между двумя объектами, выполняя условие по сохранению заданного расстояния между двумя геометрическими объектами. Можно задать условия типа «не больше», «не меньше» или равно заданному значению.

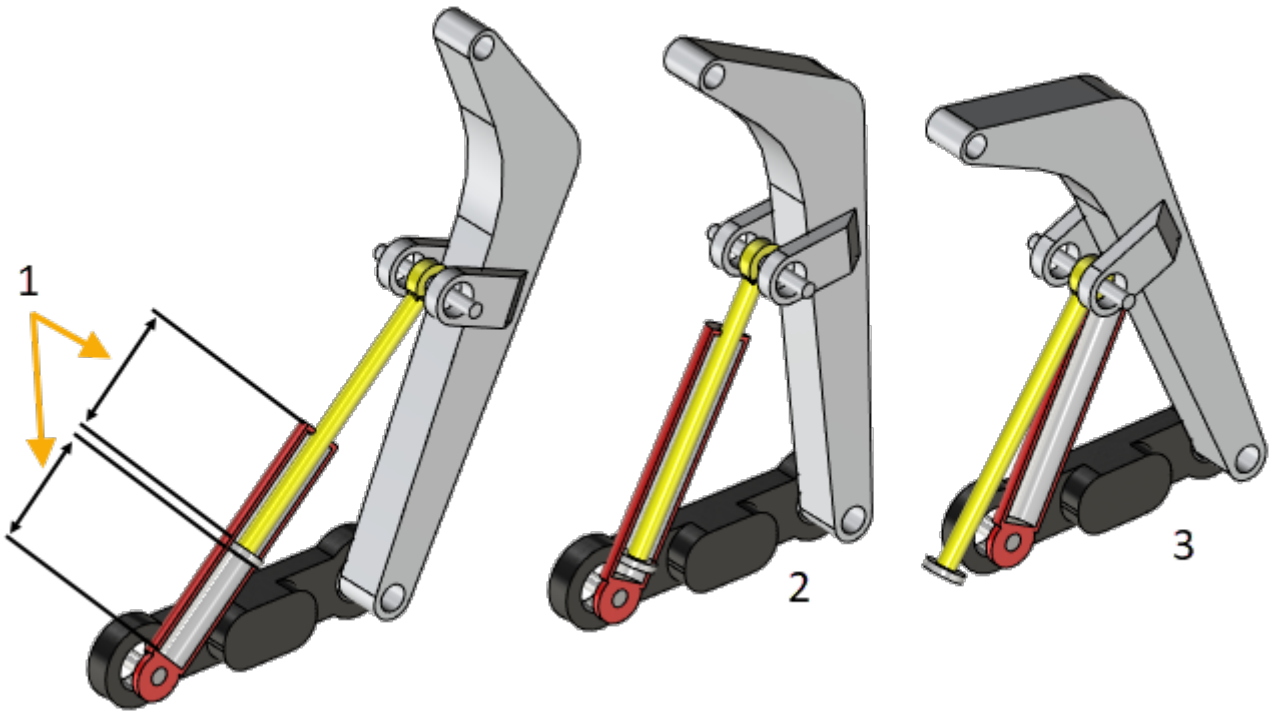
Сочетания геометрических элементов при создании сопряжения Расстояние выглядит так:

- **Точка** может сопрягаться со всеми объектами
- **Ось** имеет возможность быть на расстоянии только от точки, от другой оси и от плоскости
- **Поверхность** взаимно может быть на расстоянии от точки и от другой поверхности
- **Плоскость** также может быть на расстоянии от точки, от оси, от кривой и от поверхности.

Этот тип сопряжения, например, можно использовать для задания смещения объектов или для ограничения на взаимное проникновение граней. Для задания ограничения на взаимопроникновение граней деталей достаточно задать условие расстояния «не меньше» нуля. При этом могут получаться механизмы, работающие за счет физического взаимодействия (соударения) частей.

Продолжая пример с гидроцилиндром, покажем, как можно использовать сопряжение «расстояние». Созданный на предыдущем шаге механизм при некоторых движениях будет работать

неправильно из-за того, что части гидроцилиндра могут проникать друг в друга. Эту проблему решает сопряжение «расстояние». Можно задать условие, что расстояние между соответствующими гранями поршня должно быть больше или равно нулю. При кинематическом перетаскивании сопряжений это даст правильную картину поведения механизма.



1. Ограничения заданы в виде условия на расстояние между гранями >=0
2. Ограничения действуют
3. Ограничения отсутствуют

Угол

Данное сопряжение задаёт угловое расстояние между двумя геометрическими объектами. Угол разворота можно использовать для поворота стыкуемого компонента в нужную позицию. Как и в случае с расстоянием, в данном типе сопряжения можно использовать условие. При задании такой связи, как правило, существует два или более решений.
Это сопряжение работает только между осями, плоскостями и между ними.

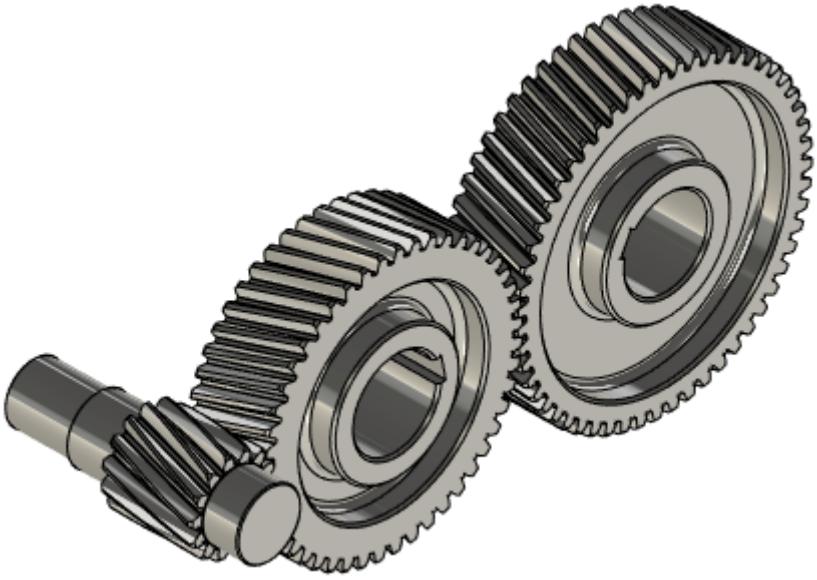
Соединение

Данный тип сопряжения позволяет создать сопряжение из двух объектов так, чтобы они перемещались как одно целое.

Передача типа «Колеса» (угловые скорости)

Данный тип сопряжения предназначен для создания условий взаимодействия двух тел, вращающихся вокруг двух осей. Условия задаются в виде передаточного отношения между двумя вращающимися объектами, то есть, на какое количество оборотов повернётся один компонент при повороте другого. После создания этого сопряжения образуется двусторонняя связь. При помощи данного сопряжения удобно моделировать механизмы, в которых участвуют, например, зубчатые или ременные передачи.

Следует понимать, что данный тип передаточной связи, как и любое другое передаточное сопряжение, лишь указывает системе взаимное отношение угловых (в данном случае) скоростей. При этом каждый компонент к моменту создания передаточного сопряжения уже должен быть закреплен на своем месте и иметь все необходимые степени свободы и ограничения.



Для создания этого сопряжения нужно выбрать две оси вращения и задать передаточное отношение. В данном случае форма шестеренок для системы не важна, зубья колес можно создать только для «косметических» целей. Закон движения механизма будет определяться исключительно условиями сопряжений.

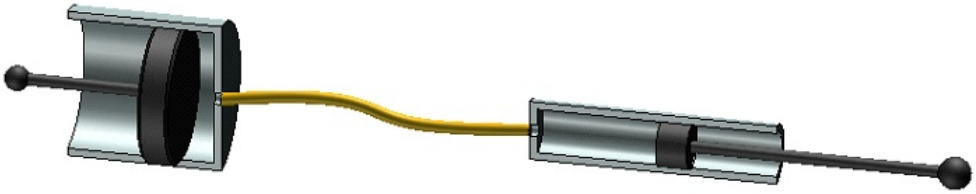
Передача типа «Винт» (колесо-рейка)

Данный тип сопряжения предназначен для создания условий взаимодействия двух тел, при котором один компонент вращается, а другой перемещается вокруг одной или разных осей. При помощи этого типа сопряжения можно моделировать, например, гайку, которая накручивается на винт, передаточное звено типа «колесо-рейка» и т.д. Условия сопряжения задаются в виде значения перемещения, которое совершит вдоль заданной оси подвижный компонент при повороте на 1 оборот другого компонента. После создания этого сопряжения образуется двусторонняя связь.

Для создания сопряжения требуется определить ось для каждого их двух компонентов и задать, на какое количество модельных единиц должен перемещаться один компонент при повороте другого на 360 градусов. Первой определяется ось «колеса», второй – ось «рейки»

Передача типа «Отношение линейных скоростей»

Если в модели имеется два объекта, движущихся вдоль осей, то при помощи данного сопряжения можно задать коэффициент, характеризующий взаимное смещение двух объектов. При установленной подобной связи перемещение второго компонента будет вычисляться умножением значения перемещения первого компонента на заданный коэффициент. Связь может работать и в обратном направлении (от второго компонента к первому), в этом случае система применит коэффициент, обратный заданному. При помощи данного сопряжения можно моделировать механизмы, состоящие из системы блоков, механизмы с гидравликой и т.п.



Для создания сопряжения требуется определить ось для каждого их двух компонентов и задать в специальном поле величину отношения скоростей движущихся компонентов.

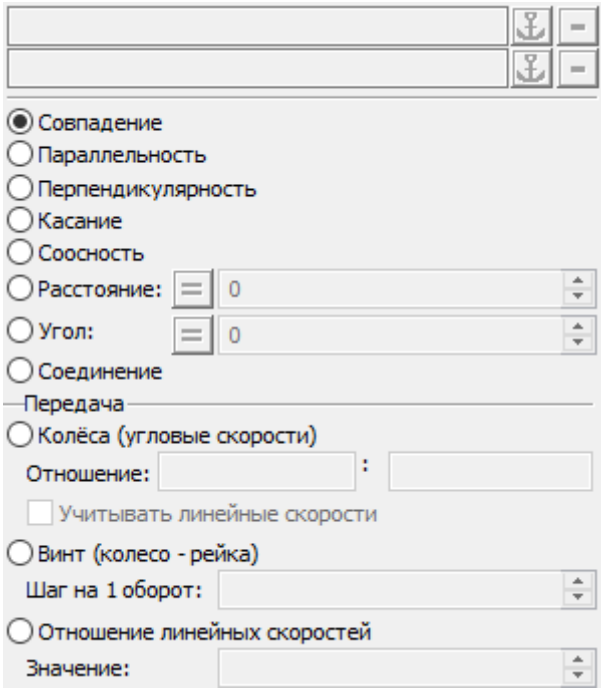
Создание сопряжений

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D модель > Дополнительно > Сопряжения > Сопряжение Сборка (3D) > Сопряжения > Создать Листовой металл (3D) > Дополнительно > Сопряжения > Сопряжение
Клавиатура	Текстовое меню
<3СТ>	Сервис > Сопряжения > Сопряжение

Общие сведения о типах сопряжений и их использовании в сборочных 3D моделях описаны в разделе Сопряжения и степени свободы.
Для создания нового сопряжения нужно выполнить следующие действия:
1. Выбрать тип сопряжения.
2. Выбрать первый объект.
3. Выбрать второй объект.
4. Задать параметры выбранного типа сопряжения (при необходимости).
5. Подтвердить выбор.

Выбор типа сопряжения



Выбор типа сопряжения осуществляется в окне параметров. Для выбора нужно установить переключатель в соответствующую позицию. Для сопряжений **Расстояние** и **Угол** можно сформировать условие по отношению к заданному значению. Если нажимать на кнопку перед числом, то на ней будет меняться знак условия.

Выбор элементов для сопряжения

Режимы выбора первого или второго геометрических объектов переключаются следующими опциями:

<F> Выбор первого элемента

<S> Выбор второго элемента

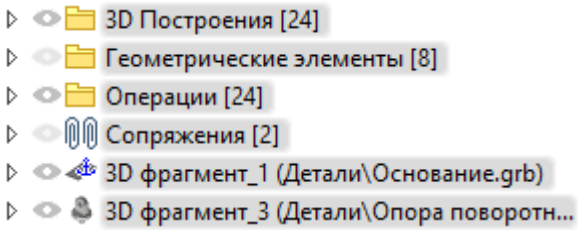
После выбора первого элемента система автоматически включает опцию для выбора второго элемента. При необходимости вернуться к заданию первого элемента, включите соответствующий режим вручную.

Для некоторых сопряжений часть опций может быть постоянно или временно недоступна (см. выше таблицы сочетаний). Каждая опция включает набор фильтров для выбора объектов, способных определить нужный геометрический элемент.

Выбранные объекты подсвечиваются. Также подсвечиваются и операции, на которых выбраны геометрические элементы. Одновременно система предлагает предварительный вариант решения сопряжения. Для этого она перемещает элементы для выполнения условий сопряжения. Если один или оба элемента уже имеют сопряжения с другими телами или неподвижное соединение с внешней средой, то новое решение рассчитывается с соблюдением всех ранее установленных ограничений.

Фиксация элемента сопряжения

При создании сопряжения можно зафиксировать в пространстве один из двух компонентов сопряжения. Фиксация производится нажатием на кнопку с изображением якоря в окне параметров.



После фиксации объект оказывается «замороженным» в 3D пространстве в текущем положении. На него не будут действовать новые преобразования и не повлияет изменение параметров существующих перемещений. В дереве модели перед именем зафиксированной операции отображается знак «*».

Повторное нажатие кнопки отменяет фиксацию данного компонента сопряжения.

Зафиксировать в пространстве какое-либо тело можно также вне команды создания сопряжения. Если в данной 3D модели созданы какие-либо сопряжения или заданы степени свободы по ЛСК привязки для 3D фрагментов, то в контекстном меню любого тела появляется команда **Зафиксировать положение**.

У зафиксированной операции команда **Зафиксировать положение** доступна в контекстном меню всегда. При этом пиктограмма команды отображается нажатой в знак того, что данный объект модели зафиксирован. Выбор этой команды в данном случае позволит снять ограничения.

Выбор элементов для задания передаточных отношений

При задании передаточных сопряжений нужно задавать численные параметры (передаточные отношения). Для типа **Колеса (угловые скорости)** или **Винт (колесо-рейка)** имеется дополнительная возможность использовать геометрию сопрягаемых элементов для автоматического определения численных передаточного отношения. Опции для задания передаточного отношения автоматически появляются в дополнительной секции автоменю при выборе соответствующего типа сопряжения.

Передаточное отношение для передачи «колеса» вычисляется как отношение радиусов двух выбранных элементов. В автоменю используются следующие опции:

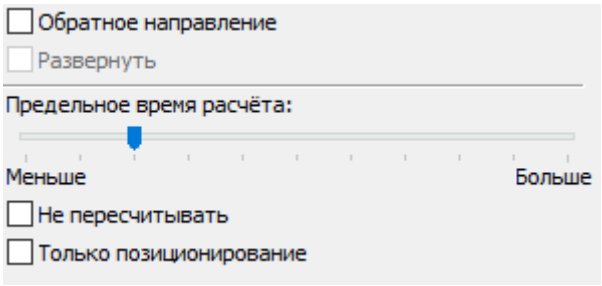
	<G>	Выбрать первый элемент для задания передаточного отношения
	<D>	Выбрать второй элемент для задания передаточного отношения
	<Z>	Отменить выбор передаточного отношения

Для сопряжения **Винт** передаточное отношение вычисляется на основе данных резьбового соединения. В автоменю используются опции:

	<T>	Выбрать резьбовую грань для задания передаточного отношения
	<R>	Выбрать ребро или грань для задания передаточного отношения

<Z> Отменить выбор передаточного отношения

Дополнительные параметры сопряжений



- **Обратное направление**. Данная опция разворачивает второй (или доступный подвижный) сопрягаемый компонент на 180 градусов или перемещает его в другую область решений.
- **Развернуть**. Опция работает только при задании сопряжения типа «расстояние» между двумя плоскостями. В дополнение к предыдущей опции она позволяет изменить направление отсчета расстояния.
- **Предельное время расчёта** – параметр, регулирующий количество шагов, которое разрешено затратить системе для поиска решения с заданной точностью. Этот ограничитель нужен для того, чтобы при случайной ошибке пользователя не допустить слишком долгих вычислений системы, которые возможны при поиске решений в сложных случаях. Параметр устанавливается при помощи регулятора.

Если при текущем количестве итераций решение не было найдено, то можно попробовать увеличить допуск. Хотя, вместо этого иногда бывает достаточно предварительно вручную придвинуть сопрягаемые компоненты к вероятной области решений в команде **Перемещение сопряженных элементов**.

- **Не пересчитывать** – данный параметр позволяет заблокировать расчёт сопряжений в момент создания. Эту возможность можно использовать при работе с большими сборками для экономии времени. Когда, к примеру, пользователь добавляет подряд несколько сопряжений. Для поиска решения нужно запустить полный пересчет модели. При этом следует учесть, что при добавлении нескольких сложных сопряжений или просто слишком большого количества сопряжений система может в итоге и не найти правильного решения.
- **Только позиционирование** – данный параметр позволяет создать сопряжение исключительно для позиционирования двух объектов. При использовании данного параметра, после завершения команды не будет создано сопряжение, однако в дереве модели для объектов появится дополнительное неассоциативное преобразование.

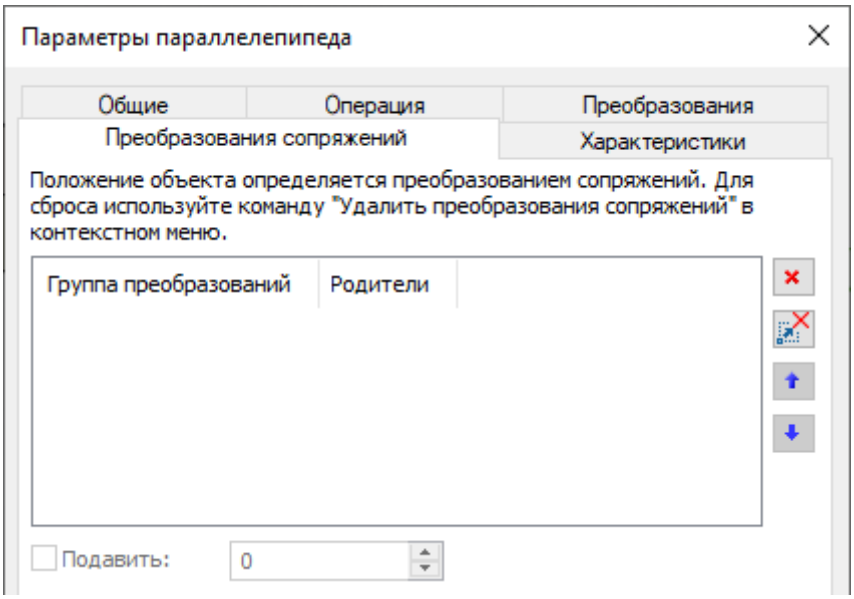
Преобразования сопряжений

При применении сопряжений тела могут менять своё положение в пространстве 3D сцены. Такие изменения положения тела называются **Преобразованиями сопряжений**.
Преобразования сопряжений могут быть **сохранёнными** и **несохранёнными**. В данном контексте термины "сохранённый" и "несохранённый" не имеют отношения к сохранению соответствующих изменений модели, а лишь характеризуют восприятие преобразований системой.

Несохранённые преобразования сопряжений

По умолчанию все преобразования сопряжений являются несохранёнными. При наличии несохранённых преобразований сопряжений, в верхней части вкладки **Преобразования сопряжений** диалога параметров тела или операции, формирующей тело, отображается надпись,

уведомляющая о том, что **положение объекта определяется преобразованием сопряжений**. При этом в расположенном ниже списке эти преобразования не отображаются.



Сохранённые преобразования сопряжений

Если у тела есть несохранённые преобразования сопряжений, то в контекстном меню тела или операции, формирующей тело, доступна команда **Сохранить преобразования сопряжений**. После её вызова все несохранённые преобразования сопряжений, применённые к телу, становятся сохранёнными. Сохранённые преобразования сопряжений отображаются в списке на вкладке **Преобразования сопряжений** диалога параметров тела или операции, формирующей тело. При сохранении все несохранённые преобразования сохраняются в виде одной группы, независимо от количества сопряжений, породивших эти преобразования. Если применить сопряжения к телу, у которого уже есть сохранённые преобразования сопряжений, а затем снова сохранить преобразования, то преобразования нового сопряжения будут сохранены в новую группу. Просмотр элементарных преобразований, составляющих группу недоступен.

Справа от списка групп находятся кнопки управления списком:

- **Удалить группу преобразований** (удаляет выбранную в списке группу);
- **Удалить все группы преобразований**;

  Также можно удалить все сохранённые преобразования сопряжений тела с помощью команды **Удалить преобразования сопряжений**, доступной в контекстном меню тела или формирующей его операции.

Если исходное сопряжение присутствует в модели, то удаление сохранённых преобразований сопряжения по сути лишь отменяет их сохранение, не оказывая эффекта на фактическое положение тела.

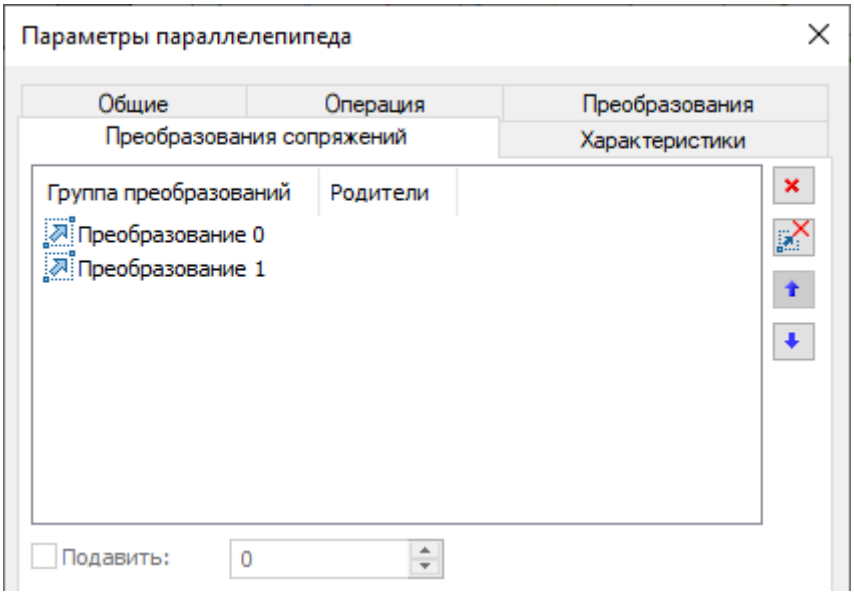
Если исходное сопряжение удалено из модели, то удаление сохранённых преобразований сопряжения восстанавливает положение тела, имевшееся до применения сопряжения.

- **Переместить вверх** (перемещает выбранную группу вверх по списку);
- **Переместить вниз** (перемещает выбранную группу вниз по списку).

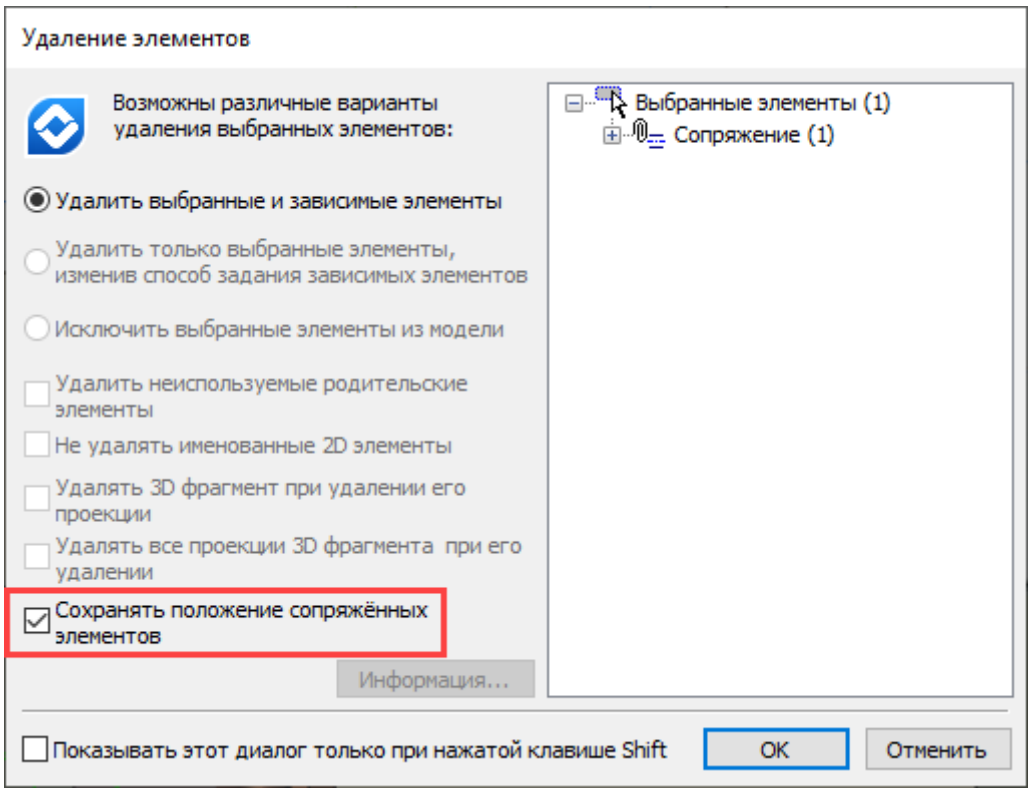
От порядка групп в списке зависит порядок применения преобразований к телу.

Под списком групп преобразований расположен флаг **Подавить**, а справа от него - поле ввода значения. Данный флаг применяется индивидуально к выбранной в списке группе преобразований.

Установка флага исключает выбранную группу из расчёта положения объекта и устанавливает в поле ввода значение "**1**". Снятие флага включает выбранную группу в расчёта положения объекта и устанавливает в поле ввода значение "**0**". Значение в поле ввода можно ввести с клавиатуры или задать вещественной переменной для управления подавлением при помощи Параметризации. Преобразование будет подавлено, если значение переменной не равно нулю. Любые положительные значения при подстановке в поле заменяются на единицу, отрицательные - на ноль.



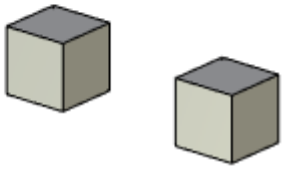
Помимо сохранения вручную, преобразования сопряжений сохраняются автоматически при при удалении сопряжений, если в диалоге **Удаление элементов** установить флаг **Сохранять положение сопряжённых элементов**. Если преобразования сопряжений были сохранены вручную, то при удалении сопряжений положение сопряжённых элементов сохраняется независимо от состояния данного флага.



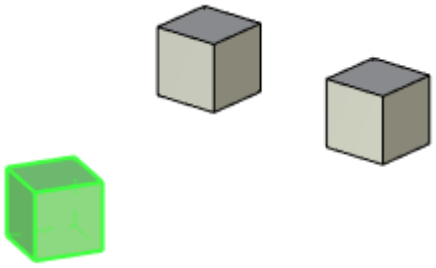
Влияние преобразований сопряжений на работу команду Преобразования

При применении к телу команды **Преобразования** положение тела во время работы с командой отображается без учёта несохранённых преобразований сопряжений. В то же время, сохранённые преобразования сопряжений определяют положение тела относительно манипулятора ЛСК преобразований.

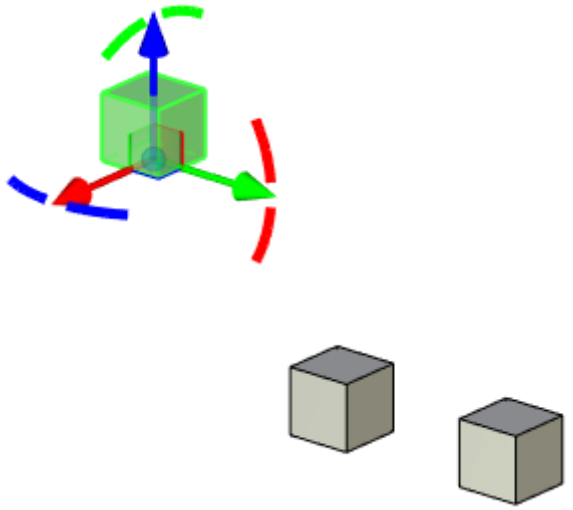
Пример:



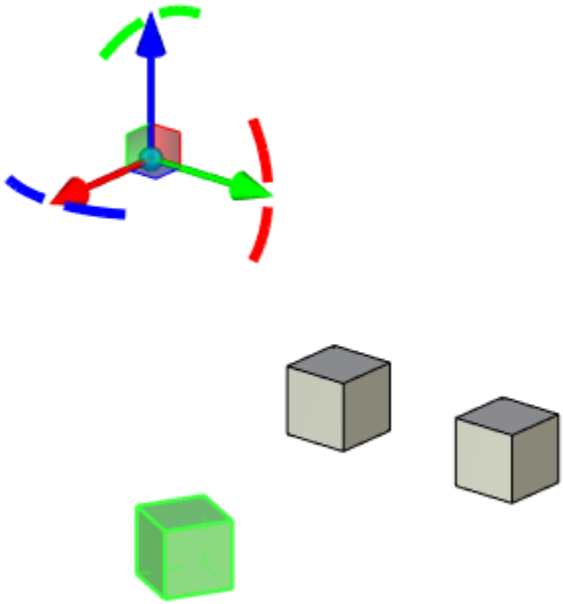
Исходное положение тела



Положение тела после применения сопряжений



Отображение тела в команде **Преобразования** при несохранённых преобразованиях сопряжений



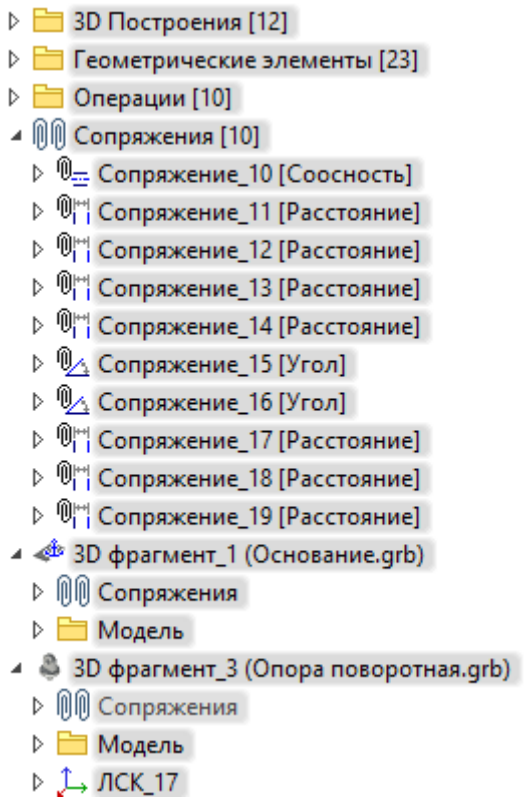
Отображение тела в команде **Преобразования** при сохранённых преобразованиях сопряжений

См. также:

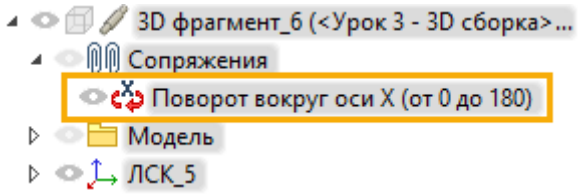
- Преобразования 3D элементов
- Общие параметры 3D элементов

Сопряжения в дереве 3D модели

При работе с деревом модели созданные сопряжения отображаются в окне **3D Модель**. Вся работа с созданными сопряжениями в основном осуществляется через это служебное окно. В дереве модели создаётся отдельная папка, в которую система автоматически помещает все сопряжения. Для каждого типа сопряжения рисуется пиктограмма, соответствующая типу сопряжения. Возле каждого сопряжения имеется знак ▷. Если нажать на него , то в раскрытой ветке дерева модели будут отображены объекты, на основе которых создано сопряжение. Все папки сопряжений обозначаются пиктограммой .



Внешние сопряжения или степени свободы, созданные для фрагмента, отображаются в его дереве модели.



Подавление сопряжений

Любое сопряжение можно подавить. Команда для подавления сопряжения и отмены подавления находится в контекстном меню при выборе сопряжения . Подавленное сопряжение помечается в дереве модели голубым крестом и исключается из расчёта сопряжений.

Перемещение сопряженных элементов

Вызов команды:

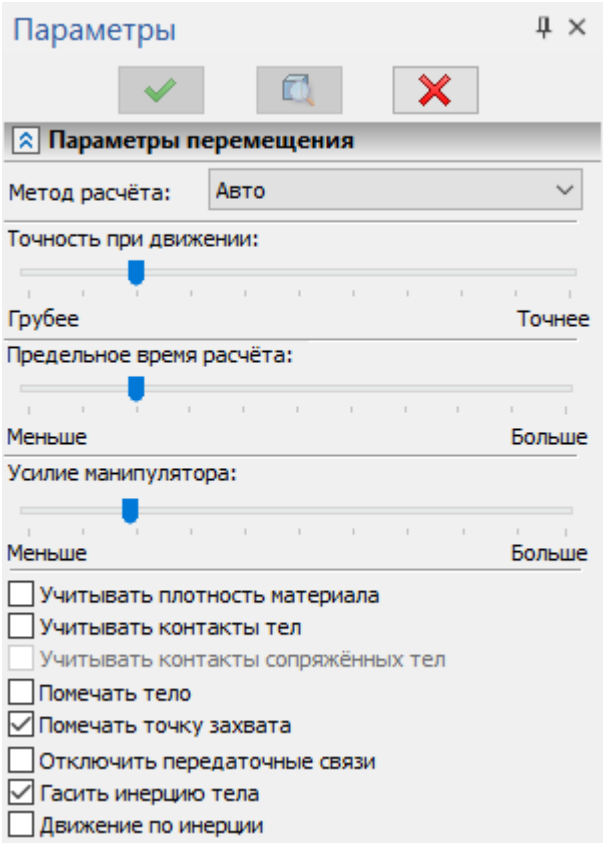
Пиктограмма	Лента
	3D модель > Дополнительно > Сопряжения > Перемещение элементов Сборка (3D) > Сопряжения > Переместить Листовой металл (3D) > Дополнительно > Сопряжения > Перемещение элементов
Клавиатура	Текстовое меню
<ЗСМ>	Сервис > Сопряжения > Перемещение элементов

После вызова команды требуется выбрать нужную деталь механизма для задания движения. Движение задаётся перетаскиванием выбранной детали при помощи курсора. При этом пользователь имитирует воздействие на механизм, как если бы к выбранной точке детали была приложена сила, направленная в сторону курсора в плоскости экрана. Под воздействием силы деталь механизма начинает двигаться. Движение ограничено заданными сопряжениями с другими деталями и внешним пространством. Выбранная деталь тянет за собой другую и т.д., пока в движение не будет вовлечён весь механизм. При этом во время движения учитывается масса и моменты инерции перемещаемых компонентов.

Любые параметры перемещения и поворота сопряженных объектов записываются в параметры каждой сопряженной операции. Для этого в параметрах операции создаётся специальный вид преобразования **Преобразование сопряжений**. Все количественные параметры этого преобразования рассчитываются системой автоматически.

При перемещении сопряжённых элементов следует учитывать несколько важных факторов:
1. Точные количественные параметры перемещения не задаются.
2. После завершения команды перемещения по положение деталей точно вернуть в предыдущее состояние нельзя. В крайнем случае, это можно сделать только посредством выполнения отмены действий в текущей сессии.
3. При перемещении модели механизма, для которого оформлен сборочный чертёж, есть опасность невосстановимого изменения чертежа, построенного проецированием. Это произойдет после обновления проекции, из-за нового положения деталей сборки и сложности точного возврата к предыдущему состоянию положения деталей.

Настройка режимов движения осуществляется в окне параметров.



Метод расчёта устанавливает один из двух доступных методов расчёта – точный или быстрый. Точный метод нужно применять для систем содержащим до нескольких десятков шарниров, чем больше порядок системы, тем медленнее будет работать расчёт. Для систем включающих в себя сотни шарниров расчёт может работать неудовлетворительно медленно. В таких случаях следует применять быстрый метод, который одинаково хорошо справляется и с большими и с маленькими системами. Режим **Авто** разрешает системе подобрать метод расчёта самостоятельно в зависимости от сложности модели.

Для перемещения деталей механизма используется режим **кинематического манипулятора**. При этом формируется плавное движение. Оно имитирует следствие приложения силы в точку, за которую пользователь тянет деталь. Движение строится с учётом всех заданных ограничений. При достижении границы области решений механизм останавливается.

Точность при движении. Задаёт заниженный уровень точности вычислений для более быстрого расчёта и соблюдения условий сопряжения в момент движения механизма.

Предельное время расчёта. Задаёт количество шагов-вычислений, которое разрешается применить системе для достижения точности вычислений при движении.

Усилие манипулятора. Этот параметр регулирует степень воздействия мыши на точку перетаскивания тела. Параметр определяет приложенное усилие и, следовательно, скорость перемещения перетаскиваемых деталей после нажатия мыши.

Учитывать плотность тел. Для более точной имитации движения механизма имеется возможность учитывать реальную плотность при расчёте массы его деталей. В противном случае плотность устанавливается одинаковой для всех компонентов.

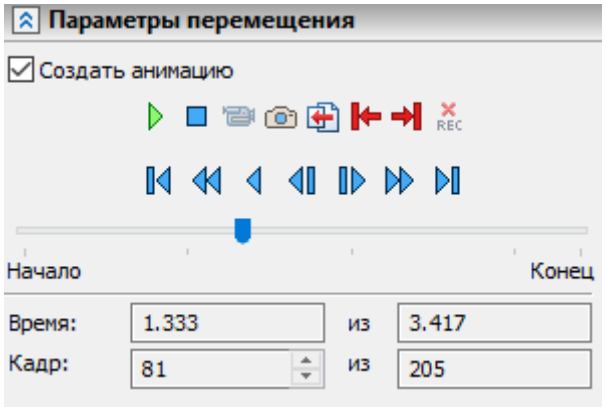
Учитывать контакты тел. Для более точной имитации движения механизма имеется возможность учитывать контакты тел, кроме контактов между сопряжёнными друг с другом телами.

Учитывать контакты сопряжённых тел. Данный флаг можно установить только при установленном флаге **Учитывать контакты тел**. Дополнительно учитываются контакты тел, сопряжённых друг с другом. При учёте контактов сопряжённых тел следует иметь в виду, что есть риск возникновения лишних контактов, способных привести к нежелательным последствиям.

Помечать тело. Вспомогательный параметр, позволяющий включать/отключать пометку детали механизма, за которую тянет пользователь для создания движения.
Помечать точку захвата. Данный параметр включает пометку точки, за которую тянет курсор. Точка помечается крестиком. Эту функцию можно использовать при отключении пометки тела.
Отключить передаточные связи. Данная настройка позволяет отключать передаточные сопряжения. Эту возможность удобно использовать для приведения звеньев передач к исходному взаимному соответствию (например, контактное зацепление зубьев шестеренок).
Гасить инерцию тела. Данный параметр позволяет отключать и подключать учет инерции тел.
Движение по инерции. Данный параметр позволяет учитывать инерцию без ее угасания со временем.

Запись анимации перемещения сопряженных элементов

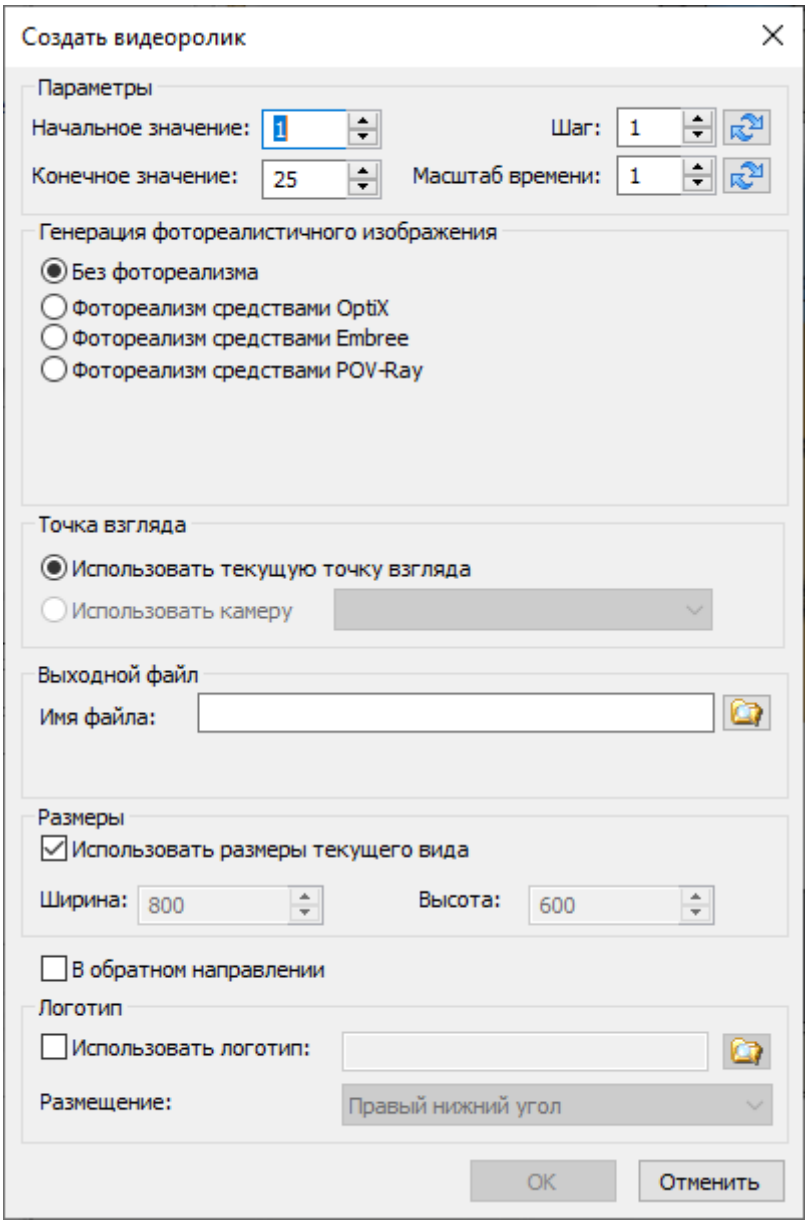
В команде перемещения сопряжённых элементов существует возможность записи анимации. Данная возможность активируется по нажатию опции **Создать анимацию**.
После нажатия опции система переходит в режим ожидания перемещения сопряженных объектов. Пока будут перемещаться объекты - будет записываться анимация. Во время перемещения фиксируются кадры и время. После окончания перемещения активируются опции по редактированию записи.



- **Пуск**

- **Стоп**

- **Создать видеоролик**. Открывает окно настройки создания видеоролика. Опция доступна после нажатия кнопки **Стоп**.

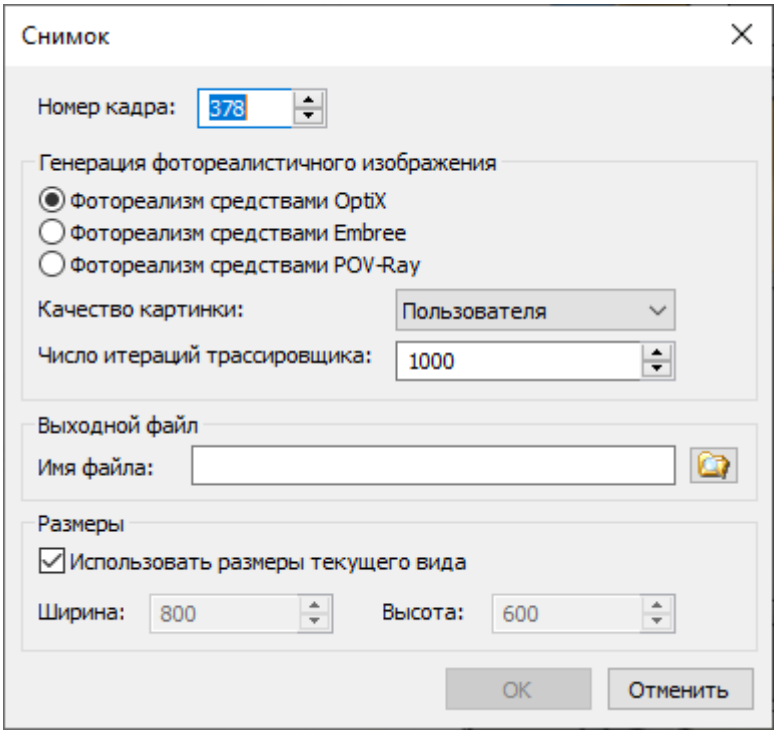


Основные параметры данного окна аналогичны параметрам окна записи сценария разборки на видео.

Исключением является наличие кнопок выбора **Оптимальной длительности видео без изменения количества кадров** и выбора **Оптимального шага записи кадров без изменения длительности видео**.

Доступна возможность сохранить файл в форматы *.avi и *.wmv. После задания настроек, система начнёт обработку кадров и после завершения обработки видеозапись будет сохранена в указанном месте на диске.

- **Снимок**. Открывает окно настройки скриншота 3D окна.



В данном окне присутствует возможность выбора номера кадра для снимка и часть параметров из окна создания видеоролика.

Доступна возможность сохранить файл в форматы *.png, *.bmp и *.jpeg. После задания настроек откроется окно генерации фотореализма, в котором система обработает изображение должным образом и сохранит его в указанное место на диске.

- **Экспортировать результаты**. Опция имеет два варианта - **Экспортировать анимацию** и **Выгрузить геометрию в файл**.

Первый вариант активен только после нажатия кнопки **Стоп**. После активации опции открывается окно настройки, аналогичное окну экспорта сценария разборки. Доступна возможность экспортировать сценарий в форматы *.wrl, *.x3d, *.pov, *.u3d, *.pdf.

Второй вариант позволяет сохранить геометрию модели в формат *.grb именно в том положении, в котором она находится на момент вызова команды. В сохраненной модели в качестве тел будут использоваться ссылки на операции в родительской модели.

- **Обрезать до текущей позиции**. Позволяет обрезать кадры до текущей позиции.

- **Обрезать после текущей позиции**. Позволяет обрезать кадры после текущей позиции.

- **Удалить запись.**

- **К началу**.

- **Перемотать назад**. Позволяет перемотать анимацию назад с помощью удерживания левой кнопки мыши.

- **Назад**. Позволяет запустить анимацию в обратную сторону.

- **Предыдущий кадр**.

- **Следующий кадр**.

- **Перемотать вперёд**. Позволяет перемотать анимацию вперёд с помощью удерживания левой кнопки мыши.

- **В конец**.

См. также:

- Анимация и управление разборкой

Совместное использование привязки по ЛСК и сопряжений

В данном разделе рассмотрены рекомендуемые правила совместного использования сопряжений и привязки ЛСК при создании сборок. Привязка деталей по сопряжениям в большинстве случаев должна использоваться совместно с привязкой по ЛСК. Причём, приоритетным следует считать традиционный способ – привязку фрагментов при помощи систем координат. У этого способа есть ряд преимуществ перед сопряжениями.

Во-первых, некоторые типы геометрических связей, в том числе наиболее часто используемые (одноосевой шарнир), могут быть решены одной ЛСК, а для связи при помощи сопряжений может потребоваться создание связки, например, из двух или более сопряжений. В частности, одноосевой шарнир создаётся двумя сопряжениями (соосность + совпадение торцевых граней) или только одной ЛСК (разрешен поворот вокруг одной оси). Из этого главного преимущества вытекают следующие:

- В целом, система работает быстрее (сокращается длина цепочек сопряжений, меньше погрешность вычислений, проще расчёт).
- Формируется более простая структура модели, за счет того, что не создается лишних элементов (сопряжений).
- Обеспечивается большая устойчивость к топологическим изменениям модели (за счет минимального использования топологических элементов тел).

Когда же оправдано использование сопряжений? Для ответа на этот вопрос рассмотрим процесс проектирования сборки. С точки зрения интересующего нас вопроса, как правило, перед конструктором могут стоять 2 задачи.

Задача 1

Создание сборочной модели без возможности «движения» механизма. Пользователь заранее знает, что он проектирует, что его модель после завершения сборки не должна будет двигаться, это ему не нужно. К примеру, если мы проектируем телевизор или дом, то вряд ли понадобится «оживлять» их в динамическом режиме.

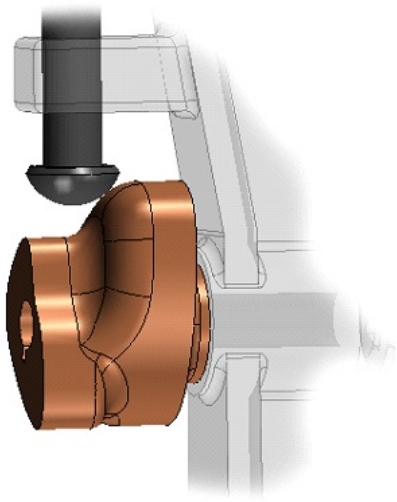
Когда перед пользователем стоит подобная задача, то при наполнении сборки деталями решается один основной вопрос – как правильно расположить деталь на сборке. Наиболее эффективное решение даёт «традиционный» способ – вставка 3D фрагментов с использованием ЛСК. В дополнение к общим преимуществам этого метода, от пользователя потребуется меньшее количество действий. Механизм вставки 3D фрагмента требует меньше времени за счет того, что нужно определить меньшее количество элементов:

1. Исходную ЛСК (выбор может выполняться автоматически).
2. Место привязки (выбор целевой ЛСК или геометрии для её создания осуществляется в 3D окне).

В то же время каждое новое сопряжение потребовало бы определения геометрических данных для двух компонентов, а для точного расположения компонента, как правило, нужно создать несколько сопряжений.

Прибегать к использованию сопряжений следует:

- в сложных случаях геометрического взаимодействия;



- когда требуется расположить на сборке деталь, которая имеет контакт с другими деталями в нескольких местах.

Задача 2

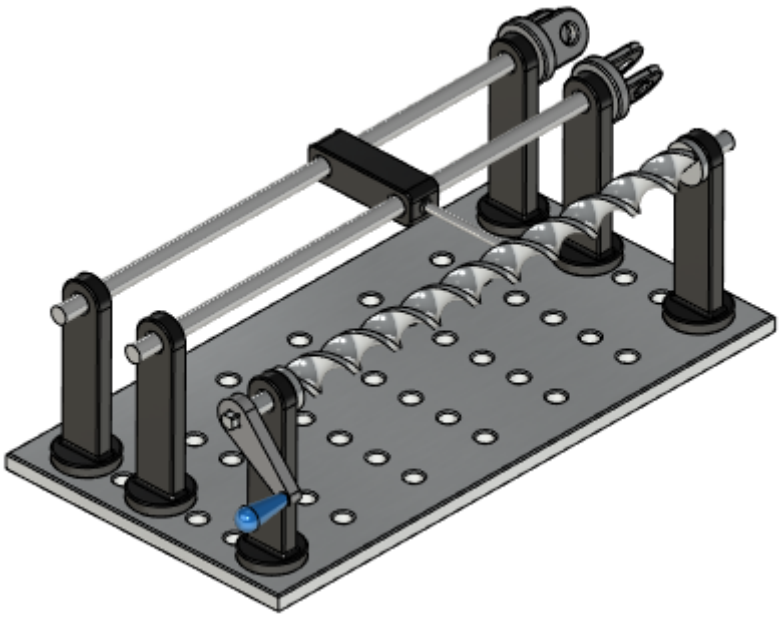
Построение сборки с возможностью «оживления» спроектированного механизма в команде перемещения сопряженных элементов. В таком случае все части собранного механизма должны правильно взаимодействовать друг с другом. Для всех подвижных частей должны быть обязательно описаны необходимые условия для расчёта системы сопряжений при движении механизма.

В данной ситуации рекомендуется придерживаться правил, приведенных ниже.

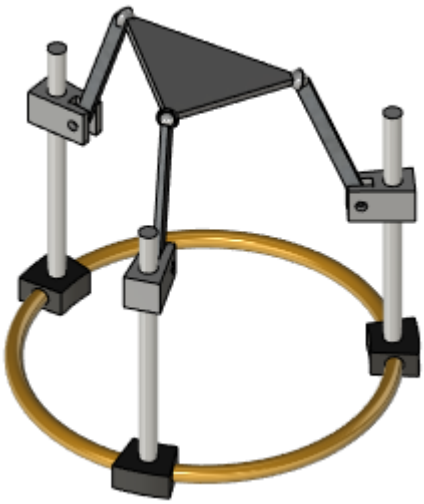
- Для деталей, которые не должны изменять своего положения относительно элементов, к которым привязаны, рекомендуется использовать ЛСК без степеней свободы. К примеру, гайка, надетая на болт, всегда должна следовать за болтом и не должна иметь перемещений относительно болта.
- Для деталей, изменяющих взаимное положение, в первую очередь нужно использовать ЛСК со степенями свободы. Это даст выигрыш по всем основным преимуществам (см. выше).

Сопряжения используются при привязке деталей в следующих случаях:

- Для деталей, имеющих сложные геометрические взаимодействия.



- Для деталей, имеющих более одного контакта с несколькими подвижными соседними деталями.
- Для замыкания цепочек сопряжений. При этом каждая цепочка может быть создана с использованием ЛСК со степенями свободы.



Платформа сопряжена с тремя соседними деталями. Замыкается три цепочки сопряжений

- Для задания различных ограничений, например, на взаимное проникновение деталей. В качестве примера можно рассмотреть гидроцилиндр, где задано ограничения в виде условия «расстояние=0» (см. раздел Типы сопряжений).

Обработка возможных ошибочных сопряжений

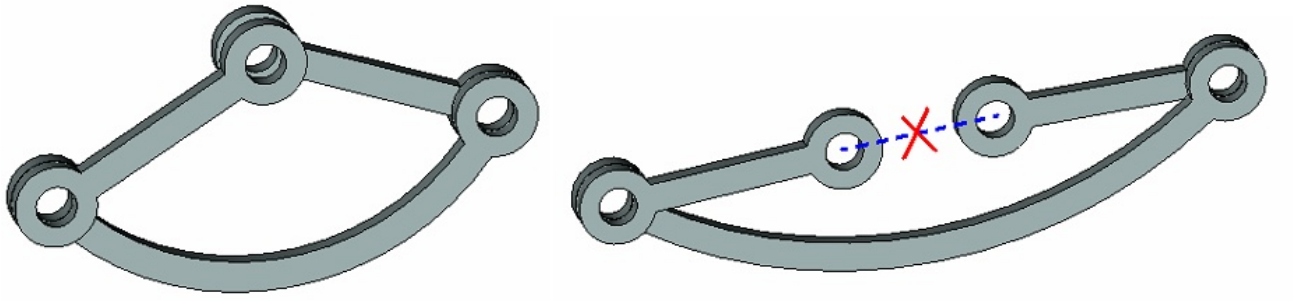
На разных этапах работы с моделью могут возникать ошибки в сопряжениях. Система не всегда может выдать подробную причину их возникновения, поэтому мы приведем здесь наиболее типичные ошибочные ситуации и основные приёмы их исправления. Все ошибочные ситуации можно поделить на два типа – ошибки, возникающие при создании сопряжений, и ошибки, возникающие в сопряжениях при пересчёте модели.

Проблемы, возникающие во время создания сопряжений, могут иметь в своей основе две причины. Во-первых, решение сопряжения может быть не найдено, потому что его вообще не существует.

Например, это может произойти, когда ранее установленные геометрические связи в модели таковы, что система не может переместить выбранные компоненты для обеспечения новых условий. В таком случае нужно проверить модель. Возможно, в каком-то месте присутствуют избыточные, ненужные связи. Если причина в этом, то можно попробовать освободить некоторые компоненты системы или ослабить лишние геометрические связи. Этого зачастую можно добиться, если погасить (а в последствии удалить) определённое «мешающее» сопряжение или разрешить дополнительную степень свободы в параметрах соответствующего 3D фрагмента. Во-вторых, может оказаться, что теоретически решение есть, но система его не смогла найти. Причин может быть несколько – либо установлено недостаточное предельное время расчёта, либо при текущем положении компонентов модели система не может его обнаружить. В таких случаях можно принять комплексные меры, помогающие системе в поиске решения. В первую очередь, можно установить большее предельное время расчёта, чтобы система могла провести больше вычислений. Также перед созданием нового сопряжения следует вручную подвести компоненты механизма к предполагаемой области решения (при помощи команды перемещения сопряжённых элементов). Это поможет системе найти нужное решение в сложных случаях.

Отдельно следует рассмотреть другую причину, по которой может возникнуть неудача – когда пользователь пытается задать такие связи, которые приводят к возникновению рекурсии (зависимости от самого себя). Например, два компонента вначале были привязаны по ЛСК. Затем пользователь дополнительно хочет наложить еще одно сопряжение между двумя компонентами. При этом ось ЛСК одного компонента сориентирована по геометрии второго компонента. Перемещение второго компонента приводит к изменению положения первого компонента. Выполнение условий сопряжения требует перемещения обоих компонентов. В такой ситуации-рекурсии система никогда не сможет найти решение. Для выхода из тупика нужно устранить причину рекурсии – в данном случае, переопределить ЛСК первого компонента, чтобы она не зависела от второго компонента.

Ошибки могут возникать на изначально корректной модели после процедуры регенерации. Сопряжения рассчитываются по группам (цепочкам). При возникновении ошибки в группе каждое сопряжение из этой группы помечается в дереве модели красными крестами. Причины, по которым могут возникнуть ошибки регенерации, могут быть двух видов. Может случиться так, что модель претерпела такие изменения, при которых решение всех условий стало невозможным или нарушилась связь сопряжений с геометрией компонентов (к примеру, исчез топологический элемент, используемый в сопряжении). В этом случае восстановление сопряжений возможно при условии восстановления родительских элементов. В противном случае потребуется переопределить сопряжение.



Другой случай – модель корректна, но система не смогла найти нужное решение. Такое может произойти, например, из-за того, что не хватило разрешенного предельного времени вычисления. Другая причина – модель попала в тупиковую ситуацию, из которой система не может найти выхода. В этом случае можно попробовать сначала погасить все ошибочные сопряжения, а затем по одному заново подключать их к модели. Одновременно с этим можно двигать компоненты, чтобы помочь

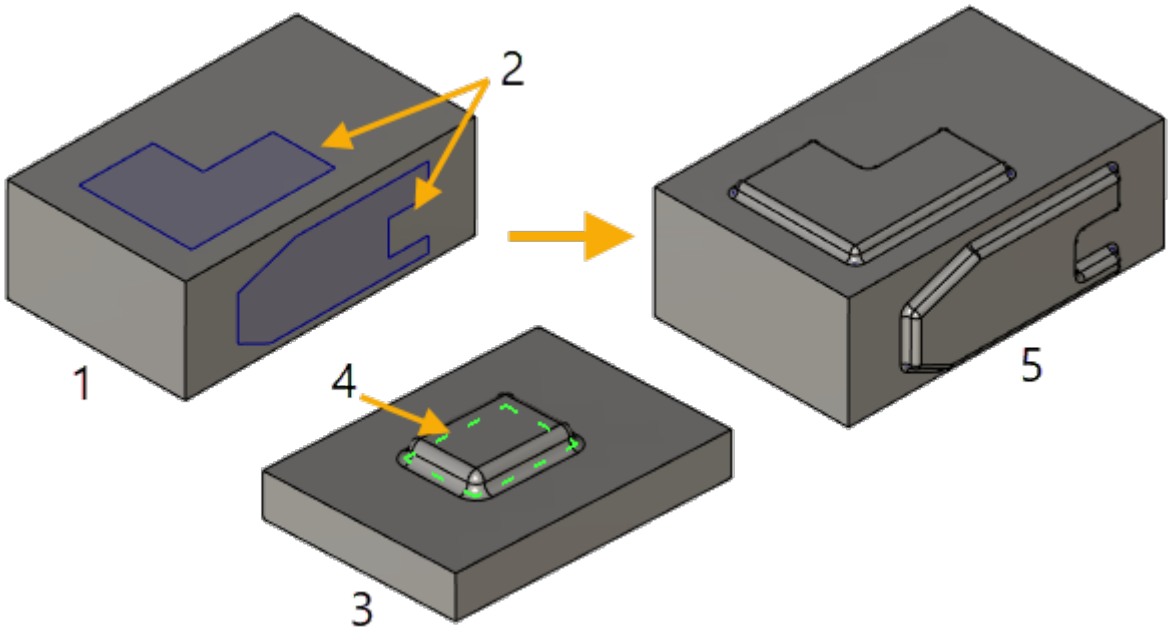
системе найти решение. Также в этом случае будет полезно увеличить предельное время вычислений (с помощью флажка **Сопряжения > Время** на закладке **3D** диалога команды Параметры документа.

Адаптивные 3D фрагменты

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Инструменты > Адаптивность > Адаптивный фрагмент 3D Модель> Расширенные > Адаптивный фрагмент
Клавиатура	Текстовое меню
<3U>	Сервис > Адаптивный фрагмент

Адаптивным фрагментом в T-FLEX CAD называется 3D фрагмент, внешними параметрами которого являются не только внешние переменные, но и **геометрические элементы**. В качестве геометрического параметра могут использоваться любые элементы модели (твёрдое тело, 3D узел, 3D путь, 3D профиль, рабочая плоскость, ЛСК, вершина, ребро, грань, цикл). Суть механизма состоит в том, что при регенерации конкретного экземпляра адаптивного 3D фрагмента в структуре его модели вместо исходной геометрии внешнего параметра используется подставленная геометрия элемента сборки. Таким образом, 3D фрагмент как бы «адаптируются» к объектам сборочной модели. Например, на основе адаптивных 3D фрагментов выполняются специализированные операции вставки отверстия, создания выштамповки или выступов в соответствующих командах системы.



1. Исходная модель
2. 3D Профили - значения геометрического параметра
3. Адаптивный фрагмент
4. Геометрический параметр - 3D Профиль
5. Результат вставки адаптивного фрагмента

Основные темы в этом разделе:

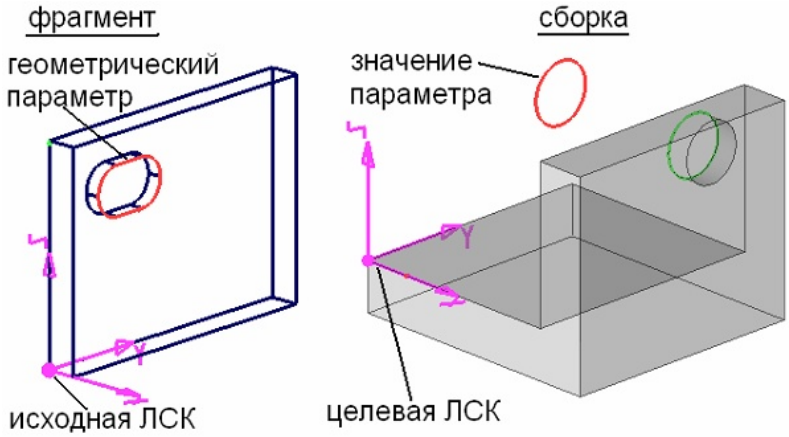
- Общие сведения об адаптивном 3D фрагменте

- Создание адаптивного 3D фрагмента
- Вставка адаптивного 3D фрагмента
- Адаптивные элементы обычного 3D фрагмента

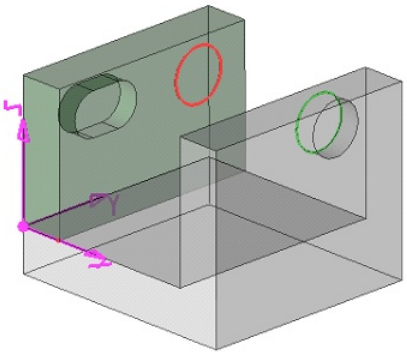
Общие сведения об адаптивном 3D фрагменте

Для использования 3D фрагмента как адаптивного элемента модели необходимо заранее определить набор геометрических параметров, которые могут быть связаны с объектами сборочной модели. Как и набор внешних переменных, набор геометрических параметров задаётся в документе 3D фрагмента. Система допускает задание геометрических параметров и их значений непосредственно при вставке или при редактировании 3D фрагмента, но в этом случае созданные связи будут использоваться только в текущей сборочной модели. В этом случае в документе 3D фрагмента эта информация не сохраняется. При вставке адаптивного 3D фрагмента пользователь указывает значения геометрических параметров. Тип объекта-значения должен совпадать с типом объекта, который является параметром 3D фрагмента. Например, значение для 3D профиля может задаваться только 3D профилем.

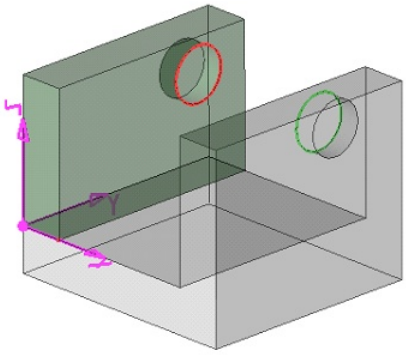
Использование геометрических параметров 3D фрагмента можно совмещать с использованием внешних переменных и системами координат привязки. Однако при этом следует учитывать специфику подстановки объекта-значения, так как подстановка влияет и на геометрию адаптивного параметра, и на его положение в сборочной модели. Известно, что положение 3D фрагмента в сборке определяется исходной и целевой системами координат. Эти системы координат могут быть заданы при помощи ЛСК, или использовать глобальные системы координат модели 3D фрагмента и сборки.



Для выполнения подстановки значения геометрического параметра система выполняет «обратное» преобразование - переносит объект из сборки в модель 3D фрагмента в направлении от целевой ЛСК сборки к исходной ЛСК 3D фрагмента.



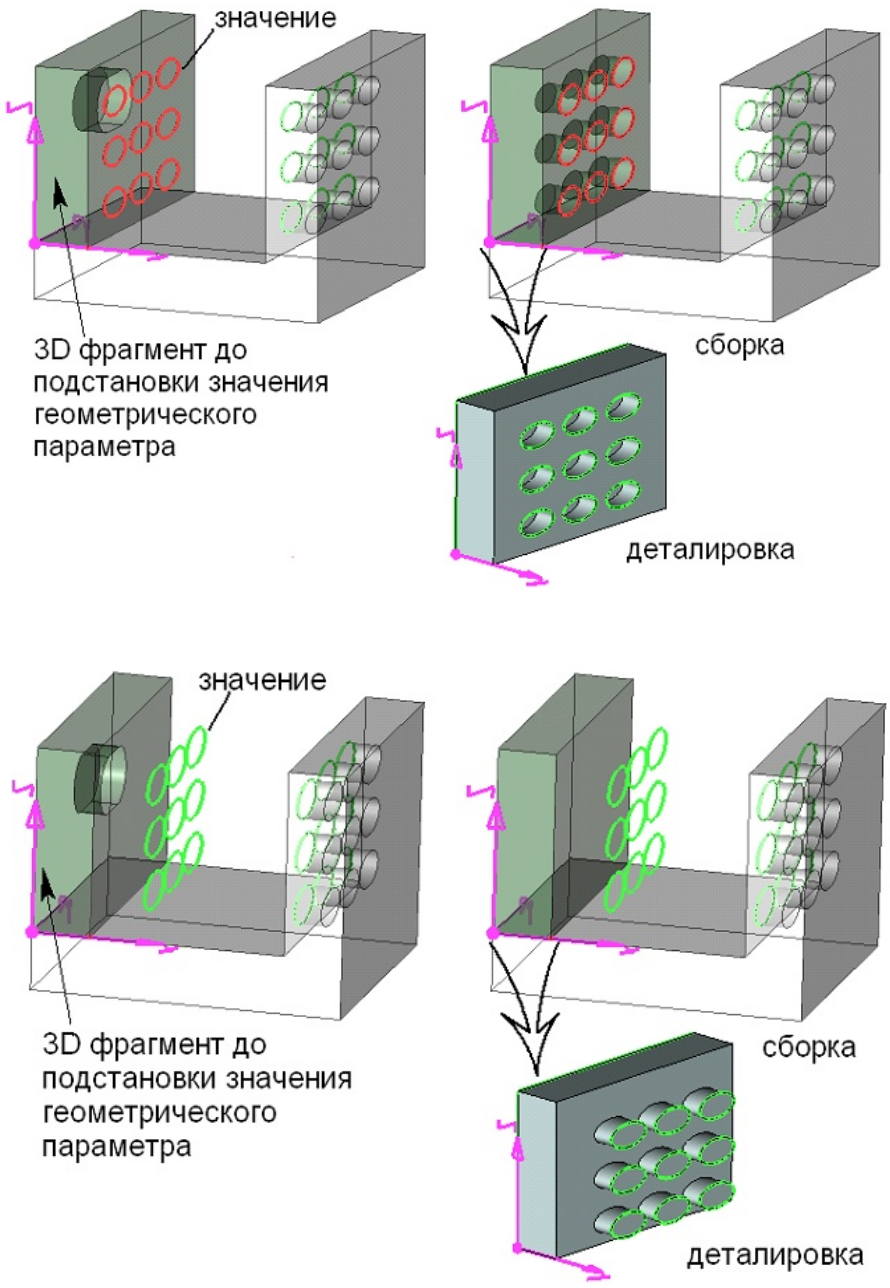
вид 3D фрагмента до указания значения геометрического параметра



вид 3D фрагмента после указания значения геометрического параметра

После выполнения подстановки значений адаптивный 3D фрагмент пересчитывается и включается в сборочную модель. Пользователь должен обеспечить правильное положение объектов-значений, чтобы они после подстановки в модель 3D фрагмента имели положение, обеспечивающее выполнение своего предназначения.

На рисунках, приведённых ниже, 3D профиль-значение подставляется на место исходного профиля, который вырезает отверстие в плите 3D фрагмента. Предполагается, что новый профиль-значение обеспечит создание массива отверстий в плите 3D фрагмента. Рассмотрим два варианта: в первом случае профиль-значение после подстановки в модель 3D фрагмента может вырезать отверстия, а во втором случае - нет.



Рассмотрим подробнее, что происходит с моделью 3D фрагмента во втором случае. Поскольку в этом случае используется другой 3D профиль-значение с другим положением относительно целевой ЛСК, то отличие заключается в конечном положении профиля в модели 3D фрагмента. Деталировка наглядно показывает, что во втором случае выталкивание массива профилей не обеспечивает создание отверстий (чтобы это показать второй операнд булевой операции вычитания был оставлен в сцене), поэтому в сборку плита 3D фрагмента подставляется без отверстий.

Если при вставке адаптивного 3D фрагмента необходимо использовать исходную систему координат, то следует обратить внимание на то, что она должна быть создана на основе элементов модели 3D фрагмента (3D узлы, рёбра, вершины), не зависящих от внешних геометрических параметров. Т.е. родители исходной системы координат не должны изменяться при указании значений адаптивных элементов.

Создание адаптивного 3D фрагмента

Для того чтобы 3D модель можно было использовать в качестве адаптивного 3D фрагмента, необходимо задать набор объектов (адаптивных элементов), геометрия которых будет определяться объектами сборки.

После вызова команды **Адаптивный фрагмент** в окне параметров можно заполнить поле **Имя** (необязательный параметр). Введённая строка будет являться именем 3D фрагмента в модели. По умолчанию, если имя не задано, в модели создаётся «Деталь_№». Поле **Комментарий** может содержать текст, поясняющий способ использования данного 3D фрагмента.

Для добавления нового объекта в список адаптивных элементов необходимо выбрать его в окне 3D вида или в дереве модели. Выбранный элемент отображается в верхнем списке **Адаптивные элементы** в окне параметров. При выборе объекта система автоматически добавляет в список те его топологические элементы (рёбра, вершины, грани), которые используются потомками этого объекта.

> Список **Адаптивные элементы** наглядно отображает взаимосвязи выбранного объекта и его потомков. С помощью данного списка можно выбирать в качестве геометрических параметров элементов, не принадлежащие верхнему уровню модели.

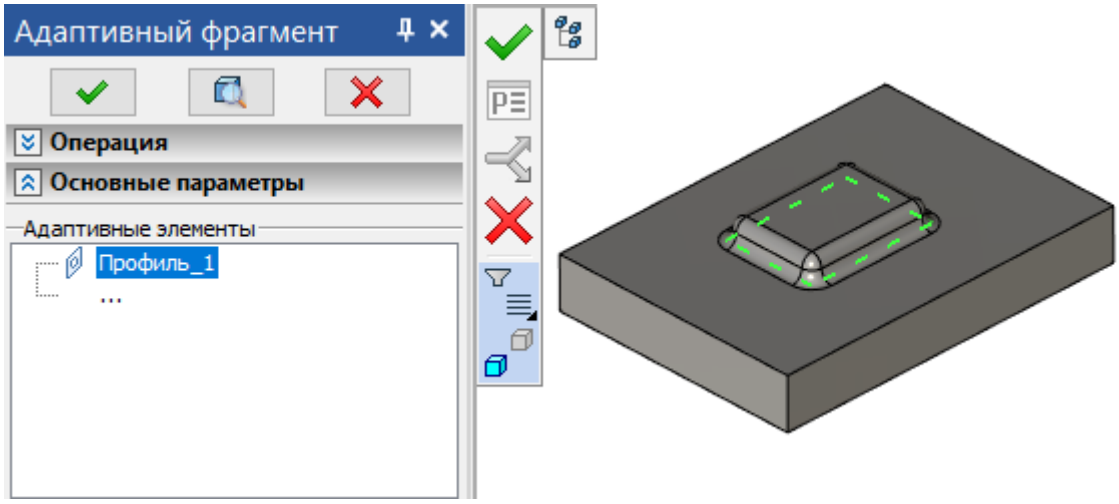
Изменять состав списков адаптивных элементов можно при помощи графических кнопок в окне параметров:

- для списка **Адаптивные элементы:**
  - перенос в список внешних параметров
  - удаление текущего элемента
  - удаление всех элементов
  - удаление неактуальных элементов. Кнопка становится доступной, если в списке присутствуют удалённые из модели объекты. В списке такие объекты помечаются значком .
- для списка **Внешние параметры**:
  - перемещение текущего элемента по списку
  - создание новой папки. Список внешних параметров можно структурировать, т.е. представить в виде дерева, распределив элементы списка по разным уровням или разным папкам одного уровня. При вставке 3D фрагмента в модель его геометрические параметры будут отображаться в соответствии с заданной структурой.
  - переименование выбранного внешнего параметра. Для каждого внешнего параметра можно задать значимое имя;
  - удаление текущего элемента
  - удаление всех элементов

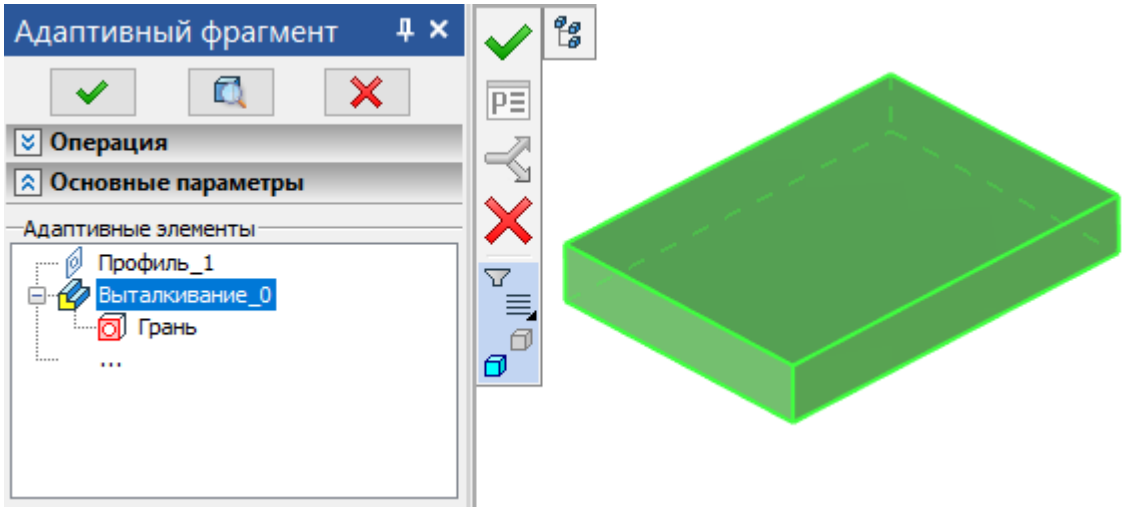
При создании или редактировании 3D фрагмента в контексте сборки (проектирование методом «Сверху-вниз») список **Адаптивные элементы** формируется автоматически. Система создаёт этот список на основе тех объектов, которые использовали модельные элементы со сборки (3D профили, рабочие плоскости, 3D узлы и т.д.). Если 3D фрагмент планируется включать в другие сборочные модели, то пользователь может оформить список внешних геометрических параметров, используя уже подготовленный список **Адаптивные элементы**.

Пример создания адаптивного фрагмента

Для примера формирования списка внешних геометрических параметров, рассмотрим 3D фрагмент, который обеспечивает создание выступов (см. рисунок в начале). Первым элементом в списке **Адаптивные элементы** будет 3D профиль, на основе которого создаётся выталкивание.



Вторым элементом списка назначим **Выталкивание_0**. При этом система добавляет в список грань этой операции, т.к. грань является родительским элементом для последующей операции **Выталкивание_1**.



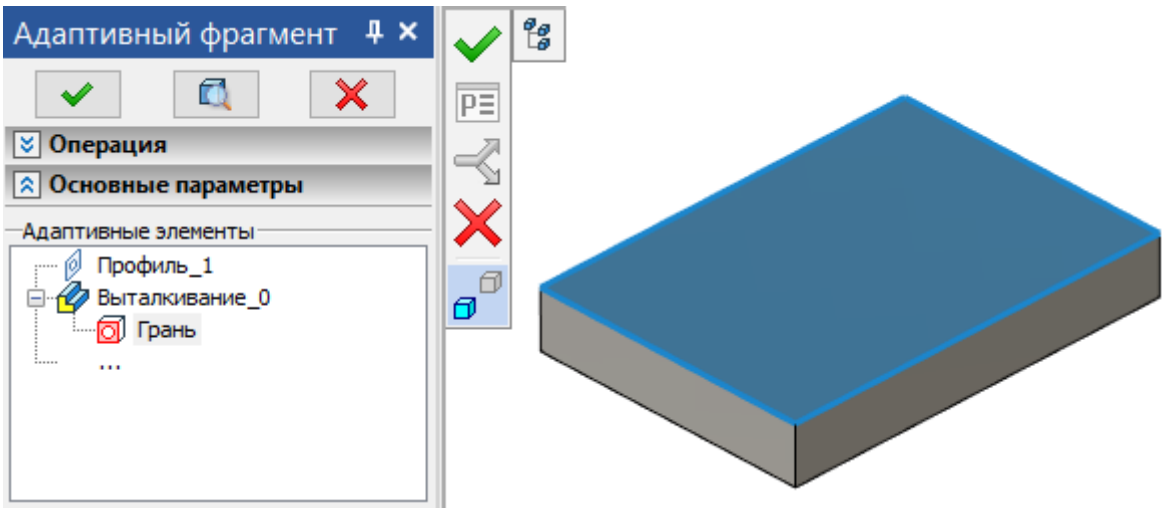
Набор допустимых для выбора типов объектов определяется с помощью опции:

<V> Выбрать элемент для задания внешнего параметра

Выпадающий список позволяет настроить внутренние фильтры команды на выбор объектов определённого типа: рабочая плоскость, рабочая поверхность, система координат, операция, 3D путь, 3D узел, 3D профиль.
По умолчанию в автоменю активна опция:

<M> Показать элемент на уровне его создания

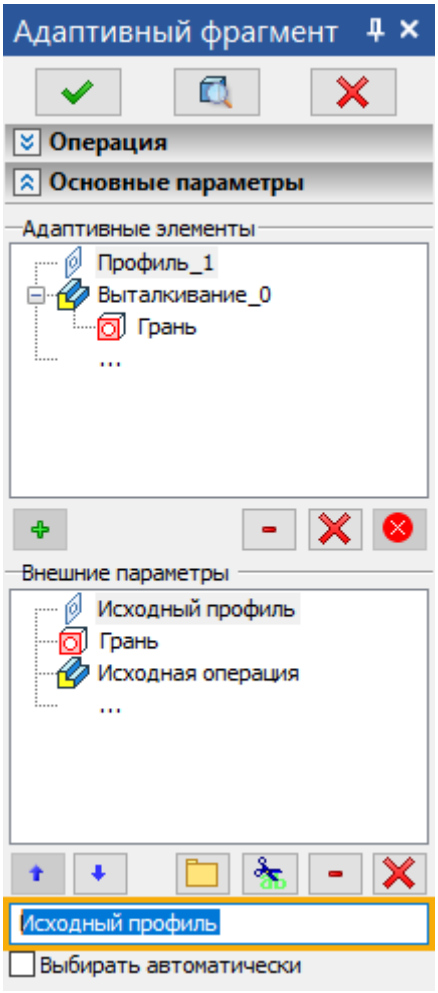
Она обеспечивает подсветку объектов, не принадлежащих верхнему уровню дерева модели. Например, если данная опция активна, то при выборе в списке адаптивных элементов грани операции **Выталкивание_0**, эта грань будет подсвечена в модели (при этом все потомки **Выталкивания_0** временно выгружаются из 3D сцены).



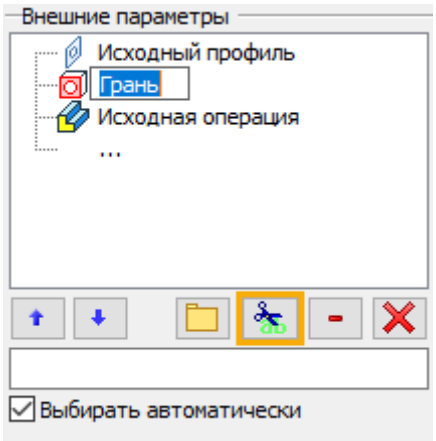
Если опция не активна, то подсветка будет появляться только, если текущим элементом списка является операция верхнего уровня.
Следующим необходимым действием является формирование списка **Внешние параметры**. В этот список переносятся те элементы из списка **Адаптивные элементы**, для которых будут задаваться значения при вставке 3D фрагмента в сборочную модель.

> Рекомендуется переносить в список внешних параметров все топологические потомки объекта модели, которые были занесены в верхний список, и задавать для них значение в сборке.

Предположим, что у адаптивного 3D фрагмента в списке внешних параметров присутствуют не все топологические потомки выбранного объекта модели или при вставке этого фрагмента в сборку для некоторых из них не заданы значения. В этом случае при выполнении регенерации модели 3D фрагмента (которая выполняется при вставке его в сборку) возникнут ошибки при создании тех операций (или иных объектов), которые должны быть созданы на основе топологических элементов, не имеющих значения.
Чтобы избежать наличия в списке геометрических параметров большого количества ненужных зависимых элементов, желательно формировать модель 3D фрагмента таким образом, чтобы **Адаптивные элементы**, используемые в качестве геометрических параметров, располагались по возможности на как можно более высоком уровне в структуре дерева модели. Для переноса выберите элемент в верхнем списке и нажмите графическую кнопку . Для каждого элемента в списке внешних параметров можно задать комментарий. Эта строка будет появляться в виде подсказки в окне параметров при выборе значения параметра в команде 3D фрагмент.



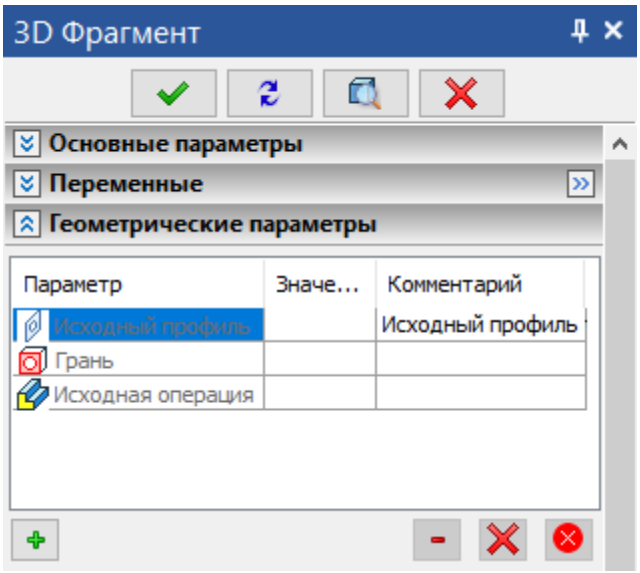
При необходимости внешний параметр можно переименовать, изменив имя, присвоенное по умолчанию и совпадающее с именем объекта модели. При выборе в списке внешних параметров какого-либо элемента в списке объектов модели автоматически помечается соответствующий элемент модели. Таким образом, после переименования легко определить объект модели, на основе которого был создан внешний параметр.



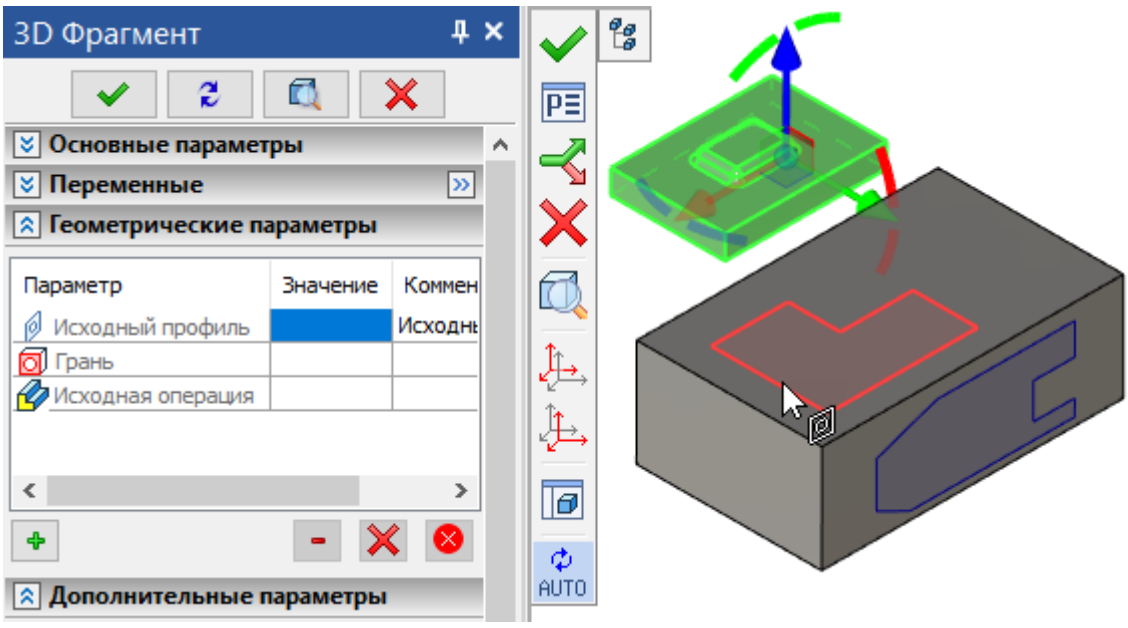
Флаг **Выбирать автоматически** может использоваться для объектов, потомки которых также являются внешними параметрами. Например, в рассматриваемом примере **Выбирать автоматически** имеет смысл установить для **Выталкивания_0**, чтобы сократить количество выбираемых значений.

Вставка адаптивного 3D фрагмента

В команде [3D Фрагмент] для 3D фрагмента с заданными адаптивными элементами по умолчанию фокус находится в поле **Значение** первого внешнего параметра в окне параметров, закладка **Геометрические параметры**.



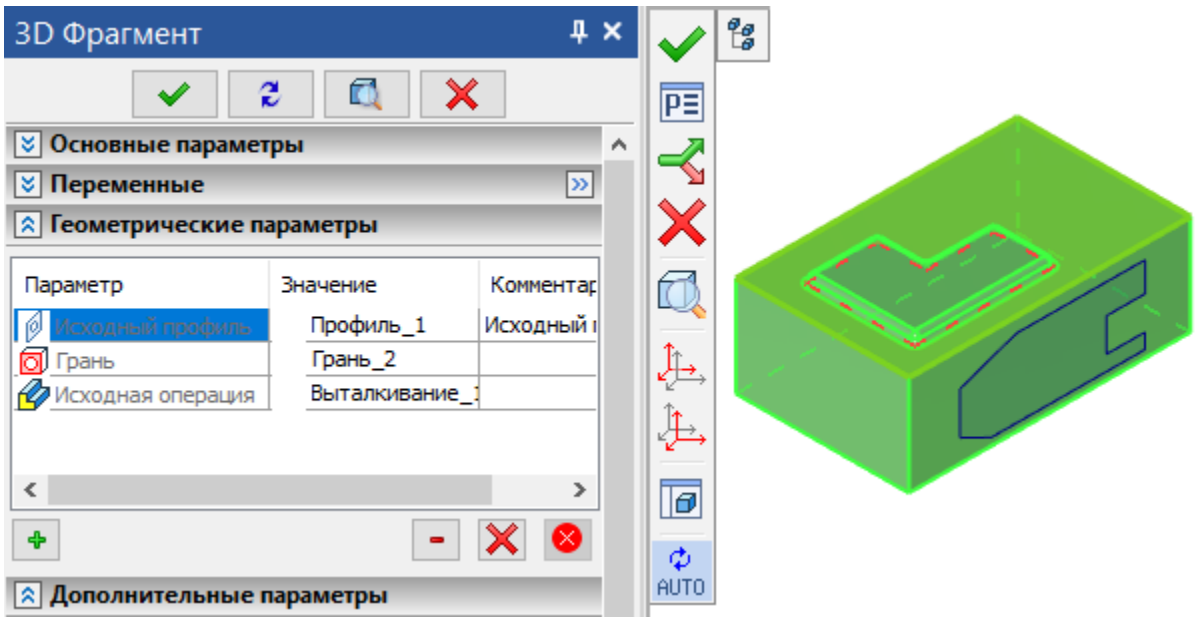
Для задания значения укажите в окне 3D вида или в дереве модели объект того же типа что и внешний геометрический параметр 3D фрагмента.



Если у выбранного для вставки 3D фрагмента подготовлены геометрические параметры, то в автоменю будет доступна опция:

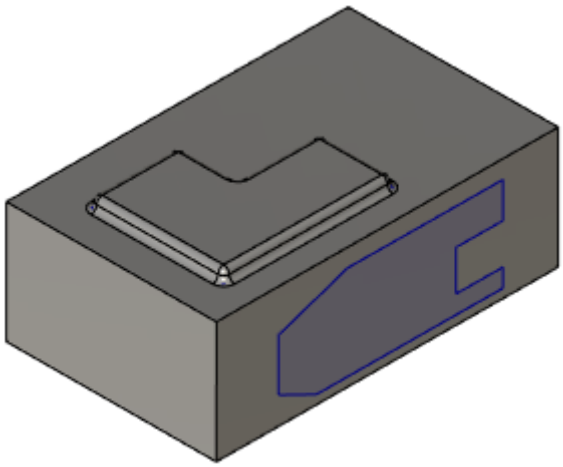
<R> Показать параметры адаптивного фрагмента

Она позволяет увидеть в отдельном окне 3D модель вставляемого фрагмента с подсветкой текущего внешнего параметра.
При выборе объекта система подбирает и значения для тех родителей текущего параметра, у которых установлен флаг **Выбирать автоматически**.



Значения, выбранные автоматически, можно изменить, указав другой объект модели.

Для завершения вставки 3D фрагмента используется опция .



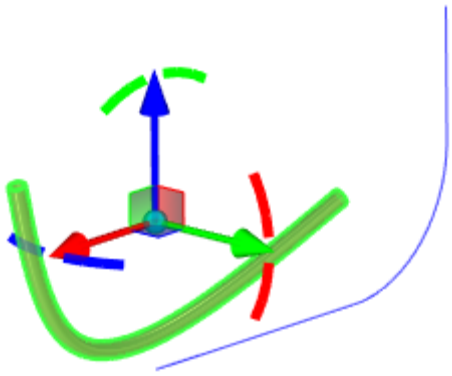
Если при заданных значениях геометрических параметров в модели 3D фрагмента произошли ошибки, то 3D фрагмент в сцене не отображается, и в окне диагностики появятся соответствующие сообщения.

Адаптивные элементы обычного 3D фрагмента

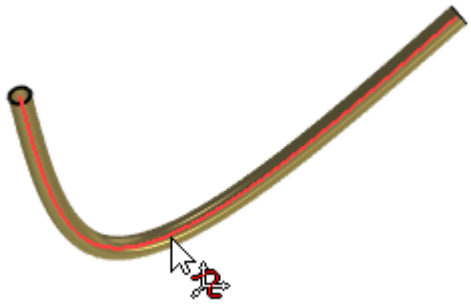
В системе предусмотрена возможность формирования списка внешних параметров и их значений при вставке нового или при редактировании уже существующего в сборке фрагмента. Для добавления нового параметра необходимо вызвать команду редактирования 3D фрагмента. В окне параметров в секции **Геометрические параметры** нажать кнопку и указать элемент модели 3D фрагмента, который будет являться внешним параметром. Следующим шагом будет либо задание его значения, либо добавление в список следующего параметра. Отличие такого способа от действий, описанных в разделе Создание адаптивного 3D фрагмента, в том, что такие изменения списка запоминаются только в сборке. При вставке этого 3D фрагмента в другую сборочную модель добавленные элементы списка будут недоступны. Таким образом, в адаптивный 3D фрагмент может быть преобразован любой 3D фрагмент сборочной модели или расширен список заранее подготовленных геометрических параметров уже существующего адаптивного 3D фрагмента.

Пример:

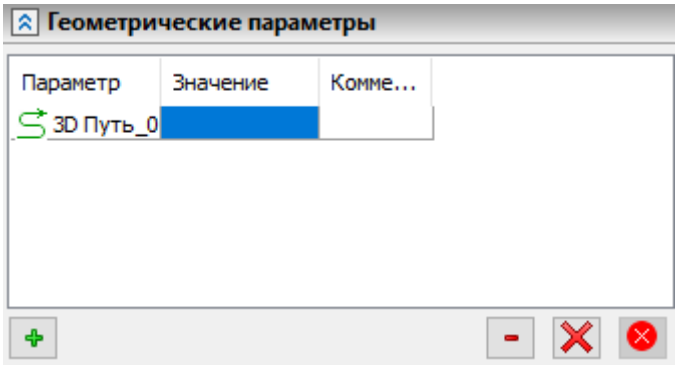
Создадим в новом сборочном документе **Трассу** и вставим фрагмент, который имеет схожую геометрию, например, трубу, построенную по 3D пути.



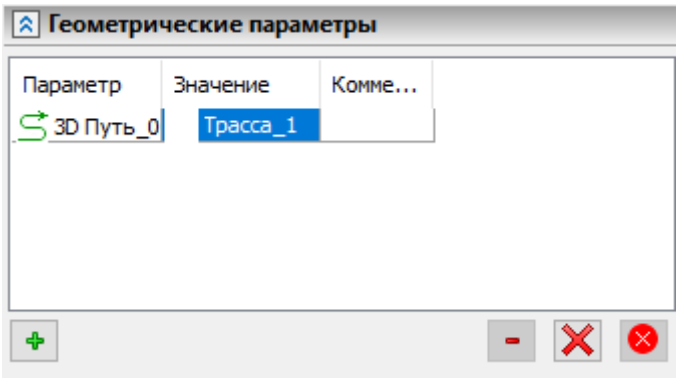
Во вкладке **Геометрические параметры** нажмем кнопку . Слева откроется окно выбора геометрии исходного фрагмента. Выберем 3D путь фрагмента.



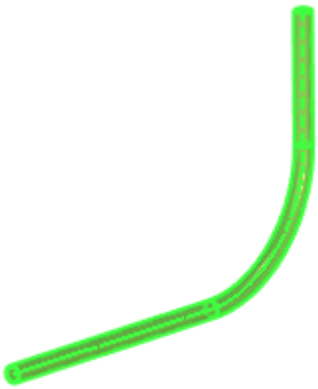
Выбранный 3D путь появится в поле **Параметр** во вкладке **Геометрические параметры.**



Далее в сборочном документе выберем **Трассу**. Выбранная **Трасса** появится в поле **Значение** во вкладке **Геометрические параметры**.



В результате геометрия трубы примет форму, задаваемую **Трассой**.



Работа с большими 3D сборками

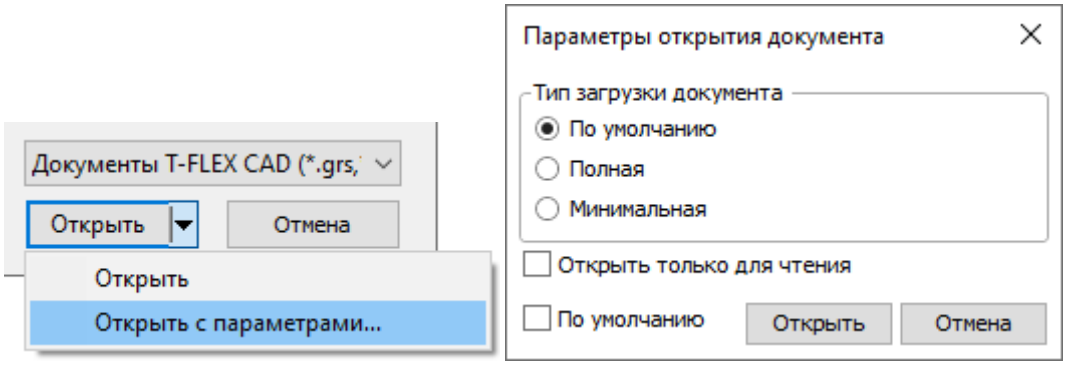
В целях оптимизации работы со сборочными моделями в системе предусмотрены следующие средства управления большими сборками:

- Выбор типа загрузки документа
- Частичная загрузка содержимого
- Отключение отображения мелких 3D объектов

Они позволяют проводить работу только с теми узлами сборки, которые этого требуют, экономить в целом количество использованной оперативной памяти, облегчить вращение 3D сцены при большом её насыщении объектами.

Выбор типа загрузки документа

При открытии сборки можно выбрать способ её загрузки:



При типе **По умолчанию** вместо тел фрагментов загружается их сетчатое представление, что ускоряет процесс загрузки. При типе **Полная** - тела всех фрагментов будут загружены. При типе **Минимальная** – фрагменты загружены не будут, для пользователя будет доступно дерево сборки с фрагментами, но 3D сцена будет пуста.

См. подробную информацию о настройках при открытии сборки в разделе Открыть документ.

Каждый выбранный вариант влияет на производительность. По умолчанию, как уже было отмечено ранее, у фрагментов загружены сетки, что позволяет видеть их визуальное отображение, и загружена опорная геометрия, которая показывает внешние объекты фрагментов. Если фрагмент сборки выбран как элемент какой-либо операции моделирования или измерения, то для него автоматически будут загружены тела. Принудительно загрузить или наоборот выгрузить тела, сетки, опорную геометрию отдельного фрагмента можно через контекстное меню фрагмента, как описано ниже.

Частичная загрузка содержимого

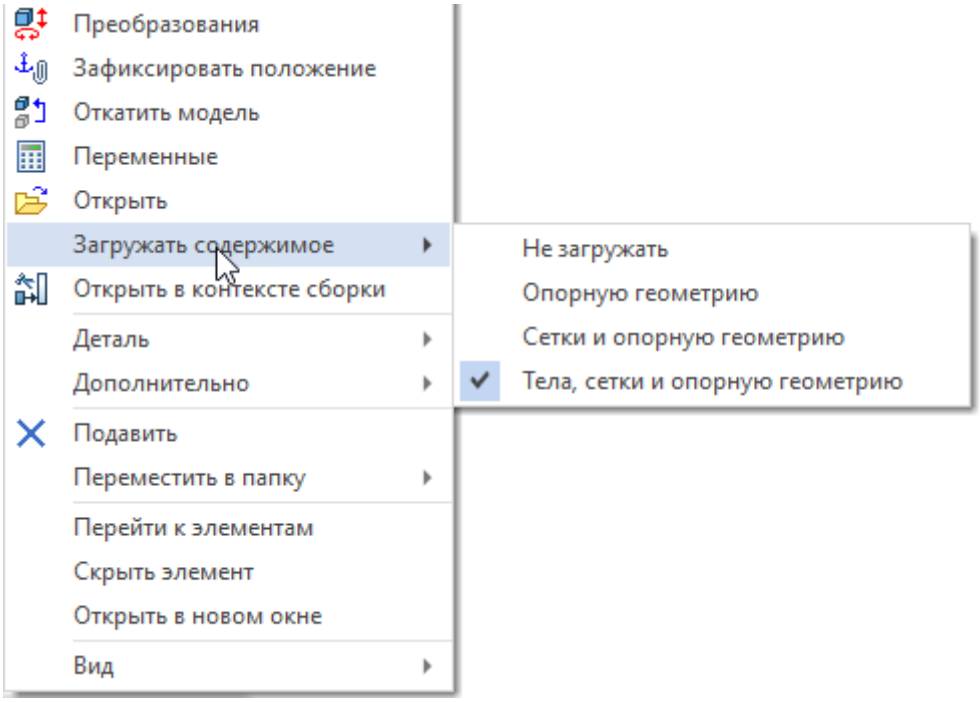
После загрузки сборки можно изменить способ загрузки её отдельных фрагментов - дозагрузить необходимые элементы фрагмента или выгрузить лишние. Для этого необходимо воспользоваться пунктом **Загружать содержимое** в контекстном меню фрагмента. Доступны следующие варианты загрузки содержимого:

Не загружать
Загружается только дерево модели.

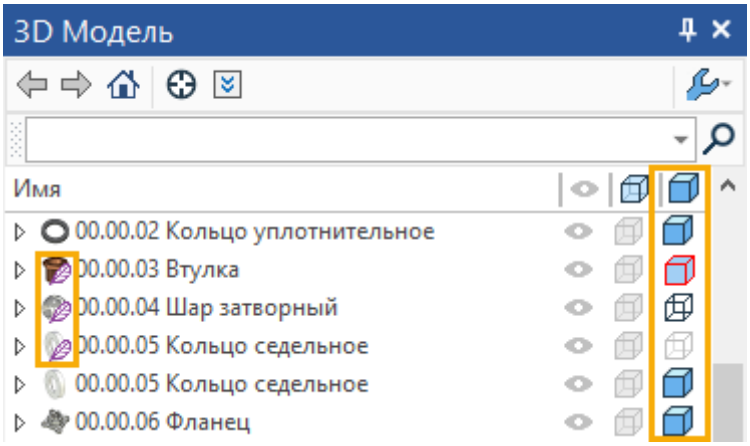
Опорную геометрию
Загружается дерево модели, **внешние** элементы опорной геометрии, 3D изображения.

Сетки и опорную геометрию
Загружается дерево модели, **внешние** элементы опорной геометрии, 3D изображения, а также сеточное представление тел.

Тела, сетки и опорную геометрию
Загружается дерево модели, вся опорная геометрия, 3D изображения, сетки и твёрдые тела.

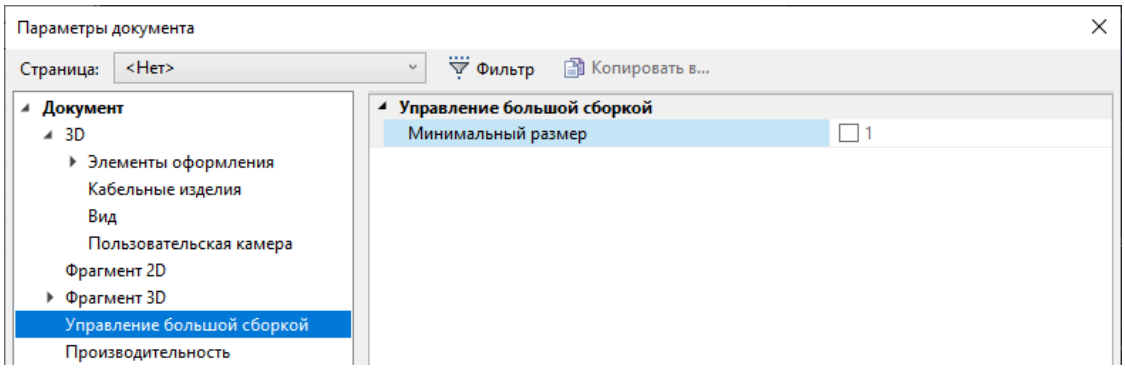


Данные опции также доступны в окнах **3D Модель** и Структура сборки в специальной колонке **Загрузка содержимого**, в которой при помощи пиктограммы иллюстрируется полнота загрузки фрагментов. При нажатии на колонку появляется выпадающее меню с теми же опциями. Если содержимое фрагмента загружено частично, то его основная иконка в дереве модели также отмечается символом пера.



Отключение отображения мелких 3D объектов

В команде **Параметры документа** на вкладке **Управление большой сборкой** можно отключить отображение мелких 3D объектов с помощью параметра **Минимальный размер**.



Мелкими будут считаться 3D объекты, размер которых не превышает заданного значения (в единицах модели).

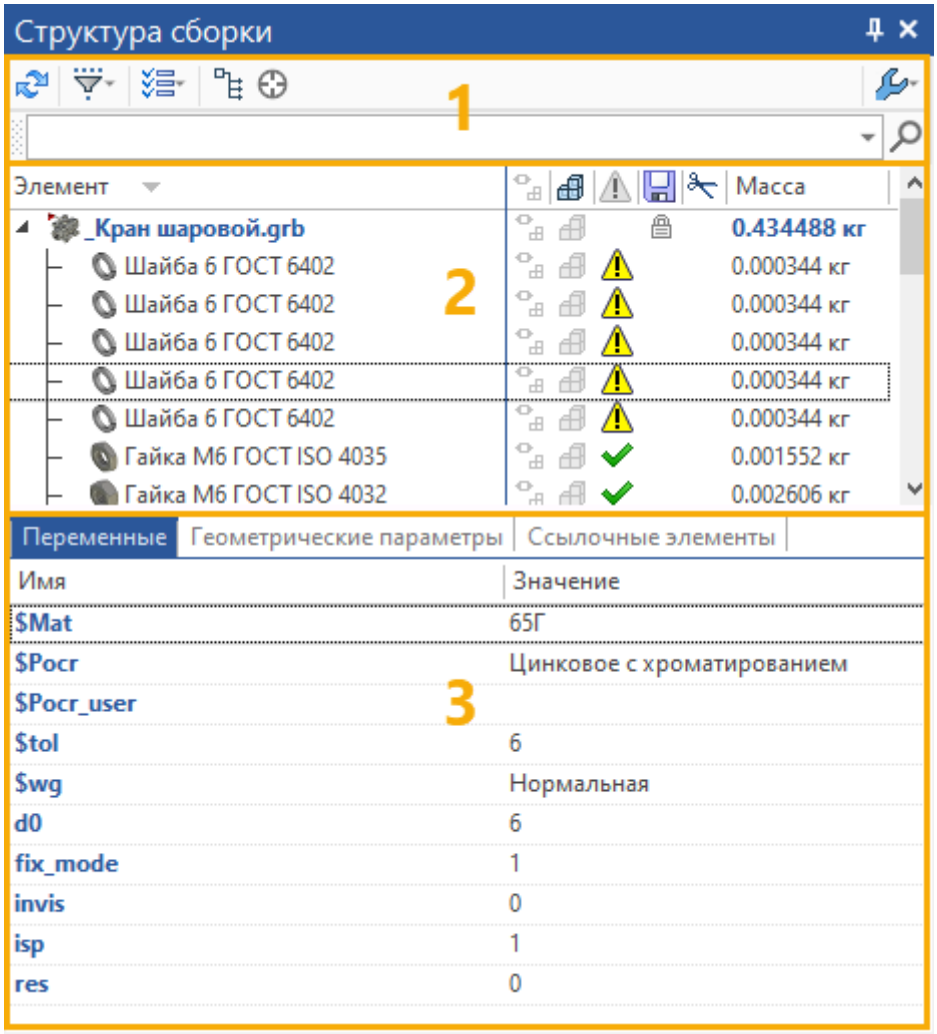
Окно "Структура сборки"

Вызов окна:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Окна > Структура сборки Сборка > Управление > Структура сборки Вид > Окно > Окна > Структура сборки > Окна > Структура сборки
Клавиатура	Текстовое меню
<Alt>+<7>	Настройка > Окна > Структура сборки

Окно **Структура сборки** обеспечивает функциональность для управления многоуровневой структурой сборочной модели. Информация представлена в виде древовидной структуры. При выборе элементов сборки отображается список их переменных, геометрических параметров и ссылок. Элементы, выбранные в окне **Структура сборки,** также подсвечиваются в окнах 2D и 3D видов.

Окно состоит из следующих частей:



1 - Панель инструментов

2 - Панель структуры

2 - Панель параметров элемента структуры

Основные темы в этом разделе:

- Панель инструментов в окне "Структура сборки"
- Режимы отображения структуры сборки
- Контекстное меню элементов структуры сборки
- Колонки в окне "Структура сборки"
- Панель параметров элемента структуры сборки

Панель инструментов в окне "Структура сборки"

Панель инструментов, расположенная в верхней части окна Структура сборки, содержит следующие инструменты:

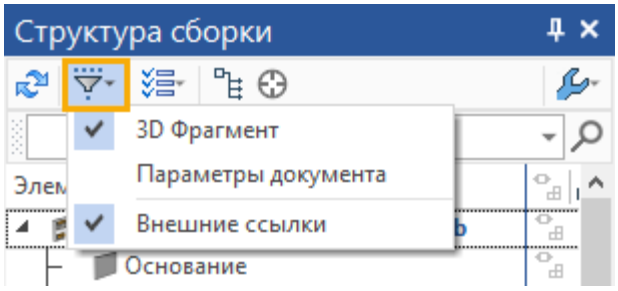
Обновить

Обновляет структуру сборки: отображает новые элементы, обновляет информацию об актуальности элементов и т.д.

Фильтр

Раскрывает выпадающее меню фильтров. На панели структуры сборки отображаются

только объекты тех типов, для которых в меню установлены флаги. Для установки/снятия флага нажмите на желаемой строке меню.



Действия

Раскрывает выпадающее меню, которое содержит различные команды для работы со структурой сборки (подробнее см. ниже).

Группировка по ссылкам

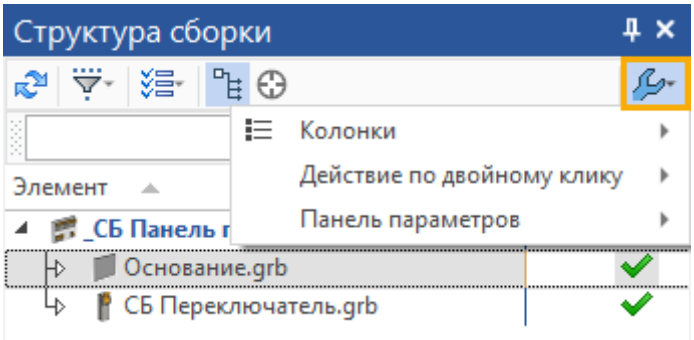
Переключает режимы отображения структуры сборки.

Показать выбранный элемент

Наводит камеру в 3D или 2D окне, на элемент, выбранный в окне **Структура сборки** (подробнее см. Переход к выбранному элементу)

Параметры

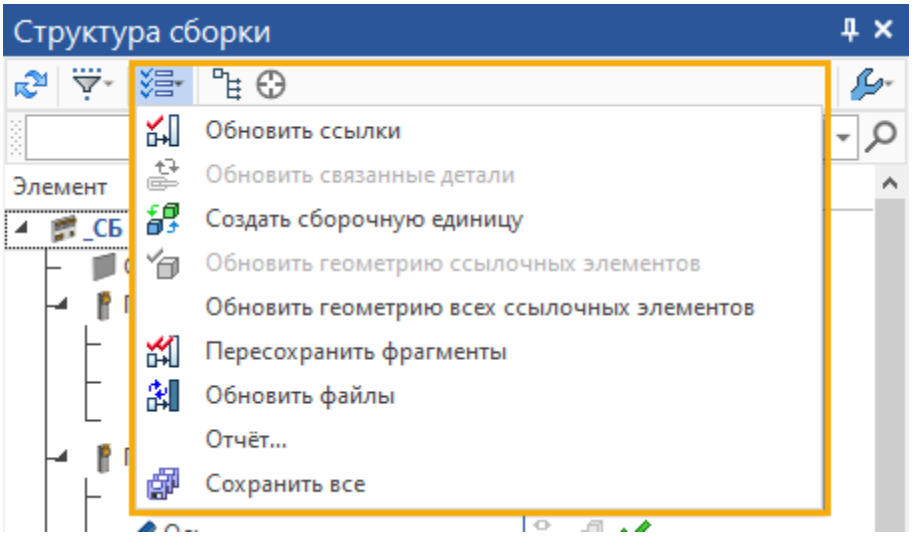
Раскрывает выпадающее меню настроек, где можно изменить набор отображаемых колонок, настроить расположение панели параметров фрагмента и выбрать действие по двойному клику (**Нет**, **Редактировать фрагмент в контексте сборки**, **Открыть файл** или **Редактировать параметры объекта**).



Найти

Строка поиска позволяет найти нужный элемент сборки по обозначению, наименованию или имени фрагмента.

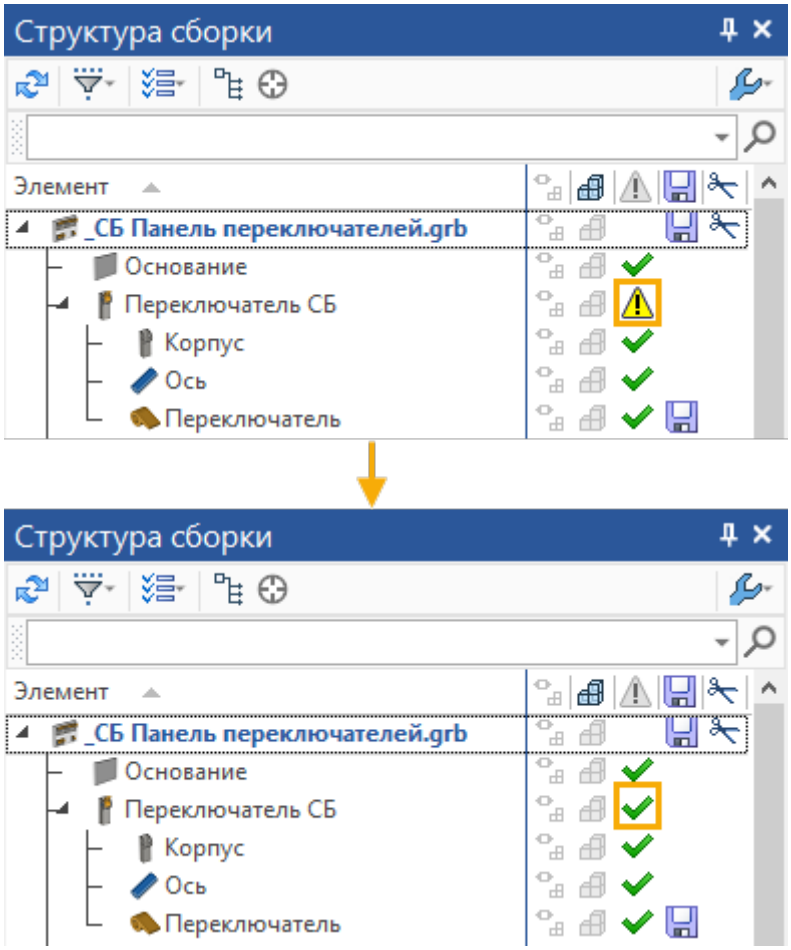
Действия



В окне **Структура сборки** доступны следующие действия.

Обновить ссылки

Обновить ссылки на файлы фрагментов. Если во фрагменте были сделаны и сохранены изменения, то окно **Структура сборки** это диагностирует. Напротив фрагмента появится пиктограмма ⚠. Пиктограмма означает, что нужно обновить ссылку на файл фрагмента, чтобы в сборке появились сделанные во фрагменте изменения. После выполнения команды **Обновить ссылки** пиктограмма изменится, а в сборке появятся изменения, сделанные во фрагменте.



Обновить связанные детали

Если в сборке, какое-либо тело или фрагмент были сохранены в отдельный файл с возможностью обновления (подробнее см. подраздел Сохранить геометрию с возможностью обновления) то обновить геометрию сохранённых деталей, согласно изменениям в сборке, можно при помощи данной команды.

Создать сборочную единицу

Помещает выбранные фрагменты в отдельный новый файл с возможностью подстановки созданной сборочной единицы в сборку (подробнее см. подраздел Создать сборочную единицу). Новый файл фрагмент входит в структуру сборки.

Обновить геометрию ссылочных элементов

Команда обновит все ссылочные элементы в указанном фрагменте, полностью пересчитает фрагмент и сохранит его.

- **Обновить геометрию всех ссылочных элементов**

  Команда обновит все ссылочные элементы во всех фрагментах сборки, полностью пересчитает фрагменты и сохранит их.

Пересохранить фрагменты

Сохранит последовательно все фрагменты: от фрагментов нижних уровней до верхних. Команда нужна для того, чтобы все изменения фрагментов были последовательно обновлены и сохранены во всех подсборках.

Обновить файлы

Обновит и сохранит файлы адаптивных фрагментов и фрагментов с внешними переменными согласно их исполнению в сборке. Если в сборке есть фрагмент, который благодаря геометрическим параметрам или внешним переменным имеет множественное исполнение,

то при выполнении данной команды – внутри файла фрагмента будет подставлено последнее из созданных исполнений.

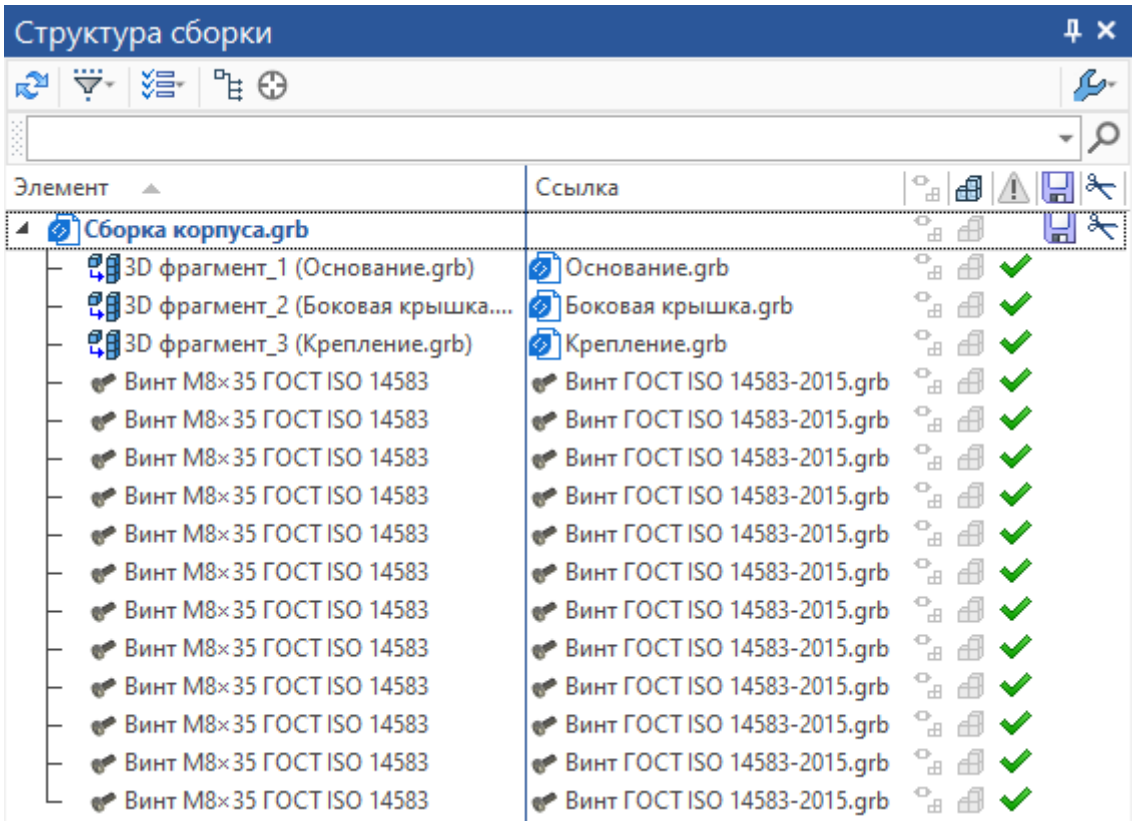
Команда не подходит для создания деталировки, если в сборке есть фрагменты с несколькими исполнениями, т.е. с разными значениями геометрических параметров и внешних переменных.

- **Отчёт**
  Создаёт файл формата «str» (открыть можно любой программой, позволяющей открывать файлы формата «txt») в котором будет указан полный путь каждого фрагмента и его внешние переменные.

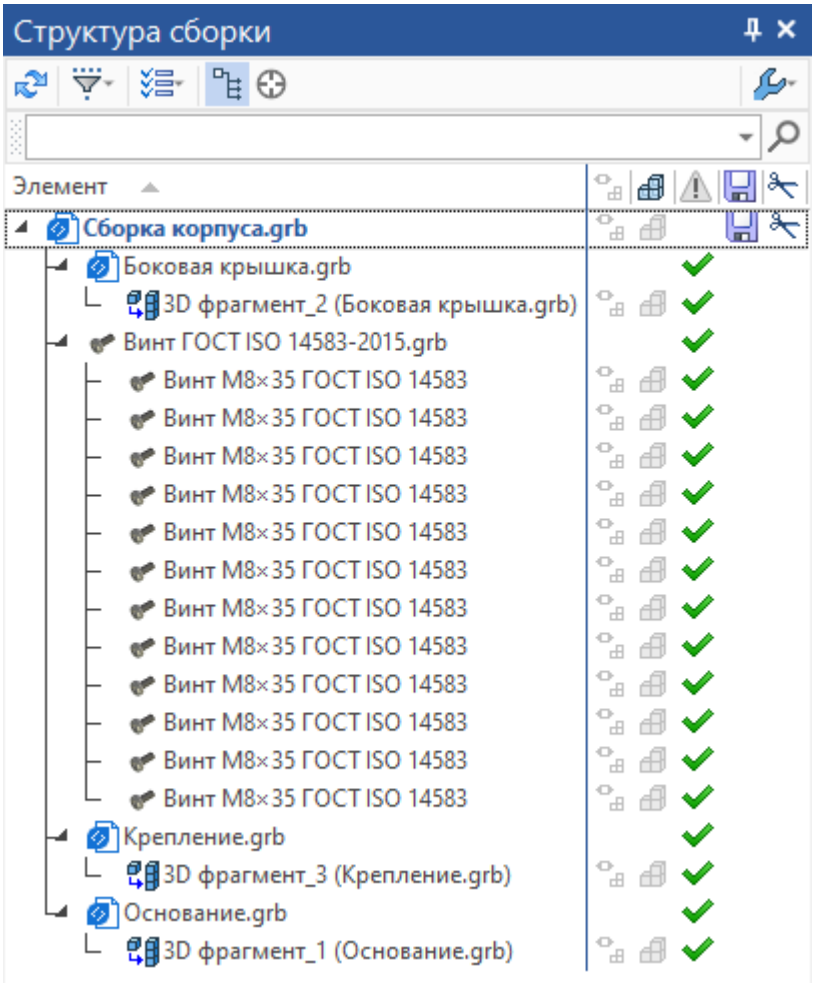
Сохранить всё
Сохранит все фрагменты, открытые в системе на данный момент.

Режимы отображения структуры сборки

На панели структуры в окне Структура сборки по умолчанию показывается структура сборки: т.е. количество деталей и подсборок (фрагментов в сборке) и их уровень вложенности.
Структура сборки может содержать много исполнений фрагмента, ссылающихся на один и тот же один исходный файл. Например, показанная на рисунке ниже сборка состоит из 15 фрагментов при этом для её создания понадобилось только 4 файла, один из которых – это файл самой сборки (**Сборка корпуса.grb**). Какой фрагмент ссылается на какой файл, можно увидеть в колонке **Ссылка**.



Из рисунка видно, что все винты в сборке ссылаются на один файл **Винт ГОСТ ISO 14583-2015.grb**. Можно отобразить сборку не по её структуре, а по её ссылкам. Т.е. показать количество исходных файлов и какие фрагменты ссылаются на эти файлы. Для этого нужно нажать кнопку **Группировка по ссылкам** на панели инструментов окна **Структура сборки**. В таком режиме на первом уровне структуры сборки отображаются исходные файлы. Для каждого файла указаны ссылки на них фрагментов в сборке.



Повторным нажатием кнопки **Группировка по ссылкам** можно вернуть отображение структуры сборки в режим по умолчанию.

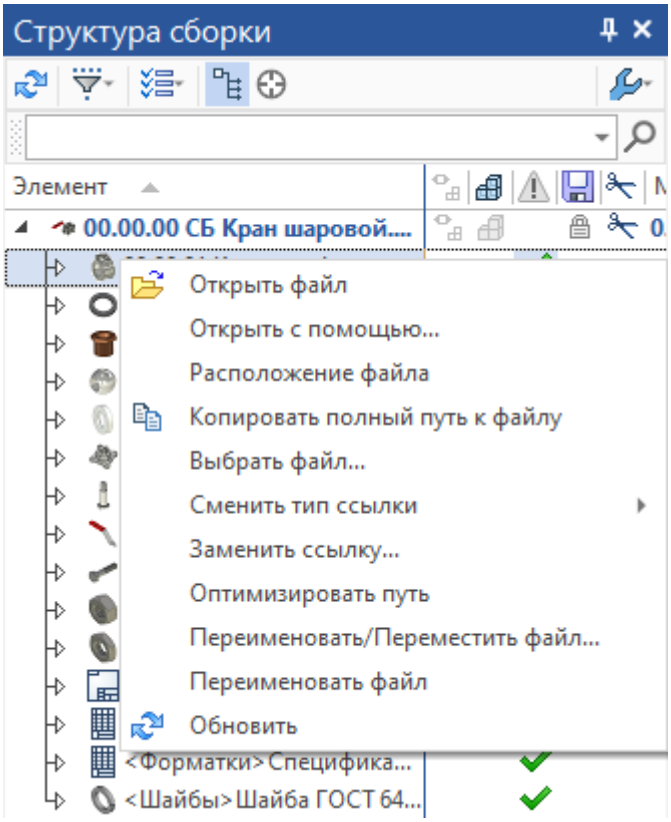
Контекстное меню элементов структуры сборки

В режиме **Группировка по ссылкам** в окне Структура сборки отображаются ссылки, содержимое контекстного меню которых описано отдельно ниже.

Содержимое контекстного меню прочих элементов в окне **Структура сборки** аналогично содержимому такого же меню в окне 3D (для 3D элементов) или 2D (для 2D элементов) вида. В контекстном меню 2D и 3D фрагментов, а также верхнего уровня структуры, дополнительно доступна команда Создать 3D фрагмент.

Контекстное меню ссылок

В режиме **Группировка по ссылкам** контекстное меню ссылок содержит следующие команды:

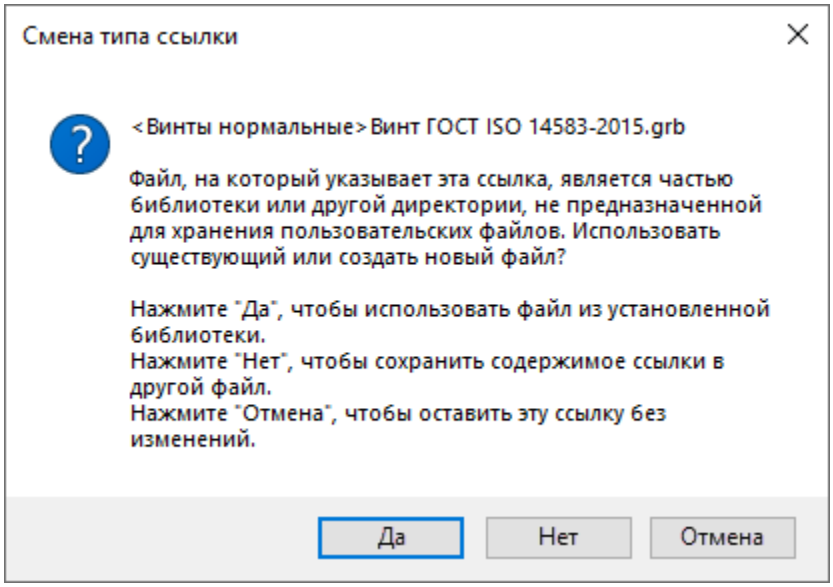


Открыть файл. Позволяет открыть выбранный «grb» файл в новой вкладке.
Открыть с помощью. Позволяет открыть выбранный «grb» файл с указанием открываемой программы, используя стандартное средство Windows.
Расположение файла. Позволяет открыть папку с выбранным файлом.
Копировать полный путь к файлу. Копирует путь к файлу в буфер обмена.
Выбрать файл. Позволяет открыть окно выбора файла.
Сменить тип ссылки. Позволяет сменить тип ссылки с **Внешняя** на **Внутренняя** и наоборот.

> T-FLEX CAD позволяет хранить объект ссылки как вне документа T-FLEX CAD в виде обычного внешнего файла (внешняя ссылка), так и непосредственно внутри файла составного документа (внутренняя ссылка). Внутреннее хранение ссылки увеличивает размер составного документа T-FLEX CAD, однако позволяет работать с ним как с одним файлом.

> Создание внутренних фрагментов недоступно в режиме интеграции с T-FLEX DOCs.

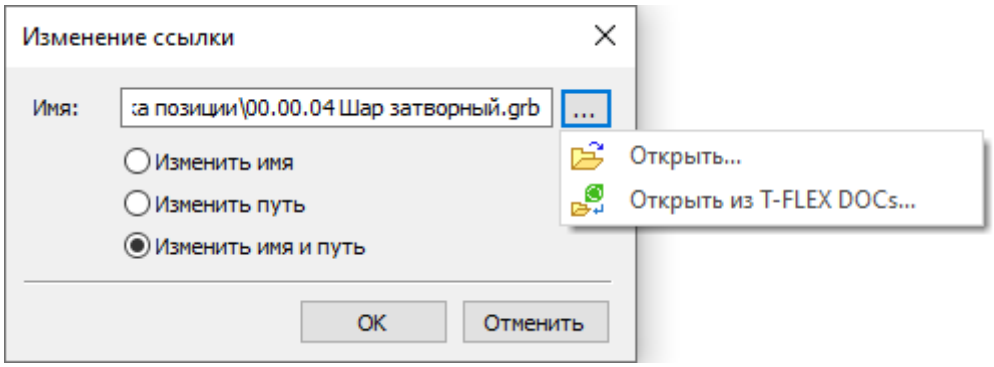
При изменении ссылки библиотечного элемента с **Внутренняя** на **Внешняя** система предложит следующие дальнейшие действия:



Заменить ссылку. Позволяет изменить имя файла, путь до файла или всё вместе. Если интеграция с T-FLEX DOCs выключена, то нажатие на кнопку **[...]** открывает стандартный диалог выбора файлов Windows, позволяя указать путь к локальному файлу. В режиме интеграции с T-FLEX DOCs нажатие на кнопку **[...]** вызывает выпадающее меню, в котором можно выбрать одну из следующих опций:

Открыть...
Открывает стандартный диалог выбора файлов Windows, позволяя указать путь к локальному файлу.

Открыть из T-FLEX DOCs...
Открывает диалог выбора файлов T-FLEX DOCs, позволяя указать путь к файлу в одном из справочников T-FLEX DOCs.



Оптимизировать путь. Позволяет отобразить в колонке **Элемент** полный путь до файла вместо его имени. Данная опция работает при отключенной опции Оптимизировать путь в **Установках** системы (вкладка **Фрагменты**).

Переименовать/переместить файл. Позволяет открыть системное окно Windows для перемещения и переименования файла.

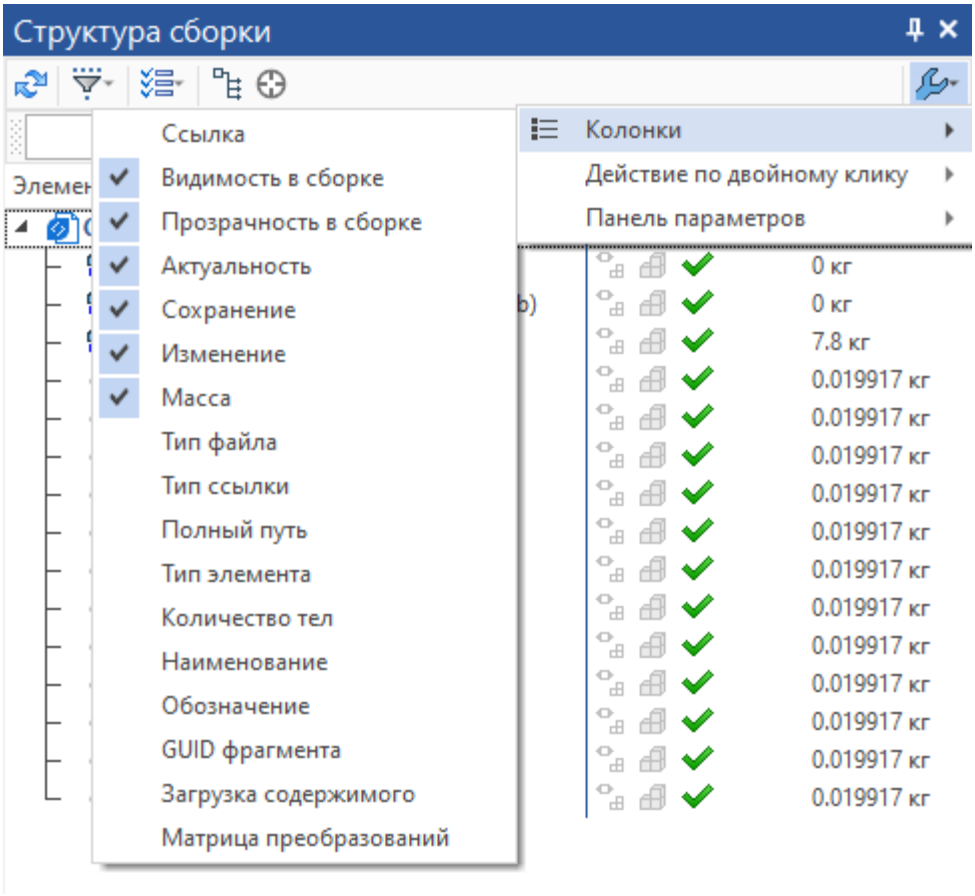
Переименовать. Позволяет переименовать файл в системе T-FLEX CAD.

Обратите внимание, что переименование и перемещение возможно только для файлов, доступных для записи. Для переименования или перемещения библиотечных элементов необходимо сначала сохранить их в место, доступное для записи, а затем воспользоваться командой **Выбрать файл**, выбрав ранее сохраненные файлы, чтобы они отобразились в **Структуре сборки.** См. пример именования фрагментов в сборке в уроке 4 продвинутого уровня **Учебного пособия**.

Обновить. Позволяет обновить актуальность файла.

Колонки в окне "Структура сборки"

В окне Структура сборки можно настроить набор колонок, отображаемых для элементов структуры. На рисунке ниже показано какие колонки отображаются по умолчанию.



Доступны следующие колонки:

- **Элемент**
  Основная колонка, всегда отображается в данном окне. Содержит дерево структуры сборки с именами и иконками элементов.
- **Ссылка**
  В колонке показан файл, на который ссылается элемент сборки.

Видимость в сборке
Иконка в данной колонке показывает, виден ли элемент в 3D сцене:
– виден;
– скрыт.
Нажатие на иконку включает/выключает видимость элемента. Если элемент не содержит 3D модели, то колонка пуста.

См. также раздел Управление видимостью элементов.

Прозрачность в сборке
Иконка в данной колонке показывает прозрачность элемента в 3D сцене:
– прозрачность отключена;
– прозрачность включена.
Нажатие на иконку включает/выключает прозрачность элемента. Если элемент не содержит 3D модели, то колонка пуста.

Актуальность

Иконка в данной колонке показывает актуальность элемента в сборке относительно обновлений геометрии в исходном файле:

– ссылка актуальная;

– ссылка не актуальная, нужно обновить элемент в сборке;

– файл не найден.

Сохранение

Иконка в данной колонке показывает наличие доступа к файлу фрагмента в текущем сеансе T-FLEX CAD:

– файл открыт с доступом на чтение и запись;

– файл открыт с доступом только на чтение.

Если файл не открыт в текущем сеансе, то колонка пуста.

Изменение

Иконка указывает на наличие несохранённых изменений в файле элемента сборки.

- **Масса**
  Показывает массу детали или подсборки (в зависимости от того, является ли элемент подсборкой или деталью).
- **Тип файла**
  Указывает на расширение файла. Колонка нужна для понимания является ли элемент сборки документом T-FLEX CAD или внешней моделью других форматов («stp», «igs» и др.).
- **Тип ссылки**
  Внешняя или внутренняя. Внешняя – когда файл сохранён отдельно от сборки. Внутренняя – когда файл вложен в файл сборки.
- **Полный путь**
  Колонка отображает полный путь к элементу сборки.
- **Тип элемента**
  Показывает тип объекта, к которому относится элемент структуры сборки (3D фрагмент, параметры документа, внешние ссылки, стандартные элементы).
- **Количество тел**. Указывает количество фрагментов и (или тел) внутри элемента структуры сборки.
- **Наименование**
  Показывает наименование, которое мы указали при создании элемента сборки в окне диалога создания фрагмента или детали.
- **Обозначение**
  Показывает обозначение, которое мы указали при создании элемента сборки в окне диалога создания фрагмента или детали.
- **GUID фрагмента**
  Отображает уникальный идентификатор фрагмента.

Загрузка содержимого

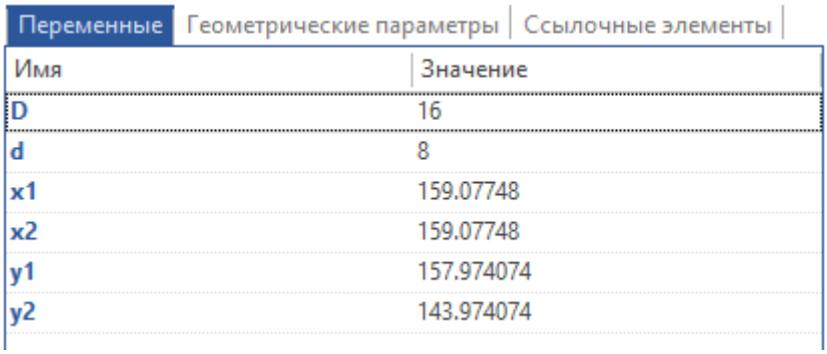
Отображает полноту загрузки выбранного фрагмента (см. раздел Работа с большими сборками).

- **Матрица преобразований**
  Отображает матрицу преобразований фрагмента. При необходимости можно скопировать матрицу преобразований в буфер обмена с помощью соответствующей команды контекстного меню.

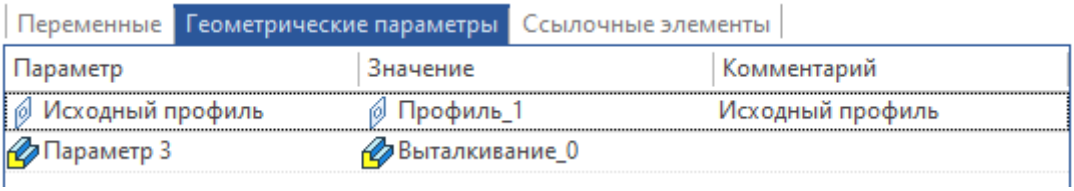
Панель параметров элемента структуры сборки

Панель параметров выбранного элемента по умолчанию находится в нижней части окна Структура сборки. Можно изменить расположение панели или отключить её отображение с помощью кнопки Параметры. В панели параметров доступны следующие вкладки:

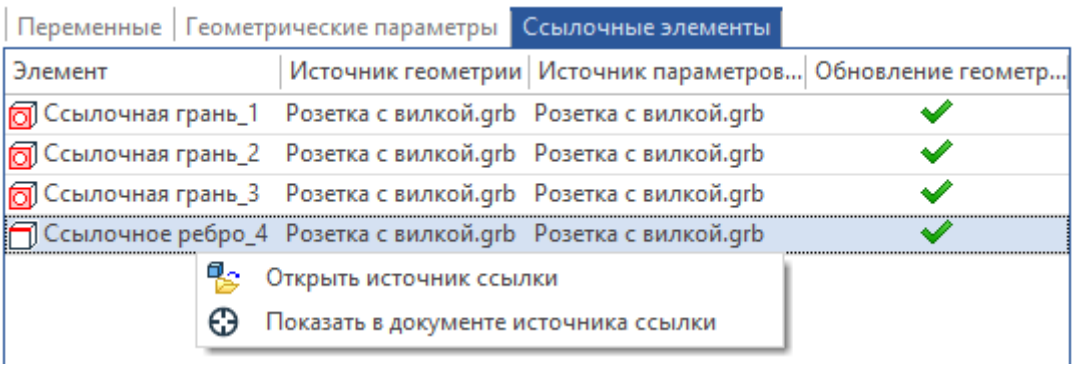
- **Переменные**
  Содержит список внешних переменных фрагмента, выбранного в структуре сборки, и их значения.



- **Геометрические параметры**
  Содержит список геометрических параметров **адаптивного** фрагмента, выбранного в структуре сборки, их значения и комментарии.



- **Ссылочные элементы**
  Содержит список ссылочных элементов объекта, выбранного в структуре сборки. Таким объектом может быть как фрагмент, так и текущий документ. Для каждого ссылочного элемента отображается имя файла-источника геометрии, имя файла-источника параметров документа и состояние опции обновления геометрии при пересчёте. Нажатие на строке ссылочного элемента в списке вызывает его контекстное меню. Если ссылочный элемент создан в текущем документе, то содержимое контекстного меню аналогично содержанию такого же меню в окне 3D вида. Если ссылочный элемент создан в другом документе, то в контекстном меню доступны только две команды: **Открыть источник ссылки** (открывает документ-источник геометрии) и **Показать в документе источника ссылки** (открывает документ-источник геометрии и наводит камеру в его 3D окне на выбранный ссылочный элемент)



Планировка. Связь между 2D и 3D фрагментами

Если в документе присутствуют как 3D модель, так и 2D изображение, то такой документ можно вставить в другой документ как в качестве 3D фрагмента, так и в качестве 2D фрагмента.

Если вставить в одну сборку 2D и 3D фрагмент обычным способом по отдельности, в обоих случаях выбирая один и тот же файл фрагмента, то между 2D и 3D фрагментом не будет никакой связи, несмотря на то, что они основаны на одном и том же файле.
Однако, помимо обычного способа вставки фрагментов, для таких случаев также доступны следующие способы, позволяющие связать положение 2D фрагмента на чертеже или на странице рабочей плоскости с положением 3D фрагмента в 3D сцене:

- Ручная вставка 2D фрагмента по 3D фрагменту
  Данный способ позволяет вставлять в качестве 2D фрагмента как обычную проекцию 3D модели, так и произвольное изображение (например, некое условное обозначение). Проекция может быть вставлена даже если в самом документе выбранного 3D фрагмента её нет. Произвольное изображение необходимо заранее создать в документе 3D фрагмента в соответствии с правилами, описанными в главе Создание 2D представления в документе 3D фрагмента.
- Автоматическая вставка 3D фрагмента по 2D фрагменту
- Ручная вставка 3D фрагмента по 2D фрагменту без использования режима планировки
- Ручная вставка 3D фрагмента по 2D фрагменту с использованием режима планировки

Помимо параметрической 3D модели в документе может также присутствовать 3D изображение, повторяющее форму модели без учета её параметрической структуры. Если в сборку уже вставлен 2D фрагмент на основе такого документа, то в неё также можно вставить и соответствующее 3D изображение, связав положение последнего в 3D сцене с положением 2D фрагмента на чертеже или на странице рабочей плоскости.

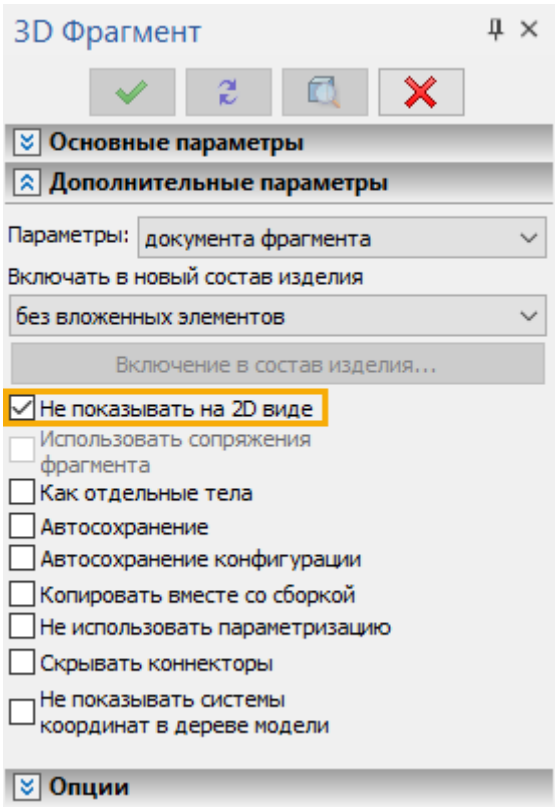
Кроме того, при вставке 3D фрагмента можно автоматически вставить 2D фрагмент на основе изображения, содержащегося на одной из страниц документа 3D фрагмента (учитываются только обычные страницы). При такой вставке 2D фрагмента он позиционируется независимо от 3D фрагмента.

Основные темы в этом разделе:

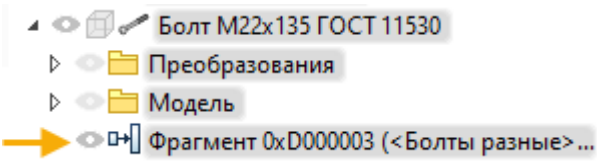
- Автоматическая вставка 2D фрагмента по 3D фрагменту
- Создание 2D представления в документе 3D фрагмента
- Ручная вставка 2D фрагмента по 3D фрагменту
- Автоматическая вставка 3D фрагмента по 2D фрагменту
- Ручная вставка 3D фрагмента по 2D фрагменту без использования планировки
- Ручная вставка 3D фрагментов по 2D фрагментам с использованием планировки
- Режим планировки при применении преобразований к 3D фрагменту
- Вставка 3D изображения по 2D фрагменту
- Пример использования планировки

Автоматическая вставка 2D фрагмента по 3D фрагменту

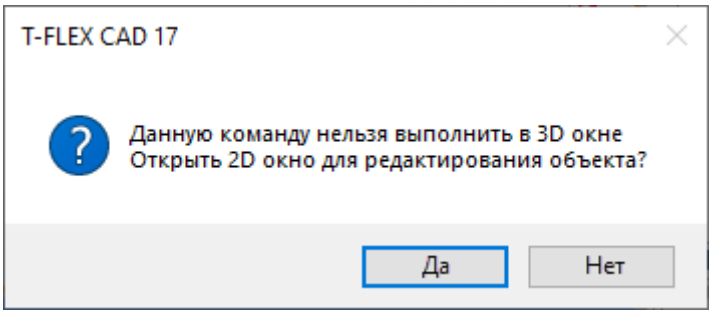
При вставке и редактировании 3D фрагмента в окне параметров по умолчанию установлен флаг **Не показывать на 2D виде**.



Если его снять, то после завершения работы команды в **дереве модели** и в окне **Элементы модели** также будет доступен 2D фрагмент на основе изображения, содержащегося в файле 3D фрагмента.



Изначально этот 2D фрагмент не размещён на чертеже. Для размещения на чертеже необходимо вызвать вызвать для такого 2D фрагмента команду **Изменить**.
Если при вызове команды активно окно 2D вида, то фрагмент будет размещён на текущей странице.
Если при вызове команды активно окно 3D вида в режиме черчения на РП, то фрагмент будет размещён на этой РП.
Если при вызове команды открыто окно 3D вида вне режима черчения на РП, то система предложит открыть 2D окно:

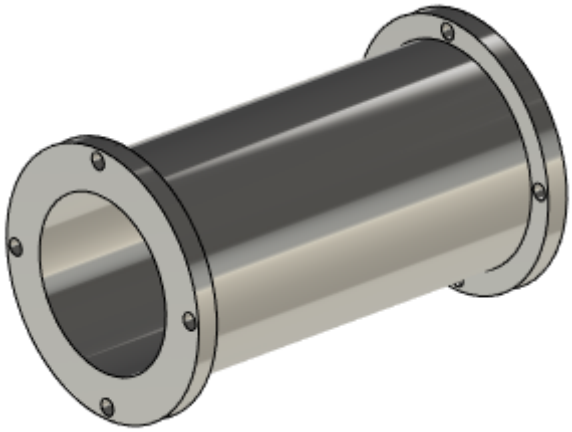


При положительном ответе откроется новое окно текущего документа, содержащее одно окно 2D вида, и фрагмент будет размещён на первой странице.
При отрицательном ответе запуск команды редактирования фрагмента будет отменён.

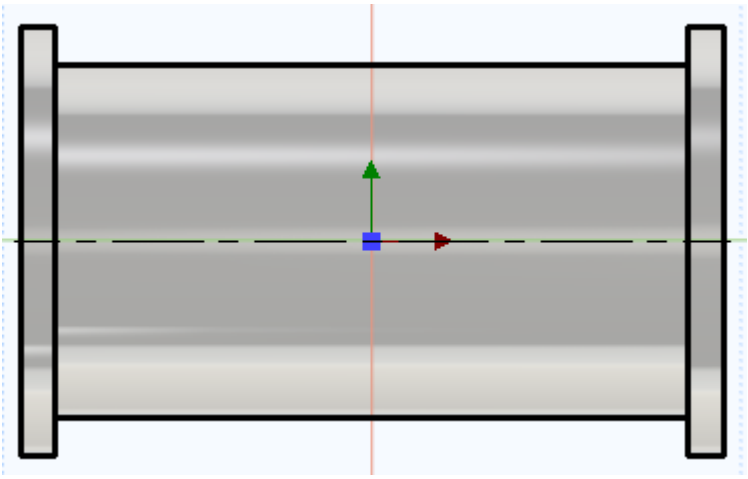
Если активно окно вида, отличного от 3D и 2D, то вызов команды редактирования фрагмента недоступен.
Дальнейшая работа с 2D фрагментом осуществляется обычными способами, описанными в разделе Создание сборочных 2D чертежей.
При такой вставке 2D фрагмента он позиционируется независимо от 3D фрагмента. Если требуется создание ассоциативной связи между положением 2D фрагмента и соответствующего ему 3D фрагмента, используйте ручную вставку.

Создание 2D представления в документе 3D фрагмента

Вместо проекции 3D фрагмента на чертеже сборки можно использовать заранее подготовленное в файле 3D фрагмента упрощённое схематичное 2D изображение (2D представление). Данную возможность удобно использовать при планировке цехов, создании электронных схем и в других случаях, требующих схематического отображения 3D элементов на чертежах. Сборочные чертежи, созданные с использованием 2D представлений, как правило, пересчитываются быстрее, чем чертежи, созданные с использованием обычных проекций. 2D представление может также быть создано на основе обычной проекции, но при этом содержать условные графические обозначения, которые не предусмотрены на проекциях (например, направление открытия двери).
2D представление должно быть создано с соблюдением особых правил. Рассмотрим его создание на примере элемента трубопровода.



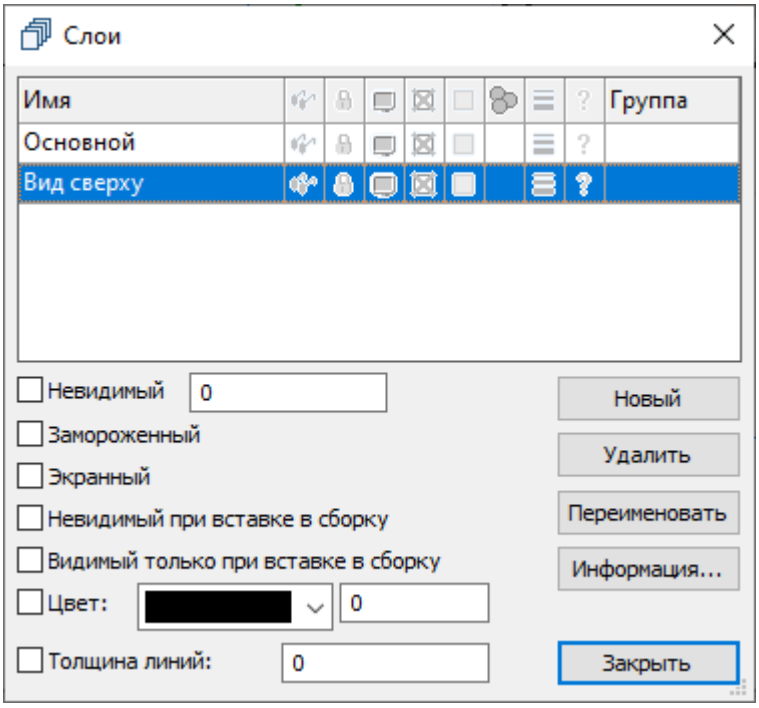
Для начала создайте 3D модель как показано на рисунке выше.
Далее на рабочей плоскости **Вид сверху** создайте чертёж вида сверху данного элемента.



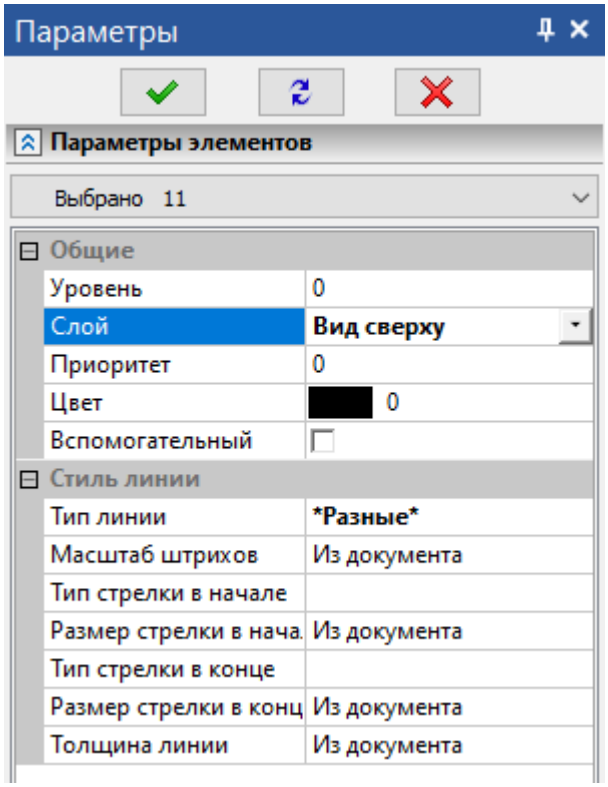
Важно, чтобы габаритные размеры 2D представления и 3D модели были одинаковыми. Если модель параметрическая, то желательно также обеспечить автоматическое перестроение 2D представления при изменении параметров.

> Если не соблюдать вышеуказанные условия и длина 2D представления трубы, например, будет меньше чем у 3D фрагмента, то на чертеже 2D фрагмент не будет соединен с другими элементами трубопровода.

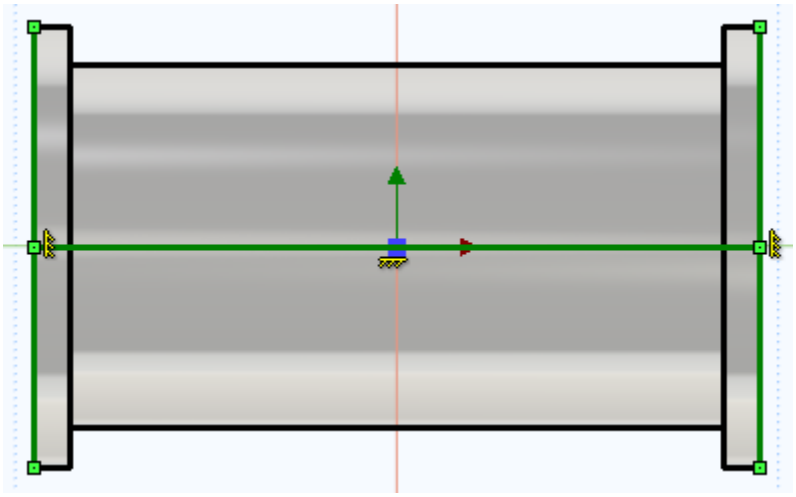
В данном случае удобно использовать команду **Проекция элементов** и создать необходимый чертеж на основе вспомогательных линий.
Можно создать несколько различных 2D представлений детали на одной или на разных рабочих плоскостях, а затем выбрать любой из них при создании чертежа сборки.
При создании разных 2D представлений на одной и той же плоскости нужно присвоить этим представлениям разные слои.
При помощи команды **Слои** создайте новый слой **Вид сверху**.



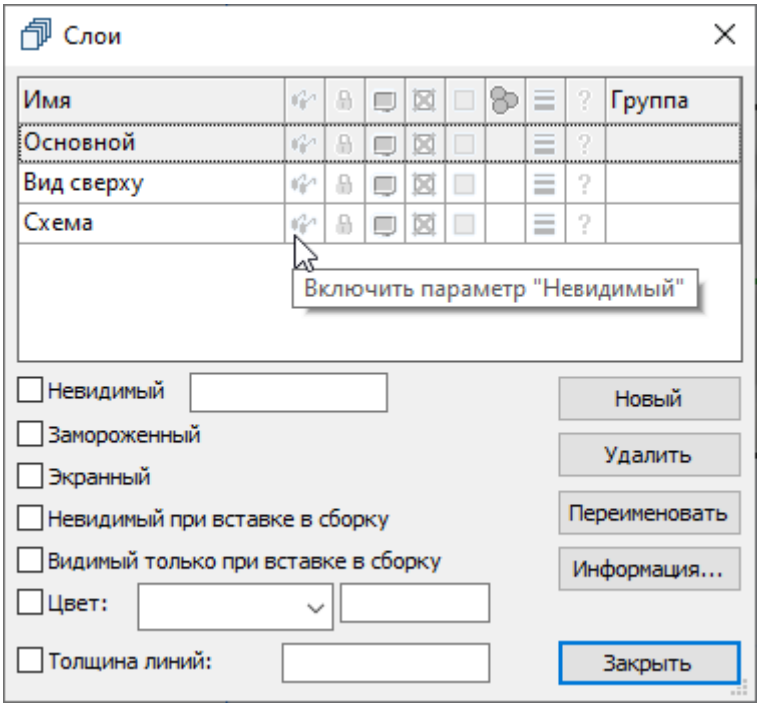
Далее выделите линии изображения чертежа и выберите в окне параметров слой **Вид сверху**.



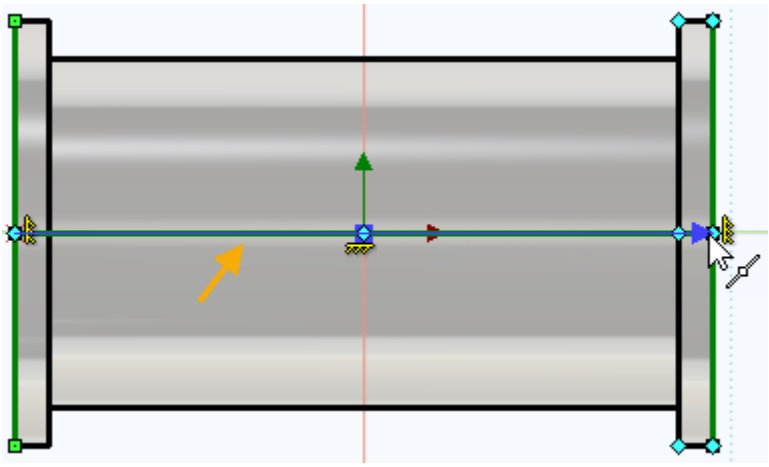
Теперь выбранные линии изображения будут ассоциироваться только с ним.
Далее поверх предыдущего чертежа **Вид сверху** создайте схематичный чертеж **Схема**, используя другой цвет линий изображения.



Назначьте слой **Схема** для линий изображения схематичного чертежа как описано выше.
Можно управлять видимостью линий изображения с помощью включения параметра **Невидимый** для определенного слоя.

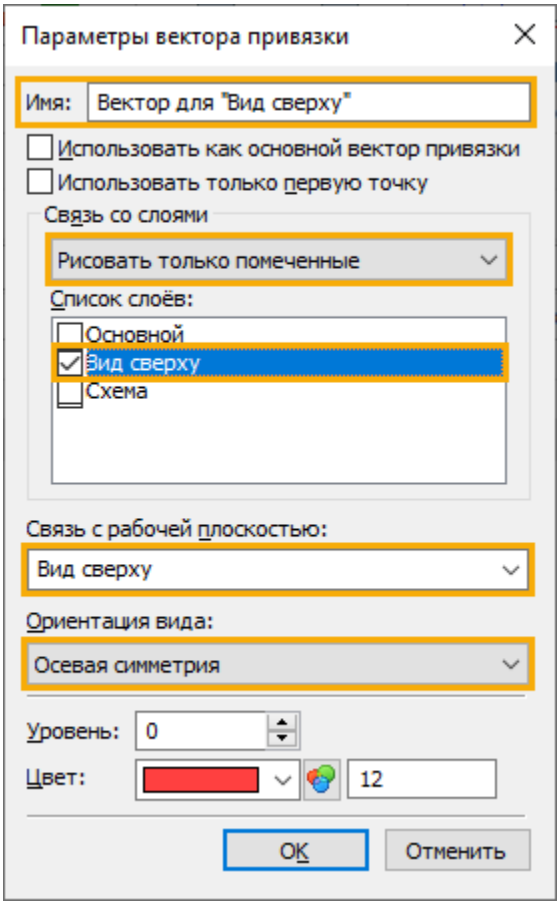


Следующим шагом создайте вектор привязки при помощи команды **Вектор привязки**. Укажите на чертеже начало и конец вектора.



В диалоге параметров вектора задайте имя **Вектор для «Вид сверху»**. В графе **Связь со слоями** выберите пункт **Рисовать только помеченные**, чтобы при нанесении в качестве фрагмента отображался только чертёж, расположенный на выбранном слое. В списке слоёв установите флаг для слоя **Вид сверху**.

В поле **Связь с рабочей поверхностью** выберите плоскость **Вид сверху**. В поле **Ориентация вида** выберите вариант **Осевая симметрия**.



Ту же последовательность действий повторите для схематичного изображения, указав другой слой, и сохраните файл фрагмента.
В результате при вставке 2D фрагмента по 3D фрагменту данного трубопровода можно будет выбирать между стандартной проекцией и двумя пользовательскими 2D представлениями: **Вид сверху** и **Схема**.

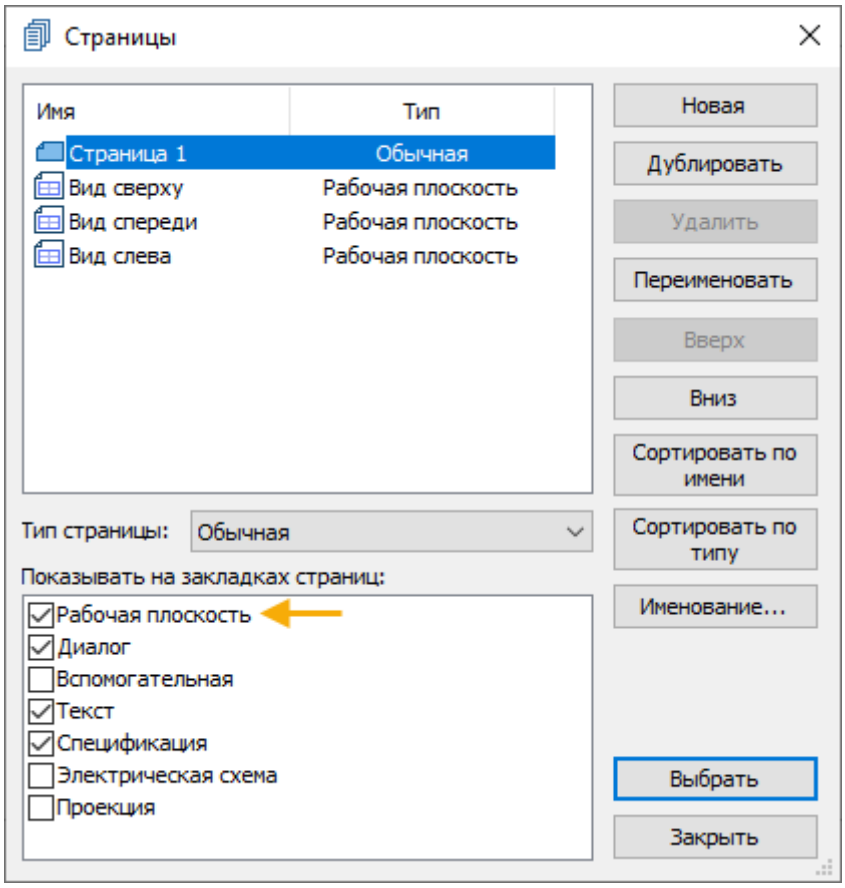
Ручная вставка 2D фрагмента по 3D фрагменту

Если в сборку вставлен 3D фрагмент, в документе которого есть пользовательское 2D представление, то это представление можно вставить на рабочую плоскость в сборке в качестве 2D фрагмента. Кроме того, если 2D представления используются только для части имеющихся 3D фрагментов, то для с помощью аналогичного механизма можно вставить на ту же рабочую плоскость автоматически генерируемые проекции тех 3D фрагментов, для которых недоступно пользовательское 2D представление. В обоих случаях используется режим проецирования 3D фрагментов на РП. Для входа в режим активируйте следующую опция, доступную в автоменю после вызова команды вставки 2D фрагмента:

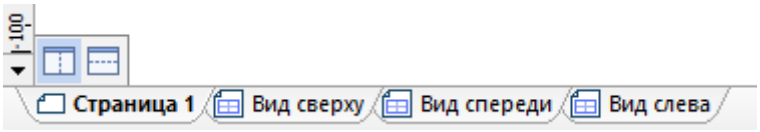
<W> Спроецировать 3D фрагменты на рабочую плоскость

После входа в режим стартовый набор опций автоменю сменяется опциями, описанными ниже.
Рассмотрим использование режима на примере фрагмента трубопровода.
До начала работы со сборкой необходимо создать 3D модель и 2D представления трубопровода, как описано в главе Создание 2D представления в документе 3D фрагмента.
Затем создайте новый файл сборки и вставьте в него 3D фрагмент трубопровода.

Далее необходимо перейти на 2D страницу рабочей плоскости **Вид сверху**. Чтобы в 2D окне отображались страницы рабочих плоскостей, необходимо вызвать команду **Страницы** и установите флаг **Рабочая плоскость** в появившемся диалоге.



Теперь внизу 2D окна будут отображаться закладки рабочих плоскостей.



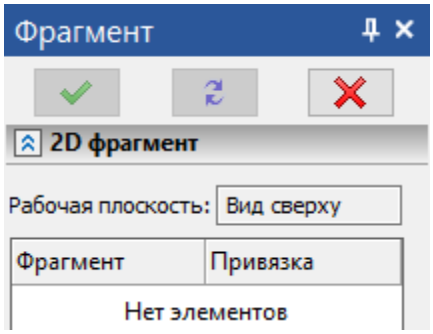
Перейдите на страницу рабочей плоскости **Вид сверху** и вызовите команду вставки 2D фрагмента. Для входа в режим проецирования 3D фрагментов активируйте следующую опцию автоменю:

<W> Спроецировать 3D фрагменты на рабочую плоскость

После входа в режим автоматически активируется следующая опция:

<W> Выбрать рабочую плоскость для задания направления проецирования

Выберите рабочую плоскость **Вид сверху.** Имя выбранной плоскости отобразится в окне параметров.



После выбора плоскости автоматически активируется следующая опция:

<F> Выбрать 3D фрагмент

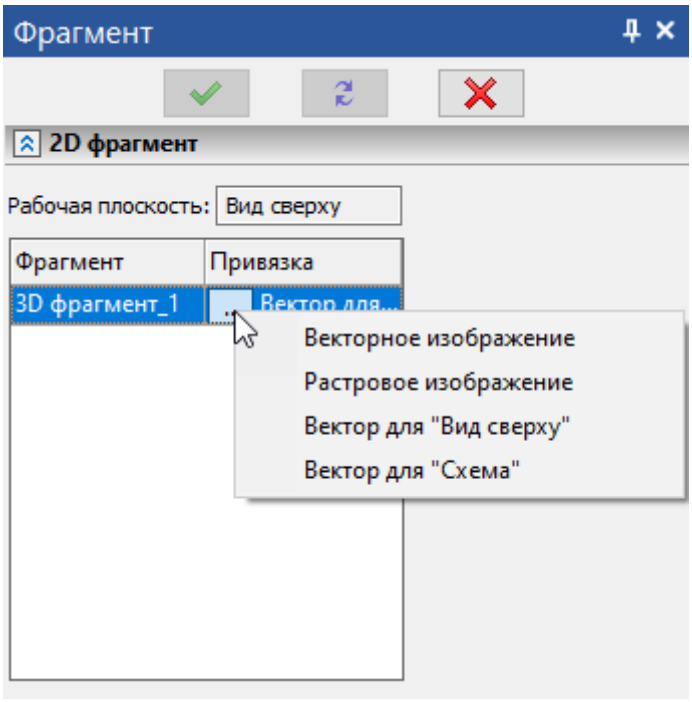
Выберите ранее вставленный 3D фрагмент трубопровода.
Можно также выбрать сразу несколько 3D фрагментов вручную или выбрать все имеющиеся в 3D сцене 3D фрагменты с помощью опции:

<A> Выбрать все 3D фрагменты в сцене

Для сброса отмены выбора можно использовать следующую опцию:

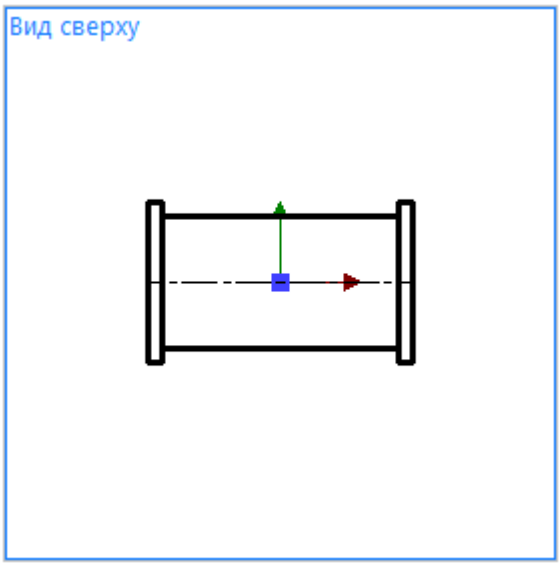
<Esc> Отменить выбор всех элементов

Список выбранных 3D фрагментов отображается в окне параметров. Для каждого фрагмента в списке доступна кнопка [...]. При нажатии данной кнопки появляется выпадающее меню, в котором можно выбрать любое из 2D представлений, доступных для фрагмента. Имена пользовательских представлений в меню соответствуют именам их векторов привязки.

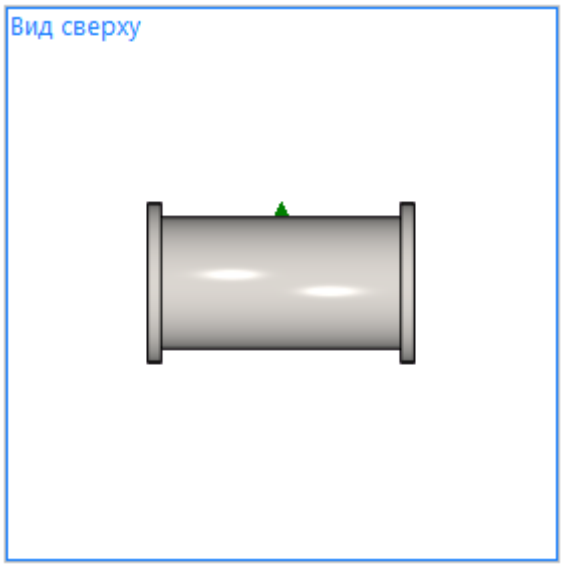


В рассматриваемом примере доступны следующие представления:

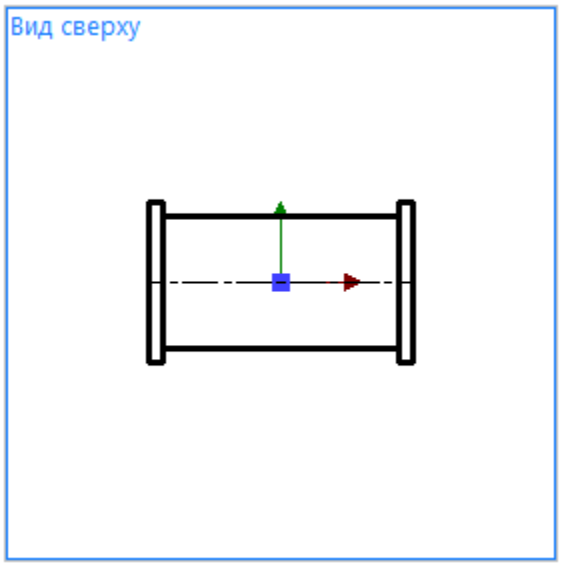
- **Векторное изображение**
  2D фрагмент будет содержать проекцию 3D фрагмента с использованием стиля **Линии изображения**;



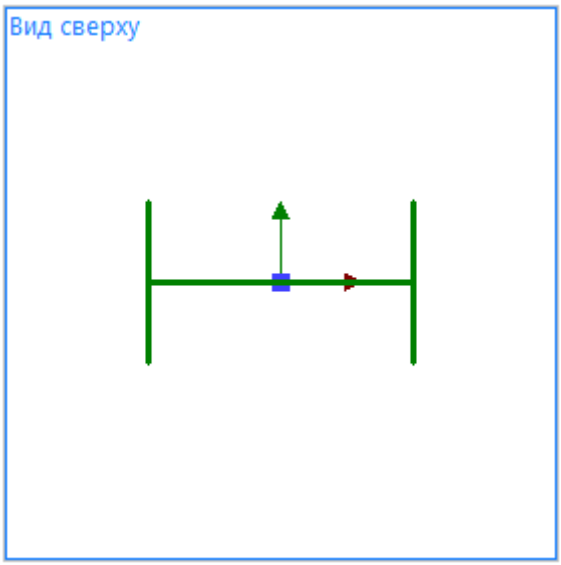
- **Растровое изображение**
  2D фрагмент будет содержать проекцию 3D фрагмента с использованием стиля **Тоновая закраска с материалами**;



- **Вектор для "Вид сверху"**
  2D фрагмент будет содержать созданное ранее в документе 3D фрагмента 2D представление **Вид сверху**;
  В рассматриваемом примере данное представление выглядит так же, как автоматически генерируемое **Векторное изображение**.



- **Вектор для "Схема"**
  2D фрагмент будет содержать созданное ранее в документе 3D фрагмента 2D представление **Схема**.



Выберите желаемое представление и закончите ввод с помощью следующей опции:

	<F5>, <Enter>	Закончить ввод

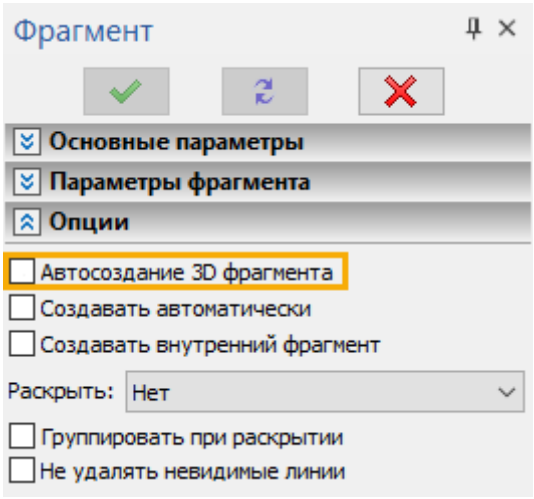
Выбранное 2D представление будет вставлено в качестве 2D фрагмента на выбранную рабочую плоскость.

Для пользовательских 2D представлений между положением и ориентацией 3D фрагмента и соответствующего ему 2D фрагмента сохраняется ассоциативная связь, но она работает только в одну сторону - от 3D к 2D. То есть, если вручную переместить или повернуть 3D фрагмент в 3D сцене и, то 2D фрагмент автоматически переместится или повернётся на РП соответствующим образом, тогда как при попытке ручного перемещения или поворота 2D фрагмента на рабочей плоскости внесённые изменения не будут сохранены.

Для автоматически генерируемых 2D представлений такая ассоциативная связь распространяется только на ориентацию фрагментов. 2D фрагмент всегда будет располагаться в начале координат выбранной РП, независимо от положения 3D фрагмента в 3D сцене.

Автоматическая вставка 3D фрагмента по 2D фрагменту

При вставке 2D фрагмента в окне параметров по умолчанию снят флаг **Автосоздание 3D фрагмента**.

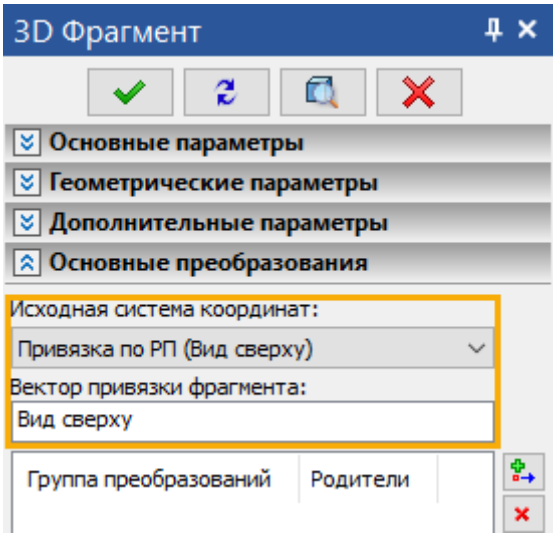


Если его установить, то после вставки 2D фрагмента в 3D сцене также появится 3D фрагмент на основе модели, содержащейся в документе 2D фрагмента.

> Для работы данной опции требуется наличие в документе любого 3D элемента.

Если 2D фрагмент вставляется на обычную страницу чертежа, то соответствующий 3D фрагмент будет расположен в начале глобальной системы координат. Никакой связи между положением 3D и 2D фрагмента при этом не образуется.

Если же 2D фрагмент вставляется на страницу рабочей плоскости, то соответствующий 3D фрагмент будет расположен в 3D сцене относительно системы координат этой рабочей плоскости в соответствии с положением 2D фрагмента. При этом в параметрах 3D фрагмента в поле **Исходная система координат** автоматически устанавливается опция **Привязка по РП**, а ниже указывается основной **вектор привязки** соответствующего 2D фрагмента (если таковой использовался для вставки 2D фрагмента).



В результате, ассоциативная связь между положением 2D и 3D фрагментов сохраняется при последующем редактировании сборки. То есть, если вручную переместить или повернуть 2D фрагмент на странице, то после обновления модели 3D фрагмент автоматически переместится или повернётся в 3D сцене соответствующим образом. Если вручную переместить или повернуть 3D фрагмент в 3D сцене, то изменятся или нет при этом положение и ориентация связанного с ним 2D фрагмента зависит от состояния следующей опции, доступной в автоменю команды редактирования 3D фрагмента:

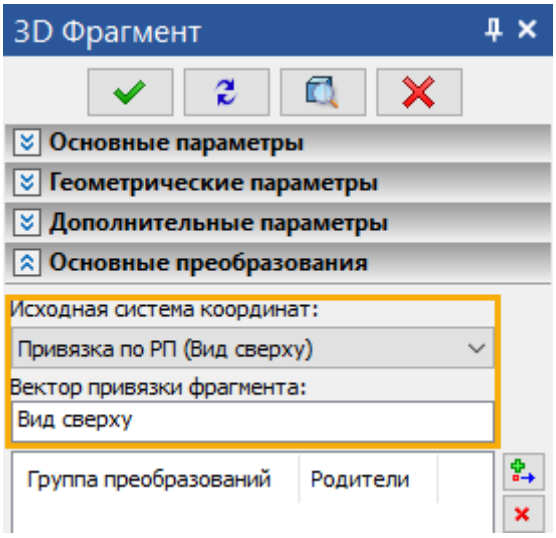
<L> Режим планировки

Ручная вставка 3D фрагмента по 2D фрагменту без использования планировки

После вызова команды вставки 3D фрагмента можно нажатием выбрать в 3D сцене, на чертеже, в дереве модели или в окне **Структура сборки** ранее вставленный в текущий документ 2D фрагмент и вставить 3D фрагмент на основе модели, содержащейся в документе выбранного 2D фрагмента.

Если выбранный 2D фрагмент располагается на обычной странице чертежа, то после его выбора произойдёт обычная вставка 3D фрагмента. Никакой связи между 2D и 3D фрагментом при этом не образуется. Такой способ вставки лишь упрощает выбор 3D фрагмента, позволяя указать на его изображение на чертеже вместо указания пути к файлу. По умолчанию 3D фрагмент будет помещён в начало глобальной системы координат, независимо от положения 2D фрагмента на чертеже. При необходимости можно вручную задать дополнительные преобразования и прочие параметры 3D фрагмента так же, как это обычно делается в команде вставки 3D фрагмента

Если же выбранный 2D фрагмент располагается на странице рабочей плоскости, то после его выбора 3D фрагмент будет автоматически расположен в 3D сцене относительно этой рабочей плоскости в соответствии с положением на ней 2D фрагмента. Манипуляторы преобразований 3D фрагмента при этом будут недоступны. В параметрах 3D фрагмента в поле **Исходная система координат** автоматически устанавливается опция **Привязка по РП**, а ниже указывается **вектор привязки** соответствующего 2D фрагмента (если таковой использовался для вставки 2D фрагмента).



После подтверждения вставки 3D фрагмента (или **<Ctrl>+<Enter>**) ассоциативная связь между положением 3D и 2D фрагментов сохраняется. То есть, если вручную переместить или повернуть 2D фрагмент на странице, то после обновления модели 3D фрагмент автоматически переместится или повернется в 3D сцене соответствующим образом. Если вручную переместить или повернуть 3D фрагмент в 3D сцене, то изменится или нет положение и ориентация связанного с ним 2D фрагмента зависит от состояния следующей опции, доступной в автоменю команды редактирования 3D фрагмента:

<L> Режим планировки

Для создания 3D сборки по 2D также можно использовать специальную команду **Планировка**, позволяющую вставить 3D фрагмент в соответствии с положением 2D фрагмента не только на странице РП, но и на обычной странице чертежа, а также дополнительно предоставляющую такие возможности, как вставка нескольких фрагментов сразу и возможность выбора другой РП для позиционирования 3D фрагмента. Подробная информация о данной команде доступна в главе Ручная вставка 3D фрагментов по 2D фрагментам с использованием планировки.

Ручная вставка 3D фрагментов по 2D фрагментам с использованием планировки

Для вставки 3D фрагментов по 2D фрагментам рекомендуется использовать следующую команду:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Вставка > Планировка Сборка (3D) > Сборка > Планировка
Клавиатура	Текстовое меню

Её также можно вызвать с помощью следующей опции автоменю после вызова команды вставки 3D фрагмента:

<G> Создать 3D фрагменты по рабочей плоскости (планировка)

После входа в команду **Планировка** автоматически активируется опция выбора 2D фрагментов, о чем говорит символ возле курсора:

<A> Выбрать исходный 2D фрагмент

Далее следует выбрать 2D фрагмент или набор 2D фрагментов, по которым вы хотите вставить 3D фрагменты. 2D фрагменты могут быть расположены на любой странице текущего документа (включая, как обычные страницы, так и страницы рабочих плоскостей). Нажатие на фрагменте добавляет его к выбранным. Чтобы сразу выбрать все фрагменты, имеющиеся на текущей странице, можно использовать следующую опцию автоменю:

<A> Выбрать все 2D фрагменты

Для сброса выбора можно воспользоваться следующей опцией автоменю:

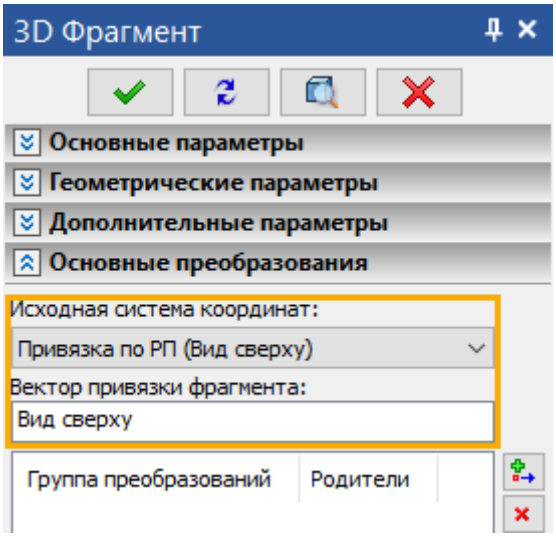
<K> Отменить выбор 2D фрагментов

При выборе 2D фрагментов, расположенных на странице рабочей плоскости, эта же плоскость автоматически выбирается для позиционирования 3D фрагментов. Однако, при необходимости можно вручную выбрать другую плоскость. При выборе 2D фрагментов, расположенных на обычной странице чертежа, ручной выбор плоскости обязателен. Выбор рабочей плоскости осуществляется с помощью следующей опции автоменю:

<W> Выбрать рабочую плоскость для задания положения 3D фрагмента

После активации опции нажатие на рабочей плоскости выбирает её. Для смены выбора активируйте опцию заново и выберите другую плоскость.

После того как выбраны желаемые фрагменты и плоскость, завершите ввод (или **<Ctrl>+<Enter>**). В результате будут вставлены 3D фрагменты на основе моделей, содержащихся в документах выбранных 2D фрагментов. По умолчанию положение 3D фрагментов в 3D сцене относительно начала локальной системы координат выбранной рабочей плоскости будет соответствовать положению 2D фрагментов относительно начала координат страницы. При этом в параметрах 3D фрагментов в поле **Исходная система координат** автоматически устанавливается опция **Привязка по РП**, а ниже указывается **вектор привязки** соответствующего 2D фрагмента (если таковой использовался для вставки 2D фрагмента).



После вставки 3D фрагментов сохраняется ассоциативная связь между их положением и положением 2D фрагментов. То есть, если вручную переместить или повернуть 2D фрагмент на странице, то после обновления модели 3D фрагмент автоматически переместится или повернётся в 3D сцене соответствующим образом. Если вручную переместить или повернуть 3D фрагмент в 3D сцене, то изменится или нет положение и ориентация связанного с ним 2D фрагмента зависит от состояния следующей опции, доступной в автоменю команды редактирования 3D фрагмента:

<L> Режим планировки

При вставке фрагментов таким способом в окне **Диагностика** могут отображаться сообщения о найденных системой несоответствиях, таких как, например, несовпадение масштаба выбранного 2D фрагмента и страницы РП, используемой для позиционирования 3D фрагмента.
При создании 3D сборок по 2D сборкам, в которых используются объекты с фиксированными размерами, рекомендуется использовать 3D изображения. При пересчёте 3D модели регенерация 3D изображения происходит гораздо быстрее, чем регенерация 3D фрагмента.

См. также:

- Выбрать другой ближайший элемент в 3D сцене
- Предварительный просмотр

Режим планировки при применении преобразований к 3D фрагменту

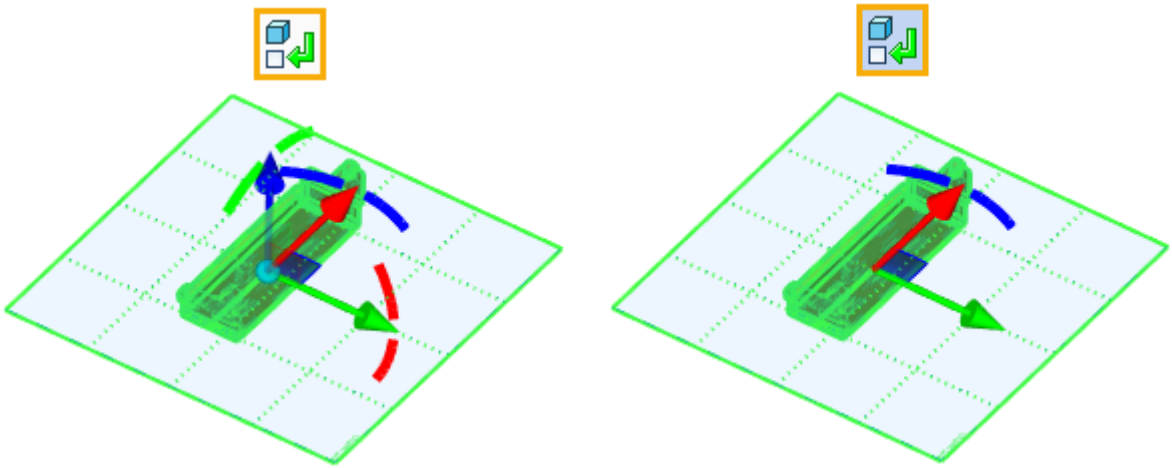
В автоменю команд вставки и редактирования 3D фрагментов в процессе применения преобразований к фрагменту доступна следующая опция:

<L> Режим планировки

Если положение 3D фрагмента не зависит от положения 2D фрагмента, то данная опция ни на что не влияет.

Если же положение 3D фрагмента зависит от положения 2D фрагмента (т.е 3D фрагмент имеет **привязку по РП**), то данная опция активна по умолчанию, и от её состояния зависит, изменятся ли положение и ориентация связанного 2D фрагмента при ручном применении преобразований к 3D фрагменту. Пока она активна, ручные перемещение и поворот 3D фрагмента с помощью манипуляторов преобразований остаётся возможным только в плоскости привязки. Остальные манипуляторы преобразований скрываются. Преобразования, применённые к 3D фрагменту, когда эта опция активна, автоматически применяются и к связанному 2D фрагменту. Преобразования,

применённые к 3D фрагменту, когда эта опция не активна, не применяются к связанному 2D фрагменту.



При применении отдельной команды **Преобразования** к 3D фрагменту с привязкой по РП режим планировки активен всегда, и опция его включения/отключения отсутствует в автоменю.

См. также:

- Автоматическая вставка 3D фрагмента по 2D фрагменту
- Ручная вставка 3D фрагмента по 2D фрагменту без использования планировки
- Ручная вставка 3D фрагментов по 2D фрагментам с использованием планировки

Вставка 3D изображения по 2D фрагменту

При создании 3D сборок по 2D сборкам, в которых используются объекты с фиксированными размерами, рекомендуется использовать 3D изображения. При пересчёте 3D модели регенерация 3D изображения происходит гораздо быстрее, чем регенерация 3D фрагмента.
Для вставки 3D изображения по 2D фрагменту необходимо, чтобы документ 2D фрагмента содержал 3D модель и в параметрах этого документа был установлен флаг **Сохранять 3D изображение** (**Параметры документа** > **Документ** > **Сохранение** > **Сохранение**).
Вставьте 2D фрагмент на обычную страницу чертежа или на страницу рабочей плоскости обычным способом. Далее вызовите команду **3D изображение** и активируйте следующую опцию автоменю:

	<G>	Выбрать исходный 2D или 3D фрагмент

После этого следует выбрать ранее вставленный 2D фрагмент. После выбора 3D изображение, содержащееся в документе 2D фрагмента будет автоматически расположено в 3D сцене относительно системы координат одной из РП в соответствии с положением 2D фрагмента относительно системы координат страницы. Если 2D фрагмент был вставлен на страницу РП, то для позиционирования 3D изображения используется та же РП. Если 2D фрагмент был вставлен на обычную страницу чертежа, то для позиционирования 3D изображения, используется РП "**Вид сверху**". При необходимости можно выбрать для позиционирования 3D изображения другую РП с помощью следующей опции автоменю:

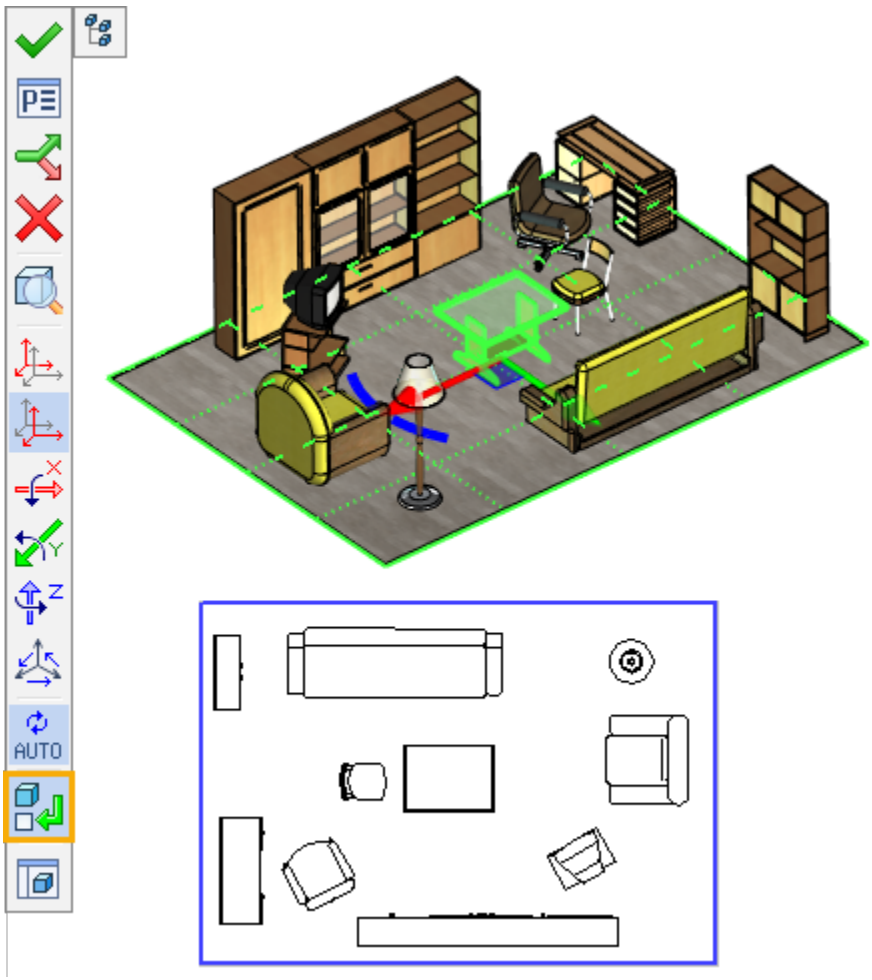
<W> Выбрать рабочую плоскость для задания положения 3D картинки

Данная опция активируется автоматически после выбора исходного фрагмента. Пока она активна, нажатие на РП в 3D сцене или дереве модели приводит к позиционированию 3D изображения в 3D сцене относительно этой РП в соответствии с положением выбранного 2D фрагмента относительно системы координат его страницы.
Далее можно задать вручную дополнительные преобразования и прочие опции так же, как это делается при обычной вставке 3D изображения или сразу завершить ввод завершите ввод (или **<Ctrl>+<Enter>**).

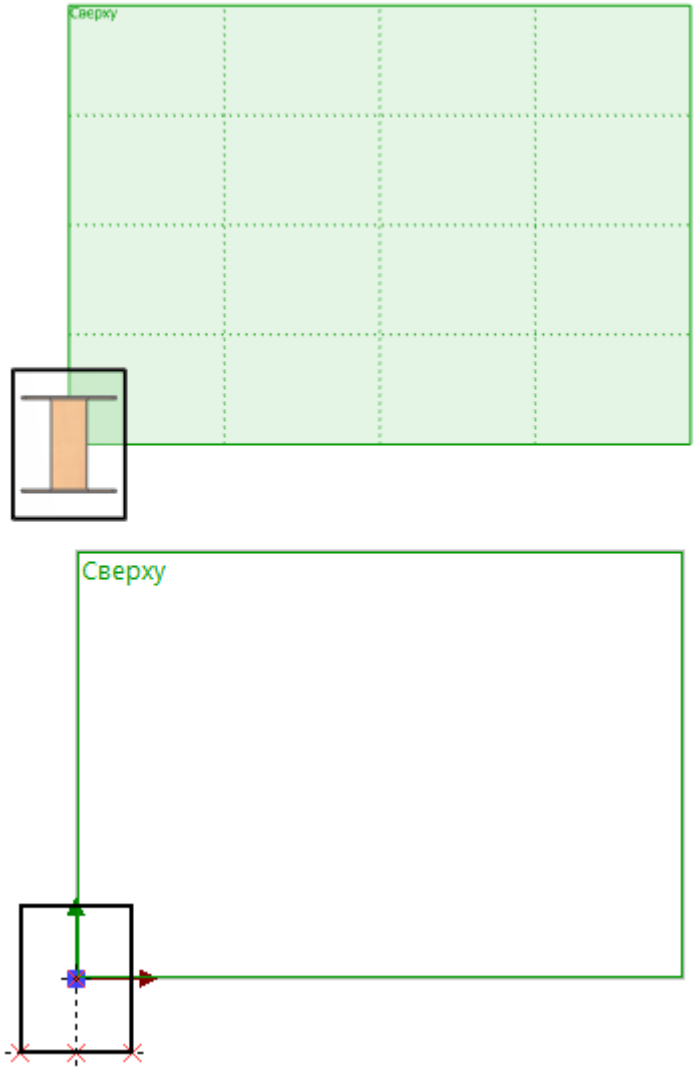
После вставки 3D изображения таким способом ассоциативная связь между его положением в 3D сцене и положением 2D фрагмента на странице сохраняется, но работает только в одну сторону - от 2D к 3D. Т.е. если вручную переместить или повернуть 2D фрагмент на странице, то после обновления модели 3D изображение автоматически переместится или повернётся в 3D сцене соответствующим образом. Однако, ручные перемещение и поворот 3D изображения в 3D сцене не влияют на положение и ориентацию 2D фрагмента, но связь при этом не разрывается, а разница их положений и ориентаций, образовавшаяся в результате ручного перемещения и поворота, будет в дальнейшем всегда прибавляться к положению и ориентации 3D изображения, определяемым 2D фрагментом.

Пример использования планировки

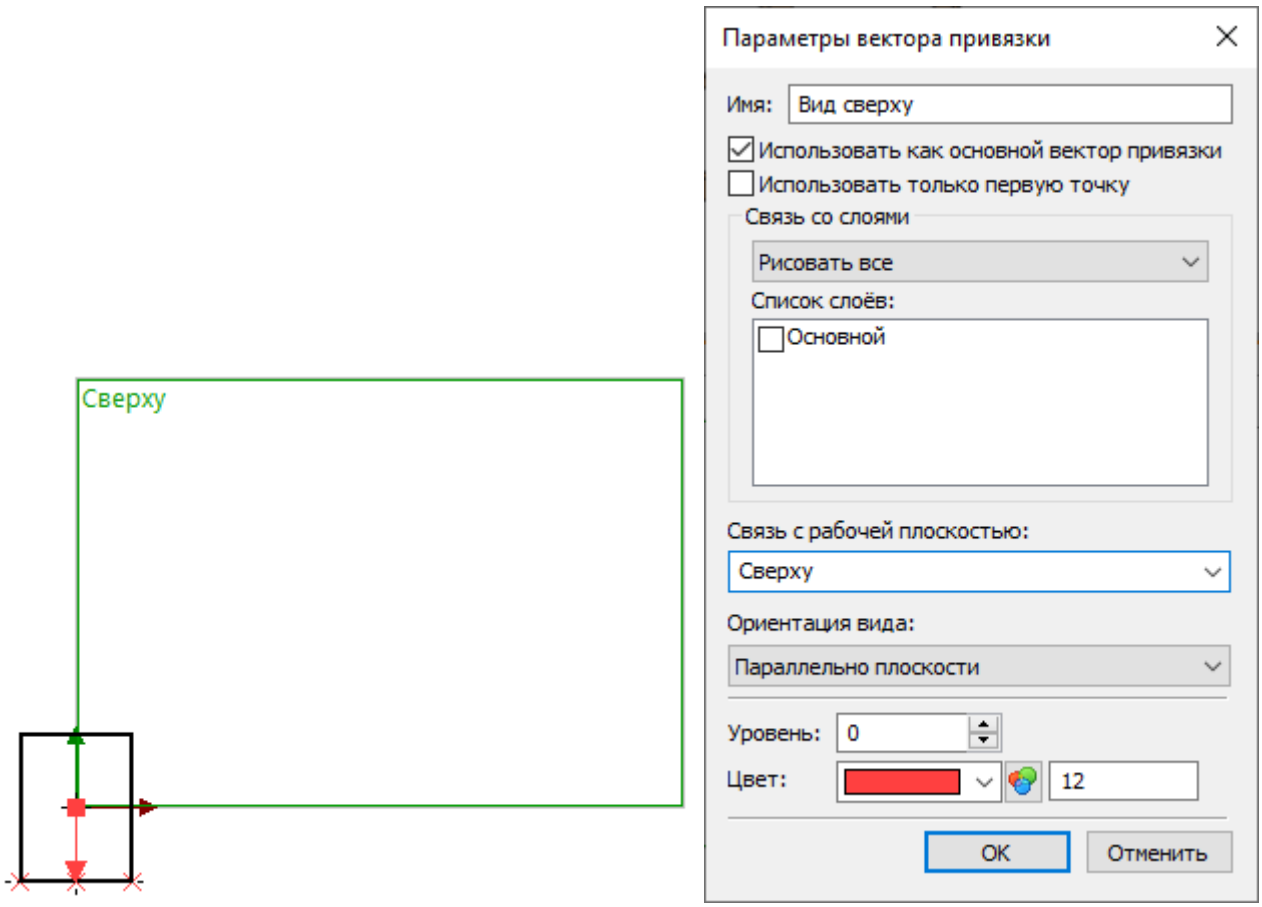
В библиотеке примеров, поставляемой вместе с T-FLEX CAD доступен пример использования планировки для расстановки мебели в комнате: **Примеры 17/3D Сборки/Планировка комнаты**.



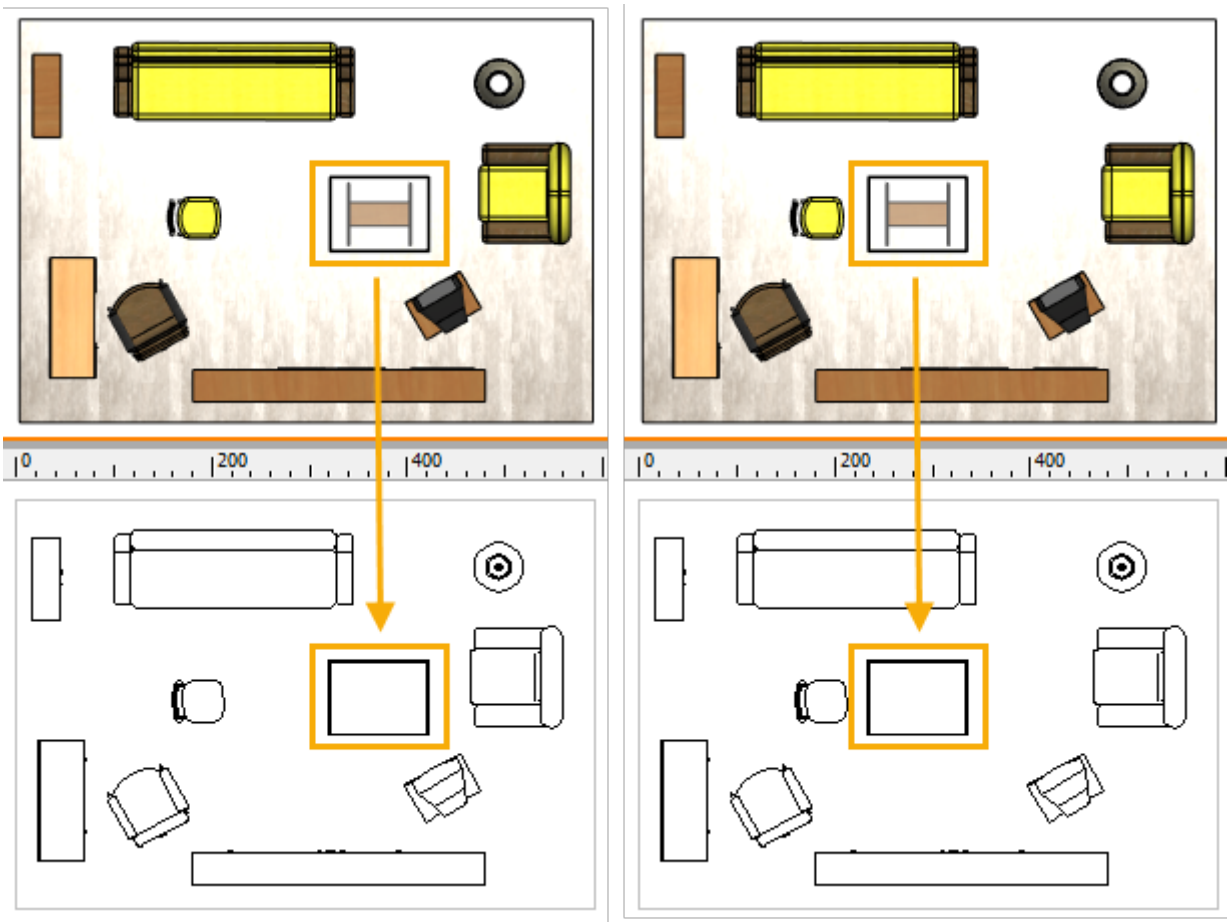
В файлах фрагментов созданы 2D представления как описано в главе Создание 2D представления в документе 3D фрагмента.



В каждом фрагменте для 2D представления создан вектор привязки, связанный с рабочей плоскостью:



Затем эти 2D представления использованы в 2D сборке в качестве 2D фрагментов, а по этим 2D фрагментам вставлены 3D фрагменты с использованием режима планировки:
В результате 2D и 3D фрагменты привязаны друг к другу, что обеспечивает синхронное перемещение как 2D, так и 3D объектов.


0
200
400
0
200
400

Ссылки. Управление составными документами

Документ T-FLEX CAD может ссылаться на другие файлы: документы T-FLEX CAD (2D или 3D фрагменты), графические файлы (картинки), файлы баз данных и т.п. Работа с подобным составным документом может вызвать ряд трудностей, например, при необходимости его переноса на другой компьютер.

Для облегчения работы с составными документами в T-FLEX CAD разработан механизм работы со ссылками. Ссылка - это объект T-FLEX CAD, содержащий путь на внешний файл (объект ссылки).

Ссылка применяется при создании фрагментов, картинок и других элементов T-FLEX CAD для задания источника внешних данных. Одна и та же ссылка может использоваться несколькими элементами, например, несколько фрагментов на основе одного и того же файла будут обращаться к одной ссылке.

Механизм работы со ссылками позволяет управлять способом хранения объектов ссылок. T-FLEX CAD позволяет хранить объект ссылки как вне документа T-FLEX CAD в виде обычного внешнего файла («внешняя ссылка»), так и непосредственно внутри файла составного документа («внутренняя ссылка»). Внутреннее хранение ссылки увеличивает размер составного документа T-FLEX CAD, однако позволяет работать с ним как с одним файлом. Работа со ссылками осуществляется с помощью команд, расположенных окне Структура сборки.

Механизм работы со ссылками позволяет решить проблему переноса больших сборочных документов. При его использовании нет необходимости отыскивать все файлы фрагментов, которые могут находиться в разных папках, на разных дисках, в библиотеках и т. д. Достаточно «запаковать» сборочную модель в один файл с возможностью последующей распаковки и перенести её в другое место в файловой системе или в хранилище системы управления документооборотом (например, T-FLEX DOCs).

Обновить ссылки

Для управления ссылками в составном документе используется группа команд во вкладке ленты **Сборка** > **Управление**.

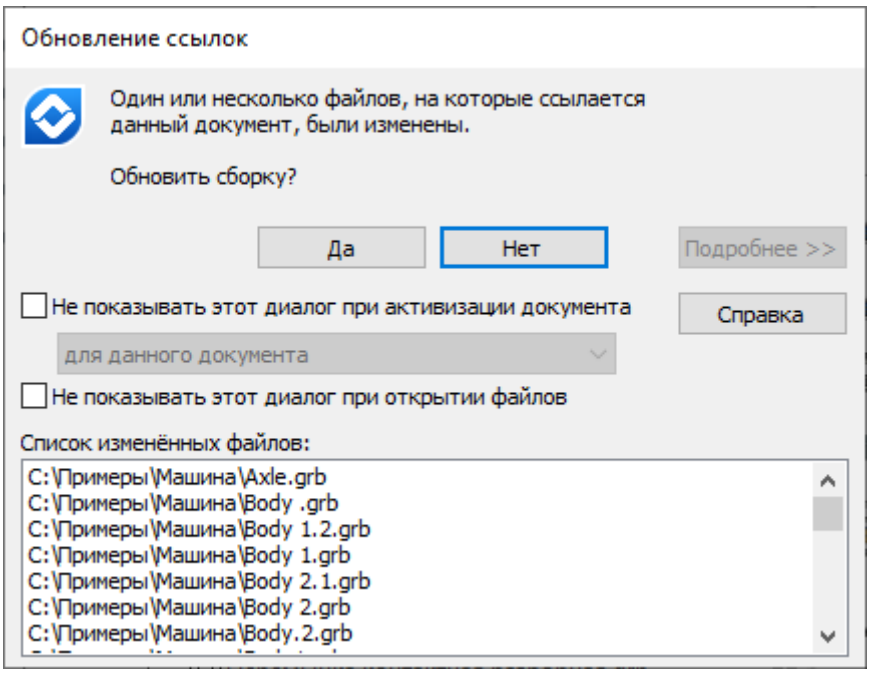
Команда **Обновить ссылки** позволяет заново загрузить данные всех внешних файлов, входящих в составной документ:

Пиктограмма	Лента
	Сборка > Управление > Обновить ссылки
Клавиатура	Текстовое меню
<UL>	Файл > Сборка > Обновить ссылки

После вызова команды происходит пересчёт модели (обновляются все данные фрагментов и изображений, использующихся в модели). После пересчёта автоматически обновляется изображение текущего чертежа.

Автоматическое обновление ссылок

При открытии документа система автоматически проверяет актуальность ссылок на используемые в текущем документе файлы (фрагменты, картинки и др.). Если обнаруживаются файлы с изменённым временем модификации, то на экран выводится окно диалога:



На появление данного диалога влияют режимы обновления актуальных ссылок, назначенные в команде Установки, закладка Фрагменты.

Если выбирается положительный ответ, то выполняется обновление всех изменённых документов. Список документов, требующих обновления, можно просмотреть при помощи кнопки **Подробнее**. Если выбрана кнопка **Нет**, то ссылки, содержащиеся в списке, считаются актуальными и обновления не происходит. При дальнейшей работе для обновления ссылок можно использовать команду **Обновить ссылки** (см. выше) или Полный пересчет.

В отличии от команды **Обновить ссылки**, которая обновляет все ссылки текущего документа, данный диалог позволяет обновлять только изменённые файлы и, при необходимости, следить за появлением неактуальных ссылок в процессе работы.

Не показывать этот диалог при активизации документа - если флаг установлен, то при переходе в окно текущего документа из другого приложения или из окна другого документа T-FLEX CAD проверка актуальности ссылок выполняться не будет. При установке флага параметр **Обновление неактуальных ссылок при активизации документа** принимает значение **Не обновлять** (см. раздел Установки, закладка Фрагмент).

Из выпадающего списка можно выбрать режим, в котором будет выполняться отказ от проверки актуальности ссылок:

- для данного документа
- в текущем сеансе работы
- в текущем и последующих сеансах работы

Не показывать этот диалог при открытии файлов - установка данного флага задаёт отказ от проверки актуальности ссылок при открытии документов. При установке флага параметр **Обновление неактуальных ссылок при открытии документа** принимает значение **Не обновлять** (см. раздел Установки, закладка Фрагменты).

Обновить связанные детали

Команда позволяет передать изменения выбранных тел или фрагментов, сделанных в сборке, в связанные с ними файлы деталей.

Пиктограмма	Лента
	Сборка > Управление > Обновить связанные детали
Клавиатура	Текстовое меню
-	Файл > Сборка > Обновить связанные детали

Обновить файлы детали согласно изменениям в сборке можно, если деталь была создана выгрузкой тела или фрагмента из сборки с возможностью последующего обновления файла детали при изменении сборки.

Пересохранить фрагменты

Команда **Пересохранить фрагменты** запускает конвертер, который пересчитывает и сохраняет все файлы фрагментов, включённых в сборку.

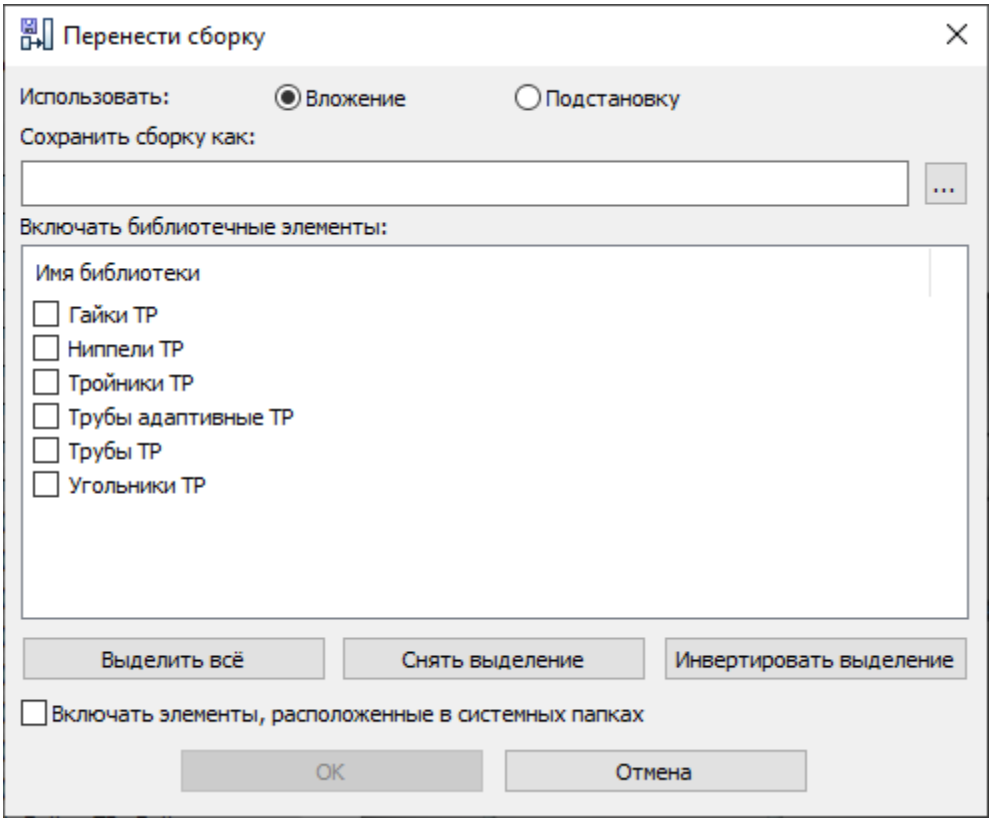
Пиктограмма	Лента
	Сборка > Управление > Пересохранить фрагменты
Клавиатура	Текстовое меню
<UA>	Файл > Сборка > Пересохранить фрагменты

Перенести сборку

Команда предназначена для переноса составного документа в другое место в файловой системе или для запаковки сборки в один файл.

Пиктограмма	Лента
	Сборка > Управление > Перенести сборку
Клавиатура	Текстовое меню
<AM>	Файл > Сборка > Перенести сборку

После вызова команды на экране появляется окно диалога **Перенести сборку**. В нём необходимо указать новое расположение и имя перенесённого документа, а также способ переноса:



Вложение. При переносе с вложением все файлы ссылок сохраняются внутри файла сборки. Такой способ удобно использовать при необходимости переноса составного файла на другой компьютер, так как в результате получается один общий файл.

Подстановка. При переносе с подстановкой все файлы ссылок собираются в одну папку, одноимённую с файлом основного документа и расположенную в той же папке.

В нижнем поле диалога **Включать библиотечные элементы** указываются список библиотек, элементы которых используются в текущем документе. Флажок рядом с именем каждой библиотеки позволяет указать, нужно ли подвергать переносу библиотечные элементы, ссылки на которые присутствуют в текущем документе.

При необходимости можно включать элементы, расположенные в системных папках, воспользовавшись соответствующей опцией.

Создание чертежа по 3D модели

Создание чертежа по 3D модели осуществляется с помощью команды **Проекция**.
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D Модель > Дополнительно > Проекция Чертёж > Проекция > Проекция Сборка > Дополнительно > Проекция Листовой металл (2D) > Чертёж > Проекция Листовой металл (3D) > Дополнительно > Проекция Поверхности > Дополнительно > Проекция Сварка > Дополнительно > Проекция Примитив > Дополнительно > Проекция
Клавиатура	Текстовое меню
<3J>	Чертёж > Проекция > Проекция

Также вызов команды доступен из динамической панели, вызываемой по нажатию на пустом месте в 2D окне.

Проекция – это двумерное изображение, расположенное в 2D окне, полученное путём проецирования трёхмерной модели или отдельной её части на заданную плоскость. Проекции можно использовать для создания необходимых видов 2D чертежа, с последующим их оформлением, а также для получения разрезов и сечений. Можно проецировать как целые тела или даже группу тел, так и отдельные элементы модели (например, грани или рёбра). При работе с большими 3D моделями применяется метод создания 2D проекций в отдельном файле. Не следует путать чертёжную 2D проекцию с проекцией элементов на активную рабочую плоскость. Тем не менее, 2D проекции тоже можно создавать на активных рабочих плоскостях.
На основе 2D проекции можно строить некоторые 3D элементы (например, рабочие плоскости и 3D сечения). Соответствующие опции есть в автоменю команд создания этих элементов. На 2D проекциях можно создавать линии построения, размеры, элементы оформления и др. При создании линий построения работает объектная привязка к элементам проекции, которая различает дуги окружностей, эллипсы, сплайны, отрезки, крайние точки линии (узлы), центр дуги и др.
Окно параметров команды **Проекция** состоит из следующих вкладок:

- Основные параметры
- Дополнительные параметры
- Опции
- Элементы
- Линии
- Сечения
- Разрывы

Основные темы в этом разделе:

- Алгоритм создания проекции
- Основные параметры проекции
- Типы проекции
- Стили отображения проекции
- Положение проекции на чертеже
- Дополнительные параметры проекции
- Опции создания проекции
- Элементы 3D модели на проекции
- Проекция по модели внешнего файла
- Линии проекции
- Параметры разрезов и сечений на проекции
- Разрывы проекций и чертёжных видов
- Обрезка проекции по контуру
- Границы проекции
- Контекстное меню проекции и её элементов
- Исключения для элементов проекции
- Элементы оформления чертежа на проекции
- Диалог параметров проекции
- Редактировать проекцию

См. также:

- Активация чертёжных видов и проекций

Алгоритм создания проекции

Для создания 2D проекции необходимо выполнить следующие действия:

1. **Выбрать тип проекции**.

2. **Задать направление проецирования** (данное действие может быть как обязательным, так и необязательным, в зависимости от типа проекции).
   Направление проецирование определяется следующими способами:
   - Для стандартных видов (в т.ч. при создании набора из трёх или из произвольного количества стандартных видов)
     Направление определяется автоматически самим видом, т.е. зависит от того, какой стандартный вид выбран.
   - Для сечения или разреза (кроме местного)
     Необходимо выбрать 3D сечение или линию разреза, которые будут определять направление проецирования.
   - Для вида по стрелке
     Необходимо выбрать стрелку, которая будет определять направление проецирования.
   - Для местного разреза и проекции по существующей проекции
     Необходимо выбрать исходную проекцию, которая будет определять направление проецирования.

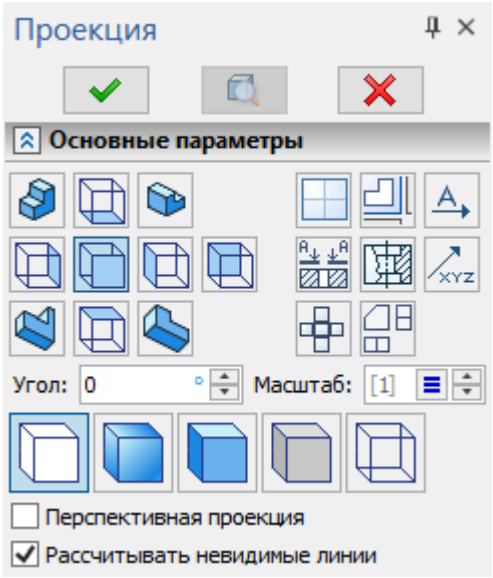
- Для проекции на рабочей плоскости
  Необходимо выбрать рабочую плоскость, которая будет определять направление проецирования.
- Для произвольного вида
  Необходимо задать направление вручную с помощью элементов управления, описанных в главе Произвольный вид.

3. **Выбрать стиль отображения** (необязательное действие).
4. **Задать положение проекции на чертеже** (необязательное действие).
5. **Задать угол и масштаб проекции** (необязательное действие).
6. **Выбрать элементы модели для проецирования** (необязательное действие).
7. **Задать параметры линий проекции** (необязательное действие).
8. **Задать параметры разрезов и сечений** (необязательное действие, доступное как при создании проекций типа местный разрез, разрез и сечение, так и при применении сечений и разрезов к проекциям других типов).
9. **Добавить разрывы и задать их параметры** (необязательное действие).
10. **Обрезать проекцию по контуру** (необязательное действие).
11. **Задать дополнительные параметры и опции** (необязательное действие).
12. **Подтвердить ввод** (обязательное действие).
    Как в любой 3D команде, после определения всех параметров необходимо подтвердить создание элемента. Это действие возможно, когда в автоменю становится доступна опция:

<Ctrl>+<Enter> Закончить ввод.

Основные параметры проекции

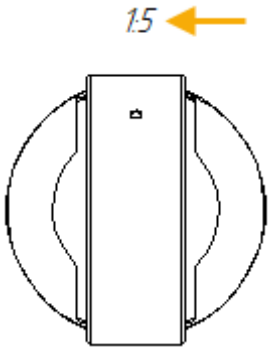
Вкладка **Основные параметры** окна параметров команды **Проекция** содержит следующие элементы управления:



В верхней части вкладки находятся кнопки выбора типа проекции.
Тип можно выбрать только при создании проекции. При редактировании существующей проекции выбор типа недоступен.
После выбора типа проекции на вкладке появляются остальные элементы управления.
Если необходимо повернуть проекцию, можно воспользоваться полем **Угол**. В это поле вводится значения угла поворота проекции вокруг её центра. Положительные значения соответствуют повороту против часовой стрелки.
В поле **Масштаб** можно задать масштаб проекции, отображаемой на чертеже.
При необходимости можно выбрать масштаб из выпадающего списка с помощью .

> Обратите внимание, что квадратных скобках [ ] обозначается масштаб по умолчанию (масштаб страницы). Это означает, что при изменении масштаба страницы из Параметров документа или команды Масштаб листа в панели **Вид,** будет изменяться и масштаб выбранной проекции. Во время ручного задания значения в поле **Масштаб**, масштаб выбранной проекции перестаёт быть связанным с масштабом страницы и обозначается без квадратных скобок. Это означает, что изменение масштаба страницы не приведёт к изменению масштаба проекции.

Если задать произвольный масштаб проекции в окне параметров, то после создания проекции автоматически появится его обозначение масштаба над проекцией.



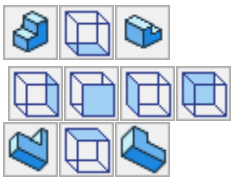
При необходимости можно отключить данную возможность с помощью опции **Отображение масштаба проекции** на вкладке **Опции**.
Ниже находятся кнопки выбора стиля отображения проекции.
В самом низу вкладки располагаются флаги опций стиля отображения.

См. также:

- Типы проекции
- Стили отображения проекции
- Положение проекции на чертеже

Типы проекции

С помощью кнопок в окне параметров и опций автоменю в команде **Проекция** можно выбрать один из следующих типов проекций:



Одиночный стандартный вид

<1> Три стандартных вида

<2> Разрез и сечение

<3> Вид по стрелке

<4> Местный разрез

<5> Набор стандартных видов

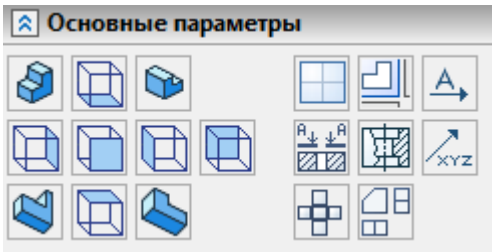
<6> Проекция на рабочей плоскости

<7> По существующей проекции

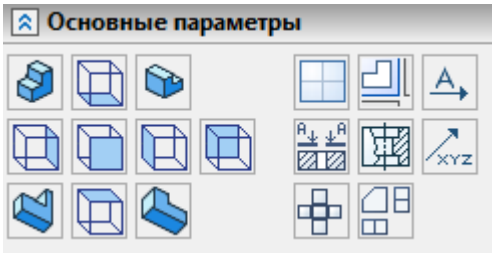
<8> Произвольный вид

Некоторые типы доступны в ленте, так что можно вызвать команду **Проекция** сразу с выбранным типом.

После выбора типа проекции вышеперечисленные опции пропадают из автоменю, но всё ещё можно в любой момент сменить тип с помощью кнопок, расположенных на вкладке **Основные параметры** в окне параметров.



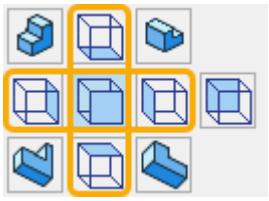
Одиночный стандартный вид



В левой верхней части вкладки **Основные параметры** окна параметров команды Проекция можно выбрать один из 10 стандартных видов для формирования проекции:

- Вид сверху
- Вид слева
- Вид спереди
- Вид справа
- Вид снизу
- Вид сзади
- Изометрия спереди
- Изометрия сзади
- Изометрия снизу
- Изометрия снизу сзади

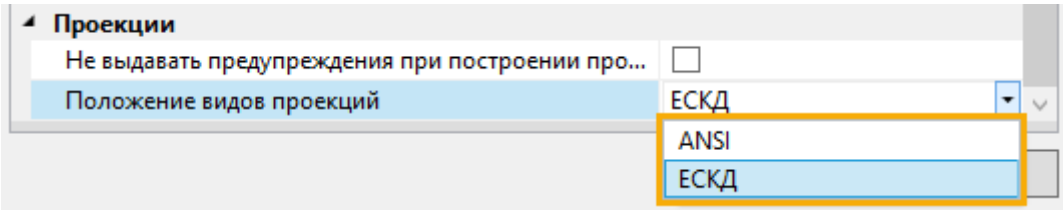
Данные виды совпадают с одноимёнными стандартными точками взгляда камеры в 3D окне.
Положение кнопок видов в окне параметров относительно друг друга зависит от стандарта, выбранного в установках системы (**Установки > 3D > Проекции > Положение видов проекций**). При одновременном создании нескольких стандартных видов с помощью команд Три стандартных вида или Стандартные виды проекции располагаются относительно друг друга на чертеже так же как расположены их кнопки в окне параметров.



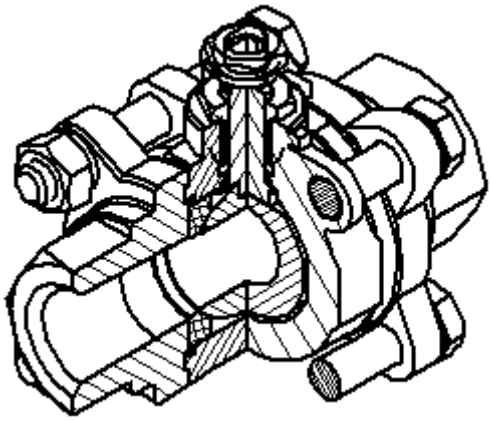
Положение кнопок видов по ЕСКД

Положение кнопок видов по ANSI

По умолчанию используется положение видов по ЕСКД.



К одиночным стандартным видам можно применять 3D сечения. Набор параметров и опций автоменю, касающихся применения 3D сечений к проекциям, описан в разделе Параметры разрезов и сечений. В отличие от использования отдельного типа проекции **Разрез и сечение**, применение сечений к стандартным видам не влияет на направление проецирования.



См. также:

- Алгоритм создания проекции
- Основные параметры проекции
- Стили отображения проекции
- Положение проекции на чертеже
- Дополнительные параметры проекции
- Опции создания проекции
- Элементы 3D модели на проекции
- Проекция по модели внешнего файла
- Линии проекции
- Параметры разрезов и сечений на проекциях
- Разрывы проекций и чертёжных видов
- Обрезка проекции по контуру
- Стандартные точки взгляда

Три стандартных вида

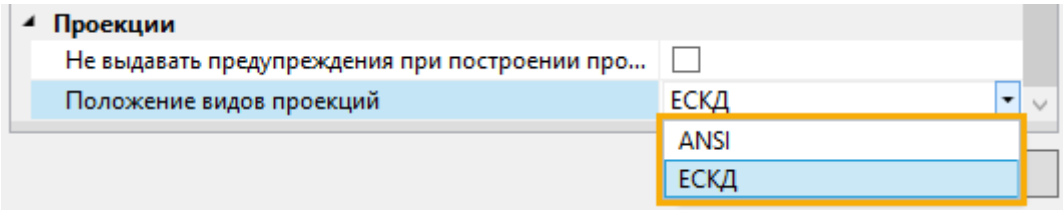
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Проекция > Три стандартных вида Сборка (3D) > Дополнительно > Три стандартных вида Листовой металл (2D) > Чертёж > Три стандартных вида Сварка > Дополнительно > Три стандартных вида
Клавиатура	Текстовое меню
<3KJ>	Чертёж > Проекция > Три стандартных вида

Также данная команда доступна в виде опции в команде [Проекция](#):

<1> Три стандартных вида

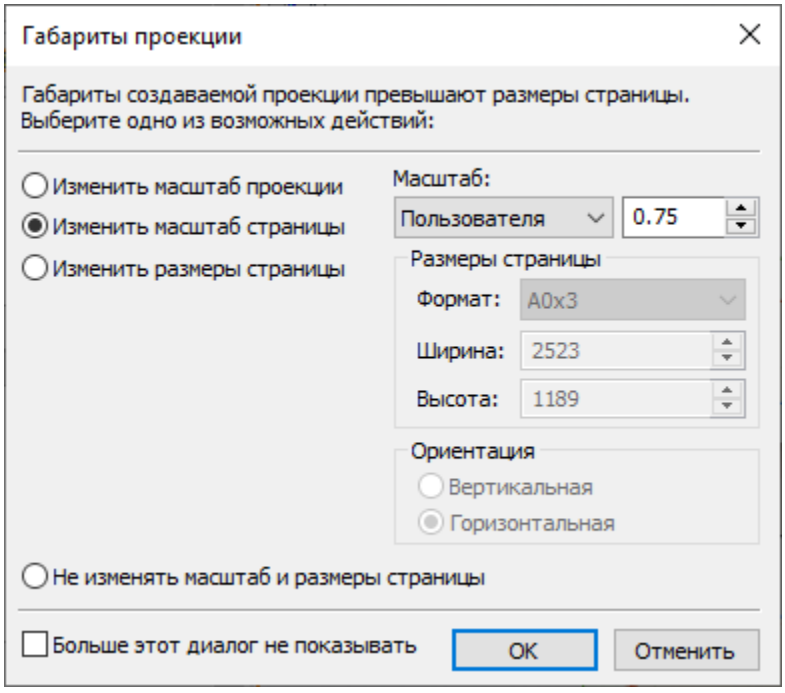
Команда позволяет создать сразу три стандартных проекции, находящихся в проекционной связи друг с другом. Набор создаваемых проекций зависит от стандарта, выбранного в установках системы (**Установки > 3D > Проекции > Положение видов проекций**). По умолчанию выбран стандарт ЕСКД, в результате чего команда создаёт **Вид спереди, Вид слева** и **Вид сверху**. **Вид спереди** является главным и определяет положение остальных. **Вид слева** располагается справа от вида спереди, а **Вид верху** - под видом спереди. Если сменить стандарт на ANSI, вместо **Вида слева** создаётся **Вид справа**, а вместо **Вида сверху** - **Вид снизу**; при этом их положение относительно главного вида остаётся тем же. Данные виды совпадают с одноимёнными стандартными точками взгляда камеры в 3D окне.



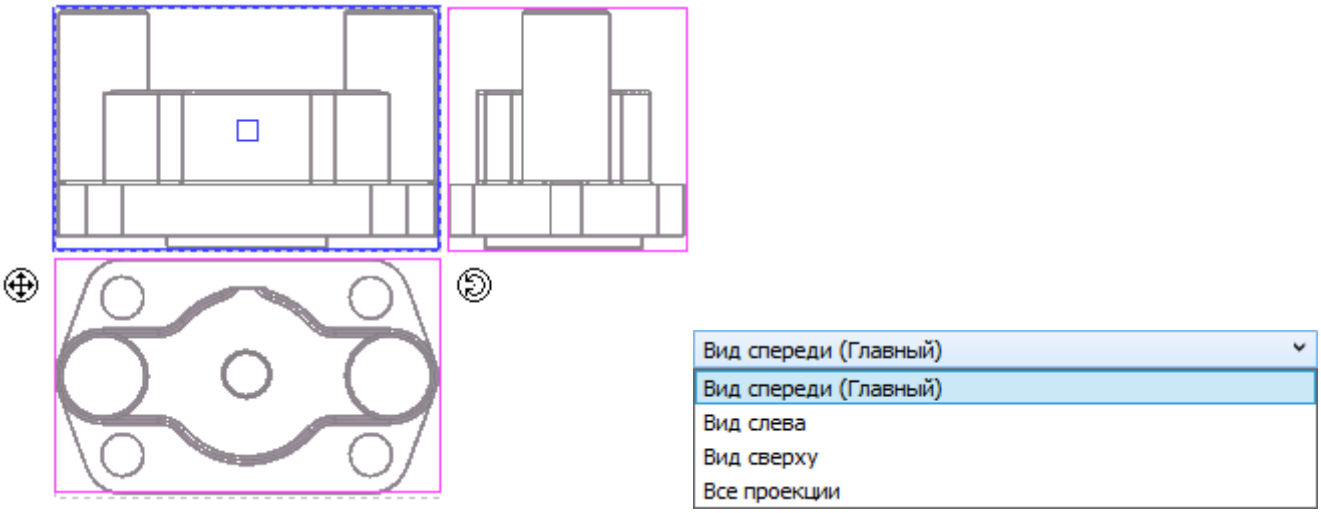
При создании стандартных видов в автоменю есть еще несколько опций, общих для всех видов проекции (опции создания разрывов и работа с сечениями). Работа с ними будет описана ниже.
Если система определит, что габариты строящейся проекции не умещаются в пределы рабочей зоны страницы, то она предложит скорректировать настройки для размещения изображения в пределах страницы. Появится диалог, в котором можно выбрать один из четырех вариантов продолжения действий:

- изменить масштаб проекции;
- изменить масштаб страницы;
- изменить размер страницы;
- не изменять ничего.

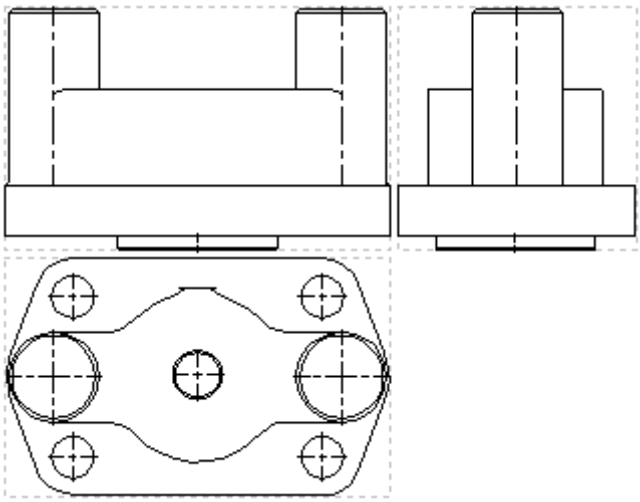
Все численные параметры коррекции система подбирает автоматически. Пользователь может согласиться с ними или задать другие нужные ему значения.



Далее необходимо расположить виды на чертеже. В 2D окне появились 3 розовые рамки с предварительным просмотром, привязанные к курсору. В данный момент выбраны все три проекции. Для привязки какого-то конкретного вида, его нужно выбрать.



Выбор вида осуществляется одним кликом внутрь розового прямоугольника или выбором позиции в выпадающем списке окна параметров. После выбора проекции необходимо выбрать точку привязки на 2D виде. Нажмите , и проекция будет привязана по месту положения курсора. Привязка вида позволяет привязывать проекцию к свободной точке (по месту клика) или к 2D узлу.



Механизм привязки проекции к чертежу общий для всех типов проекций, поэтому в дальнейшем мы больше не будем подробно на нем останавливаться.

Если привязывается вид спереди (главный), остальные виды сохраняют свое положение относительно главного. Привязка соседних видов осуществляется с соблюдением условий проекционной связи с главным видом. Точка привязки вида расположена по центру проекции. Если требуется совместить точку привязки с конкретным элементом 3D модели (3D узлом или вершиной), то следует строить проекцию с помощью набора инструментов дополнительных возможностей в команде **Проекция**.

По умолчанию соседние виды сохраняют проекционную связь с главным видом.

Для всех одновременно создаваемых видов устанавливаются одинаковые параметры. В случае, когда требуется установить различные настройки для отдельного вида, его нужно выбрать в окне параметров. После этого для него можно отдельно задать элементы для проецирования или выбрать 3D сечение для применения на виде. В некоторых ситуациях данный алгоритм создания видов позволяет получить некоторый выигрыш во времени.

См. также:

- Алгоритм создания проекции
- Основные параметры проекции
- Стили отображения проекции
- Положение проекции на чертеже
- Дополнительные параметры проекции
- Опции создания проекции
- Элементы 3D модели на проекции
- Проекция по модели внешнего файла
- Линии проекции
- Параметры разрезов и сечений на проекциях
- Разрывы проекций и чертёжных видов
- Обрезка проекции по контуру
- Стандартные точки взгляда

Разрез и сечение

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Сборка (3D) > Дополнительно > Сечение Сварка > Дополнительно > Сечение
Клавиатура	Текстовое меню
<3SJ>	

Также данная команда доступна в виде опции в команде **Проекция**:

<2> Разрез и сечение

Перед тем как начать строить разрез или сечение, нужно иметь в наличии ряд элементов. Во-первых, предварительно требуется построить либо 3D сечение (команда 3D Сечение), либо обозначение сечения на чертеже (команда Обозначение вида). Причём последний элемент должен быть построен на одной из существующих проекций. Только в этом случае возможно его использование для построения разрезов.
3D сечение можно применить и к стандартному виду. Отличие состоит в том, что для проекции типа **Разрез и сечение** направление проецирование определяется первым применённым сечением, тогда как для стандартного вида направление задаётся независимо от сечений.

Далее необходимо вызвать команду **Разрез и сечение** и выбрать обозначение сечения на 2D чертеже или 3D сечение с помощью опций:

<S> Создать 2D проекцию на основе 3D сечения

<L> Выбрать обозначение вида для создания проекции

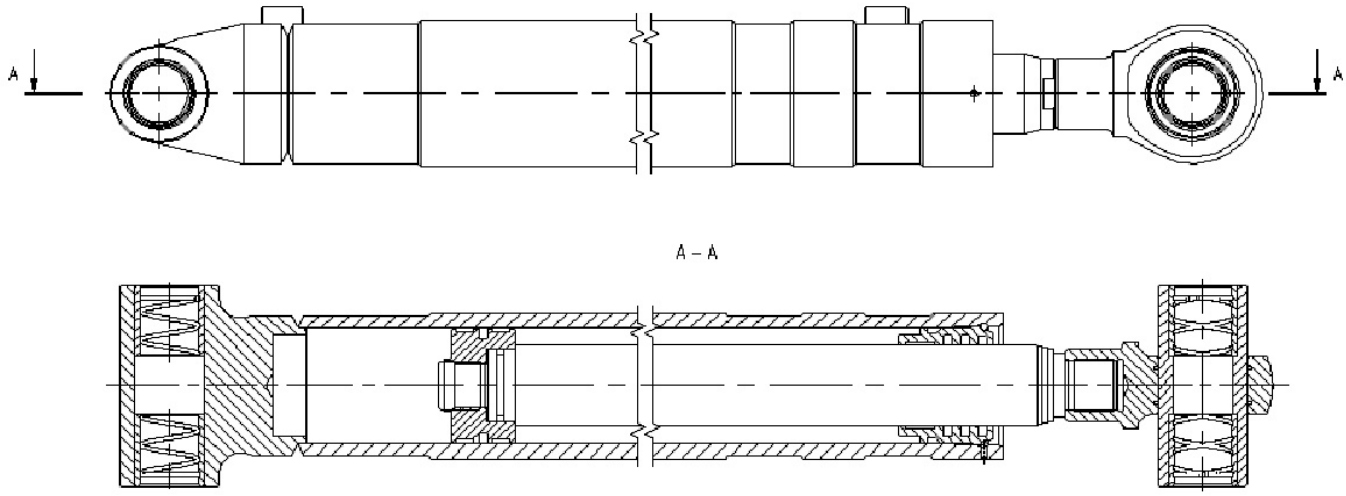
Нормаль плоскости сечения будет задавать направление проецирования.
Далее с помощью соответствующих опций нужно задать точку привязки проекции на 2D виде.
Разрыв или установка связи создаваемой проекции с заданным сечением осуществляется с помощью опции:

<K> Установить / разорвать проекционную связь с проекцией

Далее можно выбрать элементы для проецирования и элементы, к которым будет применяться сечение.
При построении проекции на основе 3D сечения по умолчанию в список элементов для проецирования автоматически заносятся только те элементы, к которым применено это 3D сечение.
При построении проекции на основе обозначения вида по умолчанию проецируются все элементы.
При необходимости можно выбрать элементы вручную. Выбор осуществляется при помощи опции автоменю:

<E> Выбрать элементы модели для проецирования

При построении сечения или разреза на основе 2D обозначения вида учитывается наличие разрыва на исходной проекции.



Набор параметров и опций автоменю применения 3D сечений к проекциям описан в разделе Параметры разрезов и сечений.

См. также:

- Алгоритм создания проекции
- Основные параметры проекции
- Стили отображения проекции
- Положение проекции на чертеже
- Дополнительные параметры проекции
- Опции создания проекции
- Элементы 3D модели на проекции
- Проекция по модели внешнего файла
- Линии проекции
- Параметры разрезов и сечений на проекциях
- Разрывы проекций и чертёжных видов
- Обрезка проекции по контуру

Вид по стрелке

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Сборка (3D) > Дополнительно > Вид по стрелке Сварка > Дополнительно > Вид по стрелке
Клавиатура	Текстовое меню
<3AJ>	

Также данная команда доступна в виде опции в команде **Проекция**:

<3> Вид по стрелке

Прежде, чем создавать **Вид по стрелке**, необходимо нанести на чертеж стрелку, задающие направление проекции вида по стрелке.
Для этого необходимо активировать вид, с которого будет браться проекция, и вызвать команду **Обозначение вида** и выбрать опцию:

<R> Создать вид по стрелке

Теперь можно наносить стрелку на чертёж, привязываясь к любым элементам или в произвольное место. По умолчанию стрелка направлена вправо, для более точной настройки направления можно воспользоваться опциями автоменю:

<N> Выбрать узел привязки

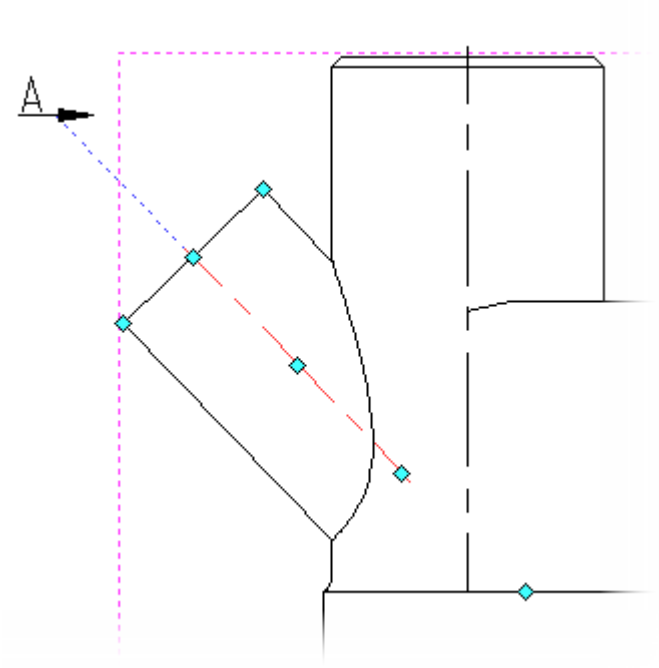
<B> Задать первый узел привязки

<E> Задать второй узел привязки

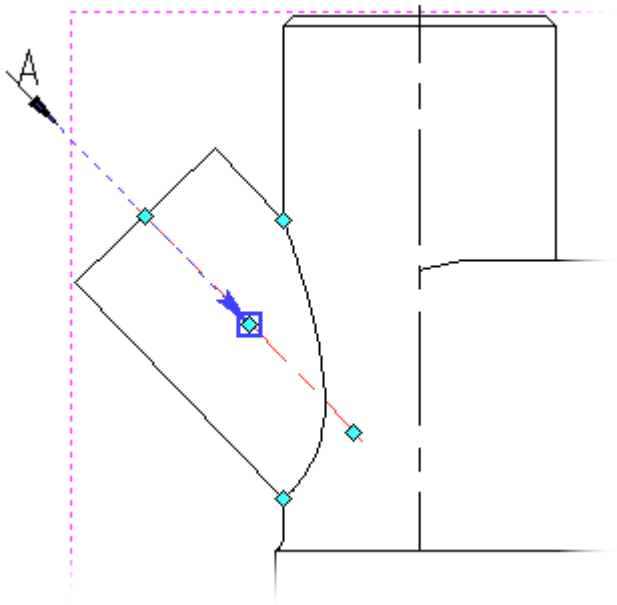
<Z> Изменить направление стрелки

<H> Изменить положение текста

С помощью опции можно выбрать первый узел привязки к проекции, для удобства система автоматически продлевает линии, для более удобного размещения стрелки:



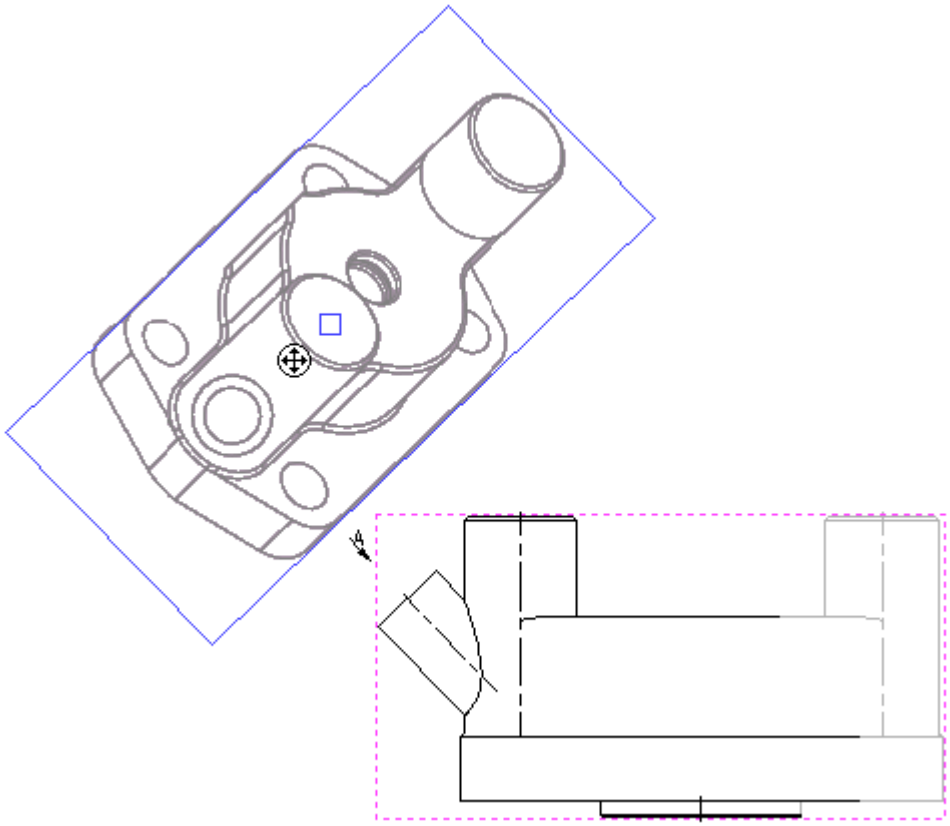
Далее система автоматически предлагает выбрать второй узел привязки.



Дополнительно можно воспользоваться опциями и . Опция изменения положения стрелки поворачивает стрелку по часовой на 90 градусов при каждой активации, а опция изменения положения текста перемещает текст по двум возможных позициям - над стрелкой или под стрелкой.

После того, как стрелка была создана, можно приступать к формированию проекции.

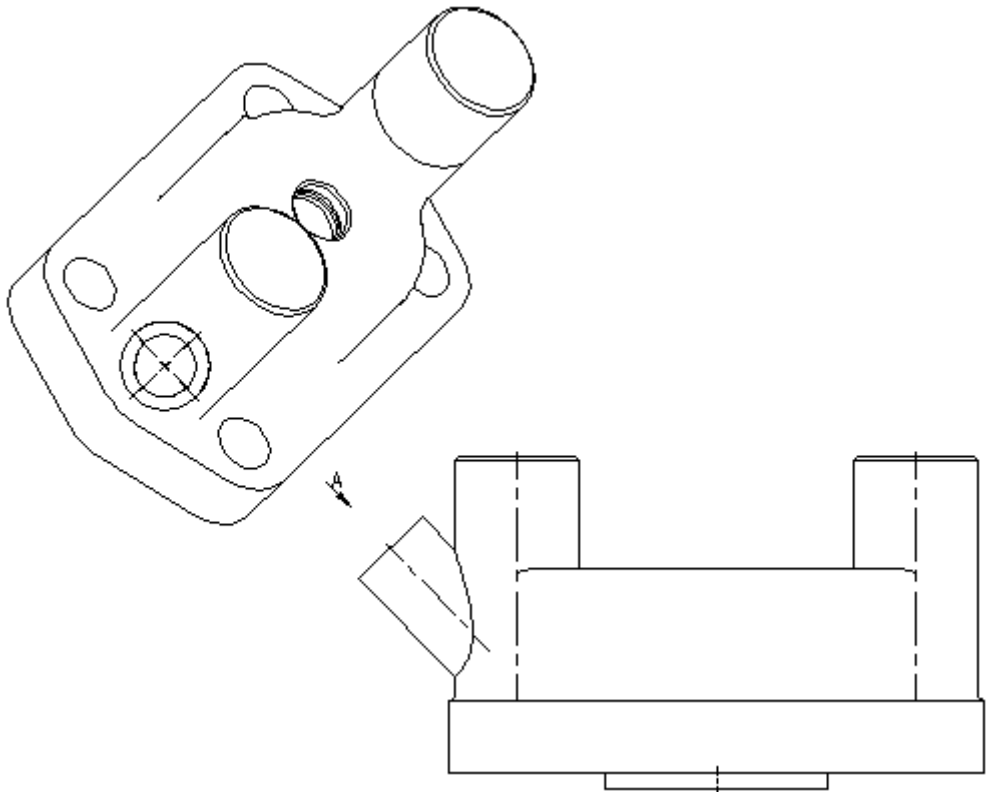
Вызовите команду **Вид по стрелке** и выберите недавно построенную стрелку на чертеже.



Относительно главного вида будет строиться дополнительный. По умолчанию дополнительный вид сохраняет проекционную связь с главным видом. Для того, чтобы разорвать связь с видом необходимо деактивировать в автоменю опцию:

<K> Установить / разорвать проекционную связь с проекцией

Последние действия – расположите проекцию на чертеже и, если нужно, выберите элементы модели для проецирования.



См. также:

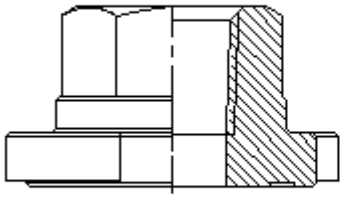
- Алгоритм создания проекции
- Основные параметры проекции
- Стили отображения проекции
- Положение проекции на чертеже
- Дополнительные параметры проекции
- Опции создания проекции
- Элементы 3D модели на проекции
- Проекция по модели внешнего файла
- Линии проекции
- Параметры разрезов и сечений на проекциях
- Разрывы проекций и чертёжных видов
- Обрезка проекции по контуру

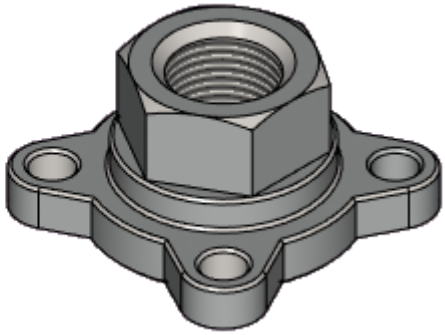
Местный разрез

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Проекция > Местный разрез Сборка (3D) > Дополнительно > Местный разрез Листовой металл (2D) > Чертёж > Местный разрез Сварка > Дополнительно > Местный разрез
Клавиатура	Текстовое меню
<3DJ>	Чертёж > Проекция > Местный разрез

Местный разрез позволяет показать рассечь отдельную область проекции. Рассекаемая область ограничивается произвольным контуром, задаваемым пользователем. Плоскость разреза параллельна плоскости родительской проекции и проходит через выбранный пользователем 3D узел в 3D сцене или 2D узел на другой проекции.





Местный разрез можно создать с помощью общей команды построения проекций, или с помощью отдельной команды - **Местный разрез**.
В команде **Местный разрез** доступно два режима:

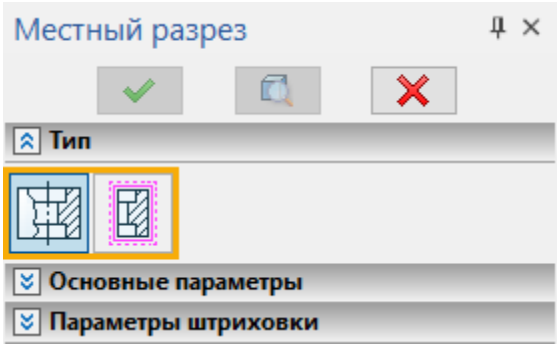
В составе проекции

Разрез является составной частью основной проекции. Контур области разреза либо создаётся вручную непосредственно при создании разреза (сплайн, окружность эллипс, прямоугольник), либо получается путем проецирования выбранного 3D профиля на секущую плоскость.

Аппликация

Разрез является отдельной проекцией, накладываемой на основную проекцию. Контур области разреза можно создать непосредственно при создании разреза (сплайн) или использовать контур предварительно созданной штриховки.

Переключение между режимами осуществляется с помощью кнопок в окне параметров команды. По умолчанию после вызова команды активен режим **В составе проекции**.



Основные темы в этом разделе:

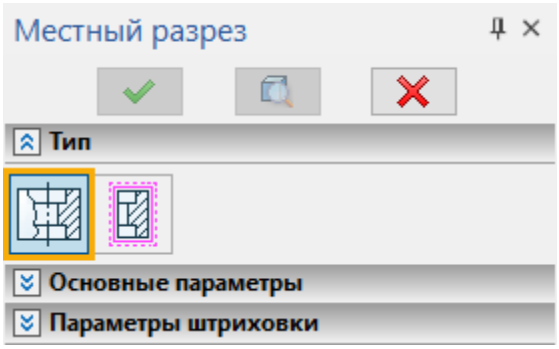
- Местный разрез > В составе проекции
- Местный разрез > Аппликация
- Местный разрез в команде Проекция

См. также:

- Параметры разрезов и сечений на проекциях

В составе проекции

Для добавления местного разреза в состав ранее созданной проекции, используется режим **В составе проекции** команды **Местный разрез**. После вызова команды можно переключиться в данный режим с помощью кнопки, расположенной в окне параметров.



Для создания местного разреза в данном режиме выполните следующие действия:

1. Если для задания контура разреза предполагается использовать 3D профиль, то сначала необходимо выбрать проекцию, в состав которой будет добавлен разрез, а затем выбрать сам 3D профиль (см. Контур в 3D сцене).
2. Если контур разреза предполагается создать на чертеже, то можно сразу приступить к созданию контура, а проекция выберется автоматически (см. Контур на чертеже).
3. Задайте положение секущей плоскости.
4. Укажите, к каким элементам модели должен быть применён разрез (необязательное действие).
5. Задайте параметры штриховки (необязательное действие).
6. Закончите ввод, нажав кнопку в автоменю или в заголовке окна параметров, либо **<Ctrl>+<Enter>** на клавиатуре.

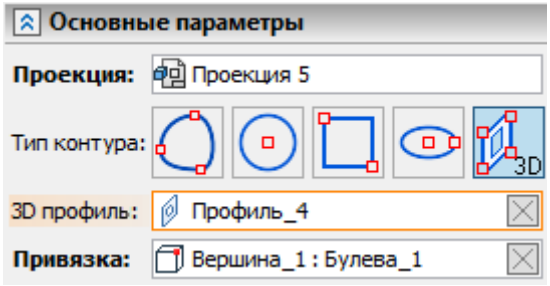
После создания разреза, он становится доступным в дереве модели как дочерний элемент выбранной проекции.

Контур в 3D сцене

Чтобы использовать существующий в 3D сцене 3D профиль для задания контура местного разреза, сначала активируйте следующую опцию автоменю или соответствующую ей кнопку в окне параметров команды:

<N> По 3D профилю

Далее выберите проекцию, в состав которой вы хотите добавить разрез. Для выбора наведите курсор мыши на желаемую проекцию на чертеже или в дереве модели и нажмите . Имя и иконка выбранной проекции отобразятся в поле **Проекция** в окне параметров команды.
Далее аналогичным образом выберите желаемый 3D профиль. Имя и иконка выбранного профиля отобразятся в поле **3D профиль** в окне параметров команды. Положение профиля в 3D сцене не влияет на положение секущей плоскости. Положение секущей плоскости задаётся отдельно, а в качестве контура разреза используется проекция профиля на эту плоскость.



Контур на чертеже

Чтобы создать на чертеже контур разреза, сначала выберите его тип с помощью следующих опций автоменю или аналогичных кнопок, доступных в окне параметров:

<S> По контуру сплайна

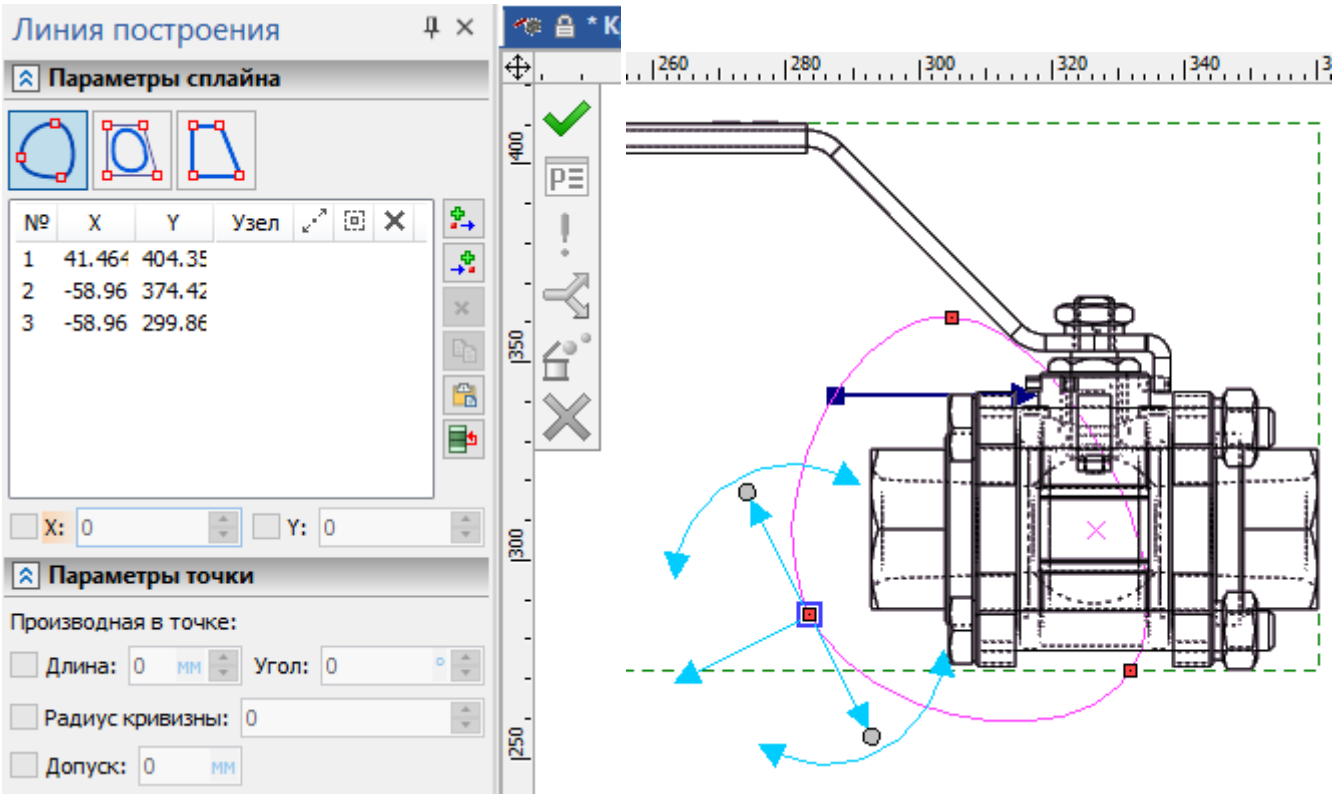
<O> По контуру окружности

<R> По контуру прямоугольника

<E> По контуру эллипса

По умолчанию активна опция **По контуру сплайна**.

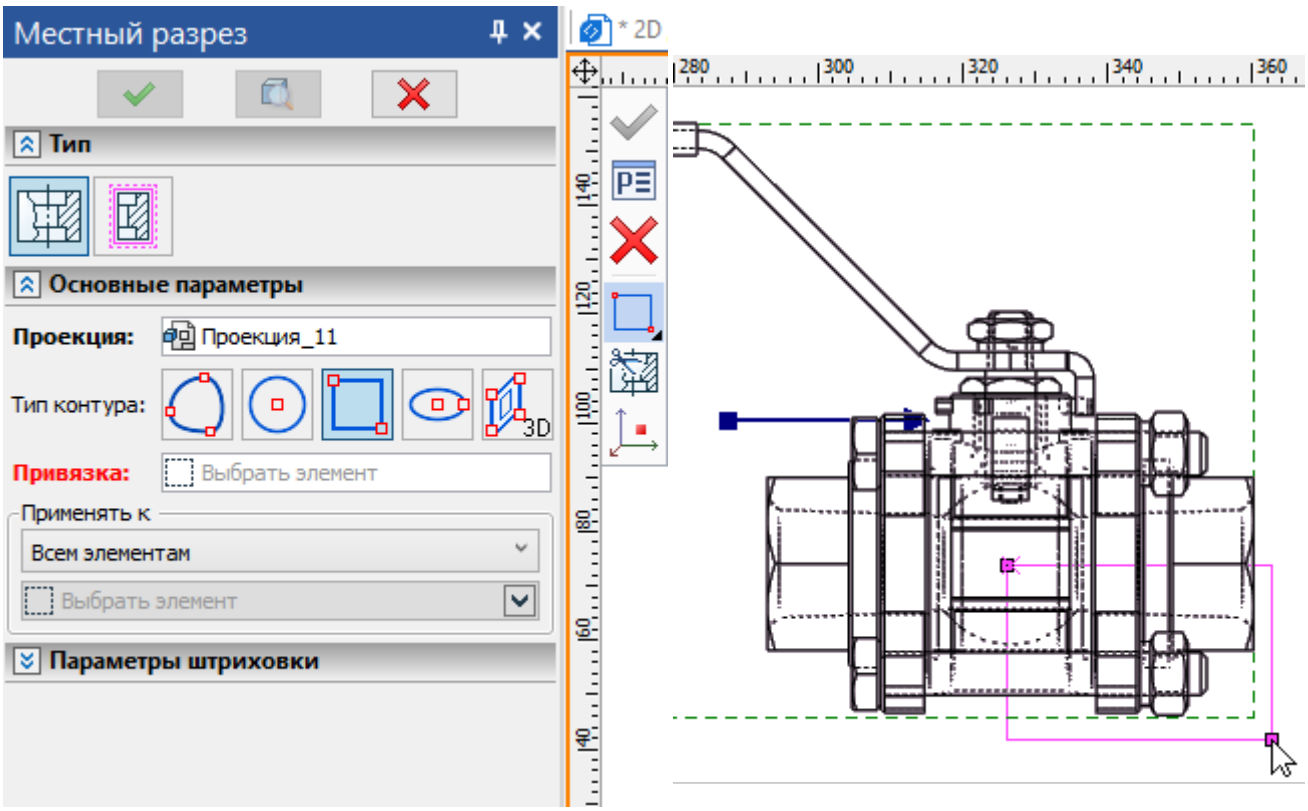
После выбора типа контура необходимо построить контур в окне чертежа. Первое нажатие в окне чертежа выберет проекцию, ближайшую к месту нажатия, и запустит построение контура разреза на этой проекции. В режиме построения контура на проекции отображаются невидимые линии. Объектные привязки недоступны.
Если выбрана опция **По контуру сплайна**, то после выбора проекции запустится обычная команда построения сплайна.



Постройте сплайн на выбранной проекции и подтвердите его создание . Система вернётся к исходной команде создания местного разреза.

Если выбрана опция построения контура другого типа, то контур строится в рамках команды **Местный разрез** без запуска отдельной команды. После активации опции необходимо нажатием указать на чертеже ключевые точки соответствующей геометрической фигуры. Для окружности указывается положение центра и точка, определяющая величину радиуса; для прямоугольника - две противоположные вершины; для эллипса - положение центра и точки, определяющие величины малой и большой осей.

После указания требуемого количества точек построение контура завершается. В поле **Проекция** отобразятся название и иконка выбранной проекции.



Изменение контура

Если необходимо построить разрез на другой проекции, выйдите из команды и начните построение местного разреза заново.

Если необходимо изменить контур на текущей проекции, заново активируйте опцию необходимого типа контура. Старый контур будет удалён и начнётся построение или выбор нового.

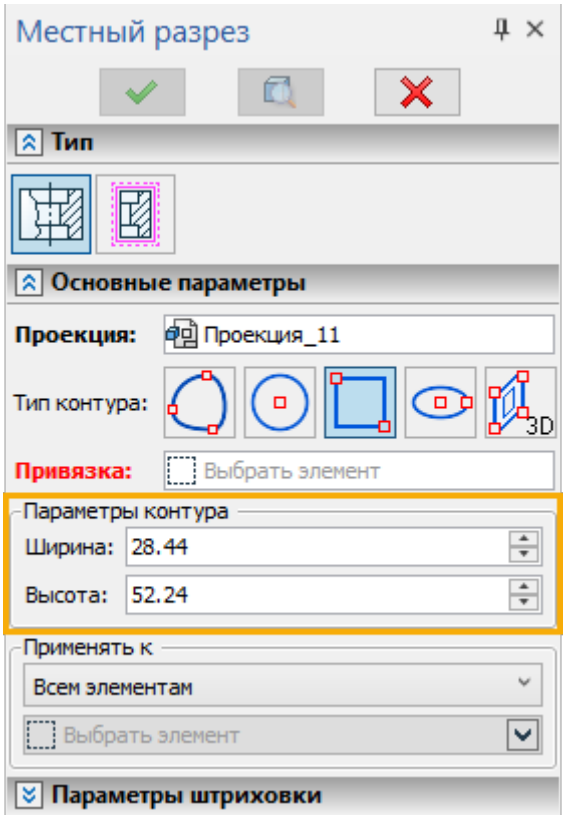
Кроме того, для редактирования контура на чертеже без смены его типа можно воспользоваться следующей опцией автоменю:

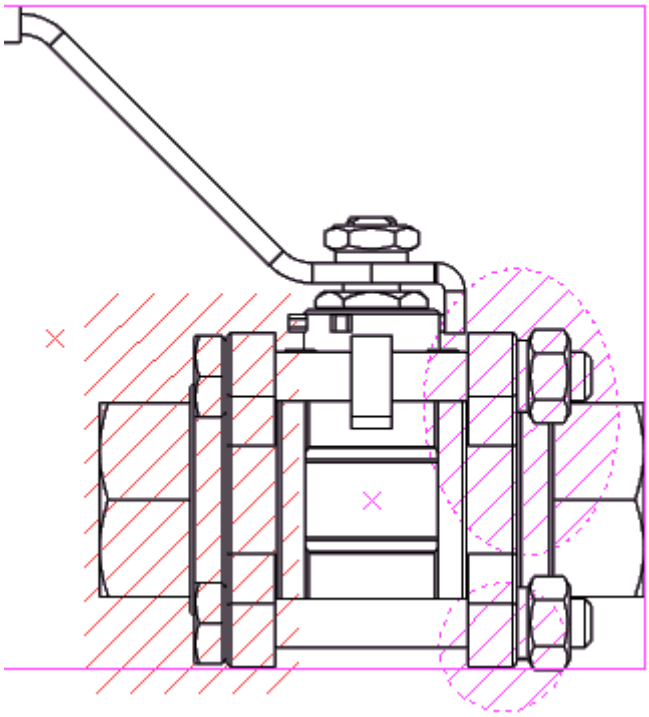
<C> Редактировать контур штриховки местного разреза

Если был построен контур сплайна, данная опция запустит стандартную команду редактирования сплайна. По окончании редактирования сплайна система автоматически вернётся к команде создания местного разреза. Если был построен контур другого типа запускается его повторное построение. Повторное построение контура осуществляется аналогично первоначальному.

В процессе работы с командой на выбранной проекции красной штриховкой выделяется контур текущего разреза, а розовой - контуры других разрезов.

После создания контура его размеры появляются в окне параметров в группе **Параметры контура**. Для прямоугольных и овальных контуров отображаются **Ширина** и **Высота**, для круглых контуров - **Радиус**, для сплайнов размеры недоступны. При необходимости задания точных значений наведите курсор на поле ввода желаемого параметра, нажмите и введите значение с клавиатуры.





Секущая плоскость

После построения контура следует указать точку, задающую положение плоскости разреза. Для этого активируется следующая опцию автоменю:

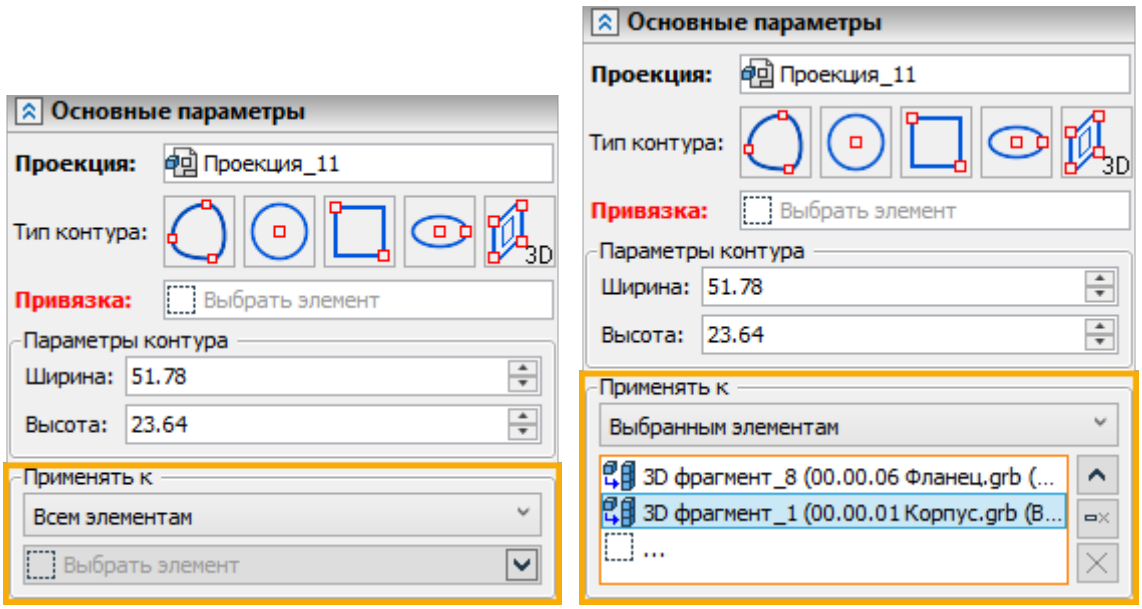
<3> Выбрать точку, задающую секущую плоскость

После активации данной опции на панели фильтров активируются фильтры выбора точек. Для выбора доступны как 3D точки в 3D окне, так и 2D точки, принадлежащие другим проекциям, в окне чертежа. При выборе 2D точки, отличной от 2D узла, в ней автоматически создаётся узел.

Плоскость местного разреза будет проходить через выбранную точку параллельно плоскости проекции на которой строится разрез. Название и иконка выбранной точки или её родительских элементов отображаются в окне параметров в поле **Привязка**. При необходимости можно **Очистить** выбор с помощью кнопки, расположенной в правой части поля. Для повторного выбора точки заново активируйте вышеуказанную опцию автоменю или просто нажмите в поле **Привязка** (опция автоменю будет активирована при нажатии в поле).

Применение местного разреза к элементам модели

После того как построен контур, можно выбрать, к каким элементам модели будет применен разрез. Для этого используется группа элементов управления **Применять к**, расположенная в окне параметров в нижней части вкладки **Основные параметры**.



В выпадающем списке можно выбрать один из следующих способов применения разреза:

- ко **Всем элементам**,
- к **Выбранным элементам**,
- ко **Всем, кроме выбранных**.

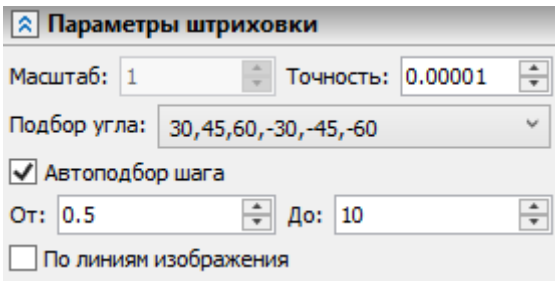
Ниже располагается список элементов, используемый при применении разреза к выбранным элементам или ко всем, кроме выбранных.

По умолчанию разрез применяется **ко всем элементам**. При выборе данного способа список элементов пуст и неактивен.

При выборе способа применения, предполагающего выбор элементов, на панели фильтров активируются фильтры выбора тел, сварных швов и кабельных изделий, после чего можно нажатием выбрать желаемые элементы в 3D сцене или дереве модели. Имена и иконки выбранных элементов добавляются в список. Элементы в списке можно выбирать с помощью . С помощью кнопок, расположенных справа, можно **Свернуть**, **Развернуть**, **Очистить** список или **Удалить элемент из списка**.

> При создании разрезов по сборочным 3D моделям следует помнить, что во внутренних настройках документов 3D фрагментов могут быть заданы условия, при которых эти 3D фрагменты не будут рассекаться сечением. Эти условия определяются в параметрах документа (**Параметры документа** > **Документ** > **Фрагмент 3D** > **Сечения**) и могут использоваться, например, при создании 3D моделей стандартных элементов.

Штриховка рассечённых элементов



При создании местного разреза ему по умолчанию назначаются параметры штриховки, заданные в параметрах родительской проекции. При необходимости их можно изменить в окне параметров

команды на вкладке **Параметры штриховки**. Подробная информация о доступных параметрах штриховки приведена в главе Параметры разрезов и сечений на проекции.

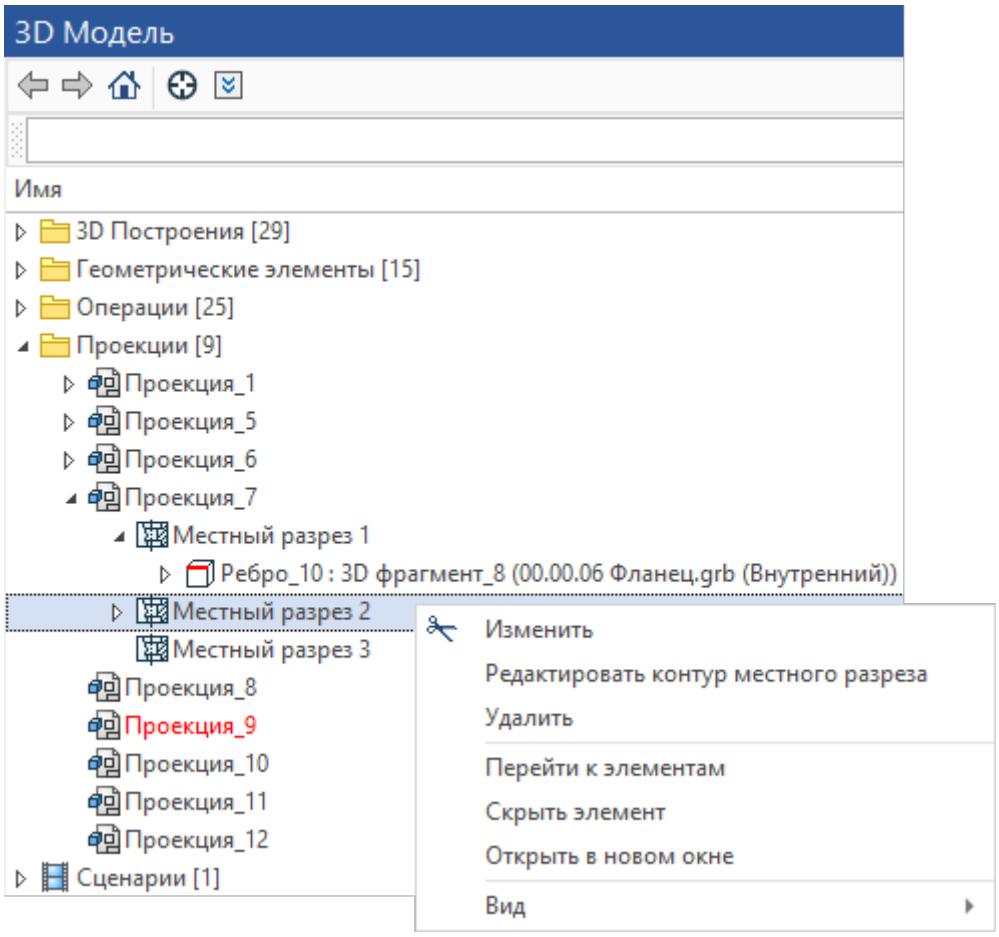
> Параметры штриховки, отображаемые в команде **Местный разрез,** относятся ко всей проекции, а не к отдельному разрезу. Изменение параметров в данной команде меняет их также в параметрах проекции и наоборот.

Отображение разреза в дереве модели

Местные разрезы, созданные в составе проекции, отображаются в дереве 3D модели как дочерние объекты этой проекции. На нижнем уровне дерева относительно разрезов отображаются точки, задающие плоскость разреза, и/или элементы, которым эти точки принадлежат.

Пункт **Изменить** в контекстном меню разреза в дереве модели вызывает команду **Местный разрез** для редактирования выбранного разреза. Редактирование осуществляется аналогично созданию нового разреза.

Пункт **Редактировать контур местного разреза** вызывает команду **Местный разрез** для редактирования выбранного разреза, сразу активируя в ней опцию редактирования контура.



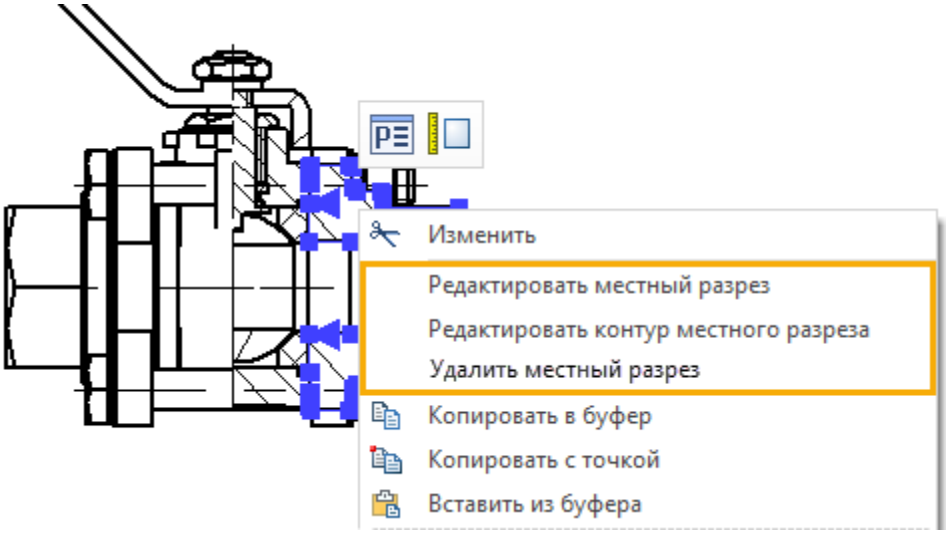
Контекстное меню элементов разреза

Контекстное меню, вызываемое по нажатию на линиях и штриховках, относящихся к местному разрезу в составе проекции, содержит специальные команды:

- **Редактировать местный разрез**
  Вызывает команду **Местный разрез** в режиме редактирования разреза, которому принадлежит выбранный элемент.
- **Редактировать контур местного разреза** (для разреза по контуру 3D сплайна, окружности, прямоугольника, эллипса)

Вызывает команду **Местный разрез** в режиме редактирования разреза, которому принадлежит выбранный элемент, сразу активируя в ней опцию редактирования контура.

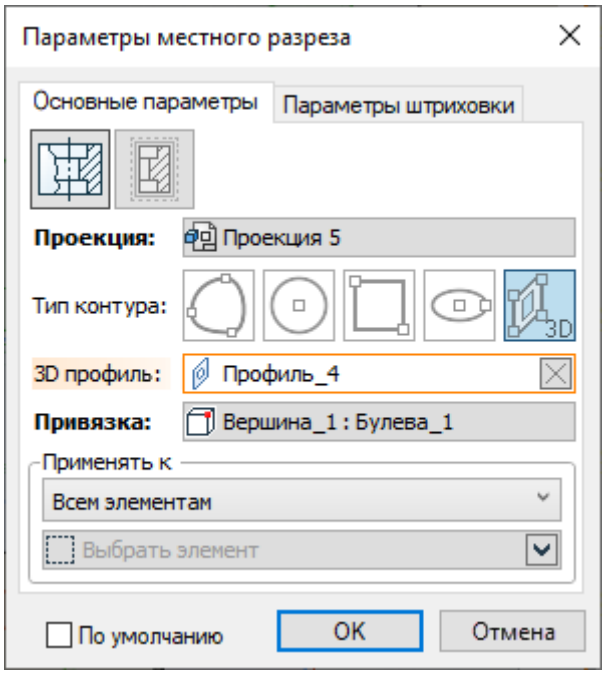
- **Редактировать профиль** (для разреза по контуру 3D профиля)
  Вызывает команду редактирования 3D профиля, используемого в качестве контура разреза, которому принадлежит выбранный элемент.
- **Удалить местный разрез**
  Удаляет местный разрез, которому принадлежит выбранный элемент.



Диалог параметров разреза

При создании и редактировании местного разреза можно вызвать его диалог параметров с помощью следующей опции автоменю:

<P> Задать параметры элемента



Диалог содержит следующие вкладки:

- **Основные параметры;**
- **Параметры штриховки.**

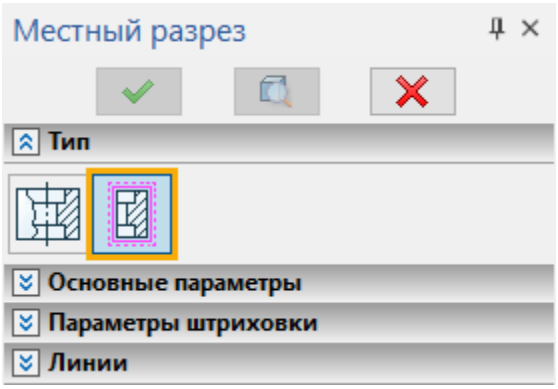
Содержимое вкладок диалога аналогично содержимому одноимённых вкладок окна параметров команды **Местный разрез**.
Содержимое вкладки **Параметры штриховки** относится не только к выбранному разрезу, но и к его родительской проекции. Кроме того, на местный разрез распространяются параметры, заданные в диалоге параметров родительской проекции.
В нижней части диалога параметров местного разреза независимо от активной вкладки отображается флаг **По умолчанию**. Если его установить, значения, установленные на вкладке **Параметры штриховки**, будут применяться по умолчанию для всех вновь создаваемых проекций и местных разрезов.

См. также:

- Местный разрез > Аппликация
- Местный разрез в команде Проекция
- Параметры разрезов и сечений на проекциях

Аппликация

Для создания местного разреза, представляющего собой отдельную проекцию, накладываемую на другую ранее созданную проекцию, используется режим **Аппликация** команды **Местный разрез**. После вызова команды можно переключиться в данный режим с помощью кнопки, расположенной в окне параметров.



Для создания местного разреза в данном режиме выполните следующие действия:

1. Задайте контур разреза.
2. Задайте положение секущей плоскости.
3. Укажите, к каким элементам модели должен быть применён разрез (необязательное действие).
4. Задайте параметры штриховки (необязательное действие).
5. Укажите, какие элементы модели следует учитывать при проецировании (необязательное действие).
6. Задайте параметры линий изображения разреза (необязательное действие).
7. Закончите ввод, нажав кнопку в автоменю или в заголовке окна параметров, либо **<Ctrl>+<Enter>** на клавиатуре.

После создания разреза, он становится доступным в дереве модели как отдельная проекция.

Контур

Для создания разреза необходимо сначала задать контур области разреза. Это можно сделать двумя способами: выбрав одну из штриховок, существующих на исходной проекции, или построив новую штриховку по новому сплайну.
Для выбора штриховки, созданной заранее, используйте следующую опцию автоменю:

<1> Выбрать штриховку для определения формы разреза.

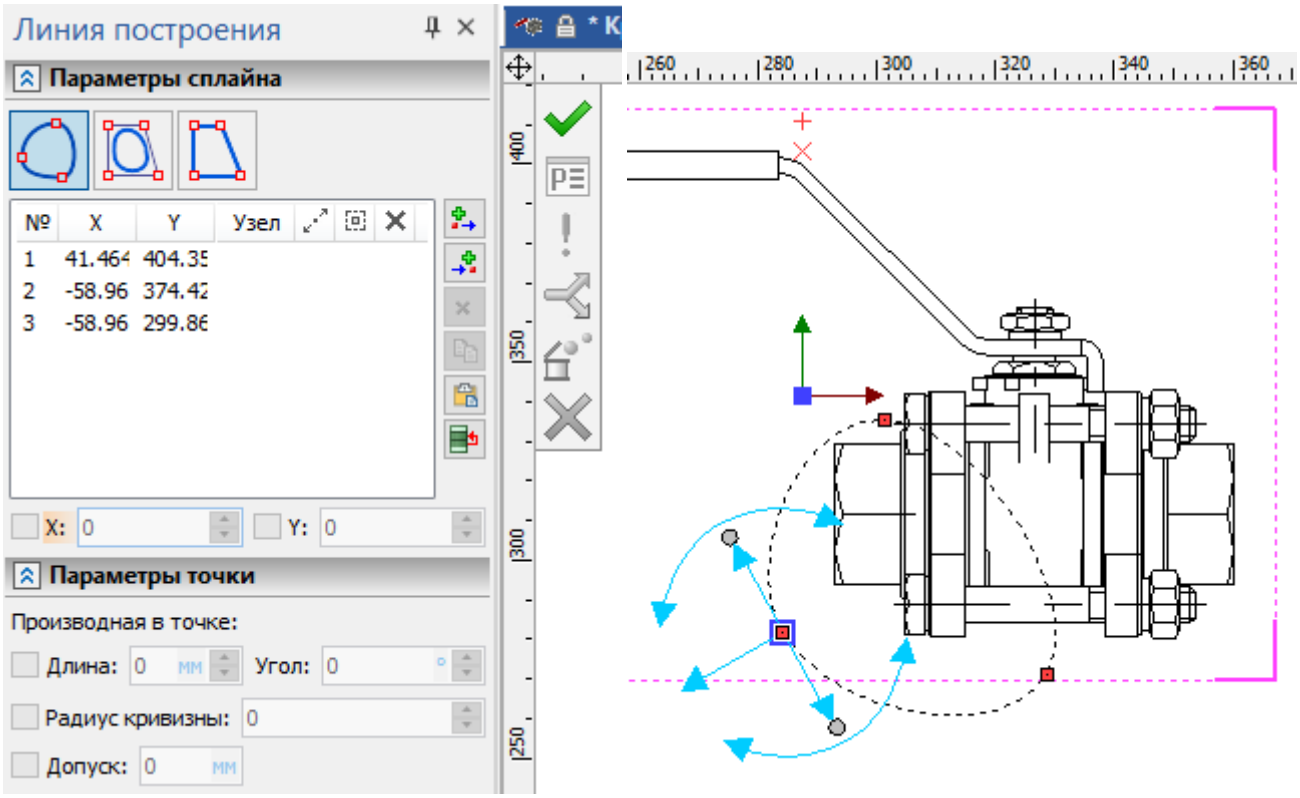
Данная опция активна по умолчанию после вызова команды. В результате, нажатием в окне чертежа можно выбрать ближайшую из штриховок, принадлежащих проекциям. Местный разрез будет создан на проекции, которой принадлежит выбранная штриховка.
Для выбора другой штриховки заново активируйте вышеуказанную опцию.

> По окончании создания местного разреза штриховка станет невидимой и закроет собой часть основной проекции. Линии местного разреза будут нарисованы с более высоким приоритетом, чем у штриховки и у линий основной проекции.

Для создания новой штриховки по новому сплайну используйте опцию автоменю:

<6> Создать штриховку по сплайну

После активации данной опции нажмите на листе чертежа. В результате запустится команда построения сплайна. Сплайн, а соответственно и разрез, будут построены на проекции, ближайшей к месту нажатия. В отличие от местного разреза в составе проекции, в режиме аппликации при построении сплайна на проекции не отображаются невидимые линии, зато можно пользоваться объектными привязками.

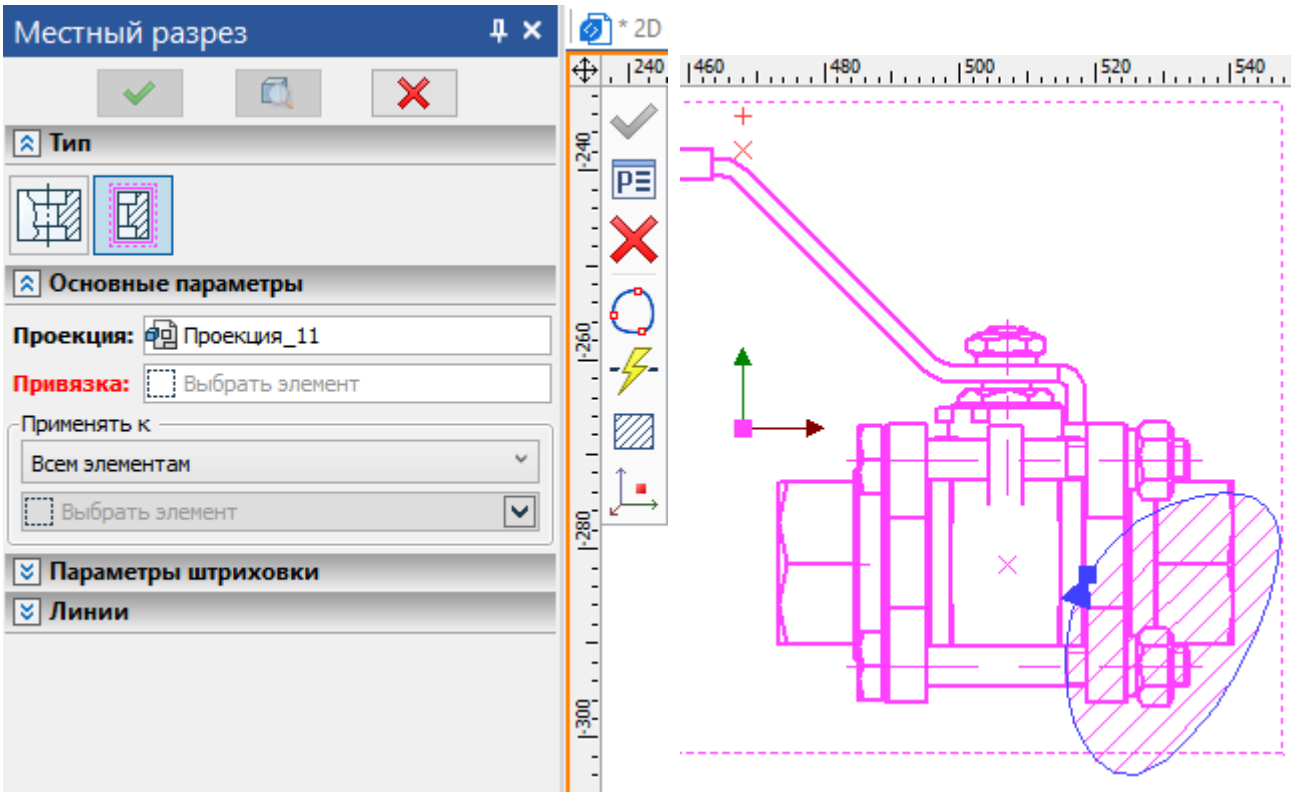


По завершении построения сплайна система возвращается к команде создания местного разреза, автоматически создаёт невидимую штриховку по данному сплайну и выбирает её в качестве контура разреза.
После того, как сплайн создан, его можно отредактировать, повторно активировав опцию создания сплайна. В результате запускается стандартная команда редактирования сплайна. По завершении редактирования система автоматически вернётся к команде создания местного разреза.

Если сплайн был создан по ошибке, можно отменить его создание с помощью следующей опции автоменю:

<G> Сбросить созданную штриховку

Название и иконка проекции, которой принадлежит выбранная штриховка, отображаются в поле **Проекция** в окне параметров. Для смены проекции выберите или создайте другую штриховку. Контур выбранной штриховки выделяется синими линиями в окне чертежа.



Секущая плоскость

После задания контура следует указать точку, задающую положение плоскости разреза. Для этого активируется следующая опцию автоменю:

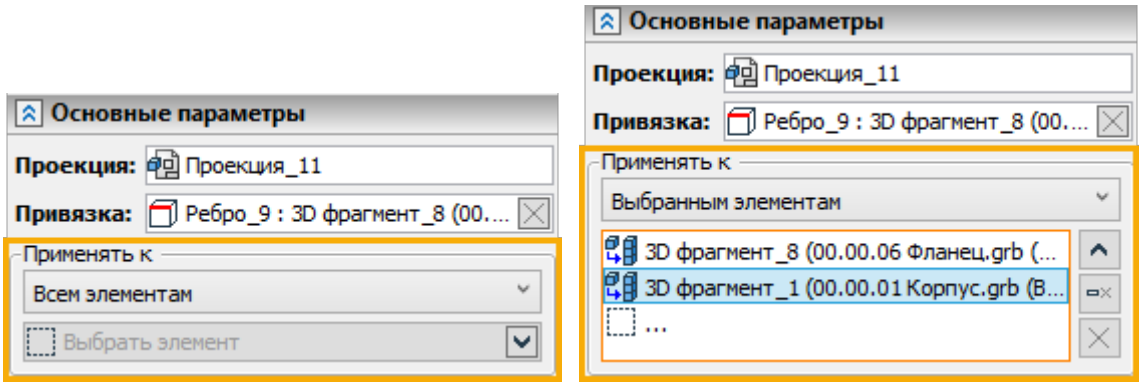
<3> Выбрать точку, задающую секущую плоскость

После активации данной опции на панели фильтров активируются фильтры выбора точек. Для выбора доступны как 3D точки в 3D окне, так и 2D точки, принадлежащие другим проекциям, в окне чертежа. При выборе 2D точки, отличной от 2D узла, в ней автоматически создаётся узел.

Плоскость местного разреза будет проходить через выбранную точку параллельно плоскости проекции, на которой строится разрез. Название и иконка выбранной точки или её родительских элементов отображаются в окне параметров в поле **Привязка**. При необходимости можно **Очистить** выбор с помощью кнопки, расположенной в правой части поля. Для повторного выбора точки заново активируйте вышеуказанную опцию автоменю или просто нажмите в поле **Привязка** (опция автоменю будет активирована при нажатии в поле).

Применение местного разреза к элементам модели

После того как построен контур разреза, можно выбрать, к каким элементам модели будет применен разрез. Для этого используется группа элементов управления **Применять к**, расположенная в окне параметров в нижней части вкладки **Основные параметры**.



В выпадающем списке можно выбрать один из следующих способов применения разреза:

- ко **Всем элементам**,
- к **Выбранным элементам**,
- ко **Всем, кроме выбранных**.

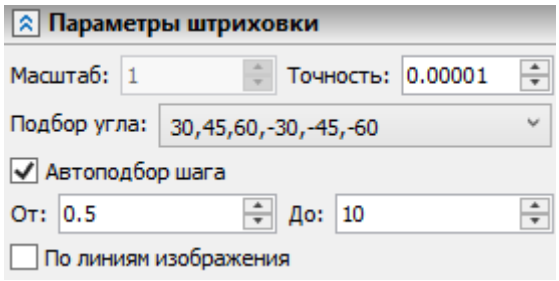
Ниже располагается список элементов, используемый при применении разреза к выбранным элементам или ко всем, кроме выбранных.

По умолчанию разрез применяется **ко всем элементам**. При выборе данного способа список элементов пуст и неактивен.

При выборе способа применения, предполагающего выбор элементов, на панели фильтров активируются фильтры выбора тел, сварных швов и кабельных изделий, после чего можно нажатием выбрать желаемые элементы в 3D сцене или дереве модели. Имена и иконки выбранных элементов добавляются в список. Элементы в списке можно выбирать с помощью . С помощью кнопок, расположенных справа, можно **Свернуть**, **Развернуть**, **Очистить** список или **Удалить элемент из списка**.

> При создании разрезов по сборочным 3D моделям следует помнить, что во внутренних настройках документов 3D фрагментов могут быть заданы условия, при которых эти 3D фрагменты не будут рассекаться сечением. Эти условия определяются в параметрах документа (**Параметры документа** > **Документ** > **Фрагмент 3D** > **Сечения**) и могут использоваться, например, при создании 3D моделей стандартных элементов.

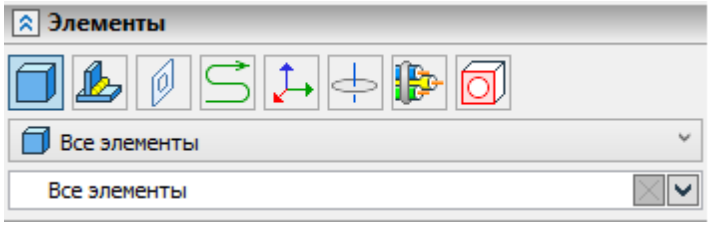
Штриховка рассечённых элементов



При добавлении местного разреза ему назначаются параметры штриховки по умолчанию. При необходимости параметры штриховки текущего разреза можно изменить в окне параметров команды на вкладке **Параметры штриховки**. Подробная информация о доступных параметрах

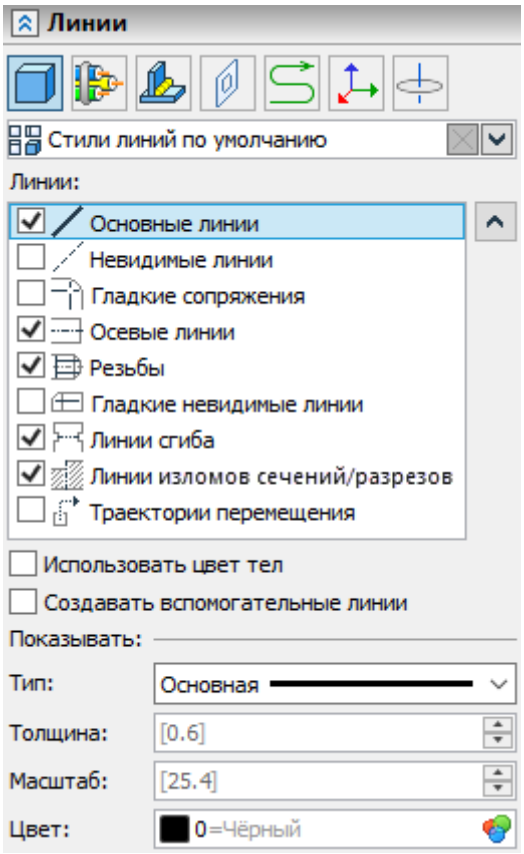
штриховки приведена в главе Параметры разрезов и сечений на проекции. В отличие от местного разреза в составе проекции, параметры штриховки разреза-аппликации не связаны с параметрами штриховки исходной проекции.

Проецируемые элементы



На вкладке **Элементы** можно указать, какие элементы модели будут учитываться при проецировании. Содержимое данной вкладки окна параметров команды **Местный разрез** аналогично содержимому одноимённой вкладки окна параметров команды **Проекция** (см. Элементы 3D модели на проекции).

Линии изображения разреза



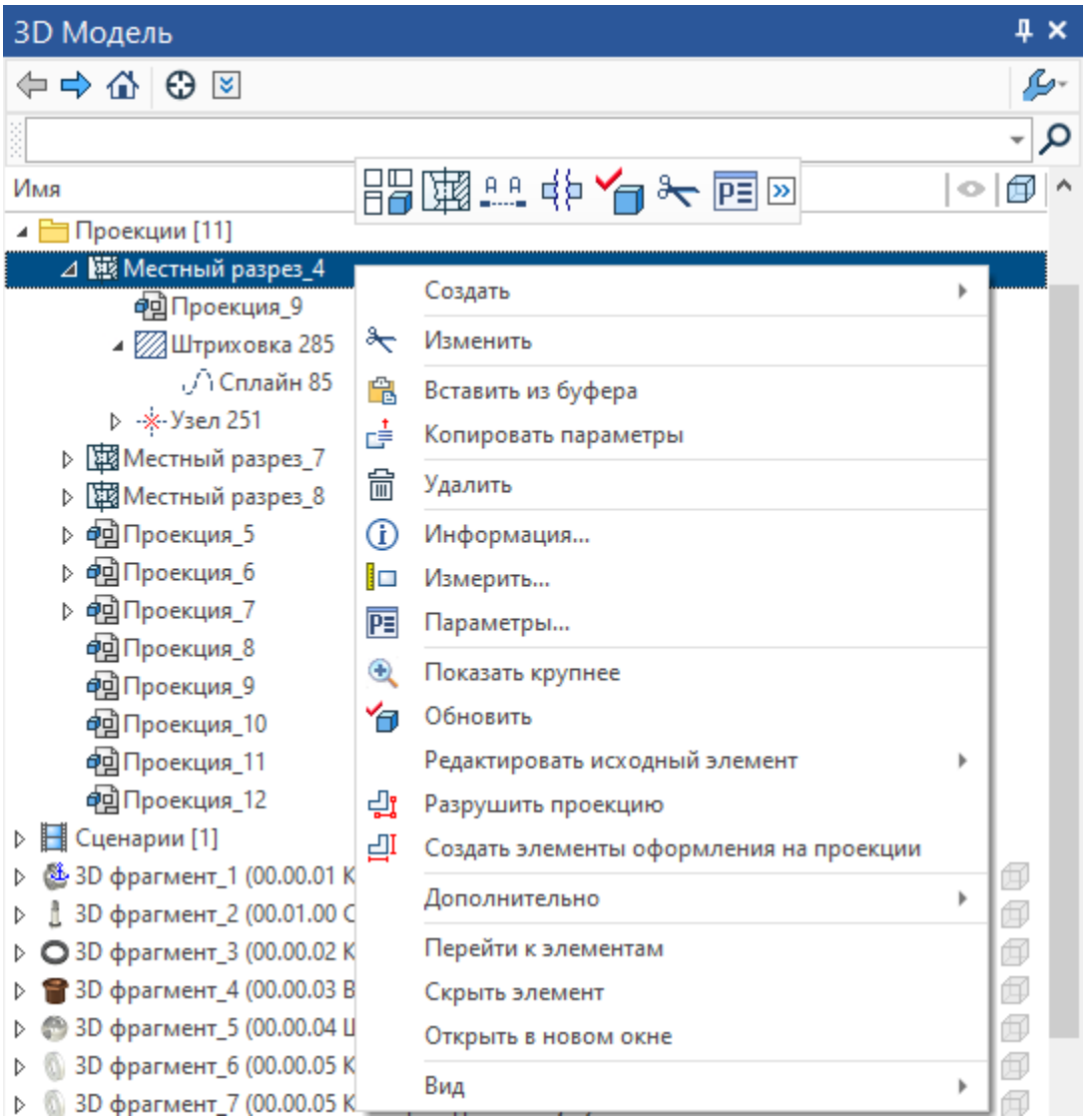
Для местного разреза в режиме аппликации можно настроить параметры линий, используемых для отображения элементов различных типов. Параметры линий задаются в окне параметров на вкладке **Линии** аналогично тому, как это делается для проекций других типов. По умолчанию для разреза применяются такие же параметры линий, как у родительской проекции. Однако в дальнейшем параметры линий разреза можно редактировать независимо от параметров линий проекции.

Отображение разреза в дереве модели

Местные разрезы, созданные в режиме аппликации, отображаются в дереве 3D модели как отдельные проекции особого типа. На нижнем уровне дерева относительно разрезов отображаются точки, задающие плоскость разреза, и/или элементы, которым эти точки принадлежат; штриховки,

определяющие контур разреза, и объекты, на основании которых эти штриховки построены; а также исходные проекции.

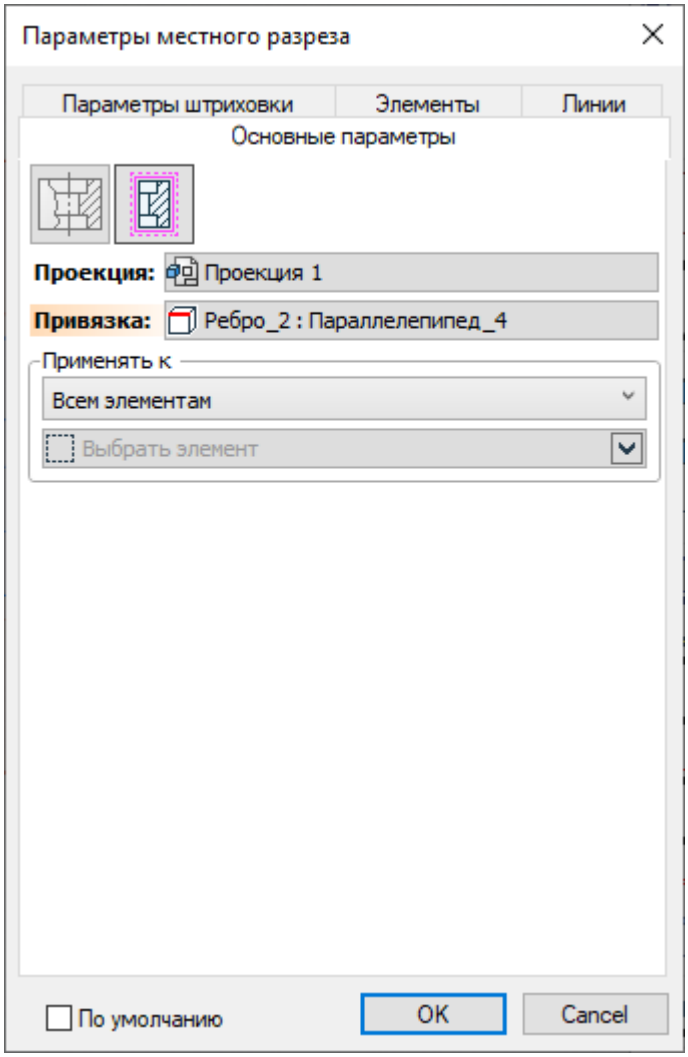
Контекстное меню разреза в дереве аналогично контекстному меню обычных проекций. Пункт **Изменить** в данном меню вызывает команду **Местный разрез** в режиме редактирования выбранного разреза. Редактирование осуществляется аналогично созданию нового разреза.



Диалог параметров разреза

При создании и редактировании местного разреза можно вызвать его диалог параметров с помощью следующей опции автоменю:

<P> Задать параметры элемента



Диалог содержит следующие вкладки:

- **Основные параметры;**
- **Параметры штриховки;**
- **Элементы;**
- **Линии.**

Содержимое вкладок диалога аналогично содержимому одноимённых вкладок окна параметров команды **Местный разрез**.

В нижней части диалога независимо от активной вкладки отображается флаг **По умолчанию.** Если его установить, значения, установленные на вкладках **Параметры штриховки** и **Линии**, будут применяться по умолчанию для всех вновь создаваемых проекций и местных разрезов (за исключением того, что для местных разрезов в режиме аппликации параметры линий по умолчанию считываются с родительской проекции).

После создания разреза его диалог параметров также можно вызвать из контекстного меню или двойным нажатием на разрезе в дереве модели. Диалог, вызываемый такими способами, содержит более широкий набор параметров и аналогичен диалогу параметров проекций других типов.

См. также:

- Местный разрез > В составе проекции

- Местный разрез в команде Проекция
- Параметры разрезов и сечений на проекциях

В команде Проекция

Местный разрез можно построить с помощью следующей опции в команде **Проекция**:

<4> Местный разрез

Контур

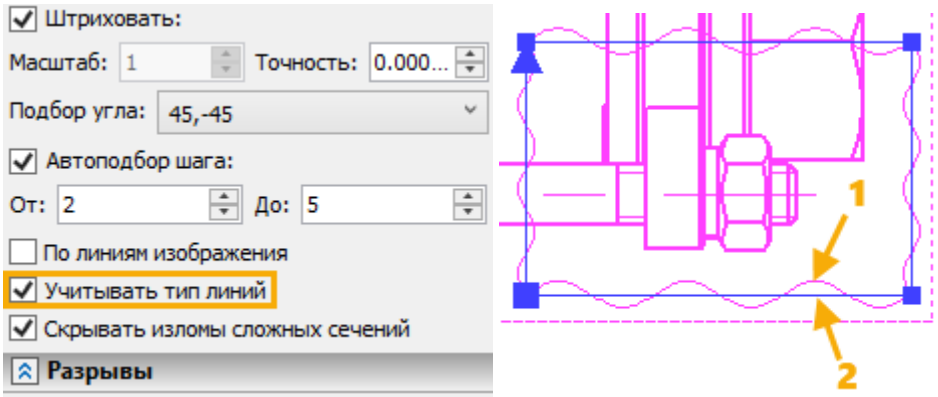
Границы местного разреза определяются по контуру штриховки. Штриховку можно создать заранее или непосредственно при создании проекции.

Для выбора штриховки, созданной заранее, используйте опцию автоменю:

<1> Выбрать штриховку для определения формы разреза.

По окончании создания местного разреза штриховка станет невидимой и закроет собой часть основной проекции. Линии местного разреза будут нарисованы с более высоким приоритетом, чем у штриховки и у линий основной проекции.

По умолчанию тип линий обводки исходной штриховки, учитывается при определении границ местного разреза. Например, если обводка штриховки была задана волнистыми линиями, то границы местного разреза также будут волнистыми. Для отключения данной опции можно снять флаг **Учитывать тип линий**, доступный в нижней части вкладки **Сечения** в окне параметров. При снятом флаге контур сечения будет проходить по синим линиям, отображаемым при выборе штриховки, независимо от типа линии.



1 - Контур с учётом типа линий

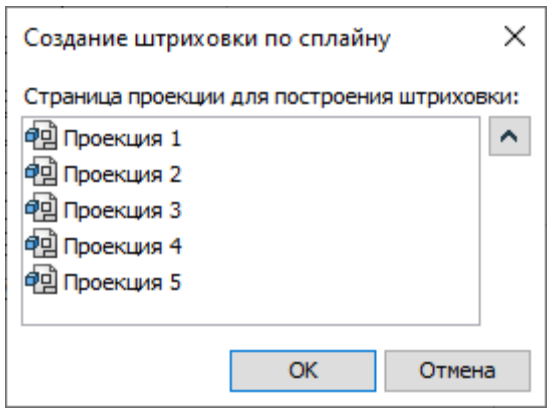
2 - Контур без учёта типа линий

Для создания штриховки непосредственно при создании проекции используйте опцию автоменю:

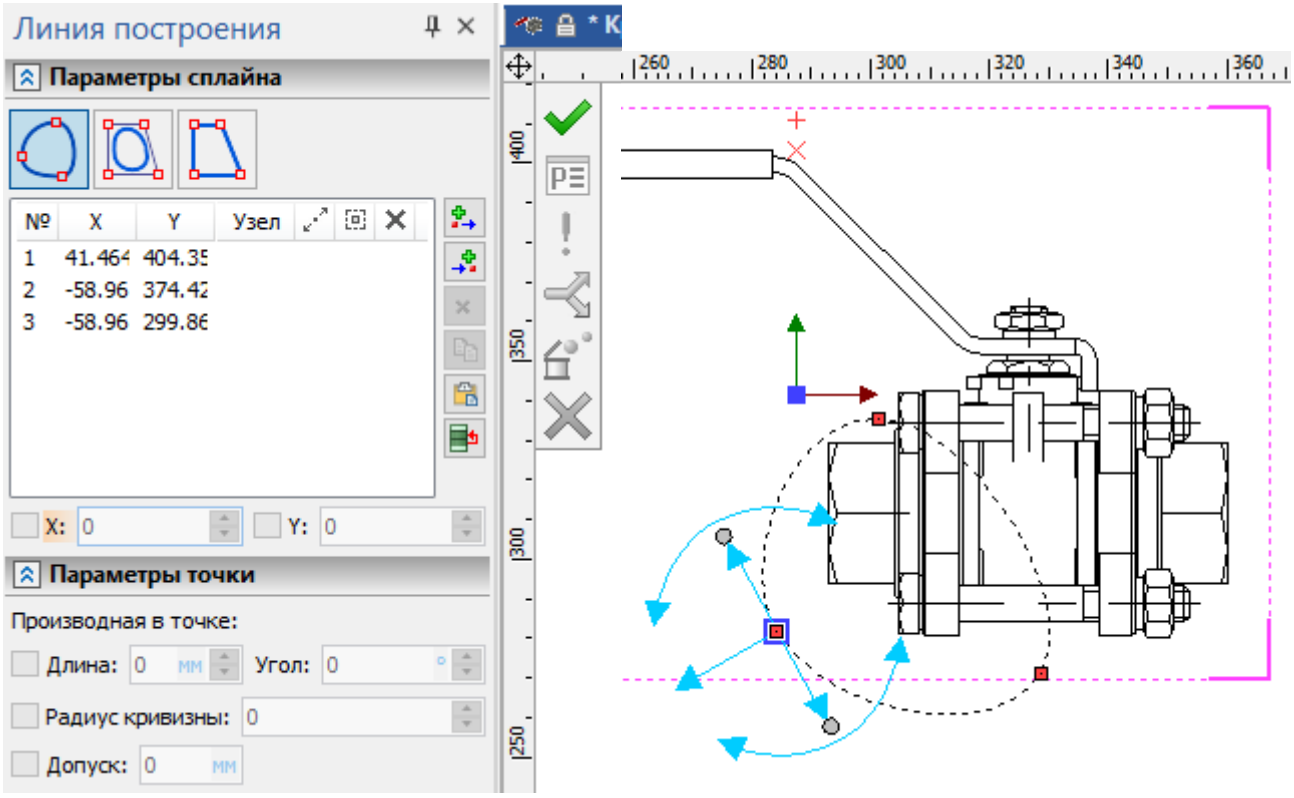
<6> Создать штриховку по сплайну

После выбора данной опции нажмите на листе чертежа.

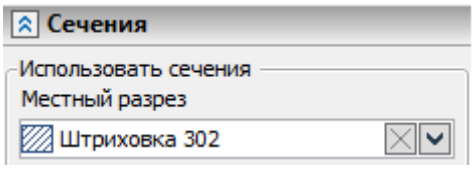
Если в момент нажатия на листе чертежа курсор находится вне границ проекций, то появляется диалоговое окно выбора проекции. После выбора проекции автоматически запускается команда построения сплайна.



Если в момент нажатия на листе чертежа курсор находился внутри границ одной из проекций (проекция при этом подсвечивается), то сразу запускается команда построения сплайна на данной проекции:



По завершении построения сплайна система возвращается к команде **Проекция**, автоматически создаёт невидимую штриховку по данному сплайну и выбирает её в качестве контура разреза.
Название и иконка выбранной штриховки отображаются в поле **Местный разрез** на вкладке **Сечения** в окне параметров. При необходимости можно **Очистить** выбор с помощью кнопки, расположенной в правой части поля.



Если сплайн был построен неверно, можно отменить его создание с помощью следующей опции автоменю:

<G> Сбросить созданную штриховку

Секущая плоскость

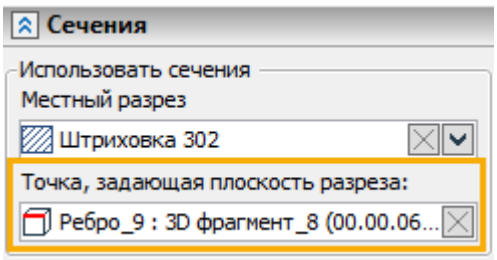
Далее необходимо определить положение плоскости разреза. Нормаль плоскости автоматически совпадает с направлением взгляда основной проекции – той, на которой строится местный разрез. Плоскость проходит через точку, выбранную пользователем. Можно выбрать либо 3D точку в 3D сцене, либо 2D точку на другой проекции, активировав одну из следующих опций автоменю:

<2> Выбрать точку, задающую плоскость разреза

<3> Выбрать 2D узел, задающий плоскость разреза

В зависимости от выбранной опции на панели фильтров активируются фильтры выбора 2D или 3D точек. При выборе 2D точки, отличной от 2D узла, в ней автоматически создаётся узел.

Название и иконка выбранной точки или её родительских элементов отображаются в поле **Точка, задающая плоскость разреза** на вкладке **Сечения** в окне параметров. При необходимости можно **Очистить** выбор с помощью кнопки, расположенной в правой части поля. Для повторного выбора точки заново активируйте одну из вышеуказанных опций автоменю или просто нажмите в данном поле. Нажатие в поле активирует опцию выбора 3D точек.



Положение разреза на чертеже

Местный разрез автоматически привязан к проекции, на которой он построен. Но иногда может потребоваться разорвать эту связь и привязать местный разрез к чертежу в другом месте. Разрывает связь опция:

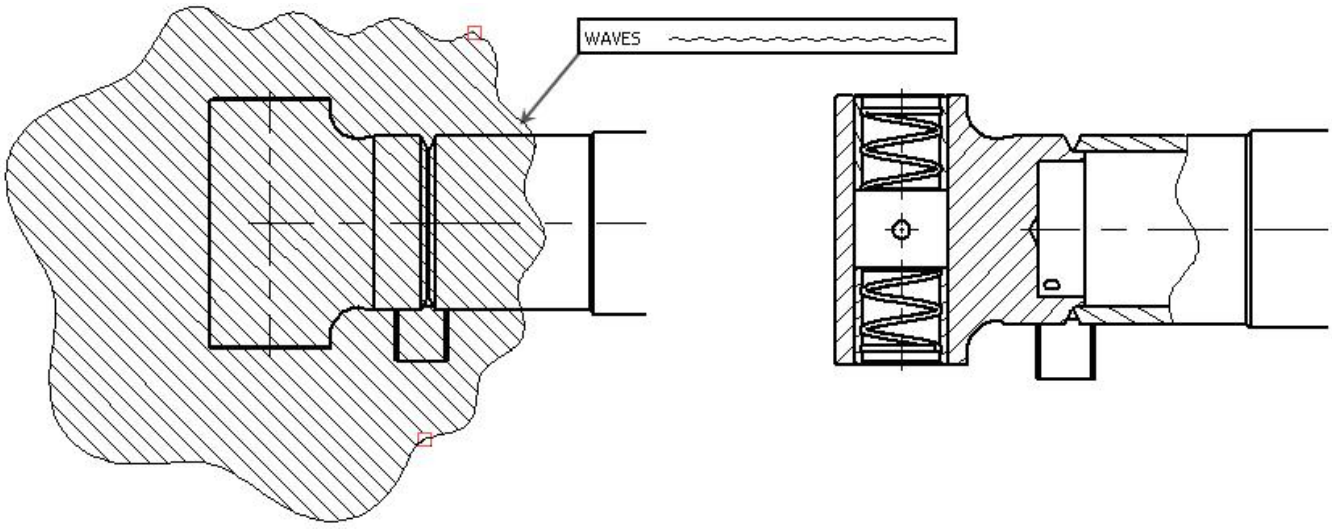
<K> Установить / разорвать проекционную связь с проекцией

При разорванной связи доступна общая для всех типов проекций опция:

<5> Изменить положение проекции

После её активации местный разрез можно расположить в любом месте чертежа аналогично тому, как задаётся положение проекций других типов.

При создании местного разреза рекомендуется выбирать элементы модели для проецирования. Если выбрать только те элементы, которые попадают в область разреза, то проекция будет пересчитываться быстрее.



Выбор рассекаемых элементов

По умолчанию местный разрез рассекает все элементы в пределах своего контура. При необходимости разрез можно применить только к отдельным элементам. Способ применения местного разреза и элементы, к которым он будет применён, выбираются так же как при применении 3D сечений к проекциям.

Штриховка рассечённых элементов

Параметры штриховки сечения задаются в разделе **Сечения** окна параметров (см. главу Параметры разрезов и сечений на проекциях).

Прочие параметры

Помимо параметров и инструментов, описанных выше, при создании и редактировании разреза данным способом доступны прочие параметры и инструменты, общие для проекций всех типов.

Отображение разреза в дереве модели

Местные разрезы, созданные данным способом, отображаются в дереве модели аналогично местным разрезам, созданным в режиме аппликации в команде **Местный разрез**.

См. также:

- Местный разрез > В составе проекции
- Местный разрез > Аппликация
- Алгоритм создания проекции
- Основные параметры проекции
- Типы проекции
- Стили отображения проекции
- Положение проекции на чертеже
- Дополнительные параметры проекции

- Опции создания проекции
- Элементы 3D модели на проекции
- Проекция по модели внешнего файла
- Линии проекции
- Параметры разрезов и сечений на проекциях
- Разрывы проекций и чертёжных видов

Набор стандартных видов

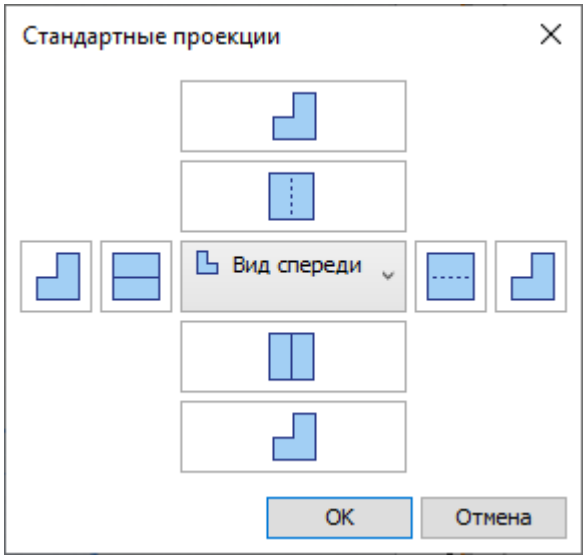
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Проекция > Стандартные виды Листовой металл (2D) > Чертёж > Стандартные виды
Клавиатура	Текстовое меню
<3TJ>	Чертёж > Проекция > Стандартные виды

Также данная команда доступна в виде опции в команде **Проекция**:

<5> Набор стандартных видов

Позволяет создать от одной до шести стандартных проекций (**Вид спереди, Вид сзади, Вид справа, Вид слева, Вид сверху, Вид снизу**), находящихся в проекционной связи друг с другом. Данные виды совпадают с одноимёнными стандартными точками взгляда камеры в 3D окне.
После вызова команды появляется окно диалога, в котором задать номенклатуру создаваемых видов. Выпадающий список в центре диалога позволяет выбрать главный вид, относительно которого будут автоматически спозиционированы зависимые виды в соответствии с проекционными связями. Для добавления зависимых видов необходимо нажать их кнопки в диалоге. Кнопки создаваемых видов подсвечиваются. Расположение зависимых видов относительного главного на чертеже, а также расположение их кнопок в диалоге, зависит от стандарта, выбранного в установках системы (**Установки > 3D > Проекции > Положение видов проекций**).



Принцип работы с произвольным количеством стандартных видов не отличается от принципа работы с тремя стандартными видами и описан в разделе Три стандартных вида.

См. также:

- Алгоритм создания проекции
- Основные параметры проекции
- Стили отображения проекции
- Положение проекции на чертеже
- Дополнительные параметры проекции
- Опции создания проекции
- Элементы 3D модели на проекции
- Проекция по модели внешнего файла
- Линии проекции
- Параметры разрезов и сечений на проекциях
- Разрывы проекций и чертёжных видов
- Обрезка проекции по контуру
- Стандартные точки взгляда

Проекция на рабочей плоскости

Проекция на рабочей плоскости используется при работе с активными рабочими плоскостями (например, при создании новой рабочей плоскости на основе плоской грани, на неё может быть автоматически спроецирована выбранная грань). Более подробно о Проекции элементов можно узнать в соответствующем разделе.
При наличии рабочей плоскости на 2D виде, иногда удобно её использовать для проецирования элементов модели. Для этой цели существует опция:

<7> Проекция на рабочей плоскости

Рабочую плоскость можно выбрать либо в 3D окне, либо на 2D виде. Проекция будет построена на той странице чертежа, на которой лежит выбранная рабочая плоскость. Привязывать проекцию на чертёж не требуется. Положение проекции определяется автоматически, так как каждая рабочая плоскость имеет конкретное положение в 3D пространстве. Объекты проецируются на рабочую плоскость по направлению её нормали.

См. также:

- Алгоритм создания проекции
- Основные параметры проекции
- Стили отображения проекции
- Дополнительные параметры проекции
- Опции создания проекции
- Элементы 3D модели на проекции
- Проекция по модели внешнего файла
- Линии проекции
- Параметры разрезов и сечений на проекциях
- Разрывы проекций и чертёжных видов
- Обрезка проекции по контуру

По существующей проекции

Для создания такой проекции используется следующая опция команды **Проекция**.

<7> По существующей проекции

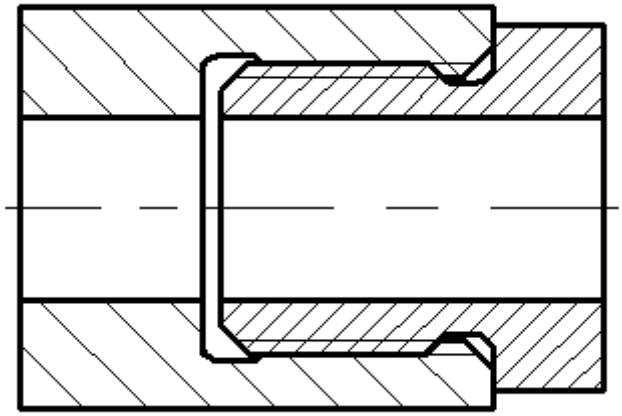
Сначала определяется исходная 2D проекция, с которой будут взяты свойства для создаваемой проекции. Для выбора исходной проекции используется следующая опция автоменю, активная по умолчанию:

<V> Выбрать проекцию для задания параметров проецирования

Новая 2D проекция будет совпадать с исходной по положению, ориентации, применяемым разрывам. Остальные параметры проекции можно отредактировать: можно изменить список проецируемых объектов и применяемых сечений, метод проецирования, стили доступных линий, параметры штрихования.

Создаваемой 2D проекции автоматически присваивается приоритет на 5 единиц больше, чем у исходной проекции. Дополнительно во вкладке **Опции** новой 2D проекции устанавливается флаг **Строить очерк всей проекции**.

Данный способ создания 2D проекции можно использовать для построения проекций **резьбовых соединений с рассечением обоих свинчиваемых деталей** (винт и гайка). На проекции с одновременным рассечением обоих деталей линии резьбы винта и гайки будут накладываться друг на друга. Чтобы добиться правильного отображения резьбового соединения, можно поверх исходной проекции (разрез гайки) создать вторую 2D проекцию на основе первой, указав в списке проецируемых и разрезаемых элементов только винт.



См. также:

- Алгоритм создания проекции
- Основные параметры проекции
- Стили отображения проекции
- Положение проекции на чертеже
- Дополнительные параметры проекции
- Опции создания проекции
- Элементы 3D модели на проекции
- Проекция по модели внешнего файла
- Линии проекции
- Параметры разрезов и сечений на проекциях
- Разрывы проекций и чертёжных видов
- Обрезка проекции по контуру

Произвольный вид

Вызов команды:

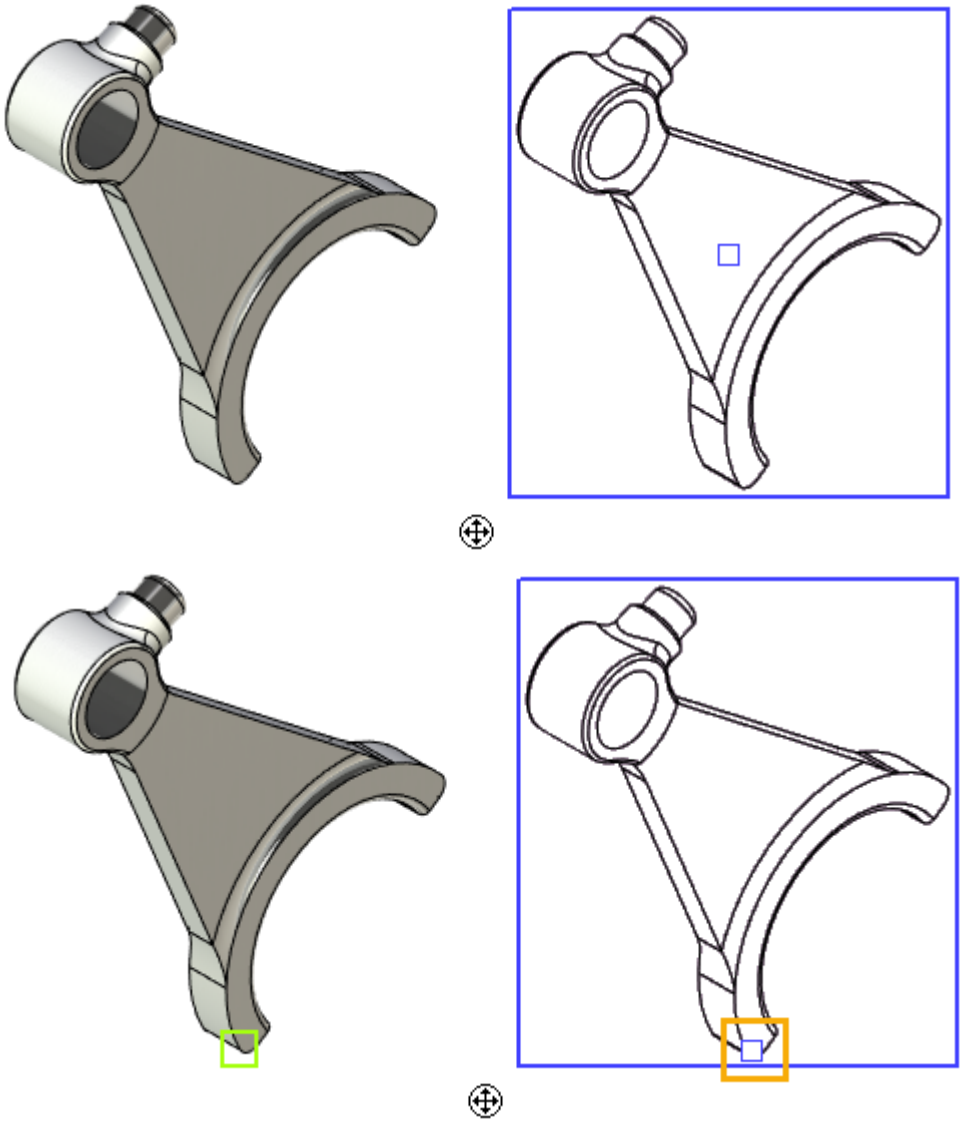
Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Проекция > Произвольный вид Листовой металл (2D) > Чертёж > Произвольный вид
Клавиатура	Текстовое меню
<3ZJ>	Чертёж > Проекция > Произвольный вид

Также данная команда доступна в виде опции в команде **Проекция**:

<6> Произвольный вид

Проекция такого типа позволяет задать любое произвольное направление проецирования.
В первую очередь после вызова команды нужно определить положение проекции на чертеже. Помимо способов задания положения, общих для всех типов проекций, для произвольного вида можно совместить начало координат проекции с произвольной точкой 3D сцены. Для выбора такой точки используется следующая опция автоменю:

<N> Выбрать точку для совмещения с точкой привязки

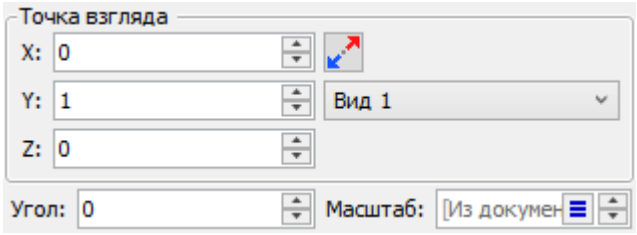


Далее необходимо определить направление проецирования. Направление проецирования по умолчанию определяется положением активной камеры в 3D окне на момент вызова команды.
Другое направление проецирования можно задать одним из следующих способов:

- **Выбрать плоскость проецирования**
  Направление проецирования будет определяться нормалью к этой плоскости. Для выбора грани используйте опцию

<F> Выбрать плоскость проецирования

- **Задать в окне параметров точку взгляда**
  Она может быть определена с помощью координат, либо выбором одного из стандартных или пользовательских видов. Координаты направления взгляда можно задать в окне параметров. В соответствующих полях записываются координаты X, Y и Z второй точки направляющего вектора. Первая точка вектора – начальная точка глобальной системы координат.



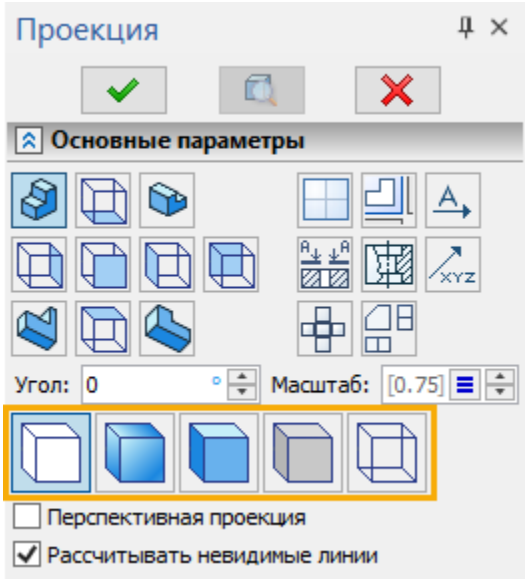
Для возврата к направлению проецирования по умолчанию используется следующая опция автоменю:

<K> Отменить направление и положение проецирования

См. также:

- Алгоритм создания проекции
- Основные параметры проекции
- Стили отображения проекции
- Положение проекции на чертеже
- Дополнительные параметры проекции
- Опции создания проекции
- Элементы 3D модели на проекции
- Проекция по модели внешнего файла
- Линии проекции
- Параметры разрезов и сечений на проекциях
- Разрывы проекций и чертёжных видов
- Обрезка проекции по контуру

Стили отображения проекции



После выбора типа проекции на вкладке **Основные параметры** окна параметров команды **Проекция** можно выбрать один из следующих стилей отображения проекции:

Линии изображения

Данный стиль используется по умолчанию. Проекция данного стиля представляет собой набор линий изображения, аналогичных линиям, создаваемым пользователем вручную.

Векторная картинка

Изображение, создаваемое на проекции данного стиля, полностью соответствует стилю отображения **Линии изображения**. Однако сами линии изображения в данном случае не создаются, а проекция рисуется в виде векторной картинки. Данный режим позволяет уменьшить время генерации 2D проекции, а также уменьшить затраты памяти, необходимые для создания большого числа линий изображения.

Тоновая закраска с материалами

Изображение проекции рисуется в виде векторной картинки, соответствующей одноименному режиму в 3D окне. Грани заливаются цветами, соответствующими применённым материалам.

Тоновая закраска

Изображение проекции рисуется в виде векторной картинки, соответствующей одноименному режиму в 3D окне. Грани заливаются цветами, установленными в параметрах граней.

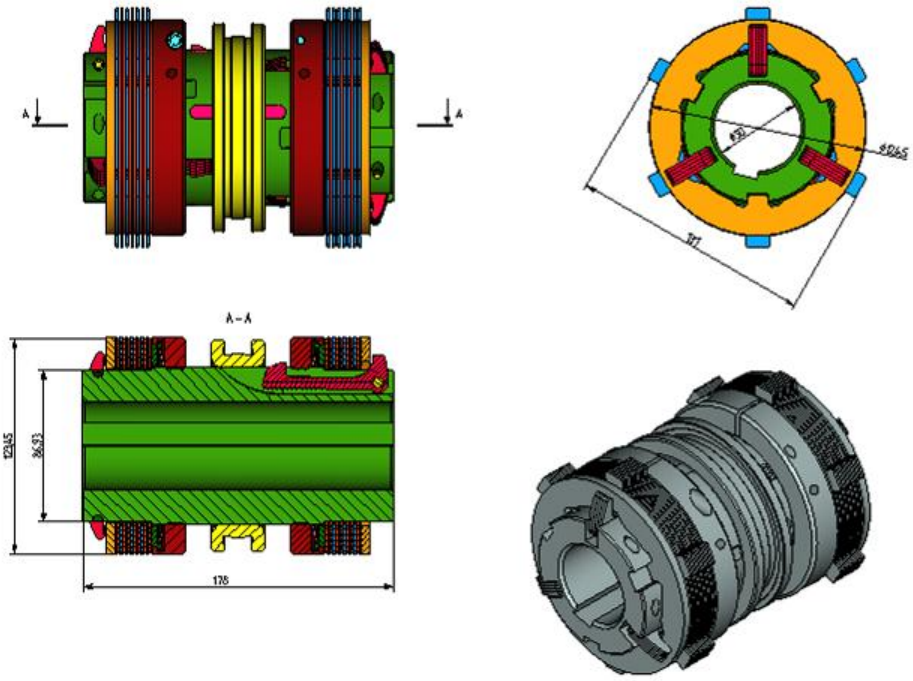
Рёберное изображение

Изображение проекции рисуется в виде векторной картинки, соответствующей одноименному режиму в 3D окне. Отображаются все рёбра модели, включая рёбра заслонённые другими объектами.

Проекции стилей отображения **Векторная картинка**, **Тоновая закраска**, **Тоновая закраска с материалами**, **Рёберное изображение** имеют следующие ограничения:

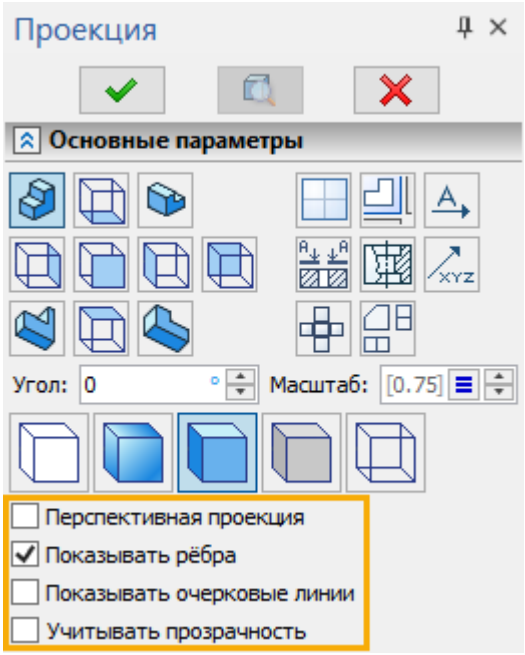
- Невозможно погасить (удалить) отдельные элементы (линии) проекций или изменить их параметры.
- Невозможно спроецировать 3D элементы построения (3D пути, 3D профили). Для проецирования выбираются только тела (операции).

Все стили отображений 2D проекций поддерживают создание на их основе элементов оформления чертежа. На проекции стиля отображения **Линия изображения** элементы оформления привязываются к линиям проекции, на проекциях остальных стилей отображения – непосредственно к элементам 3D модели.



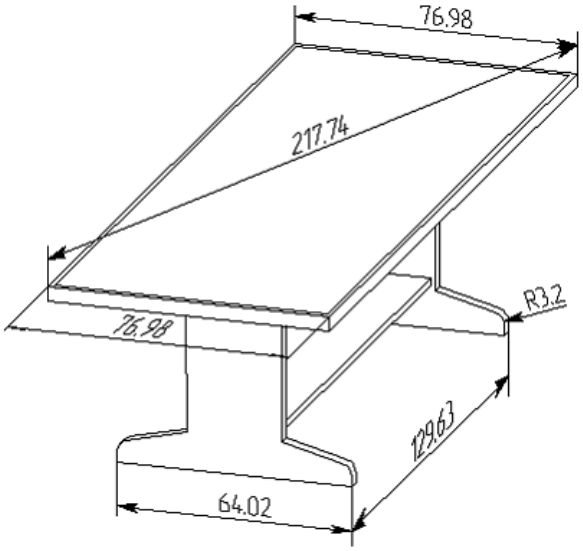
Опции стилей отображения проекции

В зависимости от выбранного стиля, в нижней части вкладки **Основные параметры** могут быть доступны следующие флаги:

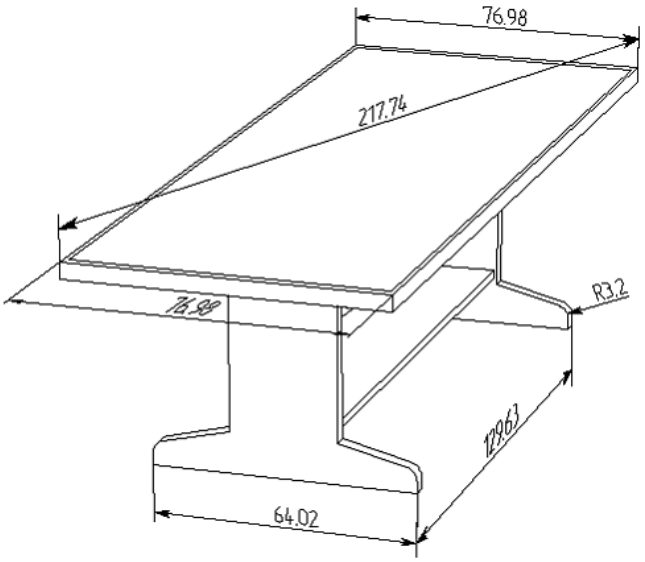


Перспективная проекция

Определяет вид создаваемой проекции: параллельная или перспективная. При установленном флажке создаётся перспективная проекция. Размеры, созданные на основе элементов такой 2D проекции, также отображаются с учётом перспективы.



Параллельная проекция



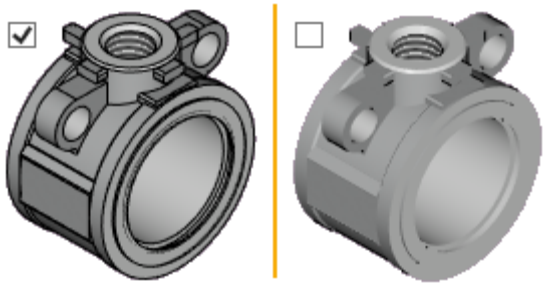
Перспективная проекция

Рассчитывать невидимые линии

Определяет, будет ли сохраняться информация о невидимых линиях в данных о проекции. Для отображения невидимых линий необходимо помимо данного флага установить флаг **Невидимые линии** в списке категорий на вкладке Линии. Если флаг **Рассчитывать невидимые линии** снят, то линии не будут отображаться независимо от состояния флага **Невидимые линии**. Параметр недоступен для проекций стилей отображения **Тоновая закраска**, **Тоновая закраска с материалами**, а также для **сечений** и **разрезов**. На проекциях стиля **Рёберное изображение** всегда показаны невидимые линии.

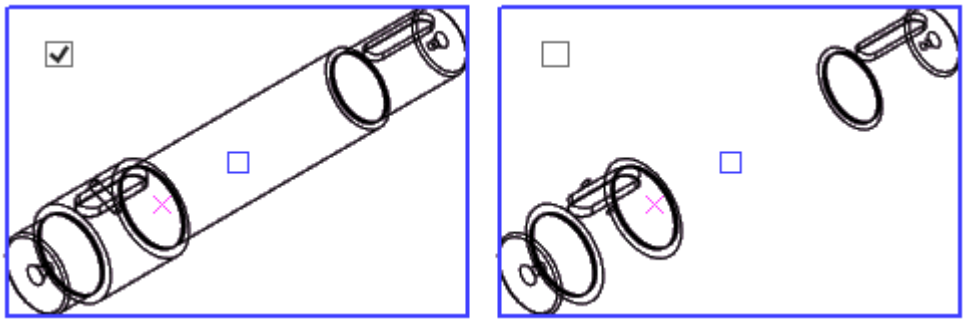
Показывать рёбра

Данный флаг доступен для стилей **Тоновая закраска** и **Тоновая закраска с материалами.** Эффект показан на рисунке ниже. При включенном флаге отображаются линии рёбер модели.



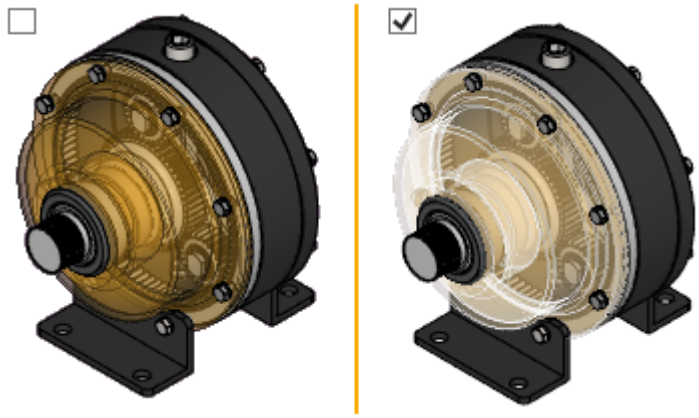
Показывать очерковые линии

Данный флаг доступен для стилей **Тоновая закраска, Тоновая закраска с материалами** и **Рёберное изображение.** Эффект показан на рисунке ниже. При включенном флаге отображаются линии контура тел, не являющиеся рёбрами.



Учитывать прозрачность

Данный флаг доступен для стилей **Тоновая закраска** и **Тоновая закраска с материалами.** Эффект показан на рисунке ниже. При включенном флаге тела и грани, в параметрах которых установлена прозрачность, подсвечиваются белым.



Работа с 2D проекциями стиля отображения Линии изображения

2D проекция стиля отображения **Линии изображения** – особый элемент системы. На чертеже можно видеть только прямых потомков этого элемента, а именно линии изображения и штриховки. Совокупность этих элементов образует изображение проекции. Основная часть параметров каждого элемента берётся из параметров проекции при создании. Например, тип различных линий проекции, цвет, масштаб штрихов, приоритет и т.д. Однако при желании можно изменить индивидуальные параметры каждого элемента. Это можно сделать в диалоге параметров элемента, который удобно вызвать из контекстного меню.

В зависимости от того, какой элемент был выбран при нажатии (сама 2D проекция или её элемент – потомок), контекстное меню имеет разный состав.

Если выбран прямой потомок проекции (линия изображения или штриховка), то в его собственном контекстном меню дополнительно будут присутствовать некоторые специфические команды для работы с 2D проекцией.
При этом несколько отличается работа стандартной команды **Удалить**. В данном случае она не удаляет, а позволяет всего лишь скрыть выбранный элемент. Таким образом можно погасить некоторые лишние элементы проекции.
К линиям 2D проекции данного стиля можно привязывать линии построения, линии эскиза, размеры, элементы оформления и др. При создании 2D элементов объектная привязка учитывает элементы проекции.

Работа с 2D проекциями стилей отображения Векторная картинка, Тоновая закраска, Тоновая закраска с материалами, Рёберное изображение

2D проекции стилей отображения **Векторная картинка**, **Тоновая закраска**, **Тоновая закраска с материалами**, **Рёберное изображение** на чертеже представляют собой (в отличие от стиля отображения **Линии изображения**) единые объекты. Параметры отдельных элементов изображения таких проекций изменить нельзя.
В остальном работа с 2D проекциями данных стилей отображения аналогична работе с проекцией стиля отображения **Линии изображения**. Контекстное меню подобных 2D проекций повторяет контекстное меню 2D проекции стиля отображения **Линии изображения**.
При создании элементов оформления на 2D проекциях стилей отображения **Векторная картинка**, **Тоновая закраска**, **Тоновая закраска с материалами**, **Рёберное изображение,** создаваемые элементы оформления привязываются непосредственно к элементам 3D модели.

См. также:

- Основные параметры проекции
- Типы проекции

Положение проекции на чертеже

Проекцию можно перемещать по чертежу как при её создании и редактировании, так и в режиме ожидания команды. Способы перемещения при этом отличаются.
При создании и редактировании проекции её также можно привязать к произвольному элементу чертежа или связать проекционной связью с другой проекцией.

Задание положения проекции при её создании и редактировании

После задания минимально необходимого набора параметров проекции (для стандартной проекции достаточно выбрать её тип) на чертеже появляется её предварительное изображение. На предварительном изображении располагаются маркер начала координат проекции, фактические границы и манипулятор перемещения. Фактические границы проекции, отображаемые при её создании и редактировании, отличаются от границ, отображаемых для уже созданной проекции вне режима её редактирования (см. Границы проекции) По умолчанию проекция располагается в центре страницы. Переместить проекцию можно следующими способами:

- **Перетягивание (drag&drop)**
  Наведите курсор на любое место предварительного изображения проекции (в пределах синей рамки) или на манипулятор перемещения , затем зажмите и удерживайте . Пока

вы удерживаете проекция будет следовать за курсором. Перемещая курсор, установите проекцию в желаемое положение и отпустите .

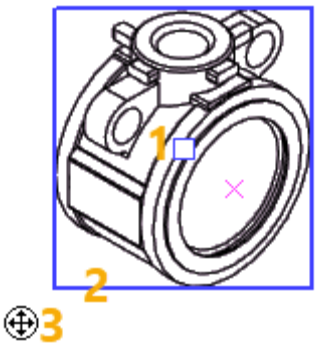
- **Указание положения нажатием (point&click)**
  Наведите курсор на любое место предварительного изображения проекции (в пределах синей рамки) или на манипулятор перемещения , затем нажмите и отпустите . Проекция начнёт следовать за курсором. Перемещая курсор, установите проекцию в желаемое положение и снова нажмите .

  Вместо первого нажатия можно использовать следующую опцию автоменю, после активации которой проекция также начинает следовать за курсором:

  <M> Изменить положение проекции

При создании проекций некоторых типов предварительное изображение сразу следует за курсором с момента своего появления. Нажатие фиксирует положение проекции.

При создании набора стандартных видов или трёх стандартных видов нужно сначала нажать на проекции, которую вы хотите переместить. Только после этого на проекции появятся маркер начала координат и манипулятор перемещения, а её граница будет выделена синим, и проекцию станет можно переместить одним из вышеописанных способов.



1 - маркер начала координат проекции,

2 - границы проекции,

3 - манипулятор перемещения проекции

По умолчанию начало координат проекции расположено в её центре. Для проекций типа **Произвольный вид** можно совместить начало координат проекции с произвольной 3D точкой.

Привязка проекции к произвольным элементам чертежа

При перемещении проекции любым из вышеописанных способов, можно создать ассоциативную связь между её положением и положением другого элемента чертежа: 2D узла, ключевой точки линии изображения, пересечения линий построения (при выборе пересечения в нём автоматически создаётся связанный 2D узел). Когда проекция следует за курсором, совместите маркер её начала координат с желаемым элементом с помощью объектных привязок и завершите перемещение, нажав или отпустив (в зависимости от способа перемещения). Привязка будет создана. В

результате, при последующих изменениях положения элемента привязки проекция переместится вслед за ним.

Проекционная связь

Проекция может быть связана с другой проекцией проекционной связью. При наличии связи положение текущей проекции (связанного вида) зависит от положения другой проекции (главного вида). Связь блокирует независимое перемещение проекции во всех направлениях, кроме направления параллельного линиям связи. Линии проекционной связи - это невидимые прямые, соединяющие одни и те же точки модели на связанных проекциях.
Перемещение связанного вида параллельно линиям связи осуществляется так же как и свободное перемещение, описанное выше. Отличие состоит лишь в том, что проекция будет следовать за курсором только в одном доступном направлении.
Для перемещения связанного вида в других направлениях необходимо переместить главный вид.

Для одиночных стандартных видов проекционная связь устанавливается с помощью следующей опции автоменю:

<F> Выбрать главный вид для задания проекционной связи

После активации данной опции необходимо нажать на существующей проекции, которая станет определять положение текущей проекции. С помощью этой же опции можно перезадать связь, выбрав другой главный вид вместо имеющегося.

При создании набора стандартных видов или трёх стандартных видов она из проекций является главным видом, а остальные связанными. Связи при этом устанавливаются автоматически. При редактировании связанных видов, созданных таким способом, выбор другого главного вида недоступен.

Для видов по стрелке, а также сечений и разрезов, созданных на основе обозначения вида, главным является вид, которому принадлежит обозначение. А при создании сечений и разрезов (кроме местных) на основе 3D сечений положение проекции привязывается к системе координат страницы, и перемещение возможно только вдоль одной из осей системы.

Проекционную связь (как заданную вручную, так и установленную автоматически), можно разорвать с помощью следующей опции:

<K> Установить / разорвать проекционную связь

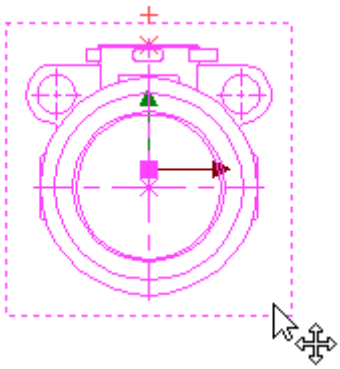
При этом информация об использованном главном виде сохраняется и связь можно восстановить повторным применением этой же опции без необходимости повторного выбора главного вида.

Положение проекций некоторых типов (местный разрез, проекция по проекции) полностью определяется положением родительской проекции. В таких случаях независимое перемещение дочерних проекций невозможно.

Изменение положения проекции в режиме ожидания команды

Пока активна какая-либо проекция, ни её, ни другие проекции перемещать нельзя. Когда проекции не активны, наведите курсор на границу проекции, которую вы хотите переместить. Проекция

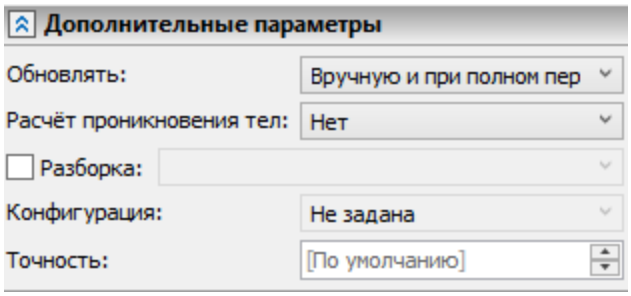
подсветится, а возле курсора появится иконка перемещения . Пока эта иконка отображается, проекцию можно перетягивать мышью с помощью стандартного механизма переноса с перемещением. В отличие от перемещения проекции в командах её создания и редактирования, при переносе с перемещением привязка к другим элементам чертежа не создаёт ассоциативной связи, т.е. последующие изменения положения элемента привязки не влияют на положение проекции.



См. также:

- Основные параметры проекции

Дополнительные параметры проекции



Вкладка **Дополнительные параметры** окна параметров команды **Проекция** содержит следующие элементы управления:

Опция **Обновлять** позволяет выбрать в каких случаях будет происходить обновление проекции. Всего существует 3 варианта в выпадающем списке:

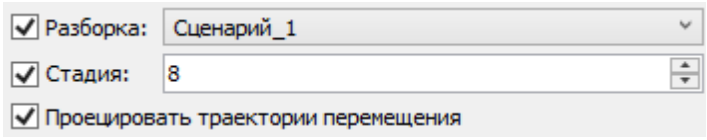
- **Автоматически**
  При выборе данного варианта проекция будет обновляться автоматически (при любых изменениях модели).
- **Вручную и при полном пересчёте**
  При включении данной опции процесс обновления происходит вручную с помощью команд **Обновить** или **Полный пересчёт**. Например, этот вариант подходит для того этапа работы, при котором еще ведется работа с 3D моделью и нет необходимости тратить ресурсы компьютера для обновления проекции. Данную настройку имеет смысл устанавливать в случаях, когда ведётся работа со сложными моделями, на полный пересчёт которых тратится значительное время.
- **Только вручную**
  Процесс обновления полностью контролируется пользователем. Это необходимо в тех случаях, когда проекция является комплексной и ее обновление занимает существенное время.

Пересчёт проекции стиля отображения **Векторная картинка**, в случае обновления вручную или по запросу, выполняется в параллельном режиме. При запуске пересчёта, изображение 2D проекции на экране заменяется на упрощённое изображение. После этого можно работать с системой, например, оформлять чертёж по этой проекции. Параллельно в этот момент будет выполняться точный расчёт проекции. По завершении этого расчёта упрощённая картинка проекции заменяется результатами точного расчёта. Такой подход позволяет упростить работу с проекциями, имеющими длительное время пересчёта. Можно сразу после создания или редактирования проекции продолжить работать с системой, не дожидаясь завершения вычислений проекции.

Опция **Расчет проникновения тел** дает возможность выбрать 3 сценария работы:

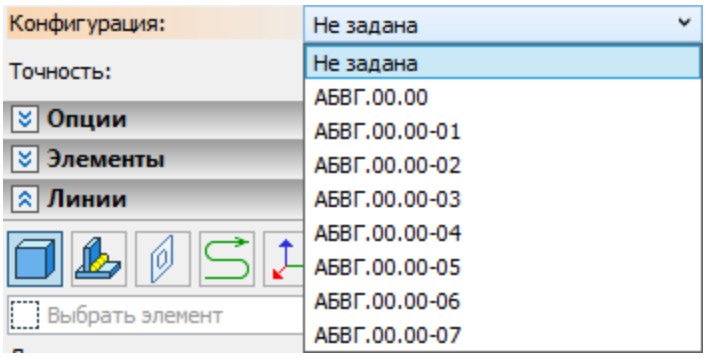
- **Нет**
  Проникновение тел не будет учитываться.
- **Учитывать пересечения**
  При проецировании группы тел, проникающих друг в друга, можно включить функцию анализа тел на пересечение. При установленном параметре система будет строить проекцию с учётом пересечения тел. Данный параметр увеличивает время расчёта проекции.
- **Да**
  Позволяет строить более точные изометрические проекции с разрезом.

При активации флага **Разборка** появляется возможность создавать проекции моделей во время анимации разборки.



Появляется возможность выбрать сценарий анимации разборки в выпадающем списке. С помощью флага **Стадия** можно выбрать этап стадии, который будет проецироваться. При включения флага **Проецировать траектории перемещения** на чертеже будут показаны траектории объектов, которые перемещаются во время анимации разборки.

Если у модели есть конфигурации исполнения, то во время проецирования появляется возможность выбрать **Конфигурацию**, которую необходимо спроецировать.

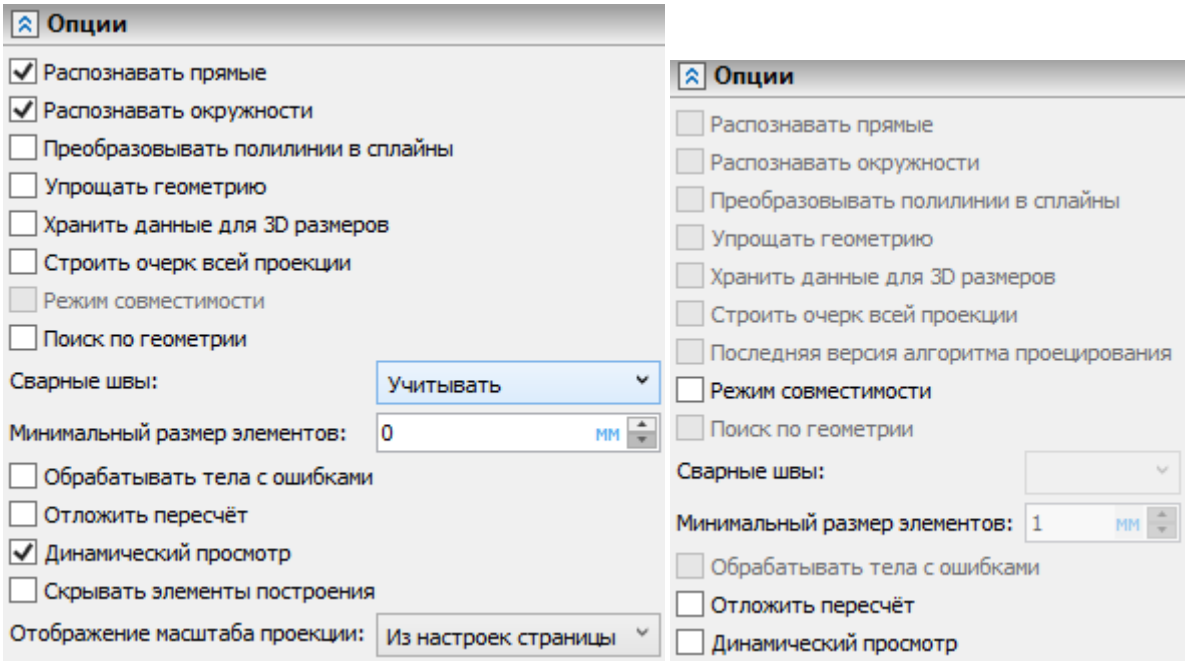


Флаг **Точность** задает точность отрисовки линий проекции. Минимальное значение параметра составляет 0.000001.

См. также:

- Опции создания проекции

Опции создания проекции



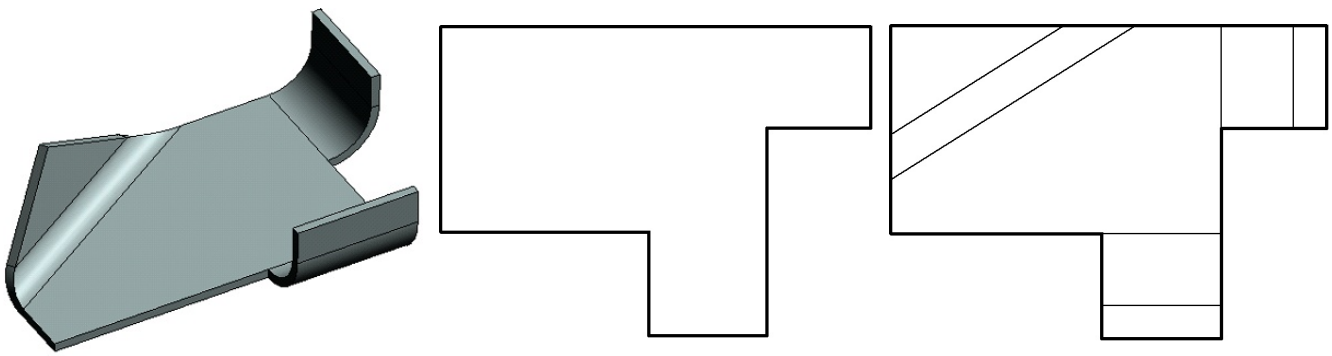
Вкладка **Опции** окна параметров команды **Проекция** содержит следующие опции:

Распознавать прямые, Распознавать окружности и **Преобразовывать полилинии в сплайны**.

Данные параметры включают специальные алгоритмы, которые позволяют в пределах некоторой точности распознавать отрезки, окружности (дуги окружностей) или полилинии. Это нужно для случаев, когда проецируется сложная геометрия. Например, при точном проецировании сглаживания с переменным радиусом, получается полилиния. При включении данной опции полилиния заменяется дугой окружности. На полученной дуге теперь можно проставить размер. При использовании данных опций, происходит небольшая потеря точности проекции. Из-за этого иногда могут возникать проблемы с автоматической штриховкой на сечениях и разрезах – в контуре могут появляться разрывы, и такой контур может не штриховаться. Для решения данной проблемы создана специальная опция, управляющая точностью поиска контура штриховки.

Упрощать геометрию.

При установленном флаге к проецируемым объектам сначала применяется операция **Упрощение модели**, а затем выполняется создание проекции. Данная опция существенно увеличивает время расчёта проекции, поэтому по умолчанию она отключена. Для построения проекции развернутой детали из листового металла, когда требуется показывать зоны гибки при помощи гладких сопряжений (опция включения гладких сопряжений находится на закладке **Линии**) данную опцию требуется отключить. При включенной опции упрощения геометрии зоны изгиба показаны не будут.



Исходная деталь | Проекция с упрощением | Показаны зоны сгиба

Хранить данные для 3D размеров.
Данный параметр позволяет проставлять на нестандартных и объемных видах (например, на изометрии) пространственные размеры (см. главу Элементы оформления чертежа на проекции).
Строить очерк всей проекции.
Если данная опция активирована, то строится очерковая невидимая штриховка на все проецируемые тела с приоритетом на единицу меньше, чем приоритет самой проекции. Таким образом можно строить аппликации одних проекций поверх других проекций.

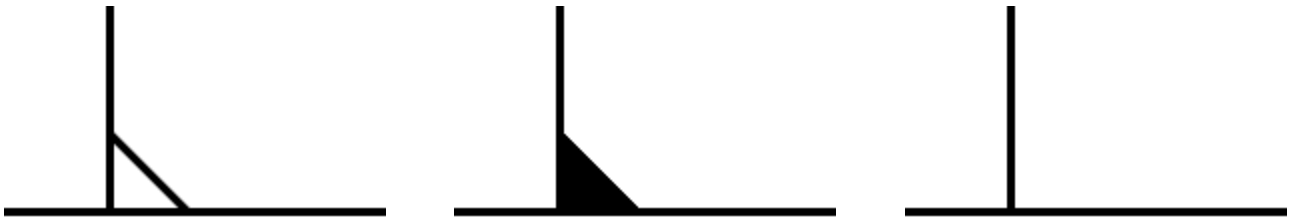
> Данная опция не работает или создаёт некорректные результаты, если для проецирования выбраны пути, рёбра, грани, циклы, или если выбран способ проецирования без удаления невидимых линий. Также эта опция не работает для сечений.

Для 2D проекции, созданной на основе уже существующей 2D проекции, данная опция включается автоматически.
Последняя версия алгоритма проецирования.
Данный параметр отображается только для проекций, созданных в предыдущих версиях системы и служит для обеспечения совместимости с текущей версией T-FLEX CAD. По умолчанию флаг отключен.

> Отображение флага в окне параметров проекции указывает, что данная проекция пересчитывается по старым алгоритмам. Если установить флаг, проекция будет пересчитана в соответствии с алгоритмом текущей версии. Это может привести к различным изменениям в идентификации элементов проекции.

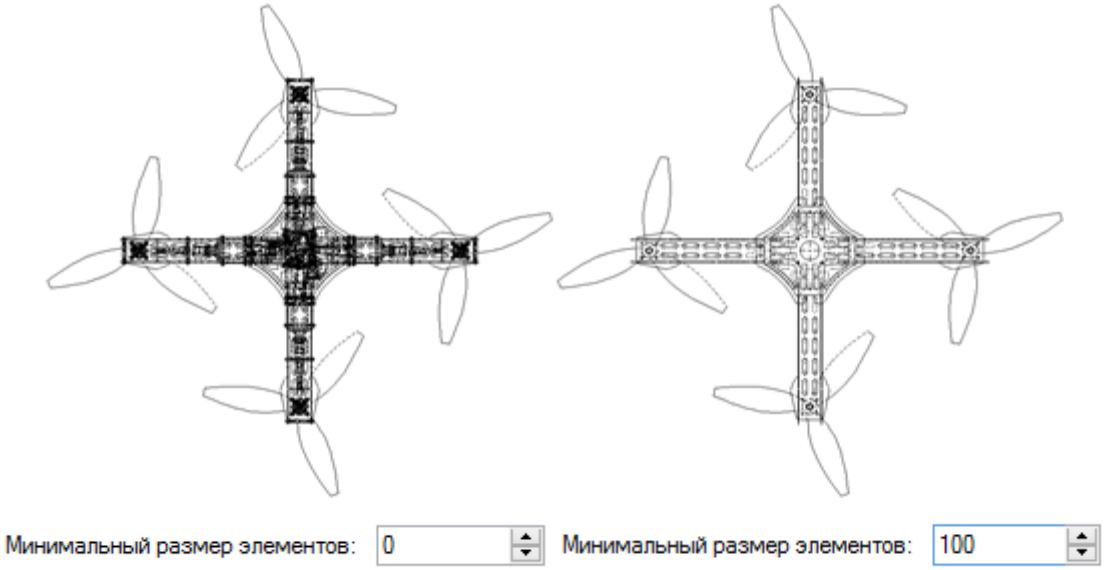
Режим совместимости.
Позволяет создать проекцию в формате T-FLEX CAD 16. Данный флаг можно установить только до выбора вида для проецирования и типа проекции, т.к. после выбора флаг не отображается, если он не установлен.
Поиск по геометрии.
Если данный флаг установлен, при пересчёте 2D проекции поиск элементов оформления на проекции производится по геометрии проекции, а не по идентификаторам модели.
При поиске по геометрии берётся старое положение исходного элемента проекции (линии, дуги и проч.) и ищется в пределах допуска ближайший элемент того же типа. Поиск по идентификации производится вне зависимости от геометрии по внутренним ID элементов проекции, сформированным по истории создания элемента.
Геометрический поиск рекомендуется использовать, когда модель претерпела сильные изменения и обычный поиск не даёт результатов (например, при обновлении проекций импортированной геометрии после изменения импортированной модели внешним приложением).
Сварные швы
Опция позволяет выбрать в каком виде будут показываться сварные швы на проекции. В выпадающем списке существует 3 варианта:

- Учитывать.
- Учитывать и закрашивать.
- Не учитывать.



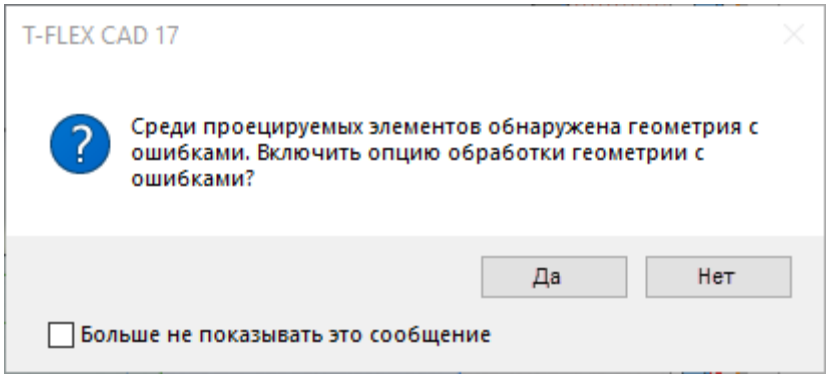
Учитывать | Учитывать и закрашивать | Не учитывать

Минимальный размер элементов.
Параметр позволяет сократить время построения и пересчёта проекций путём отказа от проецирования небольших деталей. Кроме этого, за счёт исключения тел в ряде случаев можно добиться лучшей читаемости изображения.
Минимальный размер задаётся в текущих единицах измерения модели. Все тела меньших размеров не будут показаны на проекциях.



Время расчёта проекции: 0,577 сек. Время расчёта проекции: 0,088 сек.

Обрабатывать тела с ошибками.
При создании проекции независимо от состояния данного флага система проверяет, есть ли ошибки в проецируемых телах. Далее, если флаг установлен, то сначала система исключает грани с ошибками и пытается сшить тело из оставшихся граней, а затем, если сшить тело не удалось, полностью исключает его из проецирования.
Если флаг снят (по умолчанию), то при попытке спроецировать тело с ошибками появится диалоговое окно с предложением включить данную опцию:



При ответе **Да** флаг будет установлен, и далее система действует по алгоритму, описанному выше. При ответе **Нет** система попытается построить проекцию без исключения ошибок, а если это невозможно, то проекция не будет создана.
При обновлении ранее созданной проекции проверка на ошибки производится только при установленном флаге. При снятом флаге появление ошибок в проецируемых телах после создания проекции может привести к ошибкам обновления проекции.

> Использование опции обработки тел с ошибками ухудшает производительность, поэтому рекомендуется устанавливать данный флаг только при наличии известных проблем с геометрией 3D модели (например, для импортированных тел) и при невозможности построения проекции со снятым флагом.

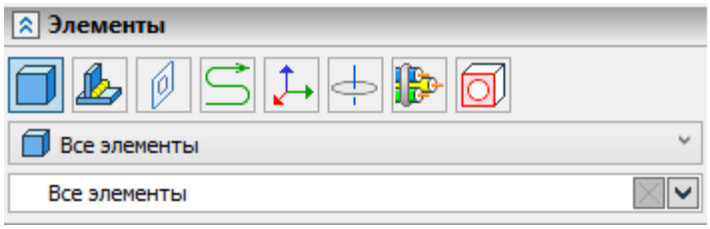
Отложить пересчёт.
После завершения создания или редактирования проекции система не будет производить пересчет. Данная опция недоступна в модальном окне параметров.
Динамический просмотр.
После задания минимально необходимых параметров для построения проекции её предварительное изображение отображается на чертеже и автоматически обновляется при изменении параметров. При работе со сложными документами, содержащими большое количество объектов, использование предварительного изображения может замедлять работу системы. В таком случае можно его отключить, сняв данный флаг
Скрывать элементы построения.
Если данный флаг установлен, элементы построения, принадлежащие данной проекции, отображаются только, когда проекция активирована.
Отображение масштаба проекции.
Позволяет настроить отображение масштаба проекции над самой проекцией (см. раздел Основные параметры проекции).

См. также:

- Дополнительные параметры проекции

Элементы 3D модели на проекции

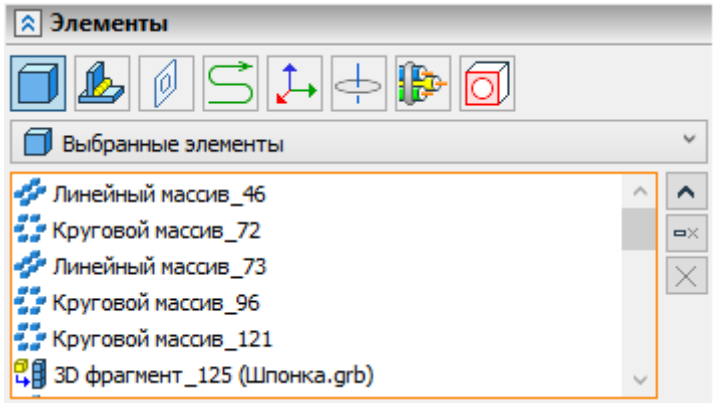
Вкладка **Элементы** окна параметров команды **Проекция** позволяет выбрать, какие элементы 3D модели будут показаны на проекции.



По умолчанию для проецирования выбрана вся сцена. Режим **Все элементы** каждый раз проецирует все операции, видимые в сцене на момент пересчёта проекции, независимо от того, сколько их было на момент создания проекции. На основе таких проекций нельзя создавать другие 3D элементы (из-за возможности изменения топологии, а также возникновения рекурсии), об этом система выдаёт предупреждение в момент создания проекции.
Выбирать элементы нужно в тех случаях, когда требуется проецировать не всю модель, а лишь отдельные элементы (конкретные операции, Тела или элементы построения/топологические элементы) или если проекция будет использована для создания 3D элементов. Кроме того, часто бывают случаи, когда каких-то объектов модели просто не может быть видно на проекции по причине того, что их закрывают собой другие тела. Например, какие-то детали могут находиться внутри корпуса. В этом случае полезно исключить из проекции те объекты, которых все равно не видно. Это даст выигрыш во времени при пересчёте такой проекции.
Для того чтобы выбрать отдельные элементы модели, необходимо воспользоваться опцией, которая есть в каждом режиме построения проекций:

<E> Выбрать элементы модели для проецирования

После активации данной опции можно выбрать с помощью необходимые элементы в 3D окне или в дереве модели. Допускается выбирать тела, операции, сварные швы, 3D профили, 3D пути, системы координат, 3D оси, кабельные изделия и геометрические элементы. При выборе можно пользоваться фильтрами.



При активизации опции в окне параметров автоматически открывается вкладка **Элементы**. Данная вкладка содержит списки, в которые заносятся выбираемые элементы. Списки разделёны по типу элементов. Для переключения между списками элементов разных типов следует воспользоваться кнопками, доступными в верхней части вкладки.

Тела и операции

Сварные швы

3D Профили

3D Пути

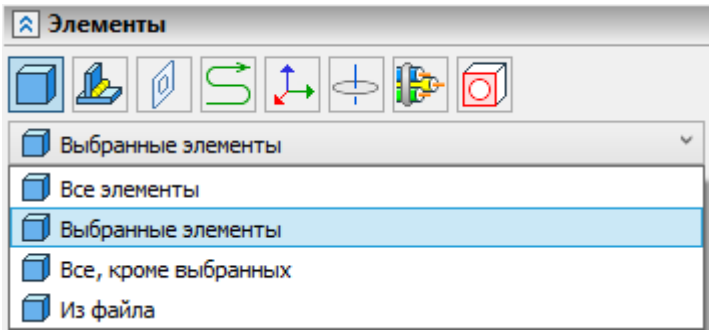
Система координат

3D Оси

Кабельные изделия

Геометрические элементы

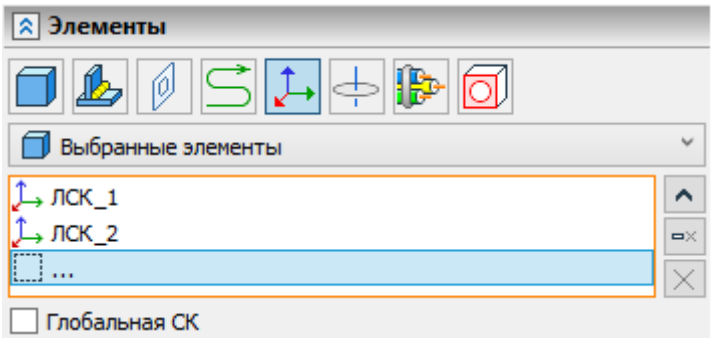
Активизировать режим выбора проецируемых элементов можно также с помощью окна параметров. Достаточно поместить курсор в свободную строку списка, помеченную многоточием, и опция включается автоматически.



Для каждого типа выбранных элементов можно указать способ проецирования:

- **Все элементы** – проецироваться будут все элементы данного типа в сцене;
- **Выбранные элементы** – проецироваться будут только выбранные элементы данного типа;
- **Все, кроме выбранных** – проецироваться будут все элементы данного типа, кроме выбранных;
- **Из файла** (только для *Тел и операций*) – данный вариант устанавливается, если проецируемые операции и Тела выбираются из внешнего файла (см. раздел Проекция по модели внешнего файла). При выборе данного пункта в автоменю команды автоматически включается опция выбора файла ;
- **Так же, как в операции** (только для *сварных швов*) – способ проецирования сварных швов будет зависеть от способа, установленного для операции и Тел. Если для операций установлено **Все элементы**, то проецируются и все сварные швы. Если же для операций установлен любой другой способ, то сварные швы не проецируются.

Проецирование систем координат имеет ряд особенностей. Системы координат проецируются поверх всей 3D модели без учета видимости. Линии проекций систем координат не учитываются при определении границ проекции.



Проекции систем координат создаются из трёх линий изображения со стрелками. Цвет каждой линии-оси совпадает с цветом соответствующей оси глобальной системы координат в 3D сцене. Стиль отрисовки линий можно изменять, как и у обычных линий изображения чертежа.

> Длина осей системы координат определяется параметром **Вид** > **Размер** > **Система координат** в диалоге команды Параметры документа, закладка **3D**.

Проецирование глобальной системы координат задаётся отдельно с помощью флага **Глобальная СК**. Выбранный для ЛСК способ проецирования на проецирования глобальной системы координат не влияет.
В автоменю имеется отдельная опция для быстрого выбора всех операций, имеющихся на данный момент 3D в сцене.

<A> Выбрать все тела в текущей сцене.

Отличие опции **Выбрать все тела в текущей сцене** от режима проецирования всей сцены состоит в следующем: список всех операций, выбранных в 3D сцене, формируется в момент использования опции и остается постоянным, если его специально не изменять. Получается, что при добавлении в сцену новых тел они не попадают в список проецируемых элементов.

См. также:

- Проекция по модели внешнего файла

Проекция по модели внешнего файла

Режим построения проекции по модели из внешнего файла можно использовать при работе со сложными 3D моделями, сборками, когда можно существенно экономить вычислительные ресурсы за счёт исключения необходимости пересчёта 3D модели. При построении 2D проекции система берёт из внешнего файла только сохранённые в нем геометрические данные. Также можно при необходимости составлять единый чертёж на основе разных 3D моделей (разные исполнения, отдельные фрагменты и т.д.).
Опция выбора внешнего файла для построения проекции доступна в автоменю команды:

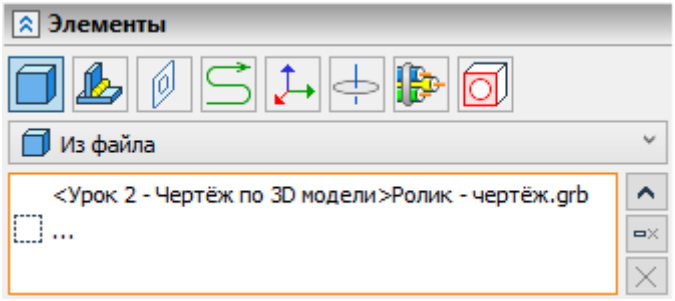
<F> Выбрать файл 3D модели для проецирования

Если пользователь вызовет команду создания 2D проекции, а в текущем документе будет отсутствовать 3D модель, то первоначально в автоменю будет присутствовать только эта опция. При вызове этой опции появляется стандартное диалоговое окно для выбора файла. После выбора файла с 3D моделью в автоменю становятся доступны все остальные опции для построения проекции. Далее построение проекции ведётся как обычно. При этом ограничены возможности по

выбору элементов для проецирования. В данном случае всегда проецируется вся 3D модель, находящаяся в выбранном файле.

При необходимости создания нескольких проекций на основе внешнего файла не обязательно каждый раз выбирать его. При построении связанных видов (связанный стандартный вид, разрезы, сечения, виды по стрелке) данные о 3D модели автоматически берутся с исходной проекции.

Информация об использованном внешнем файле записывается в дереве 3D модели рядом с именем 2D проекции. Если выбрать 2D проекцию , то в контекстном меню доступна команда **Открыть**, которая открывает связанный с проекцией документ. В окне **Параметры 2D проекции** на закладке **Элементы** также можно видеть имя файла, на основе которого построена 2D проекция.



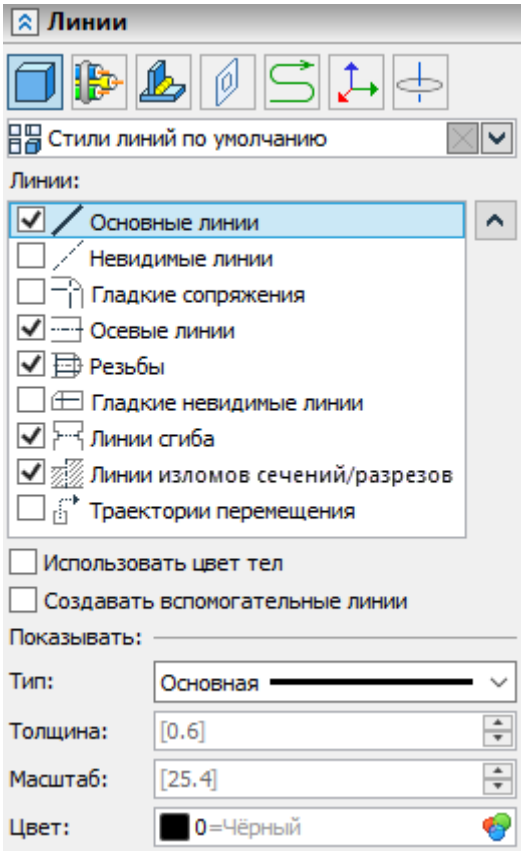
Режим построения проекции по модели из внешнего файла можно также активизировать, установив способ проецирования **Из файла** для Тел и операций в разделе **Элементы** окна параметров. Опция при этом будет активизирована автоматически.

См. также:

- Элементы 3D модели на проекции

Линии проекции

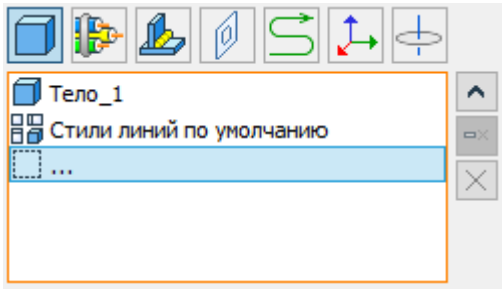
На вкладке **Линии** окна параметров команды **Проекция** можно изменять параметры линий проекции отдельно для каждого 3D элемента построения, тела или фрагмента.



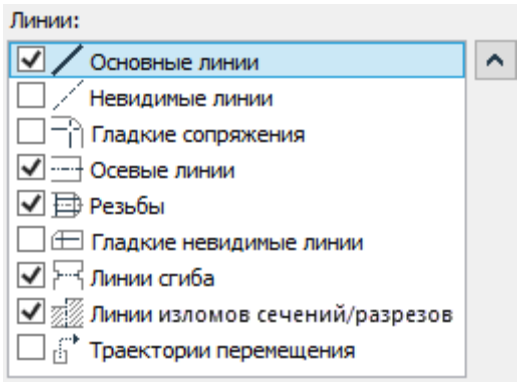
В верхней части отображается список выбранных элементов, для которых можно изменять параметры линий.

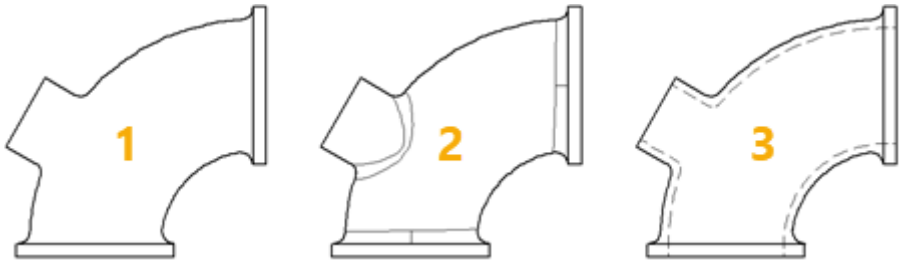
Выбрать элементы, для которых нужно изменить линии, можно кликнув по пункту **...** в списке.

Пункт **Стили линий по умолчанию** позволяет настроить стиль линий остальных элементов, за исключением выбранных выше.



В центре расположен список категорий линий проекции. Для отображения линий выбранной категории на проекции необходимо установить флаг слева от названия категории.





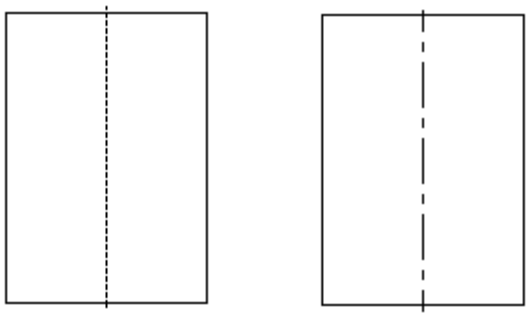
Одна и та же проекция с разными наборами отображаемых линий

1 - Основные линии

2 - Основные линии + Гладкие сопряжения
3 - Основные линии + Невидимые линии

Доступные для изменения параметры линий отображаются в нижней части и зависят от выбранной категории.

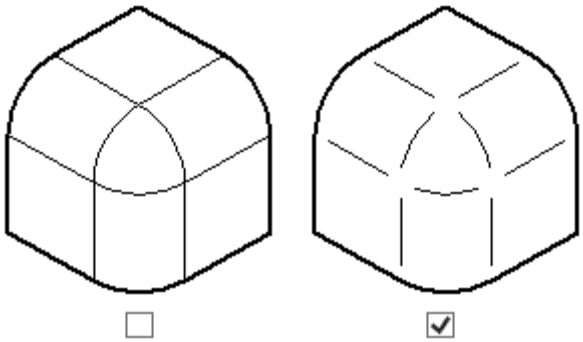
Можно выбрать несколько категорий одновременно и задать для них общие параметры.
Использовать цвет тел. При включении данного параметра цвет всех линий проекции и штриховок в сечении определяется цветом, назначенным для проецируемых операций. Цвет тела используется при отображении в режиме тоновой закраски.
Создавать вспомогательные линии. После установки данного флага все линии созданной проекции будут вспомогательными.
Тип. Из выпадающего списка можно выбрать тип линий для выбранной категории.
Толщина. Задаёт толщину линий.
Масштаб. Позволяет задать величину штрихов для не сплошных линий.



Цвет. Можно выбрать цвет из выпадающего списка или указать номер необходимого цвета.

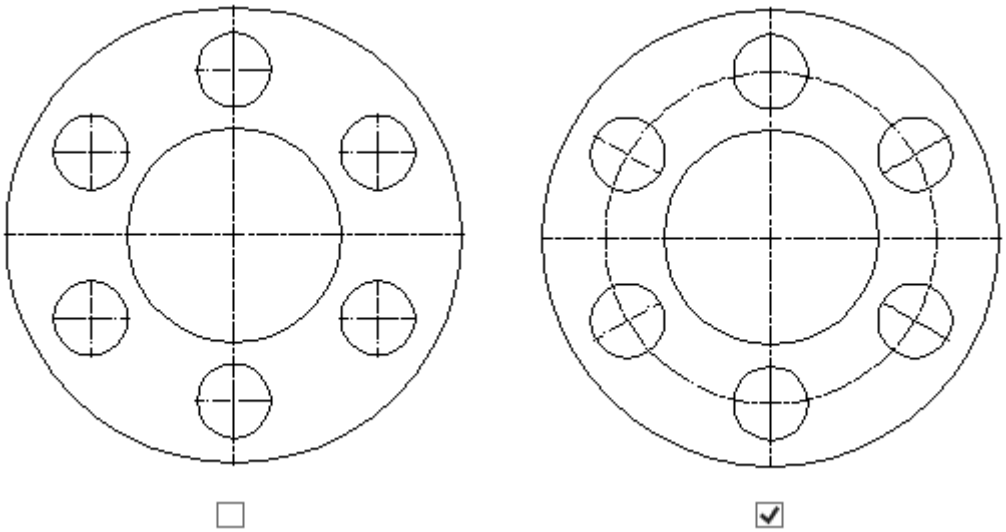
Категории линий:

- **Основные линии**. Позволяет задать параметры основных линий.
- **Невидимые линии**. Параметры данной группы управляют наличием и параметрами отображения невидимых линий на 2D проекции.
- **Гладкие сопряжения**. На проекции могут быть показаны гладкие сопряжения граней (когда на стыке не образуется острого угла). Данная группа параметров управляет отрисовкой гладких сопряжений, задаёт способ отображения (тип, цвет и т.д.) используемых для этого линий изображения. При выборе в списке категорий пункта **Гладкие сопряжения** ниже под параметрами линии появляется флаг:
  - **С недоводом**. Эффект применения данной опции показан на рисунке:



- **Осевые линии**. При проецировании поверхностей вращения (цилиндр, конус, тор) можно автоматически проставить осевые линии. Флажок **Осевые линии** также управляет прорисовкой осей сгибания на проекциях тел, полученных операцией Разгибание. При выборе в списке категорий пункта **Осевые линии** ниже под параметрами линии появляются флаги дополнительных опций:
  - В случае, когда тело имеет несколько поверхностей вращения, полезно использовать опцию **Объединять** (включена по умолчанию) во избежание наложения осей друг на друга.

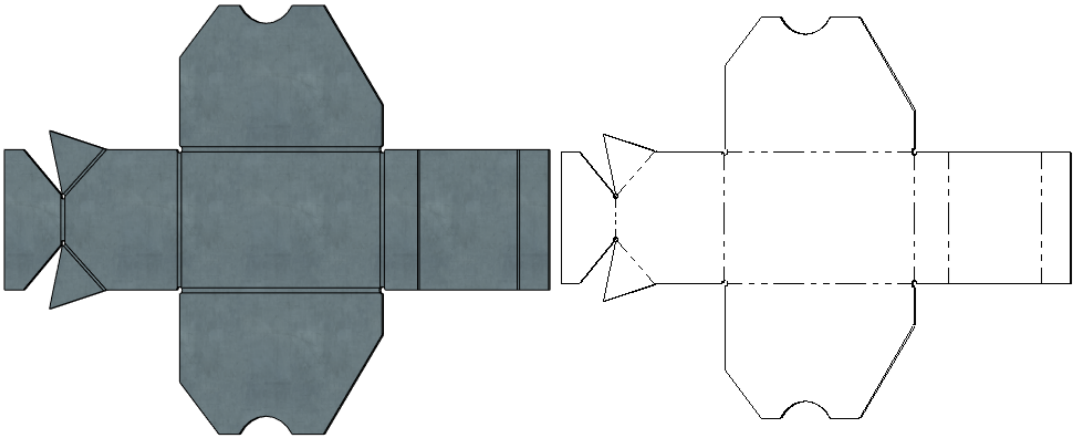
- При наличии отверстий, располагающихся по окружности, полезно использовать опцию **Радиальные оси** (включена по умолчанию). Эффект показан на рисунке ниже.



- **Резьбы**. При создании 2D проекций автоматически распознаются имеющиеся в модели резьбы. При включённой опции создаются линии обозначения резьбы в случаях, если резьба видна на данной проекции спереди, сбоку, либо плоскость разреза совпадает с осью резьбы. При простановке размера по такому изображению резьбы система автоматически подставляет необходимое обозначение. Данные для обозначения берутся из параметров операции по созданию резьбы. При выборе в списке категорий пункта **Резьбы** ниже под параметрами линии появляется дополнительный параметр:
  - **Минимальная высота**. Минимальное расстояние между тонкой и основной линиями резьбы на чертеже. Задаётся в единицах измерения, установленных для **Страницы** в **Параметрах документа** (по умолчанию - в миллиметрах). При снятом флаге линии резьбы строятся в соответствии с фактической высотой.

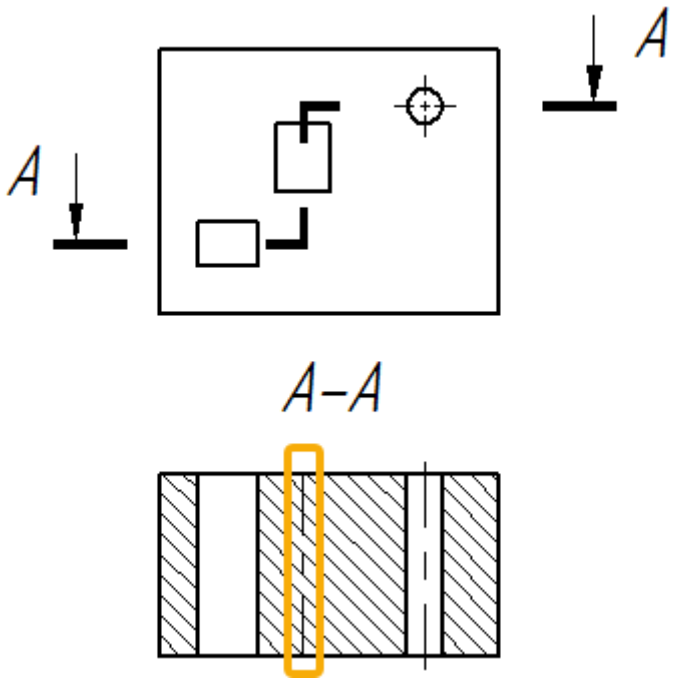
Также см. главу Отображение резьбы на проекциях.

- **Гладкие невидимые линии**. К данной категории относятся гладкие сопряжения невидимые на проекции.
- **Линии сгиба** предназначены для отображения линий сгиба на проекциях деталей из листового металла.



- **Линии изломов сечений/разрезов**. Используется для рисования видимых сегментов рёбер, которые были получены пересечением проецируемых тел с плоскостями ступенчатых

сечений, ортогональных к направлению проецирования. Параметры данных линий также можно настроить на вкладке Сечения.



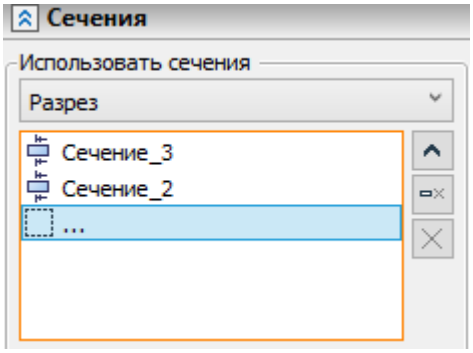
- **Траектории перемещения**. Используются при проецировании разборки.

Параметры разрезов и сечений на проекции

Параметры для управления использованными сечениями объединены в одну группу и размещены на вкладке **Сечения** окна параметров.

Выбор применяемых 3D сечений

Иконки и имена применяемых сечений показаны в списке **Использовать сечения**. Сечения в списке можно выбирать с помощью . С помощью кнопок, расположенных справа, можно **Свернуть**, **Развернуть**, **Очистить** список или **Удалить элемент из списка**.



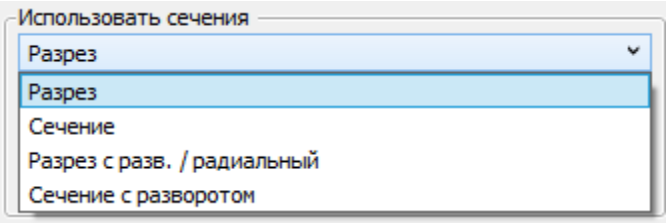
Для добавления 3D сечений в список нужно активировать следующую опцию автоменю или нажать нижнюю строку списка, помеченную многоточием:

<O> Определить применяемые сечения

В результате на панели фильтров активируются фильтры выбора 3D сечений, после чего можно нажатием выбрать желаемые сечения в 3D сцене или дереве модели.

Тип 2D разреза/сечения

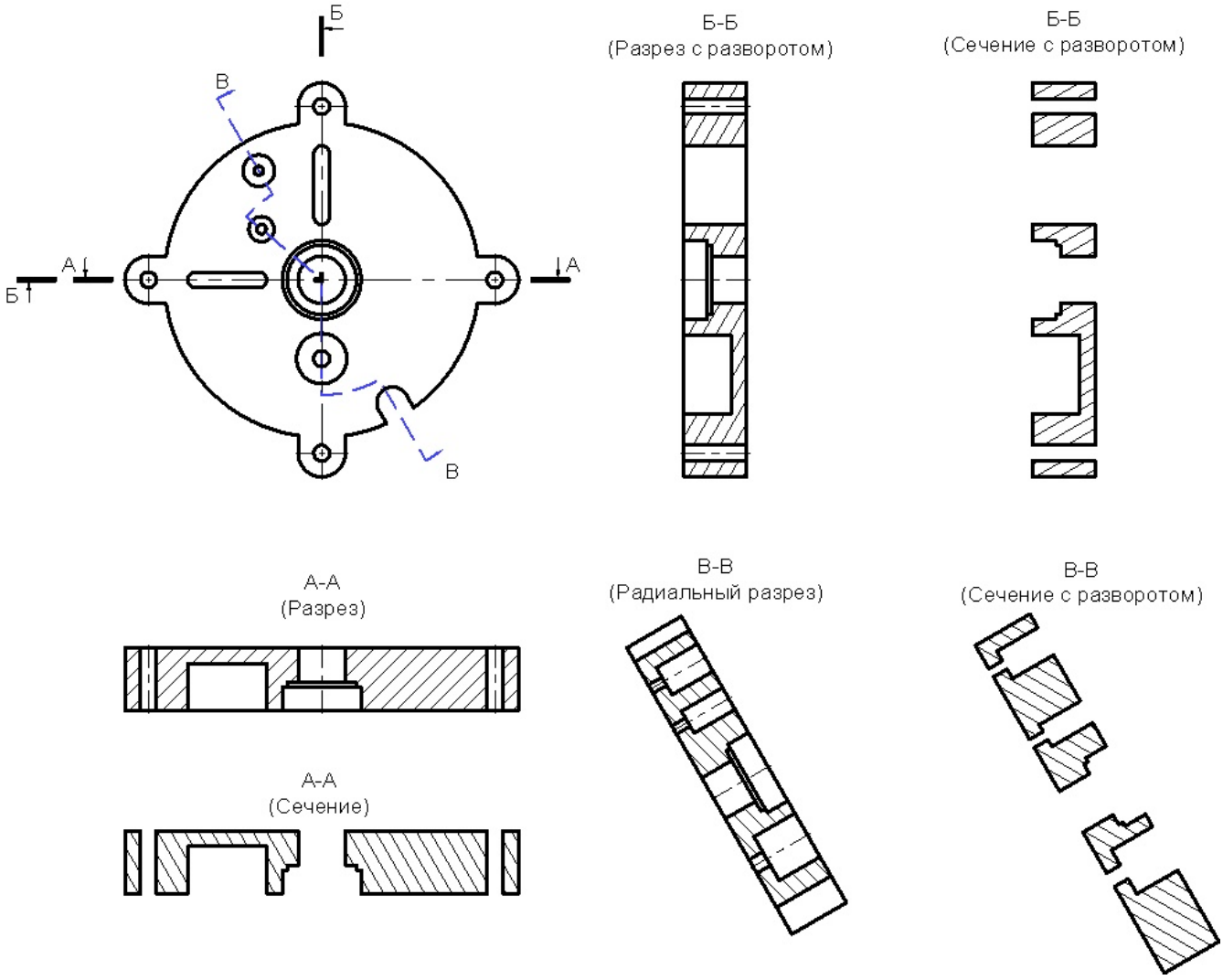
Тип проекции, построенной с использованием сечений, можно выбрать из выпадающего списка: **разрез, сечение, разрез с разворотом/радиальный разрез, сечение с разворотом**.



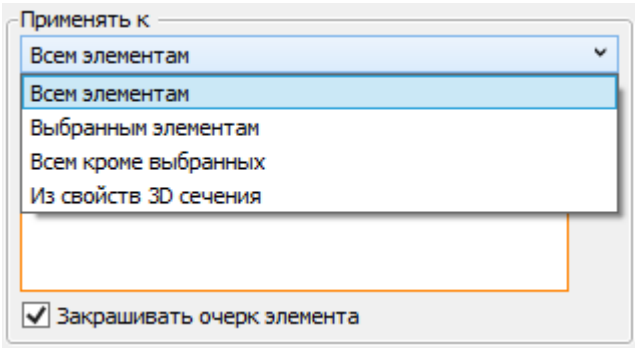
Разворот может быть выполнен только в случае, если использовалось сложное сечение (состоящее из нескольких сегментов).

Опция **Разрез с разворотом/Радиальный разрез** работает в одном из двух режимов - зависимости от того, какой тип сложного сечения в данном случае применялся. Если сложное сечение состоит из отрезков, то все сечение полностью разворачивается. Если хотя бы один из сегментов сложного сечения представляет собой дугу окружности, то включается режим построения радиального разреза. При этом все дуги при развороте сечения выбрасываются.

Опция **Сечение с разворотом** всегда строит развернутое сечение, даже если в нём присутствуют дуги окружностей.



Выбор 3D элементов, к которым применяется сечение



Выбранные сечения можно применять сразу ко всем проецируемым объектам или только к отдельно выбранным объектам.

В выпадающем списке **Применять к** можно установить способ применения сечений. Возможны способы **ко всем элементам, к выбранным элементам**, **ко всем, кроме выбранных**, **из свойств 3D сечения**. Ниже располагается список элементов, используемый для способов **к выбранным элементам** и **ко всем, кроме выбранных.**

Вариант **ко всем элементам** установлен по умолчанию. При выборе данного варианта список элементов пустой.

При выборе варианта **Из свойств 3D сечения** правила применения сечения берутся из параметров 3D сечения. При выборе данного варианта список элементов в параметрах проекции также пустой.

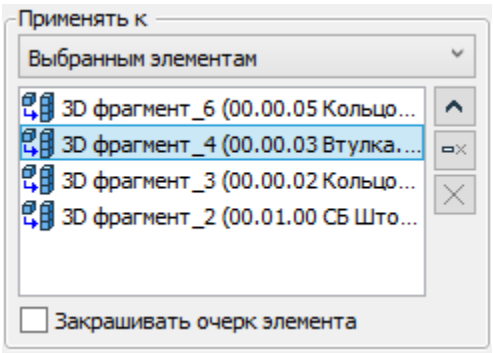
При создании разрезов по сборочным 3D моделям следует помнить, что во внутренних настройках документов 3D фрагментов могут быть заданы условия, при которых эти 3D фрагменты не будут рассекаться сечением. Эти условия определяются в параметрах документа (**Параметры документа** > **Документ** > **Фрагмент 3D** > **Сечения**) и могут использоваться, например, при создании 3D моделей стандартных элементов.

В списке ниже отображаются иконки и имена элементов, к которым применяется (для способа **к выбранным элементам)** или не применяется (для способа **ко всем, кроме выбранных)** выбранное сечение. Элементы в списке можно выбирать с помощью . С помощью кнопок, расположенных справа, можно **Свернуть**, **Развернуть**, **Очистить** список или **Удалить элемент из списка**.

Для добавления элементов в список активируйте следующую опцию автоменю или нажмите нижнюю строку списка, помеченную многоточием:

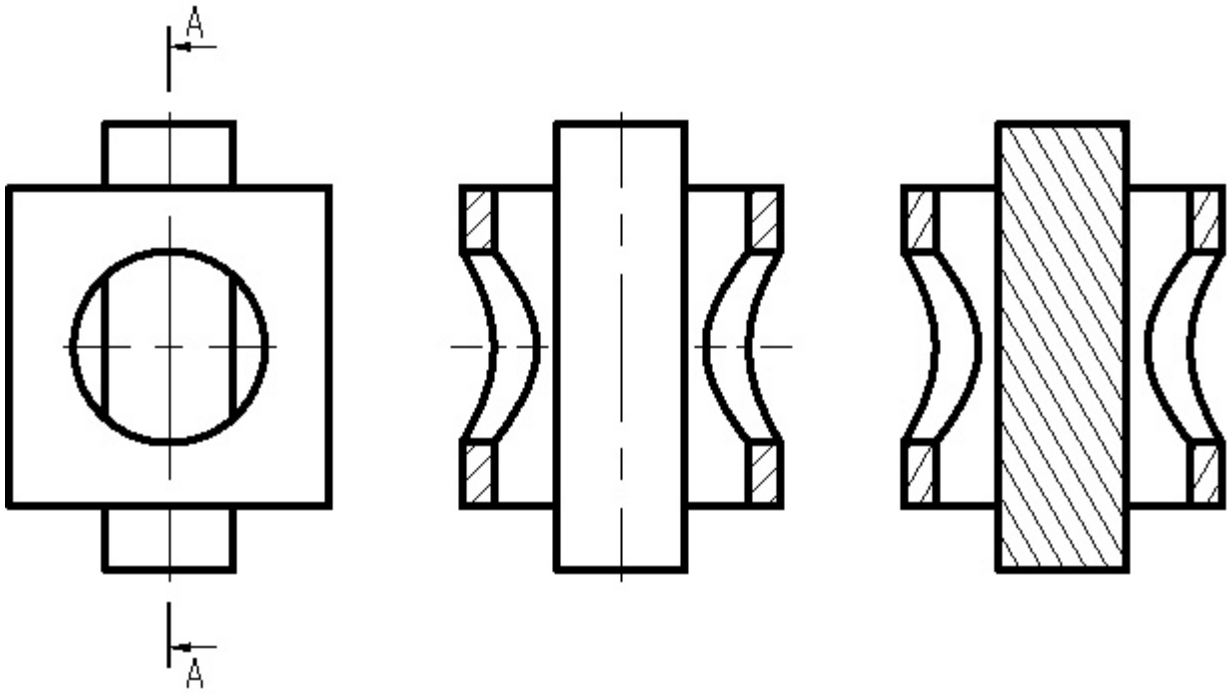
<Ctrl>+<O> Выбрать операцию, к которой применять сечение

В результате на панели фильтров активируются фильтры выбора тел, операций и сварных швов, после чего можно нажатием выбрать желаемые элементы в 3D сцене или дереве модели.



В контекстном меню штриховки рассечённых элементов есть пункт **Проекция** > **Не применять сечение**. После вызова этой команды операция, для которой была построена штриховка на разрезе, будет в данной проекции занесена в список операций, к которым не должно применяться сечение (устанавливается способ применения сечения **ко всем, кроме выбранных**). После этого проекция автоматически перестраивается

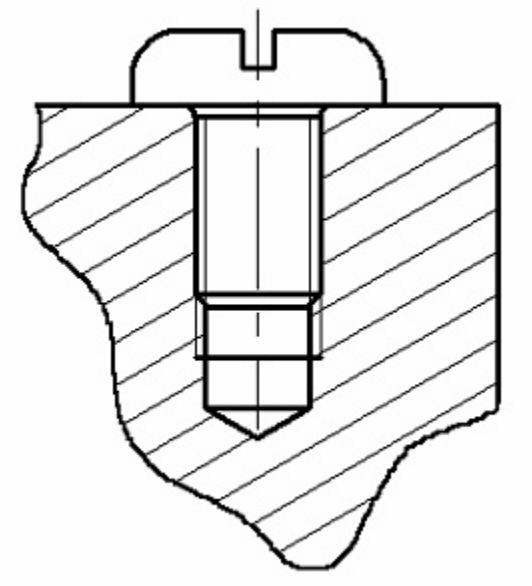
На следующем представленном примере по главному виду построено два разреза. В первом случае сечение применялось только к кожуху, во втором случае – ко всем телам.



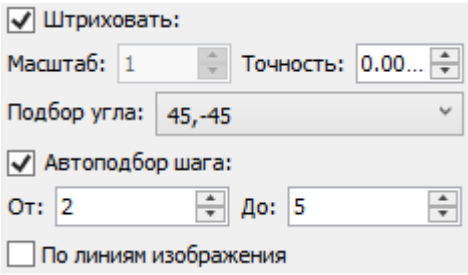
Под списком элементов доступен следующий флаг:

Закрашивать очерк элемента

Данная настройка позволяет корректно рисовать изображение резьбовых соединений, в которых (из-за особенности соединений) элементы имеют взаимное проникновение. При этом часть элементов резьбового соединения (например, стандартные элементы) могут не рассекаться.

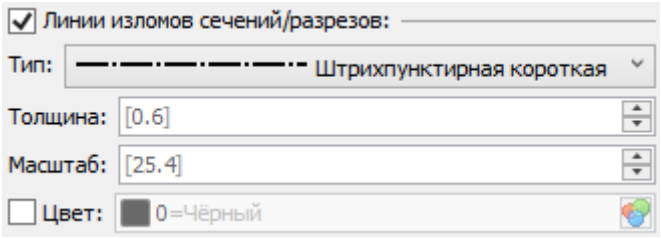


Параметры штриховки рассечённых элементов

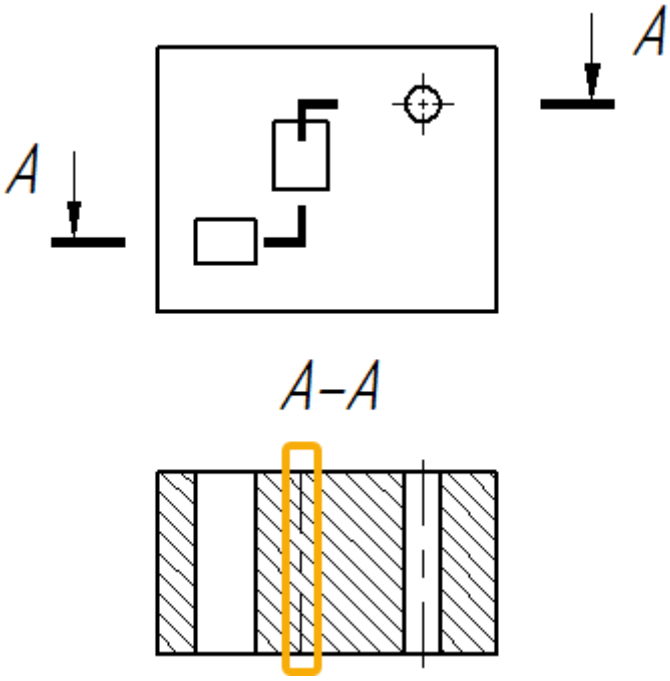


Штриховать
Параметр, управляющий наличием штриховки в месте сечения или разреза.
Масштаб
Параметр задаёт масштаб штриховки.
Точность
Точность поиска контура штриховки. Регулировка этого параметра помогает в сложных случаях, когда система не может заштриховать контур в пределах ранее заданной точности.
Подбор угла
Устанавливается вариант автоматического подбора угла штриховки для разрезаемых деталей. В выпадающем списке доступно два варианта: только 45 и -45 и 30, 45, 60, -30, -45, -60
Автоподбор шага
Устанавливается верхний и нижний предел значений, в котором система автоматически подбирает шаг штриховки. Размер шага подбирается относительно площади контура штриховки.
По линиям изображения (*данная опция доступна только для проекций типа Линии изображения*)
При установленном флаге штриховки на разрезах/сечениях формируются по линиям изображения проекции, при снятом – по граням, появляющимся на проецируемом теле в результате применения 3D сечения. По умолчанию флаг снят, т.е. штриховки создаются по граням сечения (так как линии изображения на проекции не всегда образуют замкнутый контур из-за потери точности при проецировании). Флаг рекомендуется устанавливать, если создаваемая штриховка в дальнейшем будет использоваться для построения 3D профиля или местного разреза.

Параметры линий изломов сечений/разрезов



По умолчанию в нижней части вкладки **Сечения** установлен флаг **Линии изломов сечений/разрезов**. В результате на сечении/разрезе отображаются специальные линии в местах излома секущей плоскости. Параметры этих линий (**Тип, Толщина, Масштаб, Цвет**) можно здесь же, либо на вкладке **Линии** окна параметров команды.

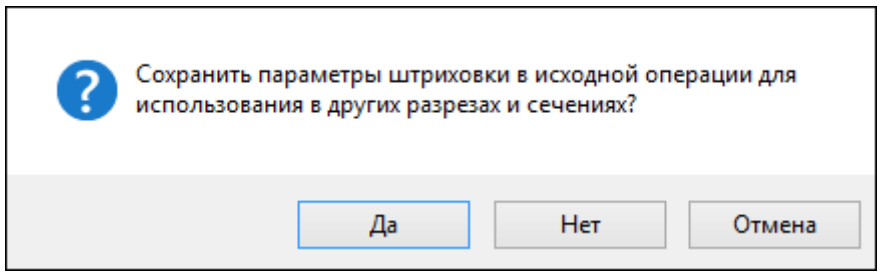


Сохранение параметров штриховки в исходной операции

По правилам чертежных стандартов все детали, которые рассечены на разрезе или сечении, должны быть заштрихованы определённым образом. Если материал детали требует штриховки с особым рисунком, то в свойствах этого материала должен быть установлен соответствующий тип штриховки **по образцу**. В остальных случаях материал в месте разреза штрихуется чередующимися наклонными полосами с заданным углом и шагом. Если в разрезе присутствует несколько тел, то для них угол и шаг штриховки должны различаться. При первом построении разреза или сечения система автоматически подбирает разные параметры штриховки (угол наклона и шаг) для разных деталей.
Причём, однажды подобранные параметры штриховки для одной детали (операции) автоматически запоминаются в модели, и при выполнении разрезов или сечений на других видах, параметры штриховки для этой же детали остаются неизменными.

> Эти параметры штриховки хранятся вместе с исходной операцией и передаются операциям-наследникам, у которых включен флаг **Атрибуты с исходной операции**.

Однако, пользователь в любой момент может изменить параметры штриховки. После подтверждения изменений система предложит **сохранить параметры штриховки в исходной операции для использования в других разрезах и сечениях**.



Данный диалог появляется только, если изменения вносятся в диалоге параметров штриховки и в качестве исходного и итогового методов заполнения используется **Штриховка**. В остальных случаях параметры штриховки не сохраняются в исходной операции.

Если пользователь ответит **Да**, то установленные новые параметры угла и шага штриховки сохранятся в модели и будут применяться для этой детали во всех разрезах и сечениях, в которых участвует данная деталь. Если пользователь ответит **Нет**, то штриховка изменится только на данной проекции.

Для того, чтобы вернуться к первоначальным параметрам штриховки, необходимо нажать на ней и в появившемся контекстном меню выбрать пункт **Параметры с 2D проекции.**

См. также:

- Разрез и сечение
- Местный разрез

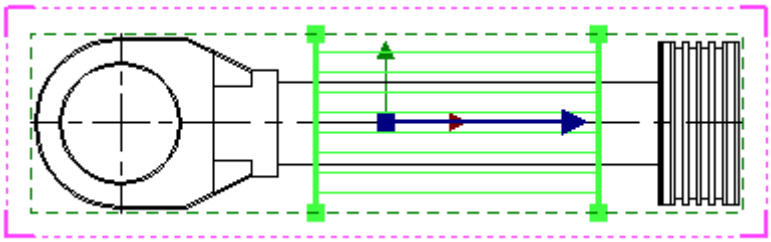
Разрывы проекций и чертёжных видов

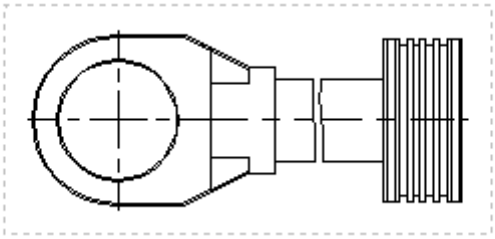
Часто при создании чертежей длинномерных деталей приходится вырезать некоторый участок вида детали для обеспечения компактности чертежа. T-FLEX CAD позволяет создавать проекции, чертёжные виды и выносные виды с разрывом. Разрыв можно сделать при построении всех видов проекций, кроме разреза с разворотом сечения и местного разреза.
При работе с разрывами следует помнить о ряде особенностей:

- При привязке радиального или обоих узлов линейного размера к линиям такой проекции или к потомкам линий проекции система автоматически корректирует размер для получения истинного значения.
- Если разрыв создается на уже существующей проекции (при её редактировании), к которой привязаны некоторые элементы (например, размеры), то эти элементы могут не найтись вследствие изменения топологии проекции после создания разрыва.

Если создать новую проекцию по существующей проекции с разрывом, то зависимая проекция автоматически скопирует разрыв с основной проекции.

Создавать разрывы можно только в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Количество разрывов в обоих направлениях не ограничено. Разрыв задаётся прямоугольной областью. Две границы её определяются габаритами проекции, остальные две задаются пользователем с помощью мышки и соответствующих опций.
Прямоугольная область разрыва в момент создания и редактирования заштрихована линиями, показывающими направление сжатия вида (перпендикулярно к линиям разрыва).
На следующем рисунке показан пример проекции с разрывом.





Основные темы в этом разделе:

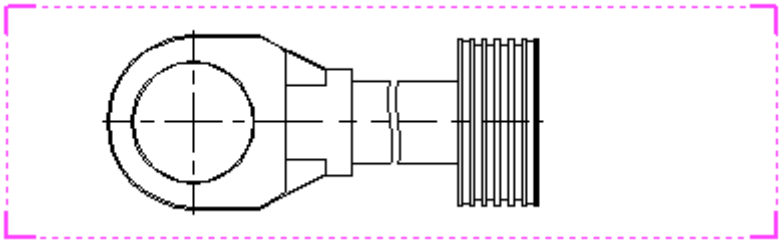
- Применять разрывы в активном виде
- Добавление разрывов при создании проекций и чертёжных видов
- Параметры разрывов
- Редактирование разрывов
- Исключение элемента из разрывов

См. также:

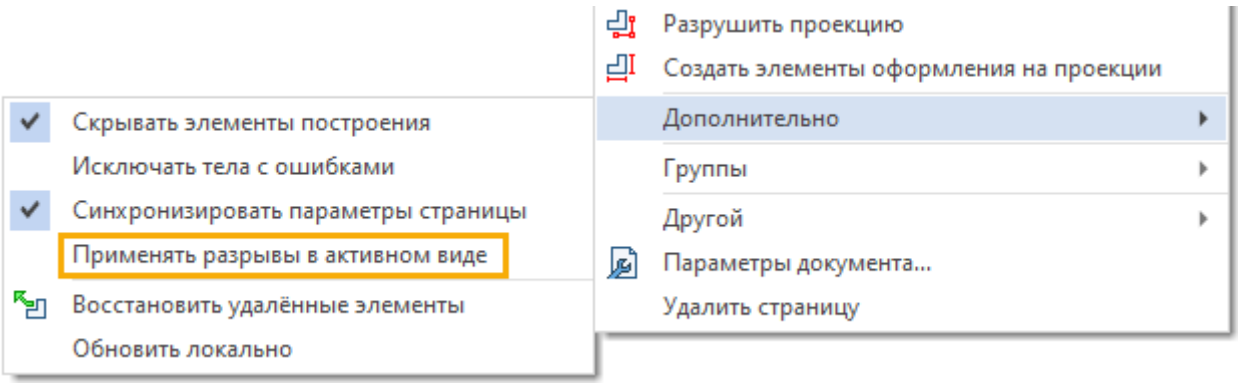
- Обрезка проекции по контуру
- Исключения для элементов проекции

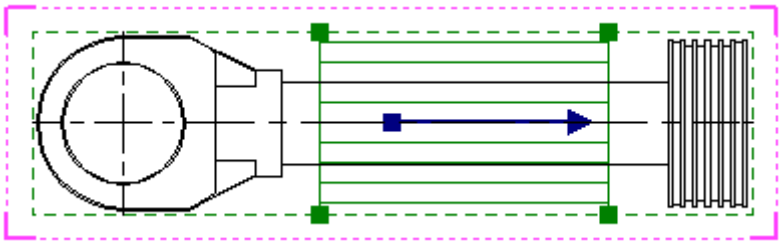
Применять разрывы в активном виде

В контекстном меню проекций/чертёжных видов с разрывами доступен флаг **Применять разрывы в активном виде**. В контекстном меню чертёжных видов он находится на верхнем уровне, в контекстном меню проекций - в пункте **Дополнительно**. По умолчанию этот флаг установлен. В результате, при активации вида он отображается с примененными разрывами (так же как и в неактивном состоянии).



Если снять данный флаг, то при активации вид будет отображаться без применения разрывов. Области разрывов при этом будут отмечены декорациями, похожими на манипуляторы, используемые при создании и редактировании разрывов. Однако, в отличие от манипуляторов, декорации неинтерактивны, т.е. их нельзя перетягивать мышью для изменения области разрыва. Для изменения воспользуйтесь командой **Редактировать разрывы**.

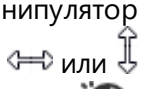




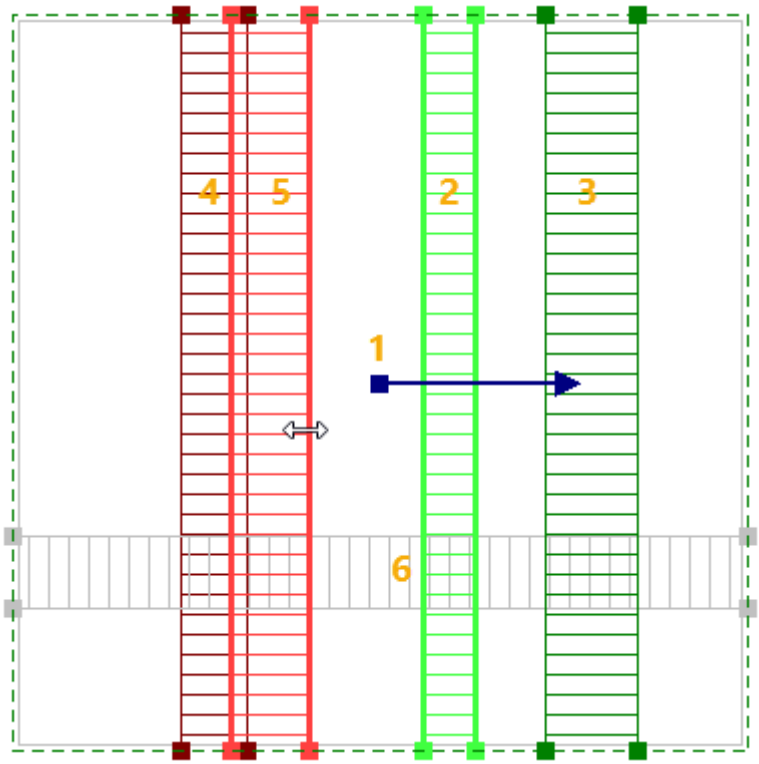
Добавление разрывов при создании проекций и чертёжных видов

В автоменю команд создания проекций и чертёжных видов доступны следующие опции.

<B> Добавить или редактировать разрывы

Данная опция переводит команду **Проекция** в режим работы с разрывами. В этом режиме нажатие в окне чертежа приводит к добавлению разрыва. Тип добавляемого разрыва определяется направлением движения мыши в момент после нажатия (горизонтальное движение добавляет вертикальный разрыв, вертикальное - горизонтальный). После первого нажатия манипулятор границы разрыва начинает следовать за перемещениями курсора, а курсор меняет вид на  в зависимости от типа разрыва. Установите манипулятор в желаемое место и снова нажмите . Положение первой границы разрыва будет зафиксировано, а за курсором начнёт следовать манипулятор второй границы разрыва. Установите манипулятор в желаемое место и опять нажмите . Положение второй границы разрыва будет зафиксировано и создание разрыва завершится. Далее можно продолжить добавлять новые разрывы аналогичным образом. При перемещении манипуляторов разрыва можно пользоваться объектными привязками для выбора точек. Установка манипулятора на точку создаёт ассоциативную связь между положением точки и положением границы разрыва, т.е. в дальнейшем при изменении положения точки положение границы изменится соответствующим образом.

Манипуляторы разрывов отображаются разными цветами в зависимости от состояния разрыва:



1 - Маркер базовой точки отображается синим;
2, 3 - Разрывы, не имеющие проблем, отображаются зелёным;
4, 5 - Разрывы, пересекающиеся с другими разрывами того же типа, отображаются красным;
6 - Разрывы, которые не могут быть созданы по тем или иным причинам, отображаются серым.
Активный разрыв, а также неактивный разрыв при наведении на него курсора,
отображаются более яркими версиями соответствующих цветов и имеют утолщённые границы.

Цвета манипуляторов можно настроить в установках системы (**Установки** > **Цвета** > **Чертёжные виды**).
Пересечение разрывов одного типа нецелесообразно из-за увеличения время пересчёта проекции, но не препятствует созданию разрыва.
Параметры всех добавленных разрывов отображаются в разделе **Разрывы** в окне параметров. Для команды **Проекция** данный раздел будет автоматически развёрнут при вызове опции добавления разрывов. Для команды **Чертежный вид** опция добавления разрывов доступна только когда на виде уже имеются линии изображения. В таком случае опция запускает команду **Редактировать разрывы** и переключает вид на выбранную страницу, а по окончании редактирования разрывов система возвращается к созданию чертёжного вида на исходной странице.
Активным считается разрыв, выбранный в данный момент в списке в разделе **Разрывы**. Для редактирования границ разрыва наведите курсор на манипулятор соответствующей границы и нажмите . Разрыв станет активным, а выбранная граница начнет следовать за курсором. Установите новое положение границы и снова нажмите для подтверждения изменений. Положение границ соответствует параметрам **Начало** и **Конец**, отображаемым в разделе **Разрывы**. Вместо использования манипуляторов можно менять положение границы вводом нового значения параметра.

> Подробное описание содержимого раздела **Разрывы** доступно в параграфе Параметры разрыва.

Маркер базовой точки показывает положение центра привязки разрывов. По умолчанию базовой точкой является центр проекции/вида. В команде **Редактировать разрывы** доступна опция изменения базовой точки. Стрелка маркера показывает угол наклона разрывов. При нулевом угле стрелка направлена горизонтально вправо.

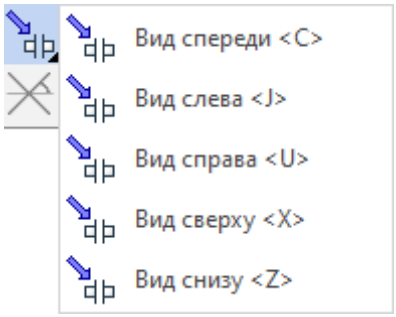
<V> Добавить вертикальный разрыв

Добавляет вертикальный разрыв с положением границ по умолчанию. Положение по умолчанию соответствует значениям параметров **Начало** - **40** и **Конец** - **60**. Единицы измерения зависят от значения параметра **Измерения**.

<H> Добавить горизонтальный разрыв

Добавляет горизонтальный разрыв с положением границ по умолчанию аналогично предыдущей опции.

<5> Копировать разрывы с другой проекции

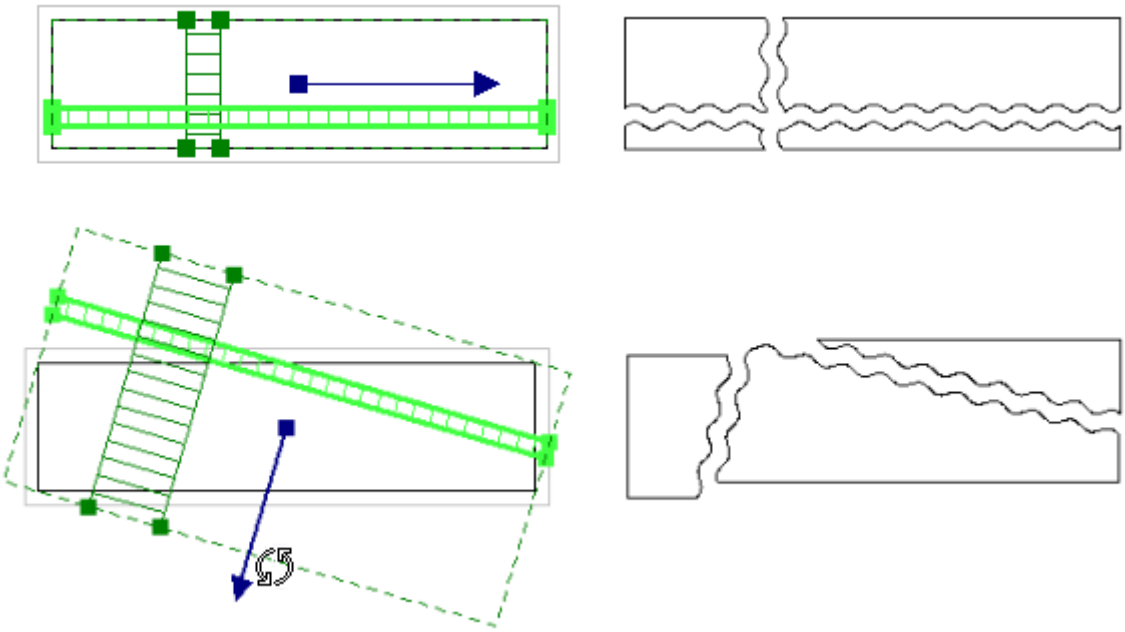


Позволяет применить к текущей проекции такие же разрывы как у другой существующей проекции, если между этими проекциями имеется проекционная связь. Данная опция содержит выпадающий список всех проекций, связанных с текущей. Нажмите и удерживайте на иконке опции для раскрытия списка, затем выберите желаемую проекцию в списке. Разрывы выбранной проекции (при наличии таковых) будут скопированы на текущую проекцию. Короткое нажатие на иконке опции копирует разрывы с главного вида, не раскрывая список. Копирование не создает ассоциативной связи между разрывами двух проекций, т.е. при изменении разрывов исходной проекции разрывы на проекции, куда они были скопированы, не изменяются.

<R> Задать угол

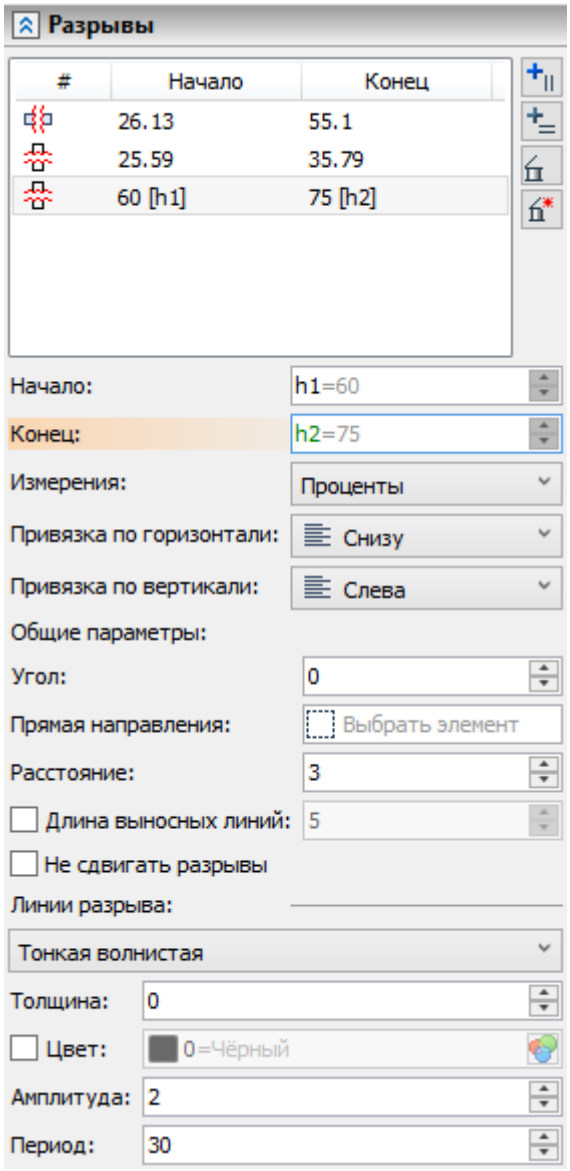
По умолчанию разрывы создаются вертикально и горизонтально. С помощью данной опции можно задать угол наклона разрывов. После активации опции зажмите и удерживайте , перемещая курсор вокруг базовой точки. Манипуляторы разрывов, стрелка маркера базовой точки и габаритный прямоугольник проекции будут поворачиваться вслед за движением курсора. Направление поворота против часовой стрелки считается положительным. При повороте габаритный прямоугольник будем меняться таким образом, чтобы в него вписывалось всё

содержимое проекции. Установите желаемый угол поворота и отпустите . Величина угла отображается в поле **Угол** в разделе **Разрывы** окна параметров. Также можно задать угол вводом значения в данное поле.



Параметры разрывов

Каждый разрыв заносится в список в разделе **Разрывы** в окне параметров.



Разрывы можно выбирать в списке с помощью . Справа от списка расположены кнопки, позволяющие **Добавить вертикальный разрыв**, **Добавить горизонтальный разрыв**, **Удалить** выбранный разрыв, **Удалить всё**. Новые разрывы можно также добавить с помощью аналогичных опций автоменю. Выбранный разрыв можно также удалить с помощью клавиши <**Del**>. Для каждого разрыва в списке отображается иконка, символизирующая тип разрыва (- вертикальный, - горизонтальный), а также следующие параметры:

- **Начало**
  Положение границы, ближней к началу отсчёта.
- **Конец**
  Положение границы, дальней от начала отсчёта.

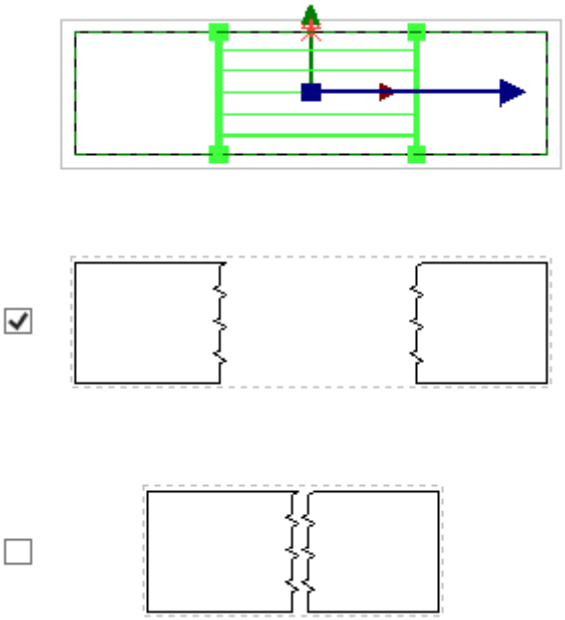
Значения параметров **Начало** и **Конец** определяются, когда пользователь указывает зону разрыва при помощи мышки. Также можно ввести значения с клавиатуры, выбрав разрыв в списке и воспользовавшись полями ввода данных параметров, расположенными под списком. Значения могут быть заданы переменными, тогда после числового значения в квадратных скобках указывается

имя переменной. Единицы измерения данных параметров определяются параметром **Измерения**, а направление и начало отсчета - параметрами **привязки** (см. ниже).
Под полями ввода параметров **Начало** и **Конец**, индивидуальных для каждого отдельного разрыва, отображаются следующие параметры, общие для всех разрывов текущей проекции:

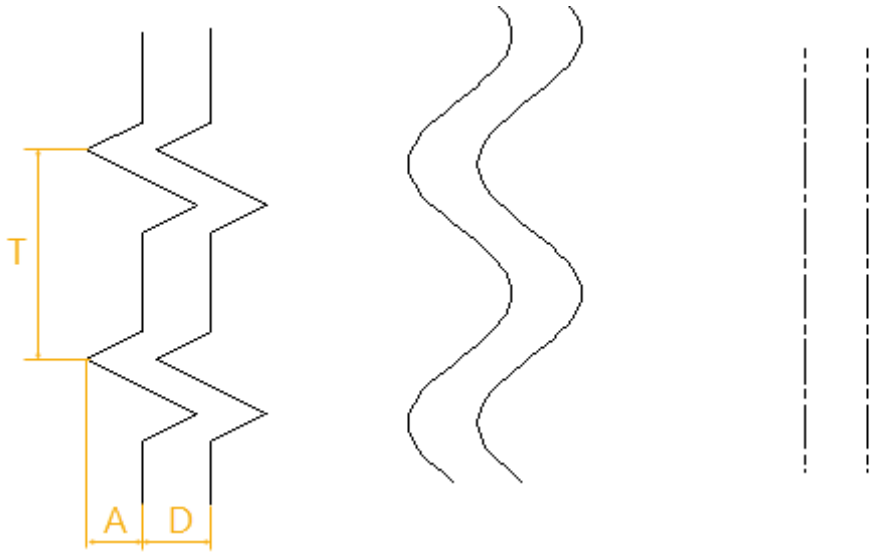
- **Измерения**
  Единицы измерения положения разрывов. В выпадающем списке доступны следующие опции:
  - **Проценты**
    Положение измеряется в процентах от габаритов проекции.
  - **Линейные**
    Положение измеряется в абсолютных единицах длины, установленных в **Параметрах документа** для текущей страницы чертежа (по умолчанию в миллиметрах).
- **Привязка по горизонтали**
  Определяет направление и начало отсчета положения горизонтальных разрывов. В выпадающем списке доступны следующие опции:
  - **Снизу** (по умолчанию)
    Отсчет ведется от нижнего края проекции вверх.
  - **Центр**
    Отсчёт ведётся от центра проекции вверх.
  - **Сверху**
    Отсчёт ведётся от верхнего края проекции вниз.
- **Привязка по вертикали**
  Определяет направление и начало отсчета положения вертикальных разрывов. В выпадающем списке доступны следующие опции:
  - **Слева** (по умолчанию)
    Отсчет ведется от левого края проекции вправо.
  - **Центр**
    Отсчёт ведётся от центра проекции вправо.
  - **Справа**
    Отсчёт ведётся от правого края проекции влево.
- **Угол**
  По умолчанию разрывы создаются вертикально и горизонтально. Для создания наклонных разрывов следует задать угол наклона. Угол задаётся либо вводом значения в поле **Угол**, либо с помощью автоменю.
- **Прямая направления**
  При редактировании разрывов можно задать угол поворота, установив стрелку маркера базовой точки параллельно прямой линии построения. В таком случае значение в поле **Угол** будет недоступно для редактирования, а в поле **Прямая направления** будет отображаться иконка и имя выбранной прямой. Для отмены привязки к прямой воспользуйтесь кнопкой **Очистить**, расположенной в правой части поля. При отмене привязки угол возвращается к нулевому значению.

- **Расстояние**
  Расстояние между соседними разорванными частями.

- **Длина выносных линий**
  По умолчанию данный флаг снят, и на проекции отображается только та часть линии разрыва, которая непосредственно пересекается с телом, а для чертежных видов, не связанных с 3D моделью, линии разрыва рисуются до пересечения с крайними линиями изображения. При установленном флаге линии разрыва выступают за края тела или за крайние линии изображения на расстояние, указанной в поле справа от флага.
- **Не сдвигать разрывы**
  По умолчанию данный флаг снят, и разорванные части проекции сдвигаются друг к другу, так, чтобы расстояние между ними соответствовало значению параметра **Расстояние**. При установленном флаге части проекции, оставшиеся после применения разрывов, не изменяют своего положения.



- **Линии разрыва**
  В выпадающем списке можно выбрать тип линий разрыва (**Тонкая с зигзагами, Тонкая волнистая, Тонкая штрихпунктирная, Нет**). При выборе варианта **Нет** линии разрыва не отображаются.



С зигзагами | Волнистая | Штрихпунктирная | Нет

T - Период, A - Амплитуда, D - Расстояние

Чем сложнее линия разрыва, тем дольше происходит регенерация проекции с разрывом.

- **Толщина**
  Толщина линий разрыва в абсолютных единицах длины, установленных в **Параметрах документа** для текущей страницы чертежа (по умолчанию в миллиметрах).
- **Цвет**
  По умолчанию данный флаг снят, и линии разрыва имеют чёрный цвет. При установленном флаге можно выбрать цвет из выпадающего списка или из каталога как описано в главе Цвет.
- **Амплитуда**
  Геометрический смысл данного параметра показан на рисунке выше. Данный параметр недоступен для штрихпунктирной линии.
- **Период**
  Геометрический смысл данного параметра показан на рисунке выше. Данный параметр недоступен для штрихпунктирной линии.

Редактирование разрывов

Редактирование разрывов

В контекстном меню проекций и чертёжных видов доступна команда **Редактировать разрывы.** Она предоставляет расширенные возможности редактирования разрывов по сравнению с командой **Проекция**. После вызова команды **Редактировать разрывы** можно добавлять и редактировать разрывы с помощью манипуляторов так же, как описано в главе Добавление разрывов при создании проекций и чертёжных видов. При этом в окне параметров отображаются разделы **Разрывы** и **Исключения**, а в автоменю доступны следующие опции:

<Ctrl>+<Enter> Завершить редактирование вида

Выход из команды с сохранением внесённых изменений.

<C> Выбрать базовую точку

По умолчанию базовой точкой для определения положения разрывов является центр проекции. Другую базовую точку можно выбрать с помощью данной опции. После активации опции установите курсор в желаемое место чертежа и нажмите . Маркер базовой точки будет перемещен в указанное место, а положение разрывов при необходимости будет пересчитано в новых координатах. При указании базовой точки можно как привязываться к имеющимся 2D объектам, так и выбирать произвольное место чертежа без привязки к объектам. Используйте **Панель фильтров** для управления привязками. Привязка базовой точки к 2D объектам не создаёт ассоциативной связи, т.е. последующие изменения положения выбранного объекта не влияют на положение базовой точки.

<A> Выбрать прямую, задающую направление разрывов

Помимо задания угла разрывов вручную, можно привязать угол к имеющейся на текущей проекции прямой линии построения. Активируйте данную опцию и выберите

желаемую прямую. В окне параметров иконка и имя выбранной прямой будут отображаться в поле **Прямая направления**, а **Угол** наклона разрывов будет равен углу выбранной прямой относительно горизонтали. В дальнейшем между углом прямой и углом разрывов сохраняется ассоциативная связь.
Если повторно активировать данную опцию, когда прямая уже выбрана, то дополнительно будет доступна следующая опция:

<B> Разрушить привязку

Данная опция отменяет привязку угла наклона разрывов к линии построения. Кроме того, разрушить привязку можно с помощью кнопки **Очистить**, расположенной в правой части поля **Прямая направления** в окне параметров.

<L> Выбрать линии, определяющие границы обозначения

По умолчанию на чертежных видах, не связанных с 3D моделью, линии разрыва заканчиваются в точках пересечения с крайними линиями изображения (или выступают от них на заданное расстоянии, если в окне параметров установлен флаг **Длина выносных линий**). При определении границ линий разрыва не учитываются элементы оформления (размеры, тексты и др.), а также элементы для которых задано исключение **Не обрезать**. С помощью данной опции можно вручную выбрать две принадлежащих текущему виду линии изображения или построения (прямая, сплайн или функция), на пересечениях с которыми будут заканчиваться линии разрыва. Выбранные линии подсвечиваются красным в процессе редактирования разрывов. Для проекций 3D модели данная опция неприменима. После выбора линий становится доступной следующая опция:

<U> Отменить использование линий границ

Данная опция доступна только в режиме выбора линий, запускаемом при помощи предыдущей опции, при наличии выбранных линий. Активация данной опции сбрасывает выбор.

<V> Добавить вертикальный разрыв

<H> Добавить горизонтальный разрыв

<R> Задать угол

При редактировании разрывов данные опции работают, так же, как описано в главе [Добавление разрывов при создании проекций и чертёжных видов](#).

<Esc> Выйти из команды

Если при работе с командой были внесены какие-либо изменения, то при вызове данной опции появится диалоговое окно с вопросом: "**Сохранить изменения?**". Нажмите **Да** для выхода с сохранением изменений или **Нет** для выхода без сохранения.

В процессе использования манипуляторов разрывов в команде **Редактировать разрывы** доступна дополнительная опция:

<N> Задать привязку к узлу

Если активировать данную опцию, то при нажатии в любом месте чертежа граница разрыва, соответствующая активному манипулятору, будет привязана к 2D узлу, ближайшему к точке нажатия. Связь с узлом сохраняется в дальнейшем так же, как и при выборе узла без использования данной опции, т.е. изменение положения узла ведет к изменению положения границы разрыва.

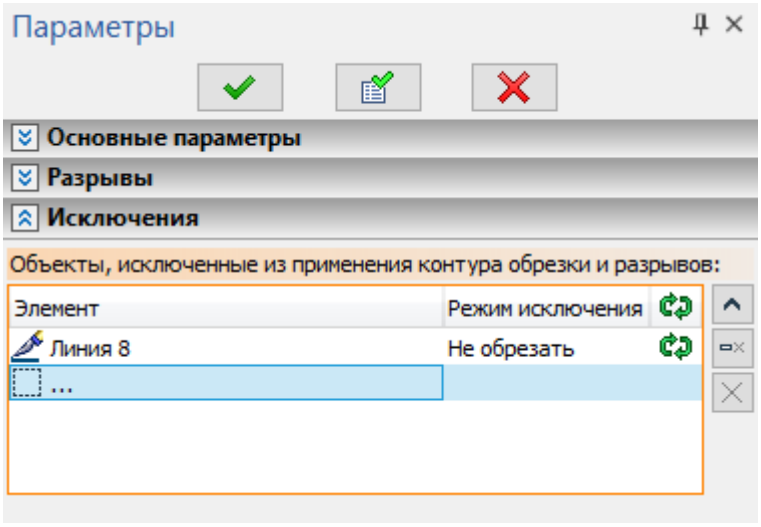
Исключение элемента из разрывов

Исключение элемента из разрывов

При использовании команды **Редактировать разрывы** в окне параметров отображается раздел **Исключения**. Он содержит список **Объекты, исключённые из применения контура обрезки и разрывов**. Наведите курсор на список и нажмите , чтобы активировать режим выбора исключаемых объектов. Рамка и заголовок списка будут подсвечены. После этого можно выбрать любой элемент редактируемого вида. Выбранный элемент будет занесен в список с режимом **Не обрезать**, т.е. разрывы проекции и обрезка по контуру не будут применяться к такому элементу.
Кроме того, режим выбора исключаемых элементов можно активировать с помощью следующей опции автоменю:

<E> Выбрать элементы для исключения из контура разрыва

Подробная информация об исключениях доступна в главах Исключения для элементов проекции и Исключения для элементов чертёжного вида.



См. также:

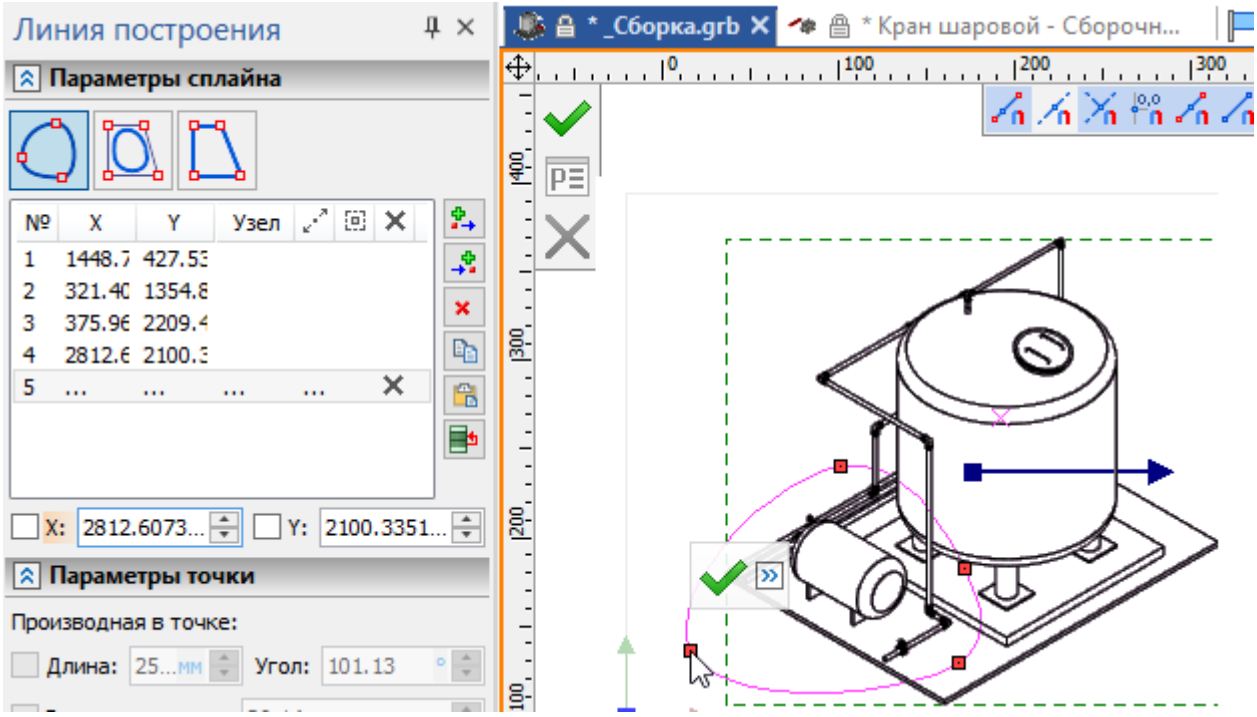
- Исключения для элементов проекции

Обрезка проекции по контуру

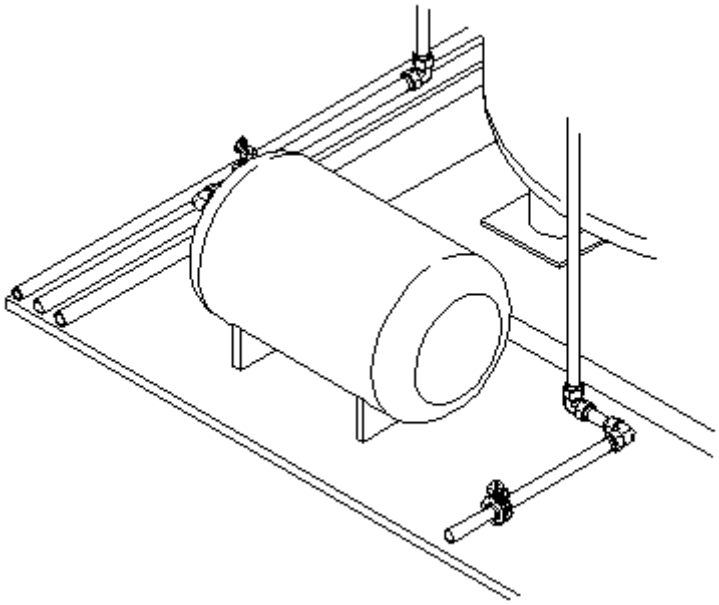
Автоменю большей части режимов создания проекций содержит опцию:

<T> Обрезанный вид

После выбора данной опции запускается команда построения сплайна:



По завершении построения сплайна система возвращается к команде создания проекции и выбирает созданный сплайн в качестве контура обрезки вида.



Для отмены обрезки используйте следующую опцию автоменю:

<Y> Сбросить контур очертания вида

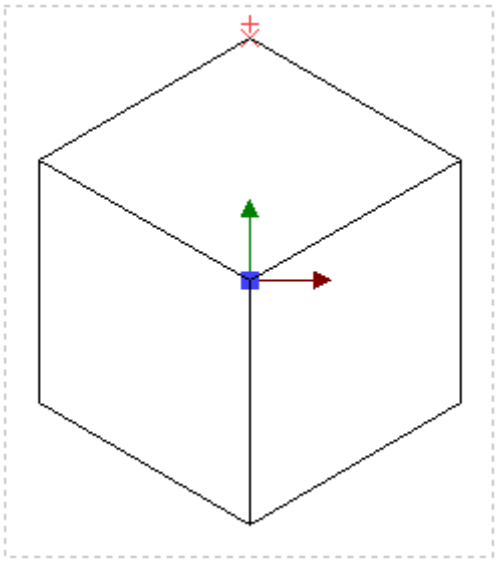
Данная опция может использоваться как при первоначальном создании проекции, так и для отмены обрезки уже существующей проекции при ее редактировании с помощью пункта **Изменить** в контекстном меню проекции.

См. также:

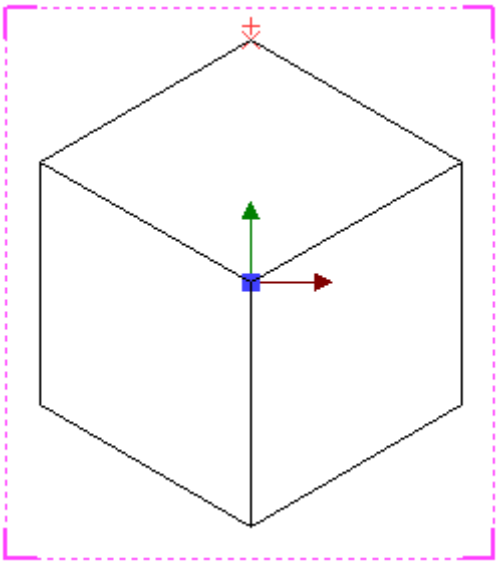
- Разрывы проекций и чертёжных видов
- Исключения для элементов проекции

Границы проекции

Границы проекции отображаются пунктирной линией в виде прямоугольного контура. По умолчанию границы неактивной проекции светло-серые, а активной - розовые. Данные цвета можно изменить в **Установках системы** на вкладке **Цвета**.

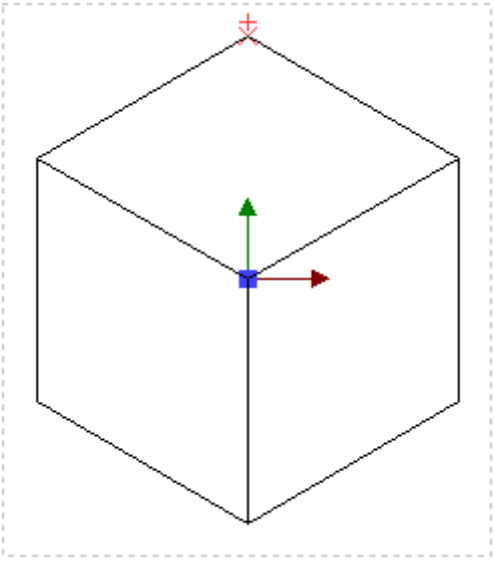


Неактивная проекция

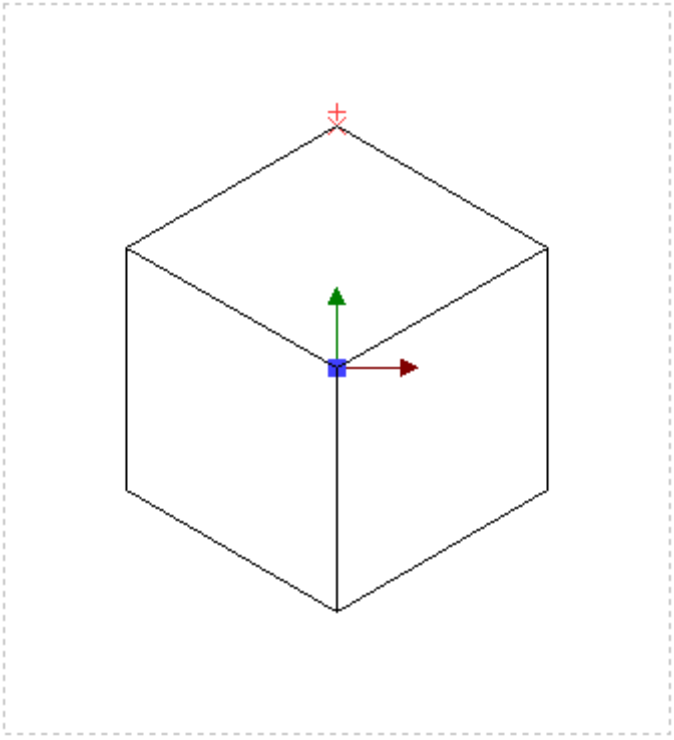


Активная проекция

Границы очерчивают область, в пределах которой проекцию можно выделять и активировать при помощи мыши. Они не выводятся на печать. В целом, границы проекции работают аналогично границам обычных чертёжных видов. Однако, в отличие от них, при создании проекции границы задаются автоматически. Величина отступа границ от линии изображения проекции берётся из **Параметров документа**. При необходимости её можно изменить (**Параметры документа** > **Лист** > **Проекционный вид** > **Расширение границ проекции**). Добавление пользователем дополнительных линий изображения после генерации проекции не влияет на границы.



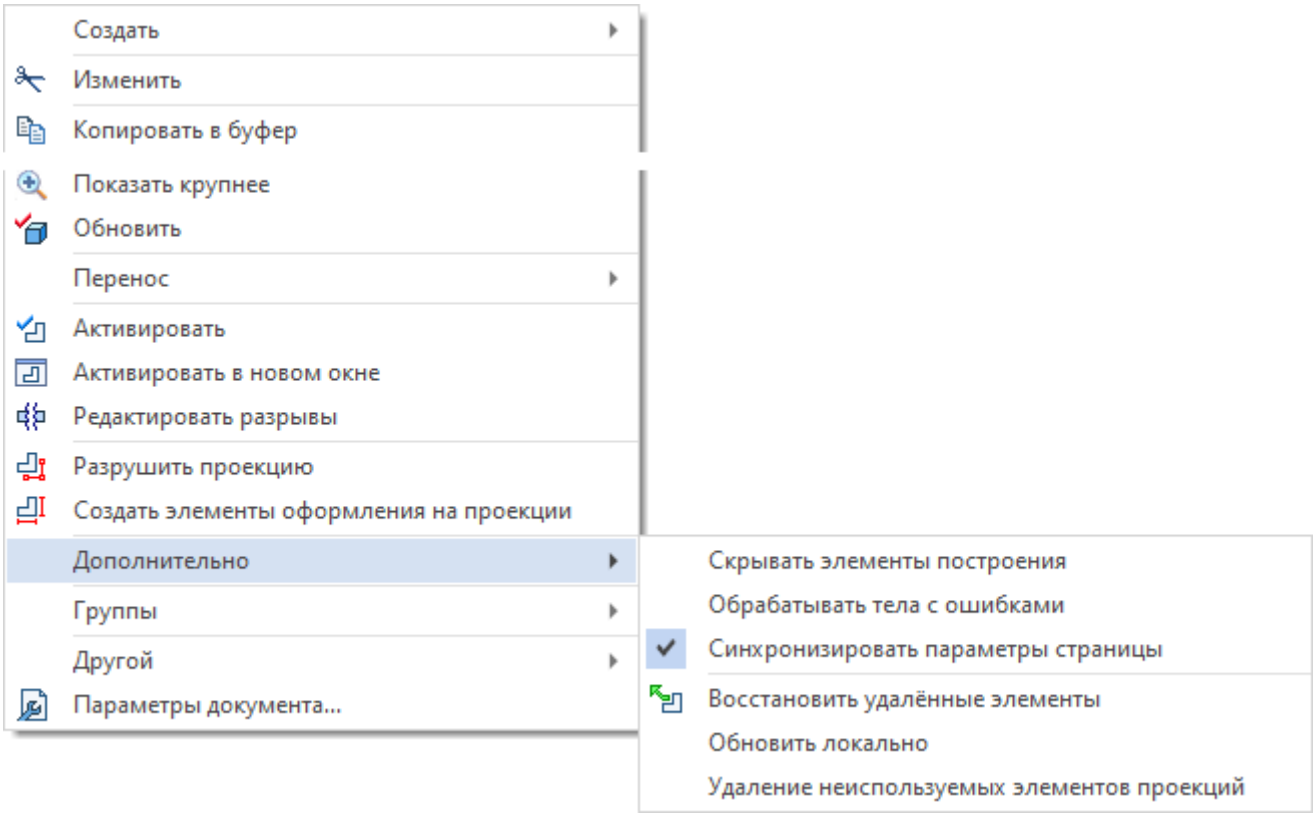
Границы по умолчанию



Расширение границ увеличено вручную

Контекстное меню проекции и её элементов

Контекстное меню проекции

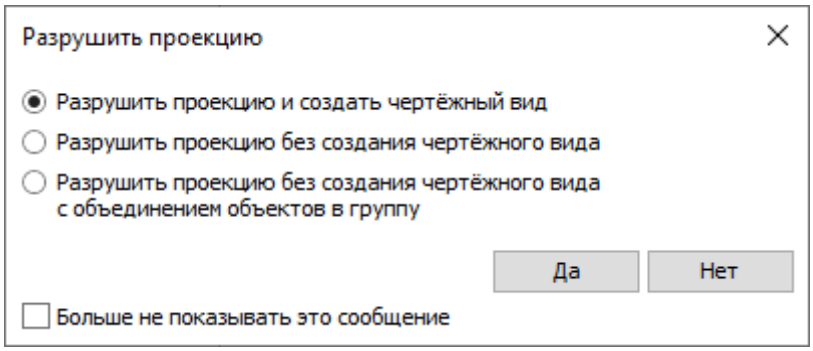


В контекстном меню 2D проекции имеется несколько специфических команд:

- **Активировать**

- **Активировать в новом окне**
- Редактировать разрывы
- **Разрушить проекцию**

  После вызова данной команды появляется диалоговое окно, в котором можно выбрать одну из следующих опций:



  - **Разрушить проекцию и создать чертёжный вид**

    Преобразует проекцию в обычный чертежный вид, не имеющий ассоциативной связи с 3D моделью. Данная опция недоступна, если проекция создана в режиме совместимости, содержит разрывы или обрезана по контуру.
  - **Разрушить проекцию без создания чертёжного вида**

    Превращает проекцию в набор свободных линий изображения, штриховок и элементов оформления, принадлежащих текущей странице чертежа и не имеющих ассоциативной связи с 3D моделью.
  - **Разрушить проекцию без создания чертёжного вида с объединением объектов в группу**.

    Превращает проекцию в набор свободных линий изображения, штриховок и элементов оформления, принадлежащих текущей странице чертежа и не имеющих ассоциативной связи с 3D моделью, и объединяет их в группу. Имя группы состоит из имени разрушенной проекции и порядкового номера группы.

  Кроме того, в нижней части диалога доступен флаг **Больше не показывать это сообщение**. Если его установить, то выбранная опция будет автоматически применяться при последующем использовании команды **Разрушить проекцию** в текущем сеансе работы с T-FLEX CAD. Диалог для выбора опций при этом отображаться не будет.
- Создать элементы оформления на проекции
- **Дополнительно >**
  - Скрывать элементы построения
  - Обрабатывать тела с ошибками
  - **Синхронизировать параметры страницы**

    Если этот флаг установлен (по умолчанию), параметры страницы проекции синхронизированы с параметрами страницы документа, на которой расположена проекция. Т.е. изменение параметров страницы документа приводит к изменению параметров страницы проекции. При этом ручные изменения параметров страницы проекции не применяются. Для задания параметров страницы проекции, отличных от параметров страницы документа, необходимо снять данный флаг. При первоначальной синхронизации параметры страницы документа применяются к странице проекции.
  - Применять разрывы в активном виде
  - **Восстановить удаленные элементы**

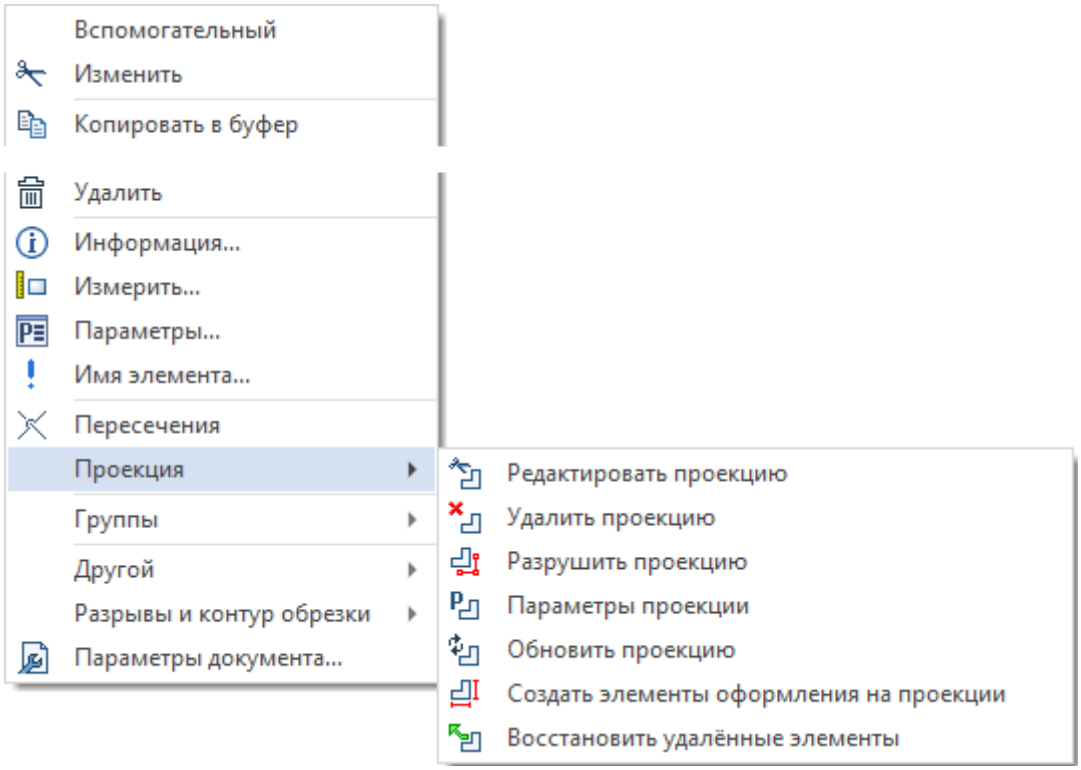
    Команда предназначена для восстановления линий или штриховок, удалённых при помощи команды **Удалить**.

- **Обновить локально**
  Команда предназначена для экономии времени при работе со сложными моделями и чертежами. В отличие от команды **Обновить**, данная команда не вызывает пересчет элементов-потомков. Это удобно при работе с проекциями, которые долго пересчитываются и между которыми есть проекционная связь.
- **Удаление неиспользуемых элементов проекций**
  Позволяет оптимизировать использование ресурсов и ускорить пересчёт проекции за счёт удаления элементов без геометрии. Такие элементы образуются при обновлении проекции после изменения видимости 3D элементов. Например, если в 3D появится элемент, перекрывающий то что изображено на проекции, то после обновления линии изображения перекрытых элементов не будут отображаться, но всё ещё останутся в составе проекции. Для удаления таких линий воспользуйтесь данной командой. При последующих обновлениях проекции удалённые линии будут восстановлены только если соответствующие им элементы снова станут видимыми.

- **Параметры документа...**
  Когда проекция не активна, эта команда, доступная в контекстном меню проекции, вызывает окно **Параметры документа** для страницы документа, которой принадлежит проекция.
  Когда проекция активна, эта же команда, доступная в контекстных меню элементов проекции и пустого пространства 2D окна, вызывает окно **Параметры документа** для страницы проекции.

Для проекций по умолчанию установлен флаг **Синхронизировать параметры страницы**. В этом случае параметры страницы проекции нельзя изменить, т.к. они берутся из параметров страницы документа, которой принадлежит проекция. Для задания параметров страницы проекции, отличных от параметров страницы документа, снимите флаг.

Контекстное меню элементов проекции



В контекстном меню элементов проекции стиля **Линии изображения** присутствует пункт **Проекция**, содержащий команды, относящиеся не к самому элементу, а ко всей проекции:

- **Редактировать проекцию**
  Равнозначно использованию команды **Изменить** в контекстном меню проекции.
- **Удалить проекцию**
  Равнозначно использованию команды **Удалить** в контекстном меню проекции.
- **Параметры проекции**
  Равнозначно использованию команды **Параметры** в контекстном меню проекции.
- **Обновить проекцию**
  Равнозначно использованию команды **Обновить** в контекстном меню проекции.
- Создать элементы оформления на проекции
- Восстановить удаленные элементы
- Не применять сечение
  Данный пункт доступен только для штриховок на разрезах и сечениях.

См. также:

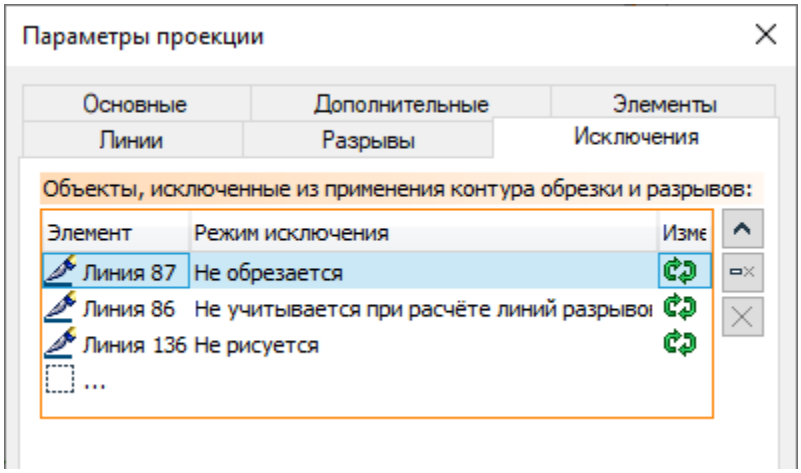
- Контекстное меню элементов местного разреза

Исключения для элементов проекции

Контекстное меню элементов активной проекции содержит пункт **Разрывы и контур обрезки**, со следующими опциями:

- Не рисовать
- Не учитывать при расчёте линий разрывов
- Не обрезать

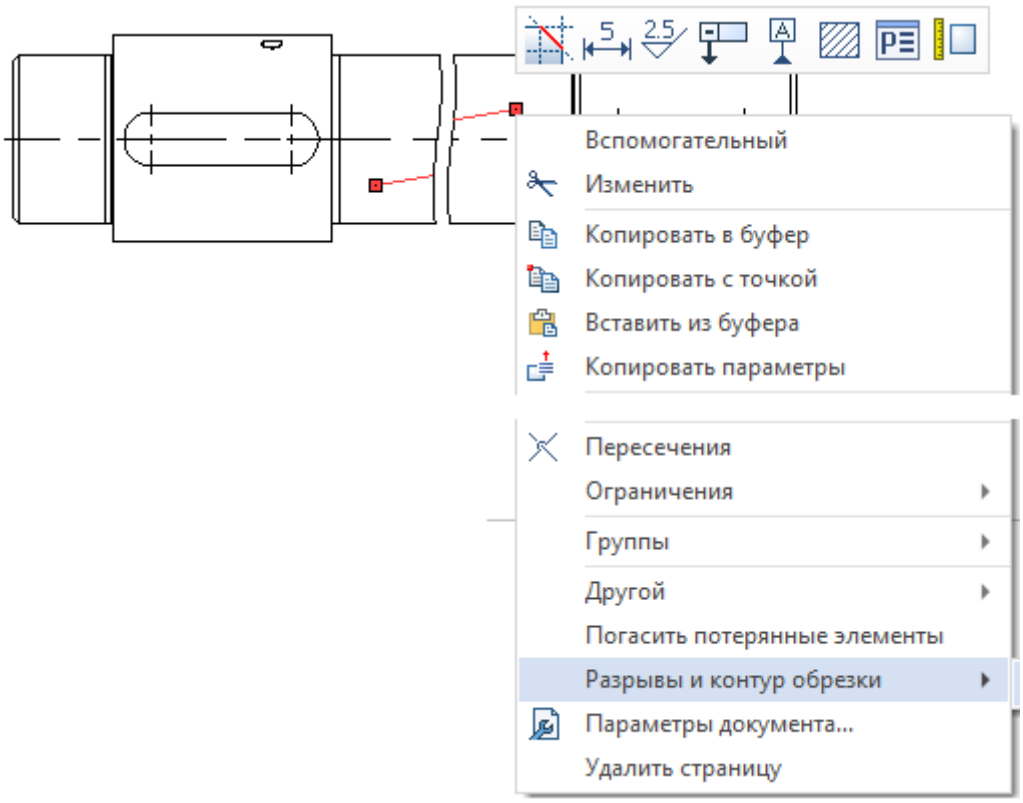
Список элементов, к которым применены данные опции отображается в параметрах проекции на вкладке **Исключения**:



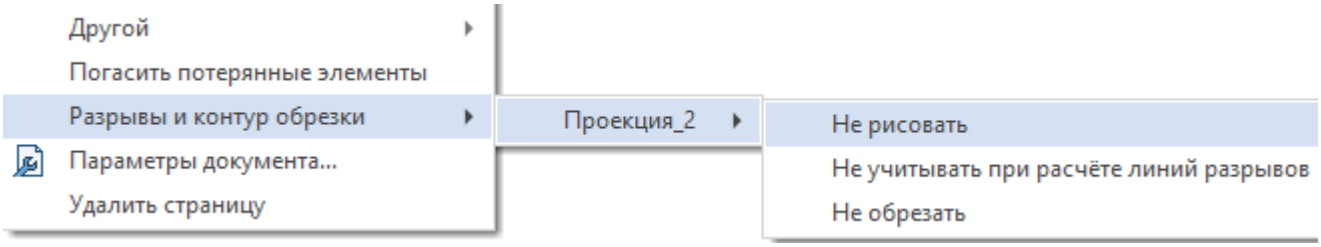
С помощью кнопки **Изменить** можно переключаться между опциями для конкретного элемента в списке.

Не рисовать

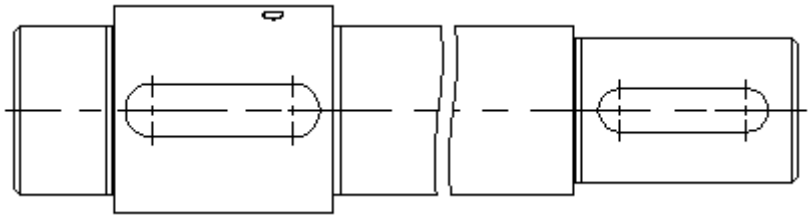
Нажмите на элементе активной проекции:



В появившемся контекстном меню выберите **Разрывы и контур обрезки** > **Проекция_№** > **Не рисовать**:

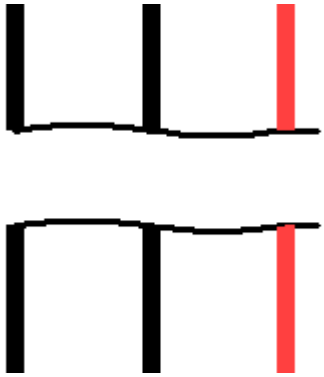


Выбранный элемент больше не отображается:



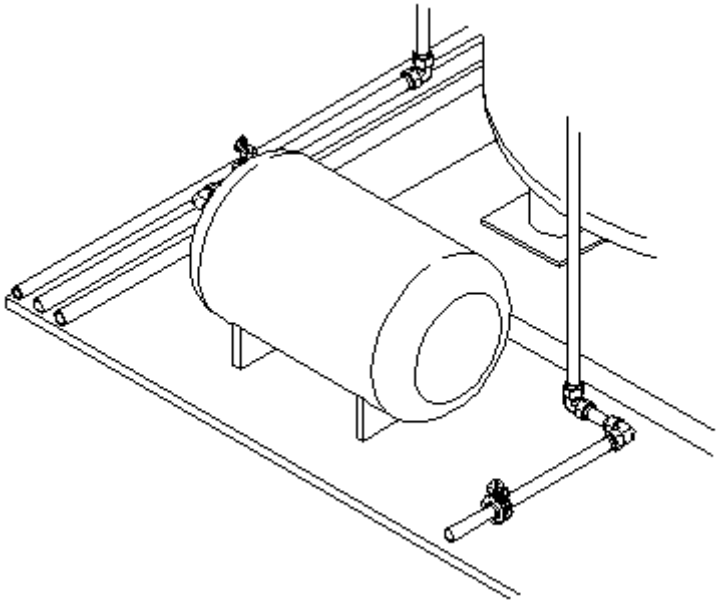
Не учитывать при расчёте линий разрывов

Данная опция доступна и на проекциях, и на обычных чертёжных видах. Однако, на проекциях её применение оказывает эффект только на линии контура тела модели. Линии изображения, созданные пользователем на проекции, в принципе не учитываются при расчёте линий разрывов независимо от состояния данной опции.

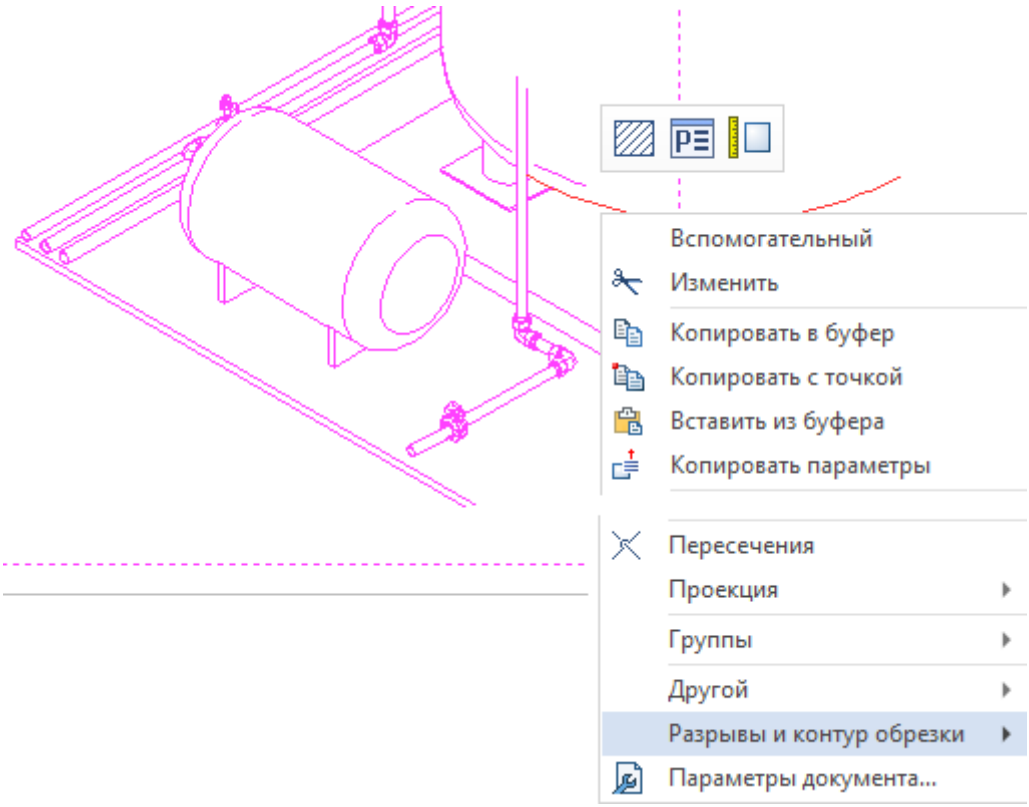


Опция включена для красной линии

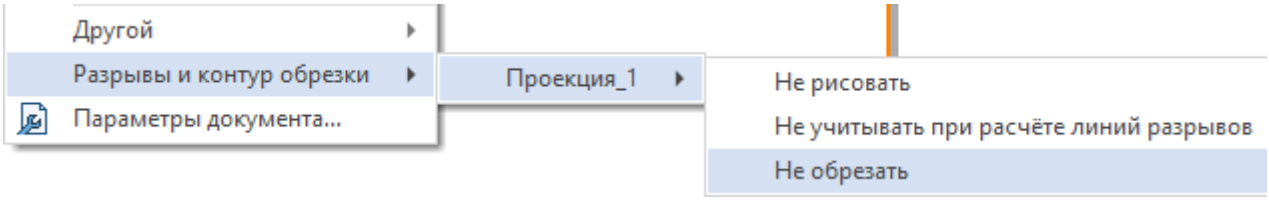
Не обрезать



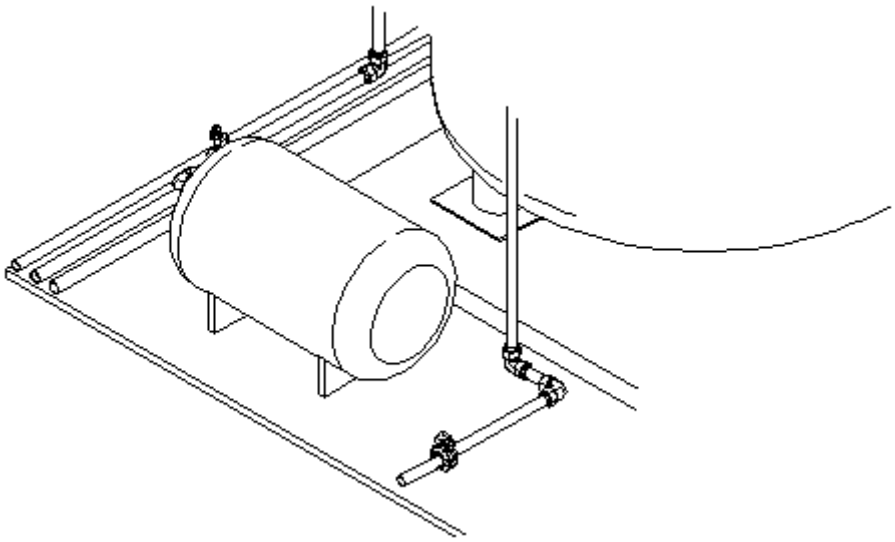
Нажмите на элементе активной проекции:



В появившемся контекстном меню выберите **Разрывы и контур обрезки** > **Проекция_№** > **Не обрезать**:



Выбранный элемент больше не обрезается, а также не разрывается при наличии разрывов проекции:



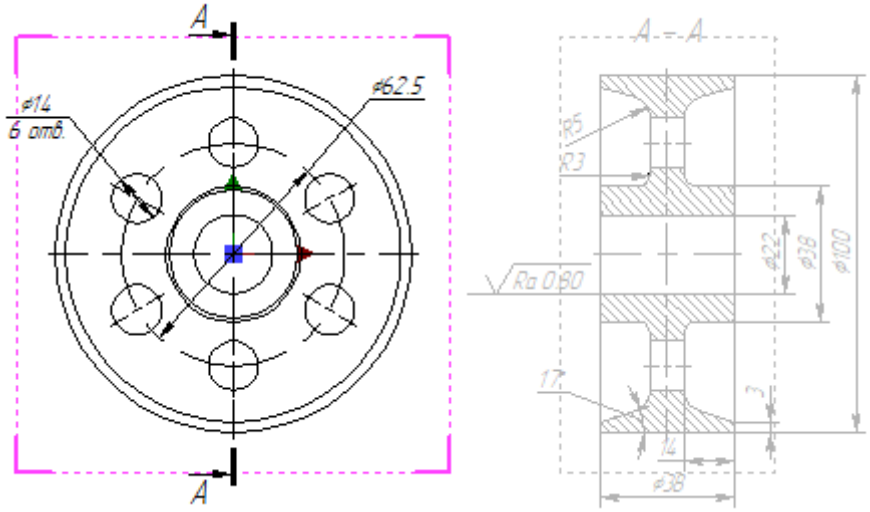
См. также:

- Разрывы проекций и чертёжных видов

- Обрезка проекции по контуру

Элементы оформления чертежа на проекции

Для оформления чертежа, созданного на основе 2D проекции, можно использовать стандартные команды – Размер, Надпись, Шероховатость и т.п. Для этого требуется активация проекции, Когда страница проекции активна, автоматически обеспечивается невозможность простановки размеров и других обозначений, привязанных к другим проекциям.

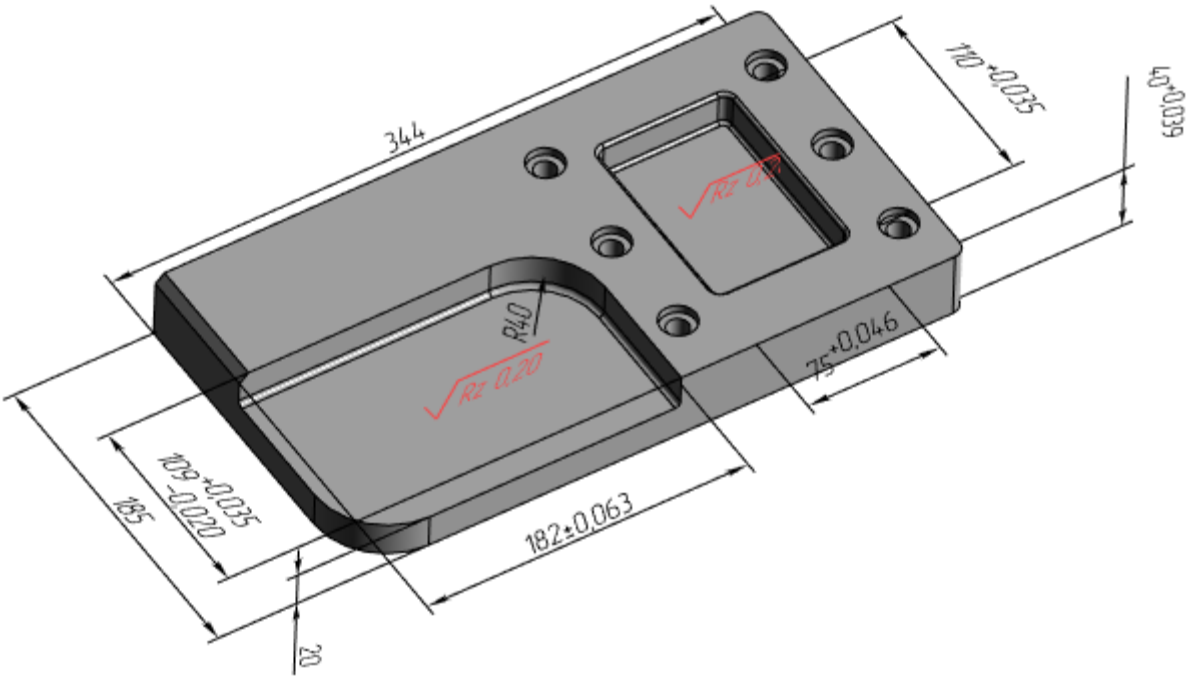


Все размеры, проставленные на активной странице проекции, привязываются к ней, и при её перемещении перемещаются вместе с ней.

При существенном изменении 3D модели и пересчёте 2D проекций на её основе иногда может частично меняться состав линий проекции и идентификация некоторых элементов. При этом часть элементов оформления, созданных на линиях 2D проекций, может потерять связь с исходными элементами. Система уведомит об этом, выдав сообщения в окно диагностики.

Проецирование 3D элементов оформления

В 3D модели могут присутствовать 3D элементы оформления – размеры, надписи, шероховатости, допуски и базы, созданные непосредственно в пространстве 3D сцены. Информация, заданная в 3D элементах оформления, может быть перенесена в аналогичные 2D элементы оформления на проекциях данной модели.



Если на текущей 3D модели имеются 3D размеры или обозначения шероховатости, то при создании 2D размеров и шероховатостей по соответствующим линиям проекции система самостоятельно может находить соответствие создаваемого элемента аналогичному элементу в 3D. Если такая связь найдена, в создаваемый 2D элемент переносятся параметры из 3D размера или шероховатости (номинал, допуск, текстовые строки и т.д.). Подробнее см. Связь размеров в 3D сцене с размерами на чертеже и Связь шероховатости в 3D сцене с шероховатостью на чертеже.

Кроме того, можно автоматически создать 2D элементы оформления, связанные с имеющимися 3D элементами оформления, с помощью команды **Создать элементы оформления на проекции**, доступной в контекстном меню 2D проекции.

При вызове команды система определяет, какие из существующих в модели 3D элементов оформления можно перенести на выбранный вид (проекцию). Отобранные системой элементы прорисовываются на проекции красным цветом. Пользователю нужно указать, какие из предложенных системой элементов он хотел бы проставить на данной 2D проекции.

Выбор элементов осуществляется с помощью опций автоменю команды:

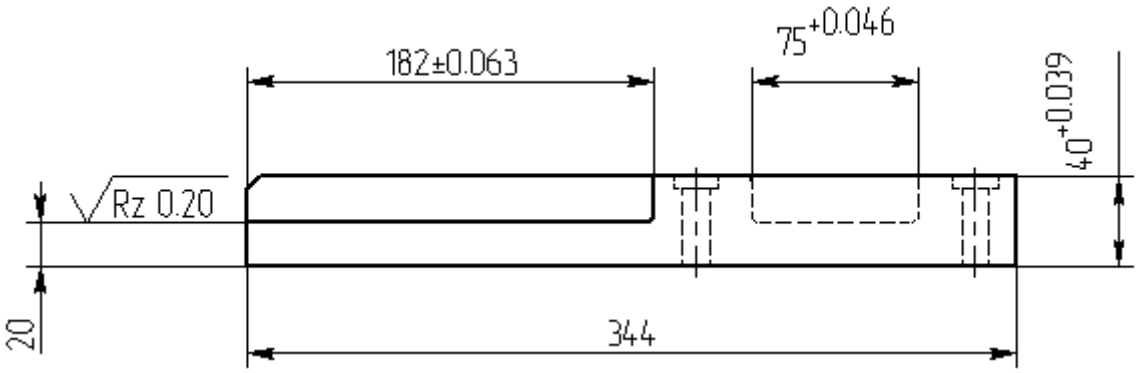
	<M>	Выбор элементов оформления
	<M>	Отменить выбор
	<*>	Выбрать все элементы/Отмена выбора всех элементов
	<End>	Завершить выбор элементов

При активной опции осуществляется выбор элементов, которые должны быть созданы на данной проекции. Для выбора элемента достаточно в 2D окне указать курсором на нужный элемент и нажать . Выбранный элемент поменяет цвет на синий. Таким образом последовательно можно выбрать любое количество элементов.

Активизация опции включает режим **отмены выбора** элементов. В этом режиме указание на элемент с помощью отменяет его выбор. Элемент в результате снова меняет свой цвет на красный.

Действие опции зависит от того, какая из вышеуказанных опций активна. При активной опции выбор данной опции приводит к выбору всех предложенных системой элементов, при активной опции – наоборот, к отмене выбора всех элементов.

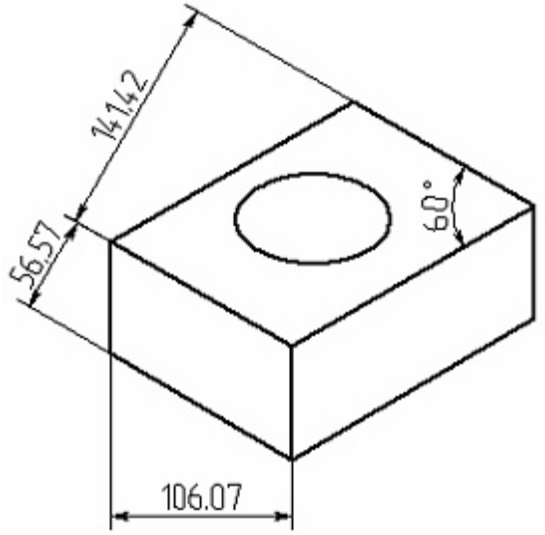
Подтвердить создание выбранных элементов оформления на проекции можно с помощью опции .



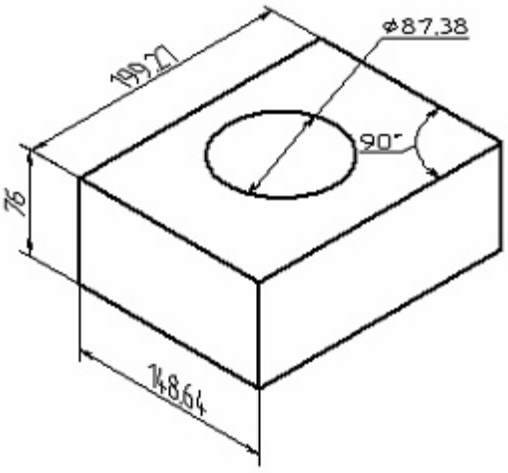
Режимы отображения размеров на 2D проекциях

Размеры, проставленные на линиях 2D проекций, могут отображаться двумя способами. Первый способ – стандартное отображение размеров (в плоскости, перпендикулярной направлению взгляда). Второй способ – пространственное изображение элементов оформления. Он применяется обычно на нестандартных и объёмных видах (например, на изометрии). В этом режиме размеры, создаваемые на основе линий проекции, будут рисоваться расположенными в плоскости выбранных элементов. Например, в случае простановки размера на эллипсе, соответствующем круговому ребру, размер будет находиться в плоскости окружности ребра. Эта возможность позволяет проставлять на изометрических проекциях размеры с реальными значениями.

Данная возможность активизируется параметром **Хранить данные для 3D размеров** на вкладке **Опции** в параметрах 2D проекции. После включения данного параметра проекцию необходимо обновить.



Размеры на 2D проекции в обычном режиме

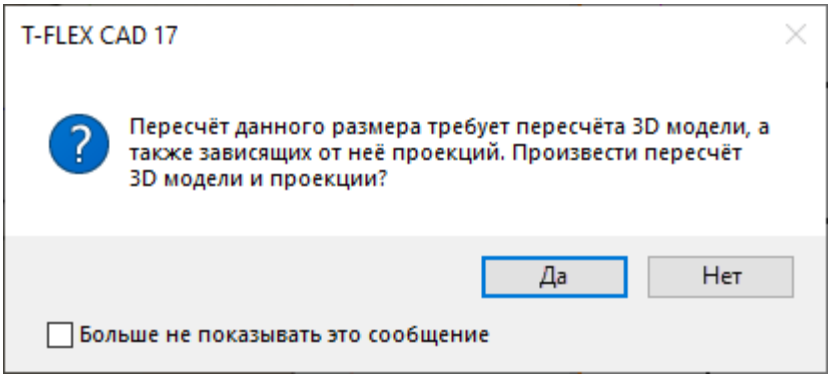


Размеры на 2D проекции в режиме 3D

Пространственный способ изображения размеров на чертеже применим ко всем типам размеров, кроме строительных.

Использование размеров на проекции для управления 3D моделью

2D размеры, проставленные на проекции, в некоторых случаях могут быть использованы для изменения 3D модели. Это возможно в том случае, если система смогла найти соответствие между элементами проекции, на которых создан размер, и управляющими элементами 3D модели. К таким элементам можно отнести грани 3D модели, зависящие от геометрических параметров операций, или от 2D построений, лежащих в основе операций 3D модели. Такое соответствие система ищет автоматически при построении размеров на 2D проекции. Если системе удаётся найти соответствие, то при изменении значения размера предложено обновить 3D модель и её проекции в соответствии с новым значением. Если соответствие найти не удалось, то значение размера не будет изменено. Изменение значения размера осуществляется с помощью команды **Задать значение**. Управление 3D моделью доступно как для пространственных размеров (см. выше), так и для обычных.

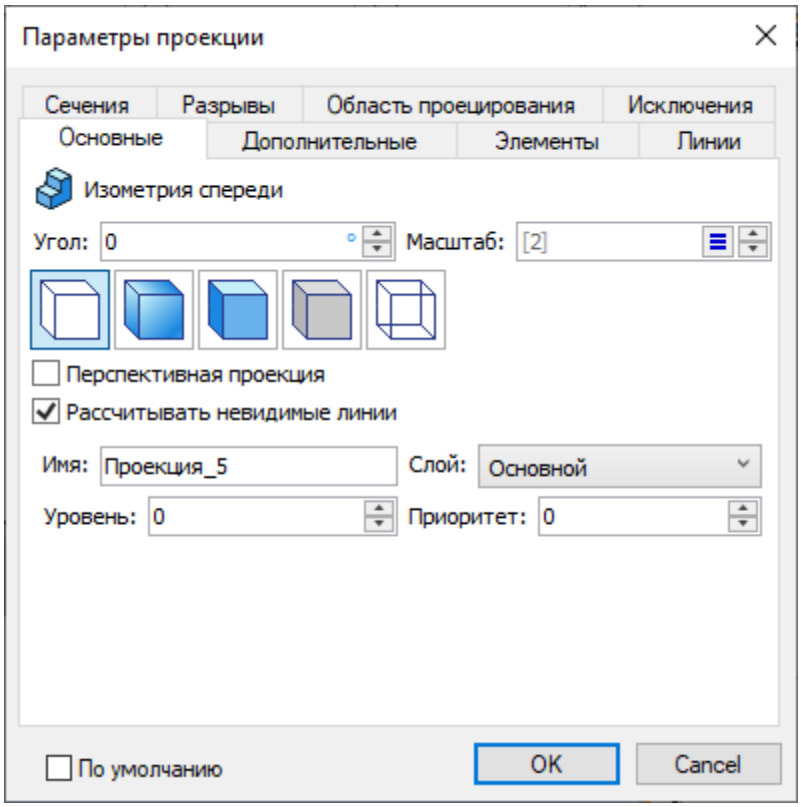


Диалог параметров проекции

Задание параметров 2D проекции при её создании и редактировании осуществляется в окне параметров.

Кроме того, в любой момент можно вызвать диалог параметров из контекстного меню проекции с помощью команды **Параметры...** или из автоменю команд создания и редактирования проекции с помощью опции:

<P> Задать параметры элемента

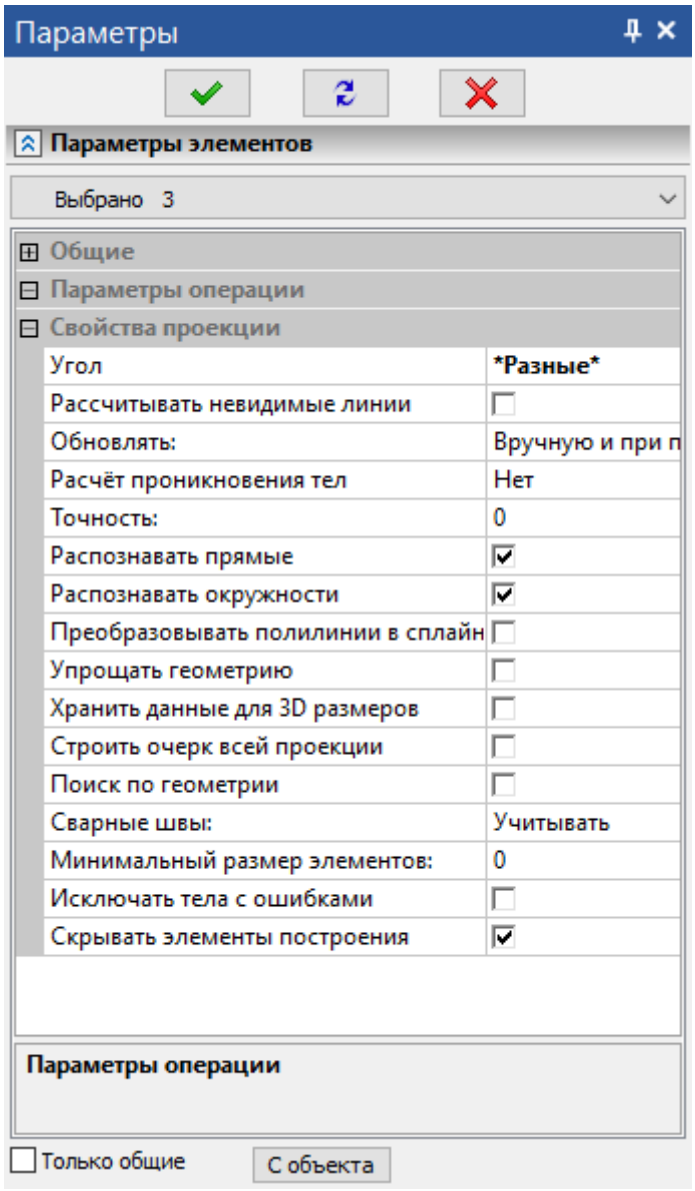


Диалог параметров проекции может содержать следующие вкладки:

- **Основные**
  Данная вкладка содержит те же параметры, что и вкладка Основные параметры окна параметров команды **Проекция**. В отличие от последней, в диалоге параметров нет кнопок выбора типа проекции. Отображается только текущий тип и изменить его нельзя.
  Дополнительно доступны общесистемные параметры, такие как **Имя, Слой, Уровень** и **Приоритет**.
- **Дополнительные**
  Данная вкладка содержит те же параметры, что и вкладки Дополнительные параметры и Опции окна параметров команды **Проекция**.
- **Элементы**
  Данная вкладка содержит те же параметры, что и вкладка Элементы окна параметров команды Проекция.
- **Линии**
  Данная вкладка содержит те же параметры, что и вкладка Линии окна параметров команды **Проекция**.
- **Сечения**
  Данная вкладка отображается, только если к проекции применены сечения. Её содержимое аналогично содержимому вкладки Сечения окна параметров команды **Проекция**.
- **Разрывы**
  Данная вкладка содержит те же параметры, что и вкладка Разрывы окна параметров команды **Проекция**.
- **Исключения**
  Содержимое данной вкладки описано в главе Исключения для элементов проекции

Кроме того, независимо от активной вкладки, в нижней части диалога отображается флаг **По умолчанию**. Если его установить, то после нажатия **ОК** установленные в текущем диалоге значения параметров **Слой, Уровень, Цвет, Приоритет**, большинства параметров, располагающихся на вкладках **Дополнительные** и **Линии**, а также большинства опций стиля отображения, будут применяться по умолчанию для всех проекций, создаваемых в дальнейшем в текущем документе.

Также, если выбрать одну или несколько проекций в 2D окне или в дереве модели, часть параметров доступна в окне **Параметры**:



Редактировать проекцию

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<3EJ>	Правка > Чертёж > Проекция

Команда предназначена для редактирования 2D проекции.
После вызова команды доступны следующие опции:

<Enter> Выбрать ближайшую 2D проекцию.

<A> Выбрать все элементы.

<Z> Выбрать элемент по имени.

<Esc> Отменить выбор элемента построения\Выйти из команды.

После выбора 2D проекции вам будут дополнительно доступны следующие опции:

<I> Выбрать другой ближайший элемент.

<P> Задать параметры проекции.

<F4> Редактировать элемент (при выборе данной опции вы можете перезадать элементы, определяющие 2D проекцию - команда Построение 2D проекции).

<R> Изменить способ задания.

<Del> Удалить элемент (группу элементов).

Если вы выбрали для изменения точку привязки 2D проекции, то становятся доступны следующие опции:

<Enter> Выбрать точку привязки в абсолютных координатах.

<N> Выбрать узел привязки.

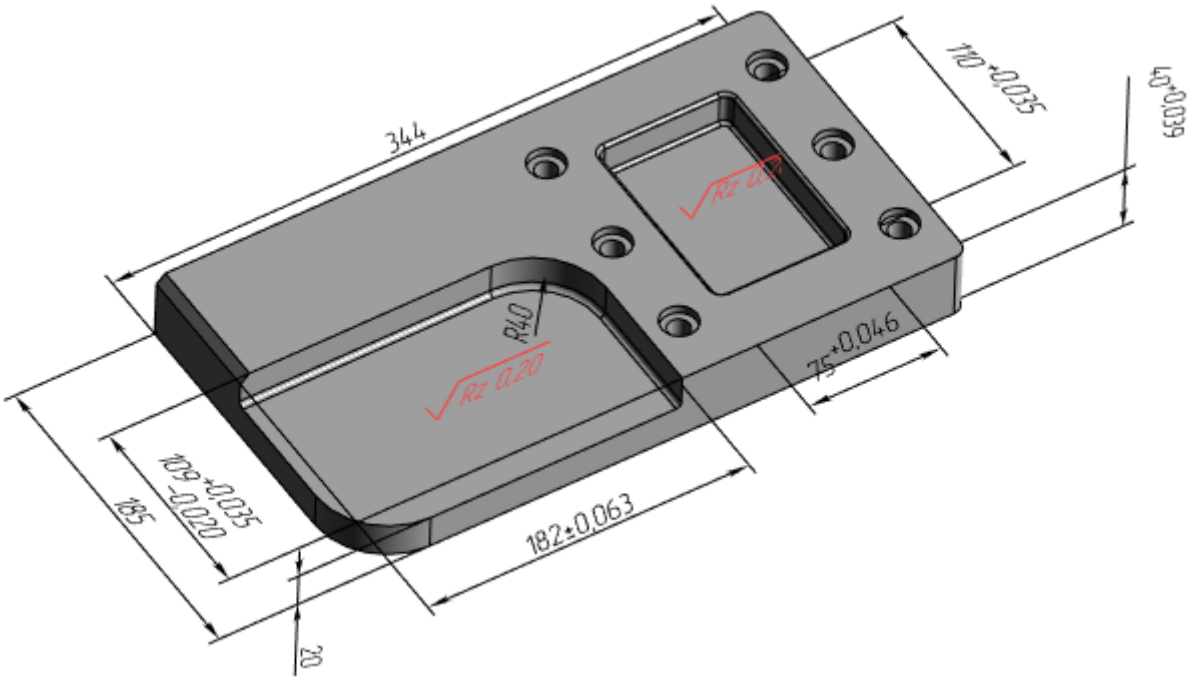
<Esc> Отменить выбор элемента построения\Выйти из команды.

Отметим, что для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** + (комбинация **<Ctrl>** + отменяет выбор).

Если для редактирования была выбрана одна проекция из набора стандартных видов или вид, связанный проекционной связью с другим видом, то подсветятся и выбранная проекция и все, связанные с ней виды. Если был выбран основной вид, при изменении его точки привязки переместятся и связанные с ним проекции (для изменения точки привязки остальных видов необходимо сначала выбрать проекцию, а затем перезадать её точку привязки). Если 2D проекция привязана к 2D узлу и в результате параметрических изменений или редактирования линий построения положение 2D узла привязки изменилось, то для перерисовки проекции необходимо вызвать команду **Обновить проекцию**.

Если при редактировании необходимо задать **разрыв** на одной проекции из набора стандартных видов, то необходимо выбрать проекцию (остальные виды временно перестанут подсвечиваться на экране) и приступить к заданию разрыва при помощи опции , описанной в разделе Общий алгоритм построения 2D проекции. Для создания одинаковых разрывов на нескольких проекциях удобно пользоваться опцией копирования параметров уже существующего разрыва на редактируемую проекцию .

Элементы оформления 3D модели



T-FLEX CAD позволяет создавать элементы оформления чертежа непосредственно на 3D модели вне активной рабочей плоскости. Данная функция доступна для следующих элементов:

- **Размер**;
- **Надпись**;
- **Надпись по тех. требованиям**;
- **Обозначение сварного шва**;
- **Допуск**;
- **База**;
- **Шероховатость**.

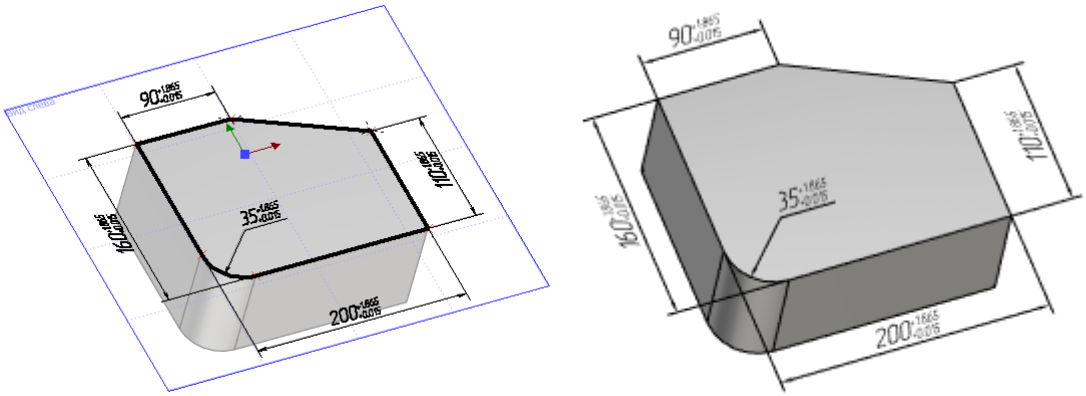
Создание элементов оформления в 3D сцене похоже на создание таких же элементов на чертеже. Отличительные особенности создания 3D элементов оформления отдельных типов описаны по ссылкам, приведённым выше.

Кроме того, можно создать 2D элементы оформления на активной рабочей плоскости, а затем отобразить их в 3D сцене (см. ниже).

Возможность создания трёхмерных элементов оформления позволяет внести в 3D модель не только геометрическую, но и технологическую и другую информацию, которая впоследствии может быть использована при построении чертежей по 2D проекциям, а также в других приложениях, например, в модулях технологического проектирования или создания управляющих программ для ЧПУ, либо вовсе проектировать изделие без создания чертежей.

Отображение в 3D сцене 2D элементов оформления, созданных на рабочей плоскости

Чтобы отобразить в 3D сцене элементы оформления, созданные на рабочей плоскости, необходимо в диалоге параметров рабочей плоскости установить флаг **Показывать элементы оформления в 3D окне.**



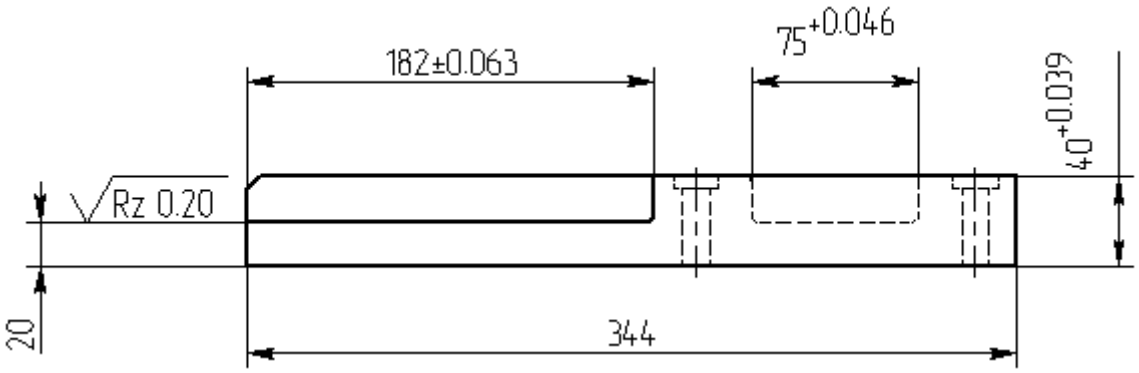
Для удобства данный флаг также доступен в контекстном меню рабочей плоскости: **Дополнительно > Показать элементы оформления**.

Значения размеров, отображаемых таким способом, можно менять, не заходя в режим черчения на активной РП. Их можно использовать для изменения параметров изображения на странице рабочей плоскости и, соответственно, созданных на его основе 3D элементов (профилей, операций и т.д.). По 2D элементам оформления на РП, отображаемым в 3D сцене, можно автоматически создавать аналогичные элементы оформления на проекциях, так же как и по 3D элементам оформления, при условии, что рабочая плоскость параллельна плоскости проецирования.

Связь 3D и 2D элементов оформления

Например, если какой-то размер между гранями или размер на цилиндрической грани (радиус или диаметр) имеет допуск или дополнительные текстовые строки, то при построении размера на чертеже при выборе соответствующих линий на проекции эта информация будет автоматически передаваться размеру на 2D проекции. То же самое происходит при простановке обозначения шероховатости на грань – в случае создания обозначения шероховатости на соответствующих линиях изображения 2D проекции, параметры шероховатости будут взяты с 3D модели. Подробнее см. Связь размеров в 3D сцене с размерами на чертеже и Связь шероховатости в 3D сцене с шероховатостью на чертеже.

Передача данных из 3D размеров на 2D проекцию может осуществляться и прямым «проецированием» размеров из 3D пространства на 2D проекцию. При этом система сама определяет, какие из существующих в 3D модели размеров можно «перенести» на текущую 2D проекцию. Пользователю остаётся только выбрать, какие из предложенных системой размеров он хотел бы проставить на данной 2D проекции. Подробнее см. Проецирование 3D элементов оформления.

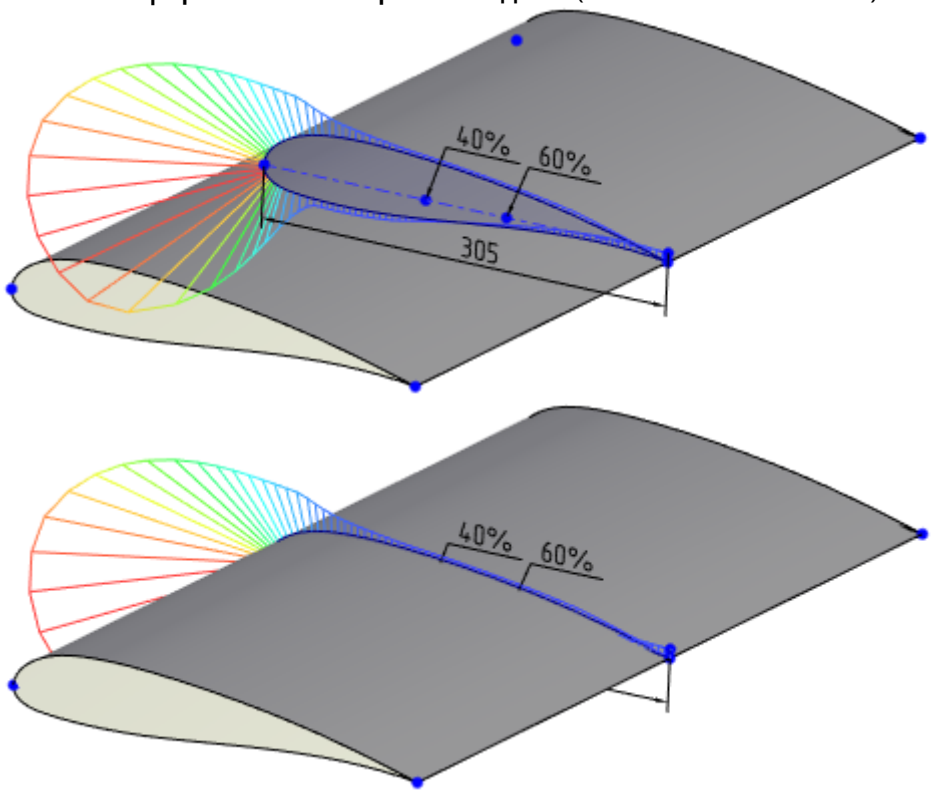


Управляющие 3D размеры

3D размеры можно использовать для управления геометрией 3D модели. Подробная информация по этой теме доступна в разделе Управляющие 3D размеры.

Опции отображения элементов оформления в 3D

По умолчанию части элементов оформления, перекрываемые непрозрачными элементами модели, не отображаются. При необходимости их отображения можно включить опцию **Отображать объекты оформления поверх 3D модели** (**Установки > 3D > 3D**).



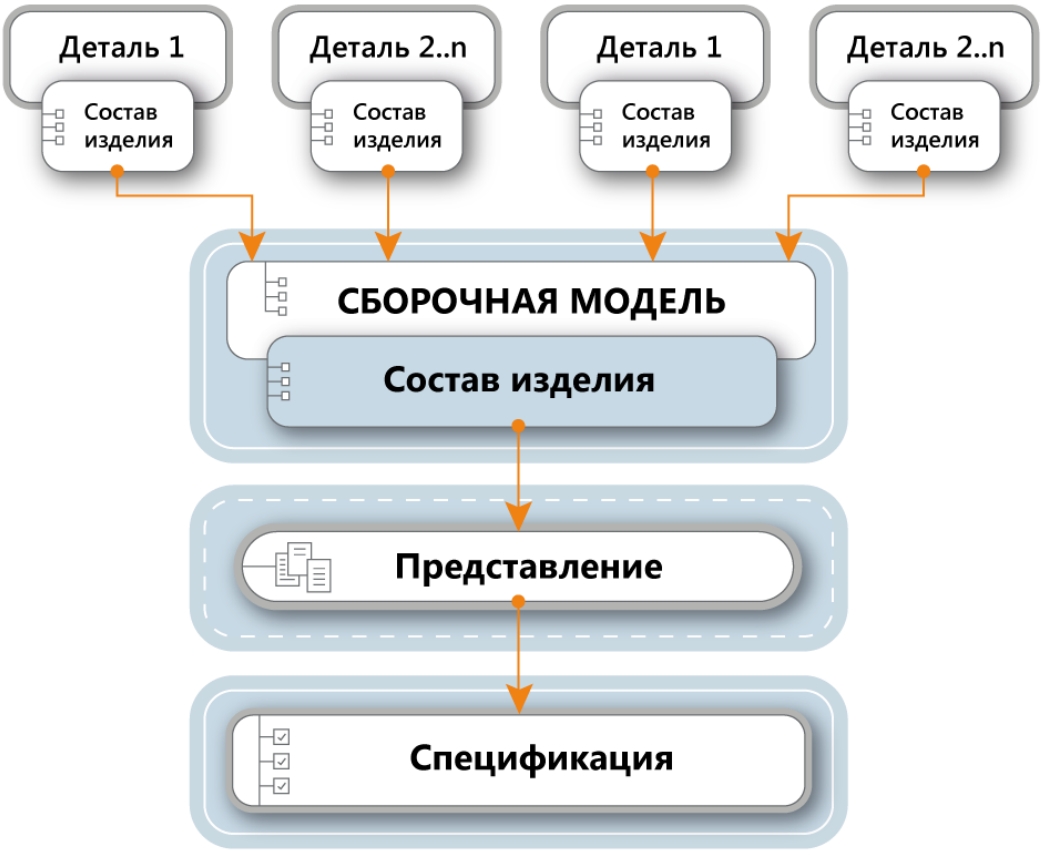
3D элементы оформления можно скрыть или показать в конкретном 3D окне при помощи команды **Погасить/показать 3D элементы оформления**, доступной на панели Вид.

См. также:

- Элементы оформления чертежа
- Замечания

Состав изделия, отчеты, спецификация

T-FLEX CAD предоставляет удобные автоматизированные инструменты для подготовки стандартных и пользовательских спецификаций и отчётов.
Отчёты представляют собой гибкий механизм для работы с технической документацией. Этот механизм используется как для создания стандартных спецификаций, так и для создания собственных табличных форм отчётности на основе состава изделия. Таким образом, техническая документация T-FLEX CAD адаптируется для любой специфической отрасли.
Спецификация в T-FLEX CAD - таблица, содержащая данные о включённых в сборочный чертёж фрагментах. При необходимости документ может содержать одну и более спецификаций.



Данные для спецификации берутся автоматически из файлов фрагментов или вводятся пользователем вручную. В состав изделия кроме данных из фрагментов могут быть включены данные из других источников – 3D объектов или элементов чертежа.
Спецификация/отчёт создаётся на основе прототипа или шаблона отчёта.
Прототип спецификации – документ T-FLEX CAD, содержащий пустую спецификацию с заданными параметрами. Прототип спецификации описывает состав колонок и разделов создаваемой таблицы. Создание спецификация на основе прототипов использовалось в предыдущих версиях T-FLEX CAD.
Шаблоны отчётов – более гибкий механизм с большим количеством настроек. Использование шаблонов при работе со **составом изделия** предпочтительно, т.к. обладает рядом преимуществ.
Шаблон отчёта - GRB файл, в котором по определённым правилам описан формат спецификации и состав данных в нем. Таблицы и описание данных вставляются в параграф текст, который создаётся в шаблоне. Шаблон может содержать макросы для дополнительной обработки данных отчёта, например, вставка пустых строк.
Каждый макрос имеет набор атрибутов, значения которых могут быть заданы пользователем при создании отчёта. Отчёт формируется на основе состава изделия и шаблона отчёта.
Данные для отчётов и спецификаций отображаются в окне **Состав изделия**.

Состав изделия служит для подготовки данных для технической документации. Данные о составе и иерархии изделия могут быть внесены в состав изделия как вручную, так и автоматически. Для этих данных можно настроить правила сортировки, группировки и отображения в таблице. В составе изделия есть набор команд для простановки позиций, экспорта в Excel, создания отчётов и т.д.

В T-FLEX CAD можно создавать собственные шаблоны – **типы состава изделия**. В типе задаётся набор параметров и колонок данных для подготовки однотипной документации. Типы включены в поставку, а также могут создаваться пользователем.

Состав изделия создаётся на основе **типа состава изделия**. Для одного изделия может быть создано несколько составов изделия. Каждый из них будет отображать различные данные для отчётов и спецификаций.

Основные темы в этом разделе:

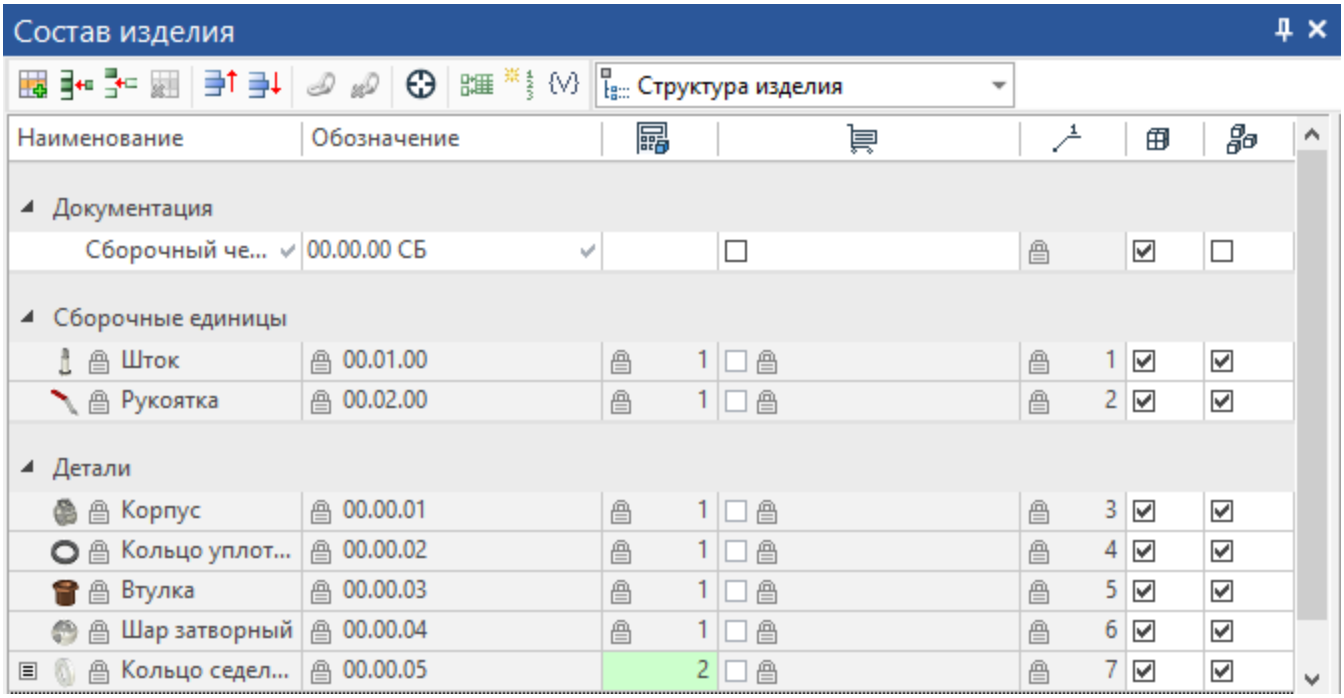
- Окно «Состав изделия»
- Типы состава изделия
- Параметры состава изделия
- Создание отчёта/спецификации
- Создание групповой спецификации
- Список отчётов/спецификаций
- Простановка позиций
- Разделы спецификации
- Включение в состав изделия
- Пример создания спецификации и простановки позиций
- Создание шаблона отчёта
- Спецификация предыдущих версий

См. также:

- Сохранение состава изделия в T-FLEX DOCs

Окно «Состав изделия»

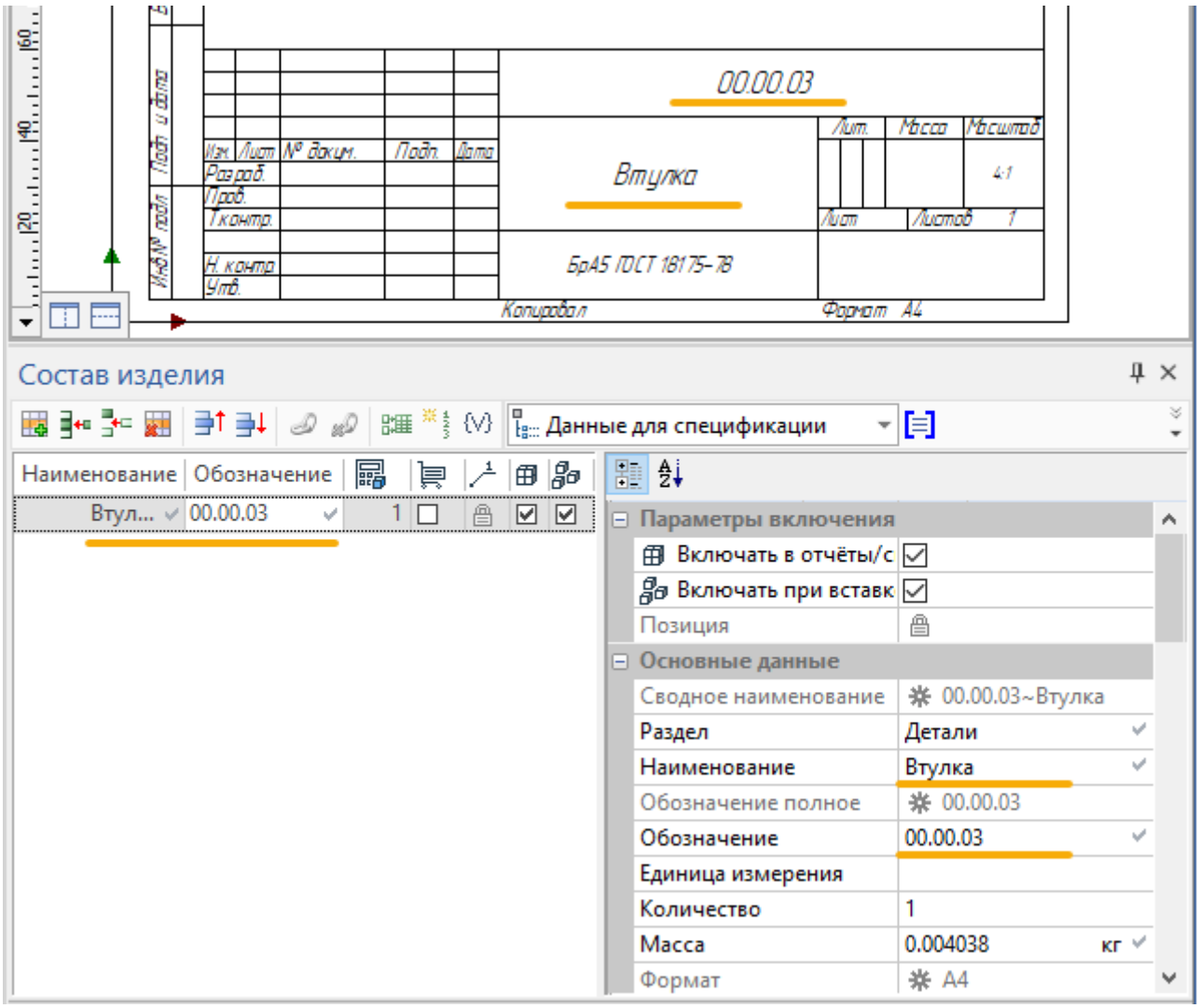
Для работы с составом изделия предусмотрено специальное служебное окно – **Состав изделия**.



Для вызова окна можно использовать одну из команд:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Окна > Состав изделия Спецификации > Состав изделия > Окно состава изделия Вид > Окна > Состав изделия > Окна > Состав изделия
Клавиатура	Текстовое меню
<Alt>+<9>	Сервис > Отчёты/Спецификации > Состав изделия

В окне **Состав изделия** отображаются данные для спецификации, полученные на основе фрагментов или иных объектов, а также данные, введённые вручную. После заполнения полей форматки, все введённые в неё данные автоматически переносятся в состав изделия документа, т.к. поля связаны между собой при помощи переменных.



Для сборочных документов состав изделия автоматически заполняется на основе данных составных частей сборки.

> В состав изделия могут входить данные из различных источников 3D сборки - фрагментов, тел, 2D элементов и т.д. Поля таких записей по умолчанию являются автоматическими, т.к. заполняются на основе данных источника.

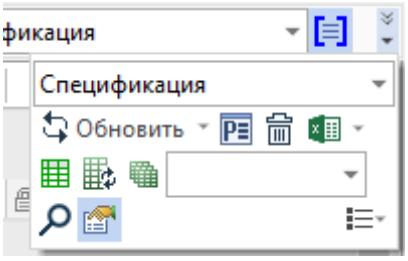
Способ заполнения поля отображается в виде иконки. Автоматические поля обозначаются иконкой . Если нужно вручную отредактировать содержимое поля, нужно щёлкнуть по его иконке. Таким образом, включается режим заполнения пользователем, а иконка изменяется на . Третье состояние поля появляется, когда содержимое поля определяется программно. Это происходит при автоматическом определении значений переменных, зон, формата и т.п.
По умолчанию в документе существует один состав изделия - **Данные для спецификации**.

> В одном документе может быть создано несколько различных составов изделия.

В окне **Состав изделия** любое изделие можно представить в виде иерархической структуры (дерева), корнем которого является само изделие, а элементами, образующими иерархию, - его составные части.

Для работы со составом изделия используется инструментальная панель, расположенная в верхней части окна.

Часть опций спрятана в выпадающем меню:



Записью состава изделия называется строка, которая может содержать данные о деталях, сборках, подборках, материалах, документах и т.п. Данные вводятся в специальные поля – **ячейки данных**.

Основное окно находится прямо под инструментальной панелью. Оно содержит список записей, занесённых в текущий состав изделия.

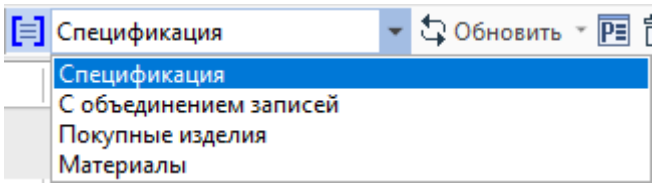
По умолчанию отображаются колонки: **Наименование, Обозначение, Количество, Позиция** и две колонки, отвечающие за включение записей в отчёты и при вставке в сборку. В дальнейшем можно вручную настроить отображение колонок в этом окне.

Для удобства работы с данными состава изделия используются представления. Представление позволяет выводить записи в соответствии с заданными правилами. Например, можно объединить все одинаковые детали сборки и вывести их сумму в соответствующей колонке.

Для этого нужно активировать опцию:

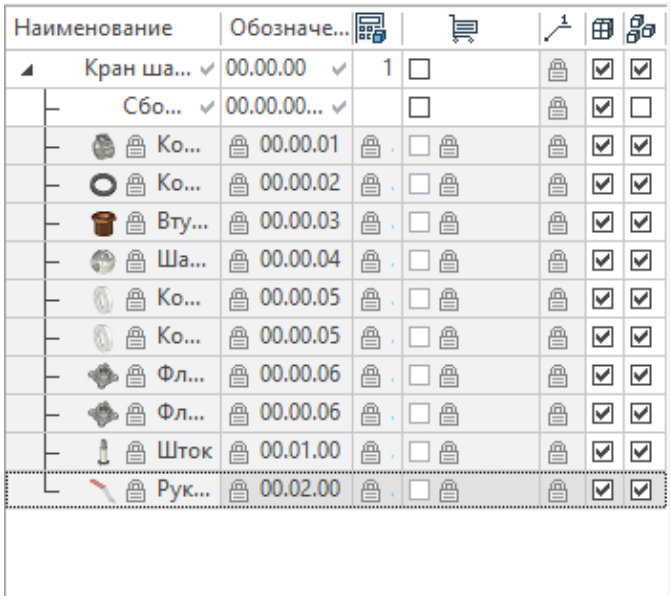
 <Shift>+<G> Применить представление состава изделия

После чего можно выбрать представление из списка.

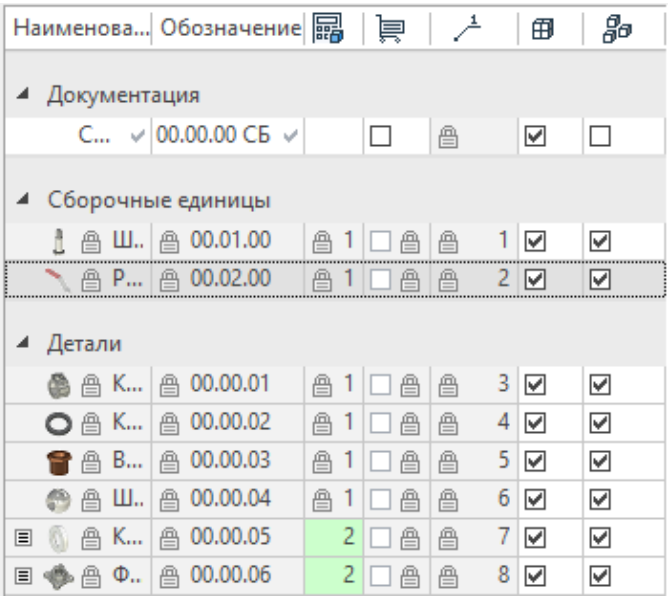


Каждое представление имеет свой набор свойств: показанные колонки, правила группировки и сортировки и т.д.

Подробную информацию о представлениях можно найти в разделе Представления состава изделия.



Основное окно



Использование представления

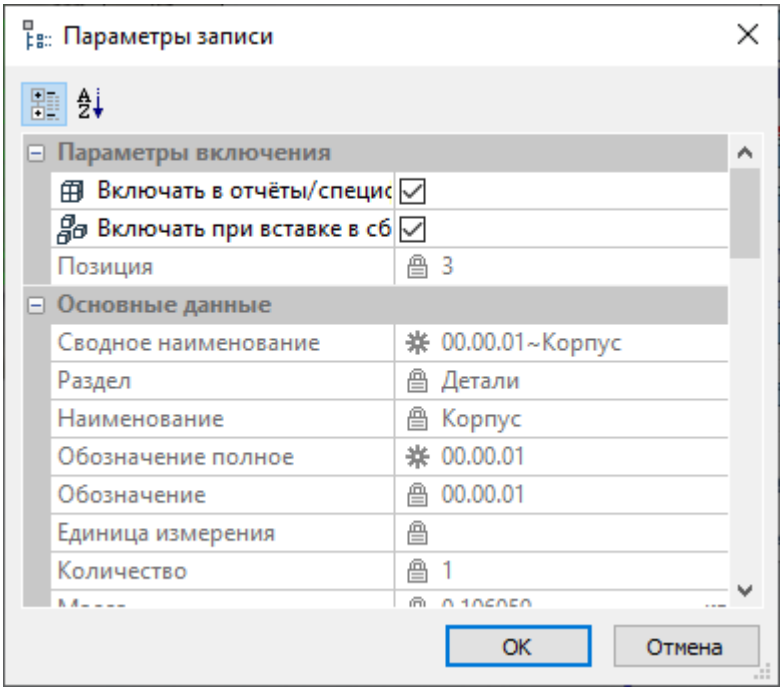
Поля, значения в которых суммированы в результате объединения записей, выделяются зелёным цветом. Данная опция работает, если в параметрах колонки установлен флаг Σ [Суммировать значения при объединении](#).

Если после создания или изменения массива фрагментов состав изделия не обновлён, и отображаемое число записей состава меньше фактического числа фрагментов с учётом массива, то к значению в колонке **Количество** для одной из записей будет прибавлено недостающее количество фрагментов. Такое значение выделяется голубым цветом. После обновления состава число записей придёт в соответствие с числом фрагментов и выделение исчезнет. Данная опция работает, если в параметрах состава установлен флаг [Автокоррекция количества записей на основе массивов](#).

Окно параметров вызывается опцией:

<Shift>+<P> Показать окно параметров записи

В нём отображаются все колонки и их содержимое для выбранной записи. Т.е. здесь можно заполнить поля, которые не отображаются в основном окне состава изделия.



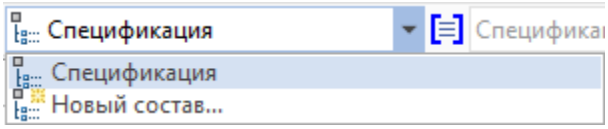
При необходимости можно задать параметры нескольких записей одновременно. Для этого нужно выбрать записи с помощью **Ctrl** или **Shift** и выбрать опцию **Параметры записей**.

Панель инструментов

Панель инструментов содержит опции для:

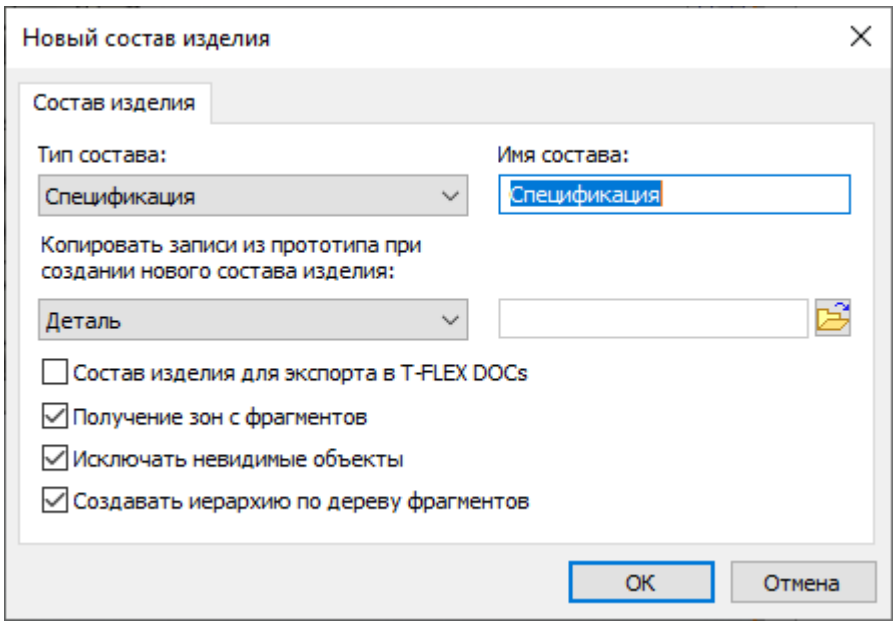
- создания и удаления состава изделий;
- редактирования параметров состава изделия;
- добавления, группировки и сортировки данных;
- установления связей между записями состава изделия и объектами в текущем документе;
- генерации и обновления отчётов;
- простановки позиций;
- экспорта в Excel.

Имя состава изделия отображается в поле:

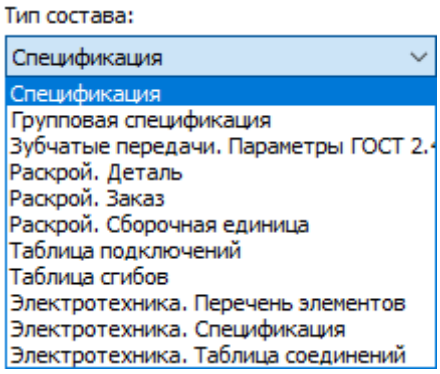


По умолчанию в новом документе создан состав с именем **Данные для спецификации**. Для того чтобы создать новый состав изделия нужно выбрать пункт «Новый состав...» из выпадающего списка.

В появившемся окне **Новый состав изделия** можно задать **имя состава** и его **параметры**.



Тип состава. В выпадающем списке содержатся все доступные типы состава изделия.



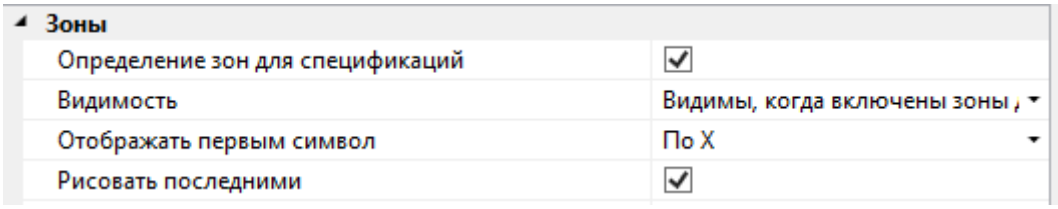
Копировать записи из прототипа при создании нового состава изделия. При создании в новый состав изделия сразу скопируются записи из состава изделия выбранного прототипа.
Пользователь может выбрать любой документ в качестве прототипа, если выберет пункт **Пользовательский**.

> **Тип состава** изделия - это набор параметров состава изделия, который является шаблоном при создании нового состава в текущем документе. Параметры включают в себя структуру колонок, правила группировки, сортировки и фильтрации записей. Каждый тип состава изделия хранится в отдельном файле.

> Новые типы состава создаются при помощи отдельной команды Типы состава изделия.

В окне **Новый состав изделия** можно задать следующие параметры:
Состав изделия для экспорта в T-FLEX DOCs. Если флаг установлен, то данный состав изделия будет сохранен при экспорте сборки в DOCs. Если в сборке созданы несколько составов изделия, но ни один из них не назначен для экспорта, то экспортируется первый в списке состав изделия.
Получение зон с фрагмента. В зависимости от статуса данного флага значение зоны определяется по положению фрагмента или по положению полки надписи с обозначением номера позиции.

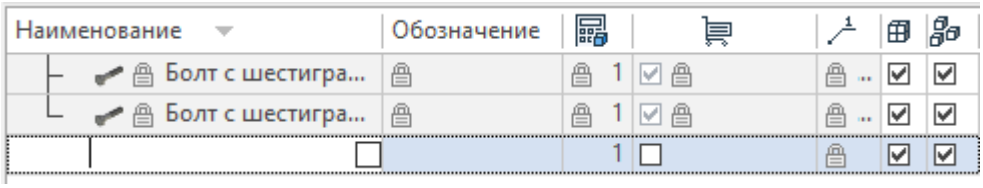
> Зоны используются для облегчения поиска детали на больших сборках. Для включения отображения зон нужно зайти в команду Параметры документа на вкладку **Зоны**. В появившемся окне нужно установить необходимые флаги.



Исключать невидимые объекты. Когда данный флаг установлен, в состав изделия заносятся только видимые объекты. Объекты, невидимые на чертеже (например, скрытые с помощью механизма уровней или подавления) в состав изделия не попадут.
Создавать иерархию по дереву фрагментов. При установленном флаге иерархия, созданная в составе изделия в файле фрагмента, поднимается в состав изделия сборки. Если флаг снят, то все записи из файла фрагмента помещаются на один уровень в составе изделия сборки.
При создании нового состава на основе выбранного типа, все параметры копируются и сохраняются в текущем файле.

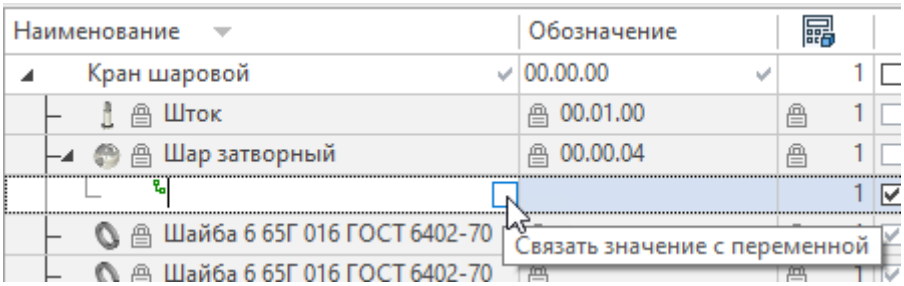
<Ctrl+N> Добавить запись

Опция создаёт новую незаполненную запись в окне **Состав изделия**.

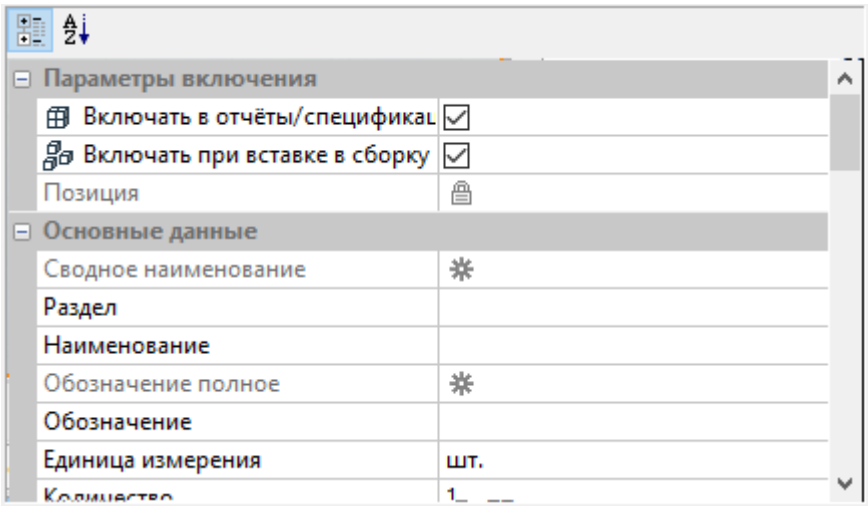


Все новые записи добавляются на нулевой уровень иерархии. В режиме **Применить представление состава изделия** по умолчанию отображаются записи выше первого уровня, поэтому новые записи отображаться не будут.

Если в составе изделия имеется несколько разделов, то запись создаётся в том разделе, где находится курсор мыши.
Вся информация добавляется в созданную строку вручную. Каждую ячейку данных можно связать с переменной, установив соответствующий флаг в правой части поля.



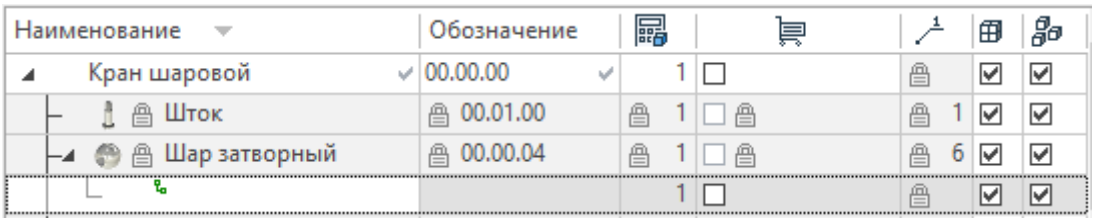
После установки флага будет открыто окно Конструктора выражения для задания связи.
Для того чтобы получить доступ сразу ко всем ячейкам данных записи, используемым в составе изделия, нужно воспользоваться опцией **Показать окно параметров записи**.



Список колонок (ячеек) может быть отсортирован с помощью опций **Категоризированный** и **Алфавитный** в верхней части окна.

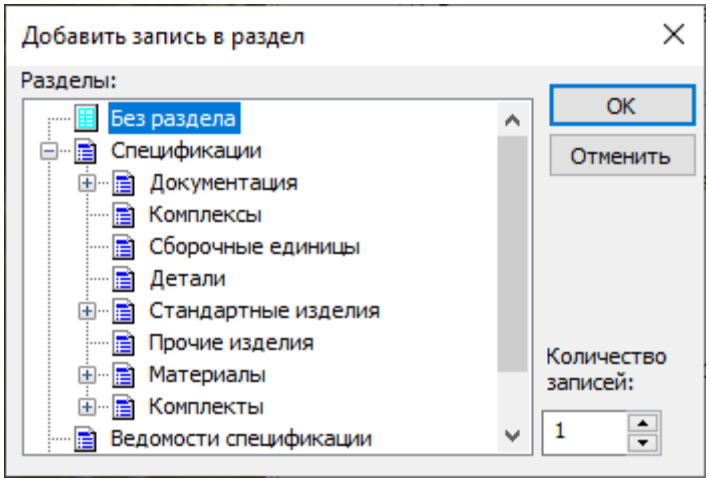
<Ctrl>+<I> Добавить дочернюю запись

Опция используется для формирования иерархической состава изделия. Она создаёт вложенную запись относительно текущей записи. Новая запись обозначается значком .

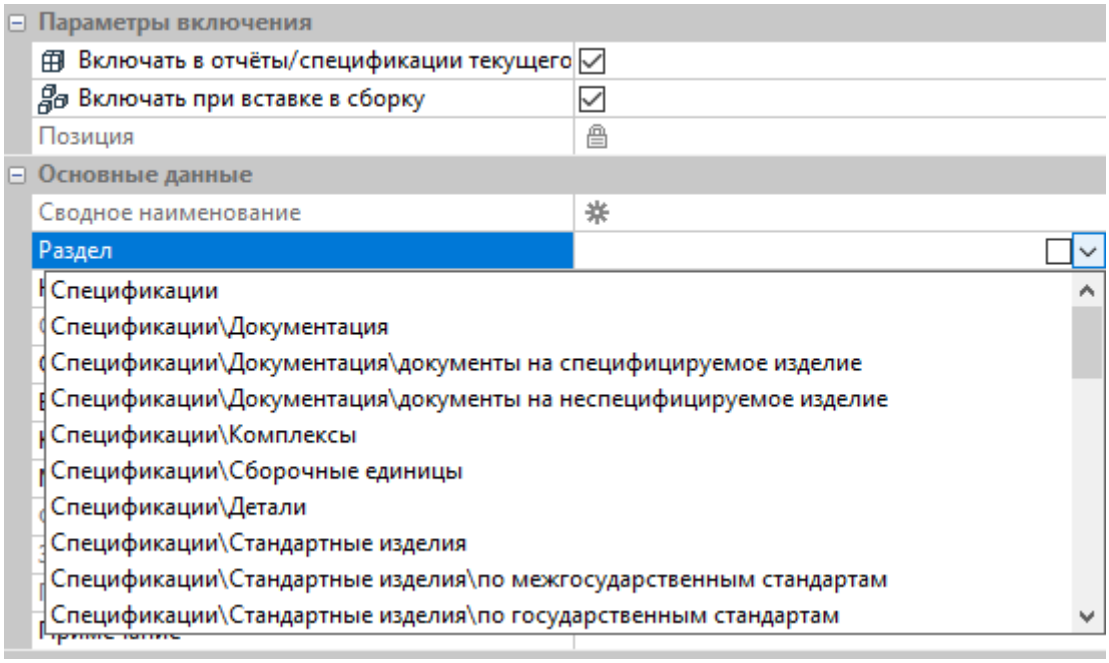


<Ctrl>+<G> Добавить запись в раздел

Позволяет добавить новую запись в один из перечисленных в открывшемся окне разделов.



Если в составе изделия уже есть записи в нужном разделе, то переместите курсор на один из них и добавьте новую запись с помощью .
Кроме того, раздел, в котором будет отображаться запись, можно задать в окне параметров , щелкнув по соответствующему полю и выбрав раздел из выпадающего списка.



	<Del>	Удалить запись

Удаляет текущую запись из состава изделия.

	<Ctrl>+<Up>	Переместить записи вверх
	<Ctrl>+<Down>	Переместить записи вниз

Опции позволяют перемещать выбранные записи по составу изделия. Перемещение возможно только в пределах одного раздела и только при отключённой сортировке.

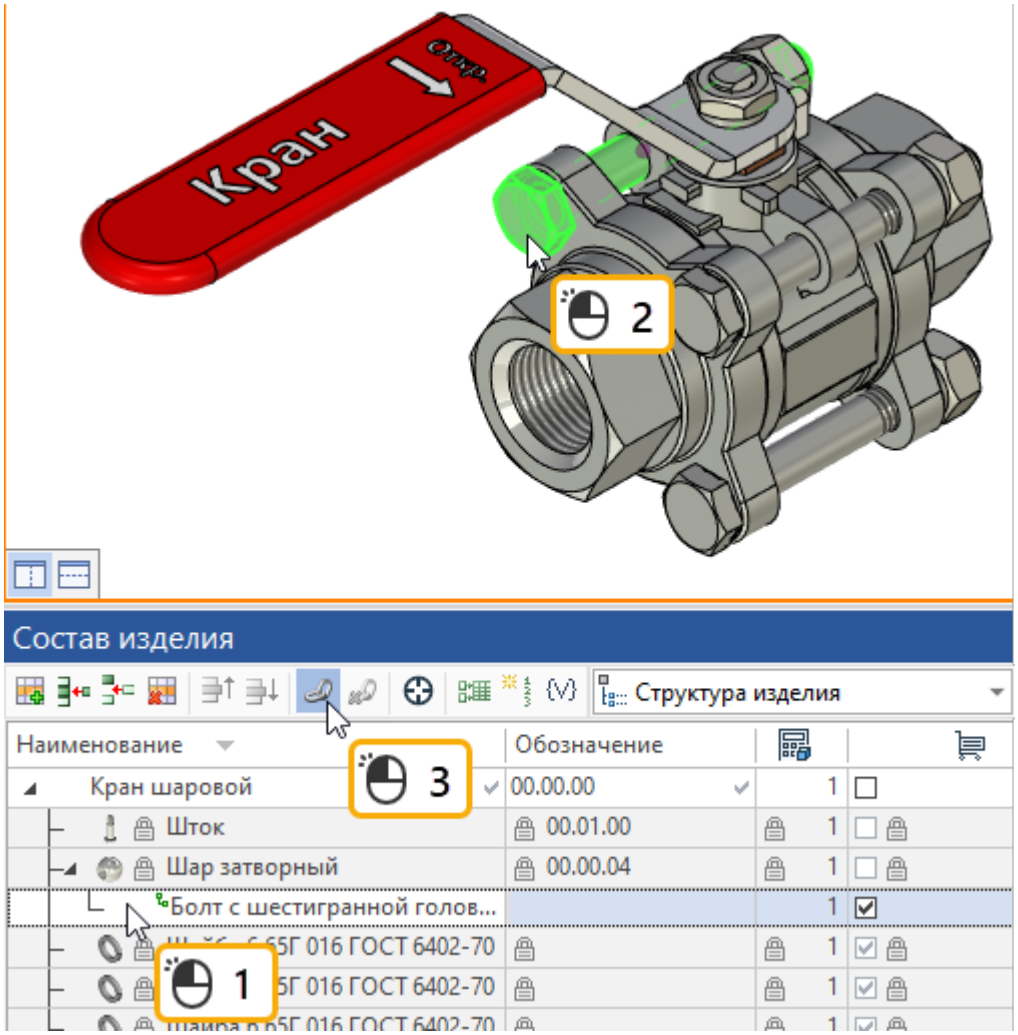
	-	Связать выделенные объекты с записью состава

Опция позволяет установить связь между записями состава изделия и объектами документа (3D операциями, 3D элементами построения, элементами 2D чертежа).

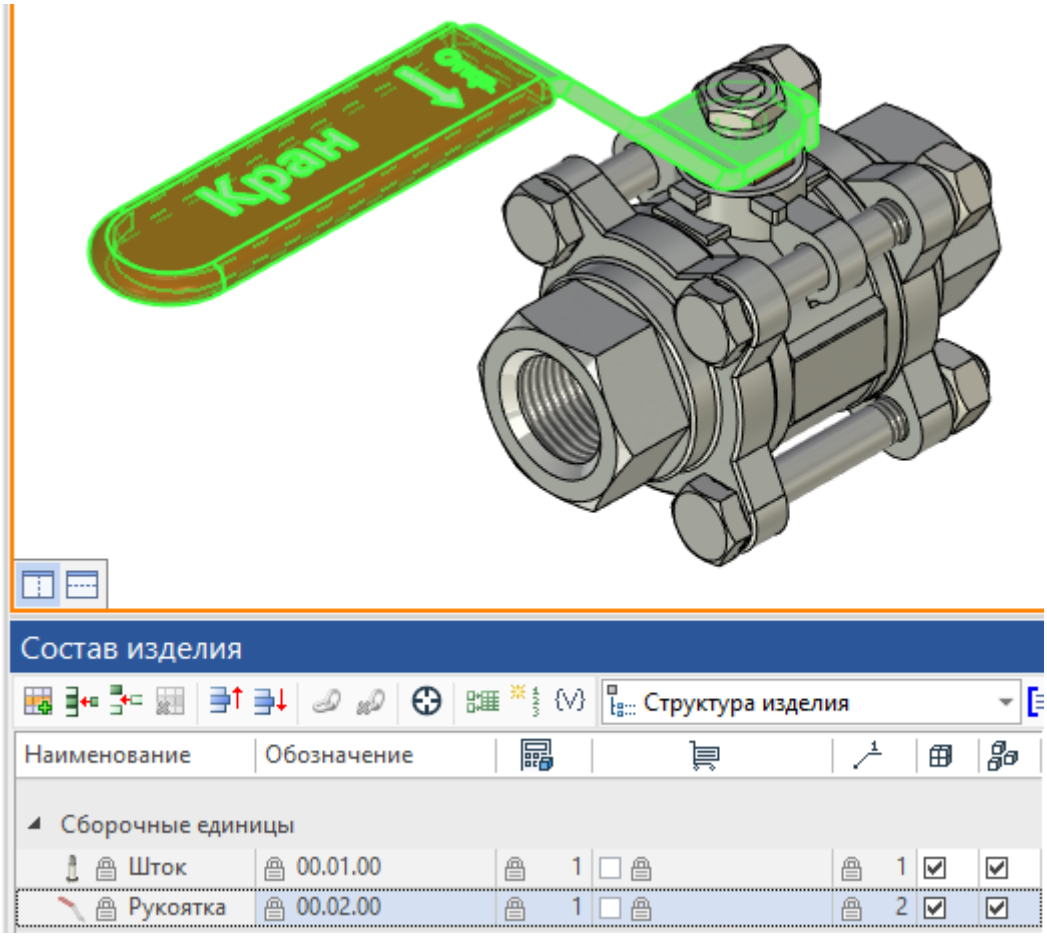
> Опция доступна только для записей состава изделия, созданных вручную. Для записей, созданных в составе изделия автоматически на основе фрагментов или других источников данных, назначить такую связь невозможно.

Для установления связи необходимо выполнить следующую последовательность действий:

1. В окне **Состав изделия** выберите нужную запись. Строка станет подсвеченной;
2. Нажатием выберите объект в 3D сцене (он тоже выделится цветом);
3. Нажмите на иконку .



При выборе записи в окне **Состав изделия** связанные 3D объекты подсвечиваются в **3D сцене** и в окне **3D модель,** а связанные 2D объекты - в окне чертежа.



Допускается связывать одну запись состава с несколькими объектами.

Разорвать связь можно при помощи опции:

- Отменить связь записи состава изделия с объектами.

Для простановки позиций нужно воспользоваться командой:

- Проставить позиции на чертеже или 3D модели

Использование команды подробно описано в разделе Простановка позиций.

<Shift>+<V> Показать имена переменных

Когда опция включена, имена переменных отображаются в связанных с ними ячейках данных. При выключенной опции отображаются значения переменных.

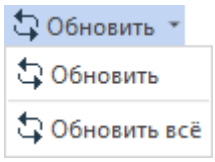
- Показать выбранный элемент

Команда работает так же, как и в других служебных окнах. Если содержимое окна, из которого вызвана команда, прокручено таким образом, что выбранный элемент в нём не виден, то команда прокручивает это окно до выбранного элемента. Если выбранный элемент виден в окне, из которого вызвана команда, то она наводит на выбранный элемент камеру в окне 3D или 2D вида (в зависимости от того, 2D или 3D элемент выбран).

Для задания параметров включения фрагментов в состав изделия используется команда:

- Включение фрагментов в состав изделия

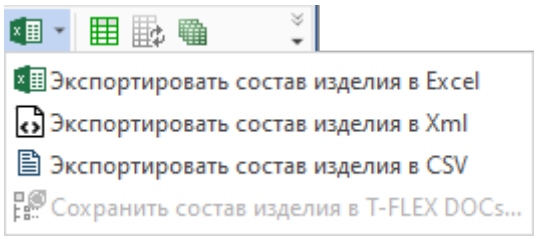
Более подробную информацию можно найти в разделе Включение в состав изделия.



Обновить (состав изделия). Команда обновляет состав изделия после внесения изменений в документ сборки или во фрагменты.
Обновить все. Команда обновляет все имеющиеся состава изделия. Обновляются номера позиций в Составе изделия, надписях и текстах.

- Параметры состава изделия

Команда вызывает окно параметров текущего состава изделия.



Опция **Сохранить состав изделия в T-FLEX DOCs...** появляется только после подключения к серверу T-FLEX DOCs.

- Экспортировать состав изделия в Excel
- Экспортировать состав изделия в XML
- Экспортировать состав изделия в CSV

См. главу Экспорт состава изделия.

- Сохранить состав изделия в T-FLEX DOCs

См. главу Сохранение состава изделия в T-FLEX DOCs.

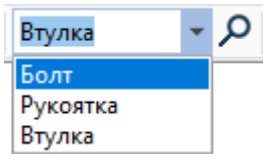
Для просмотра всех созданных в текущем документе отчётов и спецификаций используется команда:

- Отчёты/Спецификации

Для удаления текущего состава изделия можно воспользоваться опцией:

- Удалить состав изделия

В правой части панели инструментов располагается панель поиска. С её помощью в составе изделия можно быстро найти необходимые данные в окне.



Поиск проводится как по видимым, так и по скрытым колонкам.

Для поиска необходимо ввести строку или её часть в текстовое поле. Можно выбрать ранее введённые данные из выпадающего списка, если эта строка уже была введена в поле поиска.
После нажатия клавиши <**Enter**> или кнопки , фокус окна состава изделия установится на нужной записи.
Повторное нажатие клавиши <**Enter**> или инициирует переход к следующему в окне состава изделия результату поиска.

Отчёты

Для создания отчёта предназначена опция:

- Создать отчёт по составу изделия

Подробнее о создании отчёта можно прочитать в разделе Создание отчёта/спецификации.
Подробнее о параметрах генератора отчётов можно прочитать в разделе Отчёты по составу изделия.

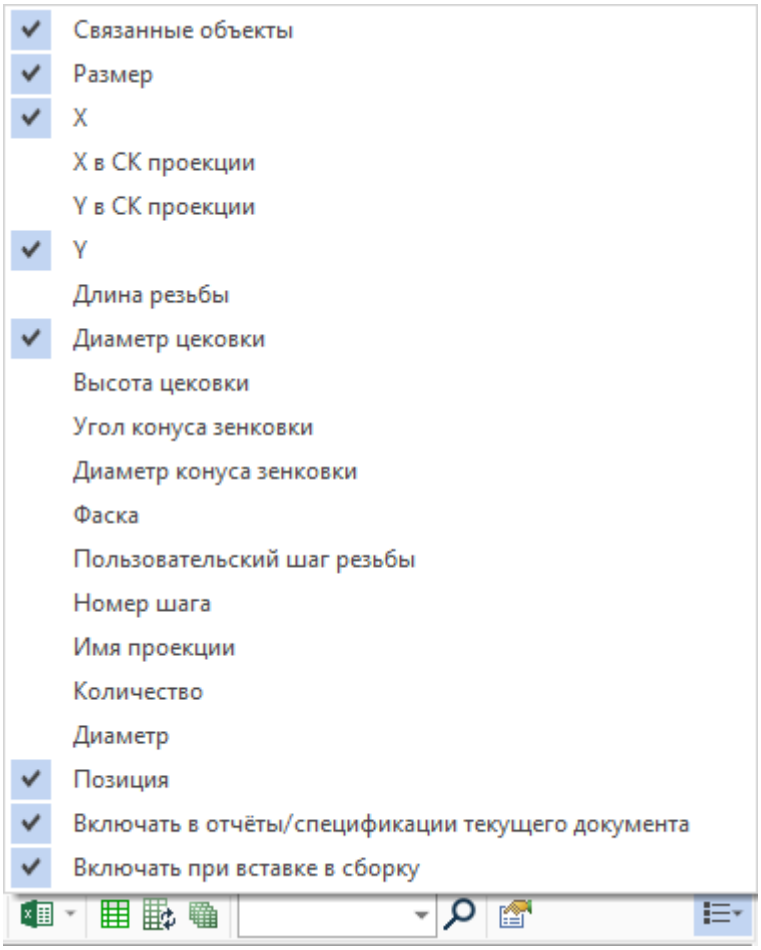
Для обновления уже созданных отчётов используется опция:

- Обновить отчёты состава изделия

Колонки

- Выбор колонок

Кнопка в правой части панели инструментов вызывает выпадающий список колонок текущего состава изделия. Нажимая можно устанавливать/снимать флаги колонок в списке, тем самым включая/выключая их отображение в окне **Состав изделия**.



Видимость колонок также можно настроить в контекстном меню их заголовков.

Режимы копирования фрагментов

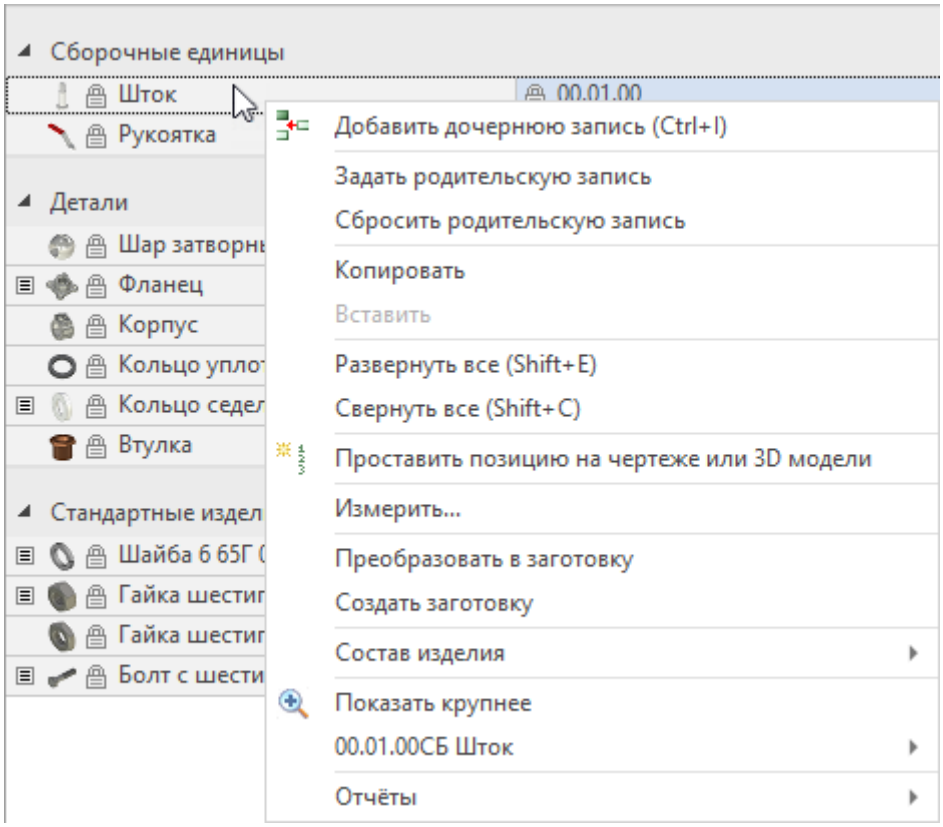
Режимы **Ассоциативная копия фрагмента** и **Массив фрагментов** имеют возможность отключения ассоциативной связи с фрагментом-источником. Несколько фрагментов или группа фрагментов, управляемая одним набором переменных, позиционируется независимо, либо массивом.

Основные темы в этом разделе:

- Контекстное меню записей состава изделия
- Контекстное меню заголовков колонок состава изделия
- Экспорт состава изделия

Контекстное меню записей состава изделия

Контекстное меню записей содержит опции для работы с составом изделия и настройки отображения записей в окне.



Для одной выбранной записи можно создать дочернюю запись с помощью опции **Добавить дочернюю запись**.

Опции **Развернуть все/Свернуть все** позволяют показать/скрыть записи, входящие в группы.

Проставить позицию на чертеже или 3D модели. Активирует команду для проставления позиций для текущей записи. После простановки позиции можно продолжить работу в команде, выбрав следующую запись в окне состава изделия.

Восстановить положение записи в составе изделия. В составе изделия сборки можно восстанавливать положение записей, которые были перемещены вручную по иерархии состава изделия.

Чтобы восстановить начальное положение такой записи, нужно выбрать пункт **Восстановить положение записи в составе изделия**. После обновления состава изделия, запись займёт своё исходное положение.

С помощью опций **копировать/вставить** можно:

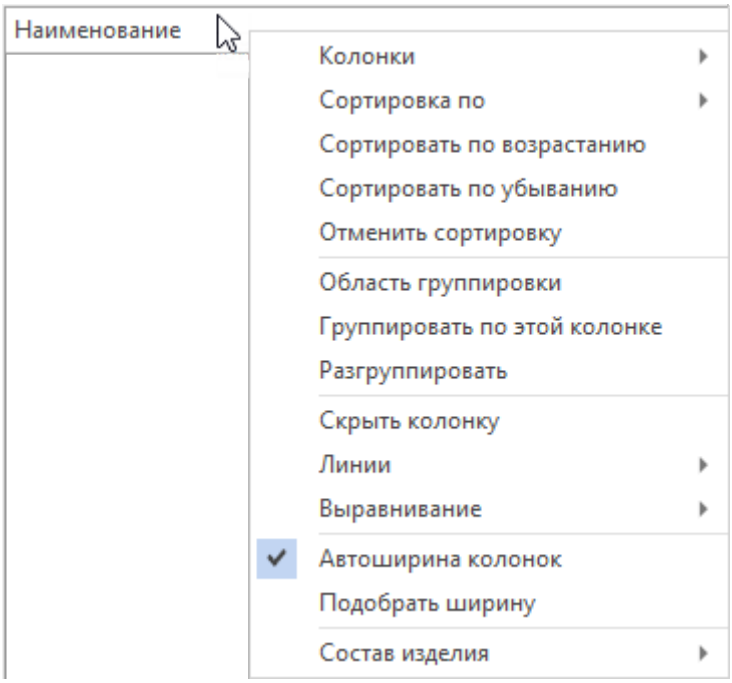
- копировать любые выбранные записи состава изделия через буфер обмена.
- из буфера обмена все записи вставляются как «созданные вручную»;
- если вставляются записи, между которыми заданы иерархические связи, то при вставке они сохранятся;
- при копировании внутри одного документа у копий записи сохраняется связь с переменными. При вставке в другой документ или в текст, скопируются только значения ячеек;
- доступны горячие клавиши и **<Ctrl+C>/<Ctrl+V>** и контекстное меню записи;
- при вставке в 2D окно записи вставляются как текст. В текстовом виде копируются только видимые в окне **Состав изделия** столбцы.

В контекстном меню каждого фрагмента в окне состава изделия, доступен пункт **3D Фрагмент**. В его выпадающем списке содержатся все стандартные опции для работы с выбранным фрагментом.

Пункт **Отчёты** позволяет выбрать из выпадающего списка форму отчёта. Отчёт создаётся сразу после выбора. Его параметры задаются в параметрах состава изделия.

Контекстное меню заголовков колонок состава изделия

Контекстное меню, вызываемое по нажатию на заголовке любой колонки в окне Состав изделия, включает следующие команды:



- Колонки
- Сортировка по
- Сортировать по возрастанию
- Сортировать по убыванию
- Отменить сортировку
- Область группировки
- Группировать по этой колонке
- Группировать по правилам состава изделия
- Разгруппировать
- Скрыть колонку
- Линии
- Выравнивание
- Автоширина колонок
- Подобрать ширину
- Состав изделия

Кроме того, можно выключить отображение выбранной колонки, изменить порядок колонок или отсортировать записи по выбранной колонке с помощью мыши без вызова каких-либо команд.

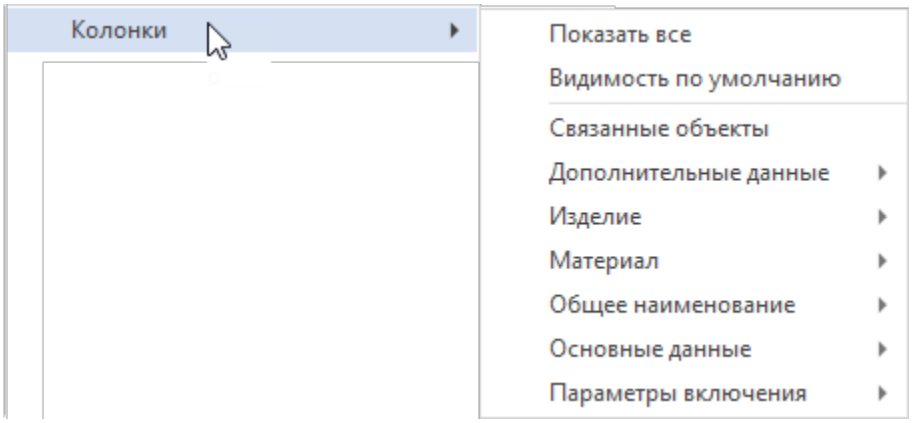
Изменение видимости колонок

Изменение видимости колонок с помощью данных команд устанавливает/снимает флаги Показывать колонку в окне состава изделия в свойствах колонок и наоборот.

Колонки

Выпадающее меню этой команды позволяет выбрать колонки, которые будут отображаться в окне состава изделия. Колонки сгруппированы в выпадающем меню в соответствии с Категориями, заданными в свойствах колонок.

Для отображения колонки в окне **Состав изделия** надо установить флаг рядом с её именем.



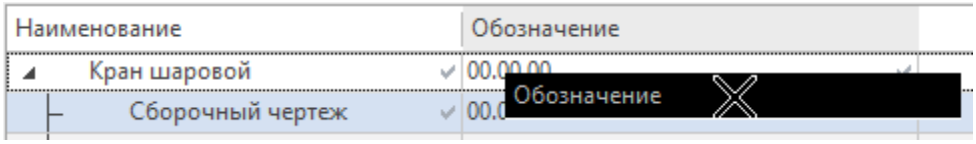
Помимо списка колонок, выпадающее меню команды **Колонки** содержит следующие команды:

- **Показать всё**
  Команда включает отображение всех существующих в текущем составе изделия колонок.
- **Видимость по умолчанию**
  Команда возвращает набор отображаемых колонок к конфигурации, заданной в типе состава на момент создания текущего состава. Последующие изменения типа при этом не учитываются.

Видимость колонок также можно настроить с помощью кнопки , расположенной в правой части панели инструментов окна **Состав изделия**.

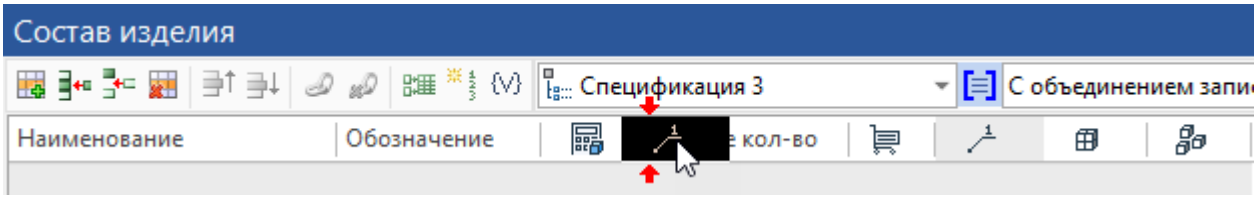
Скрыть колонку
Выключает отображение выбранной колонки.

Также можно выключить отображение колонки, следующим способом. Наведите курсор на заголовок колонки, которую вы хотите скрыть. Затем зажмите и удерживайте , после чего переместите курсор за пределы строки заголовков колонок. Отпустите после того, как изображение перемещаемого заголовка станет перечёркнутым.



Порядок колонок

По умолчанию, порядок колонок в окне Состав изделия определяется их порядком в списке колонок в параметрах состава. При необходимости можно изменить порядок колонок, не заходя в параметры состава. Для этого в окне Состав изделия наведите курсор на заголовок колонки, которую хотите переместить. Затем зажмите и удерживайте , после чего переместите курсор на разделитель между колонками, между которыми вы хотите расположить выбранную колонку. Отпустите после того, как на разделителе появятся красные стрелки.

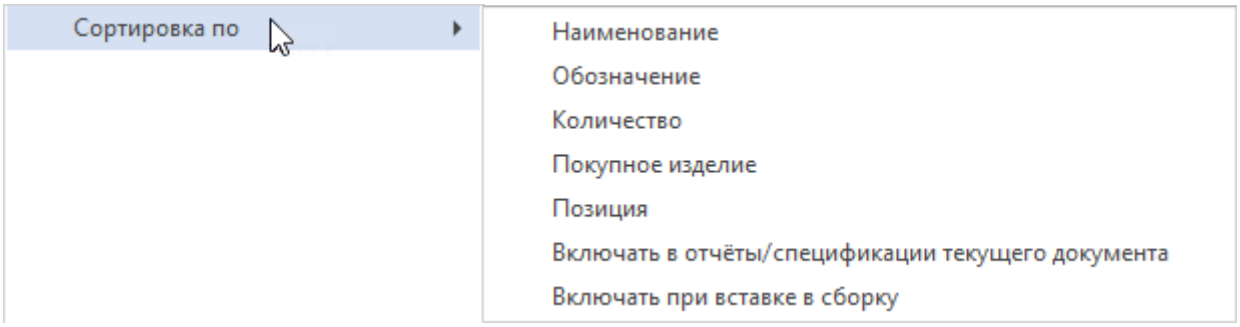


Сортировка записей

По умолчанию, если не применено представление, то записи состава изделия отображаются в порядке их создания, а при применении представления порядок записей определяется правилами сортировки, заданными в параметрах представления. При необходимости можно отсортировать записи по значениям любой из отображаемых колонок с помощью следующих команд:

Сортировка по

Выпадающий список содержит колонки, отображаемые в данный момент. Записи состава будут упорядочены в соответствии со значениями в выбранной колонке.



Сортировать по возрастанию и **Сортировать по убыванию**

Задаёт порядок сортировки для текущей колонки состава изделия.

Отменить сортировку

Возвращает порядок записей к сортировке по умолчанию.

Кроме того, можно отсортировать записи по любой из отображаемых колонок, не вызывая контекстное меню. Нажатие на заголовке колонки последовательно переключает сортировку записей между следующими опциями:

- по возрастанию значений в колонке
- по убыванию значений в колонке
- по умолчанию.

О применении сортировки по той или иной колонке свидетельствует наличие соответствующего символа в заголовке колонки.

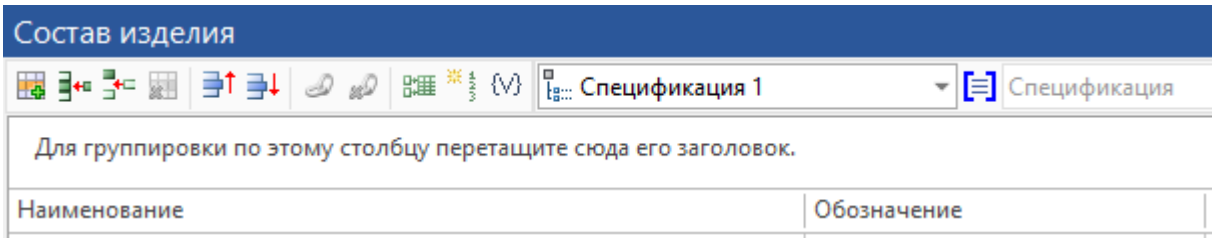
Группировка записей

По умолчанию, если не применено представление, то записи состава изделия не группируются, а при применении представления группировка записей определяется правилами группировки, заданными в параметрах представления. При необходимости можно сгруппировать записи по значениям любой из отображаемых колонок с помощью следующих команд:

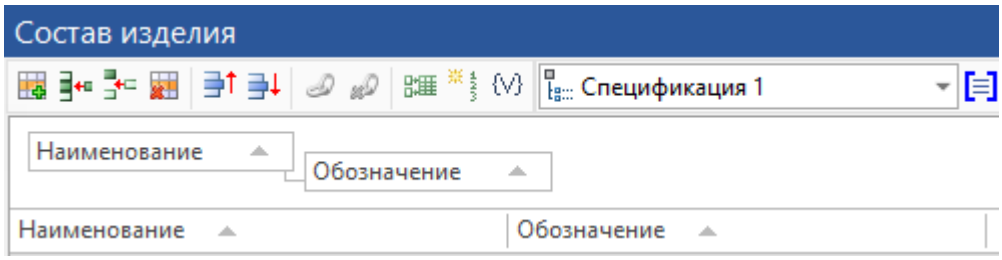
Область группировки

Включает/выключает отображение области группировки в верхней части окна Состав изделия. Для добавления группировки по колонке достаточно перетащить её заголовок в область

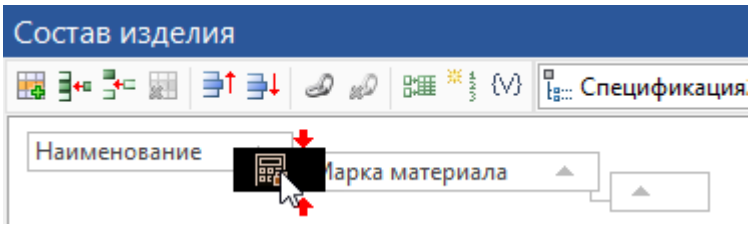
группировки. В результате записи состава изделия будут разбиты на группы в соответствии со значениями в выбранной колонке.



При этом можно последовательно группировать записи по нескольким колонкам. Иерархия заданных группировок графически отображается в области группировки. Например, при иерархии, показанной на рисунке ниже, сначала записи группируются по значениям в колонке **Наименование**, а затем записи в каждой из получившихся таким образом групп дополнительно разбиваются на подгруппы по значениям в колонке **Обозначение**. Рядом с названием колонки отображается кнопка для быстрой смены порядка сортировки групп (по возрастанию или по убыванию).



Перетаскивать заголовок колонки можно на любой уровень иерархии. Целевой уровень обозначается красными стрелками.



Группировать по этой колонке

Включает группировку записей состава изделия по значениям в выбранной колонке. Отображение области группировки автоматически включается при использовании данной команды.

Группировать по правилам состава изделия

Режим группировки устанавливается из параметров состава изделия. Для каждого представления может быть свой набор правил группировки. При отключённом флаге группировка не происходит. Данную опцию можно использовать как отдельно, так и в сочетании с группировкой по колонкам в иерархии, отображаемой в области группировок.

> Опция доступна только в режиме **Применить представление состава изделия.**

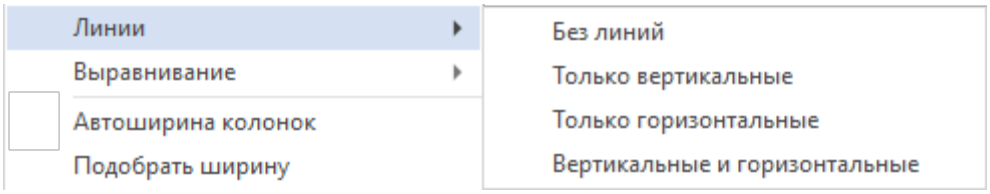
Разгруппировать

Отменяет все правила группировки, заданные в области группировки или в представлении.

Оформление колонок

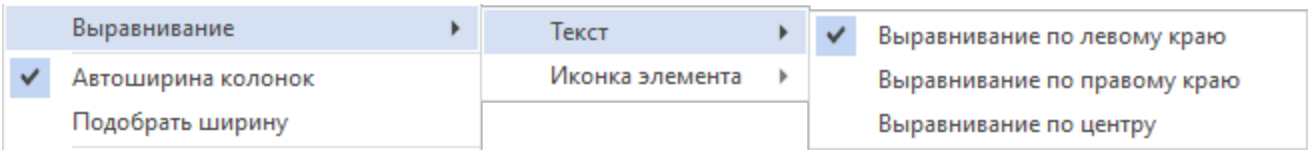
Линии

Позволяет настроить отображение границ ячеек.



Выравнивание

Задаёт выравнивание содержимого ячеек для текущей колонки. Выравнивание задаётся отдельно для значения ячейки (текст) и для иконки связанного объекта.



Ширина колонок

Автоширина колонок

При установленном флаге суммарная ширина всех отображаемых колонок всегда совпадает с шириной основной части окна Состав изделия. Таким образом при ручном уменьшении ширины одной из колонок остальные колонки автоматически расширяются, и наоборот при ручном увеличении ширины одной из колонок остальные колонки автоматически сужаются.

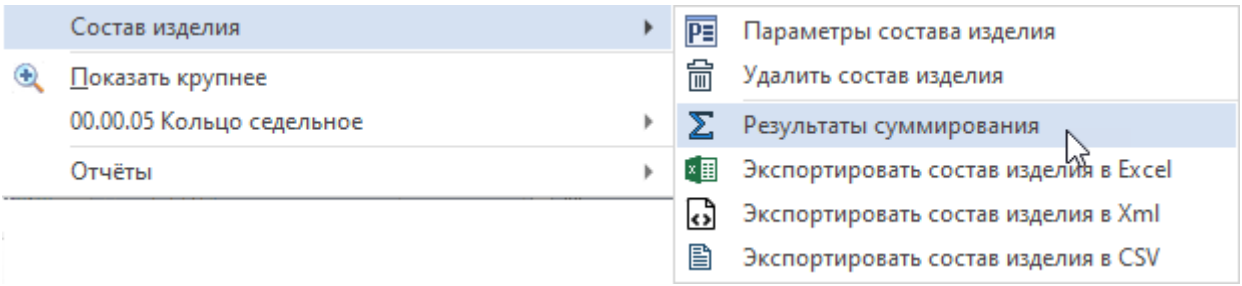
При снятом флаге ширина колонок не зависит от ширины окна, в результате чего часть колонок может оказаться за пределами видимой области. Для показа таких колонок следует воспользоваться горизонтальной полосой прокрутки в нижней части окна.

Подобрать ширину

Команда выполняет подбор ширины колонок таким образом, чтобы их имена по возможности полностью отображались в окне Состав изделия. Приоритет отображения полного имени у той колонки, на заголовке которой была вызвана команда.

Состав изделия

Пункт **Состав изделия** предоставляет быстрый доступ к некоторым командам из панели инструментов:



- Параметры состава изделия
- Удалить состав изделия
- Результаты суммирования
- Экспортировать состав изделия в Excel
- Экспортировать состав изделия в XML
- Экспортировать состав изделия в CSV
- Сохранить состав изделия в T-FLEX DOCs...

Экспорт состава изделия

Экспорт состава изделия во внешние файлы осуществляется с помощью команд, доступных на панели инструментов в верхней части окна **Состав изделия**, а также в контекстном меню записей и заголовков колонок.

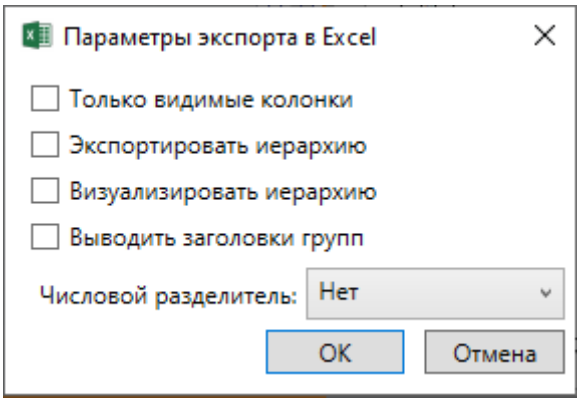
Экспортировать состав изделия в Excel

Экспортировать состав изделия в XML

Экспортировать состав изделия в CSV

Excel

При экспорте в Excel появляется диалог, в котором можно задать следующие параметры:



Только видимые колонки

Если флаг снят, то экспортируются все колонки состава изделия, независимо от их видимости. Если флаг установлен, то экспортируются только те колонки, которые в данный момент видимы в окне Состав изделия.

Экспортировать иерархию

При установленном флаге в таблице появятся дополнительные колонки: **ID** (идентификатор связанного объекта текущей записи) и **ParentID** (идентификатор связанного объекта родительской записи).

Визуализировать иерархию

При установленном флаге в таблице появится дополнительная колонка - **Иерархия**, отображающая дерево записей в схематичной форме.

	A	B	C	D
1	Иерархия	ID	ParentID	Наименование
2				головная сборка
3	├ 0x108000008	0x108000008		подсборка 1-го уровня
4	| ├ 0x108000009	0x108000009		деталь 2-го уровня
5	| └ 0x108000009	0x108000009		подсборка 2-го уровня
6	| | └ 0x10800000C	0x10800000C		деталь 3-го уровня
7	└ 0x108000008	0x108000008		деталь 1-го уровня

Выводить заголовки групп

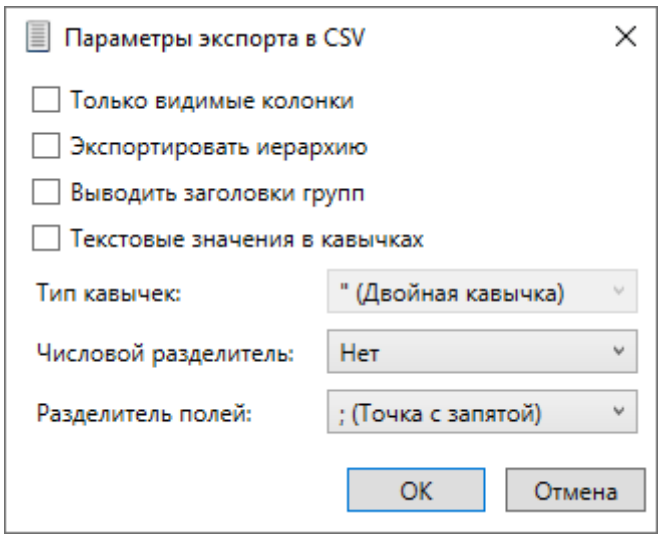
При установленном флаге в таблице появится дополнительная колонка **_Заголовок_1** ,в которую будут выведены имена групп записей. Опция доступна только при применённом представлении состава изделия.

Числовой разделитель
В выпадающем списке можно выбрать, какой символ будет использован в качестве разделителя целой и дробной частей числа. При выборе варианта **Нет** будет сохранён исходный разделитель.

После нажатия **OK** требуется указать имя файла, его формат и папку для хранения. Доступны форматы XLSX и XLS.

XML
Экспорт в XML производится без каких либо настроек.

CSV
При экспорте в CSV появляется диалог, в котором можно задать те же параметры, что и при экспорте в Excel, а также дополнительно:



Текстовые значения в кавычках
При установленном флаге текстовые значения будут выведены в одинарных или двойных кавычках. Например: **'Фланец'** или **"Фланец". Тип кавычек** выбирается в выпадающем списке, расположенном ниже.
Тип кавычек
Тип кавычек, используемых для опции **Текстовые значения в кавычках.**
Разделитель полей
При экспорте в CSV значения всех ячеек записи одной записи состава выводятся в виде одной строки. Символ, выбранный в выпадающем списке данного параметра, будет отделять друг от друга значения соседних ячеек.

См. также:
- Сохранение состава изделия в T-FLEX DOCs

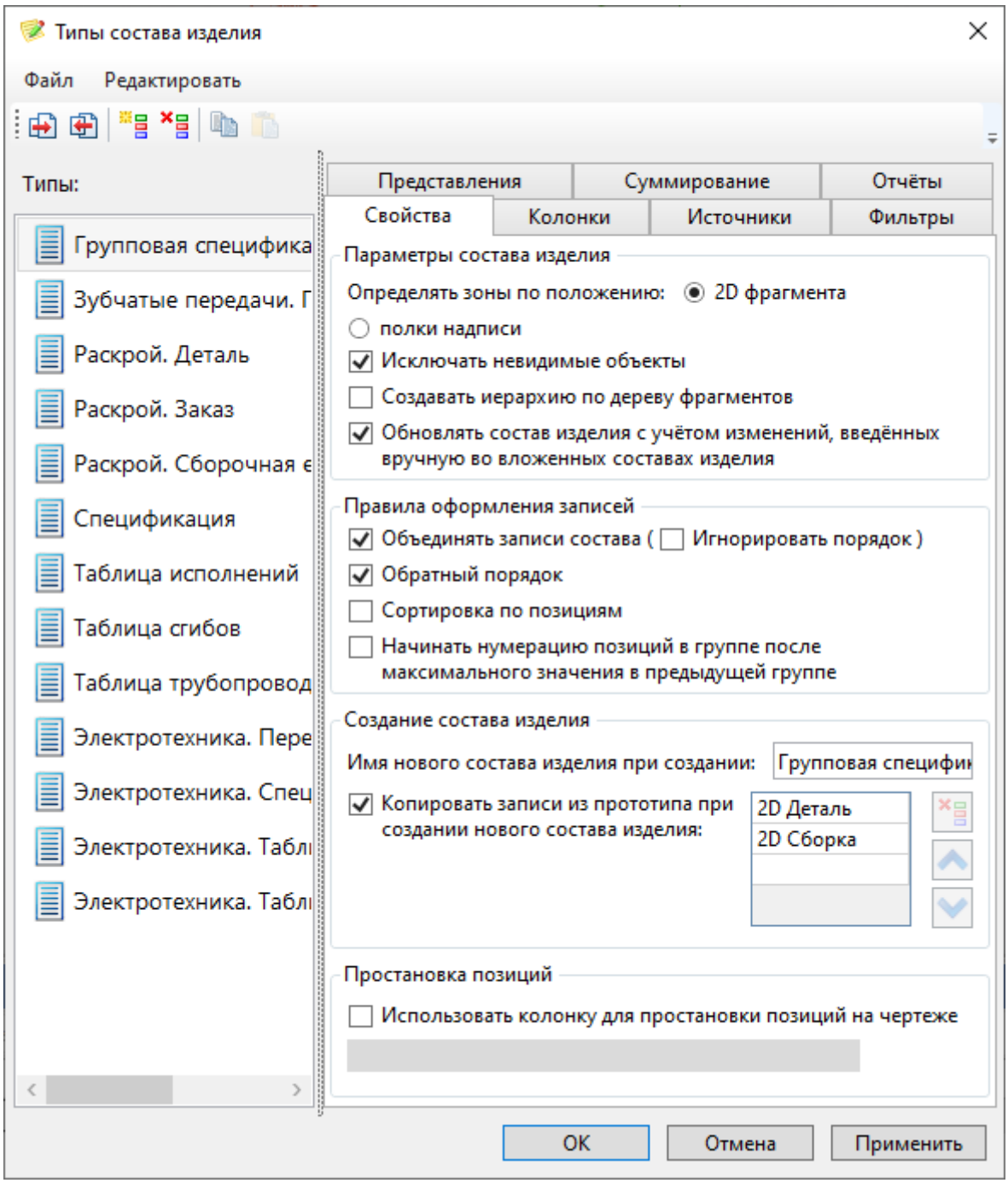
Типы состава изделия

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Спецификации > Настройки > Типы состава изделия
Клавиатура	Текстовое меню
<BY>	Сервис > Отчёты/Спецификации > Типы состава изделия

Тип состава изделия – это совокупность всех параметров состава изделия, сохранённая в отдельном файле. Тип состава изделия является прототипом при создании новых составов изделия в документе.
Команда **Типы состава изделия** предназначена для создания новых составов изделия и редактирования параметров уже существующих.

Кроме того, можно вызвать окно параметров для текущего состава изделия с помощью опции на панели инструментов в окне **Состав изделия**.
В левой части окна находится список существующих типов составов изделия. В правой части - вкладки с их параметрами.



Параметры типа состава хранятся во внешнем файле *.XML и дублируются в файле модели, в которой используется данный тип состава. Папка для хранения файлов с описанием состава изделия задаётся в команде Установки на закладке **Спецификация** в поле **Папка типов состава изделия**. По умолчанию это «*C:\Program Files\T-FLEX CAD 17\Program\ProductStructs*».

Если пользователь вносит изменения в параметры состава изделия или создаёт новый состав, папка автоматически переносится в «*\Users\имя_пользователя\AppData\Local\Top Systems\T-FLEX CAD .... \Rus\ProductStructs*». Составы изделия, сохранённые в эту папку, являются прототипами и могут быть использованы в любом документе T-FLEX CAD.

По умолчанию в новых документах содержится «базовый» состав изделия хранящийся в файле **Default product structure.XML**.

При открытии файлов со спецификацией созданных до 14 версии, все параметры, заданные в этой спецификации, учитываются в составе изделия и сохраняются в исходном файле в формате *.grb.

В верхней части окна **Типы состава** изделия находятся следующие иконки:

Открыть тип из файла

Считывает описание типа состава изделия из XML файла.

Сохранить параметры как тип

Сохраняет описание типа состава изделия в XML файл.

Новый тип

Создаёт новый тип на основе «пустого прототипа». Т.е. параметры такого типа изначально будут не заполнены.

Удалить тип

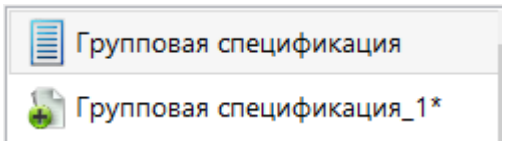
Удаляет текущую запись из списка типов состава изделия.

Копировать тип

Копирует параметры текущего типа в списке состава изделия.

Вставить тип

Создает новый тип состава изделия на основе скопированных параметров – колонок, группировок, сортировок, представлений и т.д.



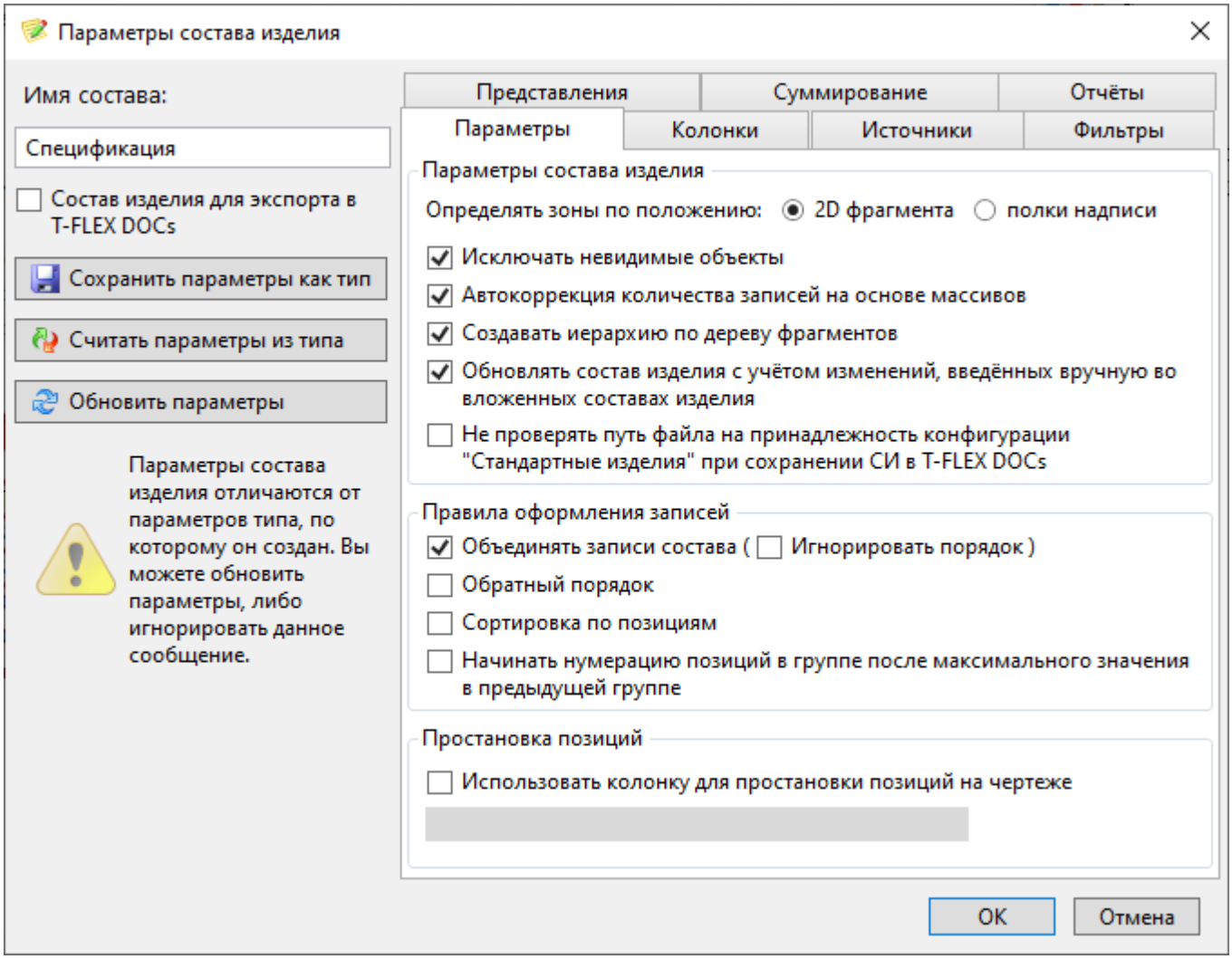
Для переименования типа состава изделия нажмите на имени и введите текст.
При создании спецификации на основе прототипа, кроме параметров состава изделия, используются параметры, заданные в прототипе спецификации. Параметры в прототипе спецификации могут отличаться от параметров состава изделия. В этом случае полученная спецификация будет отличаться от спецификации, представленной в окне **Состав изделия**, т.к. после применения параметров состава изделия, к ней будут применены параметры из прототипа спецификации.

Правая часть окна **Типы состава изделия** содержит те же вкладки, что и правая часть окна Параметры состава изделия:

- Свойства
- Колонки
- Источники
- Фильтры
- Представления
- Суммирование
- Отчёты

Параметры состава изделия

С помощью команды **Параметры состава изделия,** доступной в окне Состав изделия, можно вызвать диалог параметров текущего состава.
Изменения параметров подключённого состава изделия сохраняются в файле сборки, но не передаются в файл типа состава изделия автоматически.



В левой части окна можно изменить имя состава изделия, а также выбрать текущий состав для экспорта в T-FLEX DOCs с помощью соответствующего флага.
Кнопка **Сохранить параметры как тип** служит для сохранения свойств текущего состава изделия как типа состава изделия в *.xml формате.
Когда создаётся новый состав изделия, он использует тип состава изделия, который определяет его параметры и поведение. Исходный тип состава изделия может быть изменён из-за различных улучшений системы или смены настроек. Если файл типа состава был изменён, то система выдаёт сообщение: **Параметры состава изделия отличаются от параметров типа, по которому он создан. Вы можете обновить параметры, либо игнорировать данное сообщение**.
Можно либо проигнорировать это сообщение и оставить исходные параметры состава изделия, либо обновить параметры состава изделия из изменённого типа с помощью кнопки **Обновить параметры**.
При необходимости можно перезадать параметры состава изделия, путём считывания их из сохранённого типа с помощью кнопки **Считать параметры из типа**.

Правая часть окна **Параметры состава изделия** содержит те же вкладки, что и правая часть окна **Типы состава изделия**:

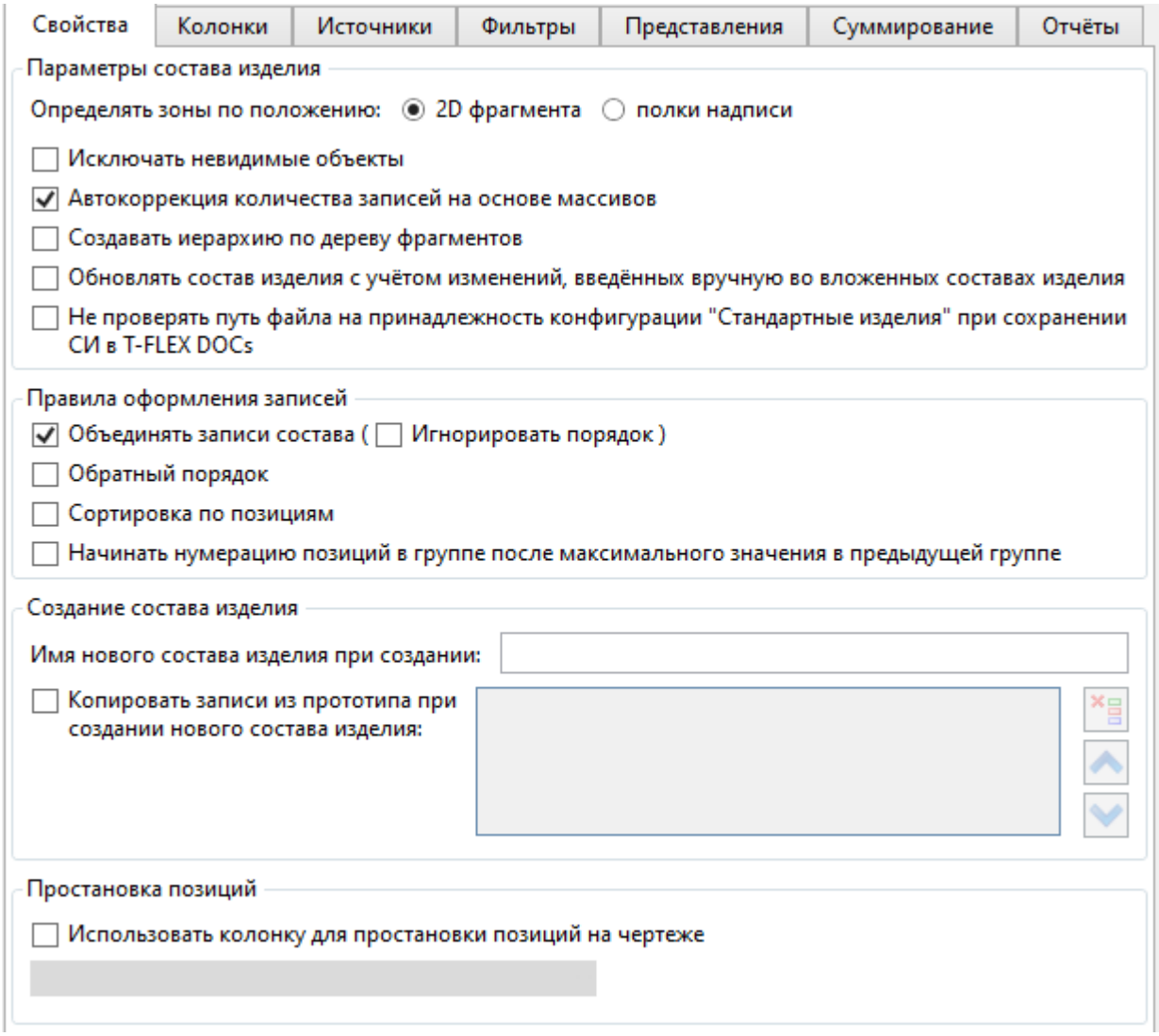
- Свойства
- Колонки
- Источники
- Фильтры
- Представления
- Суммирование
- Отчёты

Свойства состава изделия

Вкладка **Свойства** окон **Типы состава изделия** и **Параметры состава изделия** содержит следующие группы параметров:

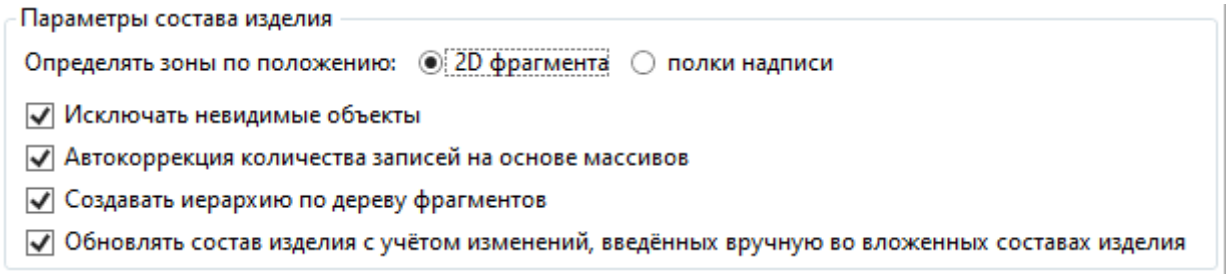
- **Параметры состава изделия**
- **Правила оформления записей**
- **Простановка позиций**

Вкладка **Свойства** окна **Типы состава изделия** дополнительно содержит группу параметров **Создание состава изделия**.



Параметры состава изделия

Группа содержит следующие параметры:



Определять зоны по положению

При работе с большими чертежами, они разбиваются на зоны для упрощения поиска позиций фрагментов сборки. Зоны могут определяться по положению следующих объектов:

- **2D Фрагмента**
  Зона определяется по положению границ прямоугольника, ограничивающего элементы, принадлежащие фрагменту.
- **полки надписи**
  Зона определяется по расположению полки надписи на чертеже.

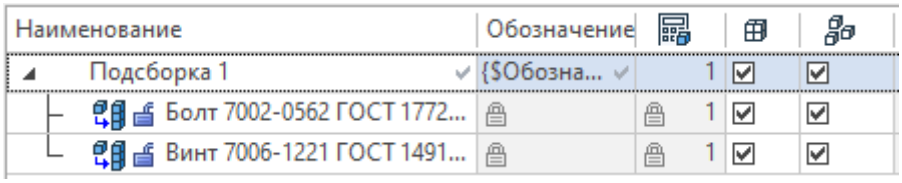
Исключать невидимые объекты
Когда данный флаг установлен, в состав изделия заносятся только видимые фрагменты. Фрагменты, невидимые на чертеже или в 3D модели (например, скрытые с помощью механизма уровней), в состав изделия не попадут.

Автокоррекция количества записей на основе массивов
Позволяет учитывать в колонке **Количество** элементы массива, по которым ещё не созданы записи СИ. Алгоритм корректирует количество у первой записи от массива таким образом, чтобы сумма была корректной. Количество, скорректированное с учётом данной опции, выделяется голубым цветом.

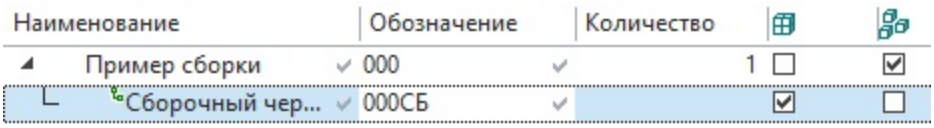
Создавать иерархию по дереву фрагментов
При установленном флаге иерархия, созданная в составе изделия в файле фрагмента, поднимается в состав изделия сборки. Если флаг снят, то все записи из файла фрагмента помещаются на один уровень в составе изделия сборки.

> Данный режим не влияет на записи состава, сформированные автоматически на основе фрагментов или иных источников и перемещённые по иерархии состава изделия сборки вручную.

Рассмотрим работу этого режима на примере. На рисунке отображается состав изделия **Подсборка 1**. В нём содержатся два фрагмента - **Болт** и **Винт**.
Установленный в колонке флаг означает, что все отмеченные записи будут включены при вставке в сборку.

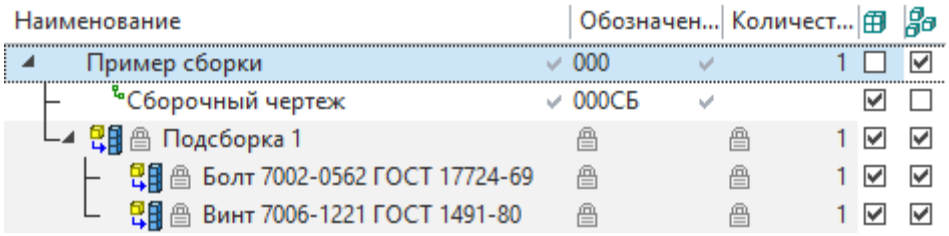


Далее была создана ещё одна сборка **Пример сборки** со своим составом изделия. В ней был установлен режим **С вложенными элементами** при помощи диалога Включение в состав изделия. **Пример сборки** имеет следующий состав изделия:

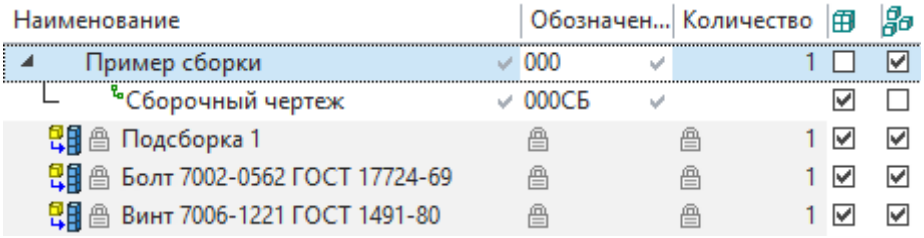


После добавления фрагмента **Подсборка 1** в файл **Пример сборки** и обновления его состава изделия можно получить следующие варианты:

- Если флаг **Создавать иерархию по дереву фрагментов** установлен в текущем составе изделия, то все записи из файла фрагмента становятся «дочерними» для записи состава сборки. Учитывается и иерархия дерева **Примера сборки** и иерархия, созданная в составе изделия **Подсборки 1**.



- Если флаг **Создавать иерархию по дереву фрагментов** снят, то все записи из файла фрагмента переносятся на один уровень в состав изделия сборки.



Обновлять состав изделия с учётом изменений, введённых вручную во вложенных составах изделия

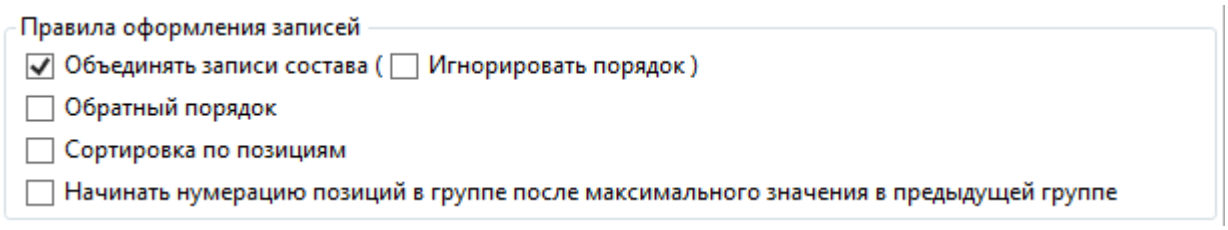
Если флаг не установлен, то данные элементов сборки, которые введены в их составах изделия вручную, не будут включены в текущий состав изделия.

Не проверять путь файла на принадлежность конфигурации "Стандартные изделия" при сохранении СИ в T-FLEX DOCs

Данный флаг доступен только в режиме интеграции с T-FLEX DOCs. При сохранении состава изделия в T-FLEX DOCs от состояния данного флага зависит тип объектов, создаваемых в справочнике T-FLEX DOCs **Электронная структура изделия** на основе записей состава изделия CAD, созданных на базе элементов библиотеки **Стандартные изделия**. При снятом флаге такие объекты будут иметь тип **Стандартное изделие**, независимо от того, какой Раздел установлен для соответствующей записи состава изделия CAD. При установленном флаге тип таких объектов будет определяться значением в колонке **Раздел**.

Правила оформления записей

Группа содержит следующие параметры:



Эффект применения параметров данной группы виден только при включённом режиме **Применить представление состава изделия**.

Объединять записи состава.

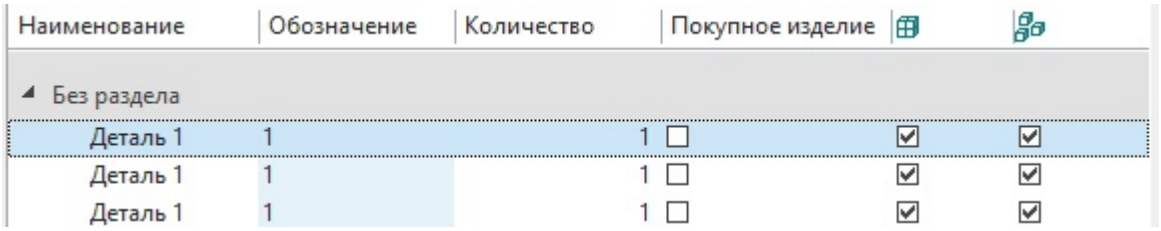
При установленном флаге записи в составе изделия, имеющие одинаковое содержимое, будут объединены. При объединении записей учитывается параметр колонок Игнорировать при сравнении. Например, детали с одинаковым наименованием и обозначением, но различным значением колонки **Количество**, могут объединяться в одну строку состава изделия.

Выбор записей для объединения зависит от состояния флага **Игнорировать порядок**, расположенного рядом с флагом **Объединять записи состава:**

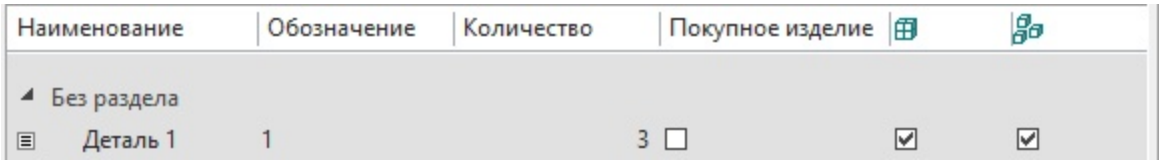
- Если флаг снят, то запись состава изделия сравнивается только со следующей в списке записью. Если содержимое колонок в них одинаково, то они объединяются, и выполняется сравнение со следующей в списке записью. Записи с одинаковым содержимым, разделённые другими записями, не объединяются. Таким образом, для правильного объединения список записей должен быть упорядочен. Для этого необходимо задать правила сортировки.
- Если флаг установлен, то запись сравнивается со всеми имеющимися записями. Таким образом, объединение не зависит от порядка сортировки записей, т.е. записи с одинаковым содержимым будут объединены независимо от того, как они расположены в списке относительно друг друга. Недостатком данной опции является более низкая производительность обработки данных.

Эффект применения опции **Объединять записи состава** показан на рисунках ниже:

- Без использования опции

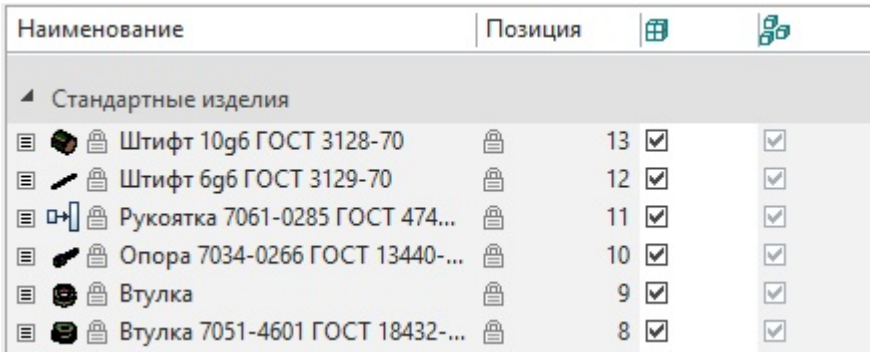


- С использованием опции



Обратный порядок

При установленном флаге, записи в окне **Состав изделия** будут расположены в обратном порядке, т.е. начиная с записи с наибольшим порядковым номером.



Порядок расположения записей в таблице определяется правилами сортировки.

Сортировка по позициям

Если в составе изделия есть позиции, введённые вручную, то при установке данного флага они будут расставлены по порядку следования позиций.

Кольцо	1
Кольцо внутреннее	3
Кольцо опорное	2

Без сортировки по позициям

Кольцо	1
Кольцо опорное	2
Кольцо внутреннее	3

С сортировкой по позициям

Начинать нумерацию позиций в группе после максимального значения в предыдущей группе
Если в группе есть введённые вручную позиции со значением большим, чем у позиций, назначенных автоматически, то в следующем разделе автоматическая нумерация начинается с учётом максимального значения введённой вручную позиции. Если флаг не установлен, то в следующем разделе будут использованы «пропущенные» номера позиций из предыдущего раздела. Опция используется для резервирования строк и позиций для деталей. Эффект применения опции показан на рисунках ниже:

- Без использования опции

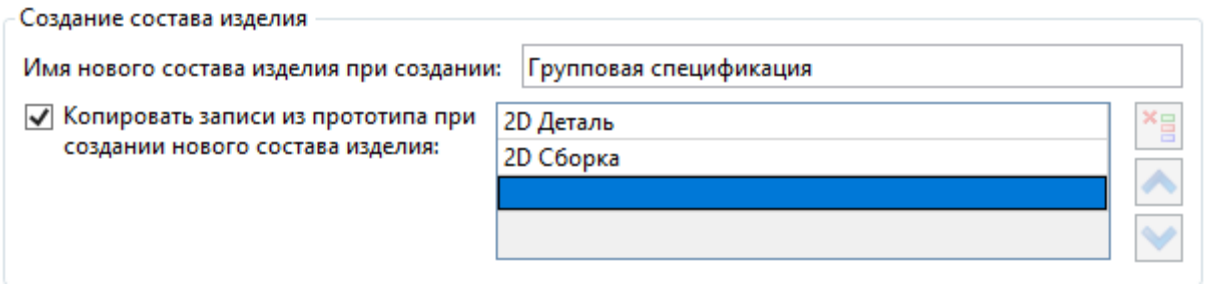
Наименование	Обозначение	Позиция
Детали		
Муфта переключения	АБВГ.00.07	1
Ось собачки	АБВГ.00.08	2
Пружина тарельчатая	АБВГ.00.09	22
Собачка	АБВГ.00.10	23
Стандартные изделия		
Винт М6-6g*30.88.35Х ГОСТ 11738-72		3
Шпонка 8*7*55 ГОСТ 23360-78		4

- С использованием опции

Наименование	Обозначение	Позиция
Детали		
Муфта переключения	АБВГ.00.07	1
Ось собачки	АБВГ.00.08	2
Пружина тарельчатая	АБВГ.00.09	22
Собачка	АБВГ.00.10	23
Стандартные изделия		
Винт М6-6g*30.88.35Х ГОСТ 11738-72		24
Шпонка 8*7*55 ГОСТ 23360-78		25

Создание состава изделия

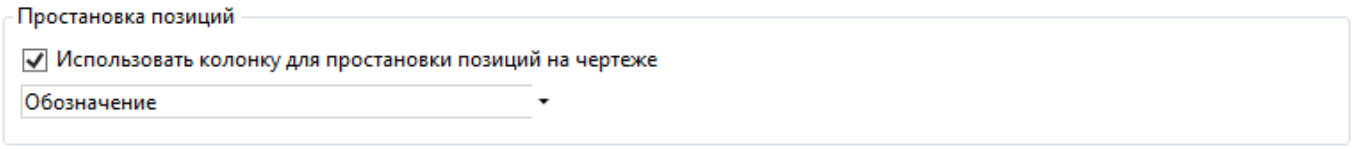
Данная группа параметров доступна только в окне Типы состава изделия. В окне Параметры состава изделия она не отображается.
Группа содержит следующие параметры:



Имя нового состава изделия при создании
Имя «по умолчанию» для типа состава изделия. Это имя используется при создании нового состава изделия данного типа.

Копировать записи из прототипа при создании новой состава изделия
В полях можно указать названия прототипов, которые хранятся в папке ...**Program\Прототипы**. Записи из этих прототипов могут быть добавлены в новый состав изделия, созданный на основе данного типа.

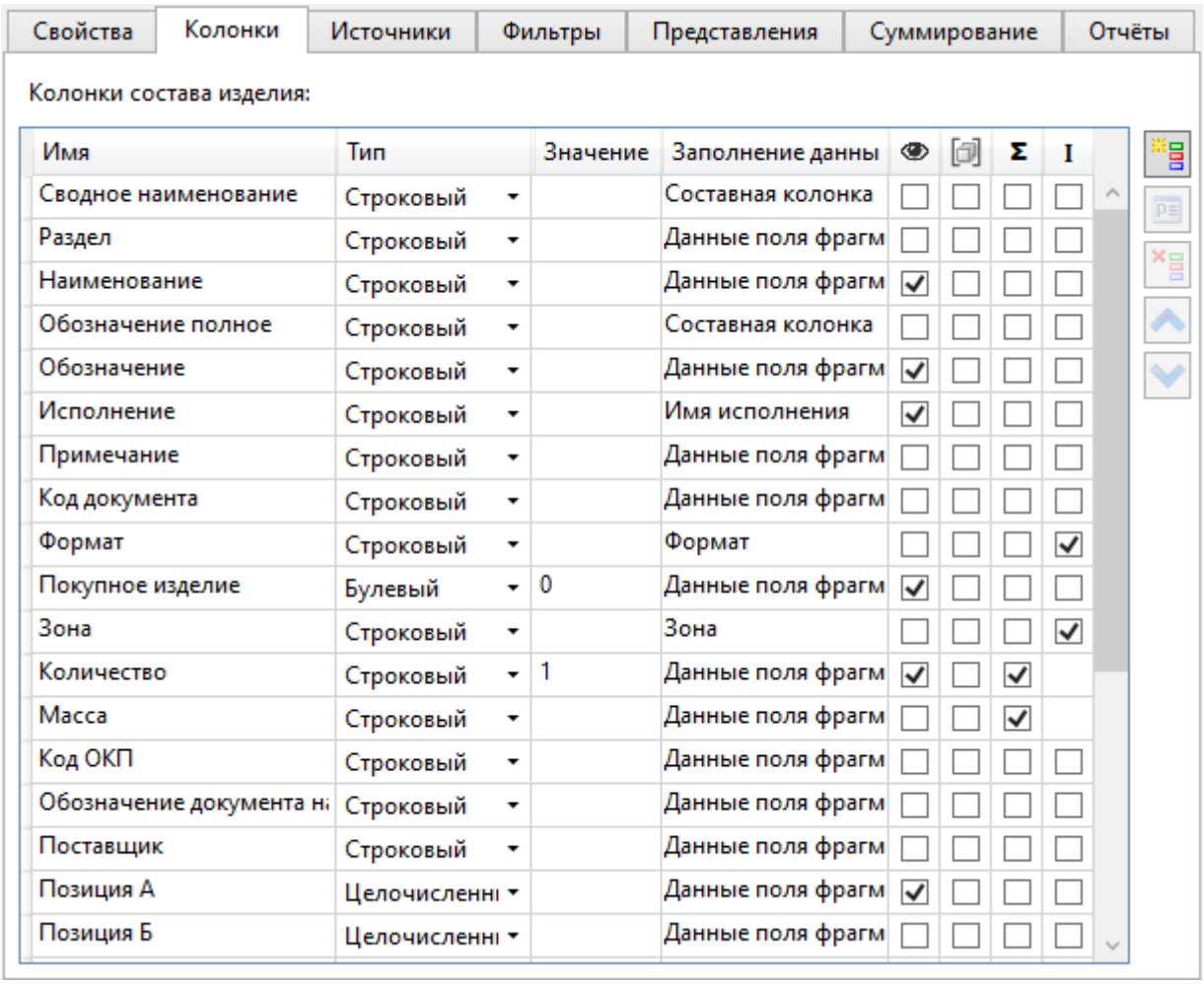
Простановка позиций



Использовать колонку для простановки позиций на чертеже
В выпадающем списке можно выбрать колонку, которая будет использована при простановке позиций на чертеже вместо колонки **Позиция**.

Колонки состава изделия

Вкладка **Колонки** окон Типы состава изделия и Параметры состава изделия содержит список колонок состава изделия. По умолчанию в базовом составе изделия содержится набор стандартных колонок спецификации и их свойства. Можно создавать новые колонки, менять свойства существующих колонок или удалять колонки.
Также существуют служебные колонки, которые не отображаются в данном списке.



Колонки в списке можно выбирать с помощью . Справа от списка колонок расположены кнопки следующих команд:

Добавить <Ctrl>+<N>
Создаёт новую колонку и открывает диалог её свойств. Новая колонка располагается в списке после колонки, выбранной в момент вызова команды, либо в конце списка, если никакая колонка не выбрана.

Свойства <F4>
Открывает диалог свойств выбранной колонки.

Удалить <Del>
Удаляет выбранную колонку.

Вверх и **Вниз**
Перемещают выбранную колонку по списку.

Для каждой из колонок в списке отображаются следующие свойства:

- **Имя**
- **Тип**
- **Значение**
- **Заполнение данных**

Показывать колонку в окне состава изделия

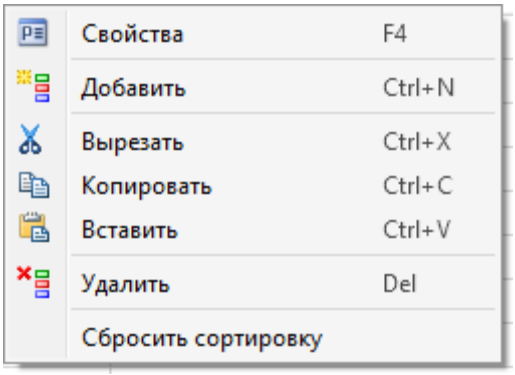
Группировать записи по колонке в окне состава изделия

Суммировать значения при объединении записей

Игнорировать параметр при сравнении записей для объединения

Данные свойства (кроме **Заполнения данных**) можно изменить непосредственно в списке, не открывая диалог свойств. Для доступа к полному набору свойств выбранной колонки вызовите диалог с помощью кнопки **Свойства.**

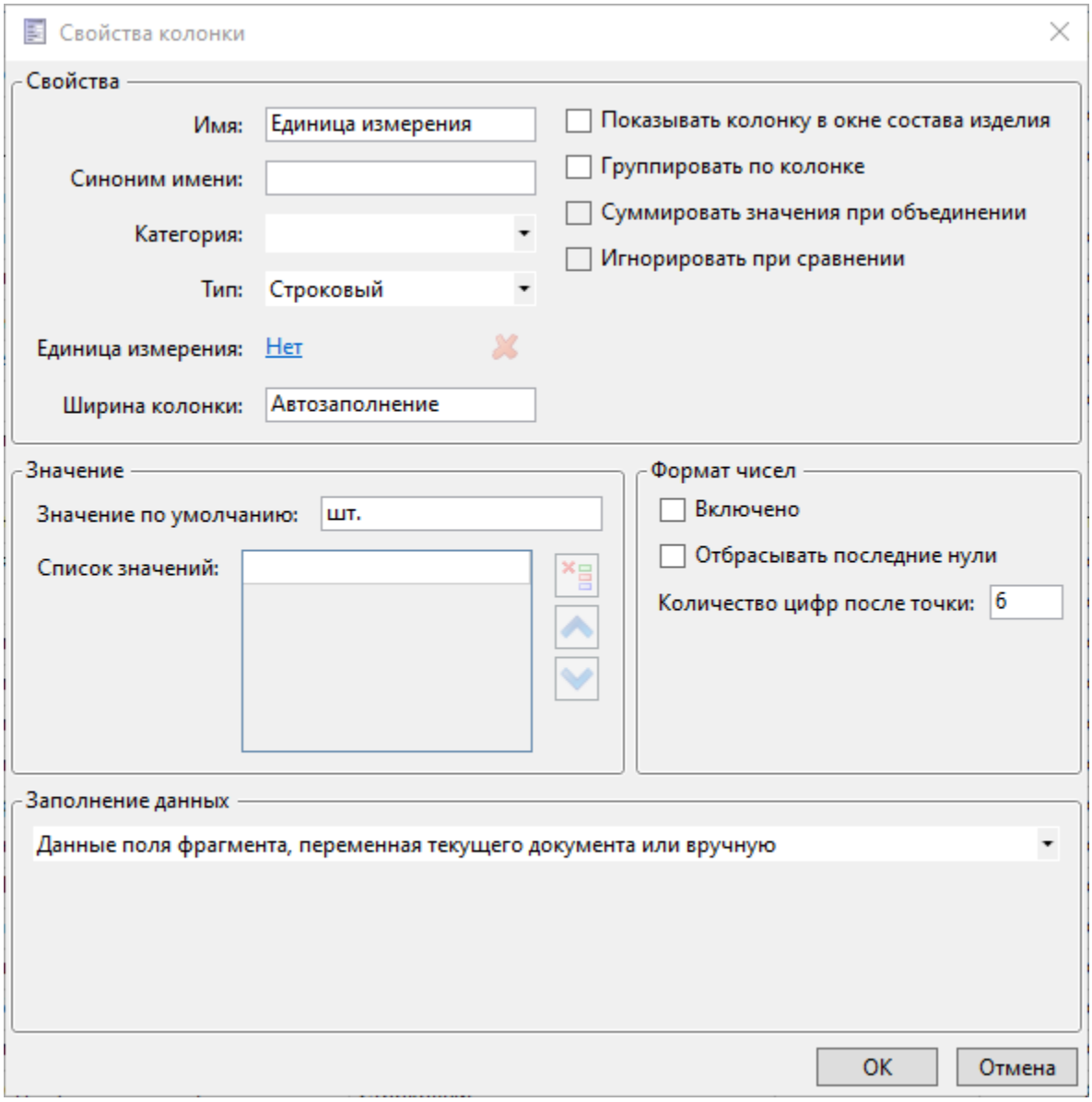
Список колонок можно отсортировать по любому из отображаемых свойств. Для этого необходимо нажать на заголовке столбца желаемого свойства. Первое нажатие сортирует список по возрастанию значения свойства, повторное нажатие - по убыванию. **Сбросить сортировку** можно в контекстном меню любой из колонок. Там же доступны команды, позволяющие копировать колонки через буфер обмена, а также продублированы команды, перечисленные выше.



Свойства колонки

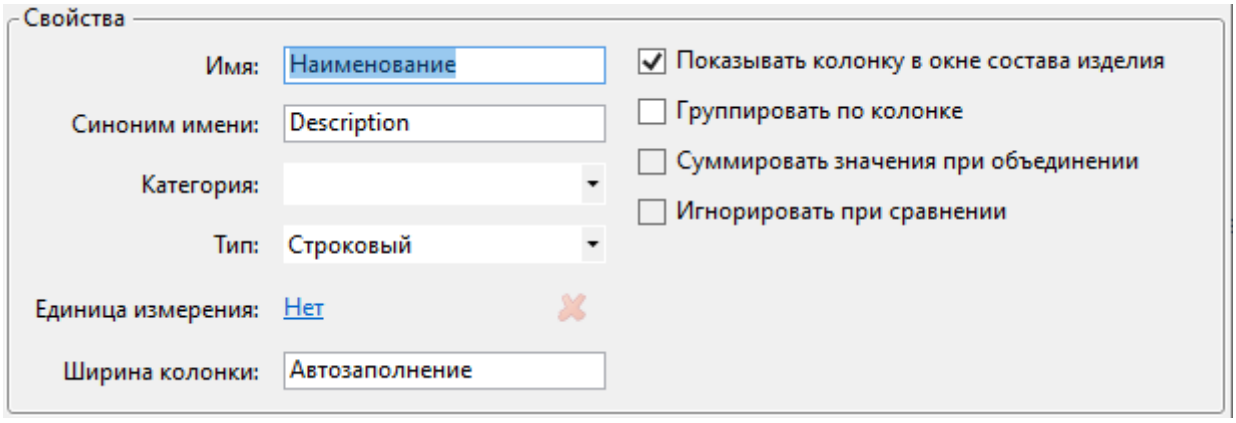
Диалог **Свойства колонки** содержит следующие группы параметров:

- **Свойства**
- **Значение**
- **Формат чисел** (наличие и содержимое данной группы зависит от типа данных в колонке)
- **Заполнение данных**



Свойства

Группа содержит следующие параметры:



Имя

Строка, задающая имя колонки.

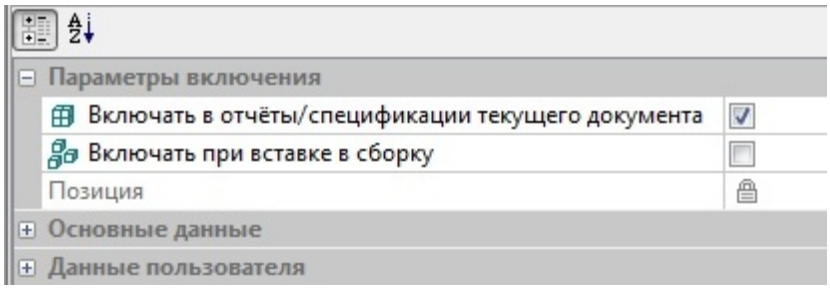
Синоним имени

Используется, чтобы упростить запись элемента в шаблоне отчёта. Рекомендуется задавать синоним

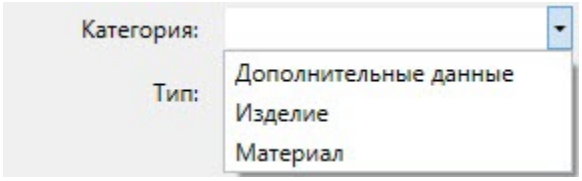
без пробелов. Например, при параметрах, установленных на рисунке выше, вместо элемента {param name = «Наименование»/} в шаблоне можно будет написать элемент {Description/}.

Категория

Колонки можно объединять в категории. Категории используются для группировки колонок в [окне параметров записи состава изделия] и [контекстном меню заголовков колонок] в окне **Состав изделия**. Категория **Параметры включения** зарезервирована для служебных колонок: **Включать при вставке в сборку**, **Включать в отчёты/спецификации текущего документа** и **Позиция**. Если категория колонки не задана, то она попадает в **Основные данные**.

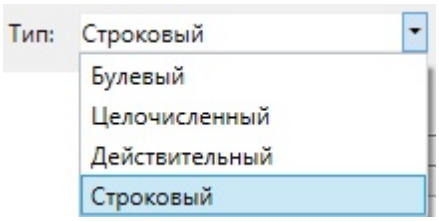


Название категории можно ввести с клавиатуры или выбрать из выпадающего списка. При вводе нового имени категории, оно будет добавлено в список.



Тип

Параметр задаёт тип данных в столбце:



- **Булевый**
  Значение задаётся в виде переключателя. Если поле столбца связано с переменной, то значение переменной равное 0 выключает поле (является значением «ложь»), остальные значения включают поле (являются значением «истина»).
- **Целочисленный**
  Столбец содержит целые числа. При записи в колонку вещественного числа дробная часть отбрасывается.
- **Действительный**
  Столбец содержит действительные числа.
- **Строковый**
  Столбец содержит текстовую строку.

Для типов **Действительный** и **Строковый** имеется возможность задать [формат чисел].

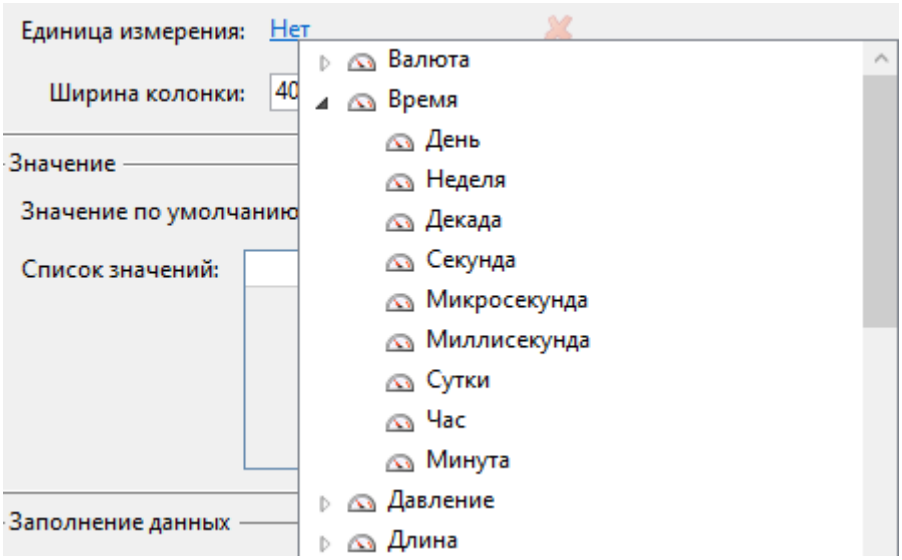
Единица измерения

Единица измерения значений в текущей колонке.

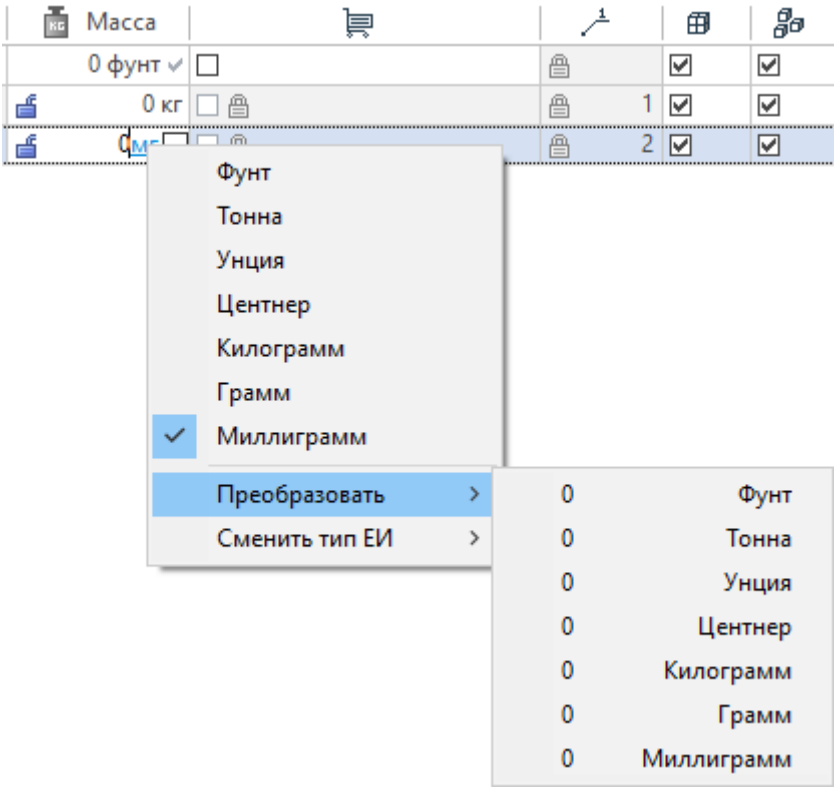
Для выбора единицы нажмите на текущем значении данного параметра. Появится выпадающий

список, в котором все доступные в T-FLEX CAD единицы измерения сгруппированы по типу измеряемых характеристик.

Для сброса единицы к значению **Нет** нажмите кнопку .



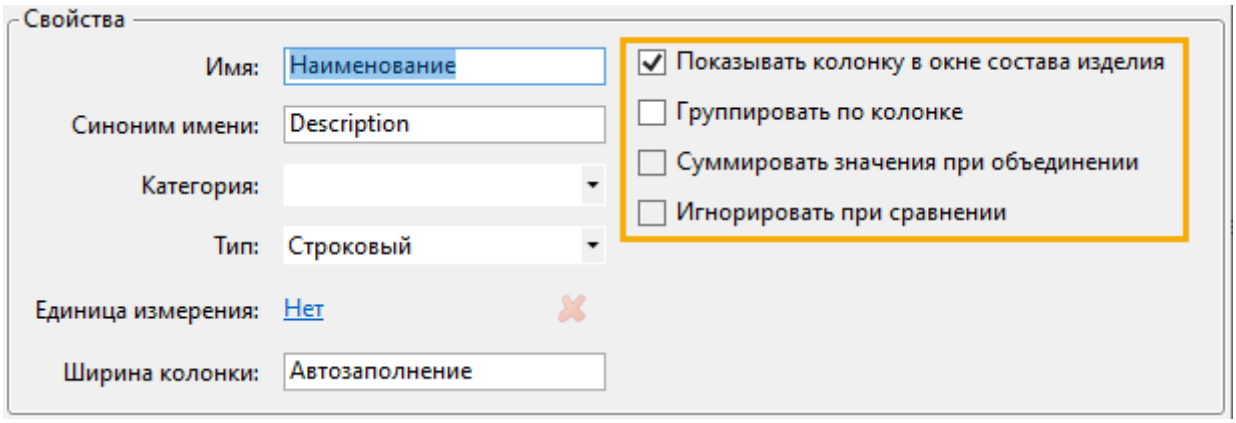
В окне **Состав изделия** единица отображается справа от значения. При вводе значения вручную нажатие на единице вызывает меню, в котором можно сменить единицу на другую единицу измерения того же типа с конвертацией значения или без неё, а также сменить тип единиц. При автоматическом заполнении полей в колонке **Масса** для записей, созданных на основе фрагментов, единицы берутся из параметров документа фрагмента (**Параметры документа** > **Документ** > **3D** > **Единицы** > **Масса**) независимо от свойств колонки.



Ширина колонки

Параметр задаёт ширину столбца в окне **Состав изделия** в пикселях по умолчанию.

Изменение ширины в параметрах существующих составов изделия не имеет эффекта. Изменение ширины в параметрах типа состава влияет только на составы, созданные после применения нового значения.



Показывать колонку в окне состава изделия

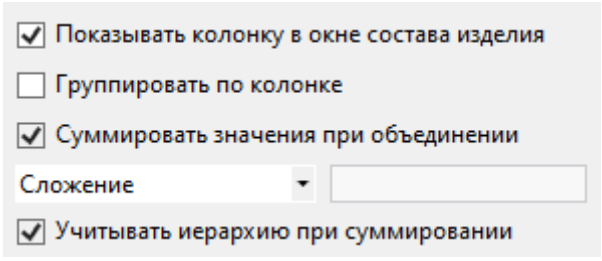
При установленном флаге колонка отображается в окне **Состав изделия**, когда не применено никакое представление.

Группировать по колонке

При установленном флаге записи с одинаковым значением в этой колонке будут объединяться в группы в окне **Состав изделия**, когда не применено никакое представление.

Суммировать значения при объединении

При установленном флаге, в случае объединения записей состава изделия, значения данной колонки будут суммироваться. Например, значение колонки **Количество** суммируется при наличии в сборке одинаковых деталей. Суммированные значения выделяются зелёным цветом. При установке данного флага, флаг **Игнорировать при сравнении** пропадает, а на его месте появляются выпадающий список способа суммирования, поле ввода разделителей значений и флаг **Учитывать иерархию при суммировании**.



В выпадающем списке можно выбрать один из следующих способом суммирования значений при объединении:

- **Сложение**
  Результатом будет арифметическая сумма.
- **Строковое объединение**
  Результатом будет перечисление значений.
- **Строковое объединение уникальных значений**
  Результатом будет перечисление, но без повторяющихся значений.
- **Конкатенация уникальных значений с количеством**
  Результатом будет перечисление. Для повторяющихся значений перед значением будет указано количество повторений.

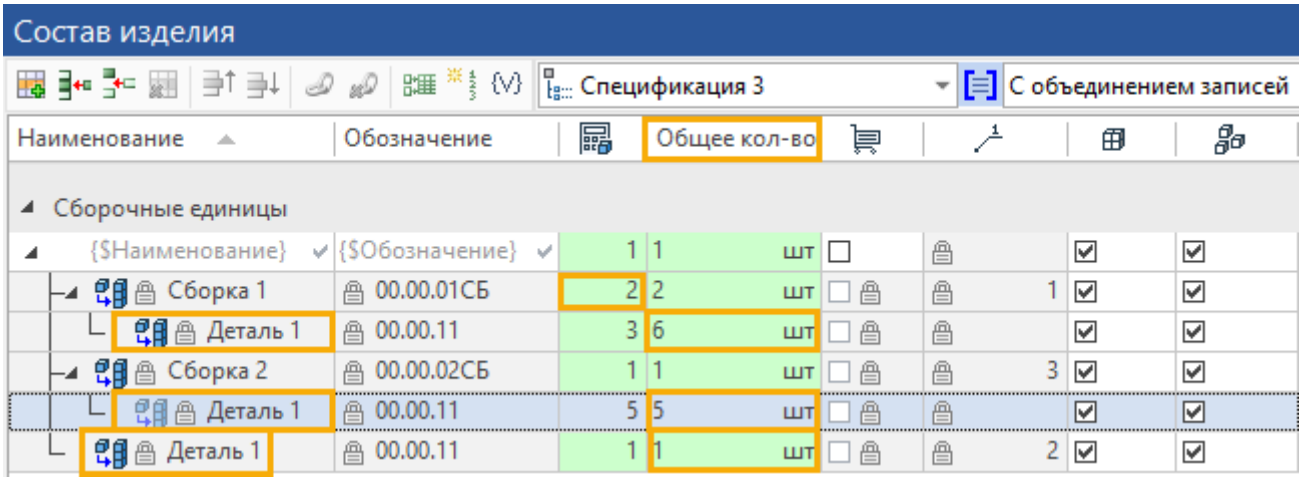
При использовании любого из способов, кроме **Сложения**, значения будут объединены в единую строку, а в поле справа можно ввести любой символ-разделитель значений в строке.

> **Строковое объединение, Строковое объединение уникальных значений** и **Конкатенация уникальных значений с количеством** работают только для текстовых строк.

Учитывать иерархию при суммировании

Данный флаг доступен только при суммировании значений сложением. При его установке сумма значений умножается на количество родительских записей.

> Следует иметь в виду, что при учёте иерархии не учитываются записи, принадлежащие другим родителям. Например, на рисунке ниже показана колонка **Общее кол-во**, содержащая количество записей с учётом иерархии. **Деталь 1** содержится в **Сборке 1** три раза, а сама **Сборка 1** содержится в головном изделии два раза. В результате общее количество **Деталей 1** с учётом иерархии составляет **3*2=6 шт**. Экземпляры **Детали 1,** содержащиеся в **Сборке 2** (5 шт.) и на верхнем уровне головной сборки (1 шт.), при этом не учитываются.

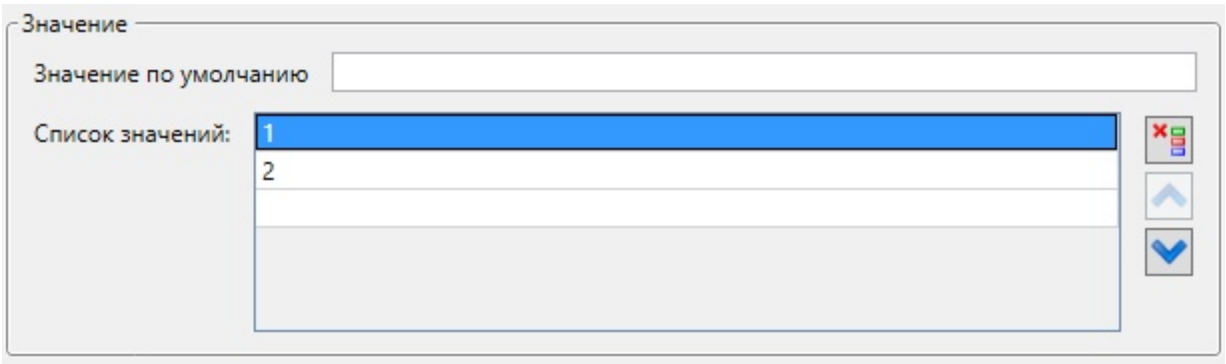


Игнорировать при сравнении

Если флаг установлен, содержимое колонки не учитывается при сравнении записей состава изделия. Т.е. если существует несколько одинаковых записей с отличающимися только в этой колонке параметрами, эти записи могут быть объединены без учёта данной колонки.

Значение

Группа содержит следующие параметры:



Значение по умолчанию

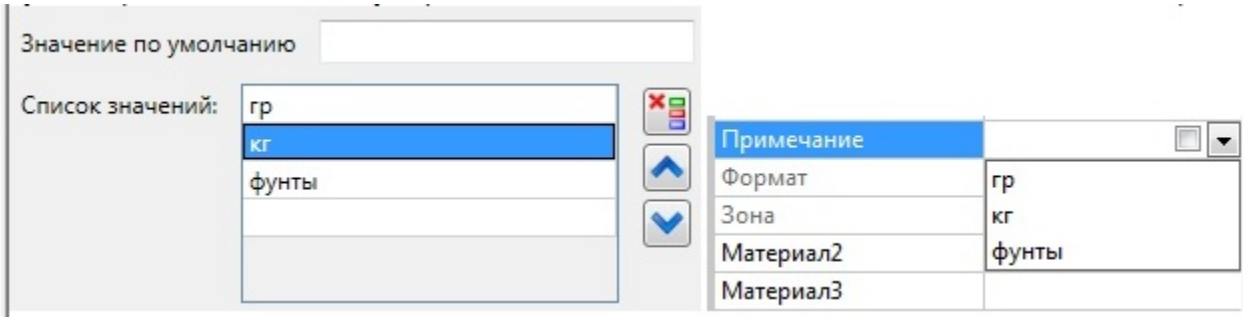
Введённое значение будет автоматически заноситься в ячейку данных колонки для каждой новой созданной вручную записи.

Список значений

Позволяет задать список значений для колонки. Введите текст в строку и нажмите **<Enter>.** Данные

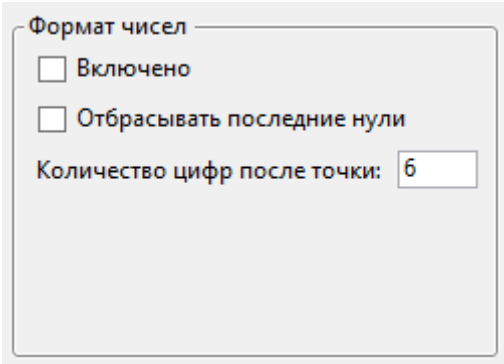
добавятся в список значений, и появится пустая строка для ввода следующего элемента списка. Строки можно выбирать в списке с помощью . Выбранную строку можно **Удалить <Del>** или переместить **Вверх** и **Вниз** по списку с помощью кнопок, расположенных справа от списка.

Если список значений задан, то он отображается в окне **Состав изделия** при нажатии на кнопку в правой части ячейки.



Формат чисел

Данная группа параметров позволяет настроить отображение чисел в колонках, для которых установлен **Строковый** или **Действительный** тип данных. При выборе других типов данных группа недоступна. Группа содержит следующие параметры:



Включено

Данный флаг доступен только для колонок со **строковым** типом данных. Если он снят, то параметры формата чисел не применяются, независимо от состояния остальных параметров данной группы.

> При включении формата чисел для строковых данных, в качестве чисел распознаются только строки, начинающиеся с цифр. Первая точка после начала строки считается разделителем дробной и целой частей. Любые другие символы, а также последующие точки и цифры отделенные от начальных другими символами отбрасываются.

Отбрасывать последние нули

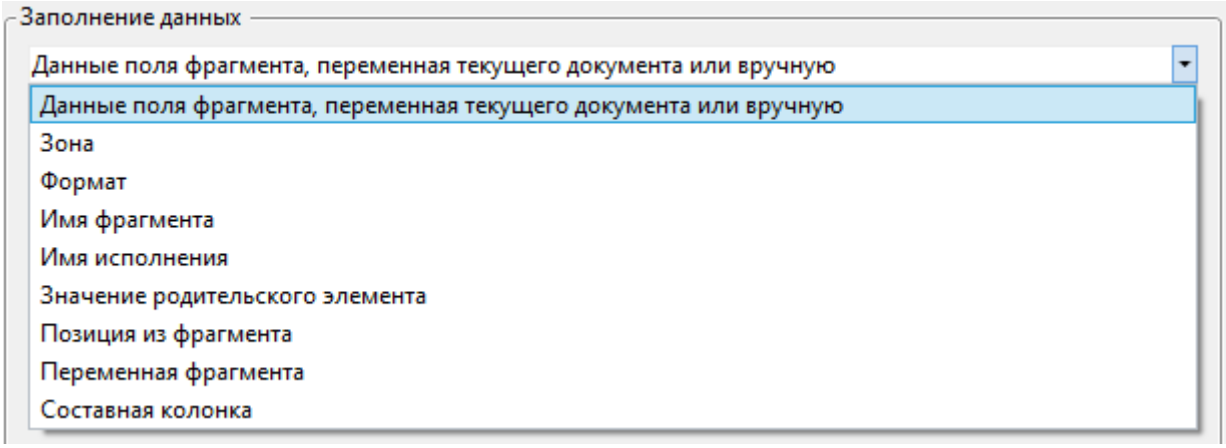
При установленном флаге нули в конце числа не отображаются. Для **строкового** типа данных отброшенные нули сохраняются в параметрах записи, а данный флаг при этом влияет только на отображение значения в окне Состав изделия.

Количество цифр после точки

При установленном флаге числа округляются до соответствующего количества знаков после запятой. Для любого типа данных округленное значение отображается только в окне Состав изделия, в параметрах записи при этом сохраняется исходное значение.

Заполнение данных

Данные в колонку могут вноситься вручную или автоматически. В выпадающем списке группы **Заполнение данных** можно выбрать один из следующих способов заполнения данных:



- **Данные поля фрагмента, переменная текущего документа или вручную**
  Данный источник установлен по умолчанию. Если в документе фрагмента есть колонка состава изделия с таким же названием, то её содержимое будет подставлено в текущую колонку. Также можно ввести вручную с клавиатуры произвольное значение, имя переменной или выражение.

Чтобы имя переменной или выражение распозналось системой его следует ввести в фигурных скобках. Также можно воспользоваться флагом, открывающим конструктор выражения.

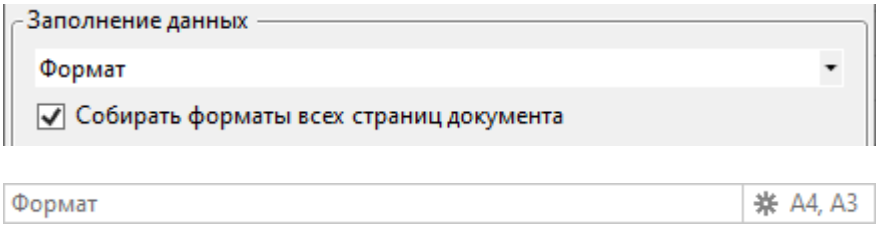
При выборе этого способа заполнения данных, ячейки текущей колонки в окне Состав изделия будут по умолчанию иметь статус **Автоматическое поле**. Для ввода произвольного значения, имени переменной или выражения необходимо сменить статус ячейки на **Поле заполняется пользователем**, нажав на иконку текущего статуса.

При выборе других способов заполнения данных, ячейки текущей колонки в окне Состав изделия будут иметь статус **Заполняется с помощью генератора.** При необходимости ячейку, заполняемую с помощью генератора, можно заполнить вручную, таким же образом переключив статус ячейки.

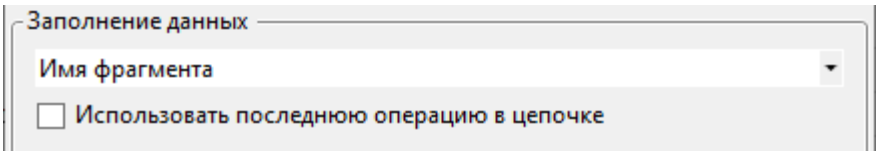
Способы заполнения данных, доступные в свойствах колонки, предназначены прежде всего для составов изделия, источником которых является **<Состав изделия фрагмента>**. При выборе других источников в нижней части вкладки **Источники** окон Типы состава изделия и Параметры состава изделия можно назначить источники данных для колонок. Выбранный источник может не совпадать с выбранным способом заполнения данных. Для переключения между заполнением колонки из выбранного источника и заполнением с помощью генератора доступен специальный флаг.

- **Зона**
  Для записей, созданных на основе фрагментов, колонка заполняется автоматически значением зоны. Зона берётся с чертежа сборки. Принцип определения зоны зависит от значения параметра **Определять зоны по положению**.
- **Формат**
  Для деталей выводится формат чертежа детали, для сборочных единиц – формат их

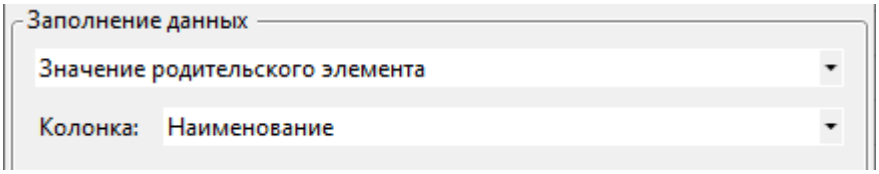
спецификации. При выборе данного способа заполнения данных. под выпадающим списком появляется флаг **Собирать форматы всех страниц документа**. Если флаг установлен, то для многостраничных чертежей будет дан перечень всех использованных форматов. Если флаг снят, то используется только формат первой страницы чертежа.



- **Имя фрагмента**
  При выборе данного способа заполнения данных под выпадающим списком появляется флаг **Использовать последнюю операцию в цепочке**.
  Если флаг снят, в колонку выводится имя файла фрагмента и путь к нему.
  Если флаг установлен, то для 3D фрагментов, доработанных в сборке, в колонку выводится имя последней применённой к фрагменту операции 3D моделирования, а для фрагментов без доработок - отображаемое имя фрагмента. Колонку с данной опцией можно использовать для предотвращения объединения записей фрагментов с разными доработками.

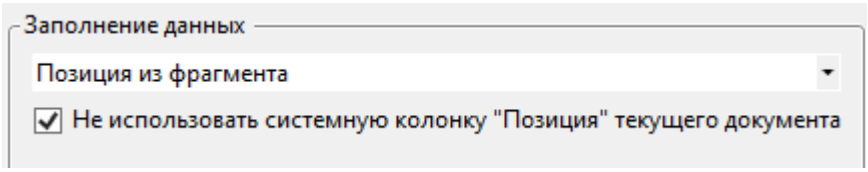


- **Имя исполнения**
  В колонку будет считываться имя исполнения фрагмента, которое используется в сборке. Его можно задать в команде Конфигурации модели и исполнения.
- **Значение родительского элемента**
  При выборе данного способа заполнения данных, ниже появляется выпадающий список, в котором необходимо выбрать имя одной из существующих колонок. В результате при наличии иерархии записей для дочерних записей будет выводится содержимое указанной колонки родительской записи.

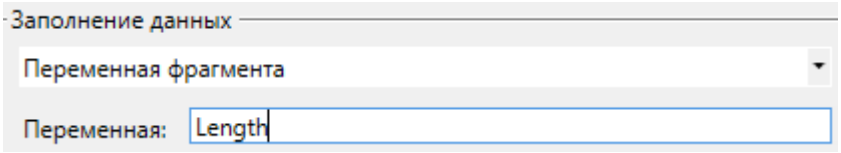


Наименование	Обозначение	Родитель
Головная сборка	00.00.00СБ	
Деталь 1	00.00.11	Головная сборка
Сборка 1	00.00.01СБ	Головная сборка
Деталь 1	00.00.11	Сборка 1
Деталь 1	00.00.11	Сборка 1
Деталь 1	00.00.11	Сборка 1
Сборка 2	00.00.02СБ	Головная сборка
Деталь 1	00.00.11	Сборка 2
Деталь 1	00.00.11	Сборка 2

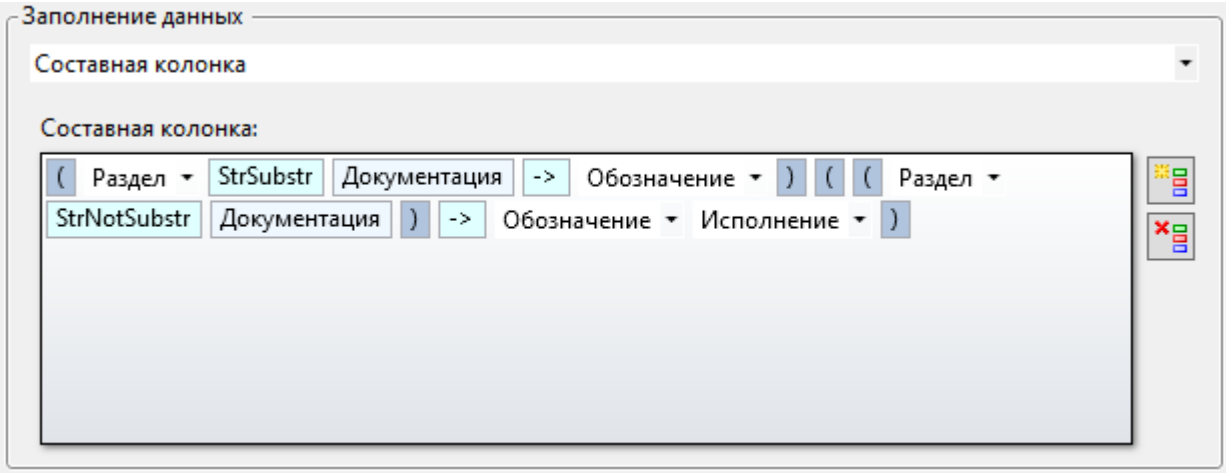
- **Позиция из фрагмента**
  Если сборочная единица включена в состав изделия текущего документа вместе со вложенными элементами, то при выборе этого способа заполнения данных, содержимое колонки для таких вложенных элементов зависит от состояния флага **Не использовать системную колонку «Позиция» текущего документа.** При снятом флаге для записей, у которых есть позиция в текущем документе, используется позиция текущего документа, а для записей, у которых нет позиции в текущем документе, используется позиция из фрагмента. При установленном флаге в колонке используются только данные из фрагментов.



- **Переменная фрагмента**
  В колонку будет считываться значение указанной переменной фрагмента. При выборе данного способа заполнения данных, под выпадающим списком появляется поле ввода имени переменной. Если в файле фрагмента переменной с таким именем нет, то значение будет пустым. Переменные считываются независимо от того, являются ли они внешними.



- **Составная колонка**
  Позволяет создать колонку из данных нескольких других колонок и произвольных текстов, применяя к ним математические и логические операторы. Подробнее см. главу Составные колонки состава изделия.



Основные темы в этом разделе:

- Составные колонки состава изделия
- Служебные колонки состава изделия

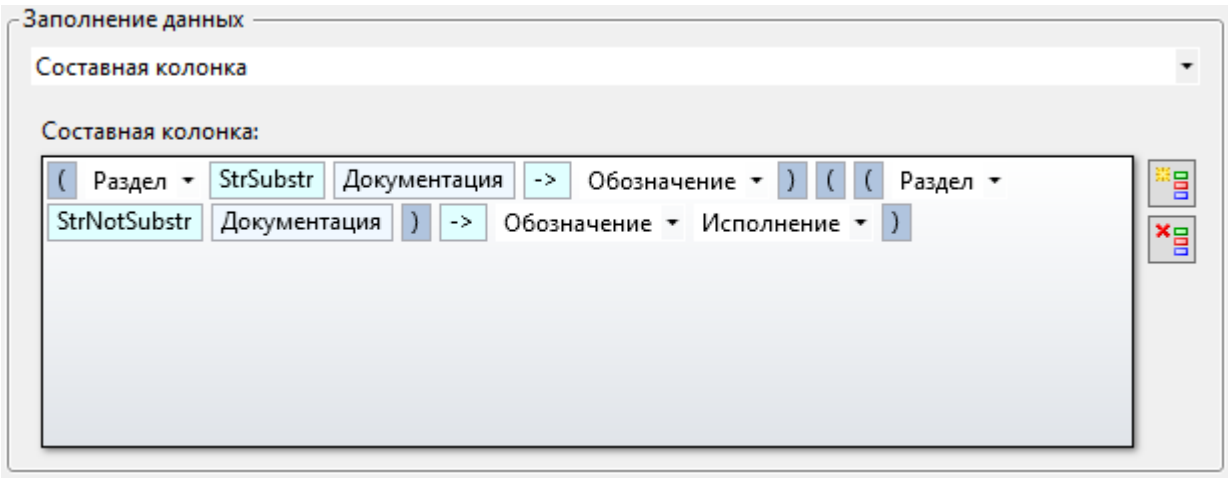
См. также:

- Разделы спецификации

Составные колонки состава изделия

Данные в колонке состава изделия можно брать из нескольких других колонок, применяя к ним различные математические и логические операторы. Для этого необходимо в диалоге свойств колонки выбрать способ заполнения данных **Составная колонка**. После выбора способа ниже появится поле ввода выражения колонки. Выражение состоит из различных записей: названий других колонок, произвольных текстовых строк, операторов, скобок. В поле ввода выражения записи отображаются в виде прямоугольников различных цветов. Содержимым колонки в окне **Состав изделия** и в окне параметров записи будет являться результат введённого выражения.

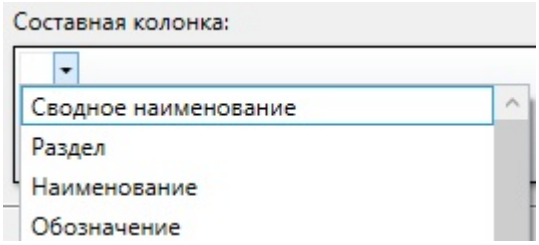
Записи в поле ввода выражения можно выбирать с помощью . С помощью кнопок, расположенных справа от поля можно **Удалить** выбранную запись или **Добавить** новую **запись** после выбранной. Если ни одна из записей не выбрана, новая запись добавляется в конец выражения.



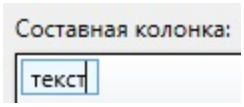
Нажатие на кнопку добавления новой записи открывает выпадающий список, в котором необходимо выбрать тип записи. Если установить текстовый курсор в прямоугольник одной из

имеющихся записей, то можно добавлять записи с помощью сочетаний клавиш. Доступны следующие типы записей:

- **Колонка** **<Ctrl>+<P>**
  В выражение будет подставлено содержимое другой колонки, имя которой необходимо выбрать из выпадающего списка, нажав на кнопку в правой части записи. При нажатии на запись она активируется, что видно по её подсветке. Когда запись активна, имя колонки можно начать вводить с клавиатуры: при вводе символов, совпадающих с началом имени существующей колонки оно будет выбрано в списке.

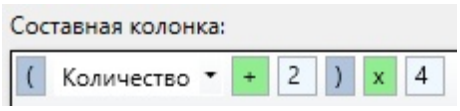


- **Текст** **<Ctrl>+<T>**
  В выражение будет подставлена произвольная текстовая строка. Содержимое строки необходимо ввести с клавиатуры.



- **Скобки:**
  (**открывающие** **<Ctrl>+<9>**
) **закрывающие** **<Ctrl>+<0>**

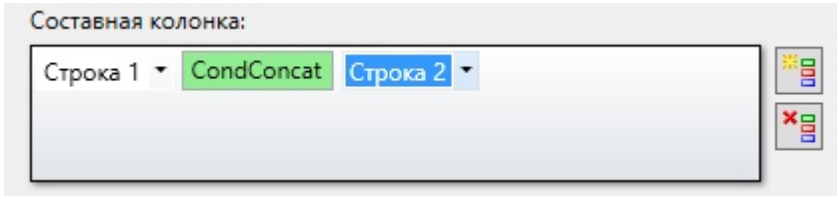
  Добавление скобок позволяет задавать последовательность выполнения математических и логических операций.



- **Математические операции**:
  + **сложение** **<Ctrl>+<+>**
  - **вычитание** **<Ctrl>+<->**
  x **умножение** **<Ctrl>+<8>**
  / **деление** **<Ctrl>+</>**
  % **остаток от деления**

  Данные элементы позволяют выполнять математические операции над числовыми значениями элементов выражения с учетом скобок.

- **Concat** **Строковое объединение** **<Ctrl>+<D>**
  Объединение текстовых строк. Например, объединение строки "1" и строки "2" даст результат "12".
- **CondConcat** **Условное строковое объединение** **<Ctrl>+<S>**
  Объединение выполняется, если оба элемента не пустые. Ниже показан результат операции **CondConcat** для колонки **Составная колонка**.



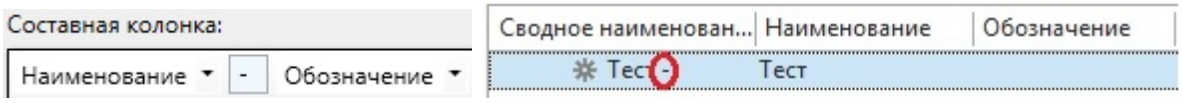
Строка 1	Строка 2	Составная колонка
abc	def	abcdef

Строка 1	Строка 2	Составная колонка
	def	

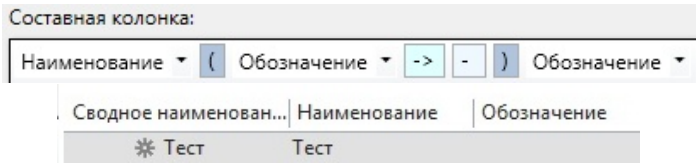
- **-> Условный оператор (Если A, то B) <Ctrl>+<I>**

  Содержимым составной колонки будет B, но только в том случае, если A не пустое, не равно «0», имеет значение «истина». Этот оператор удобно использовать, чтобы не выводились разделяющие символы.

  Например, если колонка **Сводное наименование** задана без условного оператора, то разделяющий символ «-» будет выводиться всегда.



Если для разделяющего символа добавить условный оператор, то при пустом значении поля **Обозначение** символ выводиться не будет

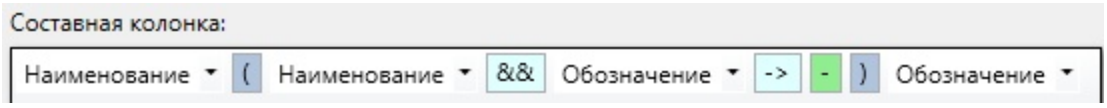


- **Логические операторы:**

&&	**И**	**<Ctrl>+<6>**
||	**ИЛИ**	**<Ctrl>+<7>**
!	**НЕ**	**<Ctrl>+<Q>**

  Данные операторы позволяют выполнять логические операции над значениями соседних элементов строки.

  Добавив логическую операцию **&&**, можно задать вывод разделяющего символа только при условии заполнения и наименования, и обозначения.



- **Операторы поиска подстроки:**

StrSubstr	**Содержит подстроку**	**<Ctrl>+<Y>**
StrNotSubstr	**Не содержит подстроку**	**<Ctrl>+<U>**
StrStartWith	**Начинается с подстроки**	**<Ctrl>+<L>**
StrEndsWith	**Заканчивается на подстроку**	**<Ctrl>+<O>**

  Проверяют, содержится ли первая текстовая строка во второй.

  Пример. Если колонка **Наименование** содержит слова **ГОСТ** или **ISO**, то они выводятся в текущую колонку.

Наименование	Стандарт
Фланец	
Гайка шестигранная нормальная ГОСТ ISO 4032-М6	ГОСТ ISO
Шайба 6 65Г 016 ГОСТ 6402-70	ГОСТ
Bolt ISO 7411 - M16x60	ISO

- **Операторы строкового сравнения:**

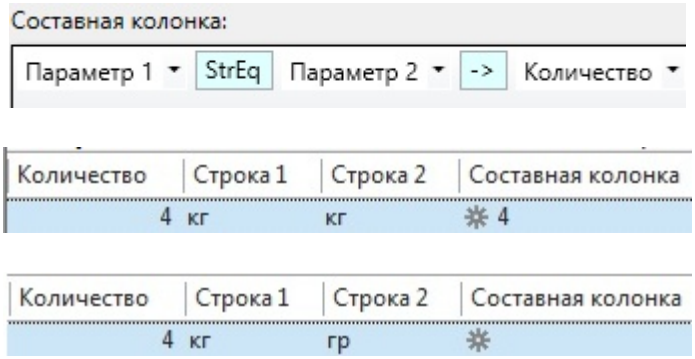
  StrEq **А равно В** **<Ctrl>+<1>**

  StrNotEq **А не равно В** **<Ctrl>+<2>**

  Данные операторы выполняют сравнение текстовых значений. Результатом выполнения операции является значение «истина» или «ложь».

  Например, для составной колонки можно задать условие: выводить значение поля **Количество**, если содержимое поля **Строка 1** равно содержимому поля **Строка 2**.

  Если условие выполняется, составная колонка содержит данные, если нет, то она будет пустой.



- **Операторы числового сравнения**

  == **А равно В** **<Ctrl>+<3>**

  != **А не равно В** **<Ctrl>+<4>**

  > **Больше** **<Ctrl>+<>>**

  < **Меньше** **<Ctrl>+<<>**

  Данные операторы выполняют сравнение числовых значений. Результатом выполнения операции является значение «истина» или «ложь».

- **Round** **<Ctrl>+<R>**

  Округляет десятичное число до ближайшего целого.

- **Floor** **<Ctrl>+<W>**

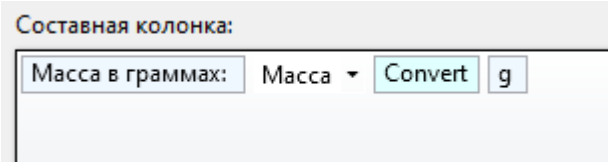
  Округляет десятичное число до целого в меньшую сторону.

- **Ceil** **<Ctrl>+<E>**

  Округляет десятичное число до целого в большую сторону.

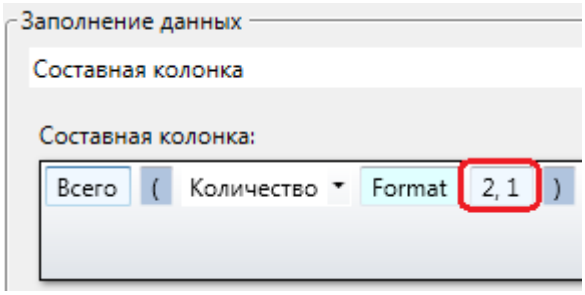
- **Convert** **<Ctrl>+<M>**

  Конвертирует значение в другую единицу измерения. В качестве правого аргумента используется имя единицы, в которую необходимо преобразовать значение.



Масса	Параметр_1
0.3 кг	Масса в граммах: 300
0.03 кг	Масса в граммах: 30
0.5 кг	Масса в граммах: 500

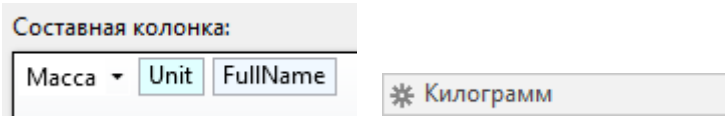
- **Format** **<Ctrl>+<F>**
  Преобразует число в строку. Позволяет выводить любое получившееся значение с необходимым количеством знаков после запятой. Текст после оператора **Format** должен состоять из двух чисел: первое число задаёт количество знаков после запятой, второе определяет, отбрасывать последние нули или нет. Значение **1** - отбрасывать нули, значение **0** - нет.



На картинке ниже показан результат форматирования чисел 1.23400 и 32.00.

1.23400	Всего 1.23
32.00	Всего 32

- **Unit** **<Ctrl>+<B>**
  Выводит единицу измерения значения. В качестве правого аргумента можно задать тип выводимого названия - **ShortName/GlobalName/FullName**. По умолчанию используется название **ShortName**.



Служебные колонки состава изделия

Помимо колонок, создаваемых и настраиваемых пользователем, в любом составе изделия всегда присутствуют служебные колонки, автоматически формируемые системой. Такие колонки не отображаются на вкладке **Колонки** окон Типы состава изделия и Параметры состава изделия, и их свойства нельзя изменить. Доступны следующие служебные колонки:

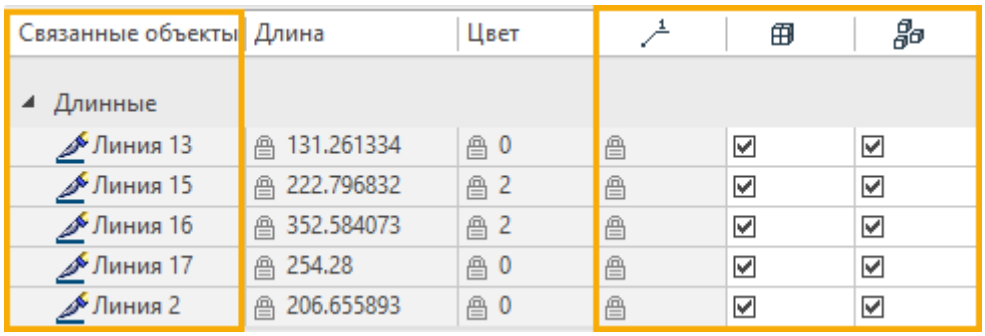
- **Связанные объекты**
  Содержит имя элемента модели или чертежа, на основе которого создана текущая запись состава. При создании записей на основе фрагментов, рядом с именем располагается иконка документа фрагмента. При создании записей на основе элементов других типов, а также если для фрагмента не создана иконка документа, рядом с именем располагается иконка, соответствующая типу элемента. Если запись не связана ни с каким элементом, то колонка будет пустой.

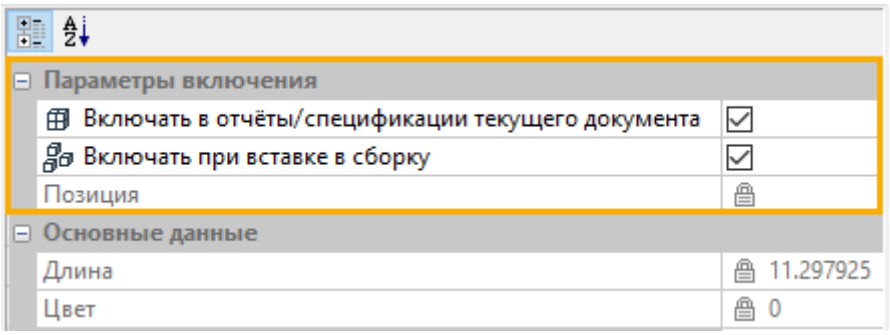
Позиция
Содержит номер позиции записи, который потом можно проставить на сборочном чертеже. Принцип нумерации позиций зависит от различных параметров состава изделия.

Включать в отчёты/спецификации текущего документа
Если снять флаг, запись будет игнорироваться при создании отчётов и спецификаций в текущем документе.

Включать при вставке в сборку
Если снять флаг, то при вставке текущего документа в сборку в качестве фрагмента выбранная запись состава изделия фрагмента не будет включена в составы изделия сборки независимо от параметров включения, установленных для фрагмента.

Колонка **Связанные объекты** не имеет категории.
Остальные служебные колонки имеют категорию **Параметры включения**.





См. также:

- Разделы спецификации

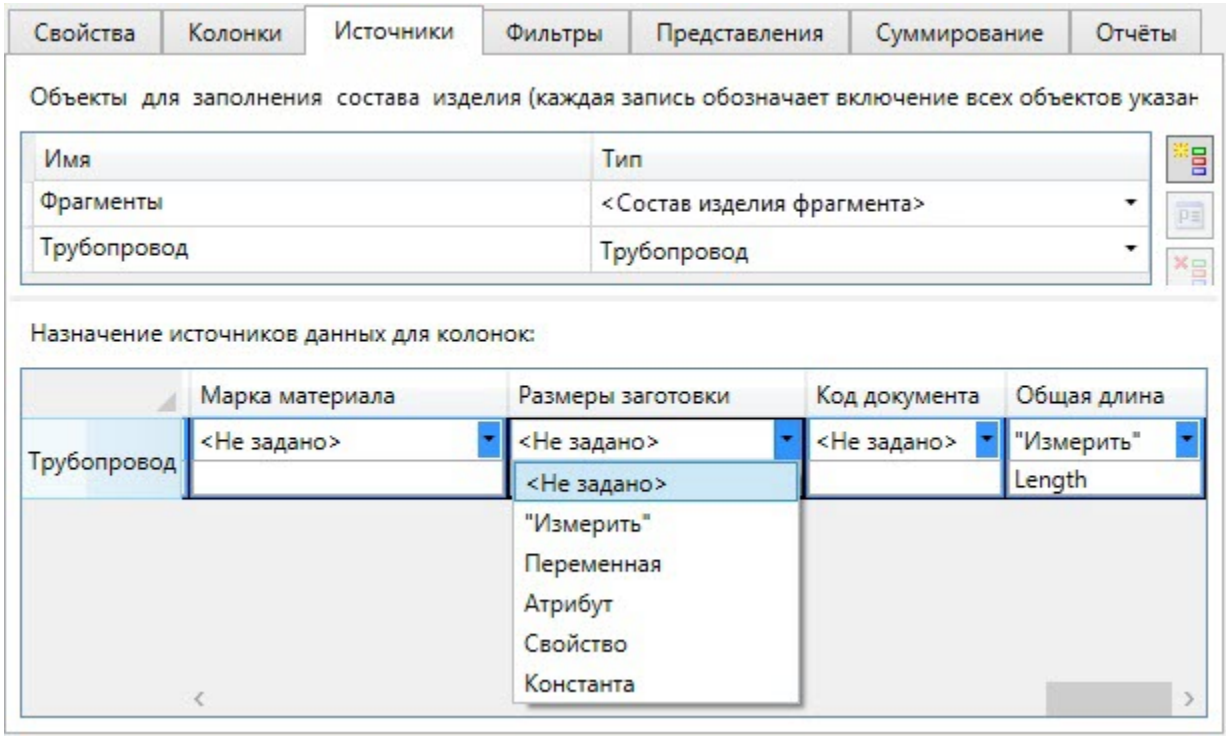
Источники данных для состава изделия

В качестве записей состава изделия можно использовать любые объекты чертежа и 3D модели. Можно выбрать типы объектов для внесения в состав изделия и задать условия для их отбора. Отобранные объекты будут выступать в качестве источников данных.
Например, в состав изделия могут автоматически вноситься данные по всем созданным в текущем документе трубопроводам.

Наименование	Количество	Общая длина
Труба	1	626
Труба	1	582
Труба	1	252

Для этой цели используется вкладка **Источники** окон Типы состава изделия и Параметры состава изделия.
Вкладка разделена на две части:

- **Объекты для заполнения состава изделия**
  Список источников данных.
- **Назначение источников данных для колонок**
  Список данных каждого объекта, используемых для заполнения конкретных колонок состава изделия.



Объекты для заполнения состава изделия

Каждая строка списка соответствует определённому источнику данных. Для каждого источника отображаются следующие параметры:

- **Имя**
  Название источника. В качестве имени может быть введен с клавиатуры любой произвольный набор символов.
- **Тип**
  Тип объектов, используемых в качестве источника. В выпадающем списке данного параметра доступны все основные типы 2D и 3D элементов, а также следующие специальные источники:

  - **<Состав изделия фрагмента>**
    Данный источник используется по умолчанию для спецификации. Он обеспечивает передачу данных из состава изделия, созданного в документе фрагмента, в текущий состав изделия.
  - **<Исполнения>**
    Автоматически обновляемая база, содержащая данные обо всех исполнениях текущего документа.
  - **<Таблица сгибов>**
    Автоматически обновляемая база, содержащая данные обо всех сгибах листового металла, созданных в текущем документе.
  - **<Таблица отверстий>**
    Автоматически обновляемая база, содержащая данные обо всех отверстиях, созданных в текущем документе.

- **<Таблица трубопроводов>**
  Автоматически обновляемая база, содержащая данные о всех трубопроводах, созданных в текущем документе.
- **<Из приложения>**
  Данный источник используется для составов изделий на основе элементов, созданных внешними приложениями.

Строки в списке можно выбирать с помощью . Справа от списка расположены кнопки следующих команд:

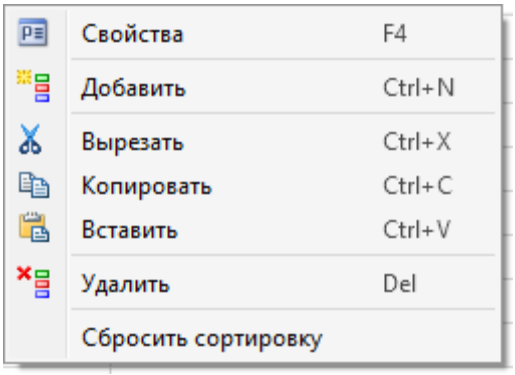
Добавить <Ctrl>+<N>
Создаёт новый источник и открывает диалог его свойств.

Свойства <F4>
Открывает диалог свойств выбранного источника.

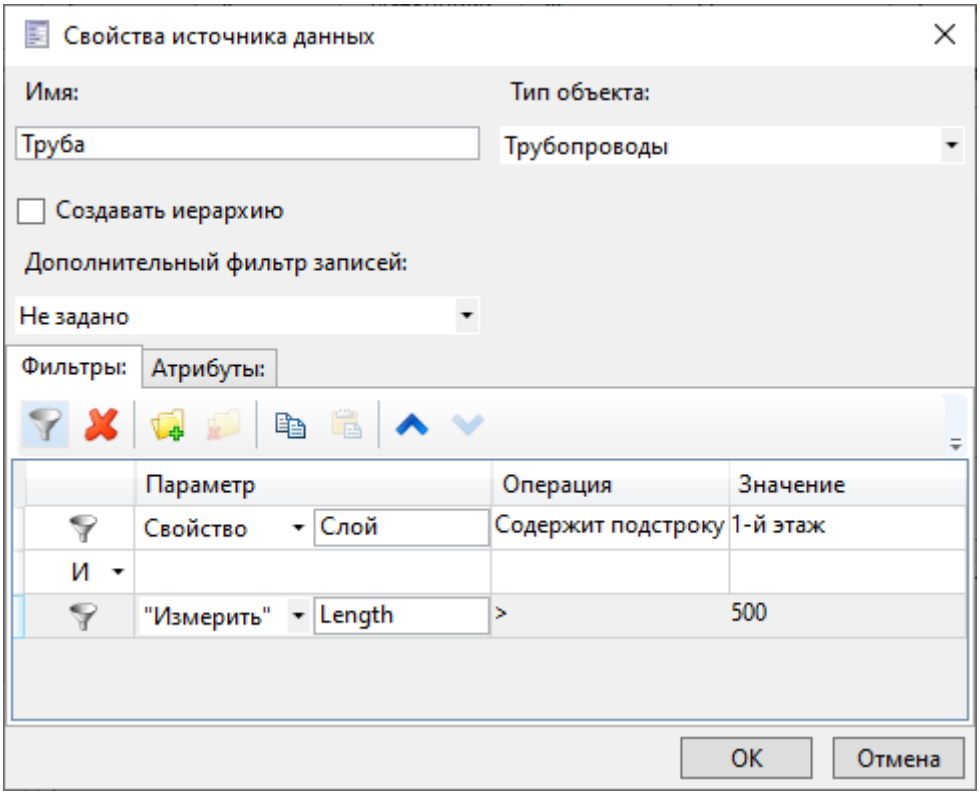
Удалить <Del>
Удаляет выбранный источник.

Вверх и **Вниз**
Перемещают выбранный источник по списку.

Эти же команды, а также команды для копирования источников через буфер обмена, доступны в контекстном меню источника.



Свойства источника данных



В верхней части диалога можно задать следующие параметры источника данных:

- Имя
- Тип объекта
- **Создавать иерархию**
  При установленном флаге записи на базе данного источника будут подчинены головной записи текущего состава изделия. Головной является запись, представляющая верхний уровень текущего документа.

В стандартных спецификациях головная запись создаётся автоматически. В составах других типов головную запись следует создать вручную с помощью команды **Добавить запись** <**Ctrl**>+<**N**>. При наличии нескольких записей, созданных вручную, на верхнем уровне состава, то в качестве головной будет выбрана запись, созданная первой.

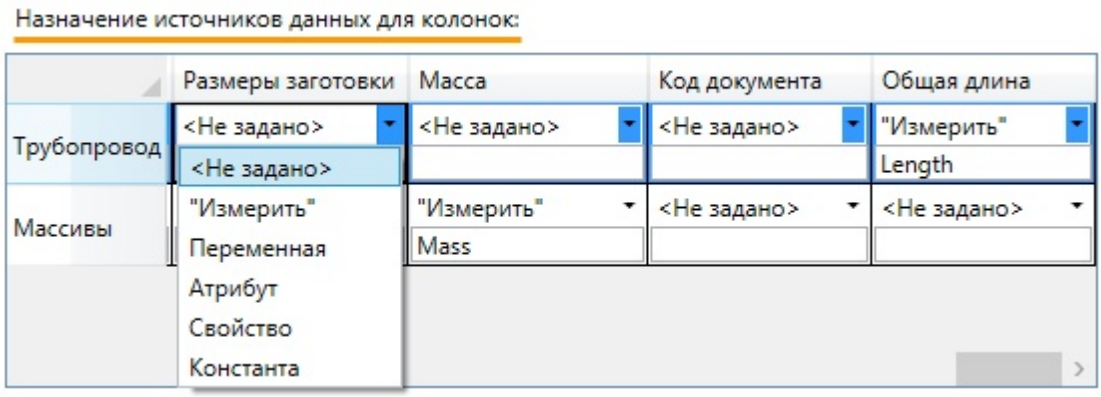
- **Дополнительный фильтр записей**
  Фильтры, используемые внешними приложениями. Например, фильтр **Электротехнические изделия** используется приложением **T-FLEX Электротехника.**

В нижней части диалога находятся следующие вкладки:

- **Фильтры**
  Вкладка содержит список фильтров, применяемых к данному источнику. Фильтры предназначены для отбора объектов заданного типа, удовлетворяющих определённым условиям.
  Подробная информация о работе с фильтрами доступна в главе Фильтры источников данных состава изделия.
- **Атрибуты**
  Вкладка используется для работы с атрибутами, прописываемыми внешними приложениями.

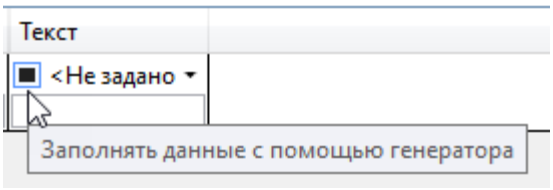
Источники данных для колонок

Для каждого источника, кроме **<Состава изделия фрагмента>,** можно указать данные, которые он будет передавать в колонки состава изделия. Для этого используется список **Назначение источников данных для колонок.**



Строки списка соответствуют источникам данных, выбранным выше. Столбцы списка, соответствуют колонкам текущего состава изделия. Для каждой пары колонка-источник можно задать, какой **Параметр** объекта-источника будет передаваться в колонку. **Параметр** задаётся так же, как и для фильтров источников. Отличие состоит лишь в том, что имя параметра вводится не справа от выпадающего списка типов параметров, а под ним. Колонка будет заполнена значением указанного параметра.
Дополнительно доступно заполнение колонки константой. При выборе параметра **Константа** в поле ниже необходимо ввести значение константы.

Если в свойствах колонки в выпадающем списке **Заполнение данных** выбран любой источник, кроме **Данные поля фрагмента, переменная текущего документа или вручную**, то при назначении источника для этой колонки на вкладке **Источники** рядом с выпадающим списком будет доступен флаг **Заполнять данные с помощью генератора**. При установленном флаге данные берутся из источника, выбранного в свойствах колонки, а ячейки этой колонки в окне **Состав изделия** будут иметь статус **Заполняется с помощью генератора**. При снятом флаге данные берутся из источника, выбранного в выпадающем списке рядом с флагом, а ячейки этой колонки в окне Состав изделия будут иметь статус **Автоматическое поле.**

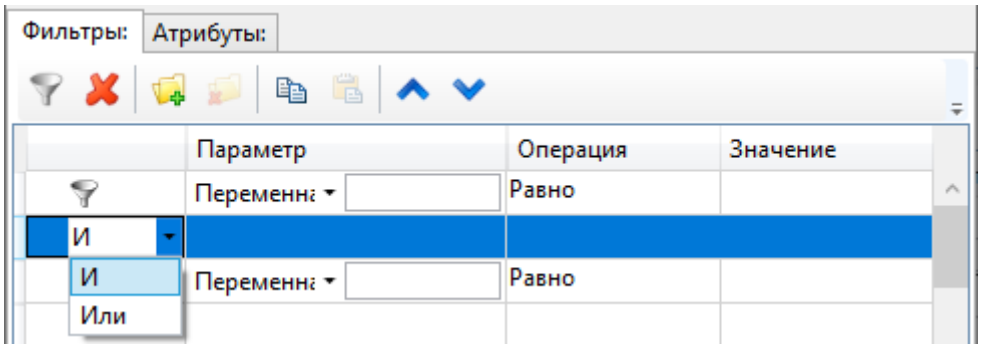


Основные темы в этом разделе:

- Фильтры источников данных состава изделия

Фильтры источников данных состава изделия

Вкладка **Фильтры** окна свойств источника данных содержит список условий отбора источников. Каждая строка в списке - это либо отдельное условие, либо логический оператор, объединяющий условия. К одному источнику можно применить неограниченное количество условий, объединяемых логическими операторами **И** и **ИЛИ.** По умолчанию каждое последующее условие автоматически объединяется с предыдущим логическим оператором **И**. Для выбора другого оператора воспользуйтесь выпадающим меню:



Строки списка можно выбирать с помощью . Выбранные строки подсвечиваются. Для выбора сразу нескольких условий используйте **<Shift>** + (выбирает все строки между выбранной в данный момент и той, на которую наведён курсор включительно) или **<Ctrl>** + (добавляет к выбранным строку, на которую наведён курсор).

В верхней части вкладки располагаются кнопки следующих команд:

Добавить условие <Ctrl>+<N>

Добавляет новое условие.

Удалить условие <Del>

Удаляет выбранные условия из списка.

Группировать условия

Объединяет выбранные условия в группу. Сгруппированные условия будут рассматриваться в списке условий как единый операнд. Группа отображается в списке в виде значка папки. Группу можно развернуть/свернуть, нажав на кнопку / справа от значка.

Разгруппировать условия

Разрушает выбранную группу условий.

Копировать <Ctrl>+<C>

Копирует выбранные условия в буфера обмена.

Вставить <Ctrl>+<V>

Вставляет условия из буфера обмена.

Вверх

Перемещает выбранные условия вверх по списку.

Вниз

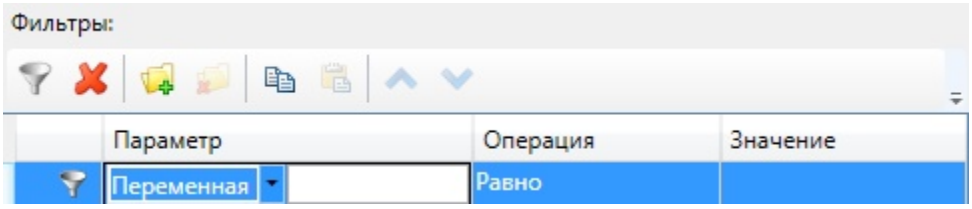
Перемещает выбранные условия вниз по списку.

Часть перечисленных команд также доступна в контекстном меню условия.

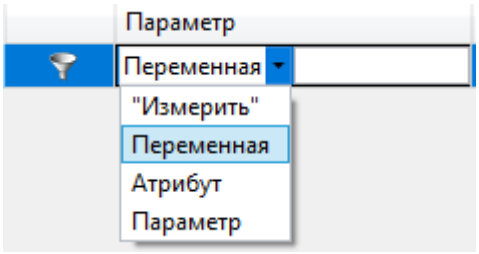
Каждое условие состоит из следующих частей:

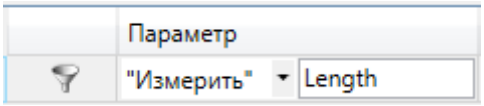
- Параметр
- Операция
- Значение

В качестве **Параметра** выступает некое свойство источника данных. К этому свойству применяется **Операция**. Большая часть операций сравнивает **Параметр** со **Значением** по тому или иному принципу. **Значение** произвольно вводится пользователем. Некоторые операции не требуют значения.



Параметр





Столбец **Параметр** состоит из двух частей. В левой части находится выпадающий список, в котором следует выбрать тип параметра. В правой части находится поле ввода, куда следует ввести с клавиатуры имя параметра.

Доступны следующие типы параметров:

- **"Измерить"**

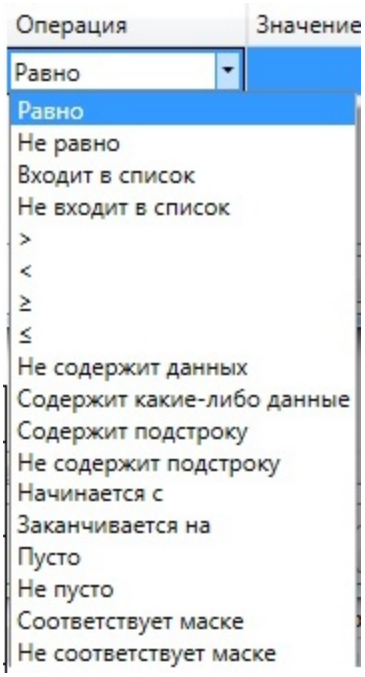
  К объекту будет применена команда **Измерить**. Далее в качестве параметра будет выбран тот результат измерения, имя которого указано в поле ввода справа. Имя следует указывать в том виде, в котором оно отображается в колонке **Свойства** в списке результатов измерения.
- **Переменная**

  Используется только для фрагментов. В качестве параметра будет выбрана переменная фрагмента, имя которой указано в поле справа.
- **Атрибут**

  В качестве параметра будет выбран атрибут объекта; имя атрибута необходимо указать в поле справа.

- **Параметр**
  В качестве параметра будет выбран один из параметров объекта; имя параметра необходимо указать в поле справа. Можно использовать только общие параметры объектов, т.е. такие, которые отображаются в окне параметров при множественном выборе объектов одного типа.

Операция



В этом поле необходимо выбрать из выпадающего списка одну из операций, которая будет выполняться над **Параметром** и **Значением**. Остановимся только на некоторых из них:

- **не содержит данных\содержит какие-либо данные** применяется для вещественных параметров
- **пусто\не пусто** применяется для строковых параметров

Для задания фильтра могут использоваться **маски**. Для задания маски необходимо выбрать **Операцию Соответствует маске** или **Не соответствует маске**. Символы маски задаются в поле **Значение** и определяют шаблон значения параметра, по которому будут отбираться объекты.
Допускаются следующие символы маски:

Символ	Описание	Пример
%	Любая строка длиной от нуля и более символов	«A%» - вернёт все значения, начинающиеся с A
_ (нижнее подчёркивание)	Любой одиночный символ	«A_» - вернёт все значения длиной в два символа и начинающиеся с A (A1, A2, Aa и т.п.)
[ ]	Любой одиночный символ, содержащийся в диапазоне ([a-f]) или наборе ([abcdef])	«[12][0-9]» - вернёт все значения от 10 до 29
[^]	Любой одиночный символ, не содержащийся в диапазоне ([a-f])	«[^0-9]%» - вернёт все значения, которые не начинаются с цифры

	или наборе ([abcdef])	

Можно управлять порядком выполнения логических операций фильтров с помощью скобок.

Значение

В это поле можно ввести с клавиатуры или вставить из буфера обмена значение, с которым будет сравниваться выбранный параметр.

Фильтрация записей в представлениях состава изделия

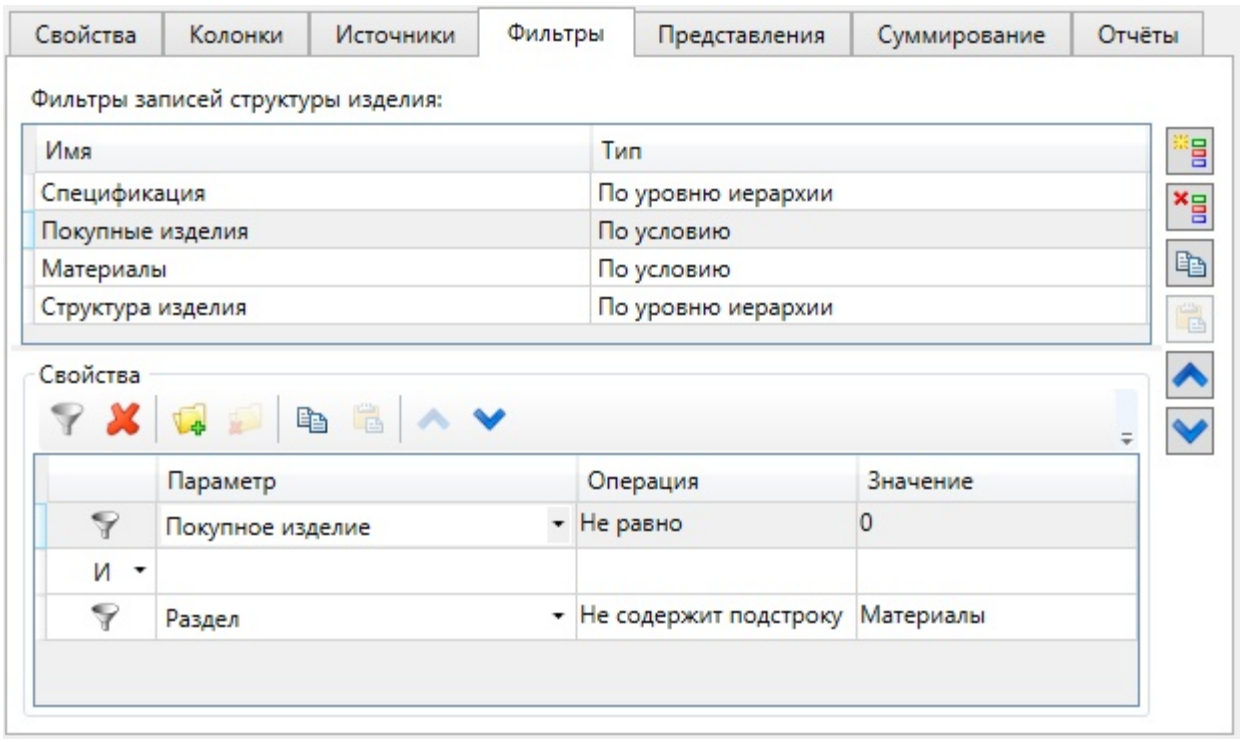
Фильтры задают условия отбора данных для представлений. Например, можно отобрать из состава изделия только записи касающиеся материалов для получения соответствующего отчёта. Один и тот же фильтр можно использовать в нескольких представлениях. Для использования фильтра необходимо выбрать его в выпадающем списке Применяемый фильтр в **Свойствах представления**.

Фильтры создаются и настраиваются на одноимённой вкладке окон Типы состава изделия и Параметры состава изделия. Вкладка разделена на две части. В верхней части вкладки отображается список фильтров, в нижней - свойства фильтра, выбранного в списке. Фильтры можно выбирать в списке с помощью . Строка выбранного фильтра подсвечивается.

Справа от списка фильтров расположены кнопки следующих команд:

- **Добавить <Ctrl>+<N>**
  Добавляет новый фильтр в конец списка. После вызова данной команды появляется всплывающий список, в котором необходимо выбрать тип создаваемого фильтра.
- **Удалить <Del>**
  Удаляет выбранный фильтр.
- **Копировать <Ctrl>+<C>**
  Копирует выбранный фильтр в буфер обмена.
- **Вставить <Ctrl>+<V>**
  Вставляет фильтр из буфера обмена.
- **Вверх** и **Вниз**
  Перемещают выбранный фильтр по списку. Порядок фильтров в списке не влияет на их применение. В выпадающем списке Применяемый фильтр в **Свойствах представления** фильтры отображаются в том же порядке, что и в данном списке.

Часть перечисленных команд также доступна в контекстном меню фильтра.



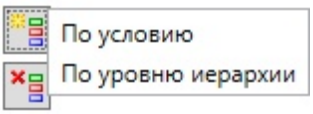
Для каждого фильтра в списке отображаются следующие параметры:

Имя

Название фильтра. В качестве его имени может быть введен с клавиатуры любой произвольный набор символов. Для изменения имени нажмите на его поле .

Тип

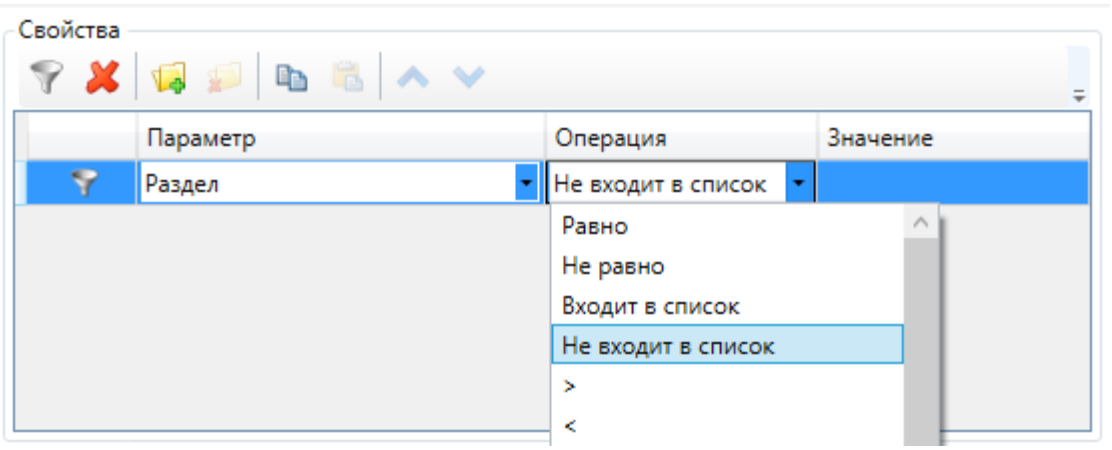
Принцип отбора данных. От выбранного типа зависит доступный для него набор свойств. Используются следующие типы:



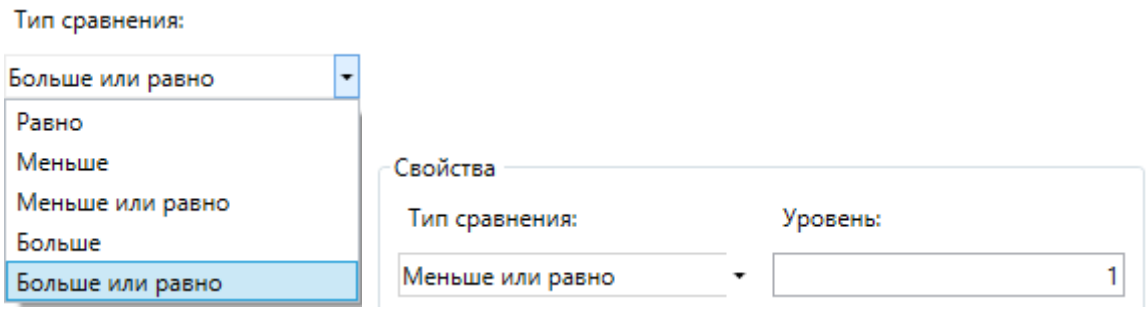
- **По условию**.

  Данный тип позволяет проверить содержимое одной из колонок состава изделия на соответствие заданным условиям.

  Задание условий производится так же как при фильтрации источников данных. Отличие только в том, что в качестве параметра можно выбрать только содержимое одной из колонок текущего состава изделия.



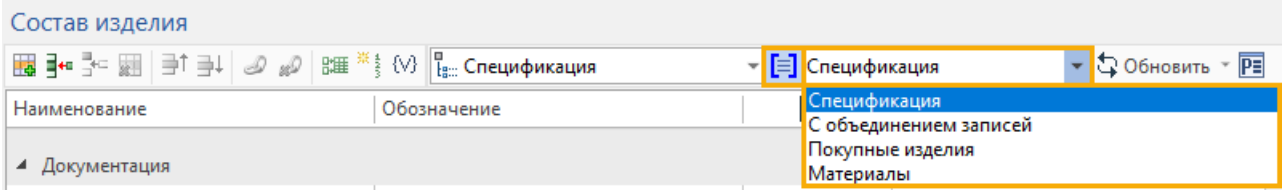
- **По уровню иерархии**
  Данный тип фильтра позволяет задавать с какого уровня вложенности будут собираться данные для состава изделия в сборочной модели.
  Для фильтра задаётся **Тип сравнения** и **Уровень**. Значения уровней начинается с «0» (само изделие находится на нулевом уровне). Например, фильтр «меньше или равно 1» будет собирать данные в файле сборки и файлах фрагментов первого и второго уровней.



Представления состава изделия

Представление является совокупностью параметров отображения данных в окне Состав изделия. На основе представлений можно создавать отчёты. Один состав изделия может иметь несколько представлений, предназначенных для разных форм отчётов. Представления создаются и настраиваются на вкладке **Представления** окон Типы состава изделия и Параметры состава изделия.

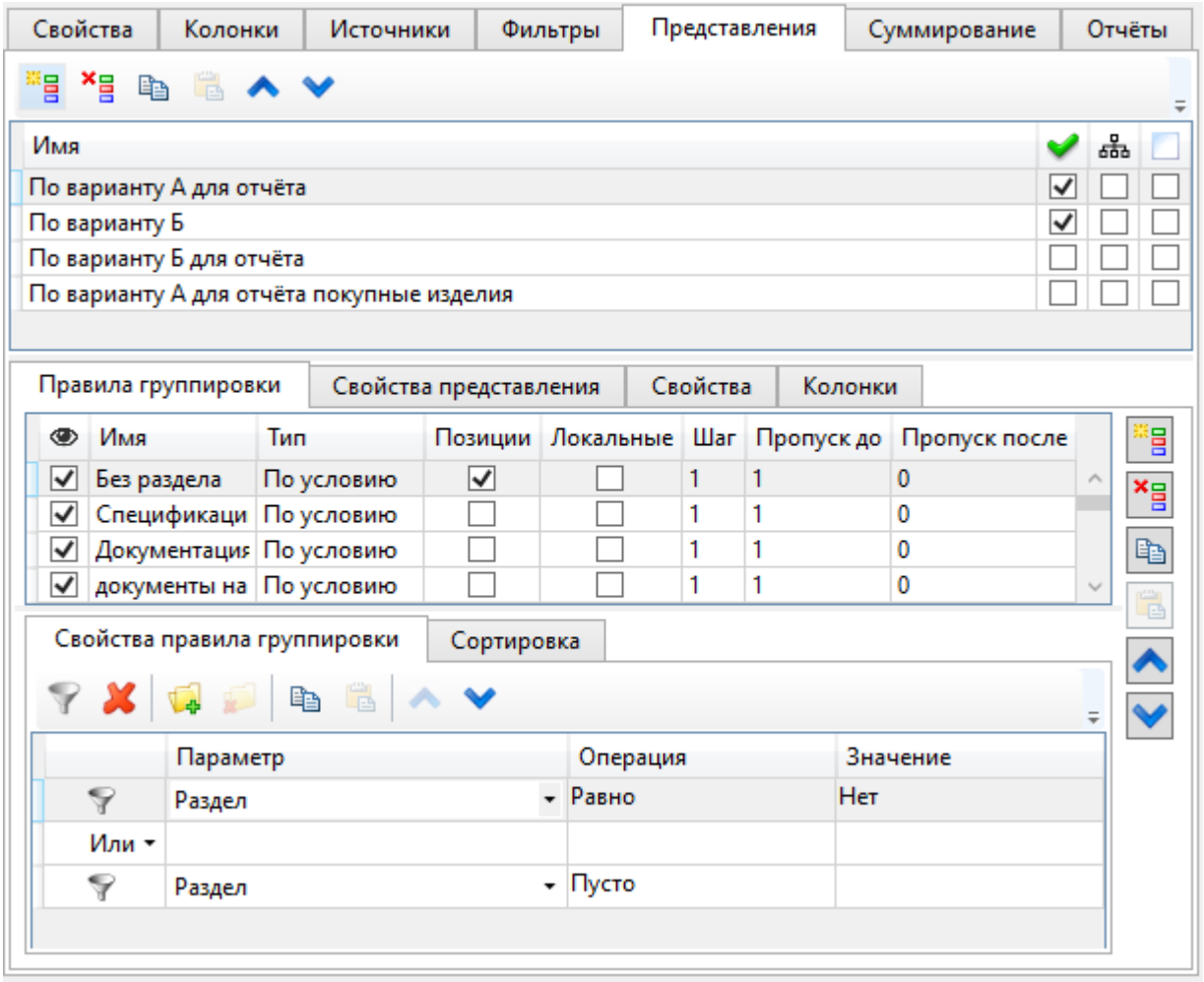
Все условия, заданные на вкладке **Представления**, работают только в режиме **Применить представление состава изделия**. Выбор применяемого представления осуществляется из выпадающего списка, расположенного в верхней части окна Состав изделия.



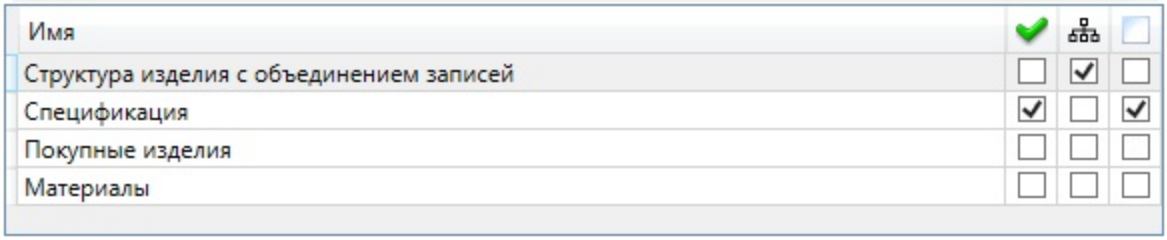
Вкладка **Представления** разделена по вертикали на две части. В верхней части отображается список представлений. В нижней части отображаются вкладки:

- Правила группировки

- Свойства представления
- Свойства
- Колонки



Список представлений



В верхней части вкладки **Представления** отображается список представлений, созданных для данного состава изделия. Строки в списке можно выбирать с помощью . Выбранная строка подсвечивается. На панели над списком доступны следующие команды:

Добавить <Ctrl>+<N>
Добавляет новое представление в конец списка.

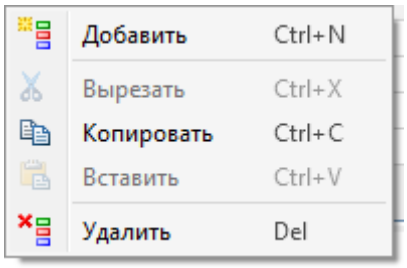
Удалить <Del>
Удаляет выбранное представление.

Копировать <Ctrl>+<C>
Копирует выбранное представление в буфер обмена.

Вставить <Ctrl>+<V>
Вставляет представление из буфера обмена.

Вверх и **Вниз**
Перемещают выбранное представление по списку. От порядка представлений в данном списке зависит их порядок в выпадающем списке выбора представлений в окне Состав изделия.

Часть перечисленных команд также доступна в контекстном меню представления:



Для каждого представления в списке отображаются следующие параметры:

- **Имя**
  Название представления. После добавления нового представления в качестве его имени может быть введен с клавиатуры любой произвольный набор символов. Для изменения имени нажмите на его поле.

Использовать для простановки позиций

Учитывать иерархию записей при группировке

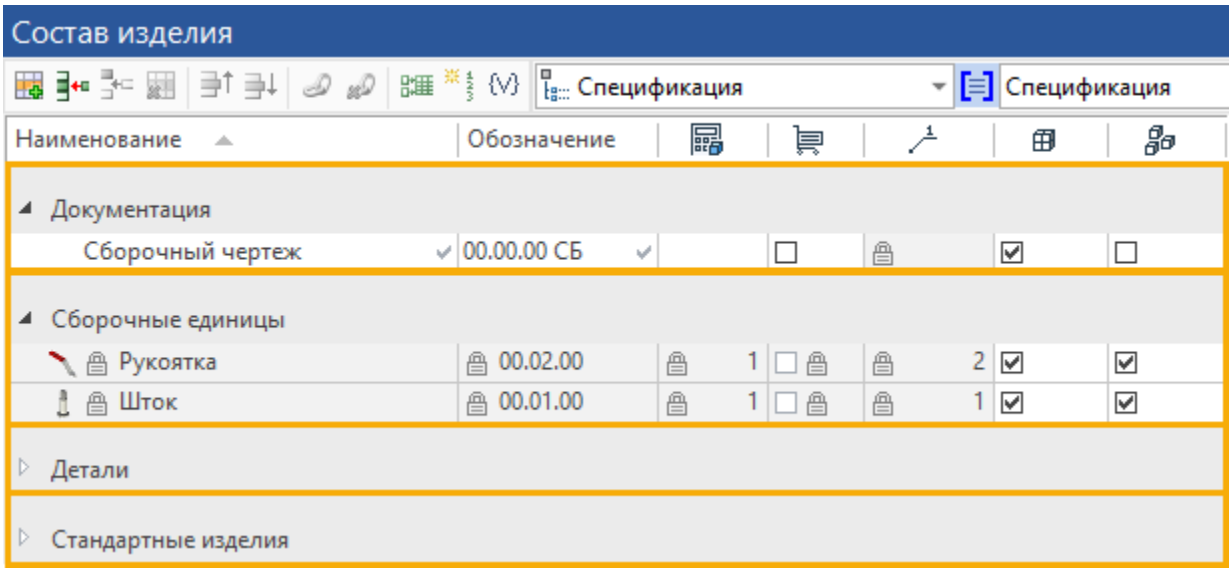
Использовать колонку «Позиция»

Остальные параметры представления, выбранного в списке, настраиваются в нижней части вкладки **Представления**.

Правила группировки

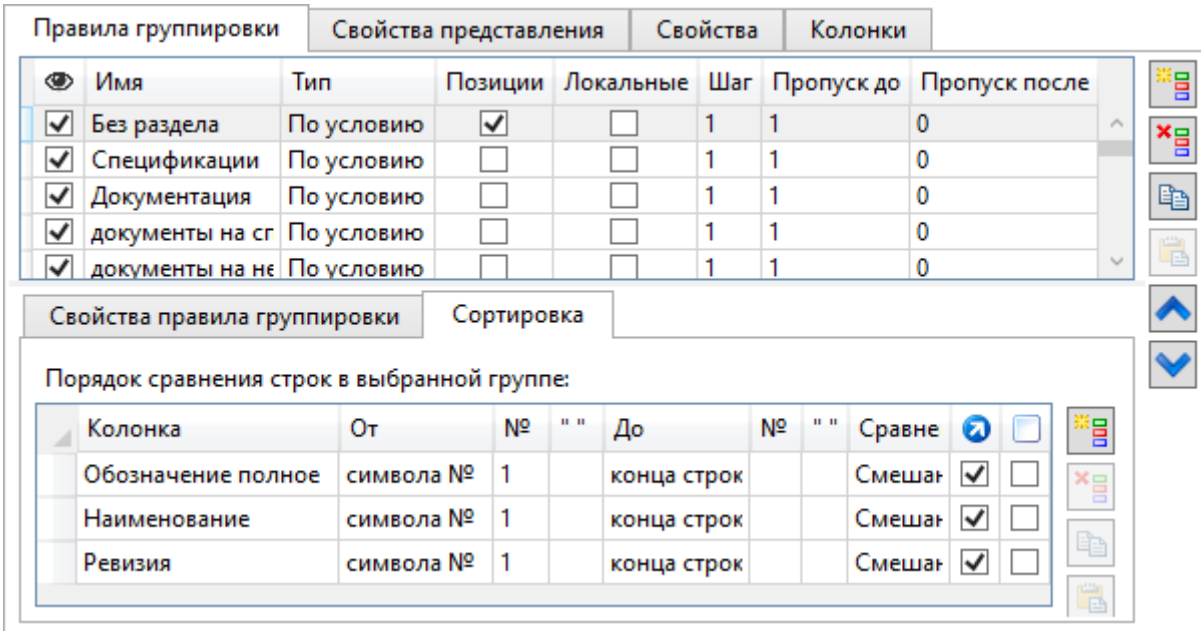
При применении представления записи могут быть объединены в группы по тем или иным признакам. В окне Состав изделия группы можно сворачивать и разворачивать, нажимая на символ ▷ или ◢ рядом с названием группы.

Правила группировки задаются отдельно для каждого представления на одноимённой вкладке, отображаемой в нижней части вкладки **Представления**.



Вкладка **Правила Группировки** разделена на две части. В верхней части вкладки отображается список правил группировки. Нижняя часть вкладки в свою очередь разделена на две вкладки:

- **Свойства правила группировки**
  Используется для задания принципа объединения записей в группу по правилу, выбранному в списке выше. Содержимое вкладки зависит от типа правила
- **Сортировка**
  Используется для задания порядка записей в группе при группировке по правилу, выбранному в списке выше.



Список правил группировки

Каждой строке списка соответствует определённое правило объединения записей состава изделия в группу.

Имя создаваемой группы соответствует имени правила группировки. При этом можно создать несколько правил с одинаковыми именами. Если правила с одинаковыми именами следуют друг за другом в списке, то они будут добавлять записи в одну и ту же группу; в противном случае будут созданы разные группы с одинаковыми названиями.

> Порядок правил в списке определяет порядок их применения. Правила применяются последовательно. Сначала применяется первое правило, которое распределяет записи по группам. Затем к записям, не попавшим в группу в соответствии с первым правилом, применяется второе правило. Потом к записям, не попавшим в группу в соответствии с первым и вторым правилами, применяется третье правило и т.д.

Кроме того, при применении представления группы будут отображаться в окне Состав изделия в порядке их создания. Например, если в списке правила расположены в порядке **А, Б, В, А**, и при этом фактически записи были группированы применением трёх последних правил, тогда как для первого правила не нашлось соответствующих записей, то группы будут располагаться в порядке **Б, В, А**.

Правила в списке можно выбирать с помощью . Строка выбранного правила подсвечивается. На вкладках, расположенных под списком, отображаются свойства правила, выбранного в списке и порядок сортировки сгруппированных с его помощью записей. Справа от списка расположены кнопки следующих команд:

- **Добавить <Ctrl>+<N>**
  Добавляет новое правило. После вызова команды появляется выпадающий список, в котором необходимо выбрать тип правила. Правила типа **По условию** добавляются в начало списка, правила других типов - в конец.

Удалить <Del>
Удаляет выбранное правило.

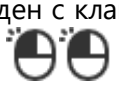
Копировать <Ctrl>+<C>
Копирует выбранное правило в буфер обмена.

Вставить <Ctrl>+<V>
Вставляет правило из буфера обмена.

Вверх и **Вниз**
Позволяют изменить порядок правил в списке.

Для каждого правила в списке отображаются следующие параметры:

Видимость группы
Если флаг снят, то группа и входящие в неё записи не будут отображаться в окне Состав изделия при применении представления.

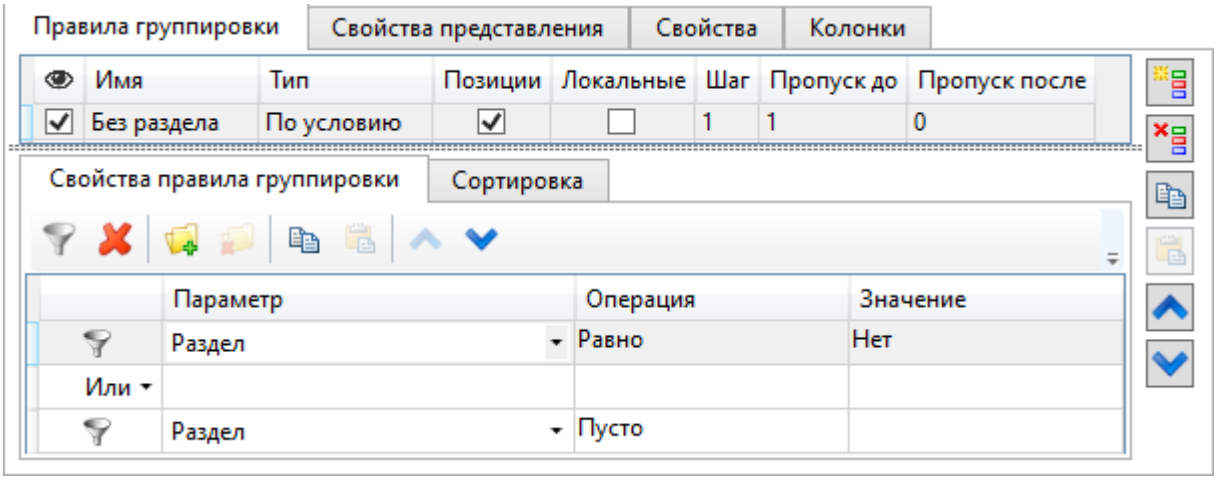
- **Имя**
  Название правила и группы, в которую этим правилом добавляются записи. После добавления нового правила в качестве его имени может быть введен с клавиатуры любой произвольный набор символов. Для изменения имени нажмите  на его поле и введите новое имя с клавиатуры.
- **Тип**
  Принцип объединения записей в группу. От типа зависит содержимое вкладки **Свойства правила группировки**. Описание доступных типов и соответствующего им содержания приведено ниже.
- **Позиции**
  При установленном флаге Использовать для простановки позиций номера позиций присваиваются только записям, группы которых сформированы правилом с установленным флагом **Позиции**. При снятом флаге Использовать для простановки позиций номера позиций не присваиваются, независимо от состояния флага **Позиции**.
- **Локальные**
  По умолчанию этот флаг снят и номера позиций текущей группы продолжают нумерацию позиций предыдущей группы. При установленном флаге нумерация позиций записей, входящих в текущую группу, не зависит от нумерации позиций в предыдущих группах и не влияет на нумерацию в последующих. Независимо от состояния данного флага сама нумерация производится только если установлены флаги **Позиции** и Использовать для простановки позиций.
- **Шаг**
  Разница между номерами соседних позиций.
- **Пропуск до** и **Пропуск после**
  По умолчанию эти параметры равны 0 и нумерация позиций в первой группе начинается с единицы, а позиции в последующих группах начинаются с номера следующего за последней позицией в предыдущей группе. При других значениях пропусков указанное количество номеров будет оставаться незанятым до первого и после последнего номера позиции в текущей группе.
  Пример. Есть всего две группы записей. В группе 1 содержится 10 записей, пропуск до 10, пропуск после - 3. В группе 2 содержится какое-то количество записей, пропуск до - 2. В результате в группе 1 первая запись будет иметь номер 11, а последняя - 20. Далее будут пропущены 5 номеров, так как пропуск после первой группы (3) суммируется с пропуском до второй группы (2). В группе 2 первая запись будет иметь номер 26.

Типы и свойства правил группировки

Доступны следующие **типы правил группировки**:

- **По условию**

  При создании правила этого типа необходимо указать одно или несколько условий отбора элементов в соответствующую группу. Условия задаются ниже на вкладке **Свойства правила группировки** аналогично фильтрам источников данных. Отличие состоит лишь в том, что при задании условий для правил группировки в качестве параметра можно выбрать только содержимое одной из колонок текущего состава изделия.

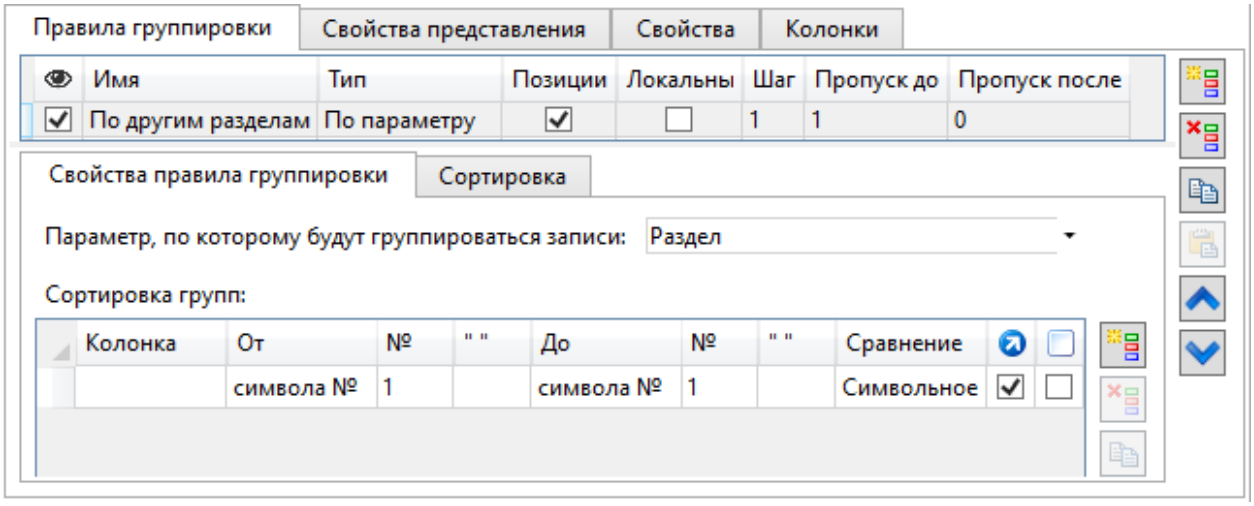


- **По параметру**

  При создании правила такого типа необходимо ниже на вкладке **Свойства правила группировки** выбрать имя колонки в выпадающем списке **Параметр, по которому будут группироваться записи**. Значения этой колонки будут использованы в качестве заголовков групп

При наличии иерархии записей для корректной работы данного правила необходимо, чтобы флаг **Учитывать иерархию записей при группировке** не был установлен. В этом случае представление будет содержать только записи верхнего уровня иерархии. При установленном флаге наличие иерархии ведёт к отсутствию записей в представлении.

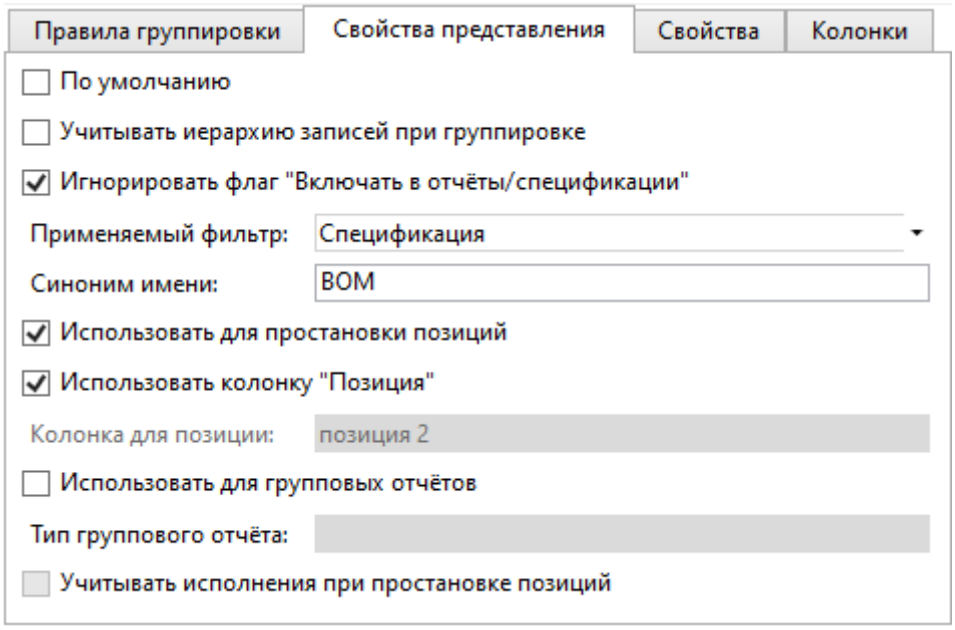
Под выпадающим списком выбора колонки располагается список правил сортировки создаваемых групп. Задание правил сортировки групп осуществляется аналогично заданию правил сортировки записей внутри группы.



- **По разделам спецификации**
  Записи состава изделия группируются по разделам спецификации. Каждый раздел выделяется в отдельную группу. Разделы задаются в команде Разделы спецификации.
- **По умолчанию**
  Объединяет все записи в одну группу. Данное правило рекомендуется ставить последним в списке для группировки записей, не попавших в другие группы.

Свойства представления

На вкладке можно задать общие свойства представления.



По умолчанию
При установке флага данное представление будет использовано в качестве представления по умолчанию для создания отчётов. Если флаг установлен одновременно для нескольких представлений, то будет использовано то из них, которое находится выше в списке представлений. Если флаг **По умолчанию** не установлен ни для одного представления, то будет использовано первое представление с установленным флагом **Использовать для простановки позиций**. Если ни тот, ни другой флаг не установлены ни для одного представления, то будет использовано представление, находящееся на верхней строке списка представлений.

Учитывать иерархию записей при группировке
Если флаг установлен, то группировка выполняется на каждом уровне иерархии отдельно. Это

позволяет при необходимости проставлять позиции и получать отчёты на отдельные «ветви» дерева состава сборки. Данный режим не доступен при включённом флаге **Использовать для групповых отчётов**.

> **Важно**: для правильной работы этого режима необходимо, чтобы самая верхняя запись дерева состава изделия была включена в отчёты текущего документа. В стандартной спецификации верхняя запись по умолчанию не включается в отчёты из-за фильтра по уровню иерархии.

Игнорировать флаг "Включать в отчёты/спецификации"

Если данный флаг установлен, то в текущем представлении записи будут отображаться независимо от состояния колонки Включать в отчёты/спецификации текущего документа.

Применяемый фильтр

В выпадающем списке можно выбрать фильтр, который будет использоваться для данного представления. Выпадающий список содержит фильтры, созданные на вкладке **Фильтры**.

Синоним имени

Для представления можно задать синоним имени. Синоним имени используется при автоматическом формировании имён результатов суммирования.

Использовать для простановки позиций

Если флаг установлен, то для записей в данном представлении автоматически проставляются позиции. При наличии в представлении правил группировки позиции проставляются только в группах, сформированных правилами с установленным флагом **Позиции**. Позиции могут проставляться в разные колонки в зависимости от параметров, описанных ниже. Если флаг **Использовать для простановки позиций** снят, то номера позиций в данном представлении не проставляются независимо от состояния флага **Позиции** для правил группировки.

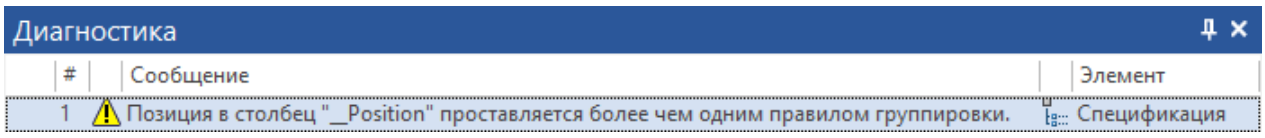
Использовать колонку «Позиция»

Если флаг установлен, то значение позиции выводится в служебную колонку **Позиция**. Если нет, то в колонку, заданную в поле **Колонка для позиции**.

Если и данный флаг снят, и колонка для позиции не выбрана, то номера позиций в составе изделия не отобразятся.

Данный флаг отвечает лишь за выбор колонки для вывода позиций, тогда как сама возможность их простановки определяется состоянием флага **Использовать для простановки позиций**.

> Если несколько представлений используют одну и ту же колонку для простановки позиции, система выдаёт ошибку. Служебная колонка **Позиция** обозначается в тексте сообщения об ошибке как **_Position**.



Колонка для позиции

В выпадающем списке можно выбрать колонку, в которую будут выводиться позиции этого представления. Параметр доступен только при снятом флаге **Использовать колонку «Позиция»**.

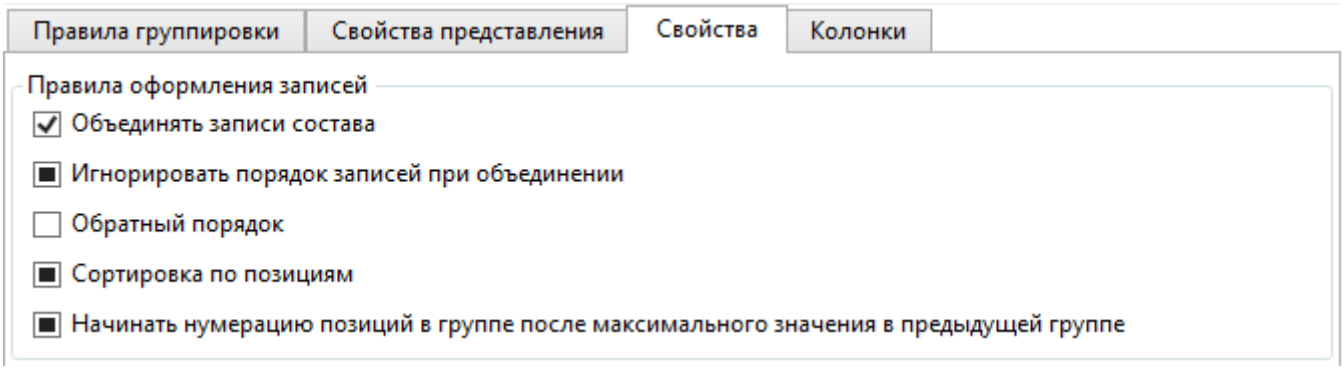
Использовать для групповых отчётов

При установленном флаге данные в представлении будут обработаны специальным образом для формирования группового отчёта. **Тип группового отчёта** выбирается в одноимённом выпадающем списке.

> Подробную информацию о групповых отчётах можно найти в разделе Создание групповой спецификации.

Учитывать исполнения при простановке позиций
Если флаг установлен, то при простановке позиций групповых спецификаций будет учитываться вхождение записи в состав изделия исполнения.

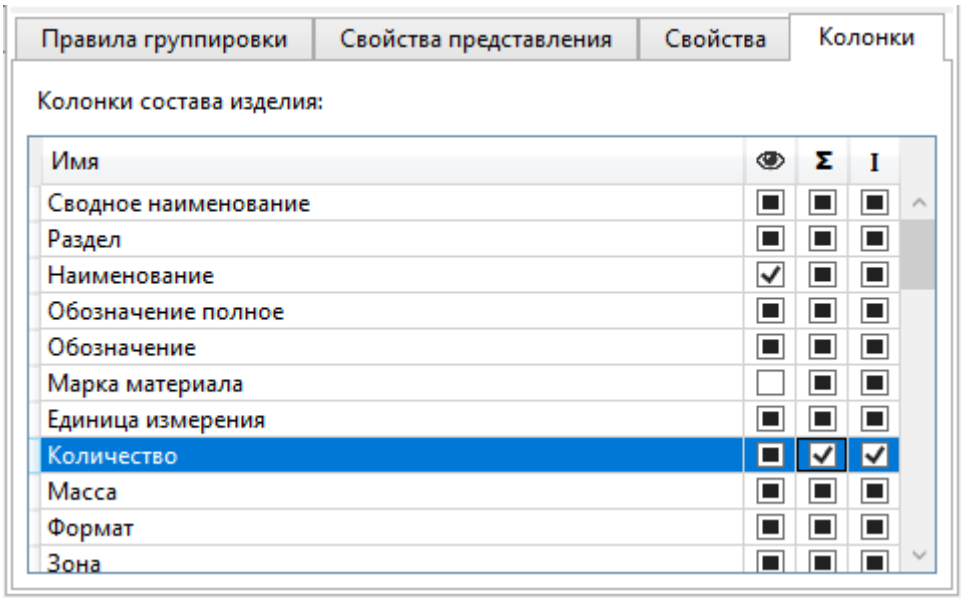
Свойства



Вкладка **Свойства**, отображаемая на вкладке **Представления**, содержит такие же флаги, что и группа параметров Правила оформления записей на вкладке **Свойства**, отображаемой на верхнем уровне окон Типы состава изделия и Параметры состава изделия. Разница состоит в том, что вкладка **Свойства** на верхнем уровне задаёт параметры отображения записей в окне Состав изделия без применения представлений, а вкладка **Свойства** на вкладке **Представления** задаёт параметры отображения записей при применении представления, выбранного в списке выше.
Флаги, расположенные на данной вкладке, могут иметь следующие состояния:

- ■ - статус флага для выбранного представления определяется статусом такого же флага для режима отображения без применения представлений;
- ☑ - флаг установлен для выбранного представления и не зависит от статуса такого же флага для режима отображения без применения представлений;
- ☐ - флаг снят для выбранного представления и не зависит от статуса такого же флага для режима отображения без применения представлений.

Колонки



Вкладка **Колонки**, отображаемая на вкладке **Представления**, так же как и вкладка **Колонки**, отображаемая на верхнем уровне окон Типы состава изделия и Параметры состава изделия, содержит список колонок состава изделия.

Для каждой из колонок в списке отображается **Имя** и флаги следующих параметров отображения:

- **Показывать колонку в окне состава изделия**
- **Суммировать значения при объединении записей**
- **Игнорировать параметр при сравнении записей для объединения**

В отличие от вкладки **Колонки**, отображаемой на верхнем уровне окна, здесь нельзя изменить **Имя** или вызвать диалог свойств колонки.

Флаги на вкладке **Колонки**, отображаемой на вкладке **Представления**, задают параметры отображения колонок в окне **Состав изделия** при применении представления, выбранного в списке выше, тогда как флаги на вкладке **Колонки** на верхнем уровне окна задают параметры отображения записей без применения представлений.

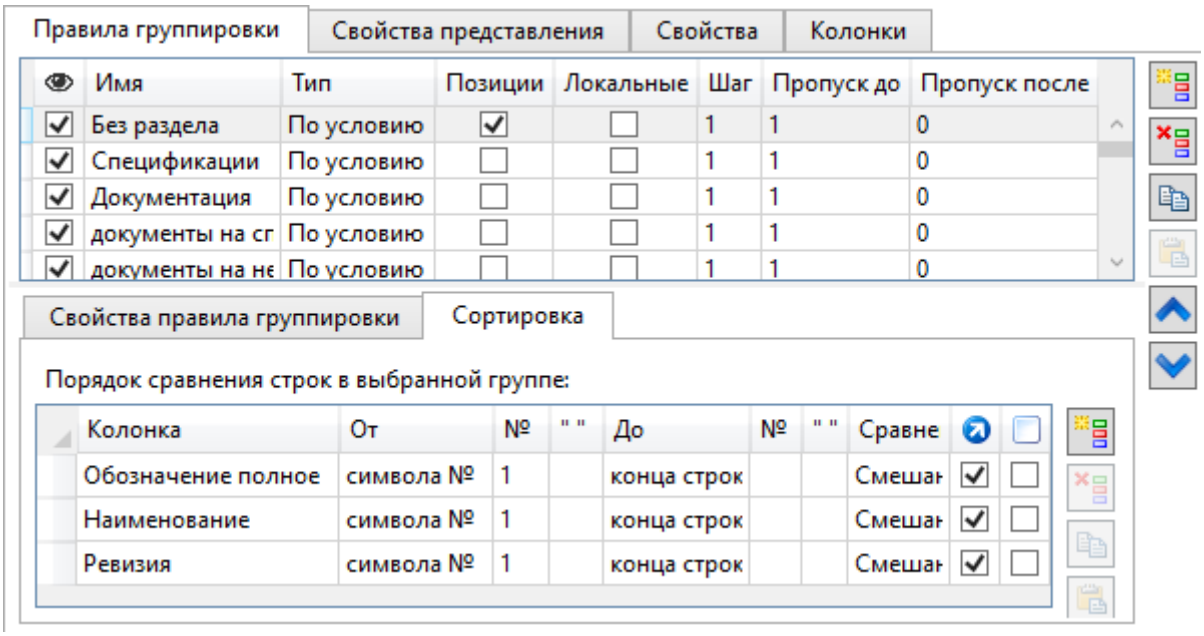
Флаги могут иметь следующие состояния:

- ■ - статус флага для выбранного представления определяется статусом такого же флага для режима отображения без применения представлений;
- ☑ - флаг установлен для выбранного представления и не зависит от статуса такого же флага для режима отображения без применения представлений;
- ☐ - флаг снят для выбранного представления и не зависит от статуса такого же флага для режима отображения без применения представлений.

Основные темы в этом разделе:

- Сортировка записей в представлениях состава изделия

Сортировка записей в представлениях состава изделия



На вкладке **Сортировка** можно задать порядок сортировки записей в создаваемых группах.

Вкладка содержит список правил сортировки записей в группе, создаваемой правилом, которое выбрано в списке выше.

Если правила сортировки для группы не заданы, то записи в составе изделия будут расположены в произвольном порядке.

Важно! Порядок применения сортировок соответствует порядку их расположения в списке.

Правила сортировки в списке можно выбирать с помощью .

Справа от списка расположены кнопки следующих команд:

Добавить <Ctrl>+<N>
Добавляет новое правило сортировки в конец списка.

Удалить <Del>
Удаляет выбранное правило сортировки.

Копировать <Ctrl>+<C>
Копирует выбранное правило сортировки в буфер обмена.

Вставить <Ctrl>+<V>
Вставляет правило сортировки из буфера обмена.

Вверх и **Вниз**
Позволяют изменить порядок правил сортировки в списке.

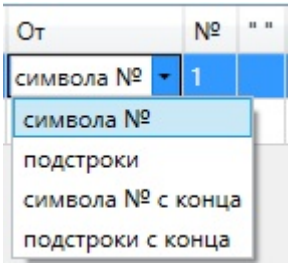
Для каждого правила сортировки в списке отображаются следующие параметры:

Колонка

Из выпадающего списка нужно выбрать имя колонки, по которой будут сортироваться записи.

От

Начало зоны сравнения данных в выбранной колонке. В выпадающем списке можно выбрать одну из следующих опций:

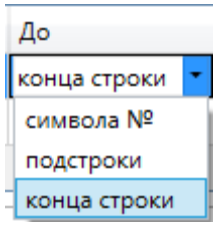


- **символа №**
  Зона сравнения будет начинаться с символа, порядковый номер которого от начала сравниваемой строки указан в поле **№**. Например, при **№=3** зона сравнения будет начинаться с третьего символа от начала строки. Если длина строки меньше, чем указанный номер символа, то строка считается пустой.
- **подстроки**
  Зона сравнения будет начинаться с последовательности символов, указанной в поле **" "**. Порядковый номер вхождения данной последовательности в сравниваемую строку от начала строки указывается в поле **№**. По умолчанию значение в поле **№** равно 1, в результате чего, зона сравнения начинается с первого вхождения указанной последовательности в сравниваемую строку. Если указанная последовательность не входит в сравниваемую строку, или входит меньшее количество раз, чем указанный номер вхождения, то строка считается пустой.
- **символа № с конца**
  Зона сравнения будет начинаться с символа, порядковый номер которого от конца сравниваемой строки указан в поле **№**. Например, при **№=3** зона сравнения будет начинаться с третьего символа от конца строки. Если длина строки меньше, чем указанный номер символа, то строка считается пустой.
- **подстроки с конца**
  Зона сравнения будет начинаться с последовательности символов, указанной в поле **" "**. Порядковый номер вхождения данной последовательности в сравниваемую строку от конца строки указывается в поле **№**. По умолчанию значение в поле **№** равно 1, в результате чего, зона сравнения начинается с первого вхождения указанной последовательности в сравниваемую строку. Если указанная последовательность не входит в сравниваемую строку,

или входит меньшее количество раз, чем указанный номер вхождения, то строка считается пустой.

До

Конец зоны сравнения данных в выбранной колонке. В выпадающем списке можно выбрать одну из следующих опций:



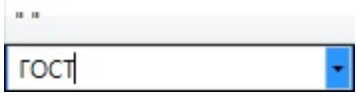
- **символа №**
  Зона сравнения будет заканчиваться на символе, порядковый номер которого от начала сравниваемой строки указан в поле **№**. Например, при **№=10** зона сравнения будет заканчиваться на десятом символе от начала строки. Если длина строки меньше, чем указанный номер символа, то зона сравнения заканчивается на конце строки.
- **подстроки**
  Зона сравнения будет заканчиваться на последовательности символов, указанной в поле **" "**. Порядковый номер вхождения данной последовательности в сравниваемую строку от начала строки указывается в поле **№**. По умолчанию значение в поле **№** равно 1, в результате чего, зона сравнения заканчивается на первом вхождении указанной последовательности в сравниваемую строку. Если указанная последовательность не входит в сравниваемую строку, или входит меньшее количество раз, чем указанный номер вхождения, то зона сравнения заканчивается на конце строки.
- **конца строки**
  Сравнение ведётся до конца строки.

№

В этих полях вводится с клавиатуры порядковый номер символа или подстроки в строке. Одно поле определяет начало зоны сравнения (**От**), другое - конец (**До**).

" "

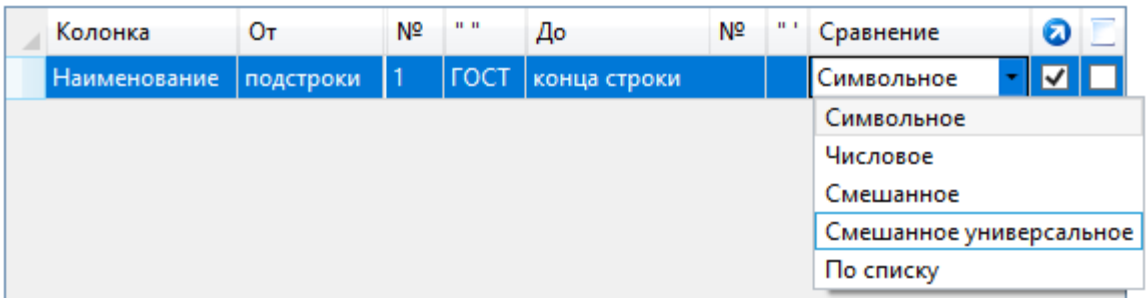
В этих полях вводится с клавиатуры последовательность символов подстроки, если для параметров **От** и/или **До** выбрана опция **подстроки** или **подстроки с конца**. Одно поле определяет начало зоны сравнения (**От**), другое - конец (**До**).



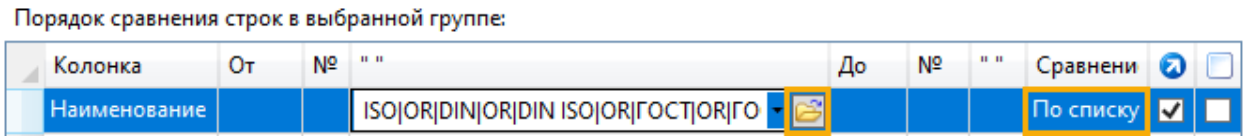
Сравнение

Способ сравнения данных. В выпадающем списке можно выбрать одну из следующих опций:

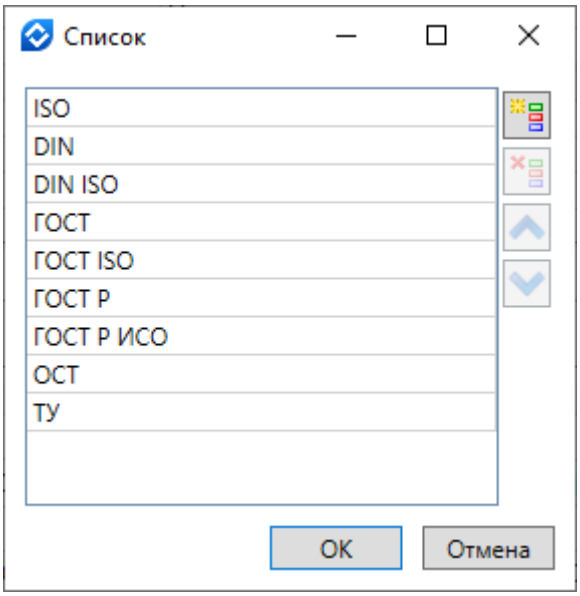
Порядок сравнения строк в выбранной группе:



- **Символьное**
  Содержимое двух ячеек данных таблицы сравнивается как две текстовые строки.
- **Числовое**
  Содержимое двух ячеек данных таблицы сравнивается как два числа. Если содержимое ячейки начинается не с цифры, то ячейка считается пустой. Если содержимое начинается с цифр, за которыми следуют другие символы, то все символы, кроме первой непрерывной последовательности цифр не учитываются при сравнении
- **Смешанное**
  Строка разбивается на подстроки, содержащие текстовые и числовые значения, после чего однотипные подстроки сравниваются. Одиночные точки или запятые, стоящие между цифр, считаются разделителями двух числовых подстрок. Тип разделителя учитывается при сортировке - запятая имеет приоритет над точкой.
  Если содержимое первой из сравниваемых ячеек начинается с цифры, то система выделяет числовую подстроку от начала строки ячейки и сравнивает её значение с числовой подстрокой, найденной во второй ячейке. Если содержимое первой позиции второй ячейки начинается не с цифры, то подстрока из первой ячейки сравнивается с пустой числовой подстрокой. Затем в первой ячейке выделяется подстрока, содержащая текстовые символы, и такие символы сравниваются в обеих ячейках, начиная с позиции, следующей за последним числом подстроки, используемой на предыдущем шаге сравнения. Таким образом, анализируется содержимое обеих ячеек до конца первой ячейки. Если на одной позиции в ячейках данных присутствуют и цифры, и текстовые символы, то приоритет отдаётся цифрам. Если при сравнении двух текстовых подстрок на одной позиции имеется набор символов «АА» и набор символов «ААА», то приоритет отдаётся более короткой записи.
- **Смешанное универсальное**
  Аналогично смешанному, но тип разделителя числовых подстрок не учитывается при сортировке.
- **Смешанное числовое**
  Аналогично смешанному универсальному, но первая с начала числовой подстроки одиночная точка между цифрами считается разделителем целой и дробной частей числа.
- **По списку**
  После выбора данного способа сравнения требуется задать только колонку и список значений, по которому она будет отсортирована. Для задания списка необходимо выбрать строку правила с помощью . Строка подсветится. Затем следует нажать на левом поле "" данной строки. В поле появится кнопка **Список**, открывающая одноимённый диалог.

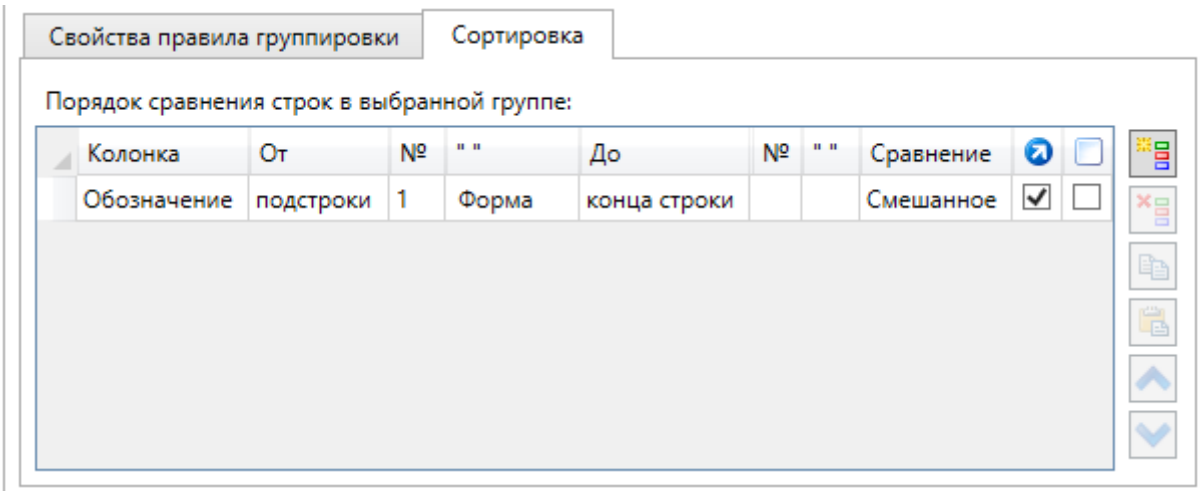


Диалог **Список** содержит список текстовых подстрок. Записи состава изделия в текущей группе, содержащие указанные подстроки, будут отсортированы в порядке расположения подстрок в списке. Остальные записи будут в помещены в конец группы. Подстроки в списке можно выбирать с помощью . Выбранная подстрока подсвечивается. С помощью кнопок, расположенных в правой части диалога, можно **Добавить** <**Ctrl**>+<**N**> новую подстроку после выбранной, **Удалить** <**Del**> выбранную подстроку или переместить её **Вверх** и **Вниз** по списку. После нажатия на подстроке можно ввести с клавиатуры её содержимое.



Пример задания сортировки

Сортировка будет задана по содержимому колонки **Обозначение** для всех записей в группе **Детали**.



В каждой ячейке данных колонки **Обозначение** будет проводиться поиск **первой** с начала подстроки **Форма**. Он будет проводиться **до конца строки**. Используется способ сравнения **Смешанное**, т.е. будут учтены все символы и цифры после указанной подстроки.

Порядок записей без применения сортировки показан ниже:

Наименование	Обозначение
Модель	Об.4 ФормаВ3
Модель	Об.3 Форма12а
Модель	Об.2 ФормаА4
Модель	Об.1 Форма1161
Модель	Об.1 Форма1162
Модель	Об.2 ФормаАА4

В результате применения представления с сортировкой записи были упорядоченны следующим образом:

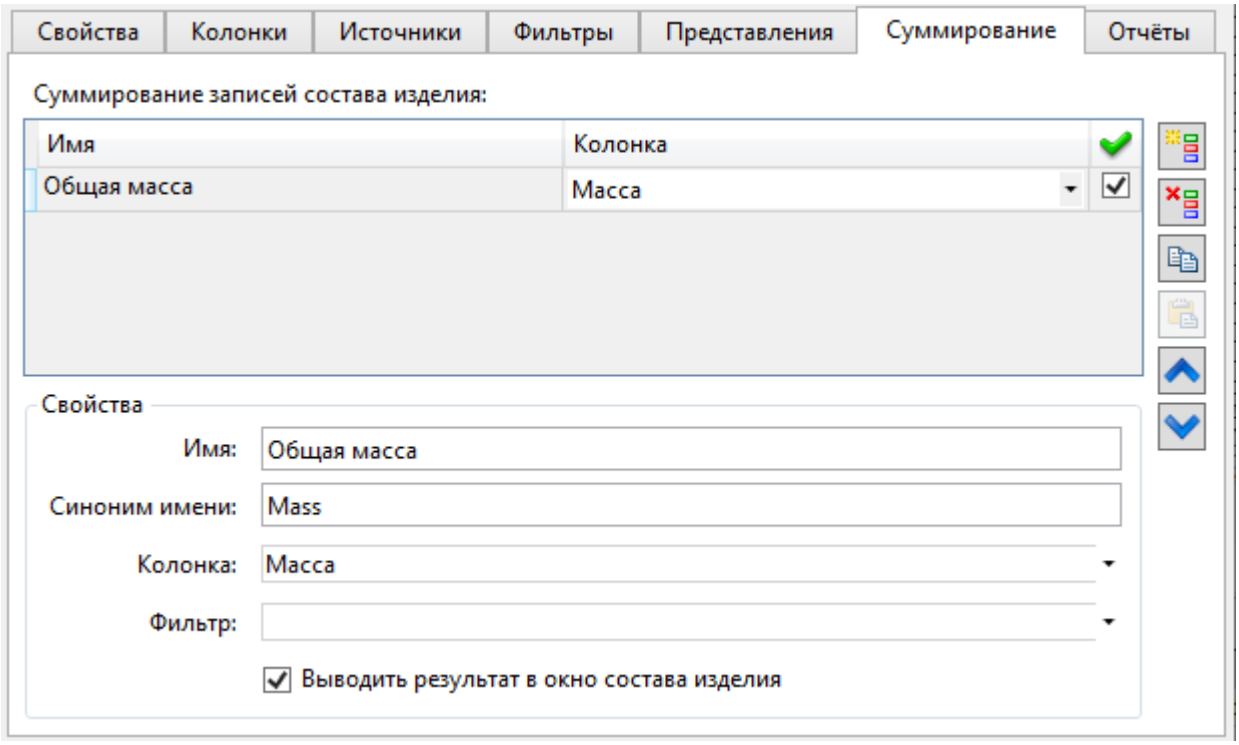
Наименование	Обозначение
Модель	Об.1 Форма1161
Модель	Об.1 Форма1162
Модель	Об.3 Форма12а
Модель	Об.2 ФормаА4
Модель	Об.2 ФормаАА4
Модель	Об.4 ФормаВ3

Символы и числа до подстроки **Форма** не были учтены при сортировке.
Вначале было проведено сравнение по первой позиции после подстроки **Форма**.

Из каждой ячейки данных были выбраны **цифры**, расположенные на первой позиции (1). Далее эти числа были объединены с находящимися рядом с ними цифрами в числа (11,12) и по ним было проведено сравнение.
После этого были выбраны все **текстовые символы** на первой позиции (А, В). Они были объединены в подстроки с соседними символами в ячейке данных, при их наличии (АА). По ним также было проведено сравнение.
Затем было проведено сравнение по следующей позиции и т.д. до конца строки.

Суммирование записей состава изделия

С помощью вкладки **Суммирование** окон Типы состава изделия и Параметры состава изделия можно включить вычисление суммы значений той или иной колонки состава изделия. Результат вычисления можно отобразить в окне Состав изделия и/или использовать как значение переменной.



Справа расположены следующие иконки: **Новый параметр**, **Удалить**, **копирования/вставки**/, **Вверх**, **Вниз**.

После создания условия суммирования, оно отображается в списке **Суммирование записей состава изделия**.

В группе **Свойства** для каждого условия суммирования имеется следующий набор задаваемых параметров:

Имя. Задаёт имя условия суммирования.

Синоним имени. В этом поле можно задать синоним имени для условия суммирования. Этот синоним имени будет отображаться в окне Результаты суммирования, которое описано ниже.

Колонка. Из выпадающего списка нужно выбрать колонку, в которой будет проводиться суммирование данных.

> Если параметр **Суммировать значения при объединении записей** установлен для выбранной колонки, он будет учтён при суммировании.

Фильтр. В выпадающем списке можно выбрать один из фильтров, созданный на закладке **Фильтры**, который будет учитываться при суммировании значений. Т.е. суммирование будет применено только к записям, удовлетворяющим условиям фильтра.

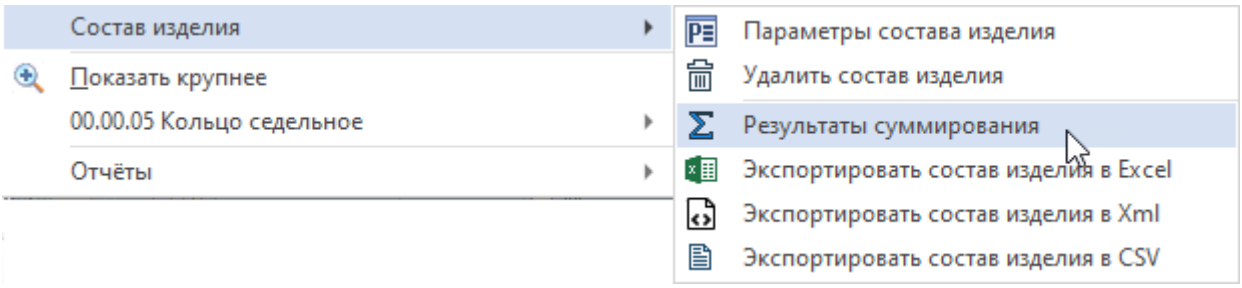
Выводить результат в окно состава изделия. Когда флаг установлен, результат суммирования отображается в нижней части окна **Состав изделия** при включённом режиме **Применить представление состава изделия**.

Наименование	Обозначе...	Количество	Покупное изделие	Позиция	
Документация					
Сборочный чертеж	00.00.00СБ				
Детали					
Стойка	17.33.1	1		1	
Толкатель	17.33.2	1		2	
Ось	17.33.3	1		3	
Кулачок	17.33.4	1		4	
Рукоятка	17.33.5	1		5	
Ручка	17.33.6	1		6	
Суммирование количества		6			

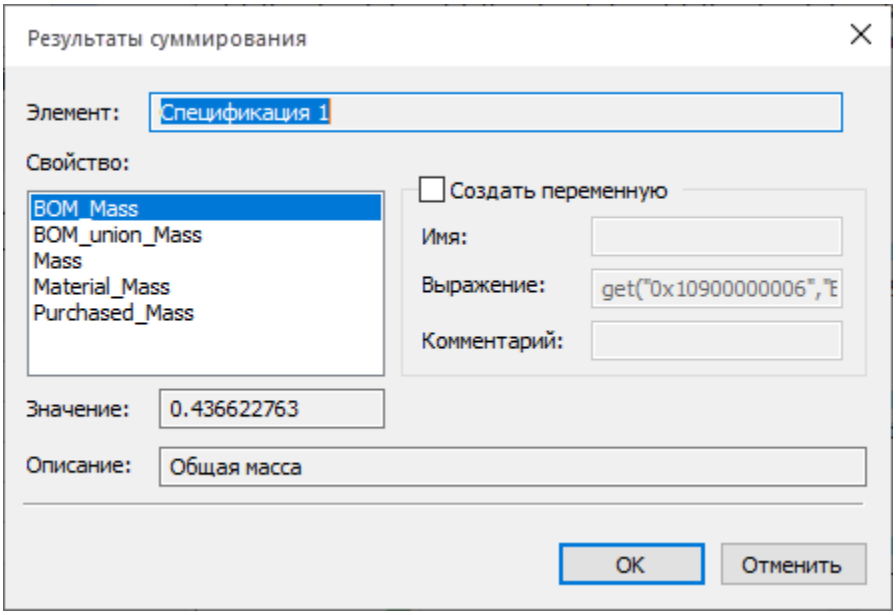
Результаты суммирования

Результаты суммирования можно связывать с переменными. Для этого нужно выполнить следующую последовательность действий:

Для начала в контекстном меню состава изделия нужно выбрать пункт **Результаты суммирования**.



После этого откроется окно **Результаты суммирования**. В поле **Имя состава изделия** отображается имя текущего состава изделия.



Необходимо активировать флаг **Создать переменную** и ввести **Имя переменной**. Для неё можно также ввести **Комментарий**.

В поле **Выражение** показана функция для получения значения переменной.

В поле **Имя условия суммирования** необходимо выбрать представление с необходимым условием суммирования.

Результат суммирования создаётся для каждого представления отдельно.

Пример: В составе изделия существует четыре представления. Если создать для этой состава одно условие суммирования, то в поле **Имя условия суммирования** появятся пять записей.
Четыре записи относятся к представлениям. Они считают сумму в колонке для включённых в представление записей.
Пятая запись показывает общую сумму в колонке без учета представлений, т.е. для всех существующих записей.

Для каждой из пяти записей учитывается фильтр применённый для данного суммирования.

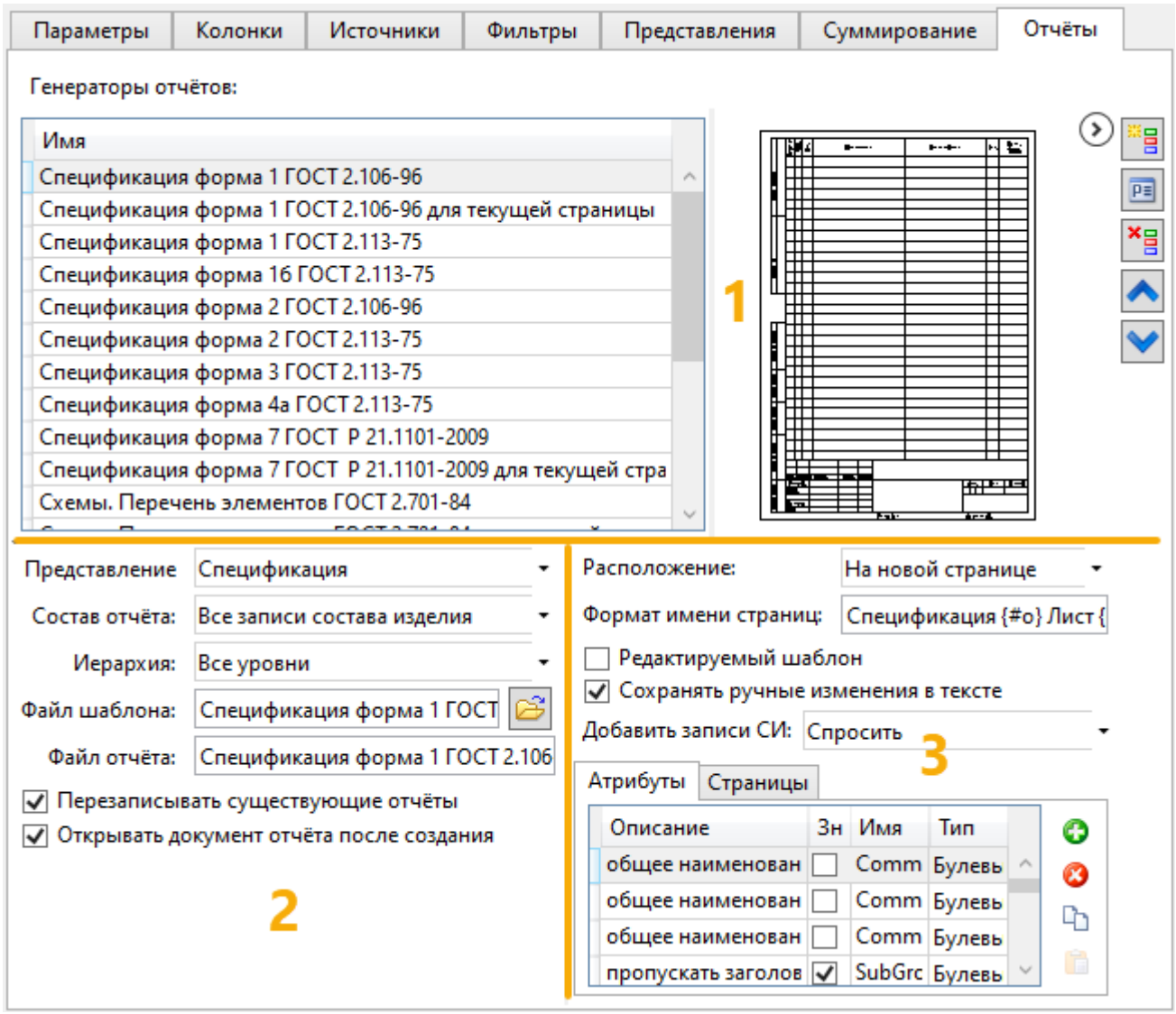
Имя условия суммирования формируется из двух частей. Первая часть этого имени – имя/синоним имени представления (Для СП), вторая - имя/синоним имени условия суммирования (Sum).

Если для представлений и условий суммирования заданы синонимы имени, то в поле будут отображаться они. В противном случае будут отображаться имена.

При выборе записи в списке **Имя условия суммирования** в полях **Значение** и **Описание** отображается информация по выбранному условию суммирования.

Отчёты по составу изделия

На вкладке **Отчёты** окон Типы состава изделия и Параметры состава изделия задаются параметры, используемые по умолчанию при создании отчёта по соответствующему составу изделия. Вкладка разбита на следующие основные части:

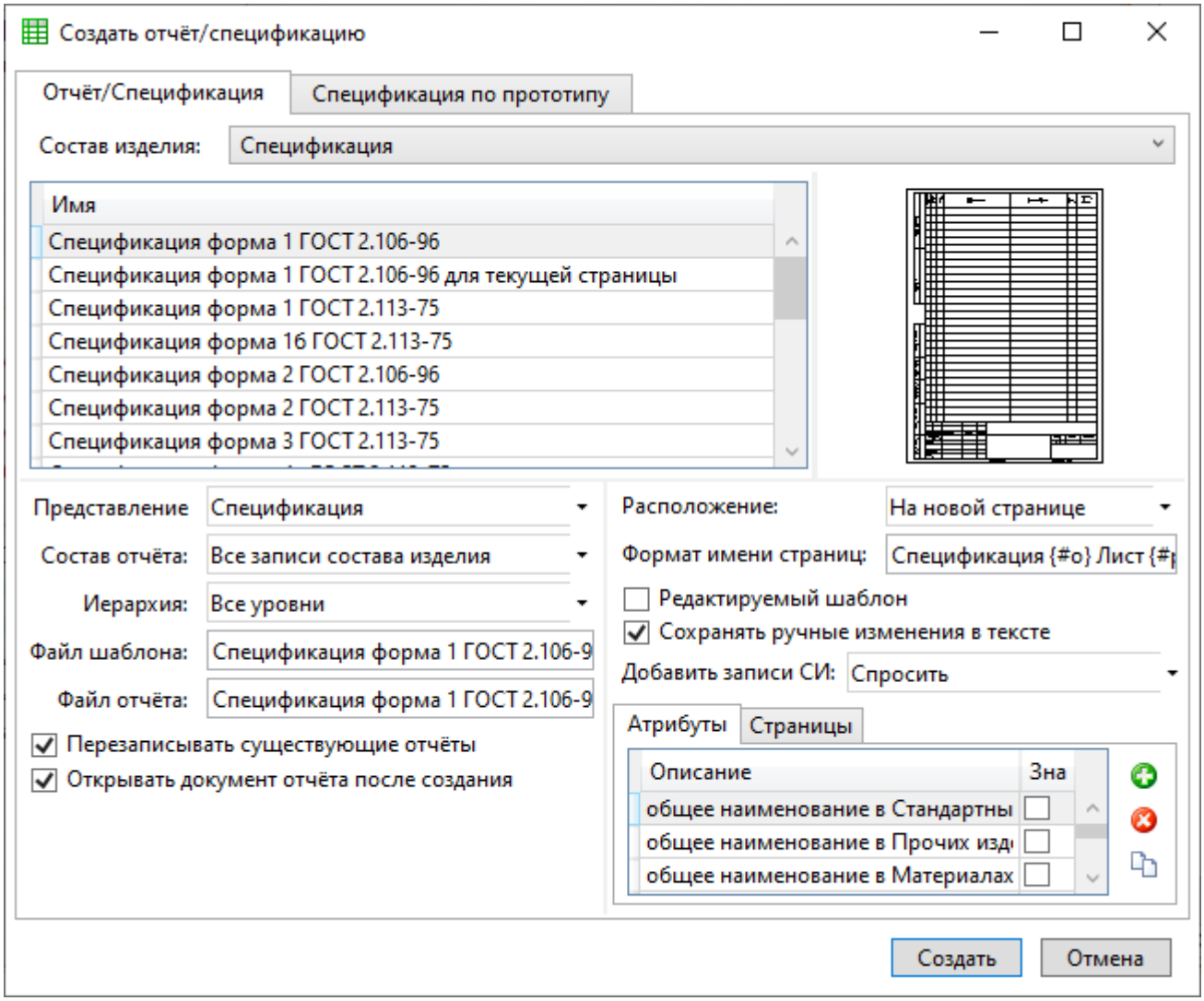


1 - Список генераторов отчётов

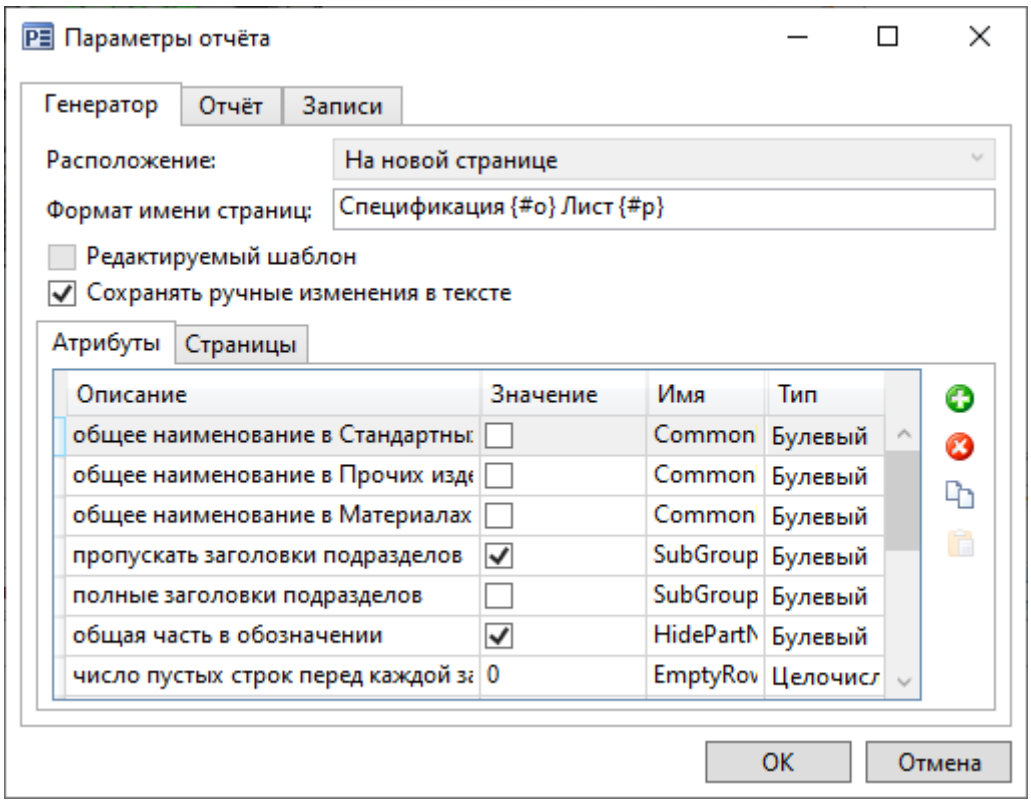
2 - Набор параметров отчёта

3 - Набор параметров генератора

Аналогичные параметры также отображаются в командах создания отчётов и в диалоге параметров ранее созданного отчёта. При этом в командах создания отчётов отсутствует возможность редактировать список генераторов, а все вносимые изменения распространяются только на отчёт, создаваемый в текущем сеансе работы с командой. В диалоге параметров отчёта список генераторов отсутствует вовсе (т.к. для уже созданного отчёта нельзя сменить генератор), параметры отчёта и параметры генератора отображаются в отдельных вкладках, а также могут присутствовать дополнительные вкладки с элементами управления, недоступными в окнах **Типы состава изделия** и **Параметры состава изделия**.



Диалог команды создания отчёта

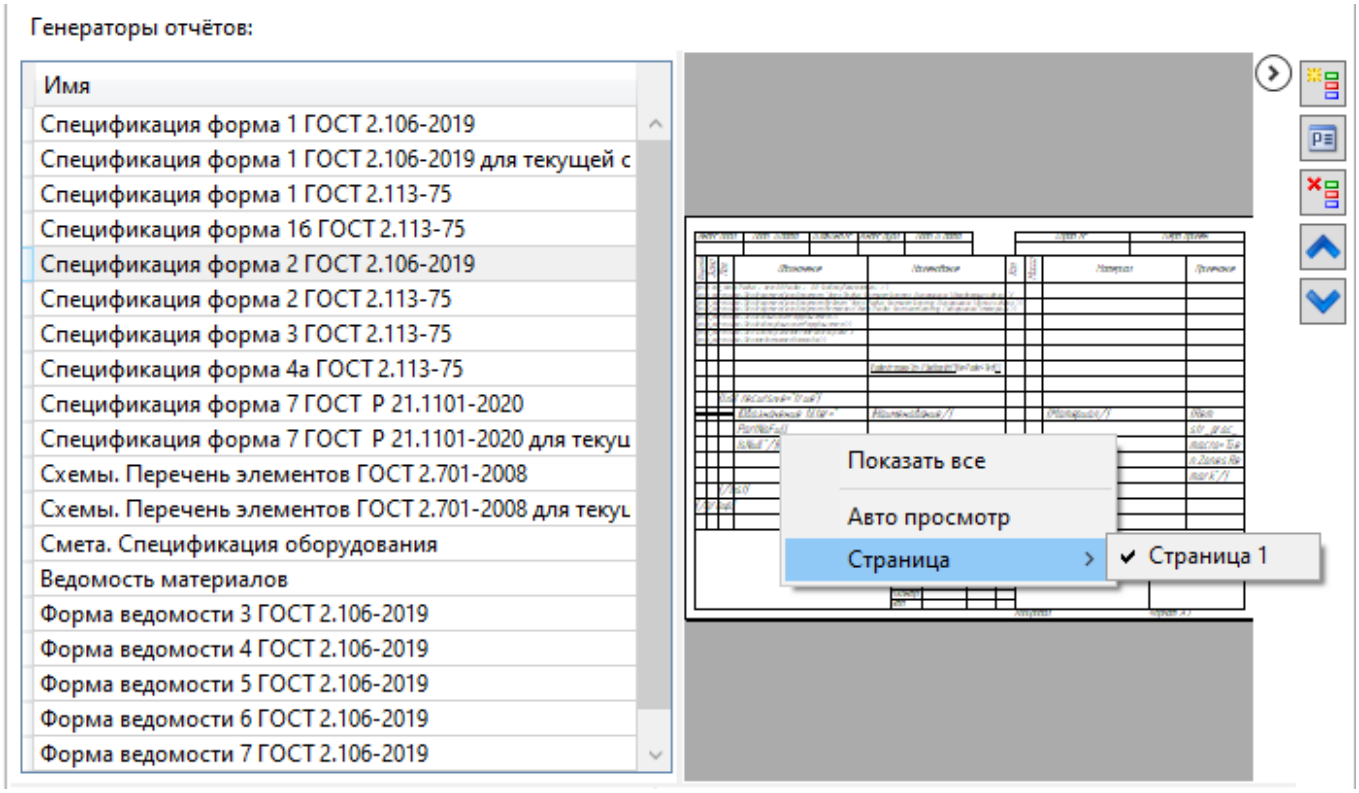


Диалог параметров отчёта

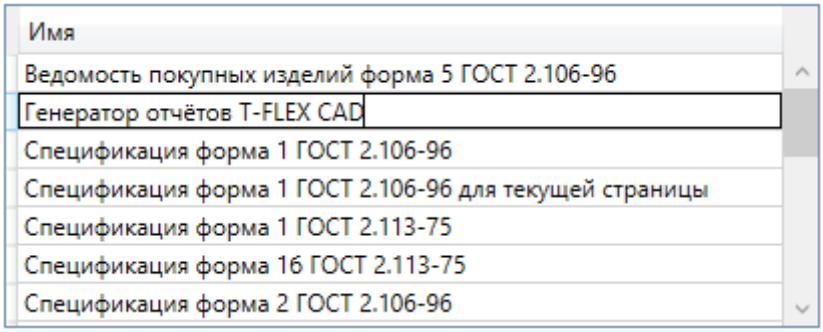
Основные темы в этом разделе:

- Список генераторов отчётов
- Набор параметров отчёта
- Набор параметров генератора отчётов

Список генераторов отчётов



В левой верхней части вкладки [Отчёты](#) окон [Типы состава изделия](#) и [Параметры состава изделия](#) расположен список генераторов отчётов, доступных для соответствующего состава изделия. Генератор обрабатывает имеющиеся данные состава изделия по определённым правилам и формирует отчёт. Генераторы можно выбирать в списке нажатием . В нижней части вкладки отображаются [параметры выбранного генератора](#) и соответствующие ему [параметры отчёта](#). Двойное нажатие на генераторе позволяет его переименовать.

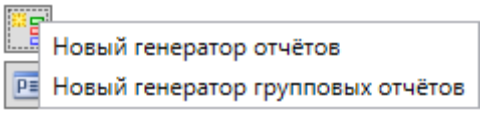


Справа располагается область просмотра шаблона, используемого генератором, выбранным в списке. Область просмотра можно скрыть при помощи кнопки . Нажатие в области просмотра увеличивает масштаб изображения и центрирует его по месту нажатия. Также можно увеличить произвольную область, указав её с зажатой . Контекстное меню, вызываемое нажатием в области просмотра позволяет вернуть масштаб к первоначальному (**Показать всё**) или переключиться на другую страницу (если шаблон многостраничный).

Справа расположены следующие кнопки:

Добавить <Ctrl>+<N>

После нажатия кнопки необходимо выбрать тип генератора.



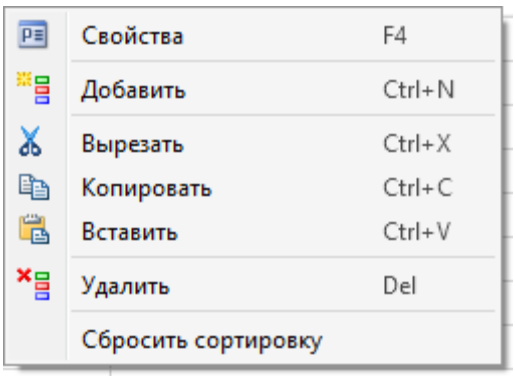
После выбора типа новый генератор появится в списке. При этом большая часть его параметров будет не задана. Для использования самостоятельно созданного генератора необходимо, как минимум, назначить для него шаблон.

Параметры <F4>
Открывает параметры выбранного генератора в отдельном диалоговом окне.

Удалить <Del>
Удаляет выбранный генератор.

Вверх и **Вниз**
Перемещают выбранный генератор по списку.

Эти команды также доступны в контекстном меню, вызываемом нажатием на генераторе в списке. Также доступны команды, позволяющие копировать генератор через буфер обмена.

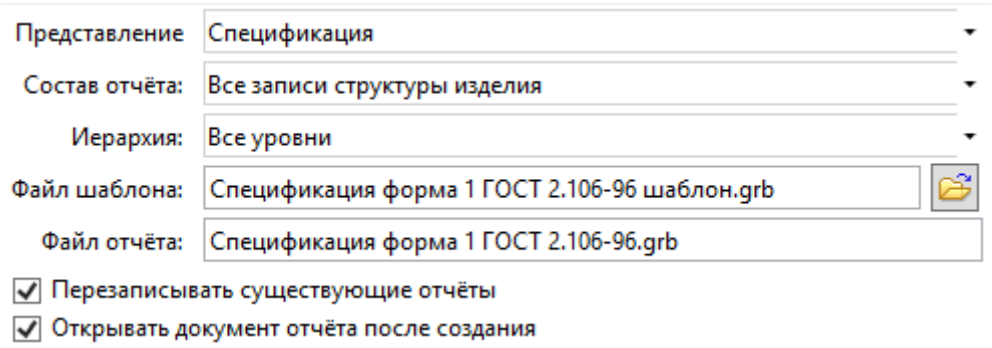


См. также:

- Отчёты по составу изделия
- Набор параметров отчёта
- Набор параметров генератора отчётов

Набор параметров отчёта

В левой нижней части вкладки **Отчёты** окон **Типы состава изделия** и **Параметры состава изделия** можно задать следующие параметры отчёта для генератора, выбранного в списке выше.



Представление
Задаёт представление, данные которого будут выводиться в отчёт. При выборе варианта **По умолчанию** используется представление, в свойствах которого установлен одноимённый флаг. Если флаг установлен одновременно для нескольких представлений, то будет использовано то из них, которое находится выше в списке представлений. Если флаг **По умолчанию** не установлен ни для

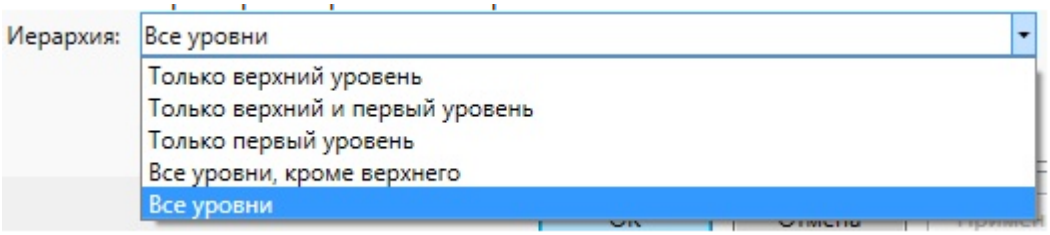
одного представления, то будет использовано первое представление с установленным флагом **Использовать для простановки позиций**. Если ни тот, ни другой флаг не установлены ни для одного представления, то будет использовано представление, находящееся на верхней строке списка представлений.

Состав отчёта

Задаёт режим вывода данных в отчёт. Если задано **Все записи состава изделия**, то в отчёт будут выведены все данные. Если **Только выбранные записи**, то в отчёт будут выведены данные выбранной «ветви» дерева состава изделия. Это позволяет создавать отчёты для вложенных сборочных единиц в файле основной сборки.

Иерархия

Задаёт, какие уровни дерева состава изделия будут выводиться в отчёт. Корневая запись дерева считается нулевым уровнем. Имеется несколько вариантов значений:



Файл шаблона

Здесь задаётся имя файла шаблона отчёта. Для выбора файла предназначена кнопка.

> Правила создания шаблонов описаны в разделе Создание шаблона отчёта.

Файл отчёта

Задаёт имя файла, в который будет сохраняться отчёт, при его создании в отдельном документе. Файл отчёта будет сохранен в ту же папку, где находится файл состава изделия.

Перезаписывать существующие отчёты

Если флаг установлен, то при создании нового отчёта этим же генератором отчёта, новый отчёт заменит существующий в документе. Если флаг снят, то при создании нового отчёта всегда будет создаваться новая таблица.

Открывать документ отчёта после создания

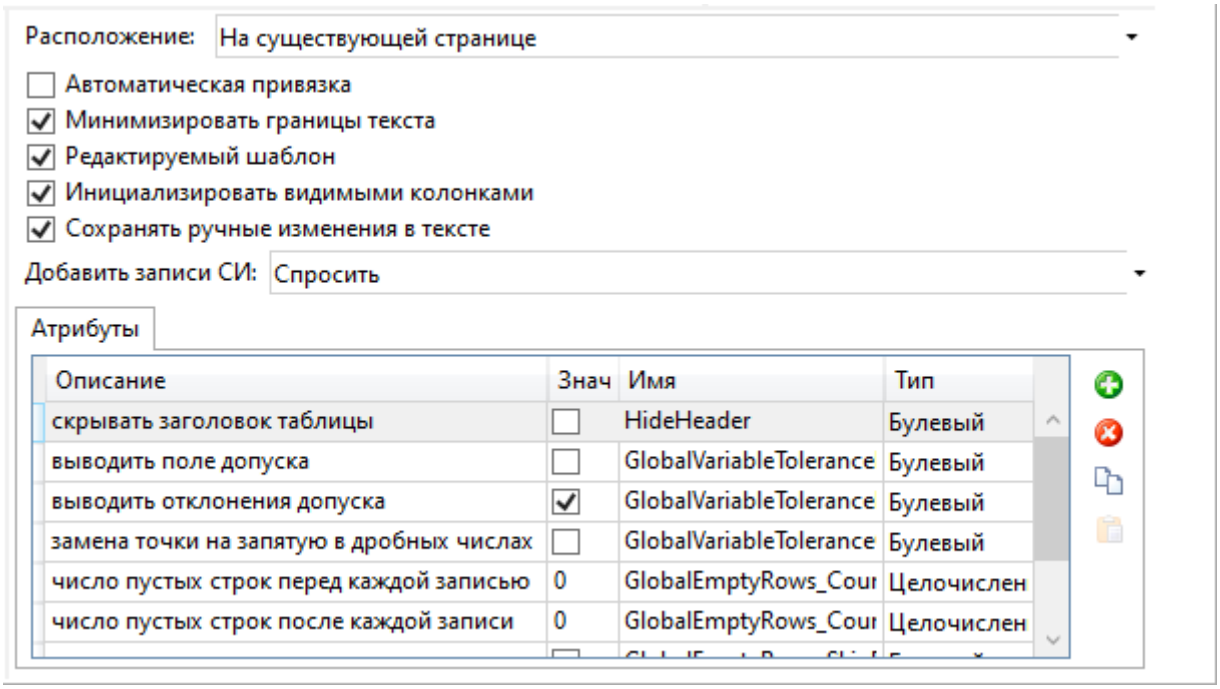
Флаг учитывается при создании отчёта в отдельном документе. Если флаг установлен, то после создания файл с отчётом будет открыт. Если снят - активным останется документ сборки.

См. также:

- Отчёты по составу изделия
- Список генераторов отчётов
- Набор параметров генератора отчётов

Набор параметров генератора отчётов

В правой нижней части вкладки **Отчёты** окон **Типы состава изделия** и **Параметры состава изделия** можно задать следующие параметры генератора отчётов, выбранного в списке выше.



Расположение:

- **В новом документе**.
  При создании отчёта система автоматически создаёт новый документ с именем, указанным в поле **Файл отчёта** в параметрах отчёта, и размещает таблицу отчёта на страницах этого документа.
- **На новой странице**.
  При создании отчёта система автоматически создаёт в текущем документе новые страницы и размещает на них таблицу отчёта.
- **На существующей странице**.
  При создании отчёта он либо размещается на текущей странице автоматически (если включена опция **Автоматическая привязка**), либо необходимо вручную указать его положение на любой из имеющихся страниц текущего документа.

Формат имени страниц

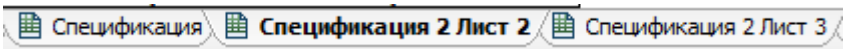
Данная опция доступна, если выбрано расположение **На новой странице.** В общей форме формат имени выглядит следующим образом:

«Название спецификации» {#o} Лист {#p}

Для каждой страницы:

{#o} – будет заменено на номер спецификации данного типа.

{#p} – будет заменено на номер страницы данной спецификации.



Автоматическая привязка

Данная опция доступна, если выбрано расположение **На существующей странице.** Установленный флаг включает режим автоматической привязки таблицы отчёта к узлам с именами «BOM1», «BOM2».

> Имя узла задаётся в команде редактирования узла.

Привязка работает только при условии, что на одной странице существуют оба именованных узла. В стандартных форматках такие узлы существуют по умолчанию.

Если узлы с указанными именами на текущей странице не найдены, то система выдаёт сообщение и переходит в режим ручного ввода точки привязки для таблицы отчёта.

При ручном вводе точки привязки необходимо указать положение левого верхнего угла прямоугольника, выделяемого для таблицы.

Минимизировать размеры текста

Данная опция доступна, если выбрано расположение **На существующей странице** и отключена **Автоматическая привязка.** При установленном флаге система автоматически определяет необходимую высоту ограничивающего прямоугольника таблицы отчёта, в зависимости от числа строк в отчёте.

Редактируемый шаблон

Если данный флаг установлен, то при расположении отчёта **На существующей странице** можно использовать команду Редактировать шаблон отчёта. В противном случае, изменения, внесённые с помощью данной команды, не будут сохранены. При расположении отчёта **На новой странице** или **В новом документе** такие изменения не сохраняются независимо от состояния данного флага. При установленном флаге ниже доступна опция **Инициализировать видимыми колонками**.

Инициализировать видимыми колонками

Данная опция доступна, если выше установлен флаг **Редактируемый шаблон.** Она предназначена для использования с шаблонами, содержимое которых может автоматически меняться в зависимости от набора данных, выводимых в отчёт. Такие шаблоны создаются с соблюдением специфических правил, описанных в главе Шаблон отчёта с переменным набором колонок. Например, при создании таблицы исполнений шаблон может содержать разную номенклатуру столбцов в зависимости от того, значения каких переменных пользователь желает вывести в отчёт. При использовании данной опции отчёт будет содержать все видимые колонки соответствующего состава изделия, кроме служебных.

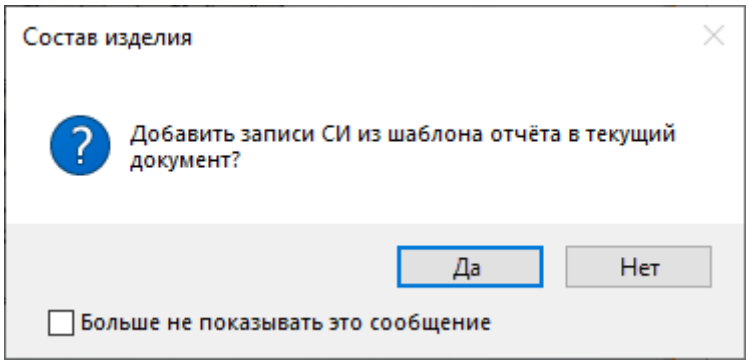
Сохранять ручные изменения в тексте

Если данный флаг установлен, то при ручном редактировании содержимого ячеек таблицы отчёта на чертеже они теряют связь с соответствующими колонками состава изделия и в дальнейшем сохраняют значения, отредактированные вручную. Если отключить данную опцию, то после обновления таблицы значения, отредактированные вручную, будут заменены на значения из состава изделия.

Добавлять записи СИ

Если шаблон отчёта содержит какие-либо записи состава изделия, эти записи можно добавить в текущий документ при создании отчёта. Таким образом можно, например, включать сами отчёты в состав изделия. Записи, добавленные из шаблона отчёта, удаляются при удалении этого отчёта. В выпадающем списке данного параметра доступны следующие опции:

- **Спросить**
  Если в шаблоне есть записи, при создании отчёта появится диалоговое окно с вопросом: **Добавить записи СИ из шаблона отчёта в текущий документ?**



- **Да**
  Записи будут добавляться всегда (при их наличии в шаблоне).

- **Нет**
  Записи не будут добавляться никогда.

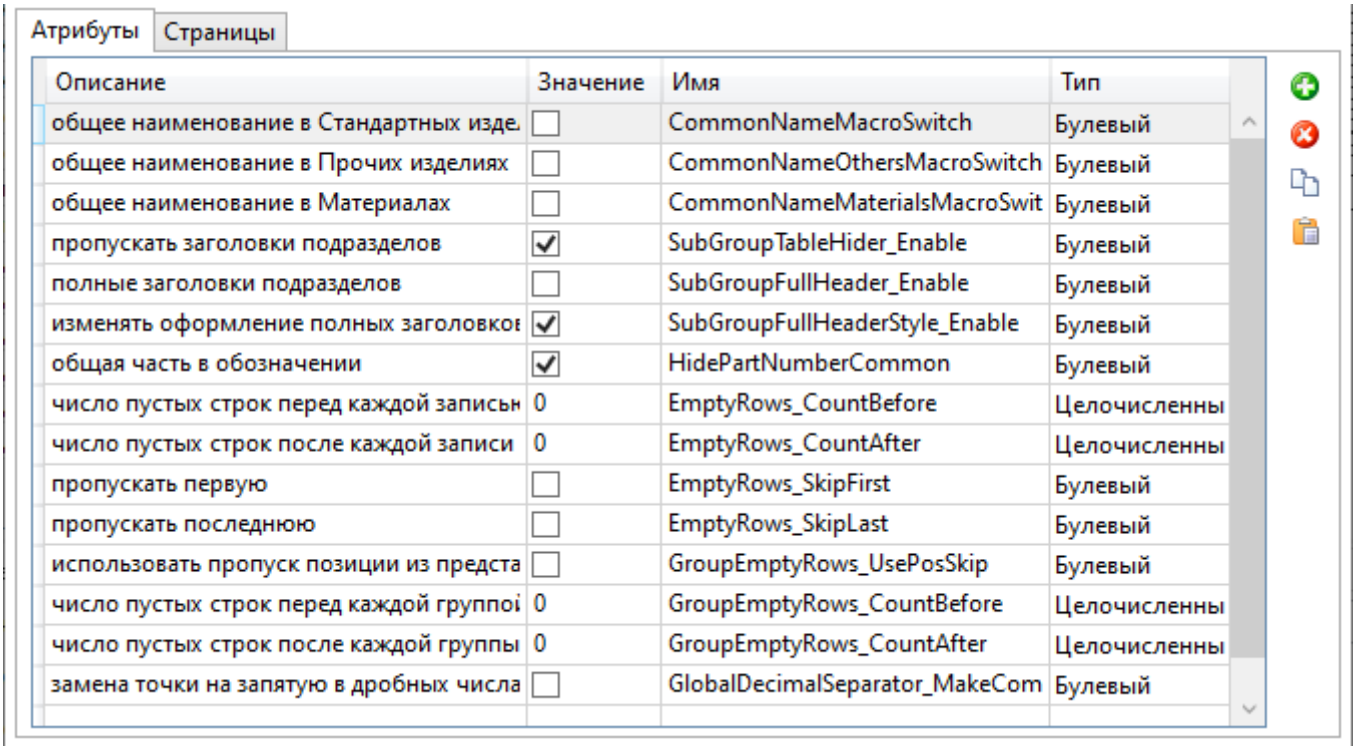
Под вышеперечисленными параметрами располагаются следующие вкладки:

- **Атрибуты** (доступна всегда)
- **Страницы** (доступна, если выбрано расположение **На новой странице**).

См. также:

- Отчёты по составу изделия
- Список генераторов отчётов
- Набор параметров отчёта

Атрибуты



В данной вкладке параметров генератора отчётов отображается список управляемых пользователем атрибутов макроса, содержащегося в файле шаблона отчёта. Значения атрибутов влияют на итоговый вид таблицы отчёта.

Для выбора атрибута в списке нажмите на его строке. Кнопки справа от списка позволяют **Добавить** **Удалить**, **Копировать** или **Вставить** атрибут.

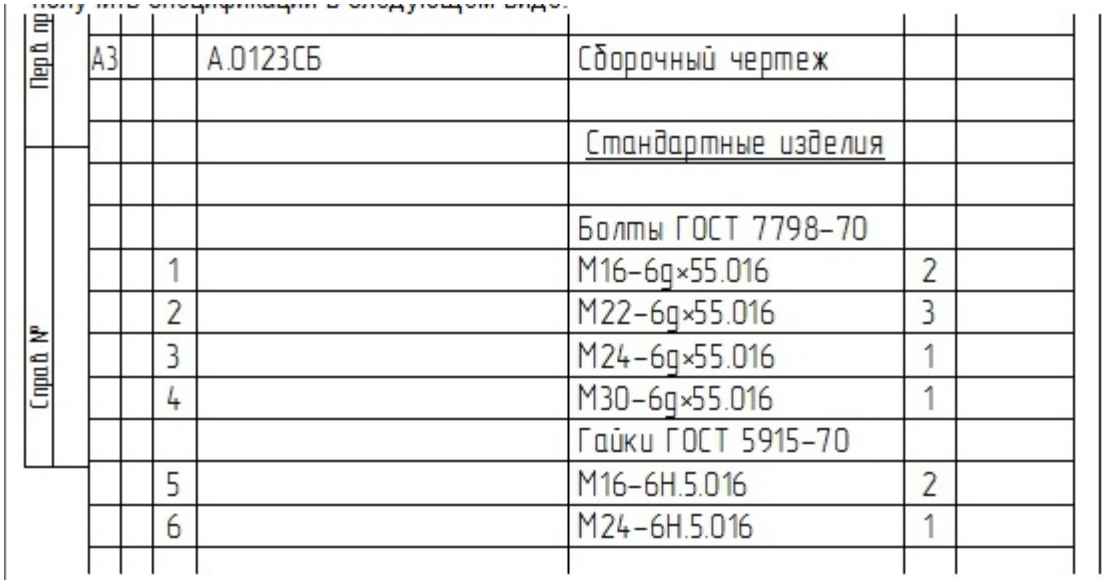
Для каждого атрибута в списке отображаются следующие параметры:

- **Описание**
  Краткое текстовое описание в произвольной форме.
- **Значение**
  Формат значения зависит от типа атрибута (см. ниже).
- **Имя**
  Имя атрибута в том виде, в каком оно прописано в макросе шаблона отчёта.
- **Тип**
  Тип данных атрибута:
  - **Строковый**
    Значение атрибута представляет собой произвольный набор символов и вводится с клавиатуры.

- **Целочисленный**
  Значение атрибута представляет собой целое число и вводится с клавиатуры.
- **Действительный**
  Значение атрибута представляет собой действительное число и вводится с клавиатуры.
- **Булевый**
  Атрибут может иметь одно из двух значений - 1 (включено) или 0 (выключено), переключение между которыми осуществляется установкой/снятием флага.

Для изменения параметра нажмите на его ячейке.
Набор используемых атрибутов зависит от выбранного шаблона отчёта.
Для стандартных шаблонов спецификаций доступны следующие атрибуты:

- **CommonNameMacroswitch** - при значении 1 в разделе **Стандартные изделия** будет формироваться общее наименование фрагментов, что позволяет избежать дублирования данных:



Перв. пр.	А3			А.0123СБ	Сборочный чертеж		
					Стандартные изделия		
					Болты ГОСТ 7798-70		
			1		М16-6g×55.016	2	
			2		М22-6g×55.016	3	
Справ. №			3		М24-6g×55.016	1	
			4		М30-6g×55.016	1	
					Гайки ГОСТ 5915-70		
			5		М16-6Н.5.016	2	
			6		М24-6Н.5.016	1	

- **CommonNameOthersMacroSwitch** - при значении 1 в разделе **Прочие изделия** будет формироваться общее наименование фрагментов.
- **CommonNameMaterialsMacroSwitch** - при значении 1 в разделе **Материалы** будет формироваться общее наименование фрагментов.
- **SubGroupTableHider_Enable** - позволяет пропускать заголовки подразделов.
- **SubGroupFullHeader_Enable** - позволяет отображать/скрывать полные заголовки подразделов.
- **SubGroupFullHeaderStyle_Enable** - позволяет переключать оформление полных заголовков подразделов.
- **HidePartNumberCommon** - позволяет отображать/скрывать общую часть в обозначении.
- **EmptyRows_CountBefore** и **EmptyRows_CountAfter** - значение задаёт количество пустых строк до/после каждой записи таблицы.
- **EmptyRows_SkipFirst** и **EmptyRows_SkipLast** - при значении 0 пустые строки, заданные атрибутом **EmptyRows_CountBefore/EmptyRows_CountAfter**, будут выводиться для всех записей. При значении, отличном от 0, для первой/последней записи в разделе пустые строки добавляться не будут.
- **GlobalEmptyRows_UsePosStep** - позволяет использовать шаг позиции из представления для вычисления пустых строк.
- **GroupEmptyRows_UsePosSkip** - позволяет использовать пропуск позиции из представления для вычисления пустых строк.

- **GroupEmptyRows_CountBefore** - задаёт число пустых строк перед каждой группой.
- **GroupEmptyRows_CountAfter** - задаёт число пустых строк после каждой группы.
- **GlobalDecimalSeparator_MakeComma** - позволяет заменять точки на запятую в дробных числах.
- **GlobalFooterRows_Count** - задаёт число пустых строк в конце отчёта.
- **GlobalFooterRows_MergeCells** - задаёт диапазон столбцов, которые будут объединены в пустых строках, добавленных с помощью предыдущего атрибута. Диапазон указывается в формате: 3-4. Нумерация столбцов начинается с нуля.

Часть вышеперечисленных атрибутов также доступна для других шаблонов отчёта.

Для таблицы исполнений дополнительно доступны следующие атрибуты:

- **HideHeader** - при значении 0 над таблицей будет дополнительно выводиться её название.
- **GlobalVariableToleranceLettersOn** - позволяет отображать поле допуска для значений переменных (если поле задано в параметрах переменной).
- **GlobalVariableToleranceDeviationOn** - позволяет отображать отклонения поля допуска для значений переменных (если отклонения заданы в параметрах переменной).
- **GlobalVariableToleranceCommaSeparator** - позволяет заменять точки на запятую в дробных значениях отклонений:

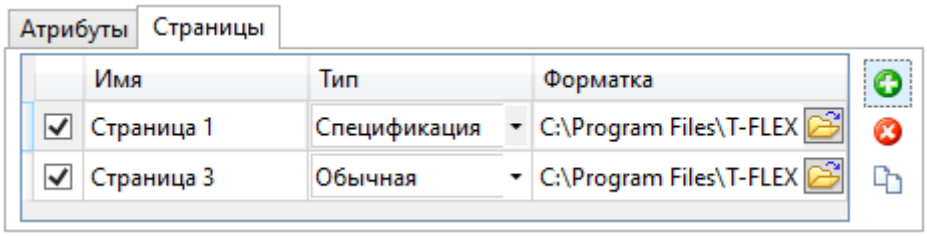
Обозначение	Lv	T	Масса
АБВГ.00.00	178G12(+0.14 +0.04)	53.8	9.97
-01	300G12(+0.537 +0.017)	43.8	24.24
-02	240G12(+0.475 +0.015)	63.8	22.74
-03	350G12(+0.588 +0.018)	48.8	37.76
-04	360G12(+0.588 +0.018)	83.8	42.26
-05	200G12(+0.475 +0.015)	33.8	18.82
-06	300G12(+0.537 +0.017)	48.8	18.89
-07	150G12(+0.14 +0.04)	41.8	8.92

В пользовательских шаблонах, а также в шаблонах дополнительных приложений, могут использоваться другие атрибуты, не описанные в данной главе.

См. также:

- Отчёты по составу изделия
- Список генераторов отчётов
- Набор параметров отчёта
- Набор параметров генератора отчётов

Страницы



В данной вкладке параметров генератора отчётов доступна возможность настраивать создание при генерации отчёта дополнительных страниц, помимо страниц, содержащих сам отчёт. Данная функция может быть полезной, например, для создания листа регистрации изменений. Вкладка доступна, только при расположении отчёта **На новой странице.**

Вкладка содержит список таких страниц (как правило, по умолчанию, он пуст). Для выбора страницы в списке нажмите на её строке. Кнопки справа от списка позволяют **Добавить** **Удалить**, **Копировать** или **Вставить** страницу.

Для каждой страницы в списке отображаются следующие параметры:

- **Флаг, управляющий созданием страницы**
  При генерации отчёта создаются только те страницы, флаги которых установлены. Снятие флага может быть полезно, если для текущего отчета указанная страница не требуется, но вы хотите сохранить её параметры для использования в будущем.
- **Имя**
- **Тип** (**Обычная**, **Текст**, **Спецификация**)
- **Форматка**
  Путь к файлу шаблона, содержимое которого будет автоматически добавлено на страницу. Кнопка в правой части поля открывает стандартный диалог выбора файла.

См. также:

- Отчёты по составу изделия
- Список генераторов отчётов
- Набор параметров отчёта
- Набор параметров генератора отчётов

Создание отчёта/спецификации

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Спецификации > Спецификации > Создать
Клавиатура	Текстовое меню
<ВС>	Сервис > Отчёты/Спецификации > Создать

Команда предназначена для создания отчёта или спецификации текущего сборочного чертежа. Диалоговое окно команды содержит две вкладки, соответствующие двум доступным способам создания отчёта/спецификации:

- **Отчёт/Спецификация** (по шаблону)
  Данный способ предлагается к использованию по умолчанию.

  При обновлении отчёта, созданного по шаблону, автоматически удаляются любые элементы, добавленные вручную на страницы отчёта, кроме элементов, добавленных путём редактирования таблицы отчёта и основной надписи. При редактировании таблицы отчёта возможность сохранения изменений зависит от способа редактирования, характера изменений и параметров, указанных при создании отчёта (подробнее см. Редактирование отчёта/спецификации).

- **Спецификация по прототипу**
  Данный способ использовался в старых версиях T-FLEX CAD.

Кроме того, вызвать команду создания отчёта/спецификации можно следующими способами:

- При помощи кнопки **Создать отчёт по составу изделия,** доступной на панели инструментов в окне **Состав изделия.**
  При таком способе вызова команды отображается сокращённая версия её диалога:

недоступно создание спецификации по прототипу и выбор состава (отчёт создаётся по составу, отображаемому в окне **Состав изделия** в момент вызова команды).

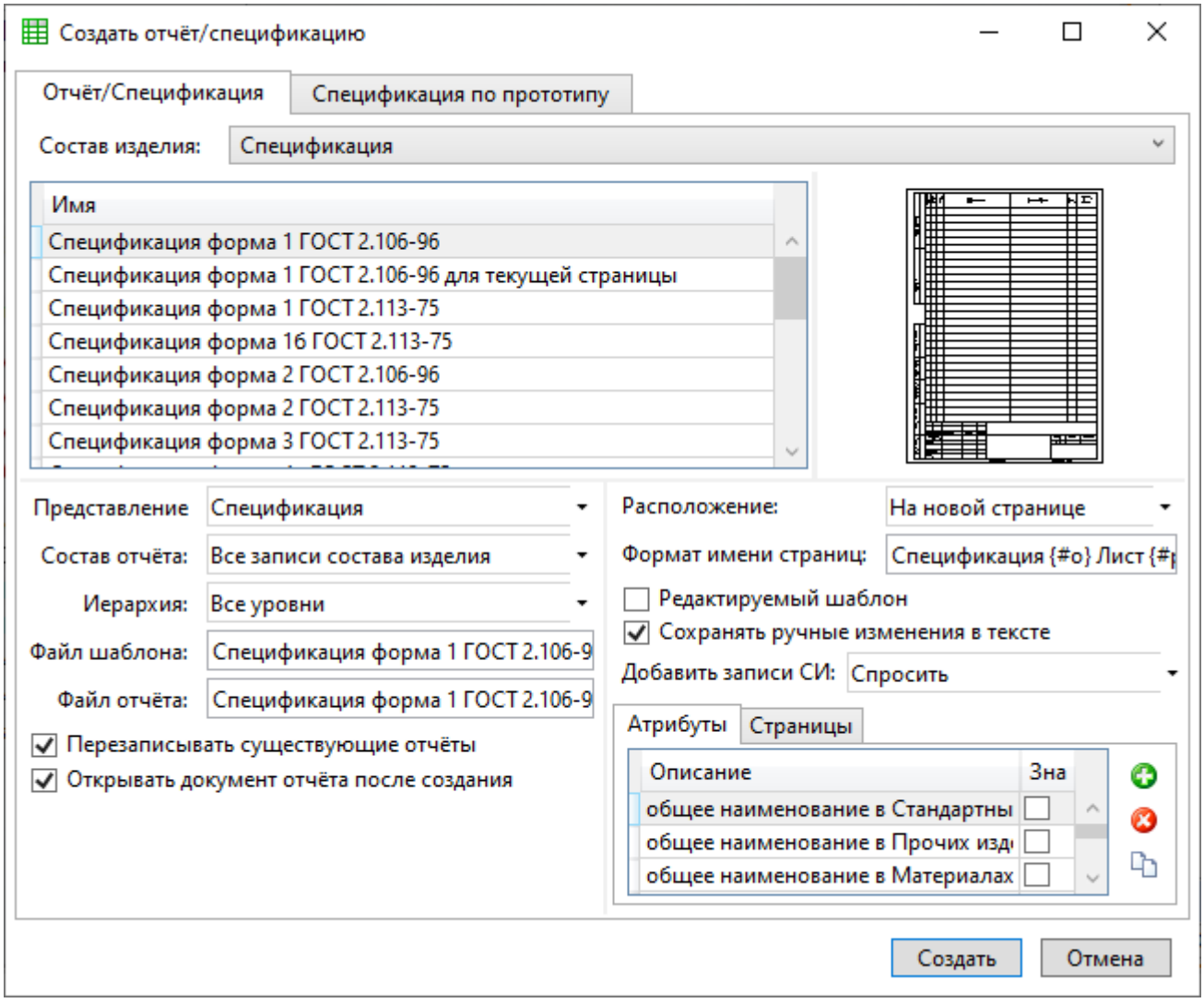
- Выбрав нужный шаблон отчёта в разделе **Отчеты** контекстного меню записи состава изделия. При таком способе вызова команды отчёт создаётся мгновенно без возможности изменить его параметры перед созданием. Параметры отчёта берутся из параметров состава изделия.

Основные темы в этом разделе:

- Отчёт/спецификация по шаблону
- Спецификация по прототипу

Отчёт/спецификация по шаблону

Создание отчёта или спецификации с использованием механизма шаблонов происходит на вкладке **Отчёт/Спецификация** диалога команды **Создать отчёт/спецификацию**.

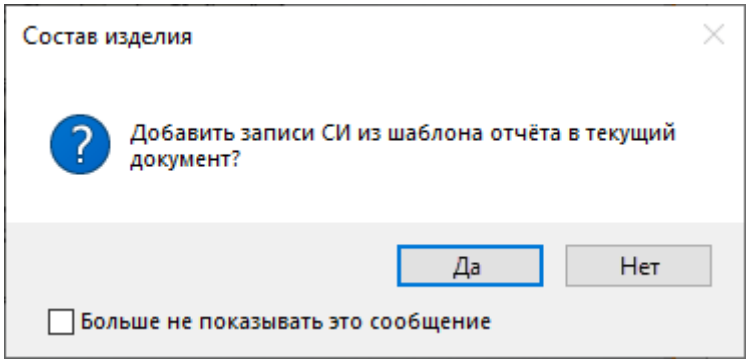


1. Выберите состав изделия, на основе которой будет создан отчёт.
2. Выберите генератор отчёта.

> Генераторы отчётов можно создавать, редактировать и удалять в диалоге параметров состава изделия и в диалоге параметров типа состава изделия на вкладке Отчёты.

3. При необходимости, отредактируйте параметры отчёта и параметры генератора отчётов.
4. Подтвердите создание спецификации нажатием кнопки **Создать**.

Если шаблон отчёта, используемый выбранным генератором, содержит какие-либо записи состава изделия и в параметрах генератора для опции **Добавить записи СИ** выбрано значение **Спросить**, то после нажатия кнопки **Создать** появится диалоговое окно, в котором необходимо указать, следует ли **Добавить записи СИ из шаблона отчёта в текущий документ**.



Записи, добавленные из шаблона отчёта, удаляются при удалении этого отчёта.

Основные темы в этом разделе:

- Редактирование отчёта/спецификации
- Контекстное меню отчёта/спецификации
- Диалог параметров отчёта/спецификации

Редактирование отчёта/спецификации

В данной главе описано редактирование отчётов/спецификаций, созданных по шаблону. Информация о редактировании спецификаций, созданных по прототипу, доступна в главе Редактирование спецификации предыдущих версий.

Спецификации и прочие отчёты по составу изделия создаются на основе обычных таблиц, поэтому для них доступны те же инструменты редактирования. Однако, возможности редактирования таблиц отчёта с помощью данных инструментов ограничены, и результаты такого редактирования могут быть утрачены при обновлении отчёта. Возможность сохранения внесённых изменений зависит от типа изменений и параметров, указанных при создании отчёта:

- **Редактирование содержимого ячеек**
  Содержимое ячеек таблицы отчёта можно редактировать так же, как и содержимое ячеек обычной таблицы. Однако, результат такого ручного редактирования будет утрачен при обновлении отчёта, если в параметрах генератора отчёта снят флаг **Сохранять ручные изменения в тексте**. При установленном флаге ячейки, отредактированные вручную, сохраняют введённые значения, но теряют связь с соответствующими данными состава изделия.

При этом сохраняется только обычное текстовое содержимое ячеек. Индексы, дроби, радикалы, обозначения шероховатостей и геометрических отклонений, 2D фрагменты и картинки, вставленные в ячейки таблицы отчёта, автоматически удаляются при обновлении отчёта независимо от состояния флага **Сохранять ручные изменения в тексте.**

- **Редактирование содержимого шапки таблицы**
  При использовании шаблонов, предполагающих размещение таблицы отчёта **На существующей странице**, содержимое шапки может быть отредактировано так же как содержимое прочих ячеек (см. выше).
  При использовании шаблонов, предполагающих размещение таблицы отчёта **На новой**

странице или **В новом документе**, обычные инструменты редактирования таблиц не позволяют редактировать содержимое шапки. Оно наследуется из шаблона отчёта и может быть отредактировано только с помощью команды **Редактировать шаблон отчёта**, если при создании отчёта в параметрах генератора отчёта был установлен флаг **Редактируемый шаблон**. Если флаг не был установлен, изменения, внесённые с помощью данной команды, не сохраняются.

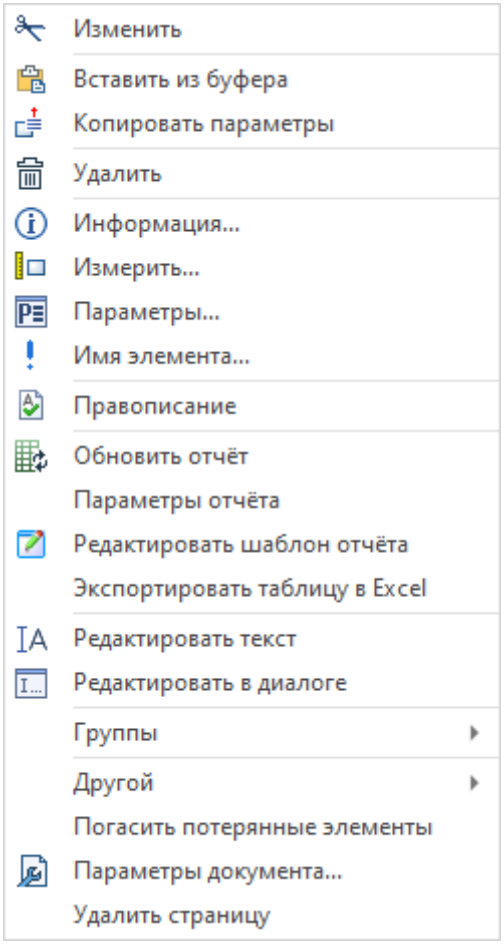
- **Редактирование набора столбцов (колонок)**
  Если попытаться добавить или удалить столбцы таблицы отчёта так же, как в обычной таблице, внесённые изменения будут утрачены после обновления отчёта.
  При использовании шаблона с постоянным набором колонок, набор столбцов таблицы отчёта наследуется из шаблона и может быть отредактирован только с помощью команды **Редактировать шаблон отчёта**, если при создании отчёта в параметрах генератора отчёта был установлен флаг **Редактируемый шаблон**. Если флаг не был установлен, изменения, внесённые с помощью данной команды, не сохраняются.
  При использовании шаблона с переменным набором колонок, набор столбцов таблицы отчёта может быть отредактирован как указанным выше способом, так и с помощью вкладки **Колонки** диалога параметров отчёта, если при создании отчёта в параметрах генератора отчёта был установлен флаг **Инициализировать видимыми колонками.**
- **Редактирование ширины столбцов**
  Ширину столбцов таблицы отчёта можно редактировать так же, как и ширину столбцов обычной таблицы. После подтверждения изменений система задаст вопрос: "**Сохранить ширину столбцов в локальном шаблоне отчёта?**". При положительном ответе новая ширина будет сохранена как в самой текущей таблице, так и в её шаблоне; при отрицательном - только в самой таблице.
- **Редактирование набора строк**
  Если попытаться добавить или удалить строки таблицы отчёта так же, как в обычной таблице, внесённые изменения будут утрачены после обновления отчёта.
  Для добавления или удаления строки, содержащей информацию о записи состава изделия, добавьте или удалите запись непосредственно в составе изделия, либо включите или исключите запись из представления, соответствующего выбранному отчёту.
  Для добавления или удаления прочих строк (заголовки групп, пустые строки) используйте команду **Редактировать шаблон отчёта**, если при создании отчёта в параметрах генератора отчёта был установлен флаг **Редактируемый шаблон**. Если флаг не был установлен, изменения, внесённые с помощью данной команды, не сохраняются.

Для **Обычных** страниц чертежа по умолчанию включено прозрачное редактирование текстов (**Параметры документа** > **Страница** > **Вид** > **Текст** > **Прозрачное редактирование текстов**). Поэтому при размещении отчёта/спецификации на таких страницах нажатие в пределах ограничивающего прямоугольника таблицы отчёта/спецификации, так же как и для обычной таблицы, сразу запускает редактирование её содержимого. Если при создании отчёта/спецификации выбрано расположение **На новой странице** или **В новом документе**, автоматически создаётся страница типа **Спецификация**. Для страниц спецификации прозрачное редактирование текстов выключено по умолчанию, поэтому нажатие в пределах ограничивающего прямоугольника таблицы отчёта запускает команду редактирования текста. Для перехода к редактированию содержимого таблицы можно воспользоваться соответствующей поцией автоменю этой команды.

Контекстное меню отчёта/спецификации

В данной главе описано контекстное меню отчётов/спецификаций, созданных по шаблону. Информация о контекстном меню спецификаций, созданных по прототипу, доступна в главе Контекстное меню спецификации предыдущих версий.

Нажатие в пределах ограничивающего прямоугольника таблицы отчёта/спецификации вне режима редактирования её содержимого вызывает контекстное меню следующего вида:



В режиме редактирования содержимого таблицы аналогичным образом вызывается контекстное меню содержимого с другим набором команд.

Помимо команд, общих для всех 2D элементов, контекстное меню отчёта/спецификации содержит те же команды, что и контекстное меню многострочного текста, параграф-текста и обычной таблицы, а также следующие специфические команды:

Обновить отчёт

Обновляет выбранный отчёт в соответствии с текущими данными состава изделия.

Параметры отчёта

Вызывает диалог параметров отчёта.

Редактировать шаблон отчёта

Запускает редактирование шаблона отчёта в текстовом редакторе. Таким образом можно изменить состав набора данных состава изделия, выводимого в отчёт, и конфигурацию таблицы отчёта. Редактирование осуществляется аналогично созданию нового шаблона.

Внесённые изменения сохраняются, только если при создании отчёта в параметрах генератора было выбрано расположение **На существующей странице** и включена опция **Редактируемый шаблон**.

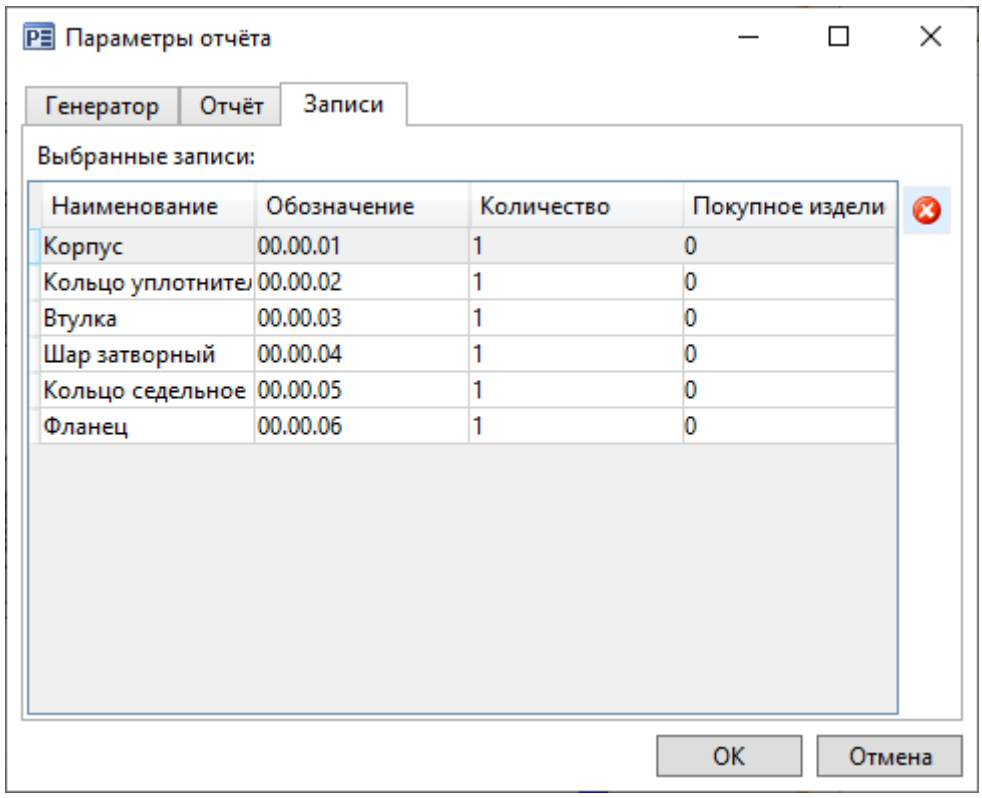
Экспортировать таблицу в Excel
Экспортирует таблицу отчёта в файл формата ***.xls** или ***.xlsx**. После вызова команды открывается стандартное окно выбора файла, в котором следует указать расположение, имя и формат создаваемого файла.

Диалог параметров отчёта/спецификации

В данной главе описан диалог параметров отчётов/спецификаций, созданных по шаблону. Информация о диалоге параметров спецификаций, созданных по прототипу, доступна в главе Параметры спецификации предыдущих версий.

Диалог параметров отчёта/спецификации можно вызвать с помощью команды **Параметры отчёта**. Он содержит следующие вкладки:

- **Генератор**
  Содержимое вкладки аналогично описанному в главе Набор параметров отчёта для диалога параметров состава изделия или типа состава. В отличие от вышеупомянутых диалогов, в диалоге параметров отчёта/спецификации некоторые недоступны для редактирования, т.к. их невозможно изменить для уже созданного отчёта.
- **Отчёт**
  Содержимое вкладки аналогично описанному в главе Набор параметров генератора отчётов для диалога параметров состава изделия или типа состава. В отличие от вышеупомянутых диалогов, в диалоге параметров отчёта/спецификации некоторые недоступны для редактирования, т.к. их невозможно изменить для уже созданного отчёта.
- **Записи**
  Если отчёт создан по всем записям состава изделия, данная вкладка не используется.
  Если отчёт создан по выбранным записям состава изделия, данная вкладка содержит список этих записей и позволяет удалять их из отчёта. Для удаления записи выберите её в списке и воспользуйтесь кнопкой **Удалить**.



- **Колонки**

  Данная вкладка доступна только для тех отчётов, при создании которых в параметрах генератора был установлен флаг **Инициализировать видимыми колонками**.

  Она содержит список колонок, выводимых в отчёт. Справа от списка доступны следующие кнопки:

  Добавить

  При нажатии кнопки открывается выпадающий список колонок состава изделия не включённых в отчёт. Выберите колонку в выпадающем списке для включения в отчёт.

  Удалить

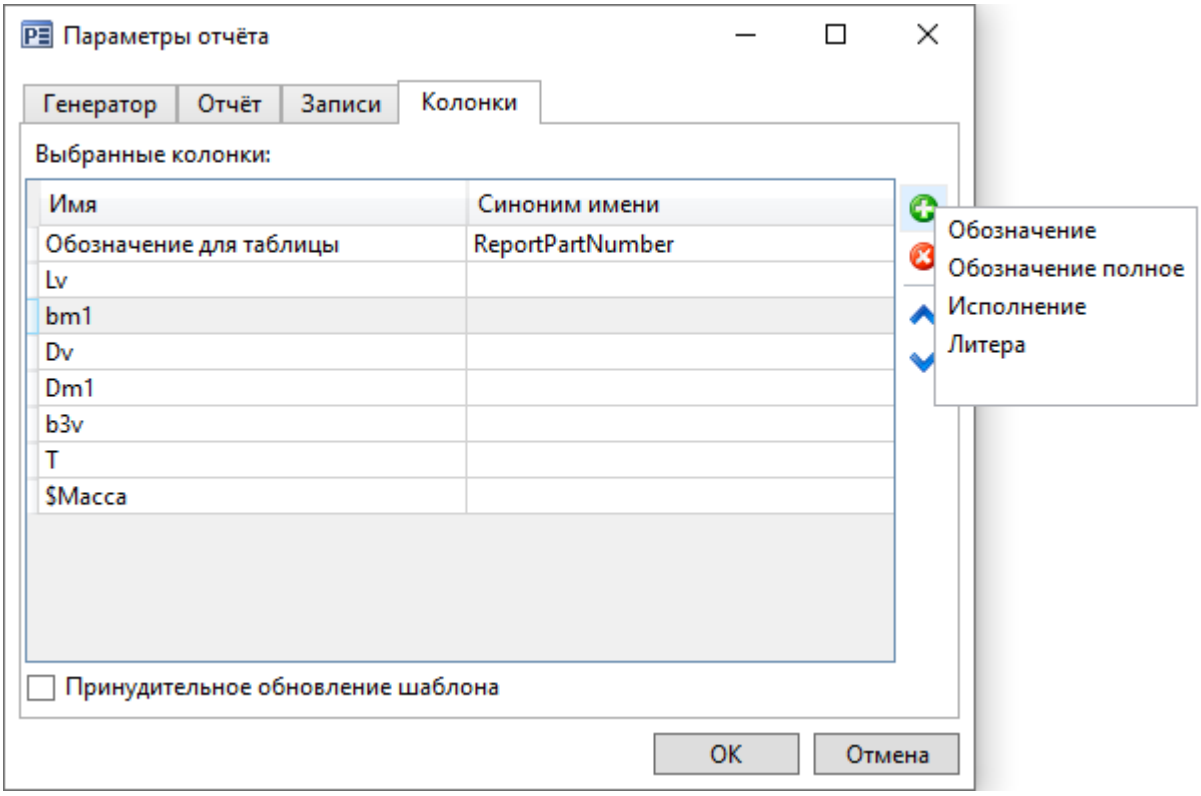
  Исключает выбранную колонку из отчёта.

  Переместить вверх и **Переместить вниз**

  Перемещают выбранную колонку по списку. Порядок колонок в таблице определяется их порядком в списке.

Возможность настройки списка колонок с помощью данной вкладки доступна при использовании шаблонов с переменным набором колонок. Если включить опцию **Инициализировать видимыми колонками** при использовании шаблона с постоянным набором колонок, содержимое данной вкладки не будет влиять на итоговый вид отчёта.

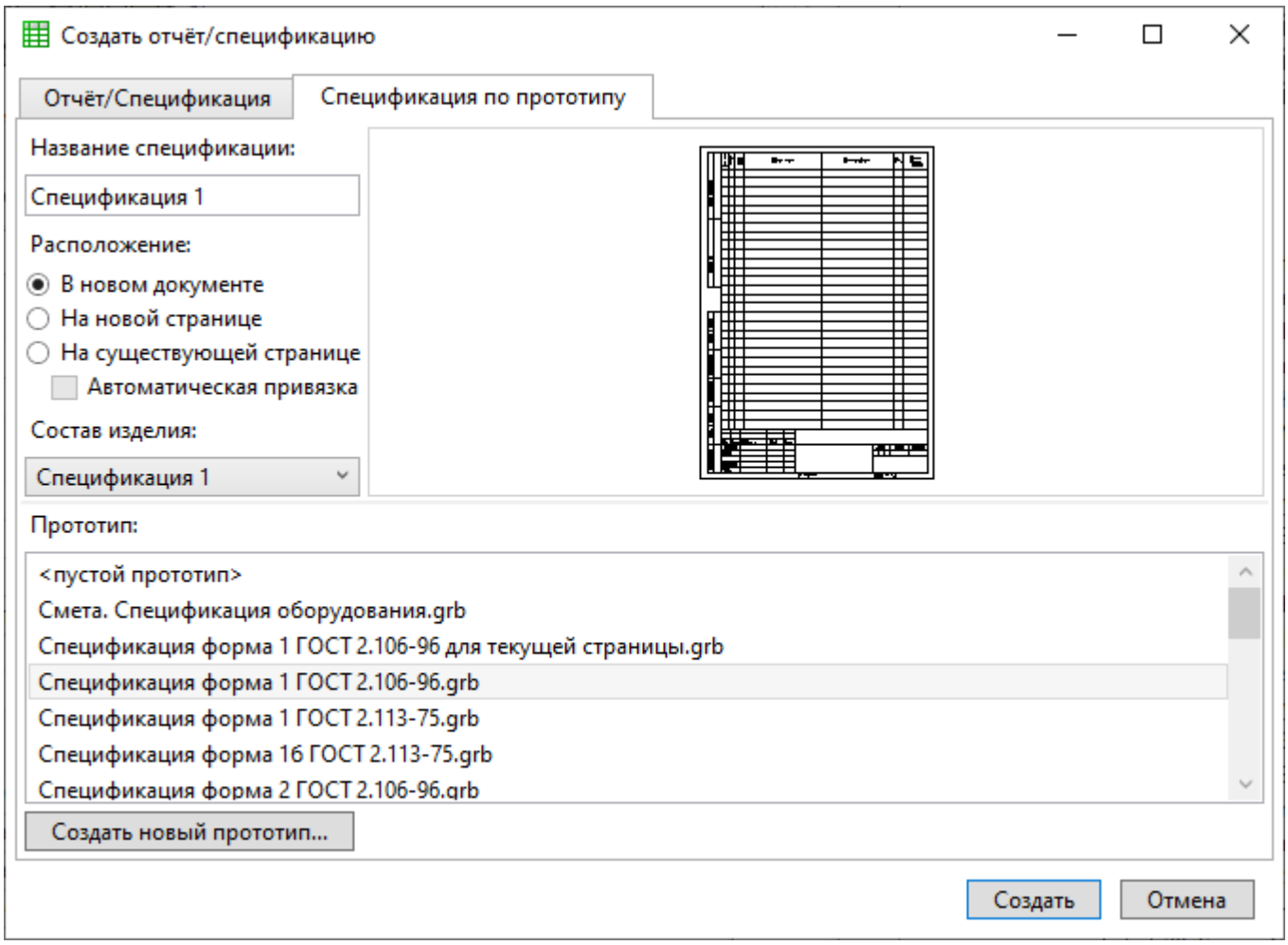
В нижней части вкладки доступен флаг **Принудительное обновление шаблона**. Если добавить или удалить колонку с помощью команды **Редактировать шаблон отчёта**, связь между содержимым данной вкладки и набором колонок, выводимым в отчёт, теряется. При редактировании списка колонок на данной вкладке связь восстанавливается и набор колонок в шаблоне приводится в соответствие с содержимым вкладки. Флаг **Принудительное обновление шаблона**, предназначен для восстановления данной связи без редактирования списка колонок.



Спецификация по прототипу

Создание спецификации с использованием механизма прототипов происходит на вкладке **Спецификация по прототипу** диалога команды **Создать отчёт/спецификацию**..

Данный механизм использовался в старых версиях T-FLEX CAD. Подробная информация о работе со спецификациями, созданными таким способом, доступна в разделе Спецификация предыдущих версий. Если не требуется совместимость со старыми версиями системы, рекомендуется использовать механизм создания отчётов/спецификаций по шаблону.



1. Выберите один из видов расположения спецификации:
   - **В новом документе**;
   - **На новой странице**;
   - **На существующей странице**.

Флаг **Автоматическая привязка** доступен только при выборе последней из перечисленных опций.

> Описание данных опций доступно в главе Параметры генератора отчётов.

2. Выберите **Состав изделия**, на основе которого будет создана спецификация.
3. Выберите **Прототип** спецификации. В правой верхней части диалога отображается содержимое выбранного прототипа.

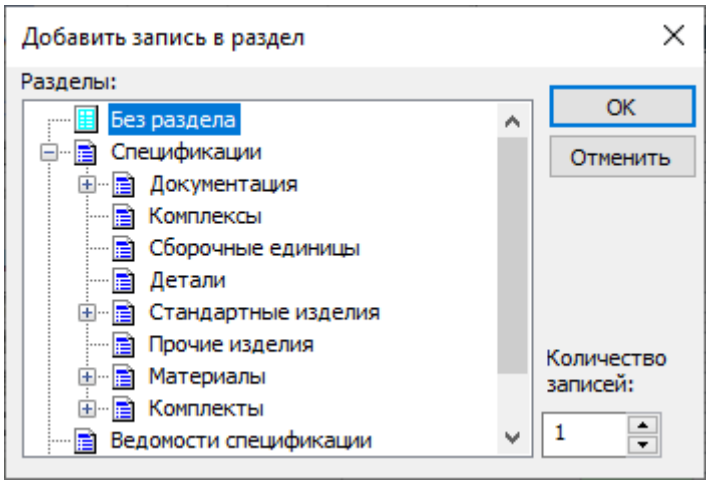
> Список прототипов в команде **Создать отчёт/спецификацию** формируется на основе содержимого вкладки **Спецификации** общего списка прототипов, используемого в различных командах. Информация о редактировании общего списка прототипов доступна в описании команды **Сохранить как прототип.** Помимо стандартных прототипов, поставляемых вместе с системой, можно создавать пользовательские прототипы. Информация о создании и редактировании пользовательских прототипов спецификации доступна в разделе Прототип спецификации предыдущей версии.

При выборе прототипа с именем <**Пустой прототип**> вы будете создавать спецификацию на основе базы данных **BOMStructure.xml**, содержащей только список стандартных полей. Т.е. остальные настройки (ширину столбцов, правила сортировки и т.д.) придётся задавать вручную. Данная возможность отличается от процедуры создания нового прототипа только тем, что задаваемые параметры и свойства спецификации будут использоваться только в текущем документе.

Если в документе существует спецификация, созданная в предыдущей версии редактора спецификаций, то в диалоге также доступен флаг **Конвертировать старую спецификацию**. При его установке данные старой спецификации будет преобразованы в соответствии с выбранным прототипом.

4. Подтвердите создание спецификации нажатием кнопки **Создать**.

Если в процессе создания сборочного чертежа для вставляемых фрагментов был установлен параметр **Включать в состав изделия**, и в чертежах фрагментов были заданы данные, то созданная спецификация будет содержать соответствующие записи. Если же эти условия не были выполнены, то таблица спецификации будет пустой.
После подтверждения создания спецификации автоматически включается режим редактирования спецификации. Исключение составляет спецификация, созданная на текущей странице чертежа.
Если спецификация не содержит записей, то появляется окно:



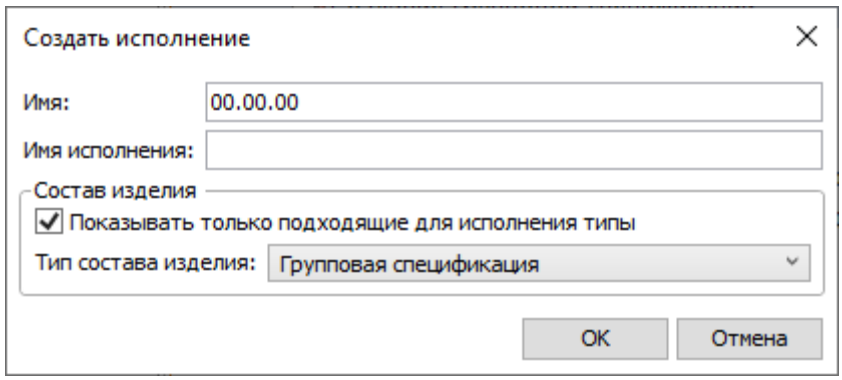
Используя данный диалог, вы можете ввести необходимое количество записей в любой раздел вручную или отказаться от этого, нажав кнопку **Отменить**.

При создании спецификации рекомендуется устанавливать флаг **Прозрачное редактирование текстов** на вкладке **Вид** для страницы спецификации в **Параметрах документа**. Это позволяет войти в режим редактирования спецификации сразу после нажатия по одной из записей.

Работа со спецификациями, созданными по прототипу, подробно описана в разделе Спецификация предыдущих версий.

Создание групповой спецификации

Для создания групповых спецификаций необходимо выполнить следующую последовательность действий:
1. Создайте исполнения в файле сборки при помощи команды **Создать исполнение**, доступной в окне **Конфигурации модели**. При создании нового исполнения необходимо задать **Имя** и выбрать Тип состава изделия **Для групповых спецификаций** в появившемся окне:

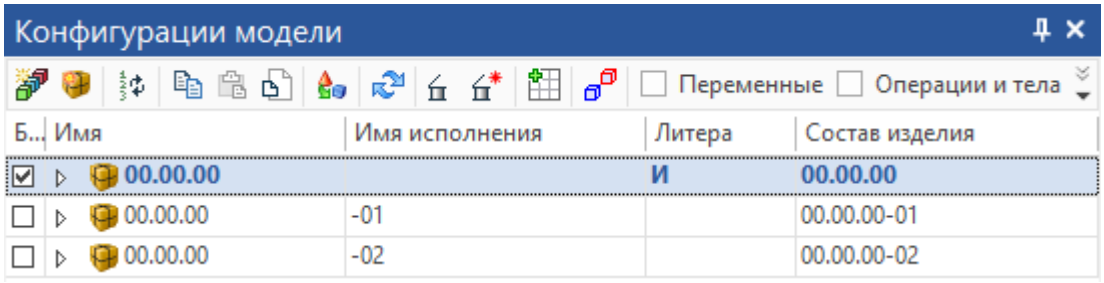


После сохранения исполнения в документе автоматически будет создан одноимённый состав изделия.

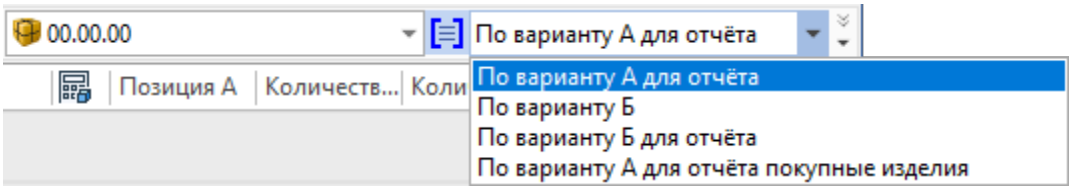
> Обратите внимание, что создание исполнений недоступно, пока текущий документ не сохранён.

При необходимости можно указать литеру исполнения непосредственно в списке исполнений.

2. Выберите базовое исполнение, отметив его флагом в списке исполнений. Если базовое исполнение не указано, то им считается первое исполнение в списке.



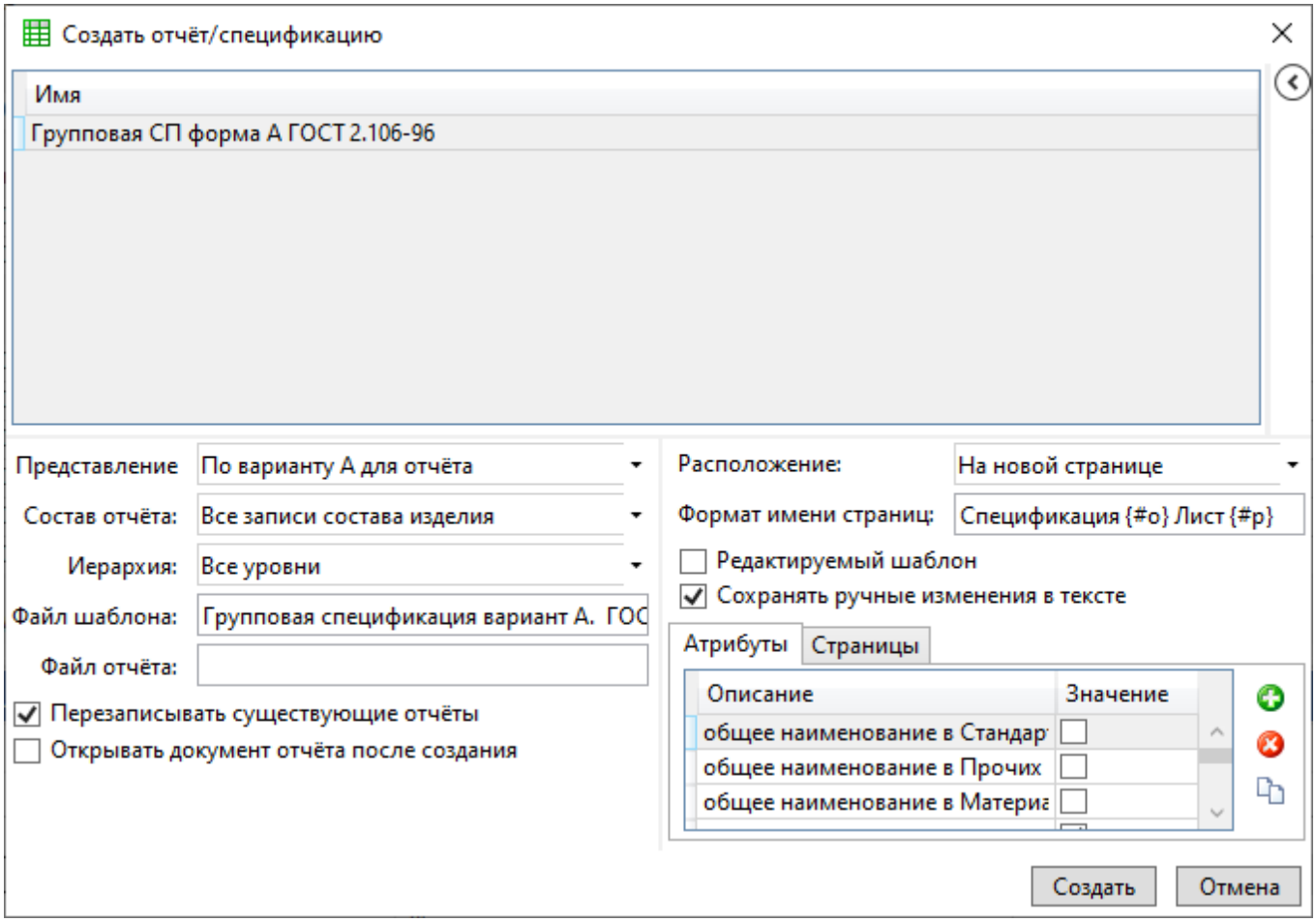
3. В окне Состав изделия выберите базовое исполнение. Включите режим **Применить представление состава изделия**. После этого станет доступным выбор представлений состава изделия. Укажите нужный Вам вариант. В окне отобразится набор данных, которые будут выведены в отчёт.



При необходимости содержимое можно редактировать.

4. Вызовите команду **Создать отчёт/спецификацию**. В окне появится шаблон отчёта, соответствующий выбранному в окне состава изделия представлению.

5. Справа выберите расположение создаваемого отчёта - в новом документе, на новой странице или на существующей странице. Отчет будет создан при нажатии кнопки **Создать**.

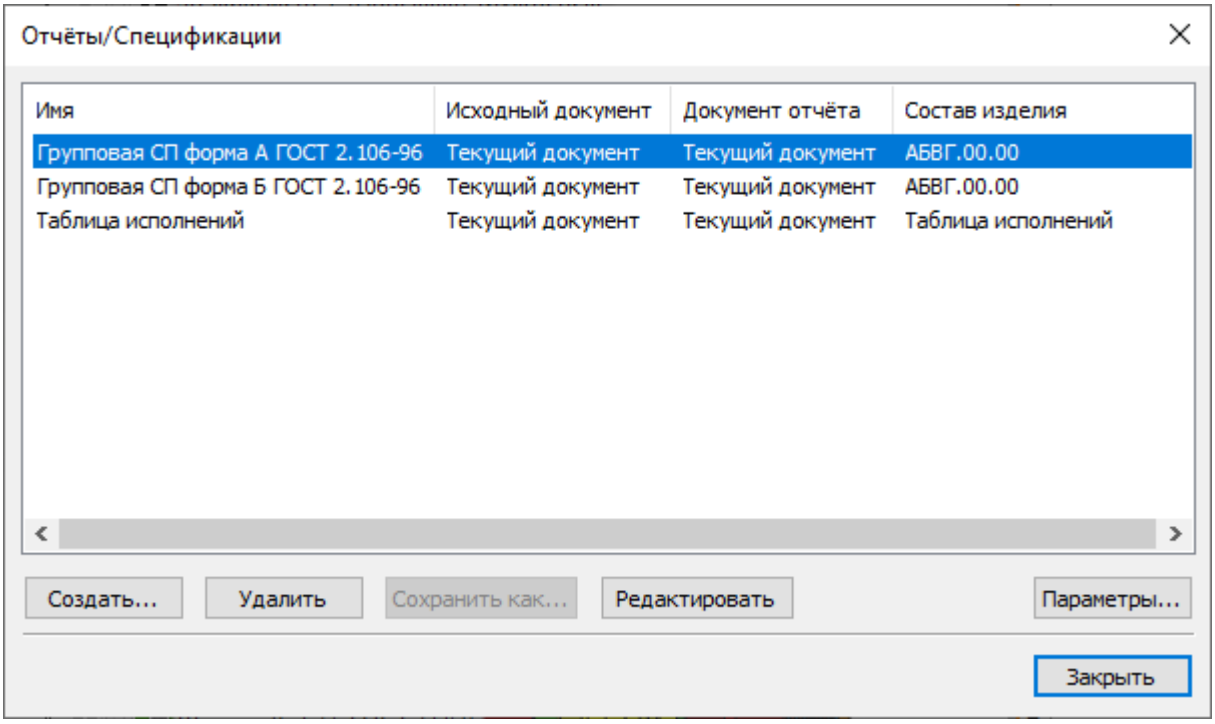


Список отчётов/спецификаций

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Спецификации > Спецификации > Список
Клавиатура	Текстовое меню
<ВМ>	Сервис > Отчёты/Спецификации > Отчёты/Спецификации

Данная команда предоставляет несколько возможностей для работы со спецификациями текущего документа. После вызова команды на экране появляется окно диалога **Отчёты/Спецификации**, в нем отображается список спецификаций, относящихся к текущему сборочному документу.



Кнопки, расположенные в нижней части окна, выполняют действия со спецификацией, выбранной в списке:
Создать - вызывает диалог создания новой спецификации;
Удалить - удаление текущей спецификации;
Сохранить как - изменить имя и расположение файла *.grb, содержащего спецификацию, созданную в отдельном документе;

> Чтобы кнопка стала доступна, необходимо чтобы были предварительно сохранены и файл отдельного документа и файл текущего документа.

Редактировать - редактирование текущей спецификации (см. команду Редактирование спецификации);
Параметры - вызывает диалог, в котором пользователь может настроить все необходимые параметры спецификации.

Простановка позиций

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Спецификации > Позиции > Проставить позиции
Клавиатура	Текстовое меню
<BL>	Сервис > Отчёты/Спецификации > Проставить позиции

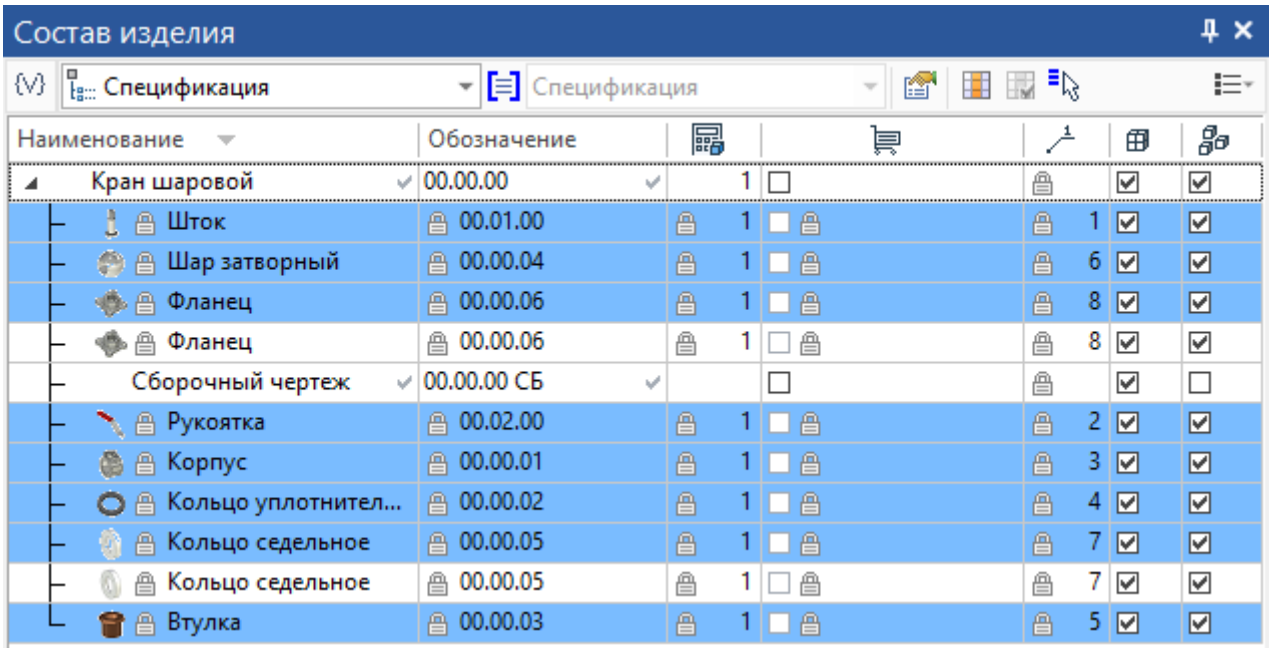
Команда предназначена для нанесения позиций сборочного чертежа.
После вызова команды в автоменю находятся три опции:

<W> Показать окно выбора элемента состава изделия

<A> Обозначить все позиции

<Esc> Выйти из команды.

Если пиктограмма находится в нажатом состоянии, то на экране появляется окно **Состав изделия**.



Существует два способа простановки позиций после вызова команды:

1) Нужно выбрать запись в окне **Состав изделия**. Появится полка надписи, относящаяся к этой записи. Соответствующий ей фрагмент подсвечивается в 2D и в 3D окне. Затем нужно выбрать точки привязки полки надписи в одном из окон.

Номер позиции выбранной записи заносится в поле **Текст** в окне параметров надписи автоматически.

> Подробное описание создания надписи можно найти в разделе Надписи.

> Параметры **По умолчанию** для обычных надписей, позиций состава изделия и обозначения линий сгиба хранятся в системе раздельно.

2) Во втором случае необходимо выбрать объект на чертеже. Появится полка надписи, которая соответствует записи об этом объекте, для неё нужно указать расположение. В данном случае отображение окна состава изделия не является обязательным.

Команда **Проставить позиции** обеспечивает связь между записью состава изделия и проставленной на чертёж надписью позиции (полкой надписи).

Это значит, что при любых изменениях сборочного чертежа или состава состава изделия, которые приводят к изменению номеров позиций, позиции, проставленные на сборочном чертеже, будут изменяться автоматически, при обновлении.

Автоматическая расстановка позиций

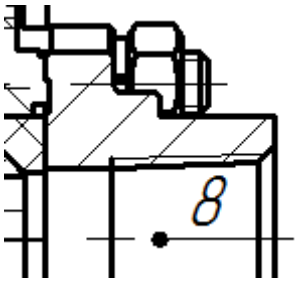
Опция **Обозначить все позиции** предназначена для множественной простановки позиций на чертеже. После её активации в автоменю команды появляются следующие опции:

<G> Групповое выравнивание полок

Опция позволяет выровнять полки надписей после их создания (см. ниже).

<N> Выноска нулевой длины

Опция позволяет создать надписи без стрелок. Полки надписей будут привязаны к центру связанного с записью в составе изделия объекта. При создании выносок нулевой длины недоступно групповое выравнивание полок.



<*> Выбрать все элементы

Опция позволяет выбрать все сразу все записи состава изделия для простановки позиций.

Если в момент простановки позиций активна какая-либо проекция, надписи создаются только на этой проекции. В противном случае, надписи создаются на всех проекциях, на которых виден объект, связанный с выбранной записью состава изделия.

<C> Отменить выбор всех элементов

Опция сбрасывает выбор записей состава изделия.

После выбора необходимых записей состава нажмите .

Если опция **Групповое выравнивание полок** выключена, выноски будут созданы сразу; в противном случае, предварительное изображение создаваемых выносок начнёт динамически перемещаться за курсором, а в автоменю появятся следующие опции:

<Tab> По горизонтали

<Tab> По вертикали

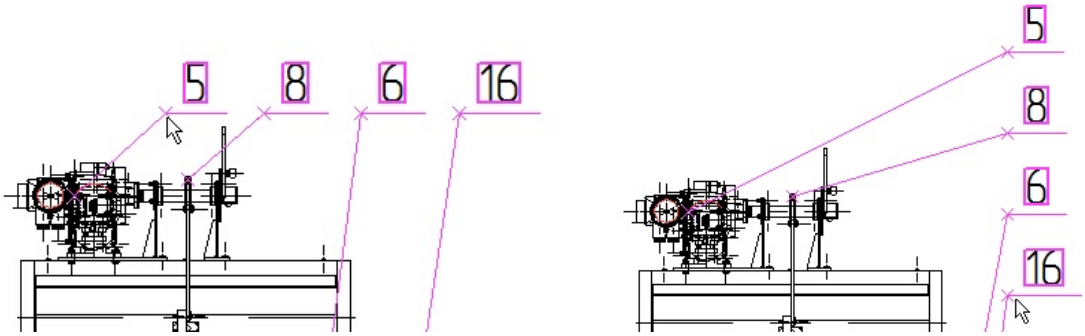
Опции **По горизонтали** и **По вертикали** являются взаимоисключающими. В зависимости от выбранной опции, точки начала полок создаваемых надписей будут располагаться вдоль горизонтальной или вертикальной линии, проходящей через положение курсора.

<Z> Изменить направление полки

Опция позволяет последовательно переключаться между возможными направлениями полок надписей: горизонтально вправо, вертикально вверх, горизонтальной влево, вертикально вниз.

<D> Изменить положение дополнительных полок

Опция позволяет переключать расположение дополнительных полок относительно основной полки: вверху или внизу.



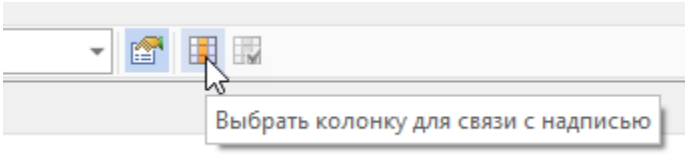
При автоматической простановке позиций начальная точка стрелки надписи располагаются в середине охватывающего прямоугольника соответствующего фрагмента.

Все создаваемые надписи перемещаются за курсором мыши. Зафиксировать их положение можно нажатием . После фиксации положения создание текущих надписей завершается и команда возвращается в начальное состояние.

По умолчанию надписи, создаваемые данной командой, используют параметры обычных надписей кроме типа окончания стрелки (используется точка) и приоритета (используется 127). В случае, если выбранному фрагменту соответствуют несколько позиций спецификации, формируется надпись с несколькими полками.

Выбор произвольной ячейки состава изделия

Существует возможность вывести на полку надписи содержимое произвольной ячейки состава изделия. Для этого используется опция **Выбрать колонку для связи с надписью**.

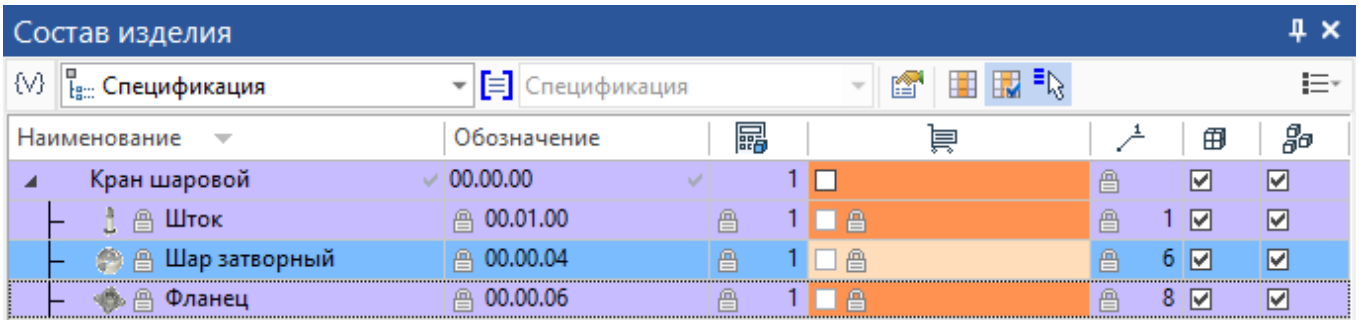


После вызова опции система ожидает выбора колонки состава изделия. После нажатия выбранная колонка подсветится и включится режим **Использовать выбранную колонку для связи с надписью**. Следующим шагом надо выбрать строку состава изделия и содержимое соответствующей ячейки будет выведено на полку надписи.

Выбранная колонка запоминается. Вы можете отключить опцию (подсветка столбца пропадет) и продолжить простановку позиций обычным способом, а при необходимости снова включить связь с выбранным столбцом. Тогда следующая надпись будет связана с выбранной ячейкой этого столбца.

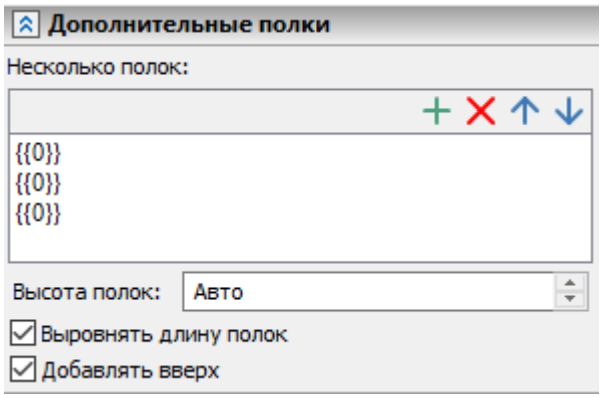
Дополнительные полки

Для того чтобы создать сразу несколько полок надписей нужно выбрать опцию **Выбрать несколько записей**. После этого нужно выбрать те записи состава изделия, позиции которых будут добавлены в надпись.



Вы можете добавить полки для уже существующей надписи чертежа для простановки дополнительных позиций. Для этого укажите курсором мыши на полку надписи, нажмите и выберите пункт **Изменить** в появившемся автоменю.

После этого выберите запись в окне состава изделия, в окне параметров надписи перейдите на закладку **Дополнительные полки** и с помощью кнопки добавьте новую полку.



Изменить порядок следования полок надписи можно с помощью кнопок и . Удалить полку позволяет кнопка .

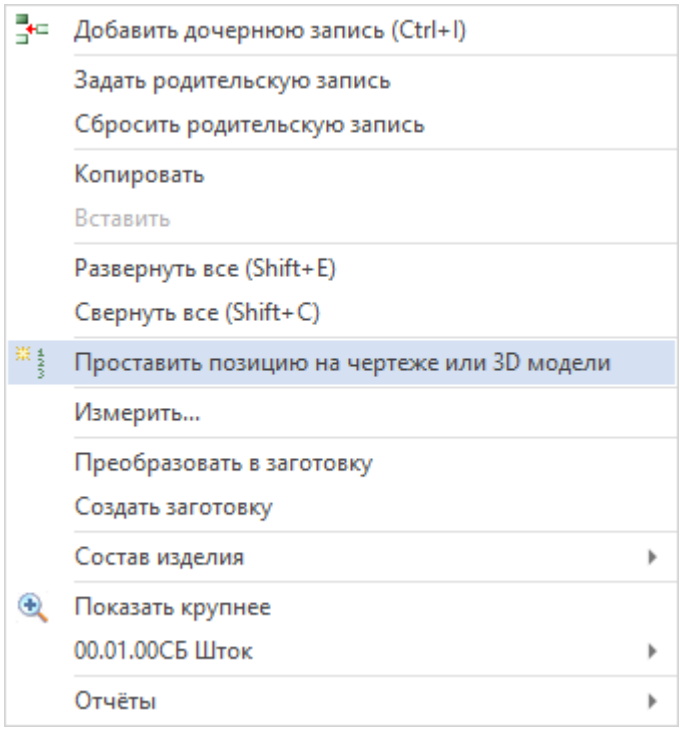
Для изменения позиции на уже существующей полке выберите её и укажите другую запись в окне состава изделия.

> Список дополнительных полок включает и основную полку надписи. Её удалять нельзя.

Символы «{{ }}» означают, что надпись связана со составом изделия и обновляется в соответствии с ней. Если удалить эти символы, то связь разорвётся.

Прозрачный вызов команды простановки позиции

Команда **Проставить позицию на чертеже или 3D модели** доступна для вызова в контекстном меню для выбранной в составе изделия записи.



Кроме того, команда автоматически запускается при перетаскивании записи из окна Состав изделия в рабочее окно документа (использование механизма **Drag'n'Drop**). Выберите запись в составе изделия и переместите курсор мыши с нажатой в 2D или в 3D окно - запустится команда создания надписи с номером позиции выбранной записи.

Разделы спецификации

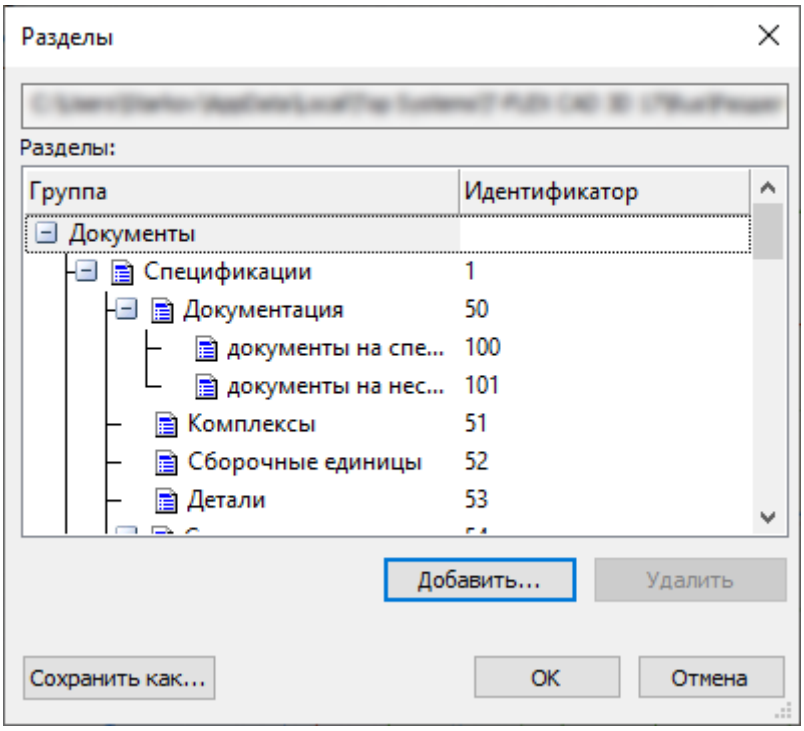
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Спецификации > Настройки > Разделы спецификации
Клавиатура	Текстовое меню
<BG>	Сервис > Отчёты/Спецификации > Разделы

Команда предназначена для создания/редактирования списка разделов спецификации.
Созданные разделы доступны для выбора в качестве значений колонки **Раздел** в составах изделия, основанных на типах **Спецификация** и **Групповая спецификация**. Разделы могут использоваться для группировки и сортировки записей в представлениях состава изделия и отчётах. При сохранении состава изделия в DOCs от раздела зависит тип создаваемого элемента электронной структуры изделия DOCs.
Связь между разделами спецификации и колонкой **Раздел** реализована на программном уровне и не отражается в свойствах колонки. Создать аналогичную колонку вручную невозможно. Поэтому для использования такой колонки в пользовательских типах спецификации следует создавать пользовательский тип на основе стандартного, сохранив исходную колонку **Раздел**.

По умолчанию иерархия разделов хранится в файле базы данных **Разделы спецификации.xml**. Задать/изменить имя и путь базы данных по разделам можно в команде **Установки** >

Спецификация. Данный список разделов соответствует ГОСТу 2.106-96, но при необходимости может корректироваться пользователем.
После вызова команды на экране появляется окно **Разделы**.



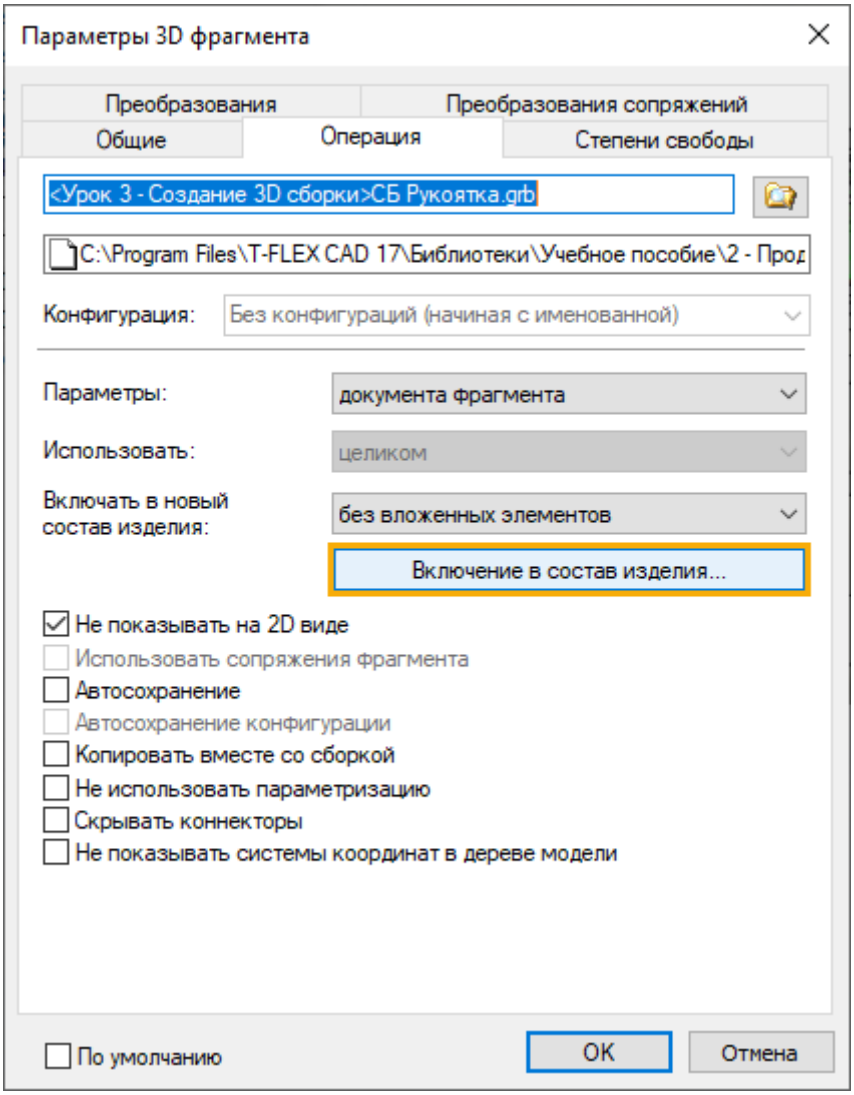
Верхняя строка отображает установленные имя и путь файла базы данных по разделам.
Каждому элементу дерева разделов поставлен в соответствие числовой идентификатор. Идентификатор служит для идентификации элемента системой, аналогично ID элементов модели и чертежа. Отличие состоит лишь в том, что идентификаторы элементов модели и чертежа задаются автоматически и могут содержать различные символы, тогда как идентификаторы разделов спецификации задаются вручную пользователем при добавлении нового раздела и содержат только цифры.
Наличие двух элементов с одинаковым значением идентификатора не допускается.
Элементы дерева, слева от имени которых стоит значок «+», содержат вложенные элементы. Для раскрытия подуровней элемента укажите курсором мыши на значок «+» и нажмите левую кнопку мыши.
Для изменения состава дерева разделов предназначены графические кнопки **Добавить**, **Удалить**. Для ввода нового раздела выберите элемент дерева, в который вы хотите добавить раздел, и нажмите кнопку **Добавить**. После этого необходимо ввести название раздела и значение идентификатора (система предлагает возможное значение идентификатора по умолчанию). Для удаления раздела выберите соответствующий элемент и нажмите кнопку **Удалить**.
При необходимости вы можете сохранить базу данных разделов спецификации в файл с другим именем. Для этого воспользуйтесь кнопкой **Сохранить как**.

Включение в состав изделия

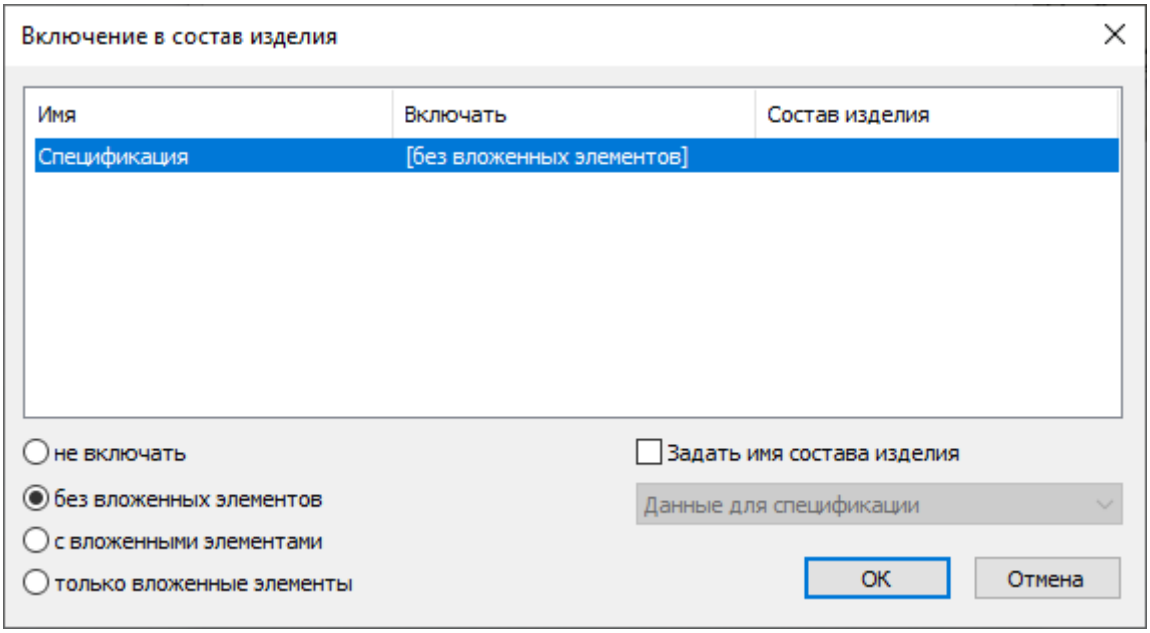
Вызов команды:

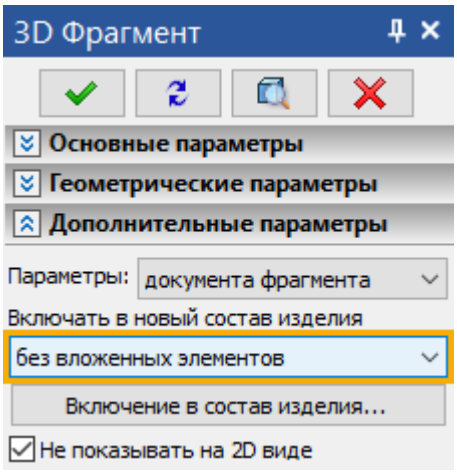
Пиктограмма	Лента
	Спецификации > Состав изделия > Включение фрагментов
Клавиатура	Текстовое меню
<BI>	Сервис > Отчёты/Спецификации > Включение фрагментов в состав изделия

Данная команда предназначена для более наглядного управления способом включения фрагментов документа в любую спецификацию или отчёт, созданные на основе состава изделия. Изменить значение параметра **Включать в состав изделия** можно вызвав окно параметров фрагмента.



Если значение включения взято из поля **Включать в новый состав изделия** при вставке фрагмента, то в диалоге оно отображается в квадратных скобках.

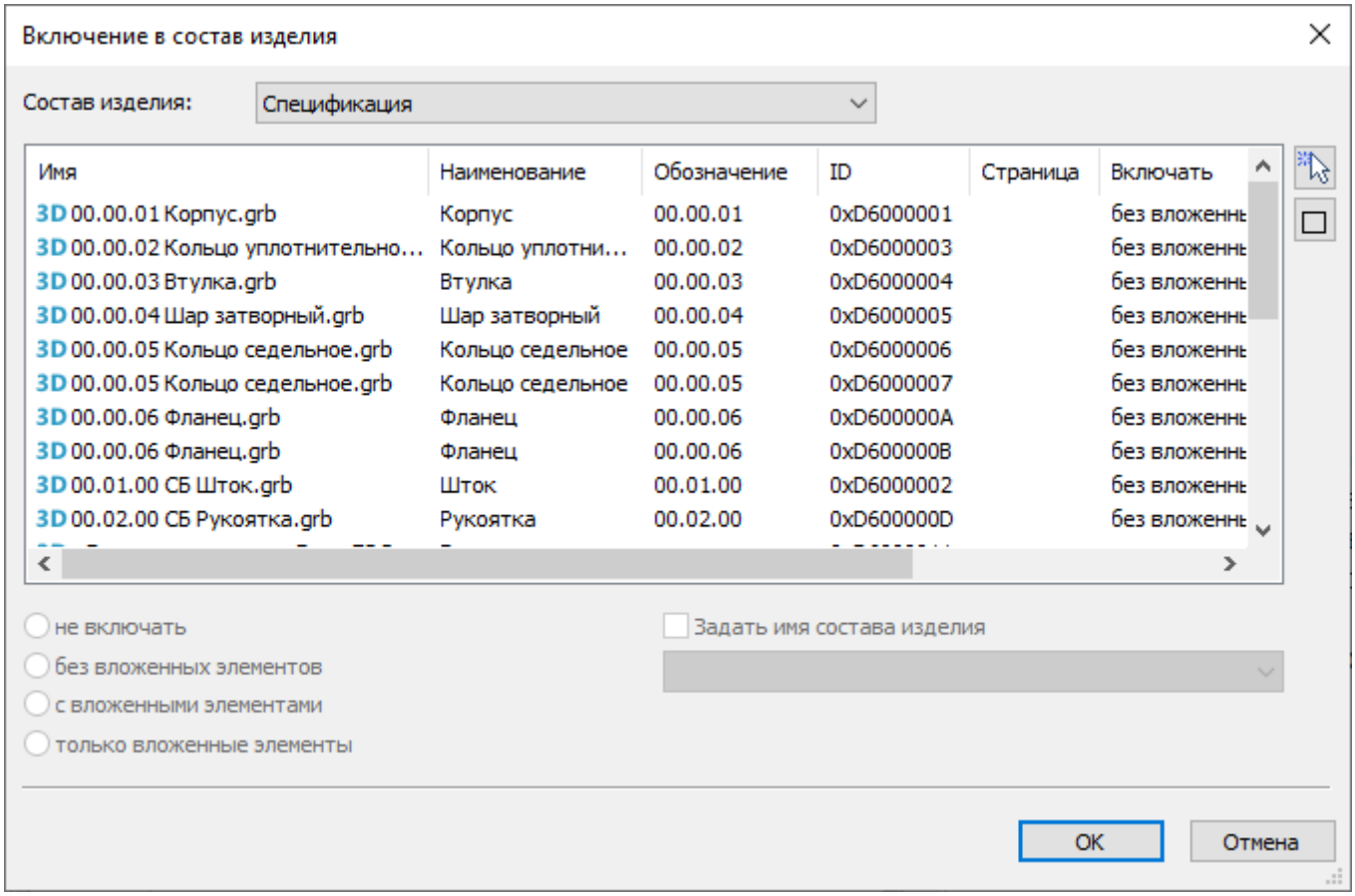




Окно **Включение в состав изделия** из параметров 3D фрагмента содержит 2 кнопки - **OK** и **Отмена**. Если в диалоге есть значения взятые по умолчанию (в квадратных скобках), то при нажатии **OK** эти значения применяются и более не являются значениями по умолчанию.

Однако при большом количестве фрагментов способ включения в состав изделия из параметров фрагмента занимает много времени. Используя данную команду вы можете быстро и наглядно просмотреть/изменить режим включения фрагмента (нескольких фрагментов).

При вызове команды на экране появляется окно диалога, содержащее список составов изделия, и список фрагментов. Строка <**Новые составы изделия**> определяет параметры для будущих составов.



Параметр **Задать имя состава изделия** задаёт имя состава, для которой будут отображаться установленные значения параметра **Включать в состав изделия** фрагментов документа. При выборе фрагмента в нижней части окна отмечается установленный для него способ включения в заданную состав изделия. При необходимости вы можете указать любое другое значение.

Множественный выбор. Как и в других командах системы с нажатой клавишей **<Shift>** добавляет элемент в список выбранных, а с нажатой клавишей **<Ctrl>** - удаляет его из списка. Графическая кнопка **Выбрать всё** позволяет отметить все фрагменты. Графическая кнопка **Убрать выделение** - отменяет выбор элементов. При выборе любого количества фрагментов каждый из них подсвечивается в 2D и/или в 3D окне. Если в списке подсвечено больше одного фрагмента, то выбранный параметр включения присваивается сразу всем элементам списка.

Пример работы с составом изделия

Цель данного раздела – научить пользователей формировать спецификацию, используя специальный инструмент - состав изделия.

Состав изделия позволяет собрать в одном окне все данные об изделии и создать спецификацию на основе этих данных, предварительно задав, какие именно данные в неё попадут.

В примере описан минимальный набор действий для быстрого получения готовой спецификации.

Подробную информацию обо всех возможностях состава изделия можно найти в главе Состав изделия, отчёты и спецификации.

В качестве примера будет использована сборка **Роликовые коньки**.

Файлы фрагментов и саму сборку можно найти в окне **Меню документов**.

Начальная модель роликовых коньков находятся в библиотеке **Примеры 17/Примеры из документации. Вводный курс/Создание спецификации/Начальная модель**.

При работе с данным примером рекомендуется сохранить файлы начальной модели на компьютер в доступную для записи папку, открывать указанные файлы и повторять все описанные действия.
Конечная модель роликовых коньков находится в библиотеке **Примеры 17/Примеры из документации. Вводный курс/Создание спецификации/Конечная модель**.

В рамках данного примера описаны следующие действия:

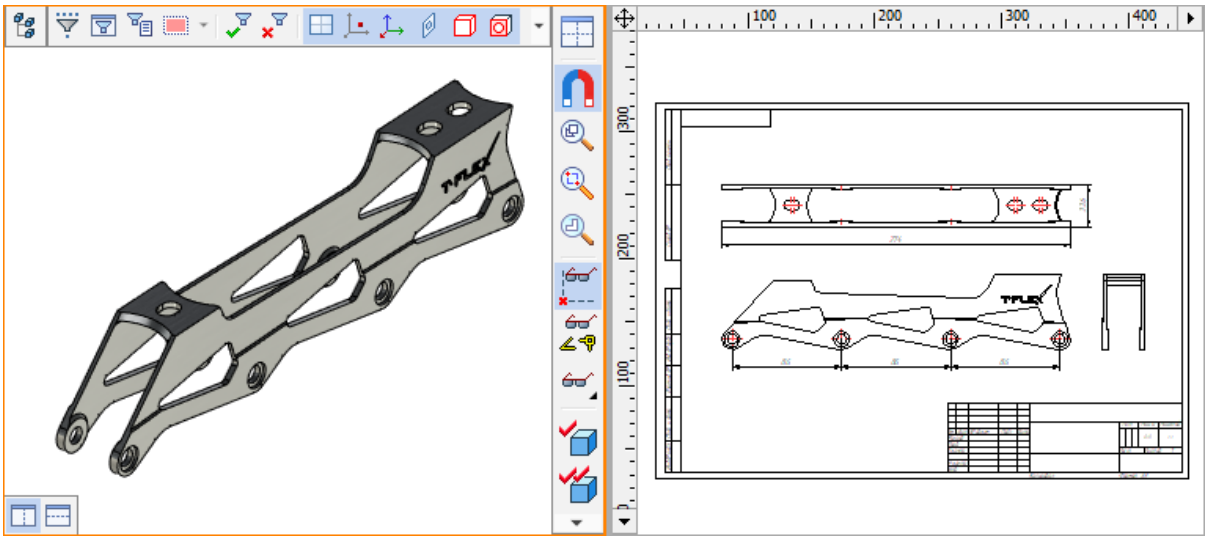
1. Подготовка данных фрагмента
2. Передача данных фрагмента в сборку
3. Создание спецификации
4. Простановка позиций
5. Добавление произвольной записи в состав изделия
6. Изменение способа включения фрагмента в состав изделия
7. Связь надписи с данными из состава изделия

Подготовка данных фрагмента

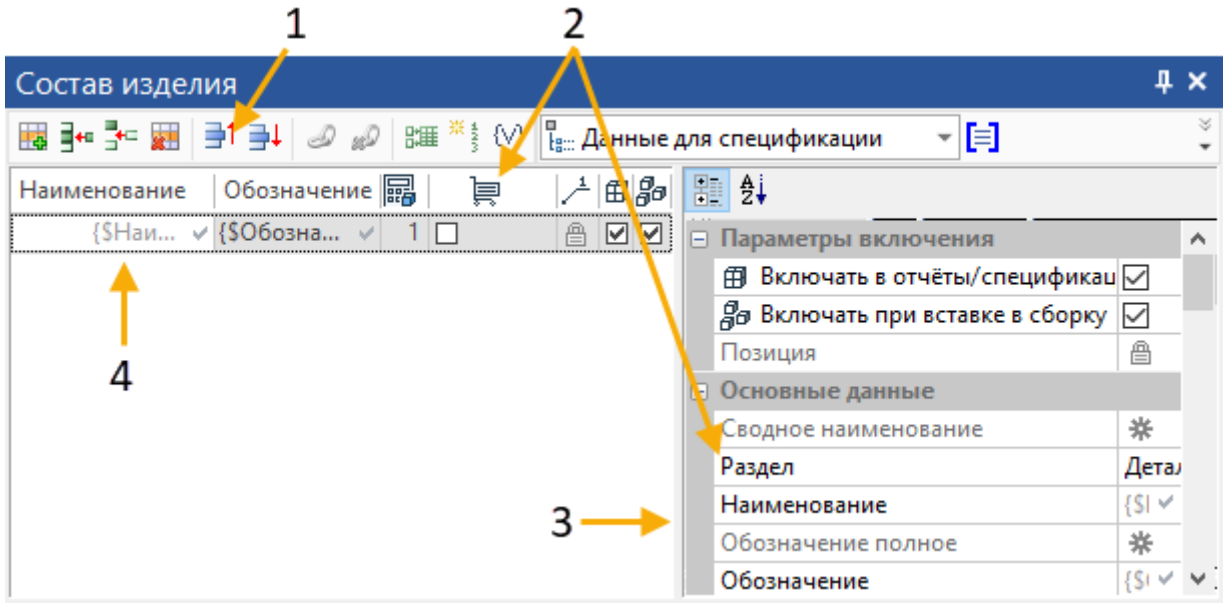
> В данной главе описан первый шаг примера работы с составом изделия. Для лучшего понимания приведенной информации рекомендуется выполнять все шаги последовательно.

Скопируем папку **Примеры 17/Примеры из документации. Вводный курс/Создание спецификации/Начальная модель** на локальный диск.

Откроем файл **Рама.grb**:



Внесём данные о детали. Сделать это можно двумя способами:
1. Ввести данные в окне **Состав изделия**.
2. Ввести данные в форматку чертежа фрагмента, если для фрагмента создан чертёж. Эти данные автоматически переносятся в окно **Состав изделия**.
Воспользуемся первым способом и вызовем окно состава изделия:

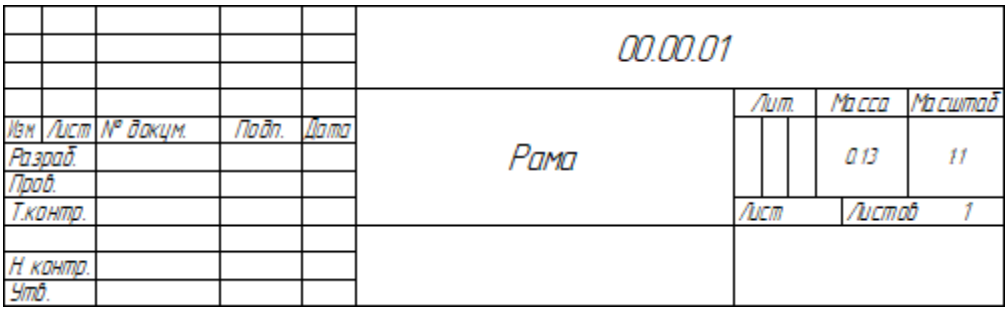


1. Панель инструментов
2. Заголовки колонок
3. Окно параметров состава изделия
4. Таблица данных состава изделия

Таблица данных состава изделия состоит из строк – записей. Запись состоит из нескольких полей, каждое из которых соответствует одной из колонок.
Заполним пустую верхнюю строку данными, введя их в соответствующие поля.

Введём следующие данные: **Наименование** - **Рама**, **Обозначение** - **00.00.01**.

Обратите внимание, что при заполнении этих полей информация автоматически попадает в форматку чертежа.

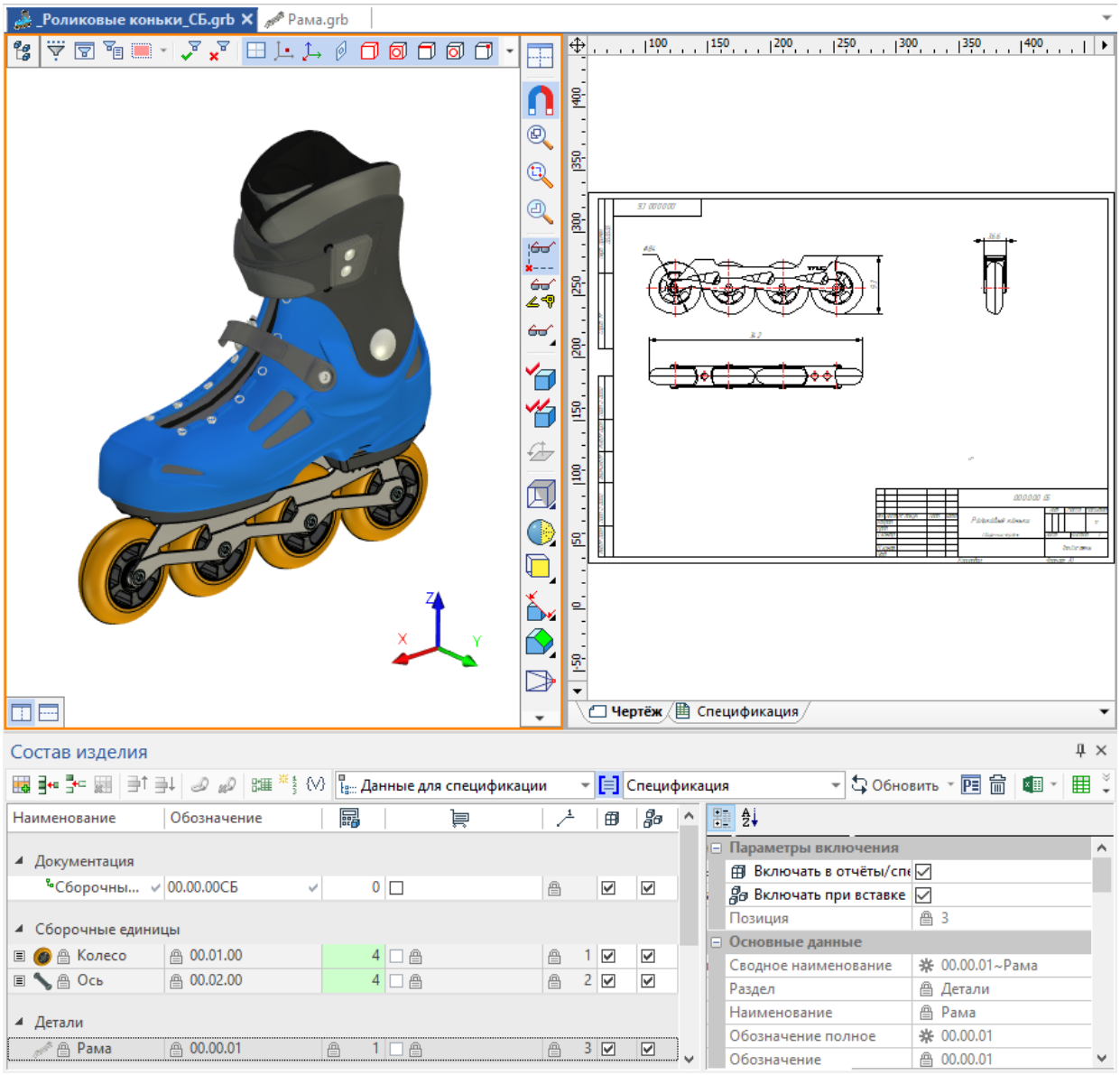


После внесения данных сохраним файл **Рама.grb** и закроем его.

Передача данных фрагмента в сборку

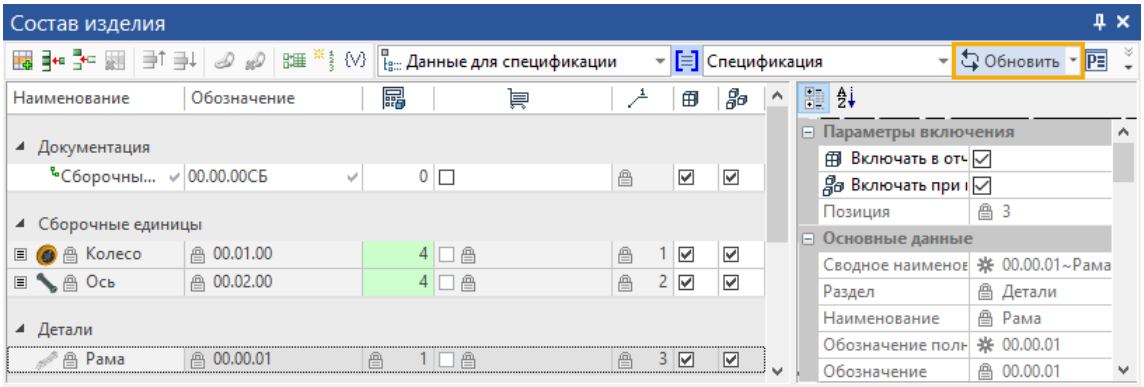
> В данной главе описан второй шаг примера работы с составом изделия. Для лучшего понимания приведенной информации рекомендуется выполнять все шаги последовательно.

Откроем сборку **Роликовые коньки_СБ.grb** из той же папки. В сборку уже добавлен фрагмент **Рама**.
По умолчанию, данные фрагментов автоматически передаются в состав изделия сборки, т.к. в файле фрагмента установлен флаг в колонке **Включать при вставке в сборку**.
Система предложит обновить сборку, чтобы сюда были переданы данные, введённые в файле **Рама.grb**. Если нажать кнопку **Да**, то все данные фрагмента автоматически попадут в сборку.



При добавлении нового фрагмента в сборку, данные о нём не попадают в таблицу состава изделия сразу.

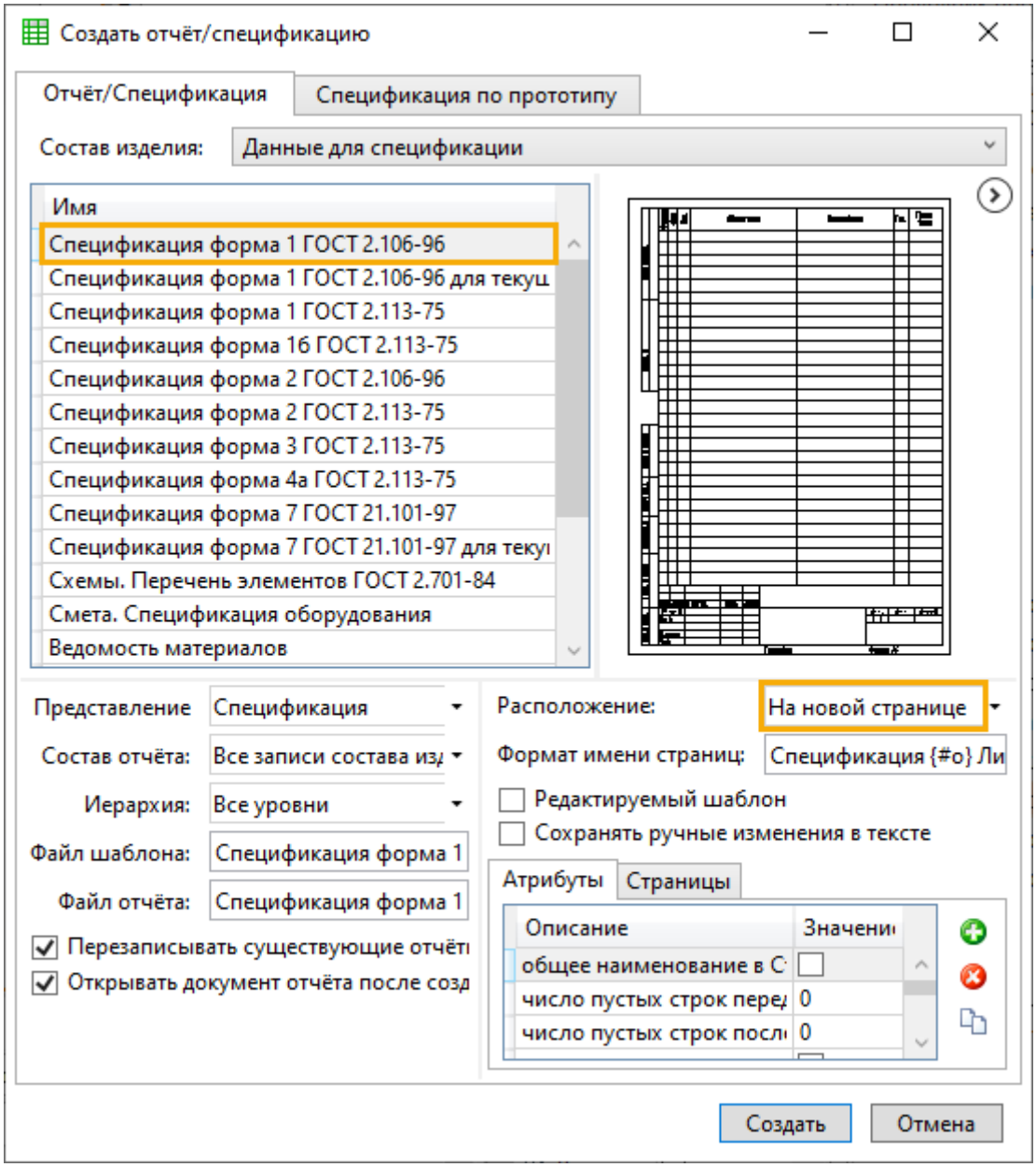
Чтобы данные фрагмента отобразились в таблице состава изделия, достаточно использовать команду **Обновить,** доступную на панели инструментов в окне **Состав изделия**.



Создание спецификации

В данной главе описан третий шаг примера работы с составом изделия. Для лучшего понимания приведенной информации рекомендуется выполнять все шаги последовательно.

После того как данные внесены в окно состава изделия, можно создать спецификацию.
Для этого нужно вызвать команду **Создать отчёт/спецификацию**. В диалоге данной команды можно выполнить настройку спецификации.
Для начала нужно выбрать один из шаблонов спецификации из списка. Справа от списка находится окно предварительного просмотра шаблона.
Выберем шаблон **Спецификация форма 1 ГОСТ 2.106-96**.
В графе **Расположение** укажем, что спецификация будет располагаться на новой странице, а затем нажмём кнопку **Создать**. В результате будет создана спецификация на сборку.



Во вкладке **Атрибуты** можно задать пропуск строк и общее наименование в стандартных изделиях. Для этого необходимо установить «1» в колонку Значение. Кроме того, здесь можно задать число пустых строк, указав нужное Значение.

В шаблонах уже задан набор создаваемых колонок. Если необходимо вывести собственный набор колонок в отчёт/спецификацию, нужно создать соответствующий шаблон самостоятельно.

Простановка позиций

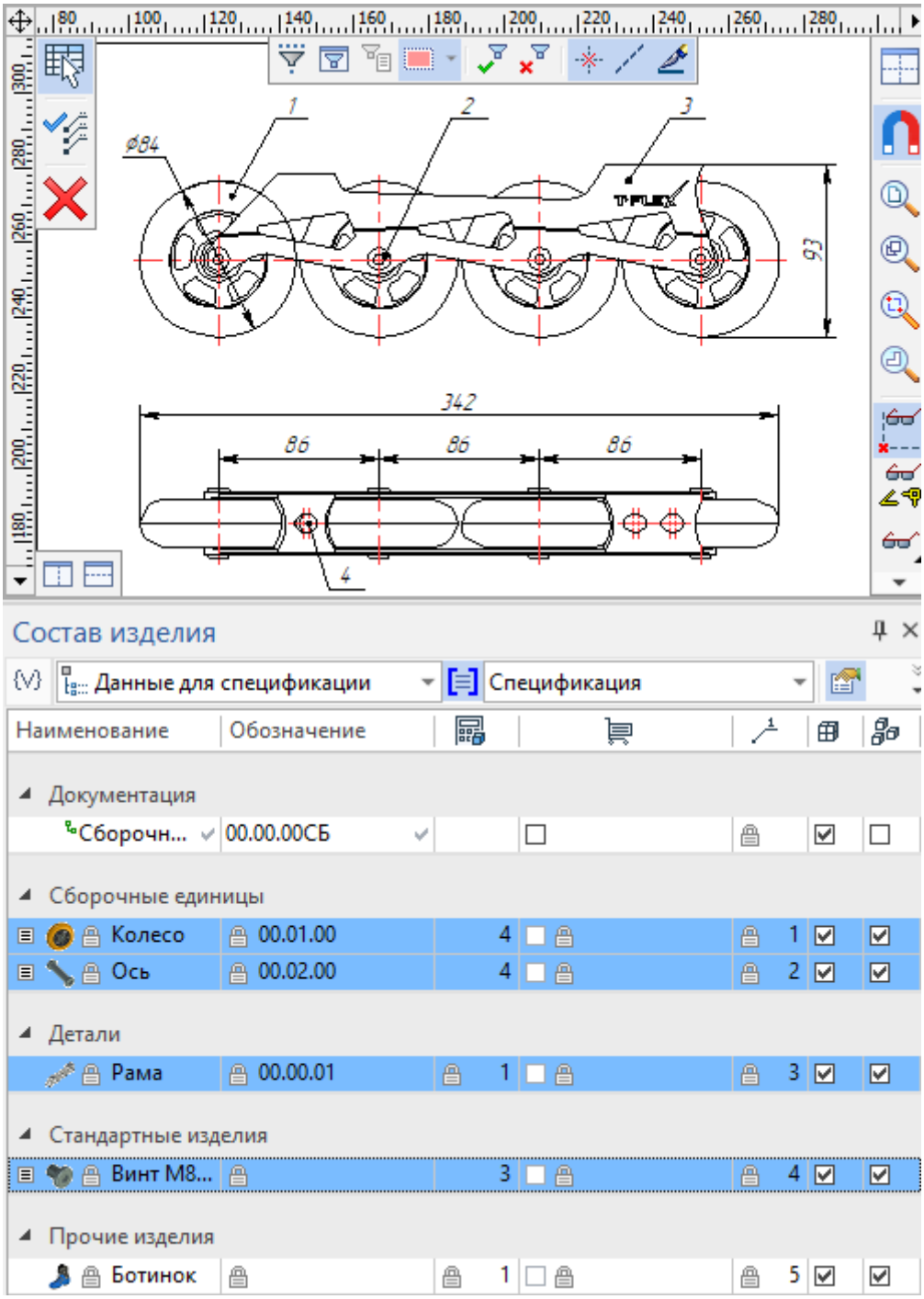
В данной главе описан четвёртый шаг примера работы с составом изделия. Для лучшего понимания приведенной информации рекомендуется выполнять все шаги последовательно.

Проставим на чертеже позиции для фрагментов **Рама**, **Ось**, **Винт** и **Колесо**.

После нажатия кнопки **Обновить** на панели инструментов в окне **Состав изделия** номер позиции автоматически присваивается записям в составе изделия.

Проставить позиции можно с помощью команды **Простановка позиций**. После вызова команды необходимо выбрать запись состава изделия и указать две точки привязки надписи на чертеже. Также можно просто выбрать изделия в 2D окне.

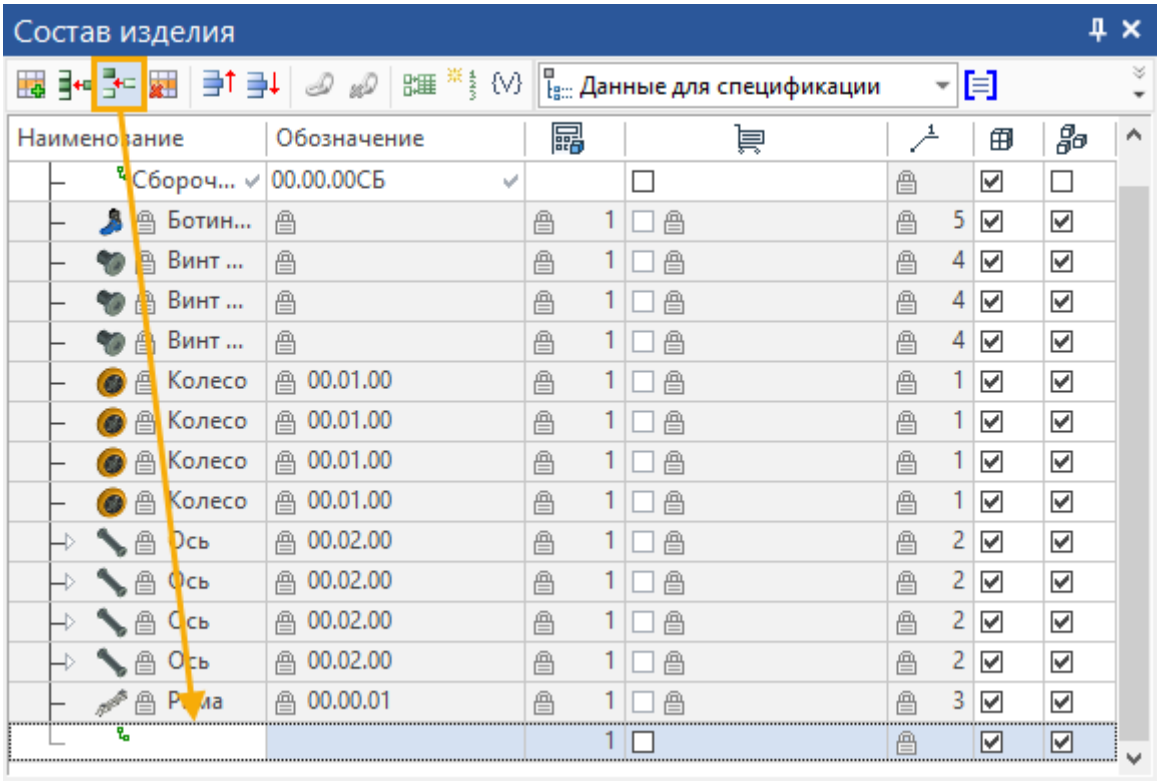
Выбранная строка и соответствующий ей фрагмент подсвечиваются. Записи, для которых уже проставлены надписи, подсвечиваются другим цветом.



Добавление произвольной записи в состав изделия

> В данной главе описан пятый шаг примера работы с составом изделия. Для лучшего понимания приведенной информации рекомендуется выполнять все шаги последовательно.

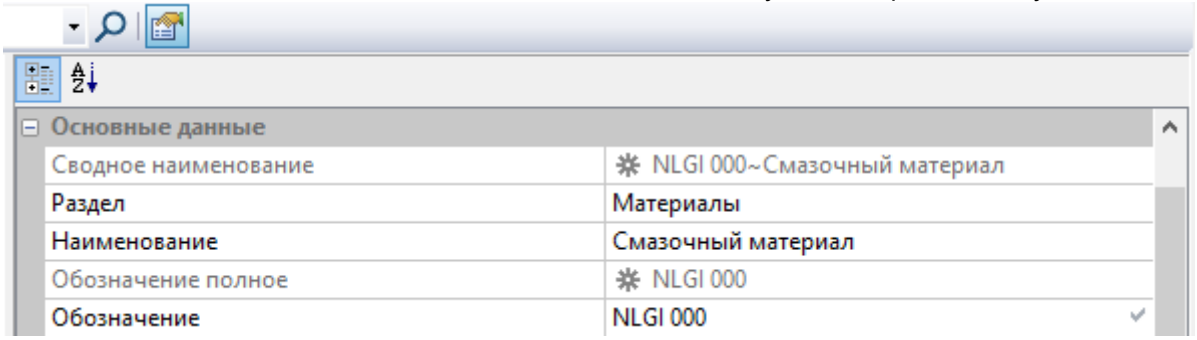
Предположим, что нам понадобилось добавить в спецификацию данные о смазке роликовых коньков. Создадим новую запись. Для этого выберем самую верхнюю запись **Роликовые коньки** и активируем команду **Добавить дочернюю запись** на панели инструментов в окне **Состав изделия**. Будет создана дочерняя запись сборочного чертежа.



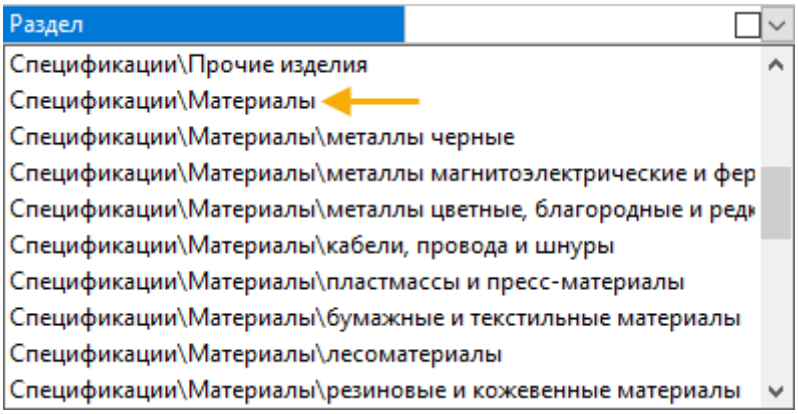
Выберем созданную строку в таблице состава изделия. Заполнять её колонки данными будем в окне параметров состава изделия.

> В таблицу данных состава изделия выводится лишь часть существующих колонок. Чтобы заполнить данными все необходимые колонки, нужно воспользоваться окном параметров состава изделия. Чтобы вызвать/скрыть окно используется опция **Показать окно параметров записи** в правой части панели инструментов в окне **Состав изделия**. По умолчанию опция активна.

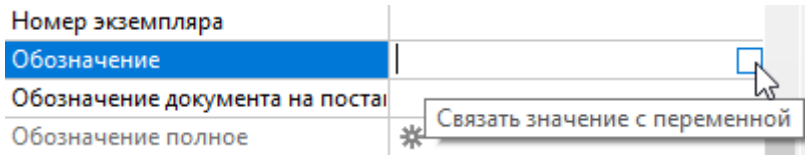
После выполнения описанных действий (см. далее) окно будет содержать следующие записи:



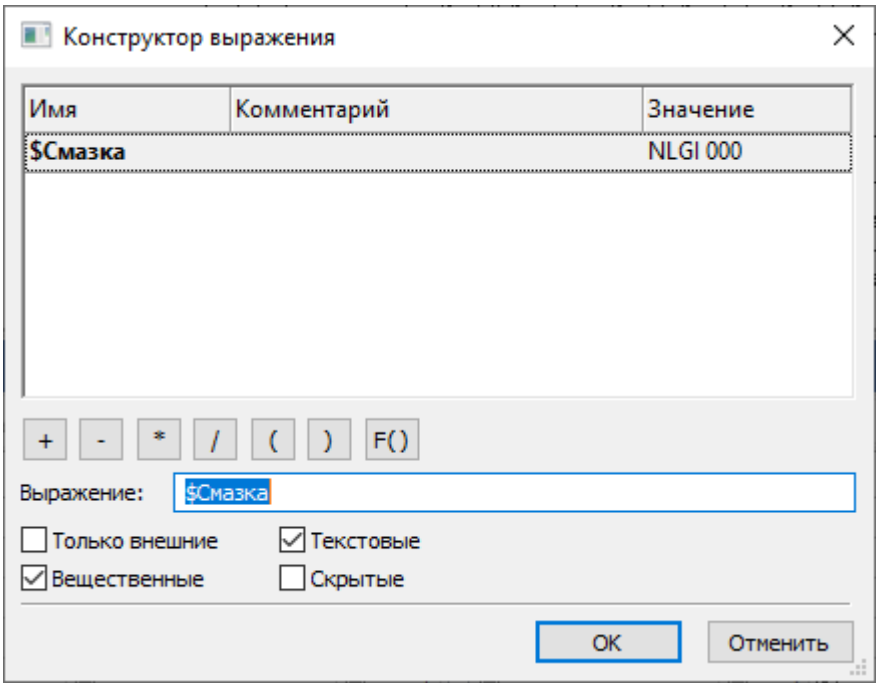
Заполним запись. Вначале выберем раздел спецификации, к которому будет относиться запись. Для этого раскроем выпадающий список в поле колонки **Раздел** и выберем раздел **Спецификации/Материалы**.



Введём наименование – **Смазочный материал** в соответствующее поле.
Поле **Обозначение** свяжем с переменной документа сборки. Для этого установим флаг в правой части поля.



Появится окно **Вставка переменной**. Выберем переменную **$Смазка** и нажмём кнопку **ОК**.



Отображать и скрывать имена переменных, с которыми связаны поля, можно с помощью опции **Показать имена переменных**.

После добавления новых данных рекомендуется обновлять состав изделия с помощью команды **Обновить**, т.к. новые записи могут изменить номера позиций фрагментов.

Чтобы данные о новой записи **Смазочный материал** попали в спецификацию, воспользуемся командой **Обновить отчёт состава изделия** на панели инструментов в окне **Состав изделия**.

После обновления запись **Смазочный материал** будет добавлена в спецификацию.

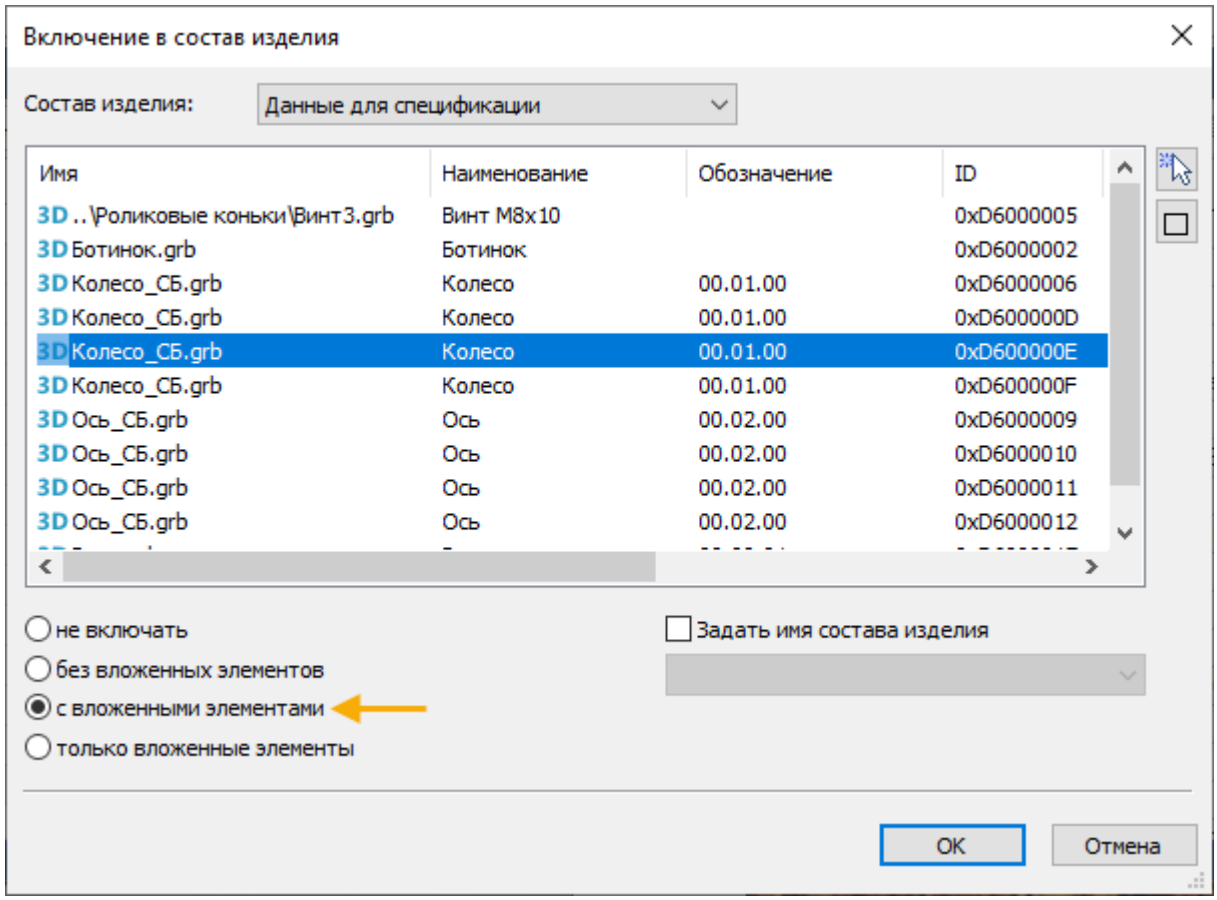
Изменение способа включения фрагмента в состав изделия

> В данной главе описан шестой шаг примера работы с составом изделия. Для лучшего понимания приведенной информации рекомендуется выполнять все шаги последовательно.

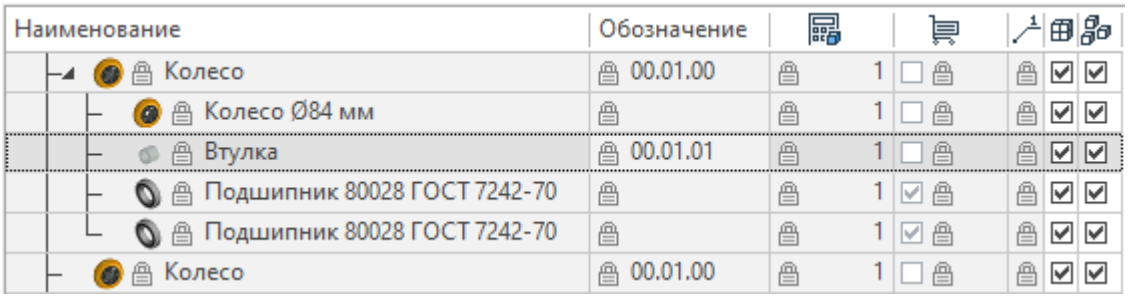
Для выбора фрагментов, данные которых следует включать в окно состава изделия, нужно воспользоваться командой **Включение фрагментов в состав изделия**.
В диалоговом окне команды перечислены все входящие в сборку фрагменты. Для каждого из них можно выбрать один из четырёх способов включения данных в состав изделия.

> Выбранные в этом окне фрагменты подсвечиваются в 3D окне.

Выберем одно из колёс роликовых коньков в списке. Каждое колесо является сборочной единицей, которая состоит из колеса, втулки и двух подшипников. Сейчас данные об этих фрагментах не отображаются в составе изделия. Чтобы включить данные этих фрагментов в состав изделия, изменим способ включения на **С вложенными элементами** и нажмём **OK**.



После нажатия кнопки **Обновить** все вложенные фрагменты сборки отобразятся в окне **Состав изделия**.

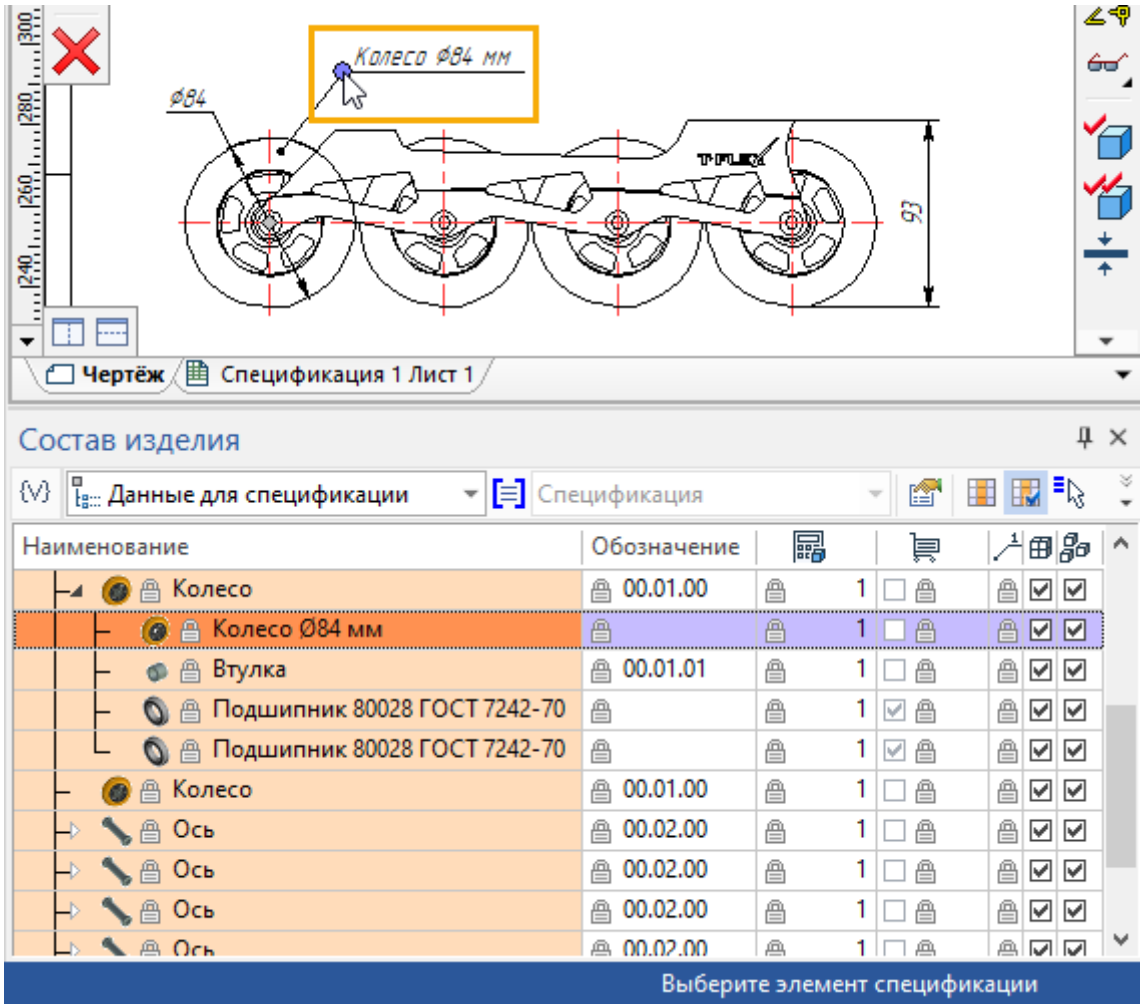


Связь надписи с данными из состава изделия

> В данной главе описан седьмой шаг примера работы с составом изделия. Для лучшего понимания приведенной информации рекомендуется выполнять все шаги последовательно.

В надпись можно выводить данные из любой колонки состава изделия.

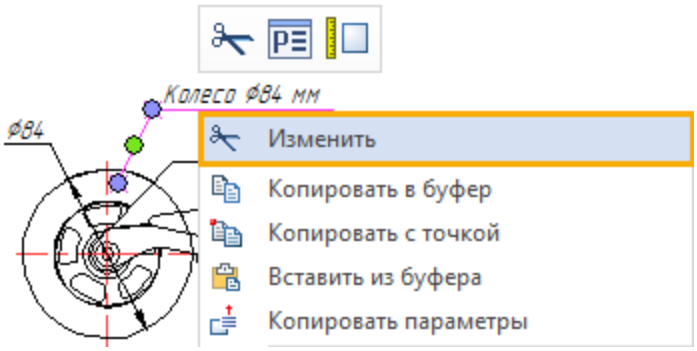
Для этого нужно зайти в команду **Проставить позиции** и активировать опцию **Выбрать колонку для связи с надписью**, а затем выбрать колонку, данные из которой будут заноситься на полку. После этого необходимо указать две точки привязки надписи на чертеже.



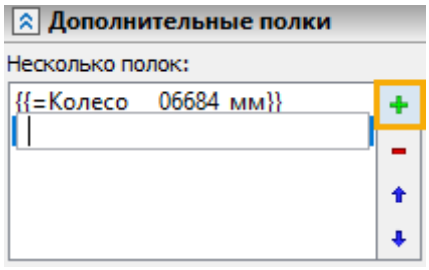
Добавим надпись в 3D окно.

> Чтобы включать и отключать этот режим в процессе простановки надписей используется опция **Использовать выбранную колонку для связи с надписью**.

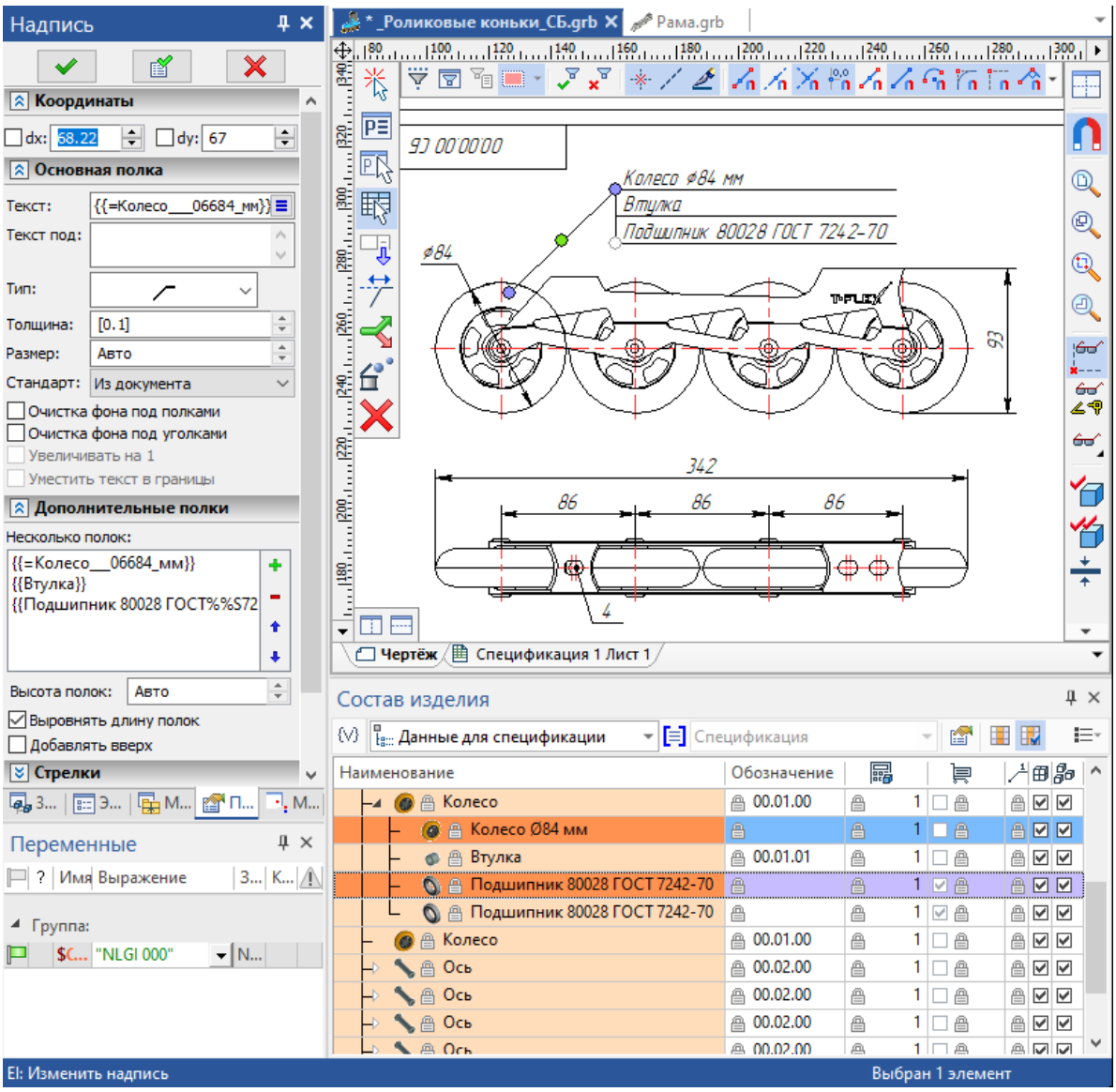
Для созданной надписи можно добавить несколько полок. Чтобы это сделать нужно выбрать пункт **Изменить** в контекстном меню надписи.



В появившемся слева окне **Надпись** нужно переместить курсор в раздел **Дополнительные полки** и нажать . В списке появится новая строка.



Теперь нужно выбрать запись в окне состава изделия. Данные этой записи попадут на полку. Таким образом можно создать несколько полок и связать их с записями.



Создание шаблона отчёта

Шаблон отчета является GRB файлом, в котором по определённым правилам описан формат отчета и состав данных в нем. Путь к папке с шаблонами отчетов задается в установках системы (**Установки > Спецификация > Шаблоны отчётов/спецификаций**).

В файле шаблона необходимо создать таблицу при помощи команды **Текст**. В её ячейки нужно вписать состав шаблона.

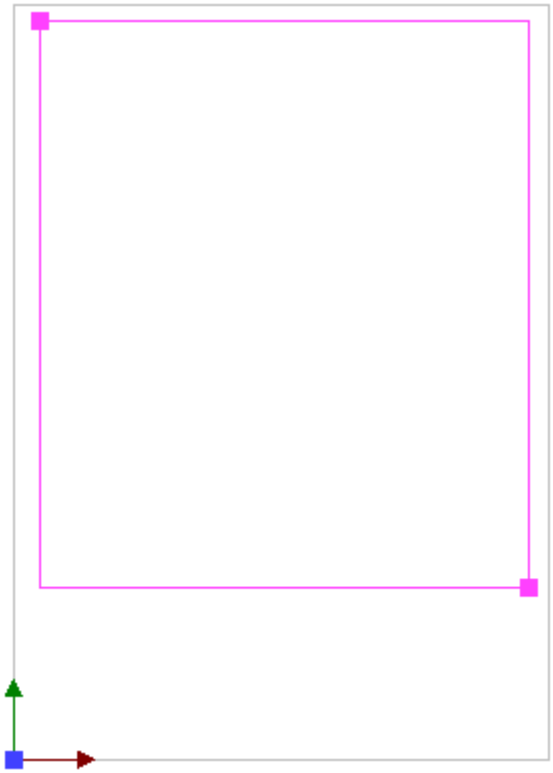
Опишем последовательность действий и их варианты более подробно.

1. Создайте новый документ на основе прототипа **2D деталь** и сохраните его в папку с шаблонами отчётов.

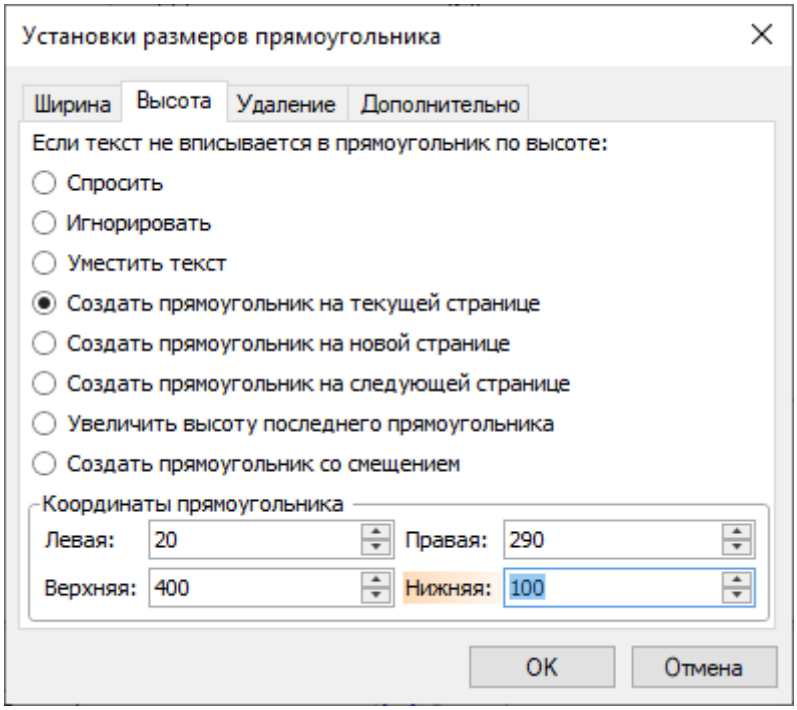
2. В параметрах страницы (**Параметры документа > Страница > Лист**) задайте формат А4 и вертикальную ориентацию страницы.

3. Если шаблон предназначается для создания отчёта на отдельной странице или в отдельном документе, то вставьте 2D фрагмент - форматку, содержащую заголовок таблицы и разлиновку строк. Если шаблон предназначен для создания отчёта на текущей странице, то этот пункт можно пропустить.

4. При помощи команды Текст создайте параграф-текст, привязав его либо к узлам с фрагмента форматки, либо в абсолютных координатах.



После указания точек привязки нажмите . Затем укажите координаты для новых прямоугольников текста при помощи опции автоменю **Параметры изменения размеров прямоугольника**. Если шаблон предназначен для текущей страницы, выбирайте режим **Создать прямоугольник на текущей странице**, если нет, то выбирайте **Создать прямоугольник на новой странице**. Обратите внимание, что в первом случае координаты не должны совпадать с координатами уже созданного прямоугольника, а во втором - координаты должны соответствовать узлам привязки на форматке для последующих листов спецификации или отчёта.



5. Создадим **заголовок таблицы отчета**. Если шаблон предназначен для создания отчёта на отдельной странице, то этот пункт можно пропустить.
Заголовок обрамляется элементами {**summary**} и {**/summary**}. Между ними вставляется таблица с именами столбцов.

{summary}

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание

{/summary}

6. Запишем элементы для вывода группы записей **{group}** и **{/group}**.

{summary}

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание

{/summary}

{group}

{/group}

7. Создадим таблицу для вывода заголовка группы. Для стандартных спецификаций заголовком группы является название раздела спецификации.

Важно! Суммарная ширина всех таблиц должна совпадать с первой таблицей.

В одну из колонок запишем элемент {**Group_name /**}.

{summary}

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание

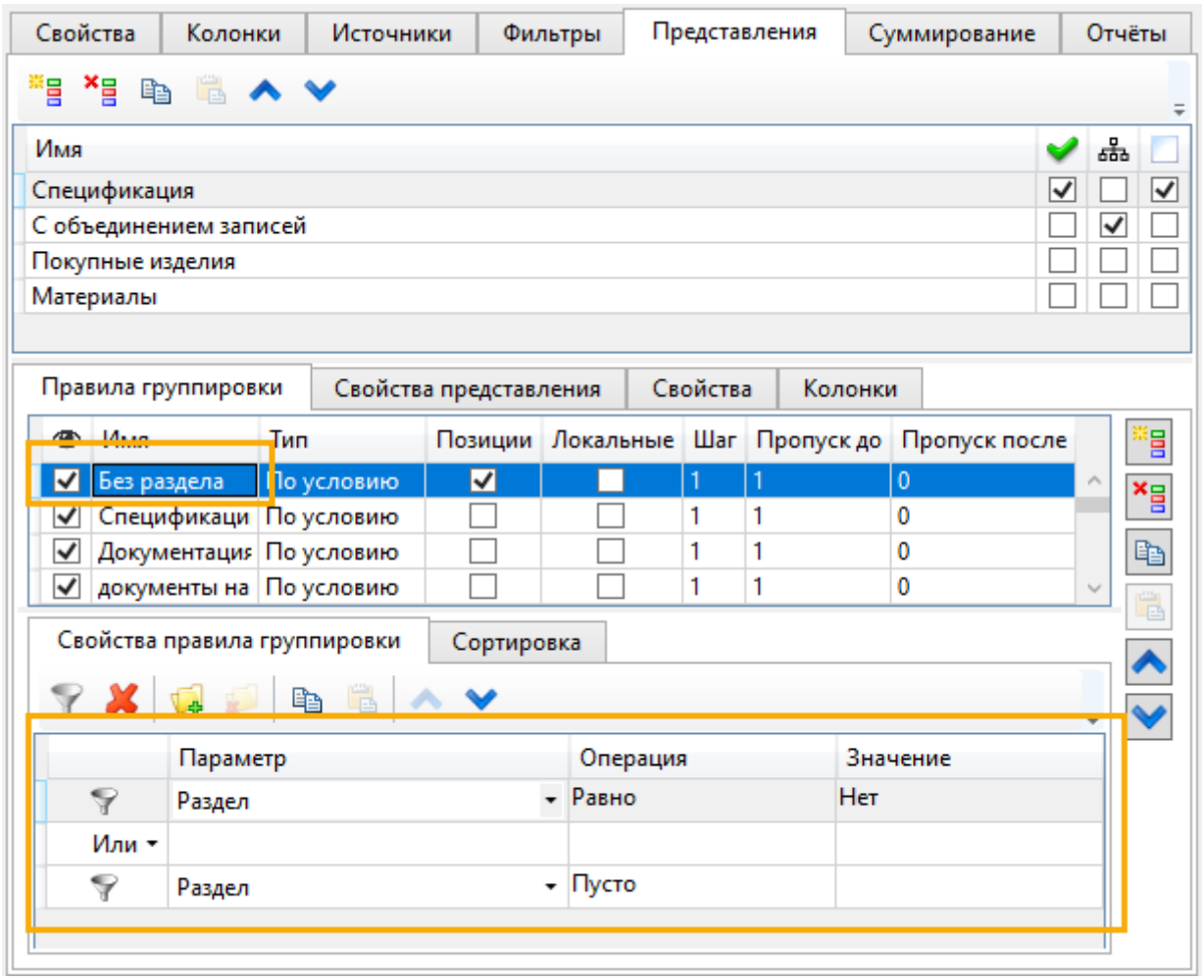
{/summary}

{group}

				{Group_name /}		

{/group}

8. Если заголовок группы не содержит текста (в данном случае это будет группа записей, у которых не задан раздел спецификации), то вторая таблица окажется пустой и её выводить в отчёт не нужно. Чтобы выполнить это, добавим условие. Сначала в параметрах состава изделия посмотрим название соответствующей группы - **Без раздела**.



Затем добавим фильтр к открывающему элементу группы:

{group hide_table="Group_name = 'Без раздела'"}.

{summary}

Формат	*Зона*	*Поз.*	*Обозначение*	*Наименование*	*Кол.*	*Приме-чание*

{/summary}

{group hide_table="Group_name = 'Без раздела'"}

				{Group_name /}		

{/group}

9. Следующим шагом будет добавление таблицы для вывода отдельной записи. Добавим элементы {**list**} и {**/list**} и таблицу.

{summary}

Формат	*Зона*	*Поз.*	*Обозначение*	*Наименование*	*Кол.*	*Приме-чание*

{/summary}

{group hide_table="Group_name = 'Без раздела'"}

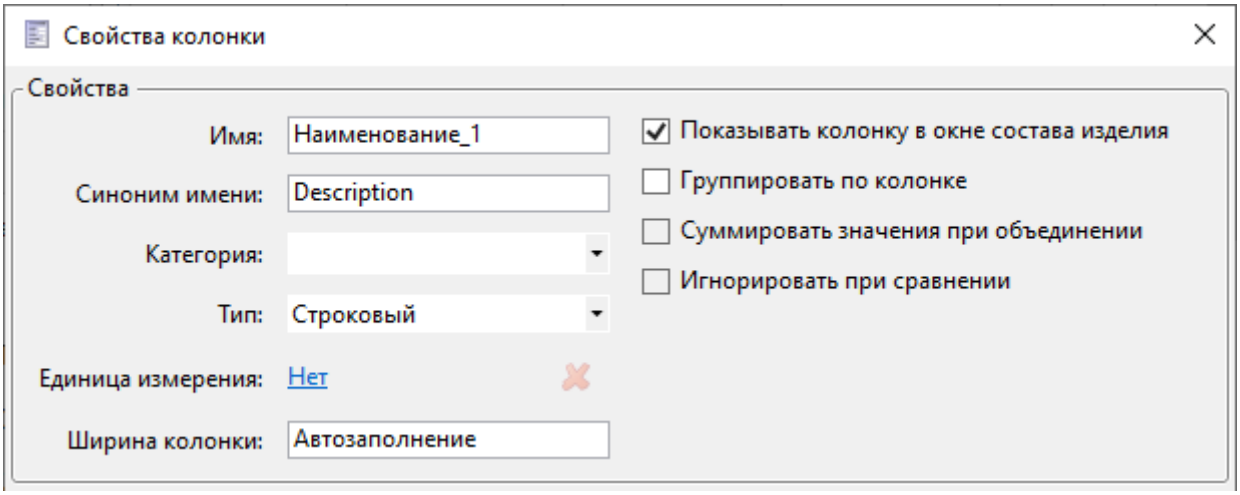
				{Group_name /}		

{list}

{/list}

{/group}

10. В третьей таблице зададим имена колонок состава изделия, из которых будут заполняться данные. Если имя колонки не содержит пробелов, то для вывода её данных достаточно написать {**имя_колонки**/}. Вместо имени колонки можно использовать его синоним.



Заполним те ячейки третьей таблицы, в которых выводится просто значение из соответствующей колонки.

{summary}

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание

{/summary}

{group hide_table="Group_name = 'Без раздела'"}

				{Group_name /}		

{list}

{param name="Формат" filter="Раздел = 'Стандартные изделия'"/}		{Позиция /}	{Обозначение /}	{Наименование /}	{количество filter="Количество != 0"/}	

{/list}

{/group}

Если имя колонки содержит пробел, то надо использовать запись следующего формата:

{param name="Имя колонки"/}

Вывод значения можно ограничивать при помощи фильтра. Например, в разделе **Стандартные изделия** не заполняется колонка **Формат**. Чтобы обеспечить выполнение этого условия можно написать:

{param name="Формат" filter="Раздел != 'Спецификации\Стандартные изделия' "/}

Следующий фильтр позволит выводить в колонку только ненулевые значения поля "**Количество**":

{количество filter="Количество != 0"/}

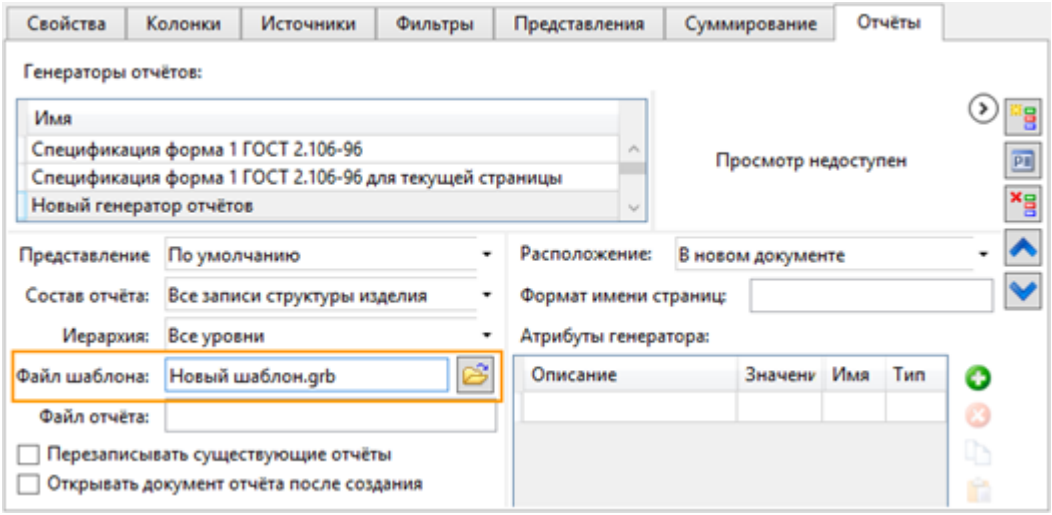
Заполним оставшиеся колонки записями с условиями.

> Важно! Текст шаблона должен размещаться в одном прямоугольнике параграф-текста, не выходя за его пределы по высоте и ширине.

На этом создание самой простой формы шаблона завершено. Завершите редактирование текста нажатием и сохраните файл в папке шаблонов отчёта (**Установки** > **Спецификация** > **Шаблоны отчётов/спецификаций**).

В параметрах состава изделия добавьте новый генератор отчётов и подключите к этому генератору созданный файл шаблона, как описано в главе Отчёты по составу изделия.

Если новый генератор отчётов будет создан для типа состава изделия, а не для конкретного состава изделия в документе, он может быть использован во всех документах, в которых создан Состав изделия данного типа.



> Для уже созданных документов понадобится обновить параметры состава изделия в соответствии со параметрами изменённого типа.

Дополнительные возможности

- Вывод в отчёт результата суммирования по колонке.
  Например, для вывода общей массы используется запись:
  {outcome name="Масса" out_operation="numeric_sum"/}
  и отдельная табличка в обрамлении элементов {**summary**} и {**/summary**}.

- Форматирование выводимого в колонку значения выполняется при помощи строкового параметра **argument** .
  Например, следующая запись выводит результат суммирования с точностью двух знаков после

запятой:

{**outcome name="Macca" out_operation="numeric_sum" argument="F2"/**}

- Вывод в отчёт значения переменной осуществляется при помощи элемента **variable name**.
  Пример:

  {**variable name="$Date"/**}.

  Переменная должна существовать в файле, на основе которого создаётся отчёт.
- Вывод записей всех уровней для представления с учетом иерархии возможен при использовании атрибута **recursive**.
  Пример:

  {**list recursive="true"**}.
- Использование макросов.
  Дополнительную обработку данных можно выполнять при помощи макроса, который добавляется в файл шаблона отчёта. Добавление макроса и написание его кода осуществляется в Редакторе макросов.

Макрос может обрабатывать записи состава изделия или данные, выводимые в ячейку таблицы. В первом случае макрос обработки группы вызывается в виде:

{**group_macro name="Имя"/**}

Имя указывает макрос, который должен быть запущен перед заполнением таблицы. Вызов макроса может иметь атрибут **filter** - макрос будет применяться только к тем группам, которые удовлетворяют условию.

Пример:

{**group_macro name="Gen.Gen.GroupMacro" filter="Раздел = 'Спецификации\Стандартные изделия'"/**}

Макрос для обработки текстового значения в ячейке таблицы используется в элементах **param** и **outcome**. Вызов макроса пишется в виде:

{**param name="Имя колонки" str_proc_macro="Имя"/**}

Имя указывает макрос обработки строки.

Пример:

{**param name="Количество$$00" str_proc_macro="Gen.Gen.XAmount"/**}

> Полное описание используемых для вывода данных элементов дано в разделе Структура шаблона отчёта.

- Добавление записей состава изделия из шаблона
  Если создать в шаблоне отчёта какие-либо записи состава изделия, то при создании отчёта по этому шаблону можно добавить записи из шаблона в текущий документ. Возможность добавления записей управляется параметром генератора отчётов **Добавить записи СИ**. Таким образом можно, например, включать отчёты в состав изделия. Записи, добавленные из шаблона отчёта, удаляются при удалении отчёта.

Основные темы в этом разделе:

- Состав шаблона отчета
- Шаблон отчёта с переменным набором колонок

Структура шаблона отчета

Общая структура шаблона похожа на язык разметки XML. Шаблон представляет собой дерево **элементов**. Элемент определяется одним или двумя тэгами. У элемента есть вложенные **элементы**, **атрибуты** и **содержимое**.

Допустимые имена элементов (без учета регистра):

1. **group** – Группа: используется только как обрамление таблицы.
2. **container** – Контейнер: используется для групповых отчётов. (См. описание генератора групповых отчётов)
3. **list** - Список элементов: используется только как обрамление таблицы
4. **param** – Параметр: используется только внутри таблицы, содержимое игнорируется. Сам элемент заменяется значением из колонки состава изделия. Элементы param не должны быть вложены один в другой
5. **group_macro** – Макрос обработки группы. Должен использоваться как вложенный элемент элемента group.
6. **summary** – Итог. Используется только как обрамление таблицы
7. **outcome** – Результирующее значение. Используется внутри элемента **summary**.
8. **frag** – Вставка в ячейку фрагмента.
9. **sum_res** – Результат суммирования описанного в параметрах состава изделия на вкладке «Суммирование». Используется внутри таблицы summary.
10. **variable** – Значение переменной. Переменная должна существовать в файле, на основе которого создаётся отчёт.
11. **table_hider** – Элемент позволяющий скрыть таблицу. Используется вместе с фильтром.

Из приведенных выше элементов только group и list могут быть элементами верхнего уровня.

Допустимые значения **атрибутов**:

1. **name** – Имя: фактически имеет смысл только для элемента типа **param**.
2. **filter** – Фильтр: используется во всех элементах. Подробнее см. ниже
3. **recursive** – Рекурсивный элемент: имеет смысл только для group и list. При наличии иерархии во входных данных влияет на результат отбора записей состава изделия.
4. **recursive_template** – Атрибут говорит о том, что элемент является шаблоном для всех групп.
5. **str_process** – Используется в элементе param и outcome для постобработки текстового значения, полученного из записи. Данный атрибут используется, если необходимо провести несущественную обработку текстового значения. Например, задать форматирование и скорректировать число знаков после запятой.
6. **str_proc_macro** - Используется в элементе param и outcome для постобработки текстового значения, полученного из записи. Данный атрибут использует указанный макрос для обработки текста.
7. **hide_table** – Используется в элементах обрамляющих таблицы. Задает правило, по которому таблица не выводится.
8. **source** – Используется с frag
9. **sorce_macro** - Используется с frag
10. **from_item** - Используется с frag
11. **regenerate_3d** – Используется с frag
12. **index** – Индекс, используется с table_hider

Элементы имеют 2 формы записи:

1. **{list}содержимое элемента{/list}** - два тэга и содержимое
2. **{param name=«Наименование»/}** – один тэг и нет содержимого.

При генерации отчета элементы **group** и **list** копируют в отчёт содержимое (таблицу) для каждой группы/записи состава изделия.

Элемент group

Элементы param в таблице элемента **group** заполняются следующим образов: берется первая запись из группы и подставляются её значения.

Все вложенные элементы **list** будут оперировать объединенными данными (теми данными, что показываются в окне состава изделия в режиме **Применить представление состава изделия**).

Элемент list

Если элемент **list** не вложен в элемент group, тогда он оперирует всеми записями состава изделия (как они выглядят в окне состава изделия с выключенным режимом **Применить представление состава изделия**).

Если входные данные имеют иерархию:

- По умолчанию флаг атрибут **recursive** отключен, т.е. будут выводится только записи состава верхнего уровня.
- Если выставить **recursive** в **true**, то будут выводиться все записи.

Допускается в элементе **list** создавать вложенный элемент **list**. В этом случае для каждой записи состава изделия с дочерними записями будет создана и заполнена таблица из вложенного элемента **list**.

Элемент param

Элемент param заменятся на соответствующее значение ячейки записи состава изделия.

Полная запись элемента: {**param name=«Имя_колонки»/**}. Полную запись необходимо использовать, если имя колонки содержит пробелы.

У элемента есть упрощенная запись:

1) {**param Имя_колонки/**} - **name** является атрибутом по умолчанию, поэтому его указание не обязательно
2) {**Имя_колонки/**} - **param** является элементом по умолчанию, поэтому его указание не обязательно

Например запись типа: {количество всего/} – не распознается как правильная. Для имен из 2 и более слов нужно использовать полную запись.

Для вывода позиции зарезервированы имена: **Pos**, **Position**, **Поз**, **Позиция**

Элемент summary

Элемент обрамляет таблицу. Может использоваться как элемент верхнего уровня. В этом случае в отчёт просто копируется таблица.

При использовании элемента внутри элементов **group** и **list** можно выводить в таблицу **summary** информацию полученную обработкой записей **group/list**. Информация выводится с помощью элемента outcome.

Необязательный атрибут **before=«true»** выведет таблицу до вывода записей **group/list**.

Пример элемента summary верхнего уровня:

Header		EmptyGlobal Header		

Пример с вложением в group и list элементов:

Header		EmptyGlobalHeader		

	{Раздел str_process=«str = P.SpecGroup(str)»/}	

EachGroupHeader:	Всего: {outcome name=«Количество» out_operation=«numeric_sum» argument=«F4»/}

EachGroupFooter:	Всего: {outcome name=«Количество» out_operation=«numeric_sum» argument=«F4»/}

AllGroupsHeader:	Всего: {outcome name=«Количество» out_operation=«numeric_sum»/}

AllGroupsFooter:	Всего: {outcome name=«Количество» out_operation=«numeric_sum»/}

AllGroupsFooter:	Все имена: {outcome name=«Наименование» out_operation=«str_concat» argument=«-;»/}

AllGroupsFooter:	Уникальные имена: {outcome name=»Наименование» out_operation=«unique_strs» argument=«;»/}

Header		EmptyGlobalFooter		

Элемент outcome

Элемент нужен для вывода результирующей информации внутри таблицы, обрамленной {**summary**}.
Основные атрибуты:

1. **name** – имя параметра, по которому собирается результирующая информация.
2. **out_operation** – тип обработки значений:
    - **numeric_sum** – числовая сумма всех значений
    - **str_concat** – суммирование строк.
    - **unique_strs** – список уникальных значений.
3. **argument** – дополнительный строковый параметр передаваемый **out_operation**
    - **numeric_sum** – формат вывода строки
    - **str_concat** – разделитель между суммируемыми строками.
    - **unique_strs** – разделитель между суммируемыми строками.

Также можно задать атрибут сортировки записей, которые будут участвовать в расчёте с помощью атрибута **source_filter** (работает аналогично параметру **filter**). Можно использовать **str_process** для постобработки строки.
Примеры:

{outcome name=«Наименование» out_operation=«unique_strs» argument=«;»/}
Всего: {outcome name=«Количество» out_operation=«numeric_sum» argument=«F4»/}

Элемент sum_res

Элемент нужен для вывода результата суммирования, настроенного в параметрах состава изделия, внутри таблицы обрамленной {**summary**}.
Основные атрибуты:
name – имя суммирования. Имя можно посмотреть в окне состава изделия вызвав контекстное меню **Состав изделия/Результаты суммирования**.
Имя можно не задавать. Тогда оно будет выбрано автоматически (имя представления + имя первого суммирования).
Можно использовать атрибут **filter**.
Можно использовать **str_process** для постобработки строки.
Примеры:

{sum_res/}
{sum_res name=«Mass»/}
Всего: {sum_res Mass/}

Элемент variable

Элемент нужен для вывода значений переменных документа сборки в отчёт. Оно может быть выведено в таблицу заголовка summary или в таблицы group и list.
Основные атрибуты:
name – имя переменной.
Если переменной нет в документе, будет выведена пустая строка.
Можно использовать атрибут **filter**. Можно использовать **str_process** для постобработки строки.
Примеры:

{variable name=«nCount»/}
{variable name=«$Обозначение»/}

Форматированный вывод действительных значений (1 знак после запятой):

{variable name=«nCount» str_process=«str = str.AsDouble().Format(1)»/}

Элемент group_macro

Макрос обработки группы. Данный элемент должен использоваться как вложенный элемент элемента **group**. Может иметь атрибут **filter** - макрос будет применяться только к тем группам, которые удовлетворяют условию.
У элемента должен быть задано имя. Имя указывает макрос, который должен быть запущен перед заполнением таблицы. Прототип макроса: **void func(MacroCallContext context, GroupItemInfo group)**;
Первый параметр содержит контекст вызова макроса.
Пример:

{group}
{group_macro name=«Gen.Gen.GroupMacro» filter=«Раздел = 'Спецификации\Стандартные изделия'»/}
...

{/group}

Пример макроса:

```
using System;
using System.Linq;
using TFlex.Model;
using System.Collections.Generic;
using TFlex.Model.Model2D;

using TFlex.CadReportGenerator;

namespace Gen
{
    public class Gen
    {
        public static bool GroupMacro(MacroCallContext context, GroupItemInfo group)
        {
           var generAttrs = context.Properties.Attributes;// Проверка атрибутов
отчета.
           if(!generAttrs.HasAttribute(«attrName»)
                  >  >  generAttrs[«attrName»].ValueAsBool == false)
                      return true;
            //%%TODO: заполнить
            return true;
        }
    }
}
```

Для компиляции макроса надо добавить ссылку на **TFPSCadReportGenerator**.

Элемент frag

Элемент используется только внутри таблицы. По одному элементу на ячейку. На его место вставляется фрагмент.

Путь к фрагменту задается одним из 4-ех способов:

1. Имя файла берется из колонки состава изделия : **{frag name=«Примечание»/}**
2. Имя файла явно задается: **{frag source=«<Болты>Болт ГОСТ 123123.grb»/}**
3. Имя получается по текущему элементу (тот фрагмент, из которого подняты данные): **{frag from_item=«true»/}**
4. Имя получается из макроса (см. source_macro): **{frag source_macro=«Gen.Gen3.SourceMacro»/}**

Можно указать имя страницы в документе фрагмента, которую вставлять в ячейку:

{Frag Source=«<Fitting_v2>Sketch.grb» page=«sketch_p»/}

Или

{Frag Source=«<Fitting_v2>Sketch.grb» page_macro=«Gen.Gen.FragPageMacro»/}

Формат макросов source_macro и page_macro:

String func(MacroCallContext context, ItemInfo currentItem);

Также можно воспользоваться атрибутом фильтр (**filter=«...»**) аналогично элементам **param** и **outcome**.

Можно указать атрибут **regenerate_3d (regenerate_3d=«true»)** для того, чтобы вставляемый фрагмент всегда пересчитывал 3D при пересчете 2D (используется с проекциями).

Можно использовать атрибут **auto_width=«true/false»** – автоматический подбор ширины фрагмента, чтобы он вписывался в ячейку. По умолчанию - true.

Элемент table_hider

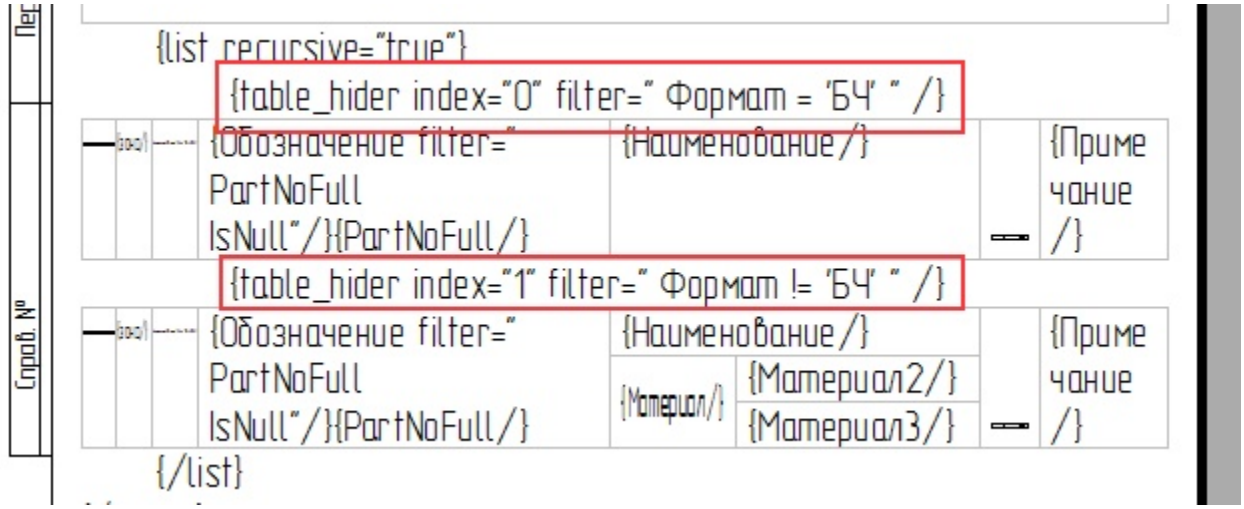
В теги обрамляющие таблицы можно добавить несколько таблиц. С помощью тега **table_hider** можно задать логику, по которой таблицы будут скрываться.

Используемые атрибуты:

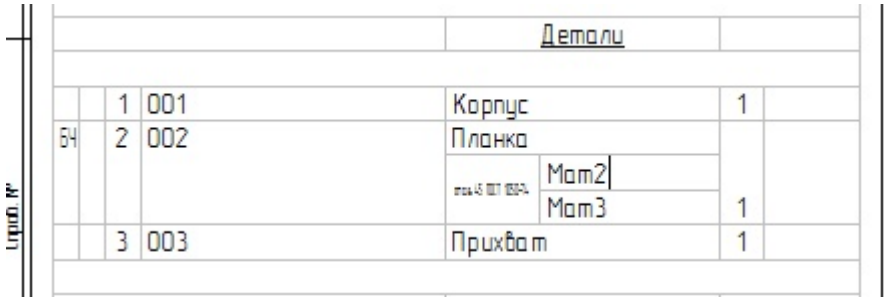
- **index** – индекс вложенной в родительский тег таблицы (индексация от 0)
- **filter** – фильтр по которому скрывается таблицы

Пример:

{table_hider index=«0» filter=« Формат = 'БЧ' » /}



Результат:



Атрибуты

В общем случае атрибуты записываются как **attrName=«attrValue»** внутри открывающего элемент тэга.

Атрибут filter

Пример записи фильтра:

{group filter=«раздел = 'Спецификации\Детали'»}

Первая лексема – имя столбца состава изделия.
Вторая лексема – оператор.
Третья лексема – значение.

> Нужно заметить, что оператор у фильтра (в данном случае '=') записывается через пробел, в отличие от атрибутов, где пробела нет. Строковое значение пишется в одинарных кавычках.

Между выражениями можно указывать логическую связь: **AND / OR**.

{group filter=«раздел = 'Спецификации\Детали' OR раздел = 'Unknown'»}

Внутри фильтра можно использовать скобки ( ).

{group filter=«(раздел = 'A' AND количество = 1) OR (раздел = 'B' AND количество = 2)»}

Обработка специальных символов в названии столбца. Если имя столбца содержит пробелы или символы, то при написании фильтра их необходимо заменять следующим образом:

- амперсанд «&» заменяется на «&»
- меньше «<» заменяется на «<»
- больше «>» заменяется на «>»
- кавычки «» заменяется на «"»
- апостроф «'» заменяется на «'»
- пробел « » заменяется на « »
- открывающая круглая скобка "(" заменяется на "("
- закрывающая круглая скобка ")" заменяется на ")"

Например:

{param name=«Количество всего» filter=«Количество всего != 0»/}

При формировании условия &#032 заменится пробелом.

Атрибут hide_table

Аналогичен атрибуту **filter**. Задает условие, по которому для текущего элемента не будет выводиться таблица. Можно использовать в элементах обрамляющих таблицу.
Пример:

{group hide_table=«Раздел = 'Нет' OR Раздел = '' »}
...
{/group}

Для групп, у которых не задан Раздел или он равен «Нет», не будет создана таблица заголовка группы.
Список доступных операторов:

- =
- !=
- >
- >=
- <
- <=
- IsOneOf - Входит в список
- IsNotOneOf - Не входит в список
- IsNull - Не содержит данных
- IsNotNull - Содержит какие-либо данные
- ContainsSubstring - Содержит
- NotContainSubstring - Не содержит
- StartsWithSubstring - Начинается с
- EndsWithSubstring - Заканчивается на
- IsEmptyString - Не содержит текст
- IsNotEmptyString - Содержит текст
- MatchMask - Соответствует маске
- NotMatchMask - Не соответствует маске

Атрибут str_process

Используется в элементах **param** и **out_come** для постобработки текстового значения, полученного из элемента.
Пример: Значение атрибута записывается на C#. Результирующая переменная «str».

str_process=«str = str.Replace('Д', 'V')»

Есть предопределенные методы доступные в классе «P»:

- P.SpecGroup – Обрабатывает полное имя раздела спецификации и оставляет только имя подраздела после последнего '\'.

  str_process=«str = P.SpecGroup(str)».

- P.AsDouble – Преобразование строки в действительное число:

  *str = (str.AsDouble() * 1.2).ToString()*

- P.AsInt – Преобразование строки в целое число:

  *str = (str.AsInt() * 2).ToString()*

- P.Format – Преобразовать число в строку с форматированием (число знаков после запятой по умолчанию 2):

  *str = (str.AsDouble() * 1.2).Format(1) - число знаков после запятой 1.*
  *str = (str.AsDouble() * 1.2).Format() - число знаков после запятой 2.*

Пример составной обработки:

{Раздел str_process=«str = P.SpecGroup(str).Replace('Д', 'V').ToLowerInvariant()»/}

Атрибут str_proc_macro

Используется в элементах **param** и **outcome** для постобработки текстового значения, полученного из элемента. Значение атрибута должно задавать имя макроса постобработки.
Пример атрибута:

{param name=«Title_1» str_proc_macro=«Gen.Str.ConstVarReplacer»/}

Пример макроса:

```
using System;
using TFlex.Model;
using TFlex.Model.Model2D;
using TFlex.Model.Model3D;

using TFlex.CadReportGenerator;

namespace Gen
{
	public class Str
	{
		public static string ConstVarReplacer(MacroCallContext context, String
originalValue)
		{
			if(String.IsNullOrWhiteSpace(originalValue))
				return originalValue;
			else if(originalValue == «ConstPart»)
				return «Постоянные данные исполнений:»;
			else if(originalValue == «VarPart»)
				return «Переменные данные для исполнений:»;
			else
				return originalValue;
		}
	}
```

```
}
```

Атрибут from_item

Является булевым атрибутом и используется с элементом **frag**. Означает, что путь к фрагменту формируется из текущего элемента (вставляется тот же фрагмент, из которого подняты данные):
Пример:

{frag from_item=«true»/}

Атрибут source

Используется с элементом frag. Задает путь к файлу фрагмента, который надо вставить:
Пример:

{Frag Source=«<Fitting_v2>Sketch.grb»/}

Атрибут source_macro

Используется с элементом **frag**. Задает путь к файлу фрагмента, который надо вставить с помощью макроса:
Пример:

{frag source_macro=»Gen.Gen3.FragSourceMacro»/}

Пример макроса:

```
using System;
using System.Linq;
using TFlex.Model;
using System.Collections.Generic;
using TFlex.Model.Model2D;
using TFlex.CadReportGenerator;
namespace Gen
{
	public class Gen3
	{
		public static string FragSourceMacro(MacroCallContext context, ItemInfo item)
		{
			string val = item[»Примечание»];
			return String.IsNullOrWhiteSpace(val) ? «<Fitting_v2>Sketch.grb» : val;
		}
	}
}
```

Атрибут page

Используется с элементом **frag**. Задает имя страницы вставляемого фрагмента:
Пример:

{Frag Source=«<Fitting_v2>Sketch.grb» page=«Страница_2»/}

Атрибут regenerate_3d

Используется с элементом **frag**. Выставляет флаг вставляемого фрагмента
Пример:

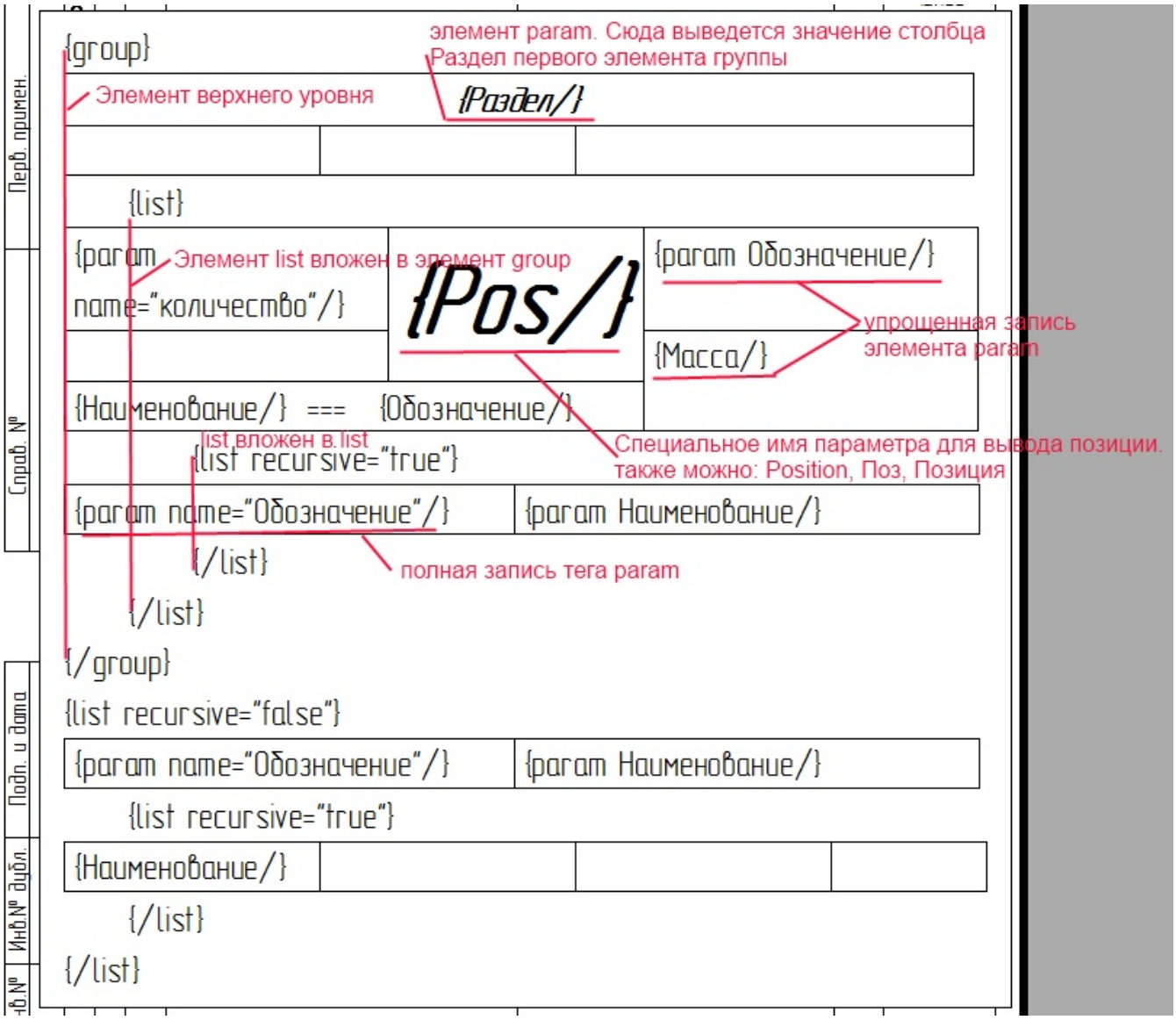
{Frag Source=«<Fitting_v2>Sketch.grb» page=«Страница_2» regenerate_3d=»true»/}

Атрибут recursive_template

Используется в элементах **group**.
Имеет смысл для представлений, в которых включен учёт иерархии при группировке.
Означает, что все дочерние элементы будут использовать один элемент для своего отображения.
Пример:

recursive_template=»true»

Пример шаблона:



Конвертация значения массы

{Масса.Convert(кг) /} кг – Сконвертировать значение массы в кг перед выводом

{Масса.Convert(lb) str_process=»str=P.AsDouble(str).Format(2)»/} lb **-** – Сконвертировать значение массы в фунты перед выводом

Имя ЕИ можно использовать любое: Полное, короткое, глобальное.

Можно выводить имя ЕИ конкретного параметра:

Масса.Unit

ИмяПараметра.Unit.ShortName

ИмяПараметра.Unit.GlobalName

ИмяПараметра.Unit.FullName

Генератор групповых отчётов (TFPSCadVersionReportGenerator)

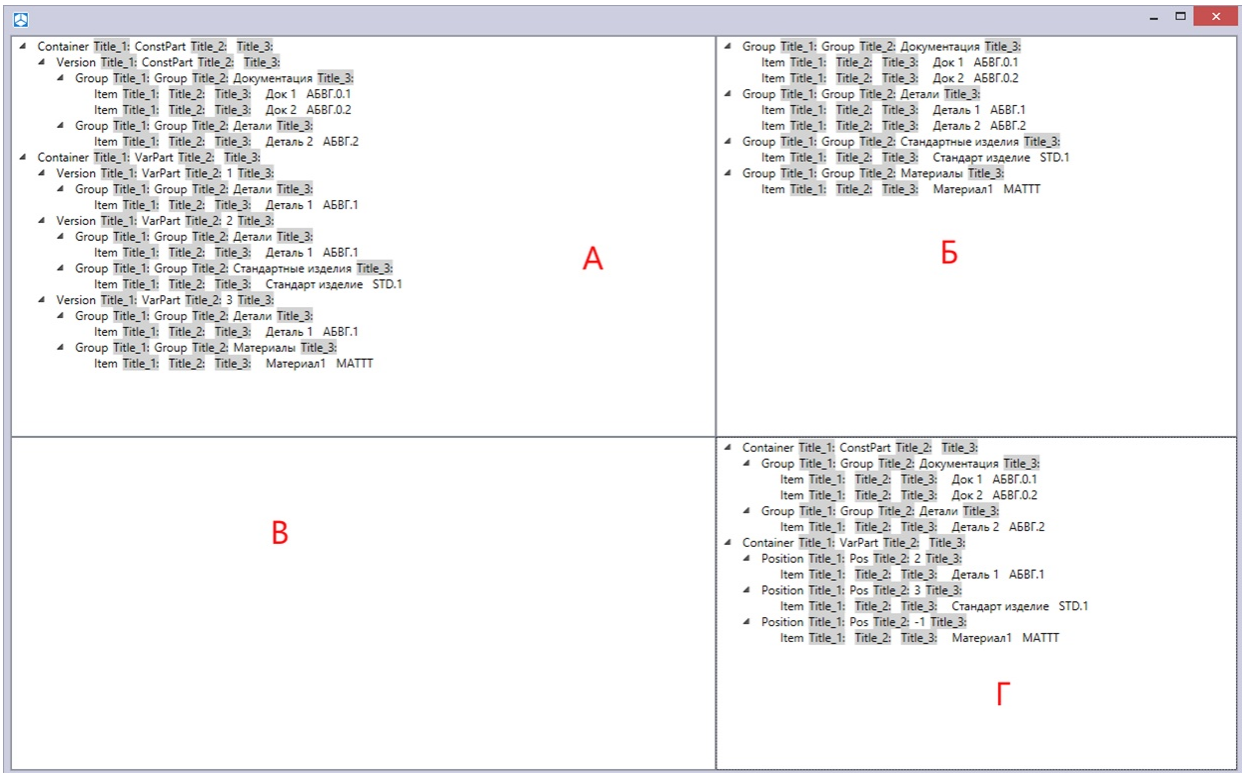
Генератор является специализированной версией обычного генератора отчётов (**TFPSCadReportGenerator**), предназначенной для генерации отчётов по Составу изделия, связанным с исполнениями. Основные отличия:

- Вместо элемента **group** используется элемент **container**.

- Специальный синтаксис в элементе **param**.

Элемент container

На вход генератора поступает древовидная структура, содержание которой зависит от типа представления (приблизительно похожа на отображение в окне состава изделия).
Структуру данных для разных вариантов групповой спецификации можно отобразить следующим образом:



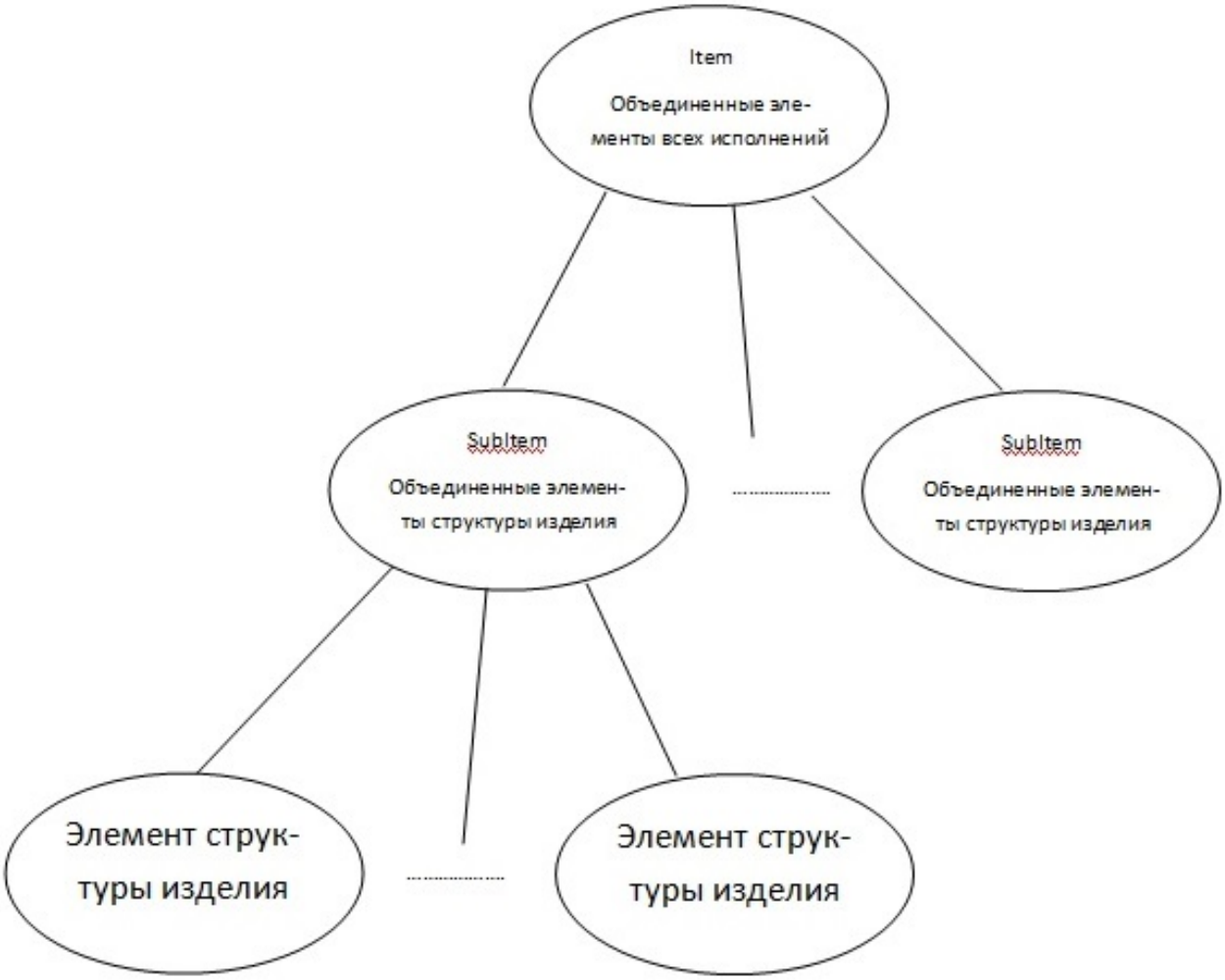
Есть 2 основных типа узла дерева: **Container** и **Item**. (Узлы типа **Version**, **Group** и **Position** являются узлами типа **Container**).
Элемент container выводит узлы типа **Container**.
Элементы container можно вкладывать друг в друга. Например для А:

{container} Container
{container} Version
{container} Group
{list} Item
{/list}
{/container}
{/container}
{/container}

У каждого контейнера есть список заголовков, вывести которые в отчёт можно с помощью элемента param: {Title_1/} или {param name=«Title_2»/}.

Элемент list

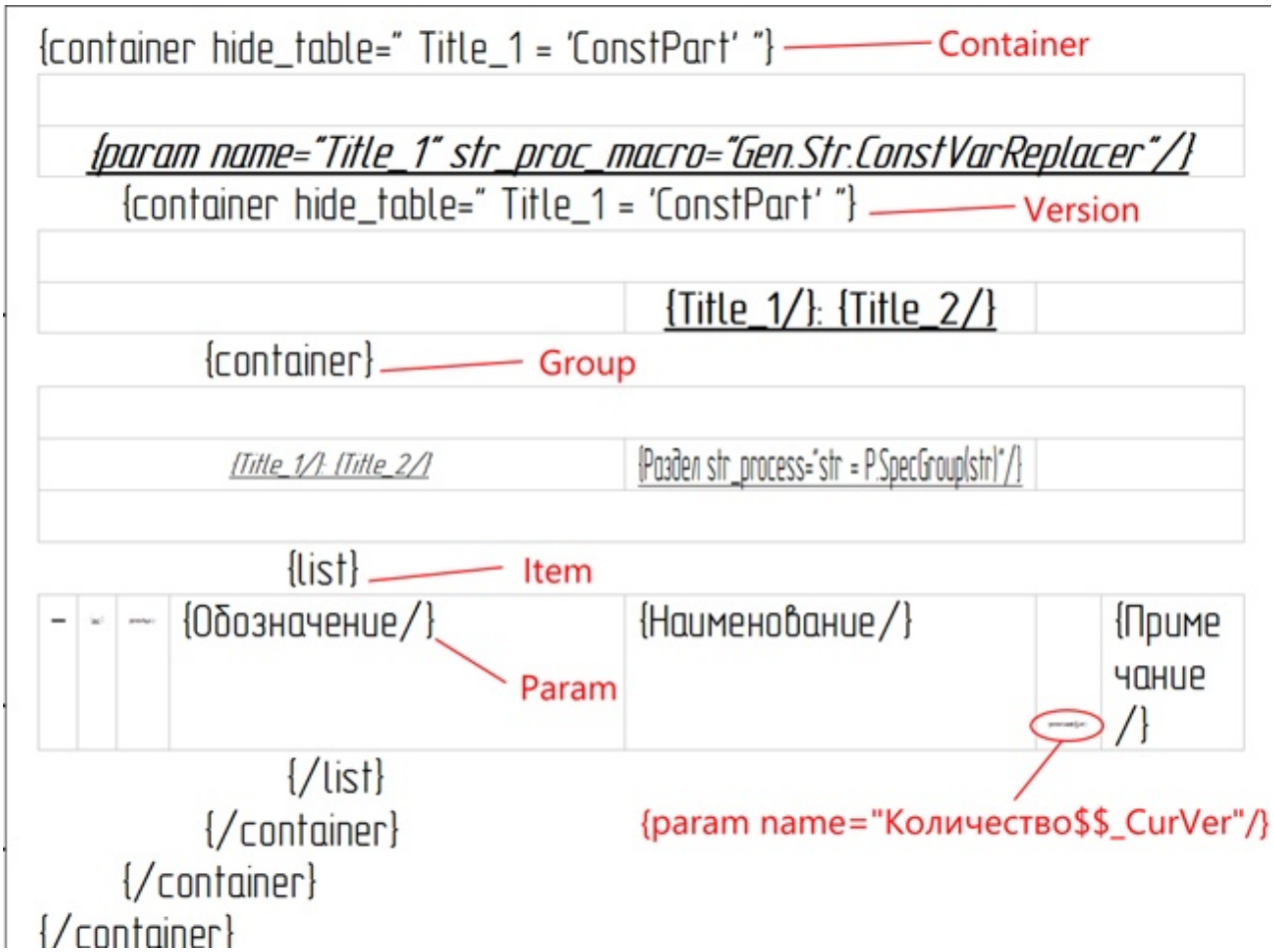
Элемент **list** предназначен для вывода узлов **Item**.
Узел **Item** сам представляет собой иерархическую состав:



Элемент **param** будет выводить значения первого **Элемента состава изделия** первого **SubItem**. Каждый SubItem связан с конкретной составом изделия (следовательно и исполнением). Для вывода колонки **SubItem-а** конкретной состава изделия используется специальный синтаксис:
{**param name=«Количество$$01»/**}, где подсвеченная желтым часть идентифицирует исполнение.
Если в представлении узел **Item** вложен в узел **Version**, то можно вместо задания конкретного исполнения, указать использование «текущего» исполнения:
{**param name=«Количество$$_CurVer»/**}
Элемент list также может быть вложенным:

{list} Item
{list} SubItem
{/list}
{/list}

Пример шаблона отчёта для представления типа А:

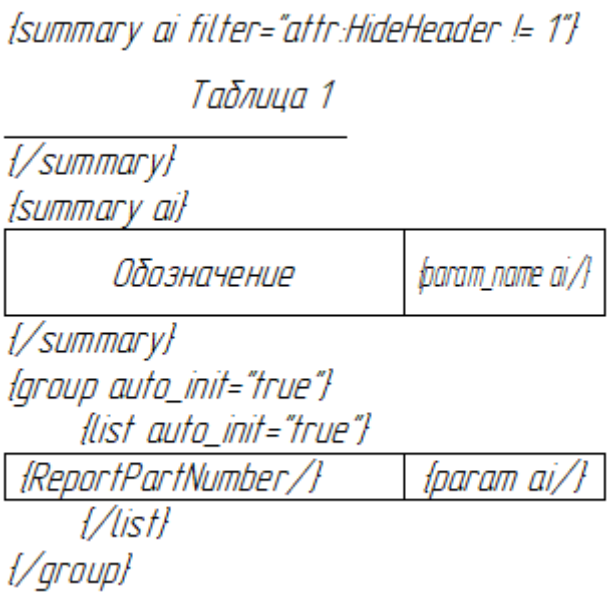


Шаблон отчёта с переменным набором колонок

Можно выводить в отчёт разные наборы колонок состава изделия, используя один и тот же шаблон. Для этого шаблон должен быть создан с соблюдением следующих правил:

- Для элементов шаблона необходимо прописать атрибут **auto_init = "true"**. Доступна также сокращённая версия записи данного атрибута - **ai**.
- Столбцы, наличие которых в отчёте необязательно, должны быть представлены в шаблоне столбцом с элементом **{param_name ai/}** в заголовке и элементом **{param ai/}** в ячейках, в которые будут выводиться данные из состава изделия.

В комплект поставки T-FLEX CAD входит шаблон таблицы исполнений, созданный с соблюдением данных правил. Содержимое этого шаблона показано ниже.



При создании отчёта по таким шаблонам в параметрах генератора необходимо установить флаги **Редактируемый шаблон** и **Инициализировать видимыми колонками.** В результате, вместо столбца с заголовком **{param_name ai/}** в отчёт выводятся все колонки, видимые в данный момент в окне состава изделия, кроме служебных. При этом элемент **param_name** заменяется заголовком соответствующей колонки состава изделия, а элементы **param** - значениями, указанными в этой колонке для записей состава.

После создания такого отчёта его набор колонок можно редактировать с помощью вкладки **Колонки** диалога параметров отчёта.

Шаблон отчёта с переменным набором колонок не позволяет использовать нерегулярную шапку таблицы (см. пример на рисунках ниже). Если требуется нерегулярная шапка, сначала создайте отчет с регулярной шапкой, а затем отредактируйте его локальный шаблон с помощью команды **Редактировать шаблон отчёта**. При последующем удалении или добавлении колонок в такой отчёт шапка таблицы будет обновляться некорректно, и её придётся снова редактировать с помощью команды **Редактировать шаблон отчёта**.

Обозначение	Переменные						Масса
	Lv	bm1	Dv	Dm1	b3v	T	
АБВГ.00.00	178	16	90	105	8	53.8	9.97
-01	300	26	100	115	10	43.8	24.24
-02	240	31	120	135	10	63.8	22.74
-03	350	36	120	135	12	48.8	37.76
-04	360	46	140	155	14	83.8	42.26
-05	200	21	110	125	8	33.8	18.82
-06	300	18	90	105	8	48.8	18.89
-07	150	16	90	105	8	41.8	8.92

Таблица исполнений с нерегулярной шапкой

Обозначение	Переменные						
	Lv	bm1	Dv	Dm1	b3v		T
АБВГ.00.00	178	16	8	53.8	9.97		
-01	300	26	10	43.8	24.24		
-02	240	31	10	63.8	22.74		
-03	350	36	12	48.8	37.76		
-04	360	46	14	83.8	42.26		
-05	200	21	8	33.8	18.82		
-06	300	18	8	48.8	18.89		
-07	150	16	8	41.8	8.92		

Результат удаления столбцов Dv и Dm1

Спецификация предыдущих версий

Информация, приведённая в данном разделе, относится к спецификациям, созданным с использованием механизма, использовавшегося в предыдущих версиях системы (спецификация по прототипу). В T-FLEX CAD 14 и более поздних версиях системы рекомендуется использовать механизм создания спецификации по шаблону.

Спецификация является одним из элементов оформления сборочного чертежа. Спецификация представляет собой таблицу, созданную на основе текста. Система предоставляет удобные автоматизированные средства для подготовки спецификаций в форматах, предусмотренных стандартами, а также в форматах, задаваемых пользователем.

Для работы со спецификацией используйте набор команд из раздела текстового меню **Сервис** > **Отчёты/Спецификации** При работе со спецификацией, созданной по прототипу, в ленте также доступна специальная вкладка - **Спецификация**.

При создании спецификации старого образца используется прототип спецификации. Вы можете использовать прототипы стандартных спецификаций, либо прототипы, созданные самостоятельно. Прототип является спецификацией, не содержащей ни одной записи, и определяющей состав таблицы и правила форматирования её содержимого. Также прототип определяет тип текста, на основе которого создаётся спецификация. Текст может быть двух типов:

- многострочный (при увеличении количества строк текст не переносится на другую страницу);
- параграф-текст (при увеличении количества строк текст может быть перенесен на новую страницу или расположен в новой области на существующей странице).

Количество колонок и данные для их заполнения определяются пользователем в параметрах спецификации при помощи выбора из списка стандартных полей таблицы спецификации и создания

необходимых дополнительных полей таблицы спецификации. Информация в таблицу берётся из файлов фрагментов или вводится пользователем вручную.
Для автоматического заполнения таблицы спецификации необходимо чтобы:

- в документе фрагмента были заполнены поля данных для спецификации в окне состава изделия (иначе строка таблицы, соответствующая фрагменту с не заполненными данными будет пустой).
- в параметрах фрагмента для параметра **Включать в состав изделия** было установлено одно из значений:
  - **без вложенных элементов** - данные фрагмента заносятся в состав изделия, а данные элементов, являющихся вложенными в документе чертежа-фрагмента - нет.
  - **с вложенными элементами** - в состав изделия заносятся данные фрагмента и данные вложенных элементов.
  - **только вложенные элементы** - в состав изделия заносятся только данные вложенных элементов.

При создании спецификации каждой записи таблицы соответствует фрагмент сборочного чертежа. Дополнительные строки таблицы вводятся вручную при редактировании спецификации.
Для изменения информации в записи, созданной автоматически, необходимо при редактировании спецификации отменить опцию Автоматическое поле для ячейки/колонки/строки, в которую требуется ввести данные.
Высота строк и ширина колонок таблицы, а также параметры форматирования текста, задаются в параметрах таблицы при редактировании таблицы спецификации.
Изображение заголовка таблицы является фрагментом, содержащим текст с таблицей заголовка. Поэтому при изменении состава колонок таблицы спецификации или их ширины необходимо сделать соответствующие изменения в таблице заголовка.
Порядковый номер записи таблицы спецификации связан с номером позиции сборочного чертежа. При простановке позиций выберите фрагмент или запись таблицы спецификации, и соответствующий номер позиции автоматически занесётся в текст на полке надписи.
Структура разделов спецификации хранится в файле базы данных. Имя и путь файла разделов спецификации задаётся в команде **Установки > Спецификация** (по умолчанию задан файл **Разделы спецификации.xml**).

Основные темы в этом разделе:

- Работа со спецификацией предыдущих версий
- Редактирование спецификации предыдущих версий
- Контекстное меню спецификации предыдущих версий
- Параметры спецификации предыдущих версий
- Прототип спецификации предыдущих версий

Работа со спецификацией предыдущих версий

> Информация, приведённая в данном разделе, относится к спецификациям, созданным с использованием механизма, использовавшегося в предыдущих версиях системы (спецификация по прототипу). В T-FLEX CAD 14 и более поздних версиях системы рекомендуется использовать механизм создания спецификации по шаблону.

Спецификация представляет собой таблицу, созданную на основе текста, содержащую данные о включённых в сборочный чертёж фрагментах. При необходимости сборочный чертеж может содержать несколько спецификаций. Создание новой спецификации производится на основе прототипа спецификации. Стандартные прототипы спецификации находятся в директории **.../Program/Прототипы/Спецификации**. Создание прототипов спецификации описано в разделе Прототип спецификации.

Раздел текстового меню **Сервис** > **Отчёты/Спецификации** содержит набор команд по работе со спецификациями текущего документа T-FLEX CAD, перечисленных ниже.
Команда **Создать** позволяет создать новую спецификацию.

<BC> Создать

Команда **Отчёты/Спецификации** предназначена для работы со списком спецификаций (позволяет создать новую, удалить или задать параметры выбранной спецификации). При наличии нескольких спецификаций команда **Проставить позиции** (см. ниже) выполняется на основе активной спецификации.

<BM> Отчёты/Спецификации

Команда **Удалить** позволяет удалить спецификацию. При наличии нескольких спецификаций появляется окно для выбора из списка удаляемой спецификации.

<BX> Удалить

Команда **Обновить всё** позволяет обновить таблицы и позиции активной спецификации.

<BRA> Обновить всё

Команда **Обновить позиции** позволяет обновить позиции.

<BRP> Обновить позиции

Команда **Проставить позиции** позволяет проставить позиции сборочного чертежа.

<BL> Проставить позиции

Команда **Редактировать** позволяет изменять содержимое и параметры таблицы спецификации. При наличии нескольких спецификаций предварительно появляется окно для выбора спецификации.

<BE> Редактировать

Команда **Сборка/Спецификация** позволяет переключаться между сборочным чертежом и спецификацией, если спецификация находится на другой странице или в другом документе. При наличии нескольких спецификаций сначала появляется окно для выбора спецификации, на которую необходимо переключиться.

<BT> Переход Сборка/Спецификация

Команда **Экспорт спецификации** позволяет позволяет экспортировать данные спецификации или саму спецификацию в файл формата Excel (*.xls/*.xlsx).

<BS> Экспорт спецификации

Команда **Включение фрагментов в состав изделия** позволяет просмотреть и/или изменить значение параметра **Включать в новый состав изделия** для всех фрагментов, существующих в документе.

<BI> Включение фрагментов в состав изделия

Команда **Разделы** позволяет вносить изменения в файл базы данных, содержащий информацию о разделах спецификации (по умолчанию это файл **Разделы спецификации.xml**). Задать/изменить имя и путь базы данных по разделам можно в установках системы (**Установки** > **Спецификация** > **Папки и файлы** > **База данных по разделам**).

<BG> Разделы

Команда **Типы состава изделия** предназначена для создания новых составов изделия и редактирования параметров уже существующих.

<BY> Типы состава изделия

Редактирование спецификации предыдущих версий

В данной главе описано редактирование спецификаций, созданных по прототипу. Информация о редактировании отчётов/спецификаций, созданных по шаблону, доступна в главе Редактирование отчёта/спецификации.

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<BE>	Сервис > Отчёты/Спецификации > Редактировать

Данная команда предназначена для редактирования таблицы спецификации и позволяет пользователю выполнять следующие действия:

- добавлять/удалять строки спецификации;
- изменять содержимое ячеек таблицы спецификации;
- устанавливать параметры форматирования текста спецификации;
- изменять параметры таблицы спецификации;
- изменять параметры спецификации.

При создании новой спецификации режим редактирования устанавливается автоматически. Для того чтобы начать редактирование существующей спецификации достаточно подвести курсор в поле спецификации и нажать (в том случае, если для страницы установлен параметр **Прозрачное редактирование текстов** на вкладке **Вид** для страницы спецификации в **Параметрах документа**).

Вызов данной команды также может производиться из контекстного меню. Для этого подведите курсор к тексту спецификации и нажмите , а затем выберите из появившегося меню пункт **Редактировать содержимое**.

После вызова команды, если спецификация не содержит ни одной записи, система предлагает **добавить записи** в таблицу спецификации. Для добавления выберите раздел спецификации, укажите количество записей, которые будут в него добавлены, и подтвердите действие нажатием кнопки **OK**. Для отказа от добавления записей нажмите кнопку **Отмена**.

В режиме редактирования спецификации становятся доступны дополнительные команды в ленте и автоменю, а курсор помещается в начальную позицию первой строки таблицы спецификации. Для редактирования существующего содержимого таблицы используются опции автоменю, которые аналогичны опциям команды **Текст** для **параграф-текста** или **многострочного текста** (недоступна только опция изменения размеров прямоугольника). Перемещение по полям таблицы спецификации осуществляется при помощи курсора мыши (укажите на требуемое поле и нажмите) или клавиш **Вверх**, **Вниз**, **Вправо**, **Влево**, **Tab**.

> Следует отметить, что вводить/изменять содержимое поля таблицы можно только при отключённой опции **Автоматическое поле**.

В ленте расположены команды, обеспечивающие редактирование таблицы спецификации:

Параметры спецификации

Вызывает диалог параметров спецификации.

Редактировать шаблон

Позволяет изменить конфигурацию таблицы, используемой в спецификации. По умолчанию конфигурация таблицы наследуется из файла прототипа спецификации, выбранного при её создании. При вызове данной команды откроется вкладка ленты **Текст** и пиктограммы автоменю, описанные в команде **Текст**.

<BG> Разделы

Позволяет вносить изменения в файл базы данных, содержащий информацию о разделах спецификации (по умолчанию это файл **Разделы спецификации.xml**). Задать/изменить имя и путь базы данных по разделам можно в диалоге установок системы (**Установки** > **Спецификация** > **Папки и файлы** > **База данных по разделам**).

Обновить

Обеспечивает обновление спецификации по запросу пользователя. При обновлении спецификация перерисовывается в соответствии с внесёнными изменениями (изменением содержимого таблицы, параметров, правил форматирования).

<ВХ> Удалить

Позволяет удалить спецификацию. При наличии нескольких спецификаций появляется окно для выбора из списка удаляемой спецификации.

Автоматическое обновление

Включает/выключает режим автоматического обновления спецификации. При включенном режиме иконка команды подсвечивается. В данном режиме обновление спецификации происходит автоматически после внесения изменений в таблицу (добавление/удаление строк, изменение правил форматирования, изменение свойств спецификации). Т.е. при выходе из режима редактирования все внесённые изменения будут применены. Однако при изменении состава сборки (добавление/ удаление фрагментов) для внесения изменений в спецификацию необходимо выполнить команду **Сервис** > **Спецификация** > **Обновить всё**.

Автоматическое поле

Включает/выключает режим автоматического заполнения текущей ячейки таблицы спецификации. Если режим включен для текущей ячейки, иконка команды подсвечивается. В данном режиме ячейка таблицы спецификации автоматически заполняется данными из состава изделия, и ручной ввод содержимого невозможен. Если выключить данный режим, можно ввести содержимое вручную, но при этом ячейка теряет связь с данными состава изделия.

Формат по умолчанию

При вызове команды параметры форматирования текущего поля таблицы принимают значения по умолчанию, заданные в прототипе спецификации.

Добавить запись до

Добавить запись после

Добавляют запись выше или ниже текущей. Следует помнить, что добавленные записи могут изменить своё положение в разделе спецификации в соответствии с результатом сортировки после выполнения команды **Обновить**.

Добавить запись в раздел

Выводит окно диалога для выбора раздела и указания количества записей, которые будут в него добавлены. При выборе элемента списка с названием **Без раздела** добавляемые записи не будут связаны ни с одним разделом спецификации. В результате подтверждения в разделе появятся дополнительные пустые строки (при простановке

позиций такие записи учитываются). Если указанный раздел в спецификации не существует, то после подтверждения заголовок выбранного раздела появится в спецификации. Данную возможность также можно использовать при поиске раздела в случае многостраничных спецификаций.

Удалить запись

Позволяет удалить текущую запись. Если удаляемая запись является единственной в разделе, то название раздела также будет удалено. Удаленные записи по-прежнему хранятся в спецификации, хотя и не отображаются в ней. Ниже описаны опции, позволяющие просмотреть и восстановить удалённые (скрытые) записи.

Если таблица спецификации заполняет несколько страниц, то возможна ситуация, когда при редактировании содержимого количество строк уменьшается и возникают пустые страницы. В этом случае на экране появляется окно для выбора одного из действий. Если выбрать **Удалить страницы** и установить режим **Не задавать этот вопрос в текущем сеансе работы**, то удаление лишних страниц будет выполняться автоматически.

Переместить вверх

Переместить вниз

Изменяют положение текущей записи на одну позицию вверх/вниз в пределах текущего раздела. Команды доступны для записей, относящихся к разделам без заданных условий сортировки.

Привязать к предыдущей

Включает/выключает режим, в котором содержимое текущей записи не будет учитываться при сортировке таблицы, а её положение будет определяться положением предыдущей записи. Т.е. при перемещениях текущая запись всегда будет следовать за предыдущей. Если режим включен для текущей записи, иконка команды подсвечивается.

Пропускать позицию

Включает/выключает режим, в котором текущая запись не используется при простановке позиций. Если режим включен для текущей записи, иконка команды подсвечивается.

Заблокировать позицию

Включает/выключает режим, в котором номер позиции текущей записи будет оставаться постоянным независимо от изменений спецификации. Если режим включен для текущей записи, иконка команды подсвечивается.

Вставить строку перед

Вставить строку после

Вставляют пустую строку выше или ниже текущей записи.

Показать скрытые

Включает/выключает режим, в котором в спецификации отображаются все удаленные записи. Поля этих записей выделяются цветом, заданным в диалоге установок системы (**Установки** > **Спецификация** > **Цвета** > **Фон скрытых записей)**. Если режим включен, иконка команды подсвечивается.

Скрытые записи, которые были внесены вручную, хранятся до тех пор, пока спецификация не обновлена.

Восстановить скрытые

Позволяет восстановить удаленные записи.

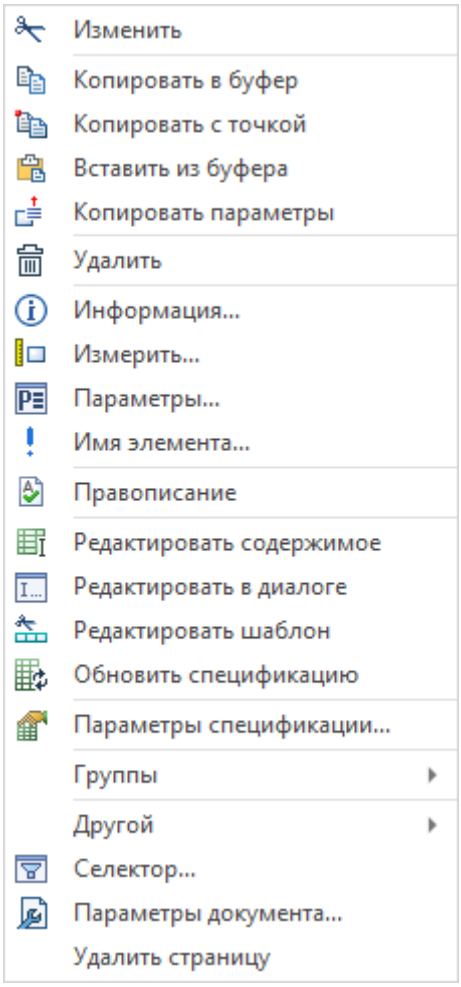
<BS> Экспорт спецификации

Позволяет позволяет экспортировать данные спецификации или саму спецификацию в файл формата Excel (*.xls/*.xlsx).

Контекстное меню спецификации предыдущих версий

В данной главе описано контекстное меню спецификаций, созданных по прототипу. Информация о контекстном меню отчётов/спецификаций, созданных по шаблону, доступна в главе Контекстное меню отчёта/спецификации.

Нажатие в пределах ограничивающего прямоугольника таблицы спецификации вне режима редактирования её содержимого вызывает контекстное меню следующего вида:



В режиме редактирования содержимого таблицы аналогичным образом вызывается контекстное меню содержимого с другим набором команд.

Помимо команд, общих для всех 2D элементов, контекстное меню спецификации содержит команды **Правописание** и **Редактировать в диалоге,** аналогично контекстному меню многострочного текста, параграф-текста и обычной таблицы, а также следующие специфические команды:

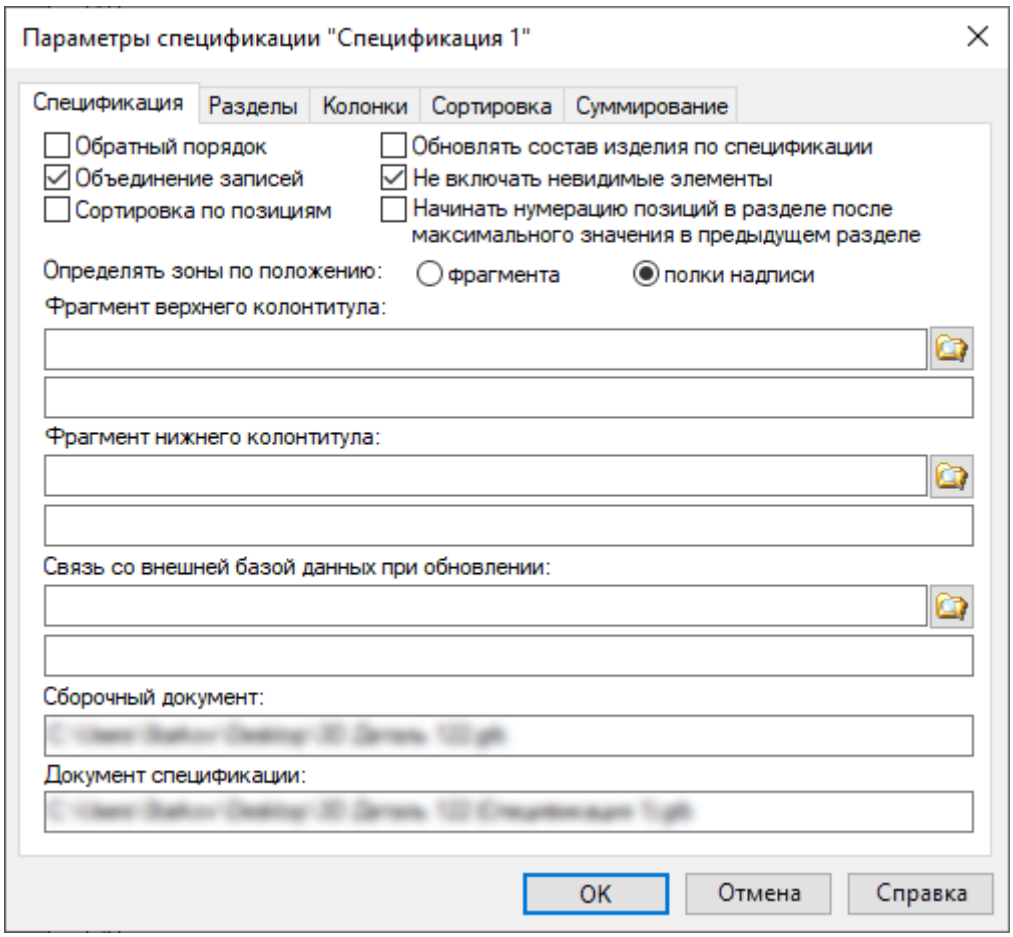
- **Редактировать содержимое**
- **Редактировать шаблон**
- **Обновить спецификацию**
- **Параметры спецификации**

Параметры спецификации предыдущих версий

В данной главе описан диалог параметров спецификаций, созданных по шаблону. Информация о диалоге параметров отчётов/спецификаций, созданных по прототипу, доступна в главе Диалог параметров отчёта/спецификации.

Диалог параметров спецификации вызывается из диалога команды **Отчёты/Спецификации** или с помощью команды **Параметры спецификации**, доступной в режиме редактирования спецификации.

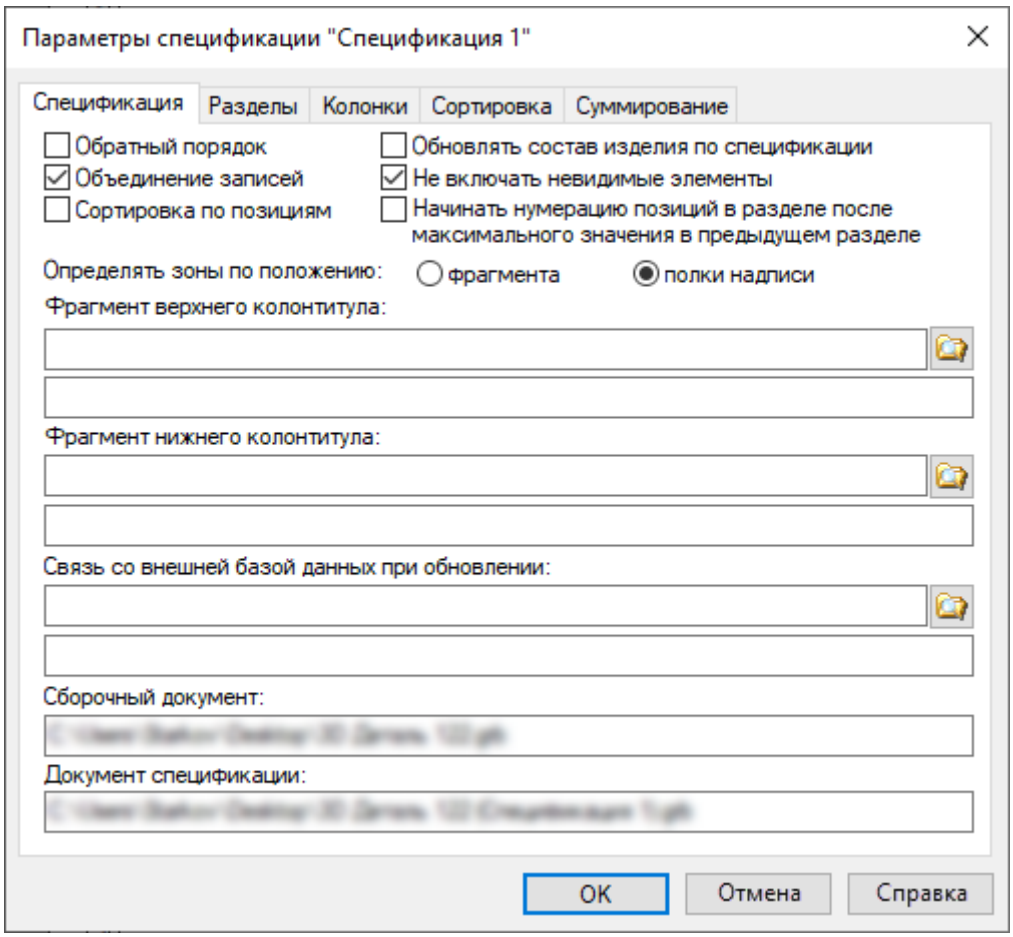
Диалог разделен на следующие вкладки, каждая из которых определяет отдельную группу параметров:



- Спецификация
- Разделы
- Колонки
- Сортировка
- Суммирование

Спецификация

Вкладка **Спецификация** диалога параметров спецификации предыдущих версий содержит следующие параметры:



Обратный порядок. При установленном параметре записи в таблице спецификации будут расположены в обратном порядке, т.е. начиная со строки с наибольшим порядковым номером (используется в документах, созданных по стандарту ANSI). Порядок расположения записей в таблице определяется правилами сортировки (см. ниже).

Объединение записей. При установленном флаге строки таблицы, имеющие одинаковое содержимое, будут объединены в одну. При объединении строк учитывается параметр колонок **Игнорировать при сравнении** (данный параметр описан ниже). Например, детали с одинаковым наименованием и обозначением, но различным значением колонки **Количество**, могут записываться в одну строку спецификации.

Обновлять состав изделия по спецификации. Когда флаг установлен, изменения данных, внесённые вручную, из спецификации заносятся в окно **Состав изделия**.

Не включать невидимые элементы. Когда данный флажок установлен, в спецификацию заносятся только видимые фрагменты. Фрагменты, невидимые на чертеже (например, скрытые с помощью механизма уровней), в спецификацию не попадут.

Сортировка по позициям. Если в спецификации есть зафиксированные позиции, то при установке данного флажка записи, в дополнение к обычным правилам сортировки, будут расставлены по порядку следования позиций.

Начинать нумерацию позиций в разделе после максимального значения в предыдущем разделе. Установка данного флажка приводит к следующему: если в каком-то разделе спецификации есть зафиксированные позиции со значением большим, чем у позиций, назначенных автоматически, то в следующем разделе автоматическая нумерация начинается после максимального значения зафиксированной позиции.

Определять зоны. Параметр позволяет установить один из способов определения зоны:

- **по положению фрагмента** - значение зоны определяется по положению границ прямоугольника, ограничивающего элементы, принадлежащие фрагменту.

- **по положению полки надписи** - значение зоны определяется по положению полки надписи, соответствующей позиции элемента спецификации.

Фрагмент верхнего колонтитула, фрагмент нижнего колонтитула. Данные поля заполнены только для спецификации, созданной на текущей странице чертежа (на основе прототипа для текущей страницы). По умолчанию в одном из этих полей отображается имя документа, содержащего изображение заголовка таблицы спецификации. При создании прототипа этот документ наносится как 2D фрагмент. При необходимости пользователь может изменить имя файла заголовка при помощи кнопки **Обзор**.

Заголовок таблицы привязывается в соответствии с заданным в нём вектором привязки к верхнему или нижнему краю прямоугольника, выделенного для таблицы спецификации. Порядок выбора узлов для привязки заголовка определяется режимом выравнивания по горизонтали таблицы спецификации (**Параметры таблицы > Таблица > Выравнивание**). Параметры таблицы доступны в режиме редактирования таблицы спецификации Если установлен параметр **Левое**, то верхний заголовок привязывается от левого верхнего угла к правому, а нижний от левого нижнего к правому нижнему. Если установлен параметр **Правое**, то верхний заголовок привязывается от правого верхнего угла к левому, а нижний от правого нижнего к левому нижнему.

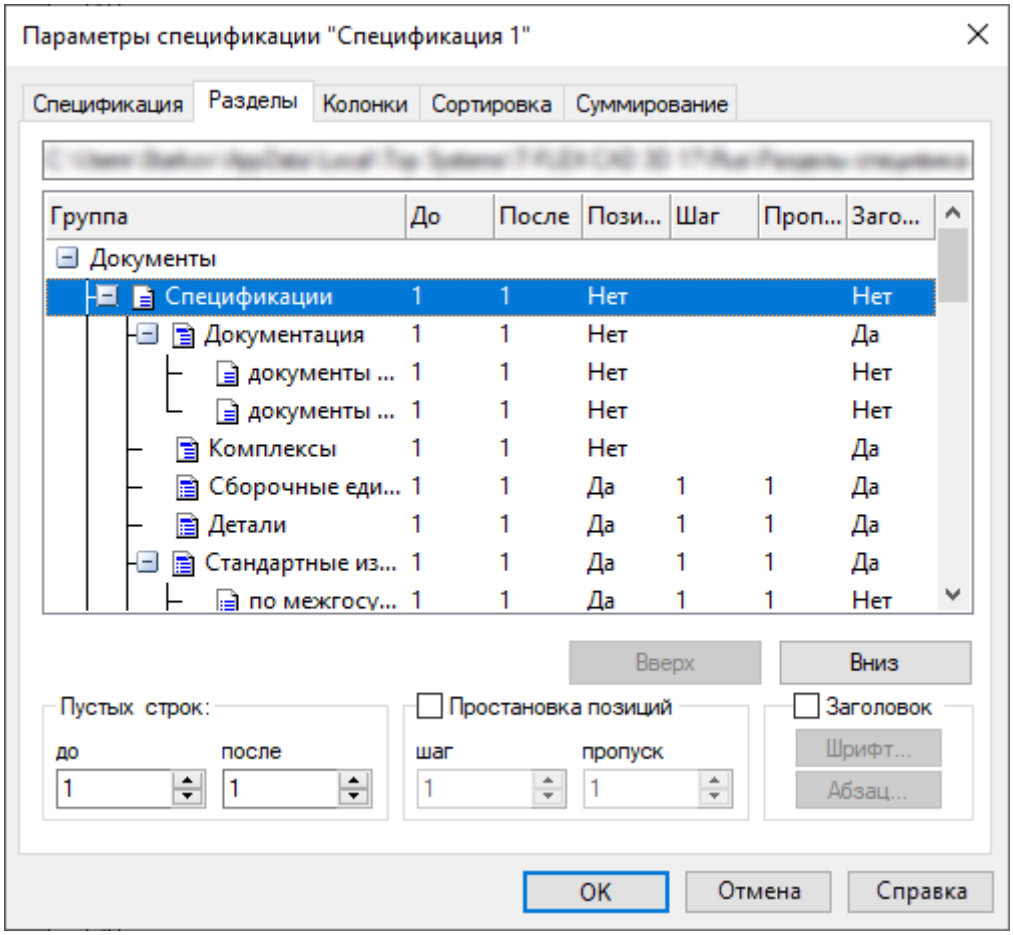
Связь с внешней базой данных при обновлении. Содержимое таблицы спецификации можно связать с файлом базы данных (*.xml). Обмен данными осуществляется только при выполнении обновления спецификации. Возможны следующие варианты:

- Если для спецификации указать имя существующего файла *.xml, то при обновлении спецификации данные из базы данных будут перенесены в файл *.grb (появятся в таблице).
- Если для спецификации указать имя нового файла *.xml, то файл с таким именем будет создан и при обновлении данные из таблицы будут записаны в базу данных.
- Если открыть файл *.grb, база данных которого была изменена другими приложениями, то эти изменения появятся в таблице спецификации только при выполнении команды обновления или при входе в режим редактирования спецификации (поля колонки @FRAGID в таблице DATA должными быть пустыми).

Сборочный документ, документ спецификации (*.grb) - поля отображают имена и расположение файлов сборки и спецификации.

Разделы

Вкладка **Разделы** диалога параметров спецификации предыдущих версий содержит дерево разделов спецификации с заданными параметрами форматирования. При необходимости вы можете настроить параметры форматирования отдельно для каждого раздела.



Для изменения структуры разделов используйте команду [Разделы спецификации](#).

В первой колонке таблицы находится список разделов в виде дерева. Разделы, слева от названия которых изображен знак «+» содержат подразделы. Для изменения параметров раздела укажите курсором мыши нужную строку в списке разделов и нажмите (выбранный элемент подсветится). Параметры текущего раздела заполнят соответствующие поля в нижней части окна. Вы можете ввести требуемые значения следующих параметров:

- количество **пустых строк** до и после заголовка раздела;
- **простановка позиций** (если данный параметр не отмечен, то позиции для строк, относящихся к данному разделу, не проставляются).

Шаг задаёт значение приращения номера позиции.

Пропуск задаёт значение количества позиций, которые будут пропущены перед первой записью в текущем разделе. Первый номер позиции данного раздела будет равняться сумме последнего номера позиции предыдущего раздела и значения данного параметра.

Следует особо отметить простановку позиций тех строк, которые были внесены вручную. Для того чтобы у такой строки работал этот параметр, нужно при редактировании спецификации выделить её и установить опцию **Автоматическое поле**.

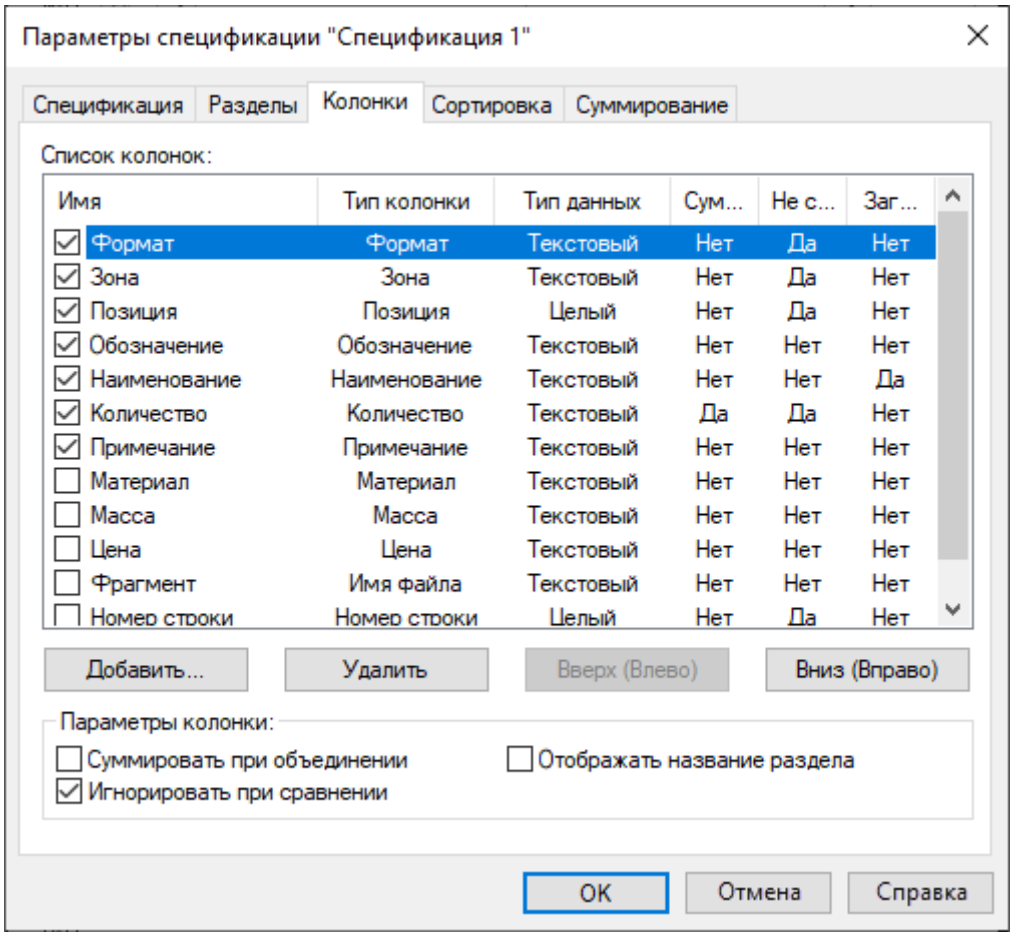
Заголовок (если данный параметр не отмечен, то заголовок раздела не заносится в таблицу спецификации). Графические кнопки **Шрифт**, **Абзац** задают параметры шрифта и форматирования текста заголовка.

Тот порядок с которым перечислены разделы в данной таблице, будет выдерживаться при внесении разделов в спецификацию, например, в стандартной базе данных **Разделы спецификации** задано, что раздел **Сборочные единицы** при внесении его в спецификацию будет расположен после разделов **Документация** и **Комплексы,** и до раздела **Детали**. Для изменения положения элемента дерева разделов воспользуйтесь кнопками **Вверх**, **Вниз**. Перемещение возможно только в пределах

уровня, которому принадлежит выбранный элемент (т. е. нельзя изменить уровень вложенности раздела).

Колонки

Вкладка **Колонки** диалога параметров спецификации предыдущих версий позволяет пользователю сформировать набор колонок таблицы спецификации. Вкладка содержит список колонок в котором, помимо колонок, отображаемых в данный момент в текущей спецификации, доступны различные стандартные колонки. Все отмеченные флагами колонки будут включены в таблицу спецификации. Порядок расположения колонок в таблице соответствует порядку записей в списке колонок. Для изменения положения имени колонки в списке используйте графические кнопки **Вверх (Влево)**, **Вниз (Вправо)**.



Для текущей колонки можно задать следующие параметры:

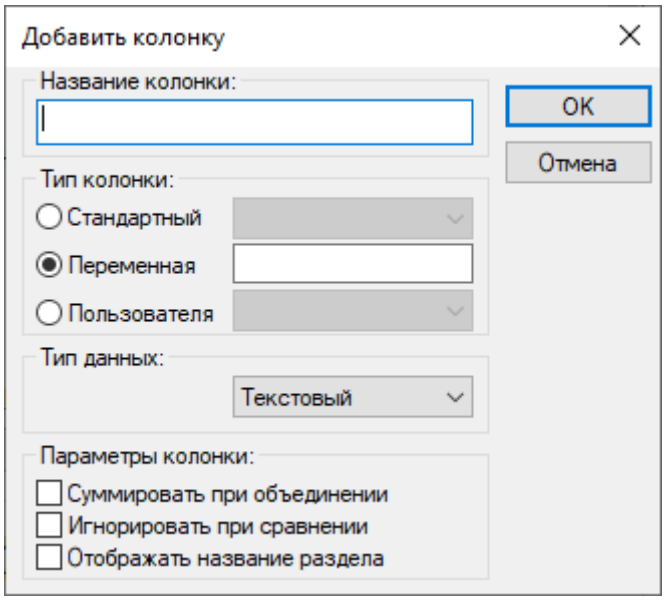
Суммировать при объединении. При установленном параметре в случае объединения записей таблицы спецификации значения данной колонки будут суммироваться (например, значение колонки **Количество** суммируется при наличии в сборке одинаковых деталей).

Игнорировать при сравнении. При установленном параметре содержимое колонки не учитывается при сравнении записей таблицы.

Отображать название раздела. При установленном флаге название раздела будет располагаться в текущей колонке таблицы спецификации.

> Для объединяемых записей в колонку с флагами **Суммировать** или **Игнорировать при сравнении** нельзя задать текст (выражение), содержащий ассоциативную (т.е. изменяемую в зависимости от параметров сборки) переменную. Такая переменная при объединении будет преобразована в константу.

Для создания новой колонки нажмите кнопку **Добавить**. На экране появится следующее окно диалога:



Укажите тип колонки:

- **стандартный**. При создании данного типа колонки выберите одно из полей базы данных спецификации из списка. Имя колонки по умолчанию совпадает с именем выбранного поля, но при необходимости пользователь может задать произвольное имя колонки. При необходимости таблица спецификации может включать в себя две колонки, содержащие одно поле базы данных (например, можно получить колонку, содержащую массу одной детали, и колонку, содержащую суммарную массу деталей). Если в списке колонок есть запись с совпадающим именем поля, то система выдает предупреждение об ошибке.
- **переменная**. В данном поле можно указать имя переменной, значение которой будет храниться в базе данных и заноситься в создаваемую колонку. По умолчанию именем колонки будет строка «Переменная 'имя переменной'», но при необходимости пользователь может задать произвольное имя колонки. В колонке будут заполняться только ячейки, соответствующие фрагментам, в которых существует переменная с указанным именем. При несовпадении типов данных переменной и поля базы данных система автоматически выполняет преобразование типов данных.
- **пользователя**. Для данного типа колонки вы должны выбрать из списка или ввести название колонки и тип данных. Список дополнительных имен колонок по умолчанию задаётся в файле **Program\BOM Custom Data.txt**. При вводе произвольного имени колонки возможно два случая:
  - если в документах фрагментов были заданы данные с таким же именем, то создаваемая колонка будет содержать данные фрагментов.
  - если пользователь создаёт колонку с уникальным именем, то данные в неё будут вводиться вручную. Для этого в режиме редактирования спецификации выделите колонку и отмените для неё режим **Автоматическое поле**, установленный по умолчанию.

При выборе типа данных вы можете указать одно из значений:

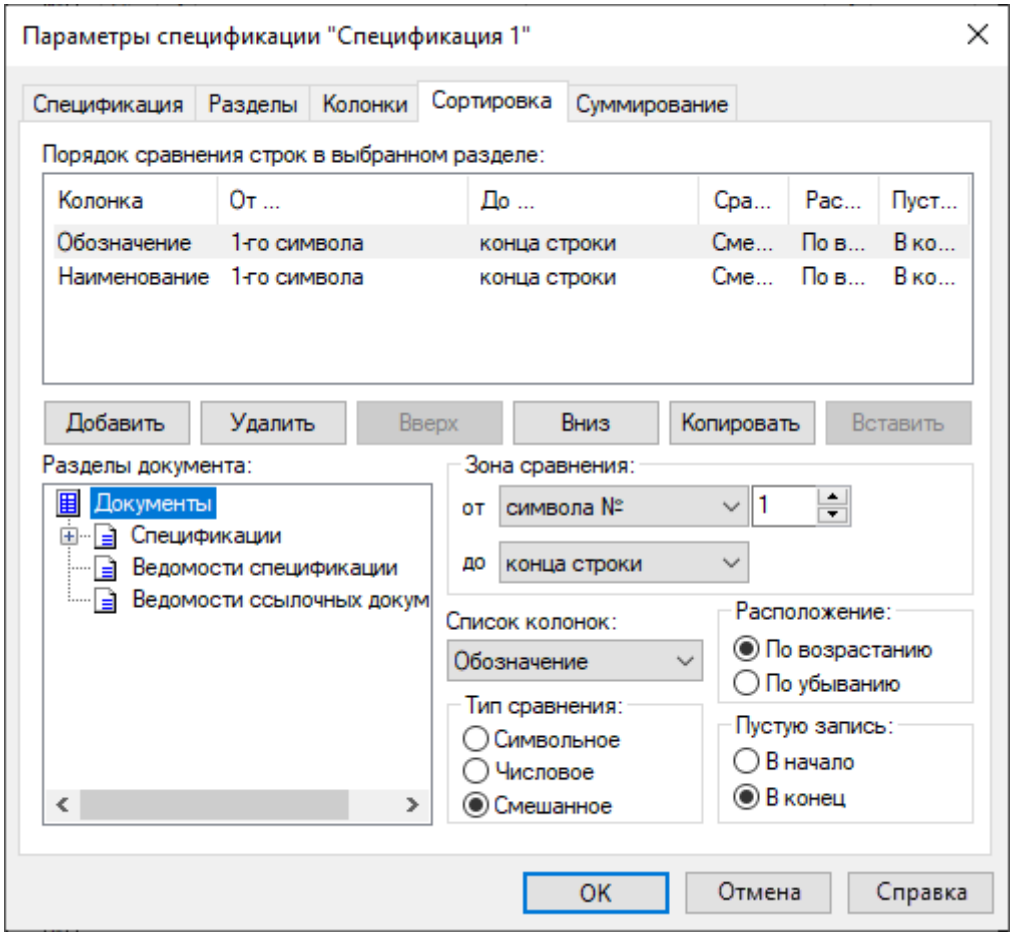
- **текстовый**;
- **вещественный**;
- **целый**.

Также при создании колонки устанавливаются перечисленные выше параметры (**суммировать при объединении, игнорировать при сравнении, отображать название раздела**).

Удаление колонки. Для удаления колонки укажите на неё курсором мыши, нажмите (выбранная колонка подсветится), а затем нажмите кнопку **Удалить** и подтвердите удаление. При удалении колонки её имя исключается из списка колонок, и соответствующее поле удаляется из базы данных.

Сортировка

Вкладка **Сортировка** диалога параметров спецификации предыдущих версий предназначена для задания правил сортировки записей таблицы спецификации.



Параметры сортировки определяют способ сравнения записей в выбранном разделе. Т. е. для каждого раздела спецификации может быть задана отдельная сортировка, которая в свою очередь включает в себя набор параметров для сравнения содержимого выбранных колонок.

По умолчанию данная вкладка отображает сортировки, заданные в прототипе, который использовался при создании спецификации.

Сортировка, заданная для раздела **Документы**, предназначена для записей, не относящихся к какому-либо разделу спецификации. Если правила сортировки для раздела не заданы, то записи в таблице будут расположены в порядке их занесения в базу данных.

Предположим, что вам необходимо задать новые параметры сортировки. Для этого необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать раздел из дерева разделов спецификации (окно **Разделы документа**).
2. В списке колонок выбрать **имя колонки**.
3. Выбрать **тип сравнения**:
   - **символьное** (содержимое двух ячеек таблицы сравнивается как две символьные строки). Если в первой позиции поля стоит цифра, то содержимое поля считается пустой символьной строкой.

- **числовое**(содержимое двух ячеек таблицы сравнивается как два числа). Если в первой позиции поля стоит символ, то содержимое поля считается нулём.
- **смешанное**. Если первая позиция первого из сравниваемых полей содержит символ, то система выделяет символьную подстроку от начала поля и сравнивает её с символьной подстрокой, найденной во втором поле. Если в первой позиции второго поля не найден символ, то подстрока из первого поля сравнивается с пустой символьной строкой. Затем выделяются подстроки, содержащие цифры, и сравниваются их числовые значения в обоих полях, начиная с позиции, следующей за последним символом подстроки, используемой на предыдущем шаге сравнения. Таким образом анализируется содержимое обоих полей до конца первого поля. Если в первой позиции поля обнаружена цифра, то содержимое поля считается пустой символьной строкой.

4. Задать **порядок расположения записей**:
   - по возрастанию;
   - по убыванию.
5. Выбрать **положение пустой записи**:
   - вначале раздела;
   - в конце раздела.
6. Определить **зону сравнения**. Данная группа параметров позволяет установить зону содержимого ячейки таблицы, по которой будет производиться сравнение и сортировка данных.
   - **От** (определяет начало зоны сравнения)
     - **символа №** - порядковый номер символа (например, от третьего символа строки),
     - **подстрока № 'символы'** - порядковый номер вхождения указанной последовательности символов (например, от первого вхождения подстроки 'ГОСТ'),
     - **символа № с конца** - порядковый номер символа от конца строки (например, от пятого символа с конца),
     - **подстрока № 'символы' с конца** - порядковый номер вхождения указанной последовательности символов от конца строки (например, от первого вхождения подстроки 'ГОСТ' с конца строки).
   - **До** (определяет конец зоны сравнения)
     - **количество символов** - порядковый номер символа (например, до десятого символа строки),
     - **подстрока № 'символы'** - порядковый номер вхождения указанной последовательности символов (например, до первого вхождения подстроки '-'),
     - **конца строки**.
7. Воспользуйтесь графической кнопкой **Добавить**. В окне **Порядок сравнения строк в выбранном разделе** появится строка, содержащая заданные правила сортировки для колонки, выбранной на первом шаге.
8. Перечислим действия, доступные пользователю при наличии сортировок в окне **Порядок сравнения строк в выбранном разделе**.
   - **Удалить** - удаление текущей сортировки.
   - **Вверх** - перемещение текущей сортировки на одну позицию вверх.
   - **Вниз** - перемещение текущей сортировки на одну позицию вниз.
   - **Копировать** - копирование текущей сортировки в буфер.
   - **Вставить** - вставить содержимое буфера в новую строку.

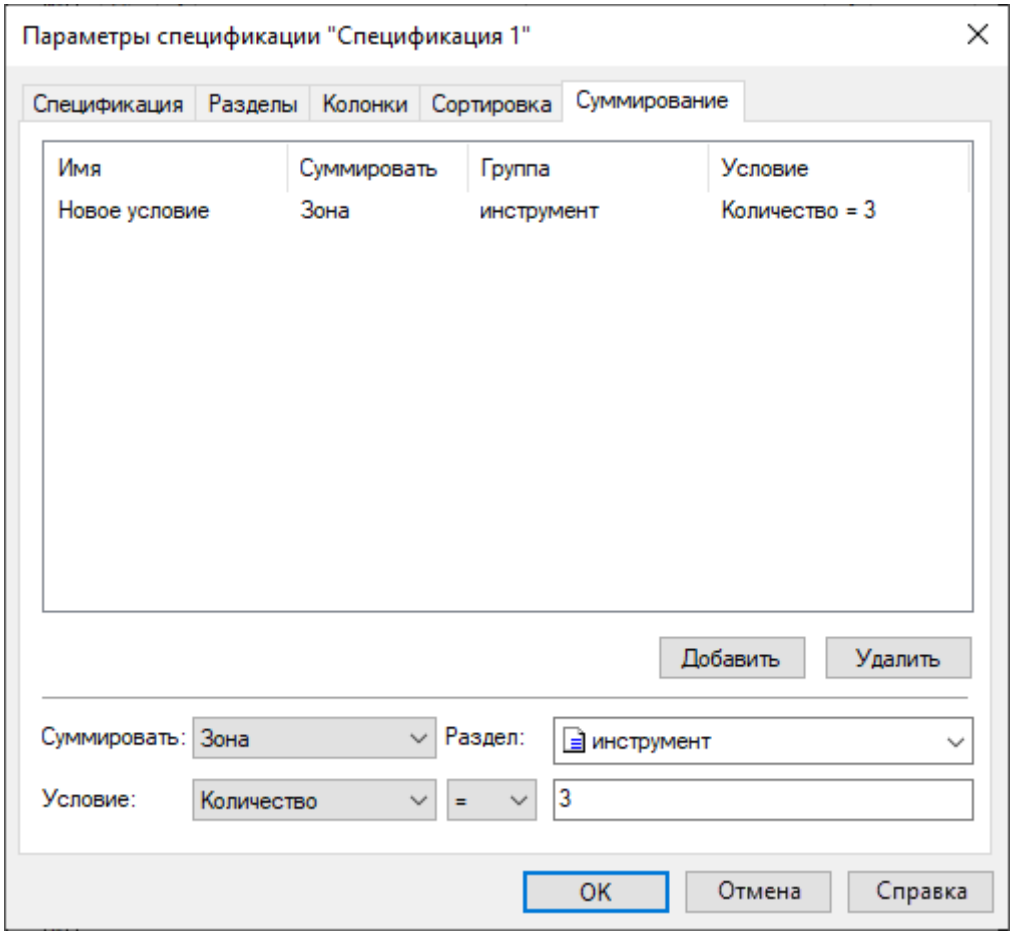
Порядок применения сортировок соответствует порядку их расположения в списке.

Для редактирования параметров сортировки укажите на требуемую запись списка. Описанные выше поля будут содержать параметры текущей сортировки и могут быть изменены по желанию пользователя.

При установленном режиме **Автоматическое обновление** добавляемые записи таблицы спецификации сразу занимают позицию, определяемую заданной сортировкой (кроме записей добавляемых вручную).

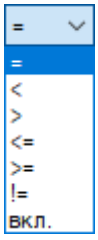
Суммирование

Вкладка **Суммирование** диалога параметров спецификации предыдущих версий предназначена для определения условий суммирования колонки спецификации.



Для задания **нового условия суммирования** колонки задайте следующие параметры:

- **суммировать** (укажите колонку, сумму которой будет определять данное условие);
- **раздел** (укажите раздел спецификации, в пределах которого будет действовать данное условие). При выборе «<нет>» - условие распространяется на все записи таблицы.
- **условие** (определяет ограничения на выбор записей таблицы спецификации при подсчете суммы). Выберите колонку, условие сравнения и значение, с которым будет сравниваться содержимое ячейки. Условие выбирается из списка:



Последний элемент списка обозначает функцию **Включение подстроки**.

Для ввода заданных установок нажмите кнопку **Добавить**. В списке условий появится строка с именем **Новое условие** (по умолчанию) и введёнными параметрами суммирования. Кнопка **Удалить**

удаляет текущую запись списка условий суммирования. Для изменения имени условия укажите на необходимую ячейку колонки **Имя** и нажмите два раза левую кнопку мыши.
Задаваемое условие становится атрибутом текста и в дальнейшем может быть использовано для получения суммарного значения колонки спецификации. Например, выберите текст, на основе которого создана таблица спецификации, и нажмите правую кнопку мыши. Из появившегося меню выберите команду **Измерить**. В списке атрибутов текста будет находиться элемент с именем условия суммирования. При необходимости вы можете создать переменную, значение которой будет равно значению суммы, рассчитанной с учетом выбранного условия.

Прототип спецификации предыдущих версий

Прототип спецификации представляет собой чертеж, содержащий таблицу спецификации с заданным составом колонок и другими свойствами. Поскольку прототип не является сборочным чертежом, то спецификация не содержит ни одной записи. Параметры форматирования текста и таблицы, заданные в прототипе, будут определять графическую форму спецификации, созданной на его основе.
При создании спецификации по прототипу эта таблица копируется в текущий или в новый документ и заполняется данными состава изделия.

> Стандартные прототипы спецификаций, поставляемые вместе с T-FLEX CAD располагаются в папке **...\Program\Прототипы\Спецификации.** Можно также создавать пользовательские прототипы. Пользовательские прототипы хранятся в папке, указанной в установках системы (**Установки > Спецификация > Папки и файлы > Прототипы спецификаций**). По умолчанию это папка внутри общей папки пользовательских прототипов, используемых в различных командах. Информация об общей папке пользовательских прототипов доступна в описании команды **Сохранить как прототип.** При необходимости можно указать в установках любую другую папку для пользовательских прототипов спецификаций.

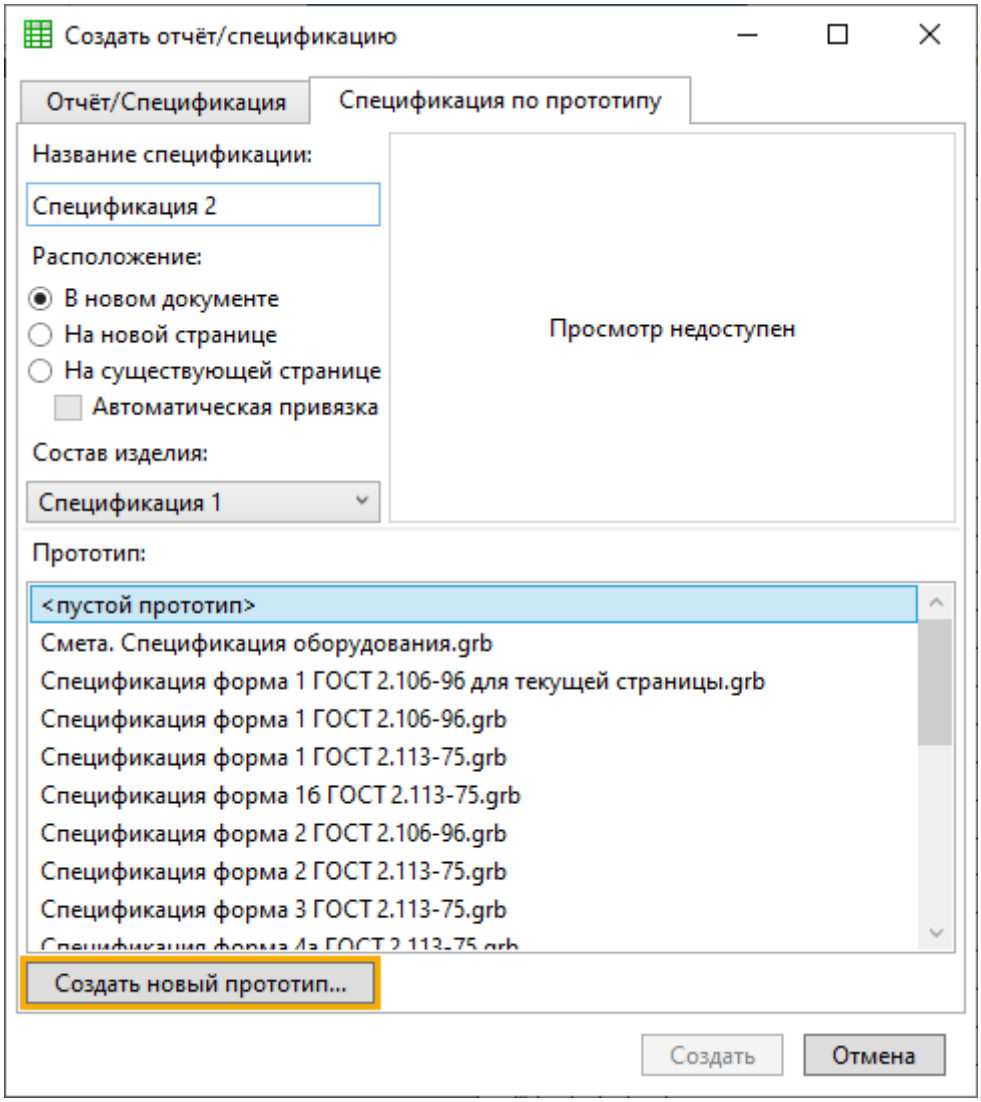
При необходимости внесения изменений в прототип спецификации откройте его как текущий документ, и воспользуйтесь опциями редактирования спецификации и редактирования таблицы спецификации.

Основные темы в этом разделе:

- Создание прототипа спецификации предыдущих версий
- Редактирование таблицы спецификации предыдущих версий

Создание прототипа спецификации предыдущих версий

Если вам необходимо создать собственный прототип спецификации, вызовите команду **Создать отчёт/спецификацию**, переключитесь на вкладку **Спецификация по прототипу**, выберите из списка в нижней части вкладки прототип, на основе которого вы хотите создать новый, и воспользуйтесь кнопкой **Создать новый прототип**.
Если выбрать **<пустой прототип>**, то после нажатия кнопки **Создать новый прототип** появится окно диалога, в котором можно указать любой документ T-FLEX CAD в качестве прототипа для создаваемого прототипа спецификации (по умолчанию предлагается прототип **2D Деталь**). Начальный набор полей спецификации в этом случае создаётся на основе файла **BOMStructure.xml**.
Если выбрать один из существующих прототипов спецификации, начальный набор полей спецификации совпадает с выбранным прототипом.



Новый прототип всегда создаётся в новом документе, поэтому далее откроется стандартное окно выбора файла, в котором необходимо указать имя и расположение файла создаваемого прототипа.

Пользовательские прототипы хранятся в папке, указанной в установках системы (**Установки > Спецификация > Папки и файлы > Прототипы спецификаций**). По умолчанию это папка внутри общей папки пользовательских прототипов, используемых в различных командах. Информация об общей папке пользовательских прототипов доступна в описании команды **Сохранить как прототип.** При необходимости можно указать в установках любую другую папку для пользовательских прототипов спецификаций.

После этого откроется окно документа создаваемого прототипа.

Если новый прототип создаётся на основе существующего прототипа спецификации, то окно сразу будет содержать таблицу спецификации, и далее вы можете вносить необходимые изменения с помощью команд редактирования спецификации и редактирования таблицы спецификации.

Если новый прототип создаётся на основе прототипа, не содержащего таблицу спецификации, то таблицу необходимо будет создать вручную. Для этого в автоменю появляются опции создания **текста:**

	<M>	Создать многострочный текст
	<R>	Создать параграф-текст
	<P>	Установить параметры текста
	<N>	Задать привязку к узлу
	<Esc>	Выйти из команды

Для создания таблицы выполните следующие действия::
1. В параметрах текста укажите тип выравнивания по вертикали и горизонтали.
2. Выберите **тип текста** (многострочный, параграф-текст), укажите точки привязки. Если выбран параграф-текст, то таблица спецификации при увеличении количества записей может продолжаться на новой странице или в новом прямоугольнике на текущей странице. При создании спецификации на основе многострочного текста перенос не производится.

3. Для параграф-текста дополнительно подтвердите создание текста с помощью кнопки или нажмите левую кнопку мыши внутри заданного прямоугольника.
4. После этого автоматически появляется окно диалога параметров спецификации, в котором вы можете изменить параметры, установленные по умолчанию.
5. После задания параметров на чертеже появится таблица спецификации и автоматически запустится команда редактирования спецификации для внесения дальнейших изменений.

По завершении редактирования таблицы спецификации сохраните документ.

Редактирование таблицы спецификации предыдущих версий

Файл прототипа спецификации содержит таблицу, задающую размеры и параметры форматирования таблицы спецификации. При создании спецификации таблица копируется из файла прототипа.
Редактирование данной таблицы производится с помощью команды **Редактировать шаблон**.
Команда доступна для выбора:

- в режиме редактирования спецификации в ленте;
- в режиме ожидания команды при выборе текста, на основе которого создана спецификация, и нажатии правой кнопки мыши из контекстного меню.

В режиме редактирования таблицы становятся доступна вкладка ленты **Текст** и опции автоменю.
Изменять высоту строки и/или ширину колонки можно при помощи мыши (укажите курсором на линию границы и, после изменения формы курсора, переместите мышь с нажатой левой кнопкой) или указания точных значений в параметрах таблицы.
В автоменю доступны опции:

	<F9>	Установить шрифт
	<F10>	Установить параметры абзаца
	<F11>	Редактировать в отдельном окне

<Ctrl>+<F11> Правописание

Для спецификации на основе параграф-текста добавляется опция:

<Ctrl>+<F5> Параметры изменения размеров прямоугольников

Данная опция вызывает окно диалога для задания координат окна и выбора действий системы в ситуации, когда текст не вписывается в прямоугольник по высоте (по ширине).

См. подробную информацию в разделе Параметры изменения размеров прямоугольников параграф-текста.

Для **многострочного текста** добавляются пиктограммы для определения способа привязки области текста:

По левому верхнему углу

По середине и верхней границе

По правому верхнему углу

По левой границе и по середине

По центру

По правой границе и по середине

По левому нижнему углу

По середине и нижней границе

По правому нижнему углу

См. подробную информацию в разделе Положение и ориентация текста.

Кроме того в ленте доступны стандартные команды для работы с таблицами.

Конфигурации и исполнения

Конфигурация – сохранённый в документе дополнительный вариант геометрии модели, соответствующий некоторым заданным условиям. Геометрия конфигураций не отображается в 3D сцене документа.

> По умолчанию в документе T-FLEX CAD хранится только геометрия, соответствующая последнему сохранённому состоянию 3D модели данного документа.

Основной областью применения конфигураций является проектирование 3D сборок. Геометрию, сохранённую в конфигурации, можно вставлять в сборку вместо актуальной геометрии фрагмента. Использование конфигураций позволяет быстро загружать требуемый вариант фрагмента, без дополнительного пересчёта и преобразования модели фрагмента.

Исполнение - это специальный вид конфигураций, предназначенный для работы со структурой изделия. Исполнения используются для получения групповых спецификаций.

Документ T-FLEX CAD может содержать любое количество конфигураций и/или исполнений. Каждой из них присваивается уникальное имя.

В зависимости от условий, определяющих сохраняемую геометрию, конфигурации можно разделить на 2 типа:

- **Конфигурации по полному набору тел** – хранят геометрию всех Тел 3D модели;
- **Конфигурации по произвольному набору тел** – хранят в себе геометрию произвольного набора тел, соответствующих любым операциям и Телам из дерева модели.

Если документ содержит внешние переменные, в каждой конфигурации также хранится набор значений внешних переменных, для которого рассчитана геометрия конфигурации.

> Конфигурации можно создавать и в 2D документах. В этом случае в конфигурации хранится только набор значений внешних переменных документа. Такие конфигурации можно использовать при работе с 2D фрагментами, для быстрого задания значений переменных фрагмента.

Применение конфигураций

При вставке документа с конфигурациями в качестве 3D фрагмента можно, как обычно, задать нужные в сборке значения внешних переменных фрагмента (если они есть у фрагмента), либо указать одну из сохранённых в документе конфигураций.

При задании значений переменных системе приходится заново пересчитывать всю модель фрагмента в соответствии с указанными в сборке значениями. Получившаяся в результате пересчёта геометрия включается в сборку.

При использовании конфигурации (заранее созданной в документе фрагмента) пересчёт модели фрагмента не осуществляется, а сразу вставляется геометрия, хранимая в конфигурации. Включённая в сборку геометрия содержит только те тела, которые были сохранены в конфигурации.

Отсутствие пересчёта модели фрагмента при вставке конфигураций приводит к значительной экономии времени при построении сборок. Особо ярко это отражается при вставке фрагментов, содержащих достаточно сложные построения и большое количество операций. Возможность управлять составом геометрии, хранимой в конфигурации, предоставляет ещё более широкие возможности при проектировании 3D сборок.

Механизмы, назначение и работа с первым и вторым вариантами конфигураций значительно отличаются, поэтому требуют описания по отдельности.

Конфигурации по полному набору тел

При создании **конфигурации по полному набору тел** задаются только те значения внешних переменных документа, которым должна соответствовать геометрия конфигурации. В конфигурацию сохраняется геометрия всех конечных тел 3D модели.

Использование конфигураций данного типа для 3D фрагментов позволяет исключить фазу пересчёта модели фрагмента в сборке. Для этого при вставке фрагмента вместо ввода значений переменных нужно указать системе одну из конфигураций фрагмента. В сборку будет загружена геометрия из указанной конфигурации.

Система может использовать геометрию из конфигурации фрагмента и самостоятельно. Это происходит, когда пользователь указывает для 3D фрагмента значения переменных, совпадающие с набором значений одной из конфигураций фрагмента. Если такое совпадение обнаружено, вместо пересчёта модели фрагмента система загружает геометрию из соответствующей конфигурации. Обратите внимание, что это правило верно только для конфигураций по полному набору тел.

Конфигурация по произвольному набору тел

При создании **конфигурации по произвольному набору тел**, кроме набора значений внешних переменных, указывается любой набор операций и Тел из дерева модели документа. Сохраняемая в конфигурации геометрия представляет собой совокупность тел всех выбранных операций/Тел. При использовании текущего документа в качестве фрагмента такая конфигурация будет вставляться как многотельный фрагмент.

> Многотельные фрагменты можно автоматически разделять на несколько отдельных тел, если в свойствах фрагмента в сборке установить для параметра **Использовать** (закладка **Операция**) значение **Как отдельные тела**.

Вставка конфигурации по произвольному набору тел в сборку может осуществляться только при явном указании имени нужной конфигурации в свойствах фрагмента.

Конфигурации по произвольному набору тел можно использовать в ситуациях, требующих разного представления геометрии модели во фрагменте и сборке. Например, они позволяют отображать в сборке тела, соответствующие операциям в середине дерева модели фрагмента. Пример – детали с выполненной разделкой сварных швов. Разделка сварных швов требует создания большого количества дополнительных операций, усложняющих модель и увеличивающих время пересчёта. При этом в 3D модели самой детали разделка сварных швов необходима, а в сборке – часто не нужна и сильно отягощает сборочную модель. В такой ситуации во фрагменте можно создать конфигурацию, содержащую геометрию детали без разделки сварных швов. Список тел, хранимых в данной конфигурации, будет состоять из одной операции, предшествующей операциям, имитирующим разделку сварных швов. Если при вставке фрагмента в сборку указать эту конфигурацию, в сборке деталь будет отображена без разделки сварных швов.

Конфигурации также можно использовать для фрагментов, чей состав должен изменяться от сборки к сборке. Например, модель фрагмента содержит набор тел, а в разные сборки необходимо включать только часть из них, причём в разных сочетаниях. В такой ситуации можно создать в документе фрагмента несколько конфигураций с разным набором хранимых операций, и загружать их в сборках по мере необходимости.

В качестве ещё одного случая использования конфигураций можно предложить следующее: часто в сборке необходимо создать отверстие под нестандартную деталь и затем вставить в качестве фрагмента саму деталь. Для этого можно создать в документе детали-фрагмента конфигурацию, хранящую упрощённое состояние модели (операцию из середины дерева модели) и окончательный вид детали (операцию с вершины дерева модели или Тело). При вставке такой конфигурации в сборку с использованием разделения фрагмента на тела одно из вставленных Тел можно

использовать для создания отверстия (с помощью булевой операции вычитания), другое – для получения собственно фрагмента-детали.

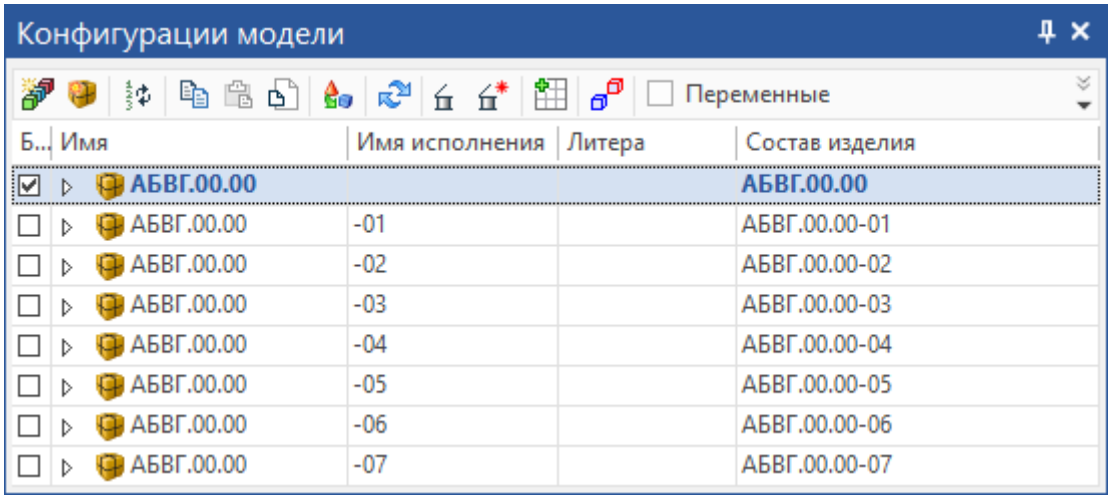
Создание и редактирование конфигураций и исполнений

Для создания и редактирования конфигураций используется служебное окно **Конфигурации модели**:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Окна > Конфигурации модели Параметры > Инструменты > Конфигурации модели Вид > Окно > Окна > Конфигурации модели > Окна > Конфигурации модели
Клавиатура	Текстовое меню
<Shift>+<F4>	Настройка > Окна > Конфигурации модели

Эта команда может быть недоступна, если файл, с которым ведется работа, еще не был ни разу сохранен.

После вызова команды появляется служебное окно для работы с конфигурациями текущей модели:

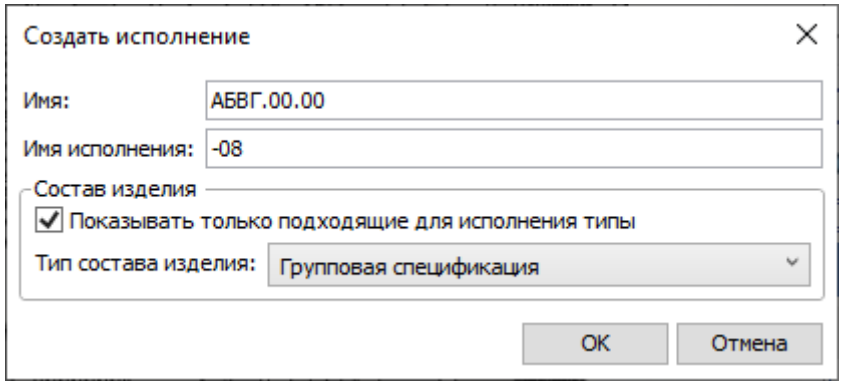


В левой половине окна отображается список существующих конфигураций и исполнений для текущей модели. Для того чтобы начать работать с какой-либо конфигурацией, нужно выбрать её в этом списке. Если в документе ещё нет ни одной конфигурации, список будет пуст.

Для создания конфигурации используется опция **Создать конфигурацию**.

Для создания нового исполнения используется опция **Создать исполнение**.
Для новой конфигурации\исполнения задаётся **Имя** и **Имя исполнения**.

Для нового исполнения задаётся Тип состава изделия, на основе которого будет создан состав изделия. При отключённой опции **Показывать только подходящие для исполнения типы** будут доступны все типы состава изделия, однако рекомендуется оставлять опцию включённой, тогда в списке будет отображаться подходящий для исполнения тип - **Групповая спецификация**.



Если в документе заполнено поле **Обозначение** в окне состава изделия, то по умолчанию обозначение подставляется в имя конфигурации/исполнения. Если эти данные не введены, то подставляется имя файла текущего документа.

После сохранения исполнения автоматически создаётся состав изделия. Имя состава совпадает с именем исполнения.

Для уже созданных конфигураций/исполнений можно изменить имя и, при необходимости, задать литеру, редактируя соответствующую ячейку в таблице.

По умолчанию новой конфигурации/исполнению присваивается набор значений переменных, который соответствует текущему состоянию модели.

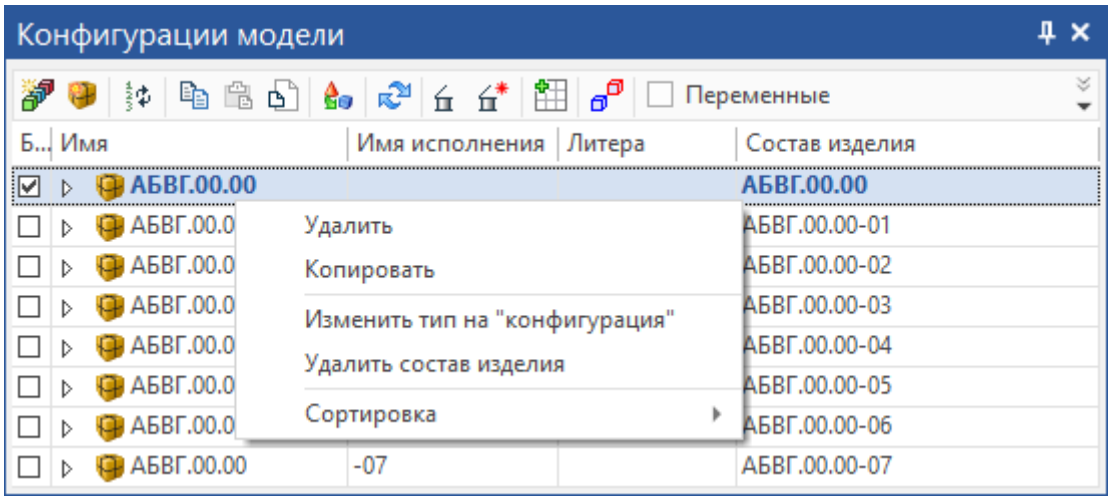
В контекстном меню доступны следующие опции:

Удалить - позволяет удалить конфигурацию или исполнение.

Копировать - позволяет скопировать конфигурацию или исполнение.

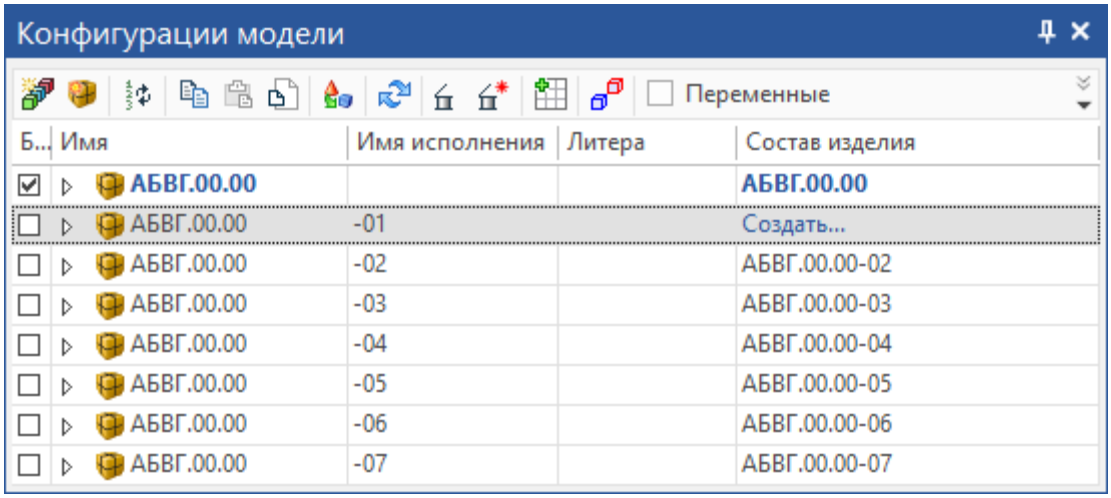
Изменить тип на конфигурацию/исполнение - позволяет изменить тип выбранного элемента.

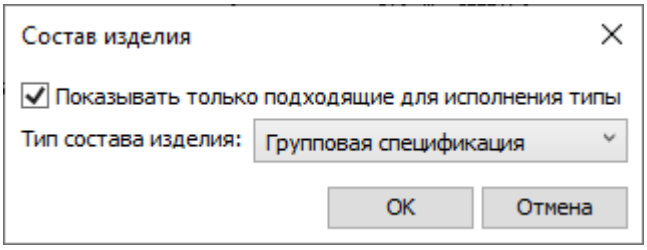
Сортировка - позволяет включить сортировку по колонке **Имя**, а также в порядке создания по возрастанию или убыванию.



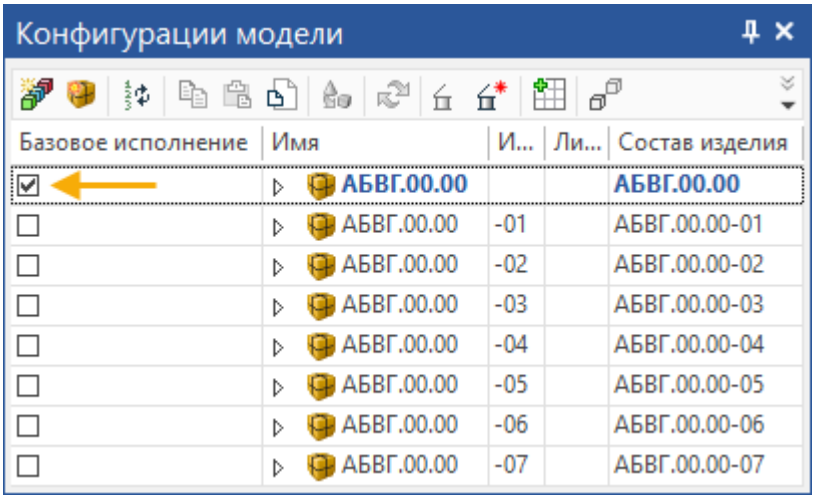
Удалить состав изделия удаляет состав изделия для выбранного элемента.

Состав изделия можно перезадать в колонке **Состав изделия** нажав **Создать...**.

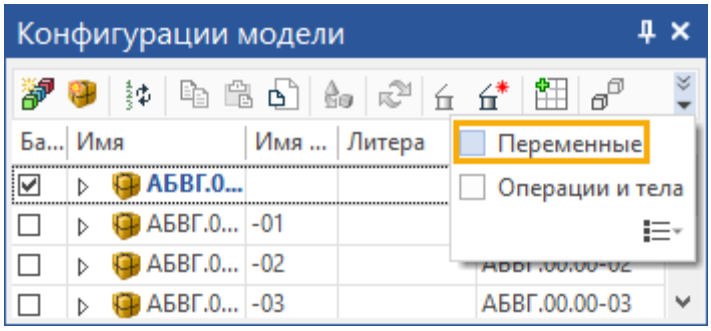




Базовое исполнение. Флаг слева от имени предназначен для задания базового исполнения. Свойства состава изделия, который соответствует базовому исполнению, будут использоваться при отображении данных в режиме **Применить представление состава изделия** в окне состава изделия. Если у изделия есть исполнения, одно из них обязательно будет базовым. По умолчанию базовым назначается первое созданное исполнение.

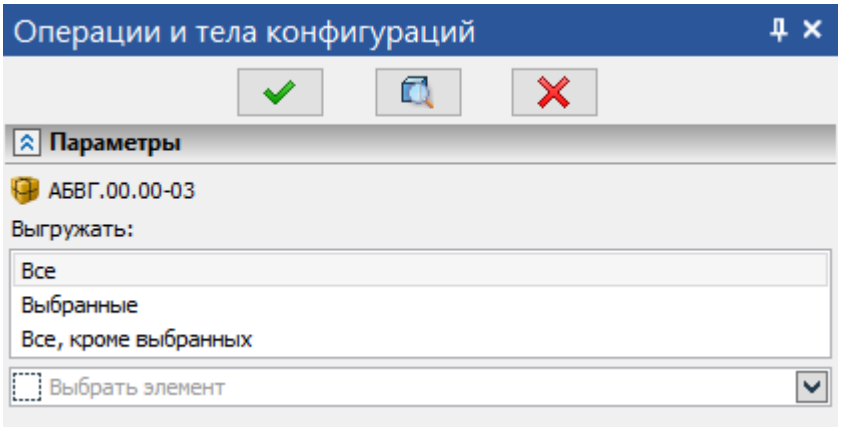


Список значений внешних переменных для выбранной конфигурации можно отобразить с помощью опции **Переменные**.



Значения переменных в таблице можно изменять. Для актуализации изменений, конфигурацию потребуется загрузить при помощи соответствующей опции. В некоторых случаях в процессе редактирования модели возможно удаление внешних переменных и добавление новых внешних переменных.

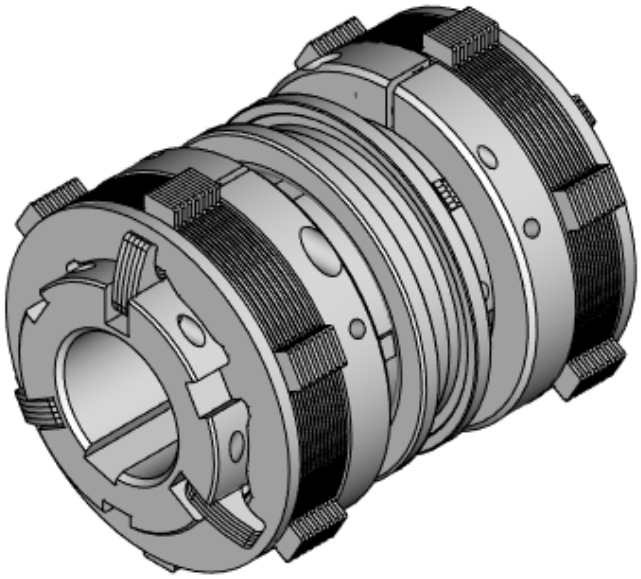
С помощью команды **Выбрать операции и тела** можно указать операций и тела модели, сохраняемые в выбранной конфигурации.



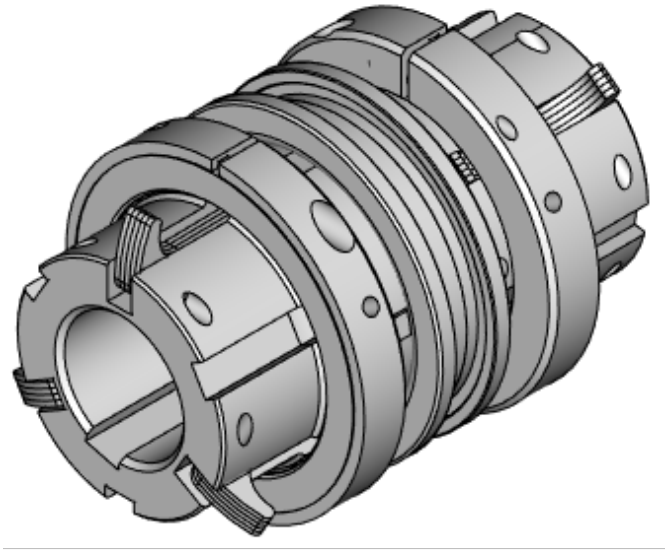
В окне параметров команды в поле **Выгружать** доступны следующие опции:

- **Все**
  При выборе данной опции в конфигурацию будут входить все операции и тела, имеющиеся в модели.
- **Выбранные**
  При выборе данной опции в конфигурацию будут входить операции и тела, добавленные в список ниже.
- **Все, кроме выбранных**
  При выборе данной опции в конфигурацию будут входить все операции и тела, кроме добавленных в список ниже.

Ниже находится список операций и тел, используемый при выборе двух последних опций для создания **конфигурации по произвольному набору тел.** Для добавления операции или тела в список наведите на них курсор в 3D окне или дереве модели и нажмите . При этом можно пользоваться фильтрами на панели фильтров. Справа от списка доступны кнопки, позволяющие **Развернуть**, **Свернуть список**, **Удалить элемент из списка** или **Очистить** список.

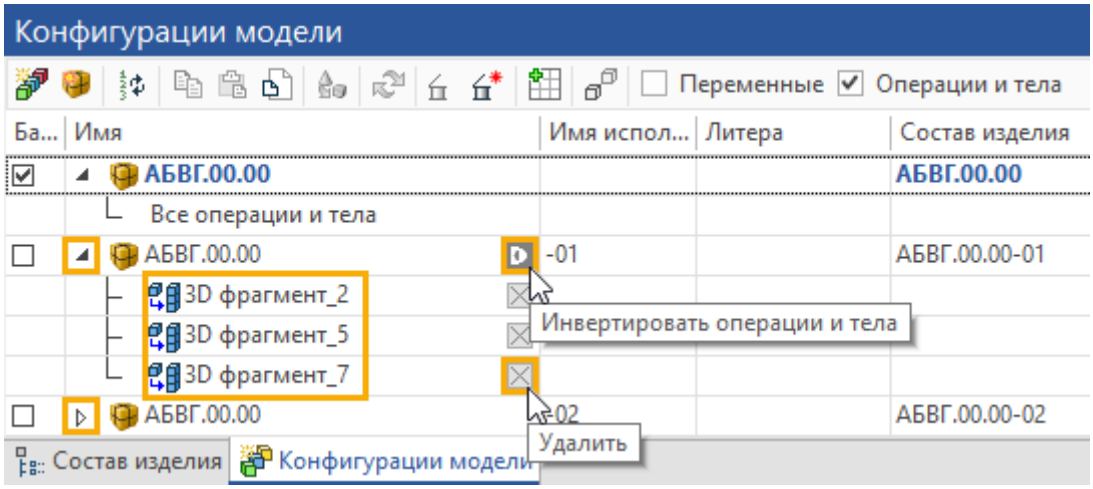


Конфигурация по полному набору тел

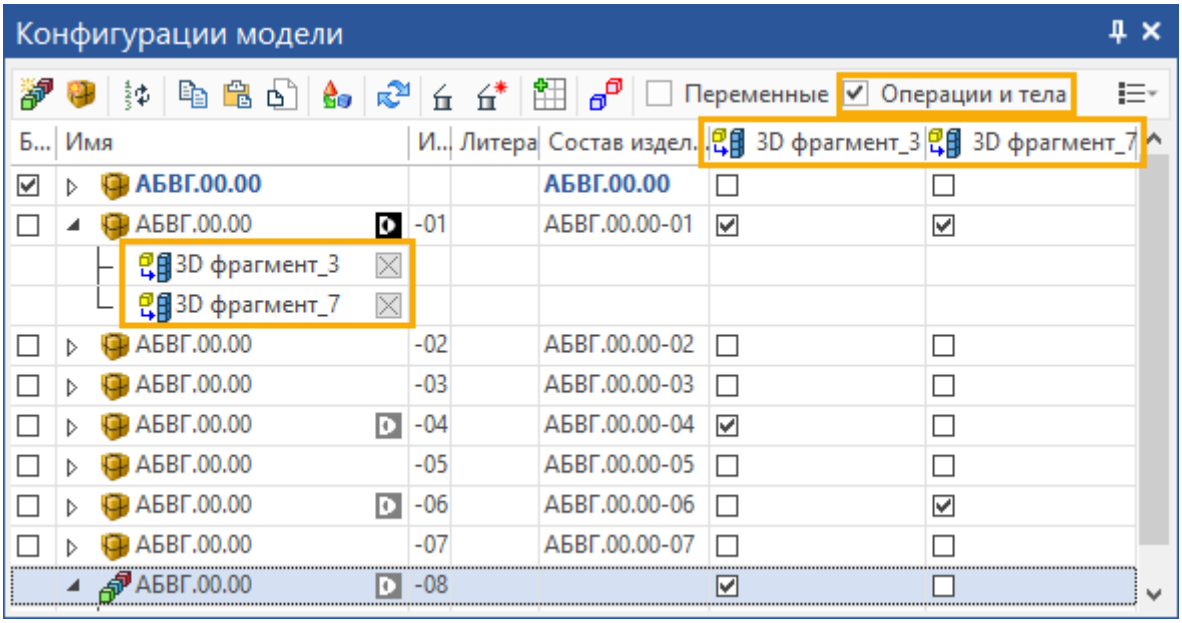


Конфигурация по произвольному набору тел

Список операций и тел, использованный для создания конфигурации, можно также развернуть или свернуть прямо в окне **Конфигурации модели**, нажав кнопку слева от имени конфигурации. С помощью кнопки справа от имени можно **Инвертировать операции и тела,** т.е. переключаться между опциями **Выбранные** и **Все, кроме выбранных**, описанными выше. Вид кнопки зависит от активной в данный момент опции. Ниже располагаются кнопки, позволяющие **Удалить** из списка отдельное тело/операцию.



С помощью опции **Операции и тела** можно отобразить выбранные в опции **Выбрать тела и операции** элементы отдельными столбцами.



Для работы с конфигурациями/исполнениями также используются опции:

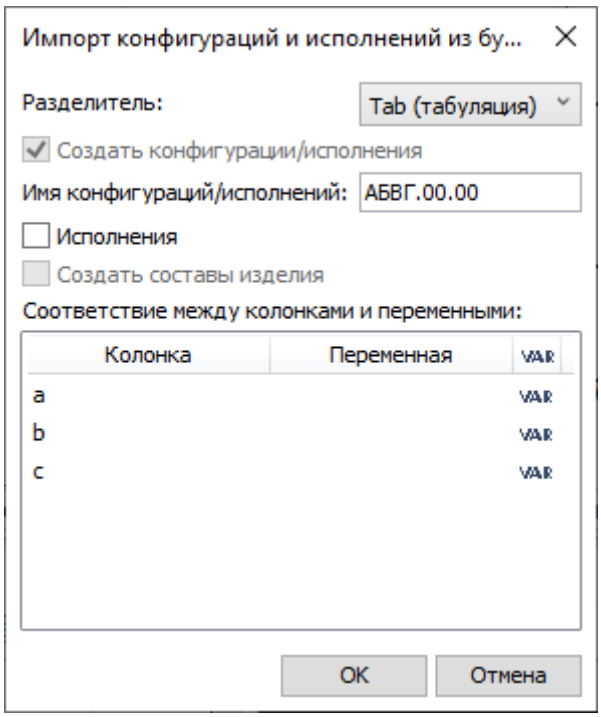
Обновить имена конфигураций и исполнений по обозначению документа - позволяет обновить имена всех конфигураций и исполнений по заданному обозначению документа в составе изделия.

Копировать. Вставить. Опции позволяют скопировать и создать новую конфигурацию/исполнение на основе уже существующей. При вставке необходимо задать имя для новой конфигурации. Значения внешних переменных и тип состава изделия (для исполнений) копируются из исходного элемента.

Импорт конфигураций и исполнений из буфера обмена - позволяет импортировать данные, скопированные в буфера обмена из редактора таблиц (MS Excel, LibreOffice Calc и т.п.). Первая строка скопированного набора ячеек считается заголовками колонок, а все последующие - значениями переменных конфигурации или исполнения. В примере ниже был скопирован набор ячеек 3x4:

	A	B	C
1	a	b	c
2	25	15	525
3	45	34	24
4	64	856	5

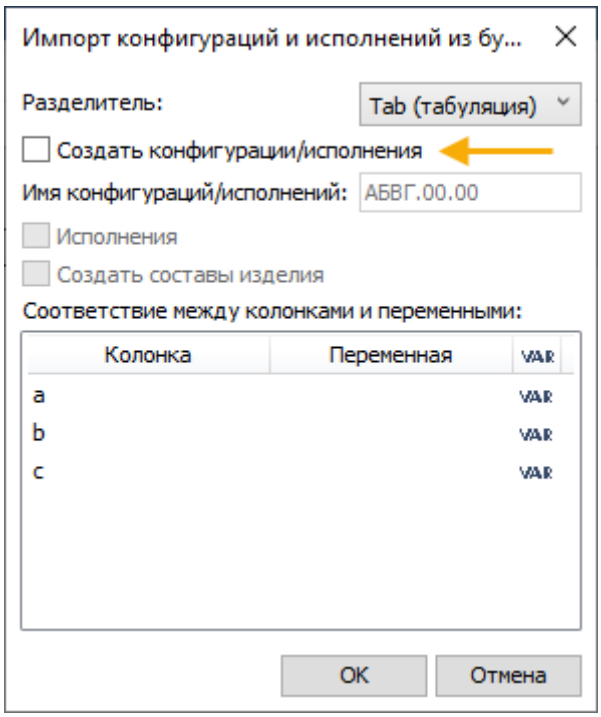
После копирования таблицы в буфер обмена и нажатия опции появится окно импорта.



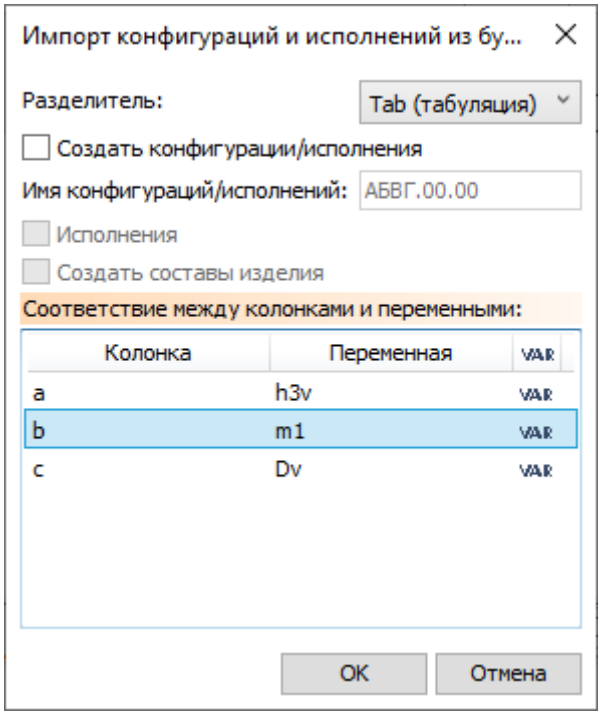
С помощью разделителя можно выбрать представление копируемой таблицы.

По умолчанию создаются конфигурации. Для создания исполнений необходимо использовать опцию **Исполнения**. Когда данная опция активна, то появляется возможность создания составов изделия.

Если количество строк со значениями переменных совпадает с количеством выбранных конфигураций, то можно не создавать конфигурации, а подставить значения переменных в выбранные. Тогда опция **Создать конфигурации/исполнения** будет неактивна:



После этого необходимо задать соответствие между колонками и переменными. Для этого нужно нажать на иконку **VAR** в таблице соответствий. Появится окно для выбора переменной и после сопоставления колонок с переменными результат будет следующим:



Загрузить - выполняется пересчёт модели со значениями переменных, заданных для выбранной конфигурации. Данная команда позволяет посмотреть геометрию каждой конфигурации.

Обновить - для переменных выбранной конфигурации/исполнения загружаются текущие значения внешних переменных модели.

Удалить - удаляет выбранную конфигурацию/исполнение.

Удалить все - удаляет все конфигурации и исполнения.

Создать таблицу исполнений - создаёт таблицу исполнений модели.

Параметризация

Переменные T-FLEX CAD – вспомогательные элементы системы, позволяющие задавать различные виды негеометрических взаимосвязей между элементами чертежа.
Например, переменные можно указывать в качестве параметров линий построения. В этом случае значение параметра линии построения будет определяться значением переменной. Если значение переменной меняется, то автоматически будет меняться и значение связанного с ним параметра линии построения (например, радиус окружности или положение прямой). С помощью переменных можно задавать цвет и видимость элементов чертежа, параметры штриховок, содержимое текстов, различные параметры и т.п. Переменные можно использовать и при создании 3D модели.
Задавая взаимосвязи между значениями переменных, определяющих параметры элементов построения и изображения чертежа, можно добиться автоматического изменения всего чертежа при изменении значения одной или нескольких базовых переменных.
В системе T-FLEX CAD переменные можно создавать разными способами:

- с помощью редактора переменных;
- при задании и редактировании параметров линий построения, а также других элементов чертежа или 3D модели;
- в текстовом редакторе;
- при задании текстовых строк в параметрах некоторых элементов;
- при задании значений практически всех вещественных параметров элементов (уровней, приоритетов и т.д.).

Основным инструментом для работы с переменными является редактор переменных. С его помощью можно выполнять все действия над ними.

Основные темы в этом разделе:

- Редактор переменных
- Окно "Переменные"
- Конструктор выражения
- Функции работы с переменными
- Внешние переменные
- Глобальные переменные
- Заимствование переменных и баз данных
- Элемент управления
- Связи переменных
- Отношения
- Пересчитать переменные
- Базы данных
- Графики
- Установить значения размеров
- Пересчёт полей допусков
- Оптимизация модели
- Отчёт

Редактор переменных

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	3D модель > Дополнительно > Переменные Чертёж > Дополнительно > Переменные Сборка > Дополнительно > Переменные Оформление > Дополнительно > Переменные Спецификация > Дополнительно > Переменные Параметры > Переменные > Переменные Измерение > Дополнительно > Переменные Анализ > Дополнительно > Переменные Листовой металл > Дополнительно > Переменные Поверхности > Дополнительно > Переменные Сварка > Дополнительно > Переменные Примитив > Дополнительно > Переменные T-FLEX DOCs > Дополнительно > Переменные
Клавиатура	Текстовое меню
<V>	Параметры > Переменные

Окно редактора переменных

Работа с редактором может осуществляться двумя способами. Первый способ – работа в основном окне редактора переменных, вызываемом с помощью команды **Переменные**. Диалог данного окна позволяет использовать всю функциональность редактора переменных и обладает удобным интерфейсом. Однако, окно редактора переменных блокирует работу с другими окнами системы.
Второй способ – использование специального служебного окна **Переменные**. Это окно позволяет работать с переменными в прозрачном режиме.

В дальнейшем описание работы с редактором переменных будет вестись на примере стандартного окна редактора переменных. Однако те же действия можно выполнять и в окне **Переменные**.
Окно редактора переменных содержит список всех переменных текущего документа T-FLEX CAD вне зависимости от способа их создания (напомним, что новые переменные могут быть созданы не только в редакторе переменных). В колонках редактора отображаются параметры переменных.

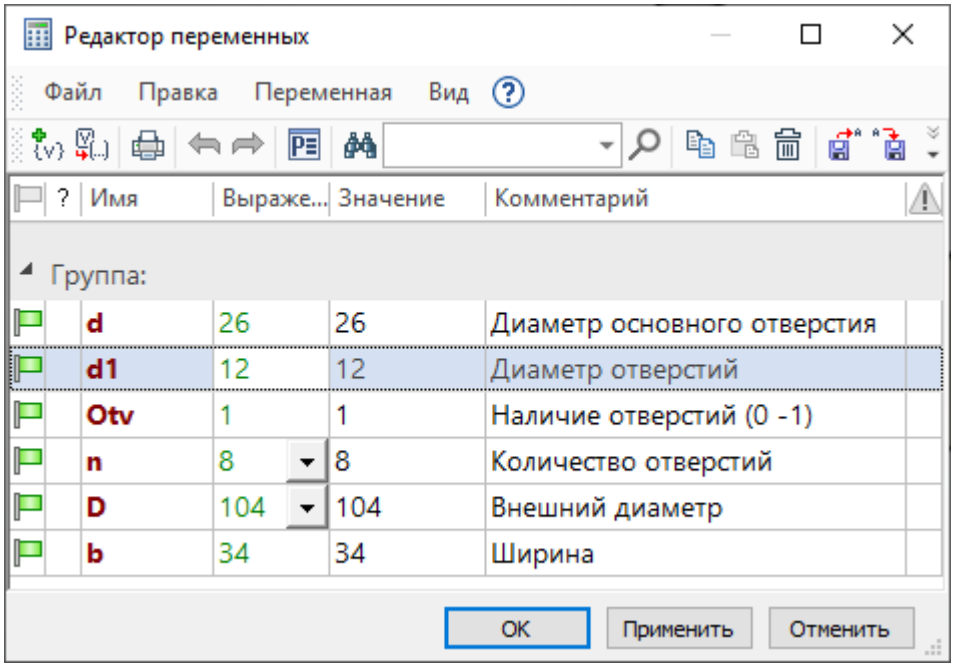
> Подробную информацию о разновидностях и параметрах переменных см. в разделе Параметры переменной.

При вызове команды в документе, в котором не создано ни одной переменной, окно редактора переменных будет пустым.

Использование переменных в T-FLEX CAD

Созданные внутри редактора переменных переменные и выражения не оказывают никакого влияния на чертёж. В обособленном виде редактор переменных - это просто мощный калькулятор. Но имеется множество возможностей использования переменных в системе T-FLEX CAD.

Список переменных отображается в окне редактора в виде таблицы, вид которой может свободно редактироваться пользователем. Можно изменить количество и состав отображаемых столбцов, параметры группировки и сортировки строк таблицы, параметры сетки таблицы.
Редактор переменных имеет собственное текстовое меню и инструментальную панель, содержащую основные команды для работы с переменными.



Основные темы в этом разделе:

- Команды редактора переменных
- Создание переменной
- Параметры переменной
- Список значений переменной
- Копирование, дублирование и заимствование переменных
- Единицы измерения значений переменных
- Скрытые переменные
- Редактирование переменных с помощью редактора
- Установки редактора переменных
- Настройка интерфейса редактора переменных
- Колонки редактора переменных
- Группировка переменных
- Сортировка переменных
- Поиск переменных
- Помощник редактора переменных
- Подсказки в редакторе переменных
- Диагностика ошибок переменных
- Используемые и неиспользуемые переменные
- Импорт/экспорт переменных документа
- Печать списка переменных

Смотрите также:

- Функции работы с переменными
- Внешние переменные
- Глобальные переменные

- Окно "Переменные"

Команды редактора переменных

В текстовом меню и на панели инструментов редактора переменных доступны следующие команды:

	<Ctrl>+<P>	Файл > Печать...
	<Ctrl>+<W>	Файл > Экспорт...
	<Ctrl>+<R>	Файл > Импорт...
	<Esc>, <Alt>+<F4>	Файл > Выход
	<Ctrl>+<Z>	Правка > Отменить изменения
	<Ctrl>+<Y>	Правка > Вернуть изменения
	<Ctrl>+<C>	Правка > Копировать
	<Ctrl>+<V>	Правка > Вставить
	<Ctrl>+<Del>	Правка > Удалить
	<Ctrl>+<A>	Правка > Выбрать всё
	<Ctrl>+<Up>	Правка > Переместить вверх
	<Ctrl>+<Down>	Правка > Переместить вниз
	<Ctrl>+<F>	Правка > Найти
	<Ctrl>+<N>	Переменная > Новая...
	<Ctrl>+<D>	Переменная > Дублировать
	<Ctrl>+<M>	Переменная > Параметры...
•	-	Переменная > Обновить состояние
•	<Ctrl>+<K>	Переменная > Преобразовать выражение в константу
•	<Ctrl>+<O>	Переменная > Преобразовать все выражения в константы
	<Ctrl>+<H>	Вид > Помощник
•	-	Вид > Крупные иконки
	-	Вид > Установки...
	-	Показать/Спрятать скрытые переменные
	<F1>	Справка

Часть перечисленных команд также доступна в контекстном меню, вызываемом по нажатию на переменной в списке. Кроме того, данное меню дополнительно содержит следующие команды:

- Использование переменной
- Список

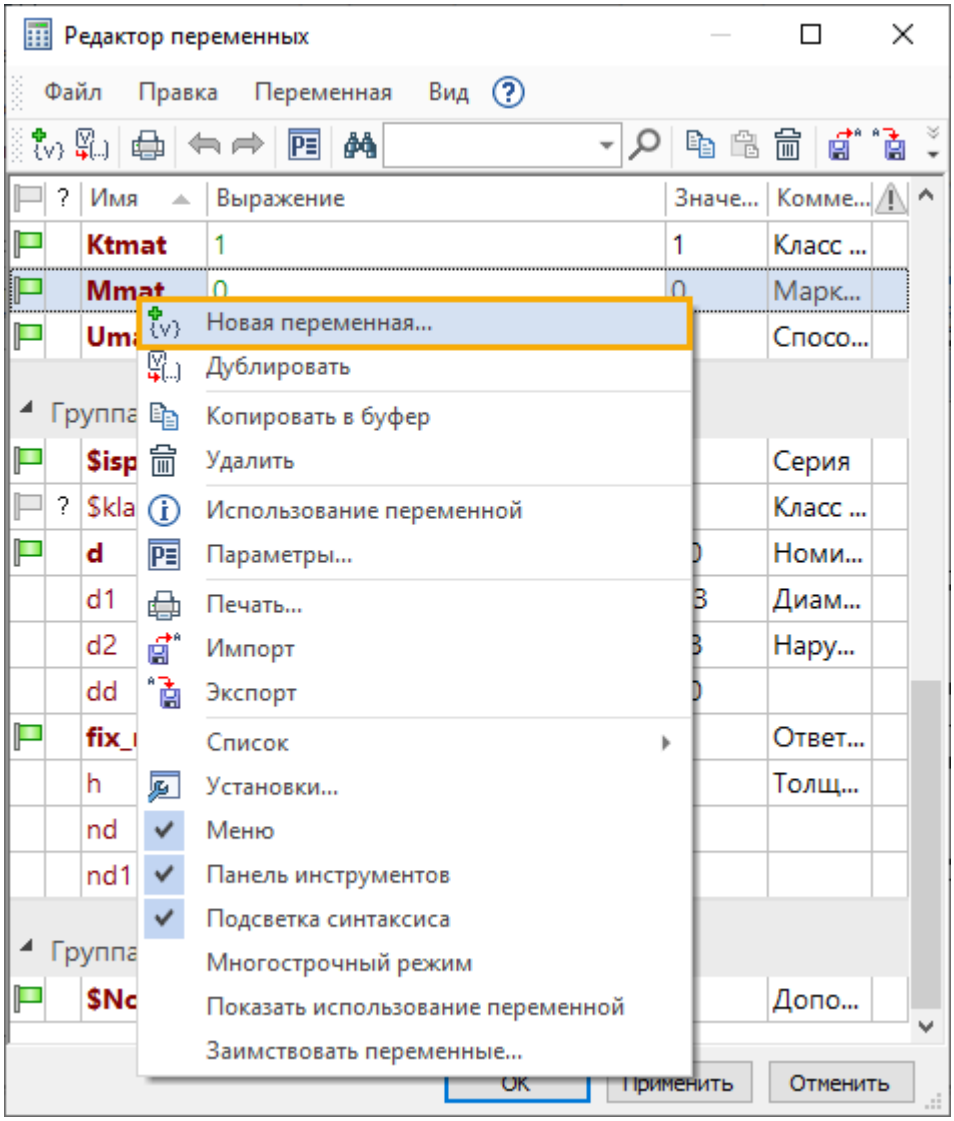
- Меню
- Панель инструментов
- Подсветка синтаксиса
- Многострочный режим
- Показать использование
- Заимствовать переменные...

Создание переменной

Создать новую переменную в редакторе переменных можно, воспользовавшись командой **Новая переменная**:

<Ctrl>+<N> Переменная > Новая

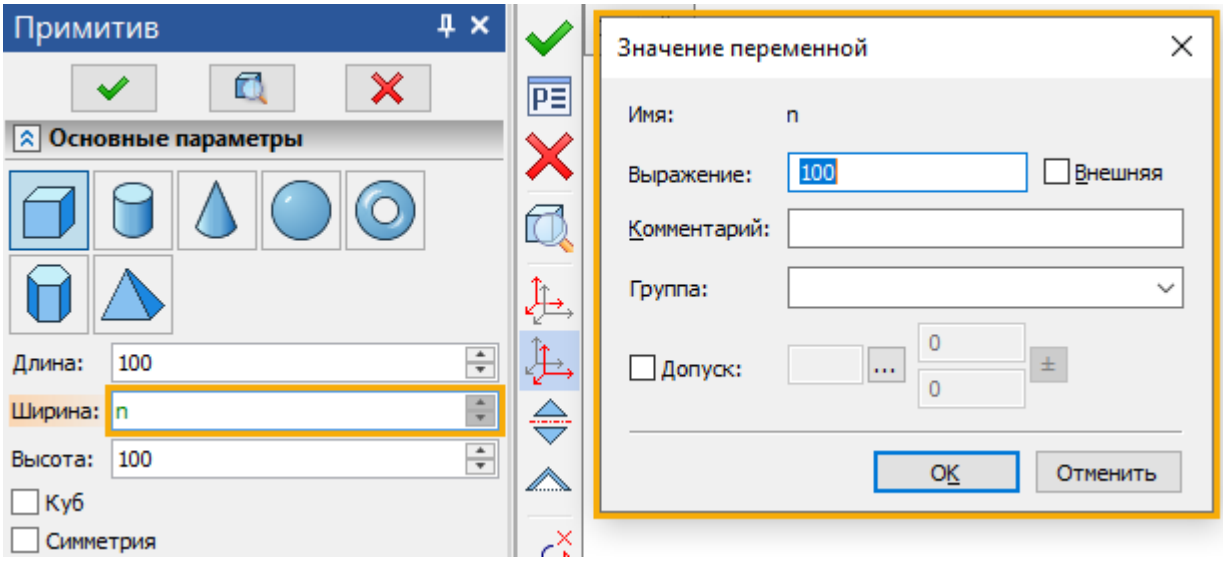
Команду **Новая переменная** можно вызвать также из контекстного меню, вызываемого нажатием в любом месте списка переменных в редакторе или в служебном окне **Переменные**.



После вызова команды создания переменной открывается диалог параметров создаваемой переменной. Для создания переменной необходимо задать имя переменной, тип переменной (**вещественная** или **текстовая**), а также выражение, определяющее ее значение. Задание остальных параметров опционально. После нажатия **OK** созданная переменная появляется в списке переменных.

> Подробная информация о правилах задания имени и выражения переменной доступна в главе Параметры переменной.

Помимо использования вышеописанного способа, можно создать новую переменную и по-другому. Достаточно ввести имя несуществующей переменной в выражении какой-либо переменной или в поле ввода значения параметра какого-либо элемента. При попытке расчёта введённого значения система обнаружит, что такая переменная не определена, и на экране появится сообщение: «**Создать переменную?**». При положительном ответе будет запущен процесс создания новой переменной с указанным именем и откроется её диалог параметров. При отрицательном ответе новая переменная не создаётся и выводится сообщение об ошибке.



Если в поле ввода значения параметра какого-либо элемента ввести конструкцию типа **имя_переменной=число** (вещественная переменная) или **$имя_переменной=текст** (текстовая переменная), система использует значение после символа "=" в качестве выражения переменной, и переменная создается автоматически с параметрами по умолчанию без вызова диалога параметров переменной.

См. также:

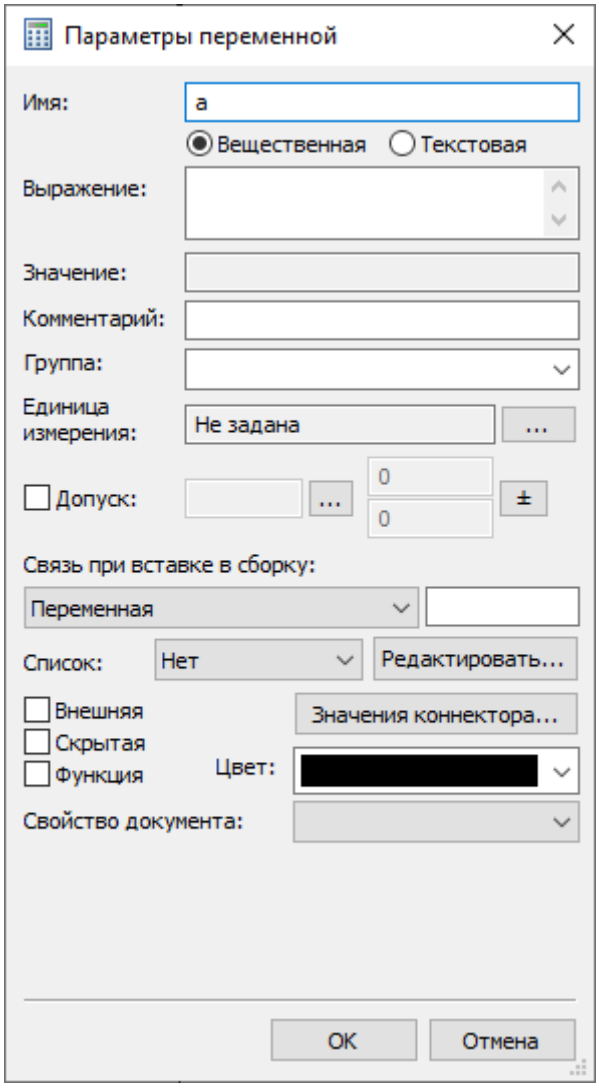
- Параметры переменной
- Копирование, дублирование и заимствование переменных

Параметры переменной

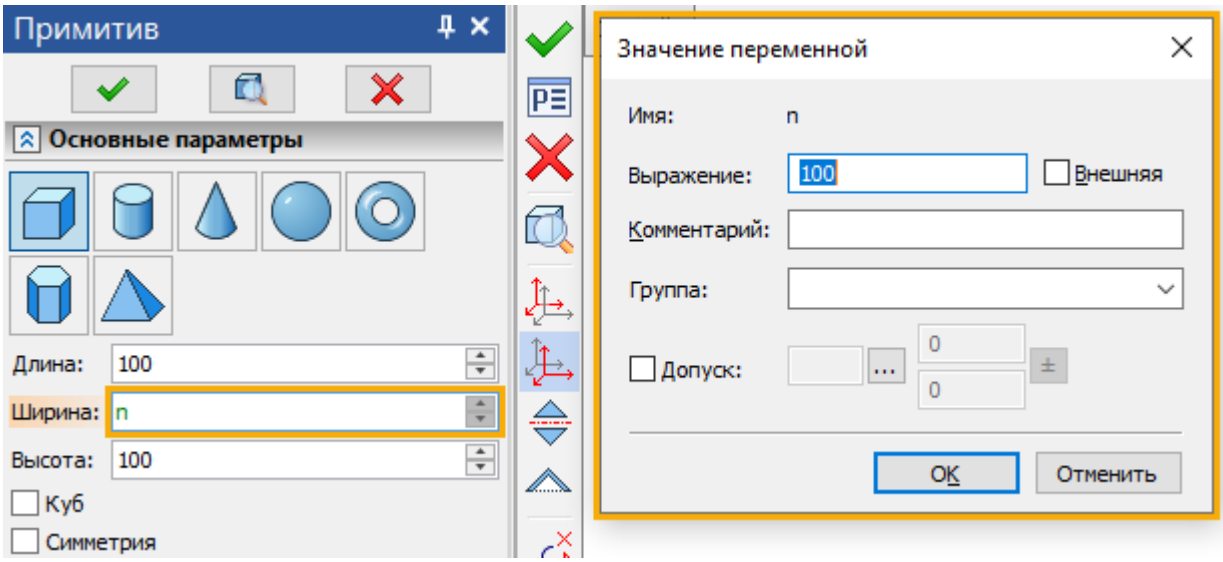
Для изменения имени, выражения или других характеристик уже созданных переменных используется диалог параметров переменной, вызываемый командой **Параметры**:

	<Ctrl>+<M>	Переменная > Параметры...

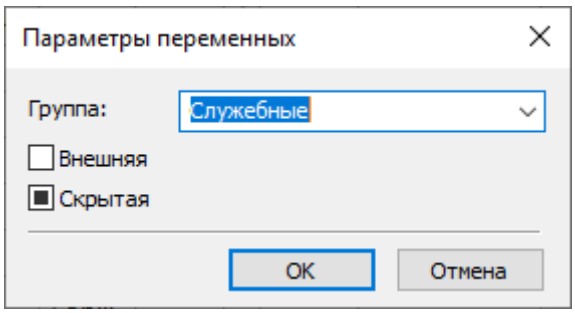
Команду **Параметры** можно также вызвать из контекстного меню, вызываемом по при выборе переменной в списке переменных. Или можно вызвать её, просто указав курсором на имя переменной в списке переменных и нажав .
Кроме того, диалог параметров автоматически вызывается при создании новой переменной.



Если переменная создаётся путём ввода незанятого имени в поле ввода значения параметра какого-либо элемента, может отображаться сокращённая версия диалога параметров переменной, т.к. некоторые параметры переменной (тип, единицы измерения) заранее предопределены характером соответствующего параметра элемента.



Команда **Параметры** доступна и при выборе сразу нескольких переменных. В этом случае вызывается версия диалога, содержащая лишь те немногие параметры, которые можно задать сразу для всех выбранных переменных. Если флаг в диалоге закрашен ■, значит в числе выбранных переменных есть как те, у которых этот флаг установлен, так и те, у которых он снят.



Полная версия диалога параметров переменной содержит следующие параметры:

- **Имя**;
- **Тип** (**Вещественная/Текстовая**);
- **Выражение**;
- **Значение**;
- **Комментарий**;
- **Группа**;
- **Единица измерения**;
- **Допуск**;
- **Связь при вставке в сборку**;
- **Список**;
- **Внешняя**;
- **Скрытая**;
- **Функция**;
- **Значения коннектора**;
- **Цвет**;
- **Свойство документа**;
- **Связь с T-FLEX DOCs** и прочие параметры интеграции.

Имя

Имя переменной должно быть уникальным в пределах текущего документа, т.е. нельзя ввести имя, уже использующееся другой переменной. Имя может содержать только буквы, цифры и нижние подчёркивания. Первым символом имени должна быть буква. К именам текстовых переменных в начале добавляется символ $.

При вводе имени учитывается регистр; например, **a** и **A** - это разные переменные.

Одинаково выглядящие буквы разных алфавитов считаются разными сиволами; например, латинская **A** и кириллическая **А** - это разные переменные. Использовать латинские буквы в именах переменных предпочтительнее. Так как имена функций содержат латинские буквы, то при написании выражений, содержащих переменные с кириллическими буквами и имена функций придётся переключать регистр.

Также рекомендуется использовать несложные имена переменных, для того, чтобы не писать длинных выражений. Развернутое описание переменной можно добавить в комментарии.

Примеры правильных имён переменных:

- **VAR1**

- **V**
- **VAR_1**
- **$TEXT**
- **ШИРИНА**
- **ширина**

Примеры неправильных имён переменных:

- **1_VAR** (первый символ - не буква)
- **!_VAR!** (непозволительный символ - !)
- **V A R** (имя не должно содержать символов «пробел»)

Имя переменной может совпадать с именем функции.

> Имена с **x1** по **x99** и с **y1** по **y99** зарезервированы для координат точек привязки 2D фрагментов. Использование данных имён в других целях может привести к некорректной работе системы.

Тип (Вещественная/Текстовая)

Тип переменной определяет тип данных, содержащихся в значении переменной: **Вещественная** - вещественное число, **Текстовая** - текстовая строка (набор символов). По умолчанию создаются вещественные переменные. Текстовые переменные можно легко отличить от вещественных по наличию символа $ в начале имени.

> Поле **Имя** и переключатель типа **Вещественная/Текстовая** работают синхронно. Если задаваемое имя переменной начинается с символа **$**, то переключатель типа автоматически устанавливается в значение **Текстовая,** а при удалении данного символа - возвращается в значение **Вещественная**. И наоборот: при смене типа переменной у имени переменной автоматически добавляется/удаляется символ **$**.

Выражение

Выражение - это математическая формула, в результате вычисления которой получается значение переменной.

Выражение может содержать операнды (константы и переменные), операции (набор действий над операндами) и функции (стандартные и пользовательские). Операнды, используемые в выражении переменной, должны быть того же типа, что и сама переменная (вещественные или текстовые). Для разных типов переменных доступны разные операции и функции.

> При вводе выражений следует учитывать, что имена переменных чувствительны к регистру, а имена функций - нет.

Выражение может представлять собой просто константу (число или текстовую строку, в зависимости от типа переменной).

Поле ввода выражения в диалоге параметров переменной позволяет использовать общие для всех полей ввода команды контекстного меню, такие как **Ввод угла** или команды для работы со списком значений. Список значений в поле ввода выражения переменной не является списком значений самой переменной.

Значение

В данном поле отображается значение переменной, рассчитанное системой, исходя из указанного выше выражения. Поле недоступно для редактирования. Для изменения значения переменной следует изменить её выражение.

Комментарий

При необходимости для каждой переменной можно задать **комментарий**. Он представляет собой произвольную текстовую строку. Комментарий позволяет «прикрепить» к переменной некоторые

пояснения. Например, комментарий может пояснять назначение переменной (ширина детали, радиус окружности и т.п.) или диапазон изменения её значения.
Комментарий переменной, если он задан, отображается в конструкторе выражений, в редакторе переменных, в служебном окне **Переменные**, а также в списке внешних переменных фрагмента.

Группа

Группы используются для группировки переменных в редакторе и окне **Переменные**. Деление переменных на группы позволяет легче ориентироваться в большом списке переменных сложного чертежа. Принадлежность к определённой группе никак не влияет на использование переменной. Подробнее см. главу Группировка переменных.

> По умолчанию параметр **Группа** получает то же значение, что и у переменной, выбранной в списке переменных на момент вызова команды **Новая переменная**.

Единица измерения (ЕИ)

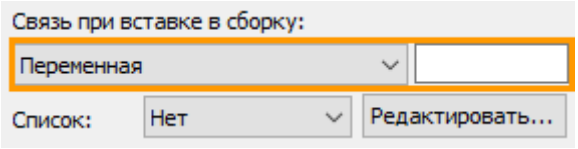
Вещественные переменные могут быть безразмерными, когда ЕИ не задана, или иметь конкретную единицу измерения. Если единица измерения не задана, система может в ряде случаев определить её автоматически, исходя из выражения. При вычислении значений выражений производится контроль совместимости единиц измерения. В случае несоответствия, система выдаёт предупреждающее сообщение. Указание ЕИ переменной не является обязательным и во многих случаях не нужно. Подробнее см. главу Единицы измерения значений переменных.

Допуск

При установке данного флага становятся доступными поля справа, в которых можно задать для значения переменной поле допуска и отклонение, аналогично тому как это делается для размеров (см. главу Допуск на размер).

Связь при вставке в сборку

Если текущий документ планируется использовать как фрагмент, то для его внешних переменных в разделе **Связь при вставке в сборку** с помощью выпадающего списка можно указать параметр сборки, значение которого примет переменная фрагмента при вставке в сборку. При выборе параметра **Переменная** необходимо ввести имя соответствующей переменной сборки в поле справа от выпадающего списка.



Список

Группа параметров **Список** позволяет создавать и редактировать список значений для переменной. Если переменная не содержит списка, в выпадающем меню данной группы будет установлено значение **Нет**. Для создания списка необходимо выбрать из меню требуемый вариант создания: **Текст**, **База данных**, **Файл**, **Дата**, **Материалы**. Подробнее о разных способах создания списка значений переменной рассказано в главе Создание списка значений переменной.

Внешняя

Любой переменной, значение которой задано константой (числовой или символьной), можно присвоить атрибут **Внешняя**, установив одноимённый флаг. Внешние переменные служат для организации параметрической связи между сборочным документом и фрагментами. Значения внешних переменных, определённых во фрагменте, можно менять из сборочного документа. Подробнее см. главу Внешние переменные.

Переменные, помеченные как внешние, можно также экспортировать во внешний текстовый файл с возможностью последующего считывания из файла. Это позволяет использовать внешние переменные для организации связи T-FLEX CAD с другими системами и прикладными программами.

В списке переменных имена внешних переменных выделяются жирным шрифтом.

Скрытая

Любую переменную, созданную в документе T-FLEX CAD, можно пометить как **Скрытую**, установив одноимённый флаг. По умолчанию такие переменные не отображаются в окне редактора переменных и в окнах других диалогов T-FLEX CAD, работающих с переменными. Подробнее см. главу Скрытые переменные.

Функция

Помимо стандартных функций, предопределённых в системе, при составлении выражений для переменных можно описывать и использовать собственные функции пользователя. Например, если при задании переменных используется много однотипных, громоздких выражений, отличающихся только отдельными аргументами, можно описать собственную функцию, обращение к которой заменит эти выражения. Пользовательские функции задаются с помощью переменных особого вида – **переменных-функций**.

Переменная-функция представляет собой описание пользовательской функции. Выражение для неё составляется по тем же правилам, что и для обычной переменной. При этом вхождение аргументов функции в выражение обозначается следующим образом (количество аргументов не ограничено):

#1 – первый аргумент,

#2 – второй аргумент и т.д.

Чтобы система распознавала данную переменную как функцию, необходимо установить флаг **Функция** в диалоге параметров переменной. Описанную таким образом функцию можно использовать в редакторе переменных при задании значения других переменных. При вызове функции в качестве аргументов подставляются имена переменных или численные значения. Количество фактических аргументов должно быть равно или больше количества формальных аргументов.

Например, если переменная-функция была определена следующим образом:

FUNC=(#1+#2)*10

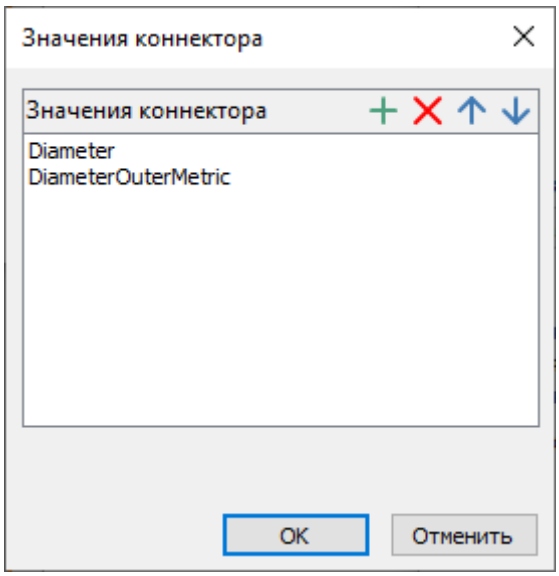
то обращение **FUNC (L, 20, 30)** не будет являться ошибочным: функция просто использует лишь первые два аргумента - **L** и **20**.

В списке переменных текущего документа к имени переменной-функции автоматически добавляются пустые скобки «()».

Значения коннектора

Список значений коннектора задаётся в окне диалога **Значения коннектора**, появляющегося при нажатии соответствующей кнопки.

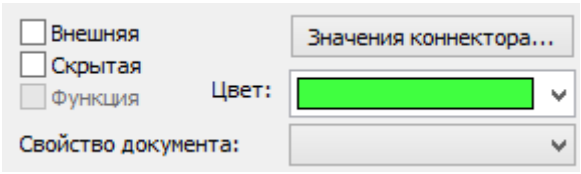
Список **Значения коннектора** заполняется для внешней переменной документа, используемого как фрагмент с привязкой по коннектору. При вставке такого фрагмента в сборку система должна автоматически изменить значение его внешней переменной в соответствии со значением коннектора, указанным в списке. Имя нужного значения коннектора система берёт в списке **Значения коннектора** внешней переменной. При привязке фрагмента к коннектору система сначала будет искать среди именованных значений коннектора первое имя из списка, если оно не найдено – второе имя и т.д. Подробная информация о коннекторах доступна в разделах 2D коннектор и 3D коннектор.



Список значений коннектора может содержать любое количество элементов.
Для создания нового элемента списка в этом окне используется кнопка +, для удаления существующего элемента – кнопка ✕. Кнопки ↑ и ↓ позволяют перемещать элементы вверх и вниз по списку (порядок элементов списка задаёт приоритет элементов списка при поиске совпадений со значениями коннектора).

Цвет

Параметр **Цвет** задаёт цвет, которым отображается имя переменной в редакторе переменных.



Colored	5	5	
Length3	Colored+7	12	

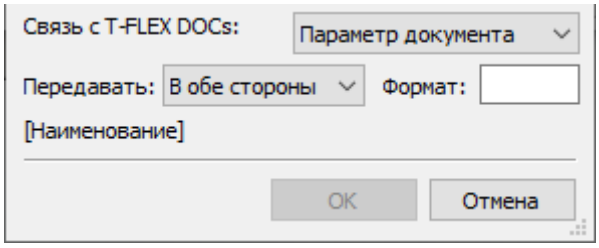
По умолчанию переменные имеют чёрный цвет. Если включена Подсветка синтаксиса, то вместо чёрного используются другие цвета.

Свойство документа

Параметр **Свойство документа** позволяет установить связь между значением переменной и свойствами файла. Выпадающий список позволяет выбрать название свойства, которое будет соответствовать значению переменной. Данные свойства не отображаются в проводнике Windows, но могут быть прочитаны другими программами (например T-FLEX DOCs) без загрузки всего файла.

Связь с T-FLEX DOCs

В режиме интеграции с T-FLEX DOCs в нижней части диалога дополнительно отображаются параметры, отвечающие за связь переменных T-FLEX CAD с переменными T-FLEX DOCs (см. главу Связь параметров T-FLEX DOCs с переменными T-FLEX CAD).



См. также:

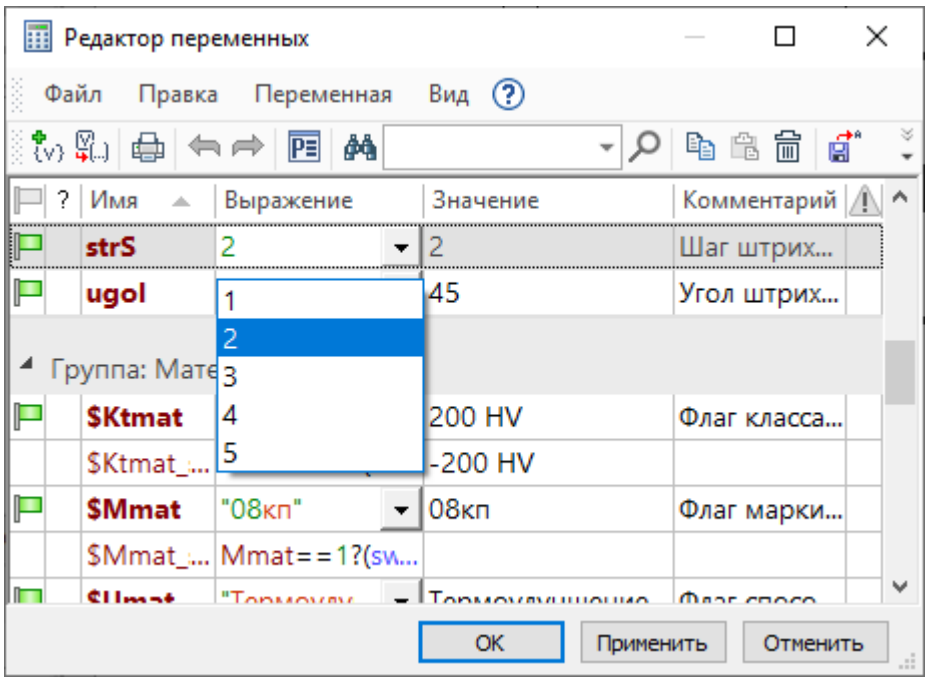
- Создание переменной
- Список значений переменной
- Единицы измерения значений переменных
- Скрытые переменные
- Группировка переменных
- Операнды выражения
- Операции выражения

Список значений переменной

Для любой переменной T-FLEX CAD можно задать список значений. Точнее – список выражений, т.к. список переменной может содержать любые значения, не обязательно константы. Даже для переменной-функции можно задать список из различных выражений. После этого значение любой переменной, а точнее, выражение, определяющее это значение, можно выбирать из созданного списка.

Список создаётся в виде набора строк, содержащих требуемые константы или выражения. Кроме того, список может быть создан на основе уже существующего файла, внутренней базы данных, списка материалов или календаря (последние два варианта возможны только для текстовых переменных).

Список, заданный для переменной, будет появляться во всех местах задания значения данной переменной (в редакторе переменных, в команде **Внешние переменные**, при задании переменных фрагмента). Поле ввода значения такой переменной будет содержать графическую кнопку , позволяющую вызвать список значений. Для доступа к списку значений достаточно указать курсором мыши на кнопку и нажать . В результате на экране появится список, в котором можно выбрать новое значение (выражение).



Список значений переменной создаётся с помощью выпадающего списка в группе **Список** в диалоге параметров переменной. Способ создания списка значений выбирается из выпадающего меню данного параметра:

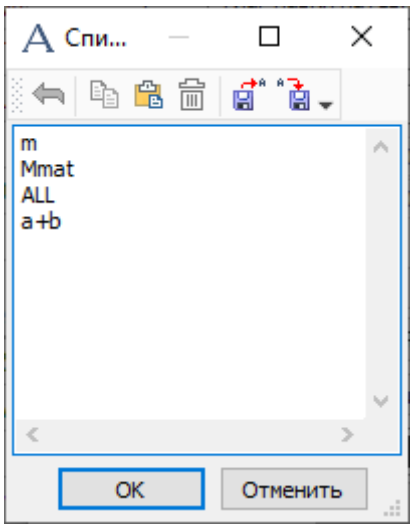
- **Текст**;
- **База данных**;
- **Файл**;
- **Дата**;
- **Материалы**.

Для того, чтобы отредактировать созданный список, необходимо воспользоваться кнопкой **Редактировать** в группе **Список** в диалоге параметров переменной. Для каждого типа списка будет вызван свой метод редактирования.

Для удаления любого списка значений достаточно установить значение **Нет** в выпадающем списке в группе **Список**. Если список создан на основе базы данных, то разрывается только связь с базой, сама база данных сохраняется.

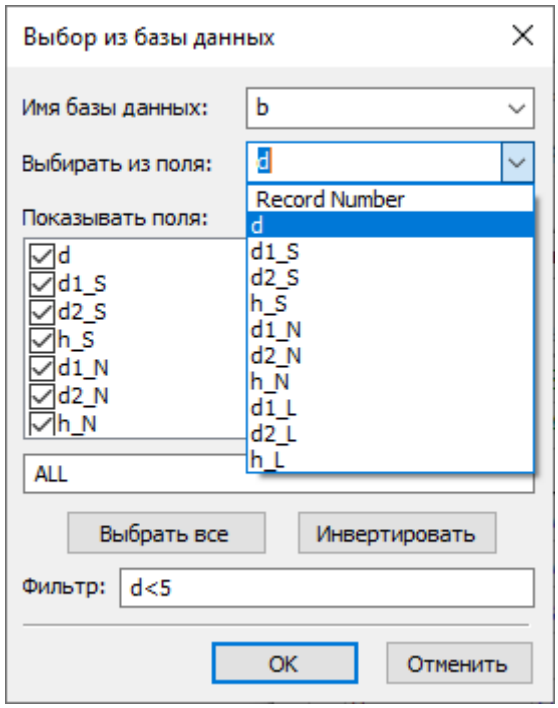
Текст

При создании списка на основе **текста** появляется окно текстового редактора, в котором можно сформировать необходимый список значений. Каждое значение должно располагаться в отдельной строке. При создании списка доступны все опции текстового редактора. Список может содержать строки любого содержания, не обязательно только константы. Это могут быть и выражения. При выборе происходит простая подстановка строки в качестве выражения, и это выражение пересчитывается. Если оно окажется неверным, то появится сообщение об ошибке.



База данных

При создании списка на основе **базы данных** используется существующая внутренняя база данных или база данных по ссылке (см. Базы данных). Например, имеется база данных, показанная на рисунках ниже. После вызова команды создания списка на основе базы данных появляется окно диалога. В нём необходимо указать параметры для формирования списка.

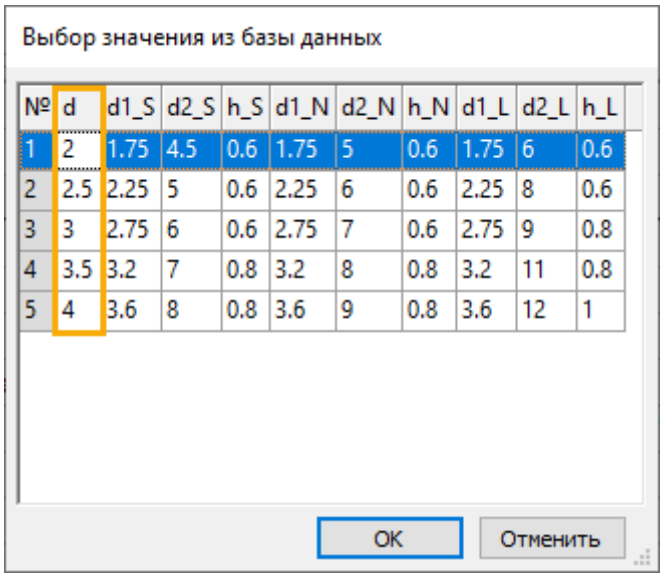


Необходимо выбрать:

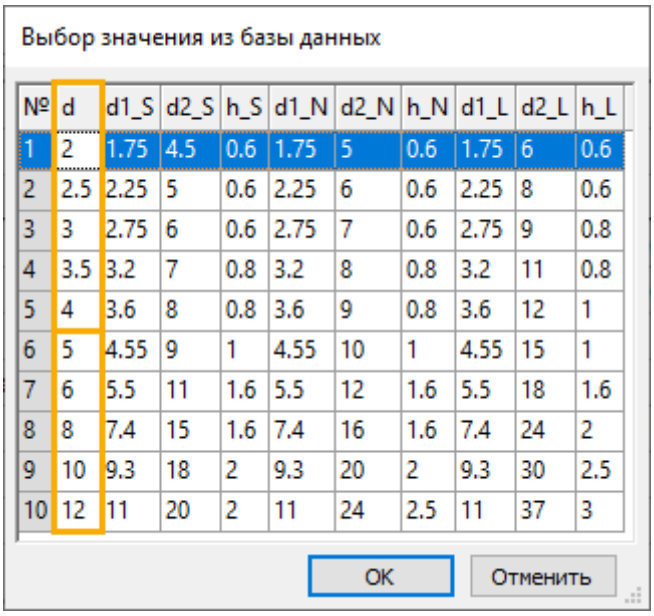
- имя базы из списка баз данных текущего документа;
- выбрать колонку базы данных, из которой будут отбираться значения. Можно выбрать первую строку списка – **Record Number**. В этом случае возвращаемым значением будет номер выбранной записи;
- выбрать колонки, которые будут появляться при отображении списка.

Поле **Фильтр** позволяет задавать условия для отбираемых из базы значений (при формировании списка значений). Условия задаются с помощью логических выражений, составленных по тем же правилам, что и выражения для переменных.

Например, использование выражения в фильтре, показанного на рисунке выше (**d<5**), приведёт к результату, приведённому на рисунке ниже (для сравнения показан список, полученный в том же примере без задания условия в поле **Фильтр**).



Список на основе базы данных с использованием фильтра



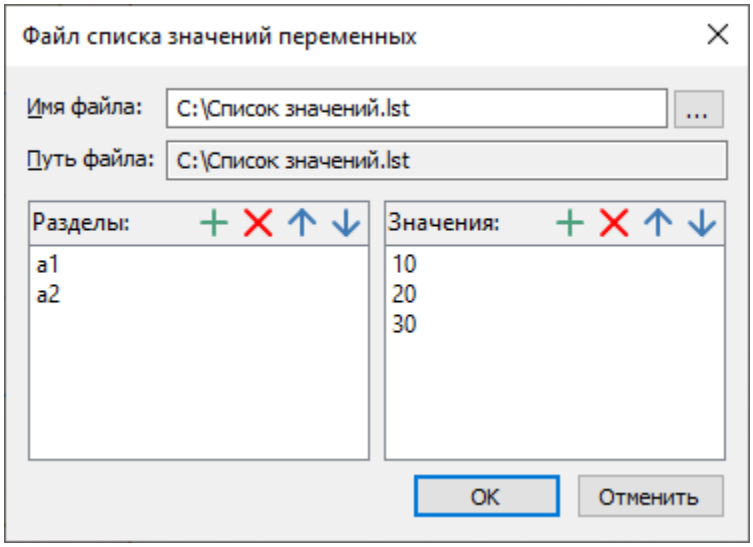
Список на основе базы данных без использования фильтра

Фильтр можно задавать с помощью переменных. Например, если создать переменную **$column** со значением **"d"** и переменную **condition** со значением **5**, то вместо выражения **d<5**, использованного ранее, в поле **Фильтр** можно написать **{$column}<condition**.

Для фильтрации текстовых значений по содержанию определённой подстроки можно использовать оператор **<>**. Например, если ввести в поле **Фильтр** выражение **m<>$Cond**, то в списке будут отображаться только те строки базы данных, у которых значения в столбце **m** содержат значение текстовой переменной **$Cond** (с учётом регистра).

Файл

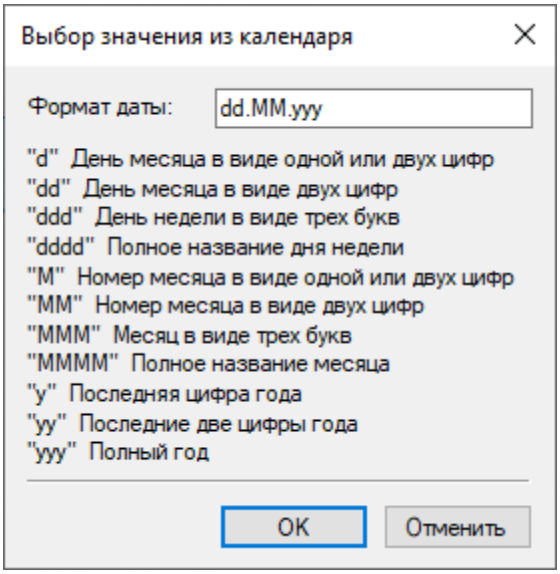
При создании списка значений на основе **файла** появляется окно диалога для выбора существующего или создания нового файла (файл формата *.LST). Данные в файле должны храниться в виде разделов со списками значений. При создании списка указывается требуемый раздел. Можно также создать новый раздел или удалить из файла существующий с помощью кнопок + и ✕ (кнопки в левой части диалога).

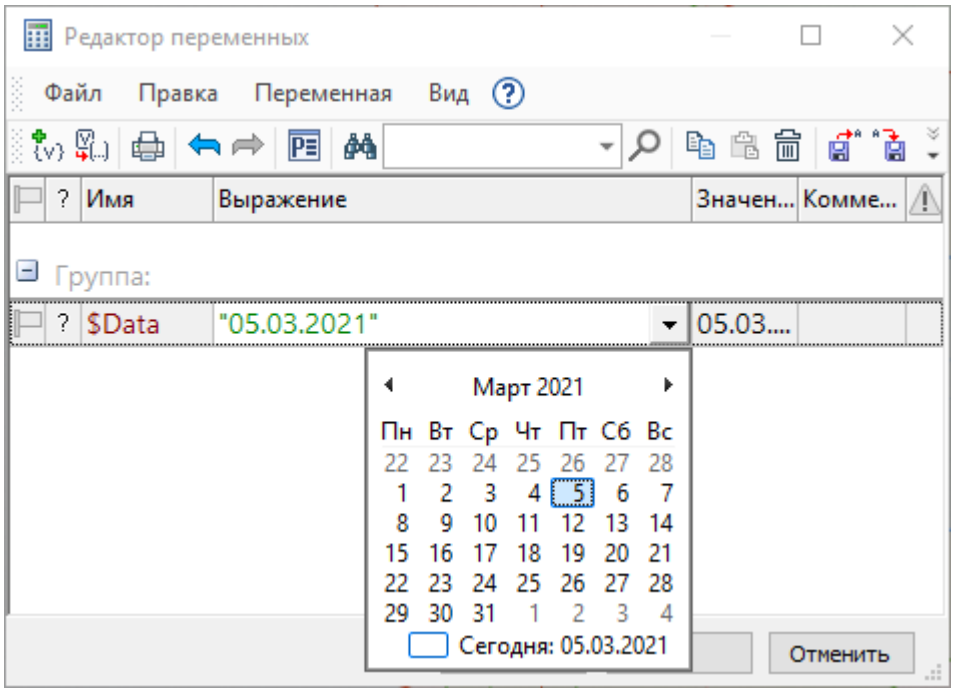


В поле справа показывается список значений выбранного раздела. Кнопки +, ✕, ↑ и ↓ в этой части окна позволяют отредактировать список значений раздела. Созданный список (файл) можно использовать при работе в других документах T-FLEX CAD.

Дата

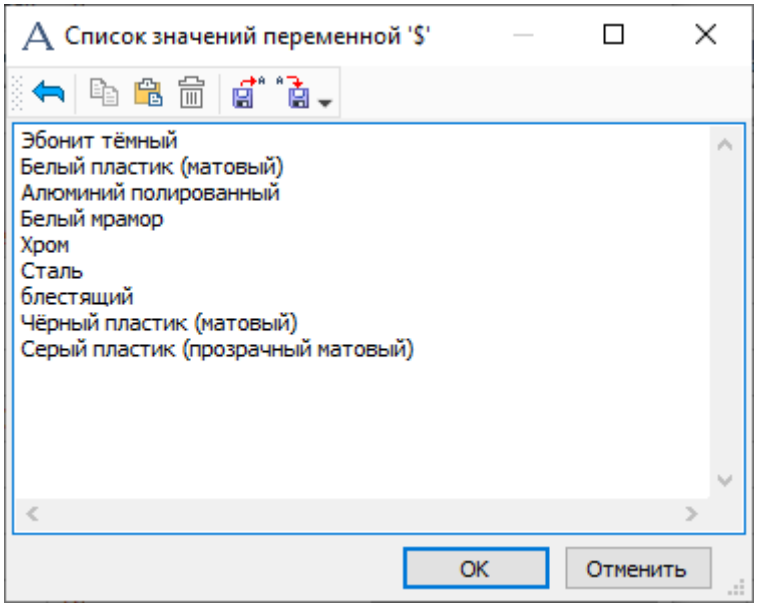
При создании списка на основе **даты** появляется окно диалога, в котором можно задать вид представления даты, например, «dd.MM.yy». Переменная, для которой задаётся такой список, должна быть текстовой. После этого при выборе из списка будет появляться окно в виде календаря, в котором можно выбрать любую требуемую дату.





Материалы

Также можно сформировать список на основе **списка материалов**. Такой список может быть сформирован только для **текстовой переменной**. При создании списка появляется окно текстового редактора, в которое по умолчанию заносятся все материалы, используемые в 3D модели текущего документа. При необходимости список можно редактировать вручную.



См. также:

- Параметры переменной

Копирование, дублирование и заимствование переменных

Копирование позволяет скопировать выбранные переменные в буфер обмена, а затем вставить их в текущий или другой документ.
Дублирование позволяет создать копии выбранных переменных в текущем документе.
Заимствование позволяет использовать в текущем документе переменные из другого документа, сохраняя связь между ними.

Копирование переменных

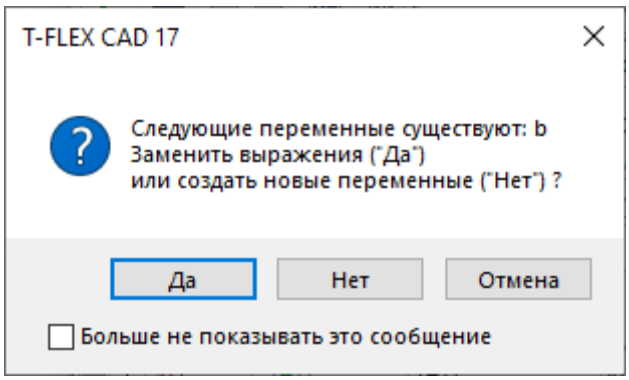
T-FLEX CAD позволяет копировать переменные из одного документа в другой с помощью буфера обмена.
Для копирования одной переменной в буфер необходимо выбрать её в таблице переменных с помощью , а затем вызвать команду **Копировать в буфер**:

<Ctrl>+<C> Правка > Копировать

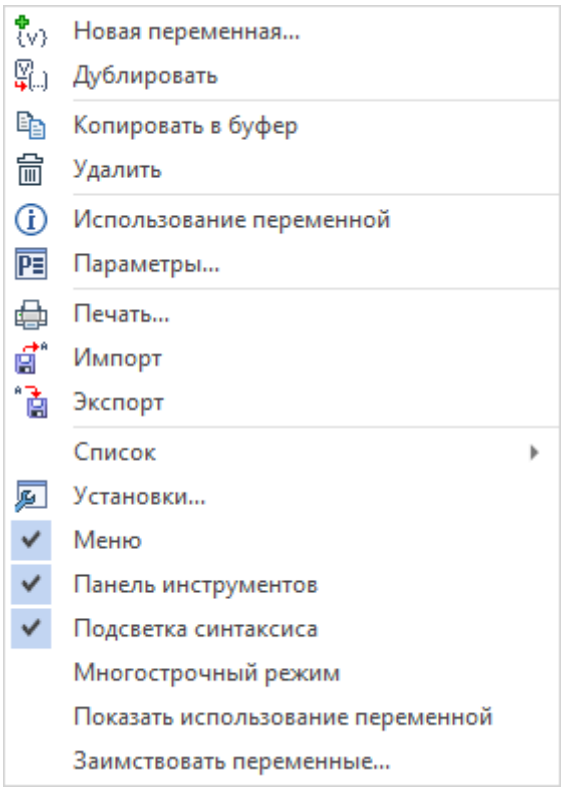
Для вставки скопированной переменной используется команда **Вставить из буфера**:

<Ctrl>+<V> Правка > Вставить

Если в документе, куда осуществляется вставка, уже содержится переменная с таким же именем, что и вставляемая, то выдаётся соответствующее сообщение с предложением заменить текущее значение переменной на новое.



Команды копирования/вставки можно вызвать и из контекстного меню для переменной:



Дублирование переменной

Любую переменную можно продублировать используя кнопку **Дублировать переменную**:

<Ctrl>+<D> Переменная > Дублировать

После вызова команды в редакторе переменных появится новая переменная полностью аналогичная дублированной. К названию новой переменной добавится числовой индекс.

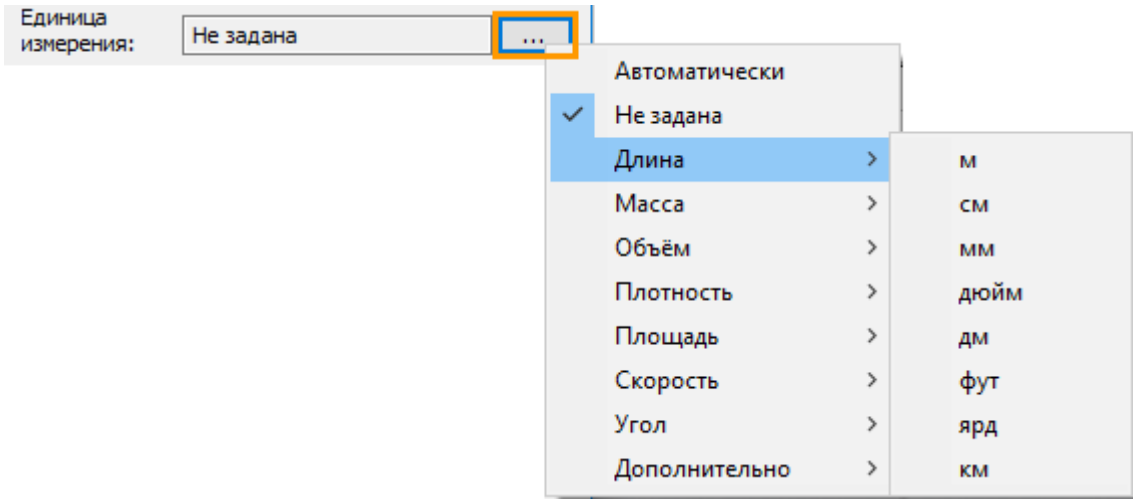
См. также:

- Команды редактора переменных
- Создание переменной

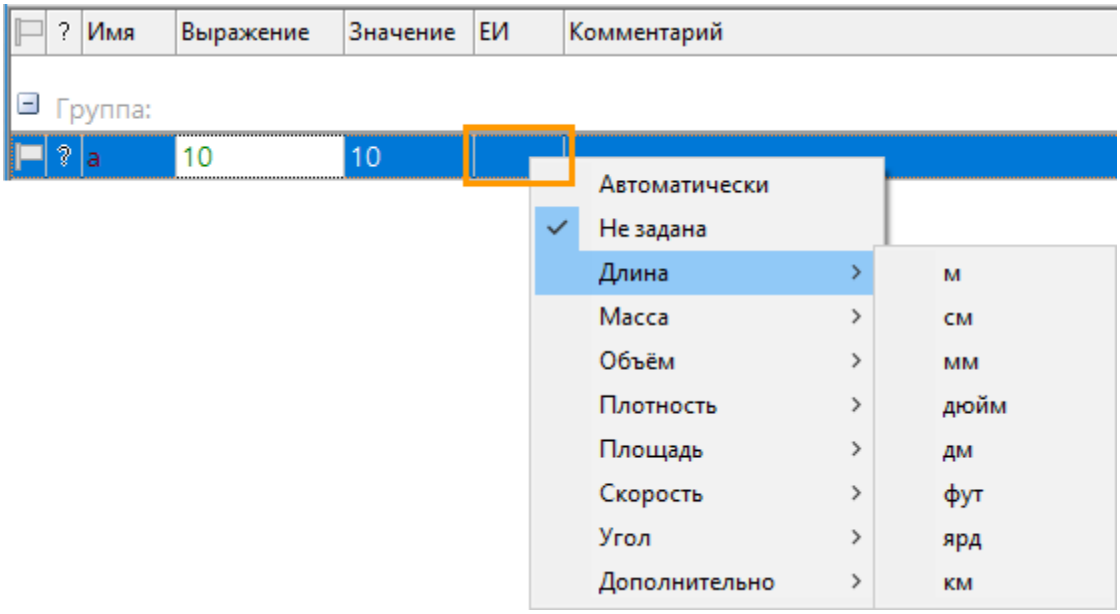
Единицы измерения значений переменных

Указание ЕИ переменной не является обязательным действием при создании переменной или использовании переменной. Использовать ЕИ переменных рационально для внутренних вычислений в редакторе переменных, как способ упростить инженерные расчёты внутри CAD. Если переменная определяет размер модели, то нужно помнить о ЕИ документа (указанных в **Параметрах документа**) и без необходимости не применять ЕИ отличные от общих для документа.

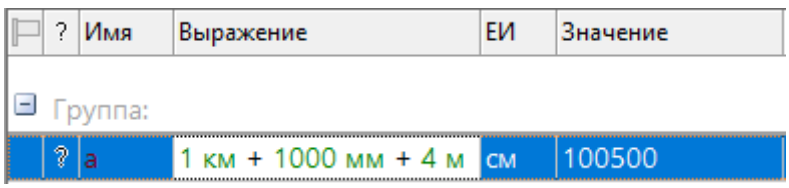
Указать единицу измерения переменной можно в диалоге параметров переменной выбрав нужную ЕИ из предлагаемого списка.



Либо в специальной колонке редактора переменных **ЕИ**. Для вызова списка ЕИ переменной нужно нажать в колонке **ЕИ** переменной.



Помимо конкретной ЕИ есть ещё варианты **Автоматически** и **Не задана**.
Не задана. Вариант по умолчанию, когда ЕИ переменной не указана.
Автоматически. ЕИ переменной будет определена из выражения. Если в выражении ЕИ не указаны или используются переменные с не указанными ЕИ, то ЕИ такой переменной останется не заданной.
В поле **Выражение** можно указывать ЕИ при выполнении вычислений. Выражение будет рассчитано с учётом ЕИ, а значение будет переведено в ЕИ переменной. ЕИ указывается при помощи сокращённого обозначения.



Если сокращённое обозначение ЕИ содержит дополнительные символы, например «/», то его нужно взять в круглые скобки.

d	1 (м/с) + 5 (км/ч)	авто (м/с)	2.388889

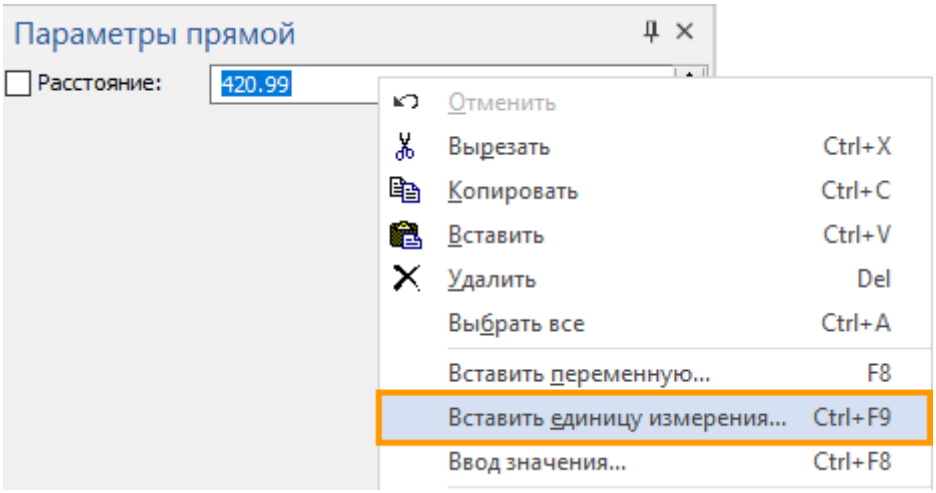
Если ЕИ переменной определены как **Автоматически**, при этом выражение содержит ЕИ или содержит переменные с указанными ЕИ, то ЕИ переменной будет автоматически задана некоторая ЕИ. При этом будет указано, что ЕИ для переменной присвоена автоматически.

b	a + 10000 см - 3 м	авто (см)	110200
a	1 км + 1000 мм + 4 м	см	100500

Если для ЕИ переменной указан вариант **Автоматически**, но выражение не содержит указанных ЕИ (или переменных с заданными ЕИ), то ЕИ переменной останется не заданной.

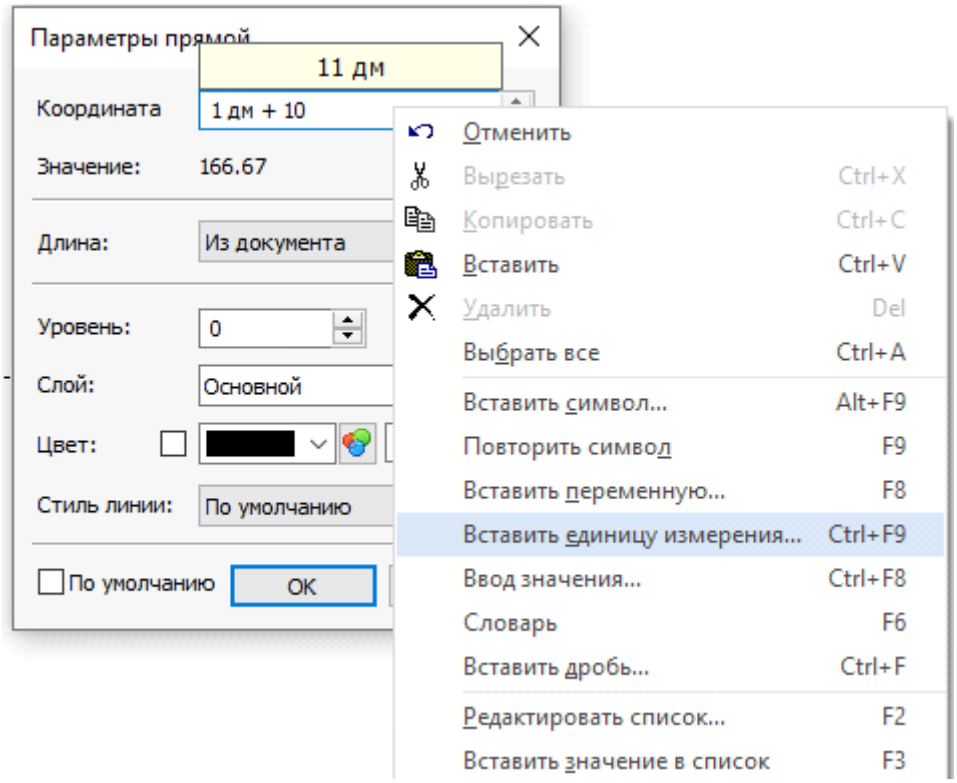
Если переменная определяет размер модели, то смена её ЕИ приведёт к изменению геометрии модели.

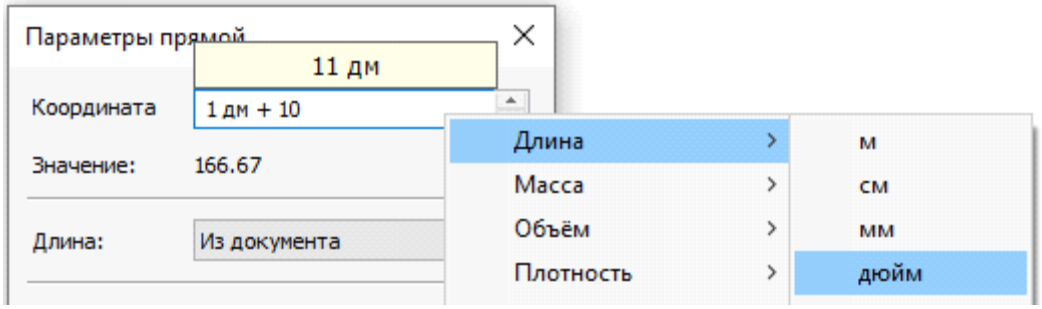
Во всех полях ввода значений, поддерживающих работу с переменными, можно записывать выражения содержащие ЕИ. Также можно указать ЕИ через контекстное меню.



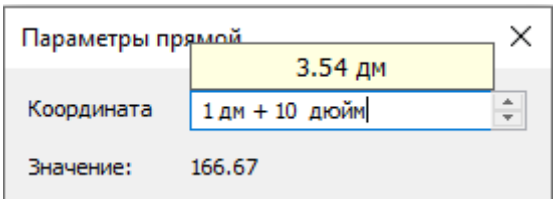
В синтаксисе выражений переменных поддерживается работа с единицами измерения. Единица измерения в выражении задаётся сокращенным наименованием, используя латинские или кириллические буквы. Если наименование содержит символы "/" или скобки, то оно должно быть заключено в круглые скобки. При вычислении значений выражений, там, где это возможно, используется приведение единиц измерения.

Во все поля ввода значений, поддерживающих работу с переменными, добавлен дополнительный пункт **Вставить единицу измерения**, при вызове которого появляется меню со списком ЕИ.





Выбранная ЕИ добавляется в выражение.



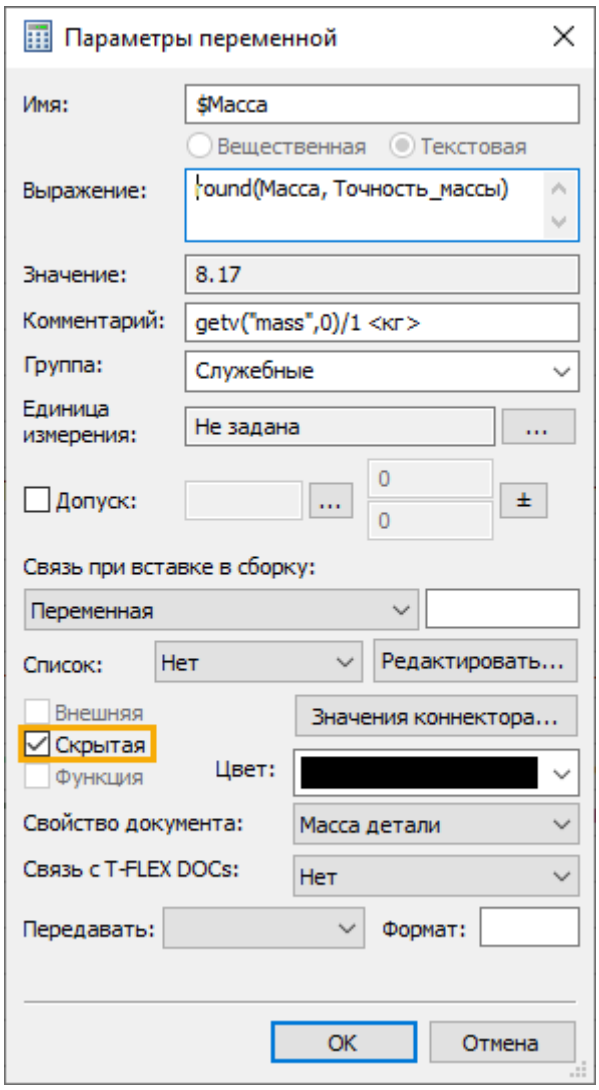
При вычислении значений выражений производится контроль совместимости единиц измерения. В случае несоответствия, система выдаёт предупреждающее сообщение в колонке диагностики.
При использовании переменных, для которых задана единица измерения в качестве параметров элементов модели, используется автоматическое приведение значения к единицам измерения модели.

См. также:

- Параметры переменной

Скрытые переменные

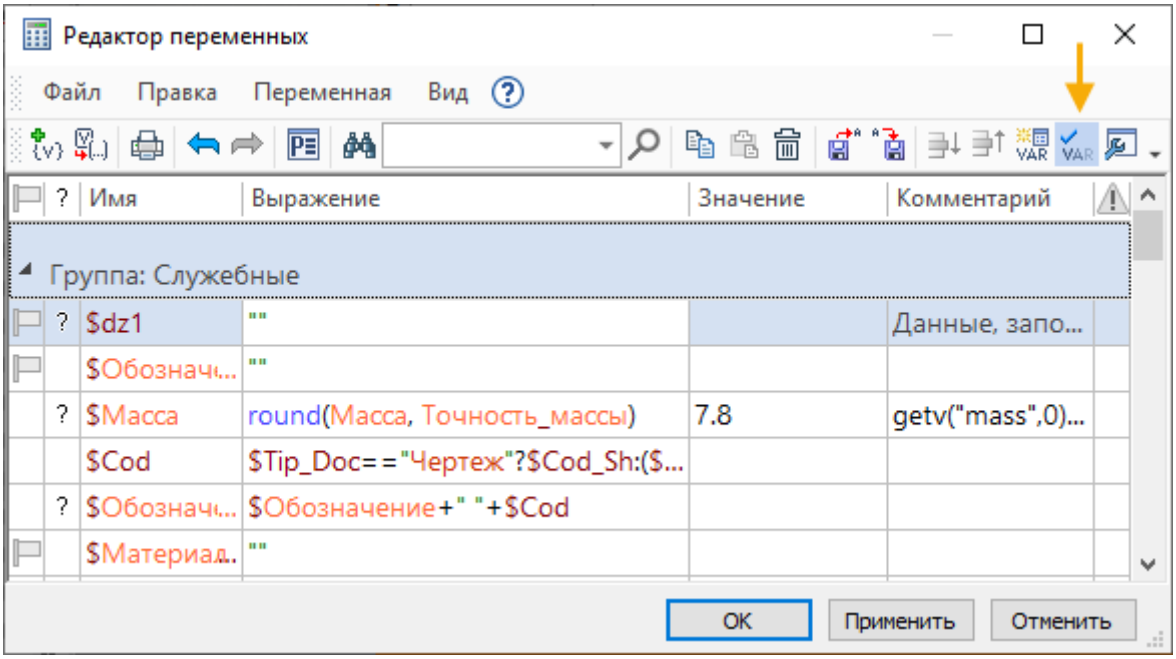
При наличии большого количества переменных в документе для удобства работы можно скрыть те переменные, отображение которых в редакторе не требуется. Чтобы скрыть переменную необходимо установить флаг **Скрытая** в её диалоге параметров.



Скрытые переменные не отображаются по умолчанию в окне редактора переменных и в окнах других диалогов T-FLEX CAD, работающих с переменными. Таким образом можно скрывать различные вспомогательные переменные.

Все стандартные прототипы документов T-FLEX CAD уже содержат набор скрытых переменных, обеспечивающих автоматическую связь между содержимым полей основной надписи и данными спецификации. Т.е. значения этих переменных отображается в соответствующих графах основной надписи и в соответствующих столбцах состава изделия **Спецификация**.

Можно переключаться между режимом отображения по умолчанию, при котором скрытые переменные не отображаются в редакторе, и режимом отображения всех переменных, включая скрытые. Для переключения используется кнопка **Показать/Спрятать скрытые переменные**, доступная на панели инструментов редактора. Состояние данной кнопки также синхронизировано с флагом **Показать скрытые переменные**, доступным в диалоге установок редактора.



См. также:

- Параметры переменной

Редактирование переменных с помощью редактора

Основные темы в этом разделе:

- Выбор переменных
- Редактирование выражений переменных
- Преобразование выражений в константы
- Удаление переменной
- Отмена и повтор действий в редакторе переменных
- Вызов справки по использованию редактора переменных
- Выход из редактора

Выбор переменных

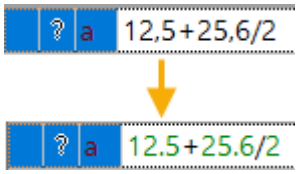
Для выбора одной переменной нажмите на её строке в списке.

Для выбора сразу нескольких переменных используются комбинации <**Shift**>+ и <**Ctrl**>+.
Для выбора сразу всех переменных данного документа используется команда:

<**Ctrl**>+<**A**> Правка > Выбрать всё

Редактирование выражений переменных

Редактирование выражения существующих переменных выполняется в прозрачном режиме в поле **Выражение**. Пересчёт введенного выражения и, соответственно, значений всех других переменных происходит, когда пользователь переходит к редактированию выражения другой переменной, то есть перемещает курсор в другую строку.
При необходимости можно пересчитать модель без закрытия окна редактора переменных сразу после изменения значения переменной. Для этого необходимо нажать кнопку **Применить** в нижней части редактора переменных.
В системе предусмотрена автоматическая замена разделителя целой и дробной части числа с запятой на точку.



Такая замена производится в том случае, если константа не находится внутри скобок при вызове функции с несколькими аргументами. В этом случае запятые сохраняются, так как могут использоваться в качестве разделителей операндов функций.

При ошибочном вводе разделителя целой и дробной части числа синтаксис будет исправлен автоматически.

Для каждой переменной можно указать единицу измерения, а система автоматически продиагностирует корректность единиц измерений в рассчитываемых переменных. Заимствовать переменные других фрагментов можно прямо из редактора.

Если выражение было введено правильно, то в колонке **Значение** появится результат расчёта выражения.

Преобразование выражений в константы

С помощью следующей команды можно быстро заменить выражения выбранных переменных на их текущие значения:

<Ctrl>+<K> Переменная > Преобразовать выражение в константу

С помощью следующей команды можно сделать то же самое сразу для всех имеющихся в текущем документе переменных, включая скрытые:

<Ctrl>+<O> Переменная > Преобразовать все выражения в константы

Удаление переменной

Удалить переменную можно с помощью следующей команды редактора переменных:

<Ctrl>+<Del> Правка > Удалить

Команду **Удалить** можно также вызвать из контекстного меню при выборе переменной в списке переменных.

После вызова команды переменная, для которой она вызывалась, будет удалена. Обратите внимание, что удалить можно только неиспользуемые переменные (в столбце **Не используется** у такой переменной будет стоять «**?**»). Для используемых переменных команда **Удалить** недоступна. Система T-FLEX CAD автоматически определяет, какие переменные не используются в чертеже. То, что переменная не используется, означает, что она не входит в состав арифметических выражений, задающих другие переменные в редакторе переменных, и не используется в качестве параметра ни в одном графическом элементе чертежа.

В случае если переменная используется, пользователю предлагается либо удалить цепочку зависимых элементов, либо заменить выбранную переменную на константное значение.

Отмена и повтор действий в редакторе переменных

Любые действия в редакторе переменных можно отменять/повторять с помощью пошаговых команд:

<Ctrl>+<Z> Правка > Отменить изменения

<Ctrl>+<Y> Правка > Вернуть изменения

Максимально возможное количество шагов отмены задаётся в установках системы (**Установки** > **Производительность** > **Производительность** > **Количество сохраняемых действий для "Отменить/Повторить"**).

Вызов справки по использованию редактора переменных

Для вызова заглавной страницы раздела справки, посвящённого редактору переменных, можно использовать следующую команду:

<F1> Справка

Выход из редактора

Для выхода из редактора переменных закройте его окно кнопкой ×, расположенной в правом верхнем углу окна, либо воспользуйтесь следующей командой:

<Esc>, <Alt>+<F4> Файл > Выход

См. также:

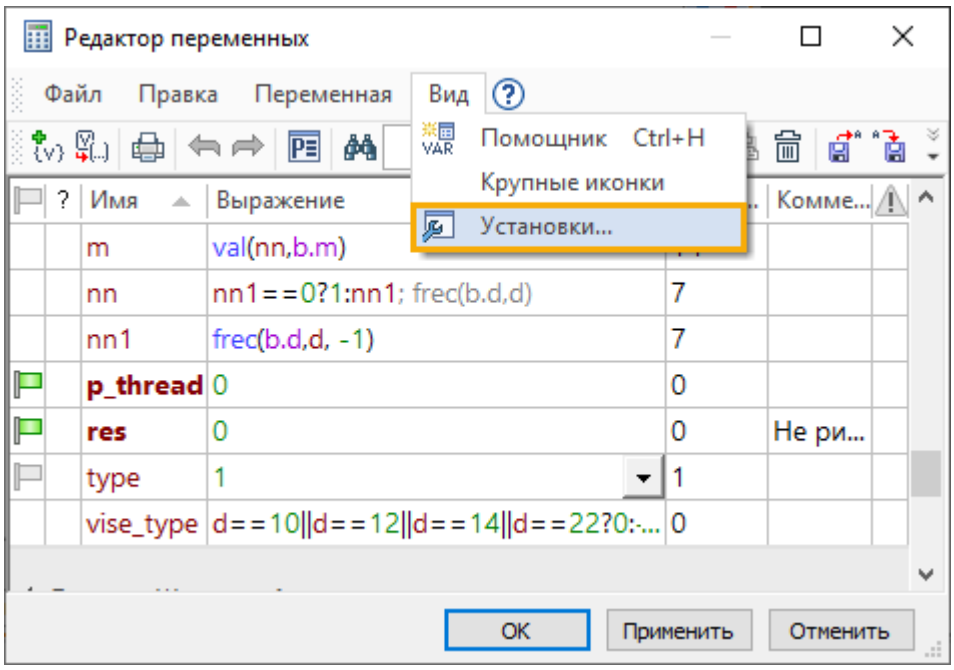
- Параметры переменной
- Команды редактора переменных
- Создание переменной
- Копирование, дублирование и заимствование переменных

Установки редактора переменных

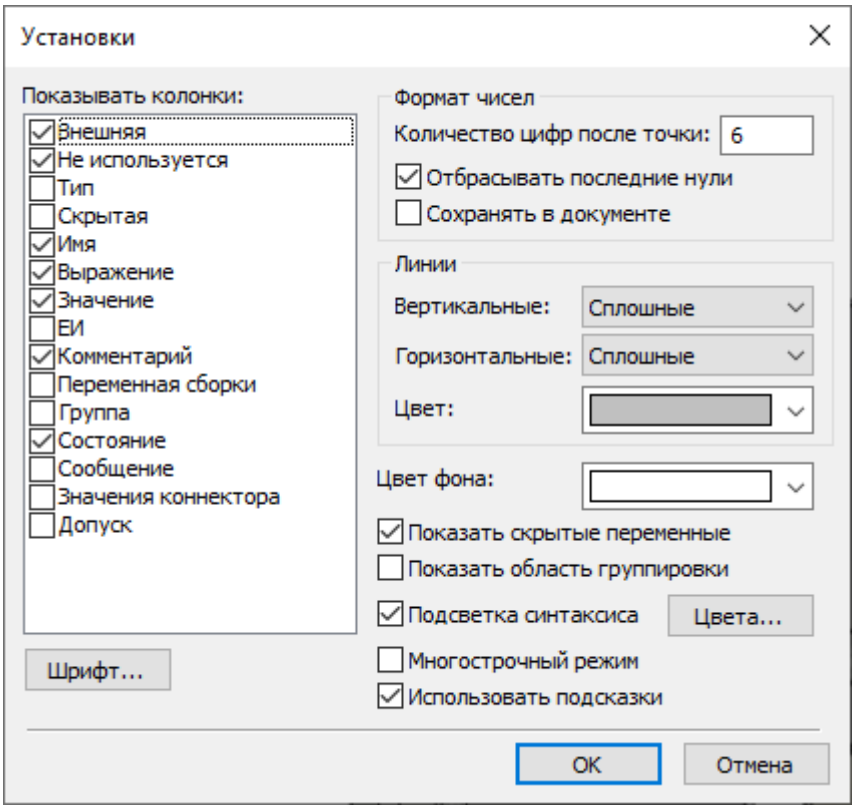
Вид таблицы переменных в окне редактора переменных можно настраивать с помощью команды:

Вид > Установки...

Кроме того, эту команду также можно вызвать из контекстного меню в любом месте редактора переменных.



После вызова команды открывается окно **Установки**. В левой части окна отображается список всех возможных колонок (столбцов) таблицы переменных.



Большинство колонок соответствует какой-либо характеристике переменной (**имя**, **тип**, **используемость**, **выражение**, **текущее значение**, и т.п.). Колонки **Состояние** и **Сообщение** используются для вывода системных сообщений об ошибках при вычислении значения переменной.
Отображаемые в текущий момент колонки помечены галочкой перед именем. Для того, чтобы добавить включить или выключить отображение колонки в редакторе, следует с помощью установить или снять её флаг в данном списке. Настроить видимость отдельных столбцов таблицы можно и не вызывая команды **Установки** (см Колонки редактора переменных).
В правой части окна **Установки** размещены другие параметры таблицы переменных:

Группа **Формат чисел** задаёт формат вещественных чисел в полях **Количество цифр после точки** и **Отбрасывать последние нули**.

Опция **Сохранять в документе** позволяет сохранить параметры группы **Формат чисел** для текущего документа. Таким образом, после передачи документа на другое рабочее место, у пользователя сохранится набор заданных ранее параметров.

Группа **Линии** определяет вид сетки таблицы переменных:

Вертикальные. Вид вертикальных линий сетки таблицы: **Нет**, **Мелкие точки**, **Крупные точки**, **Штрихи**, **Сплошные**.

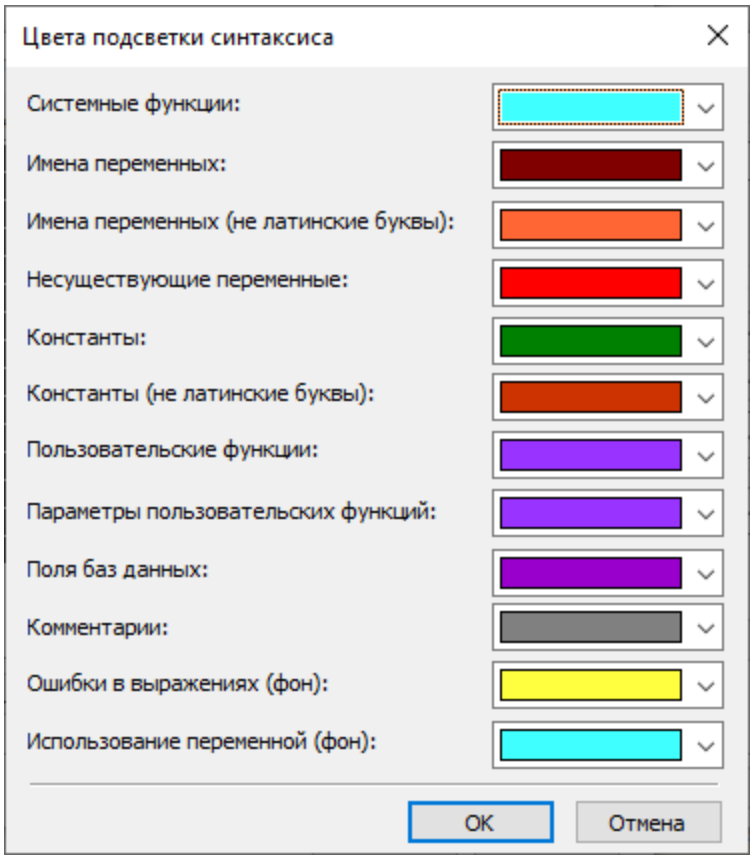
Горизонтальные. Вид горизонтальных линий сетки таблицы: **Нет**, **Мелкие точки**, **Крупные точки**, **Штрихи**, **Сплошные**.

Показать скрытые переменные. Данный флажок управляет отображением скрытых переменных в таблице редактора переменных.

Показать область группировки. Параметр управляет отображением над таблицей переменных **зоны группировки** (см. ниже).

Подсветка синтаксиса. Флаг управляет включением цветовой подсветки в выражениях переменных.

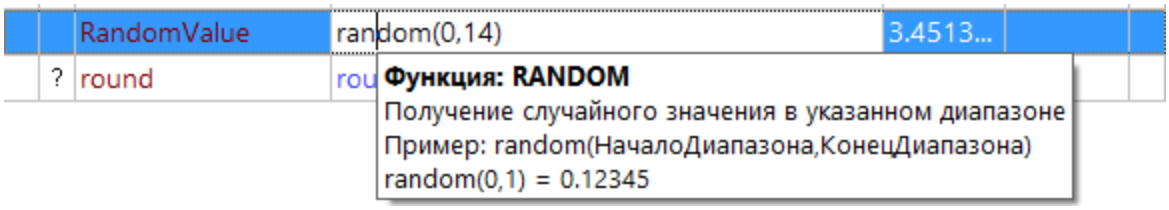
Кнопка **Цвета** позволяет настроить цвета подсветки синтаксиса для следующих категорий:



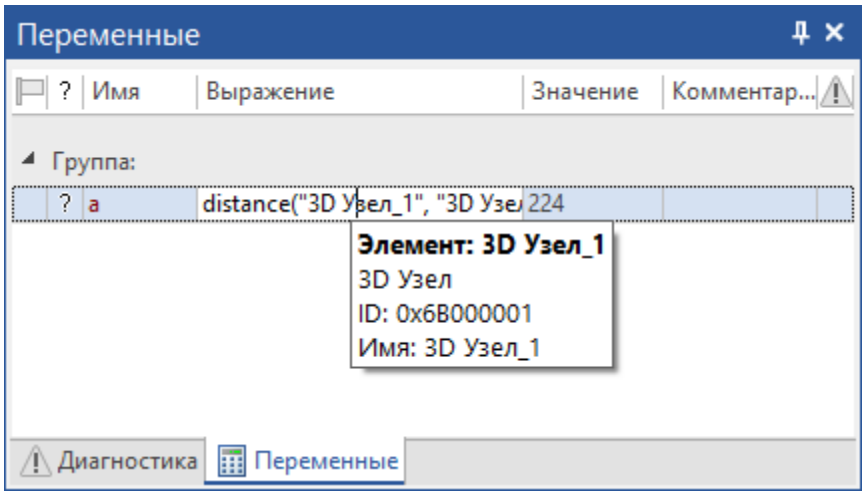
Цвет для подсветки имени переменной можно установить в свойствах самой переменной.

Многострочный режим. Позволяет отображать выражение переменной в несколько строк.

Использовать подсказки. При включённом флаге при наведении курсора мыши на имя переменной или идентификатор объекта на экран выводится вспомогательная информация.



Подсказки отображаются только в режиме редактирования выражения переменной.



Шрифт. Позволяет настроить шрифт, используемый для отображения таблицы переменных в окне редактора переменных.

См. также:

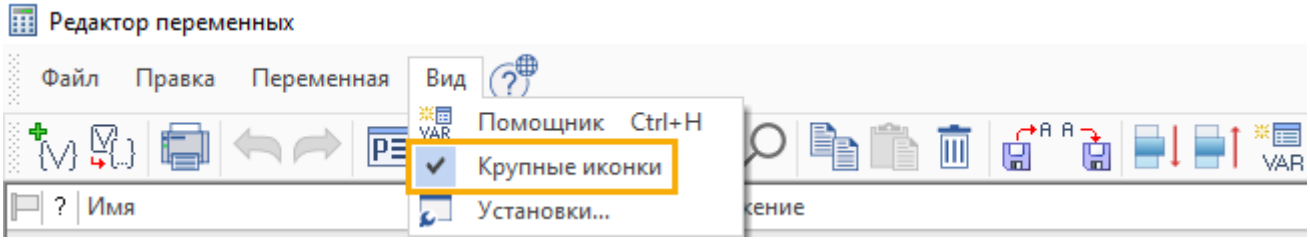
- Параметры переменной
- Настройка интерфейса редактора переменных
- Колонки редактора переменных

Настройка интерфейса редактора переменных

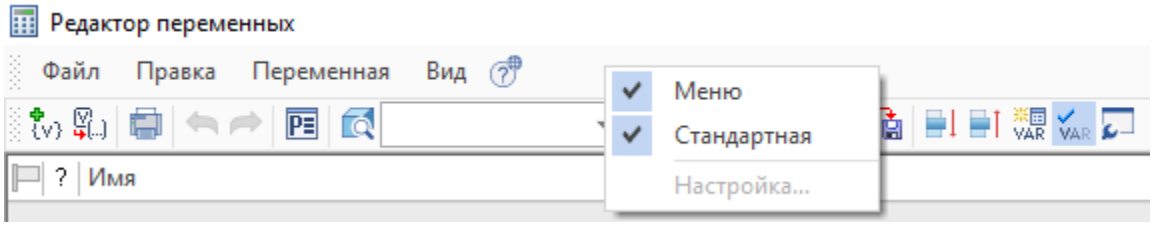
Основными элементами интерфейса редактора являются текстовое меню и стандартная панель инструментов, содержащие основные команды для работы с переменными.

По умолчанию данные элементы отображаются в верхней части окна редактора. Положение текстового меню можно изменить, перетянув его мышью с зажатой .

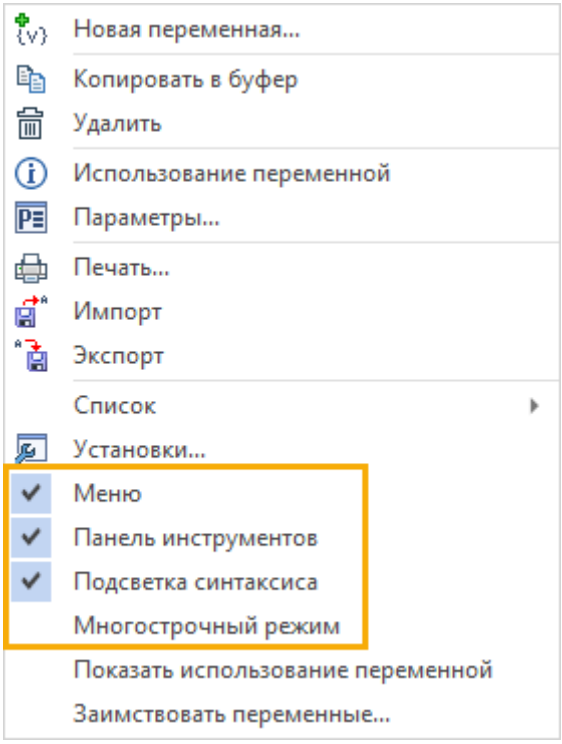
В панели инструментов по умолчанию используются маленькие иконки. С помощью команды **Вид** > **Крупные иконки** можно включить или выключить использование более крупных иконок:



Отображение текстового меню и панели инструментов можно включить или выключить, установив или сняв флаг соответствующего элемента в их контекстном меню или в контекстном меню переменной.

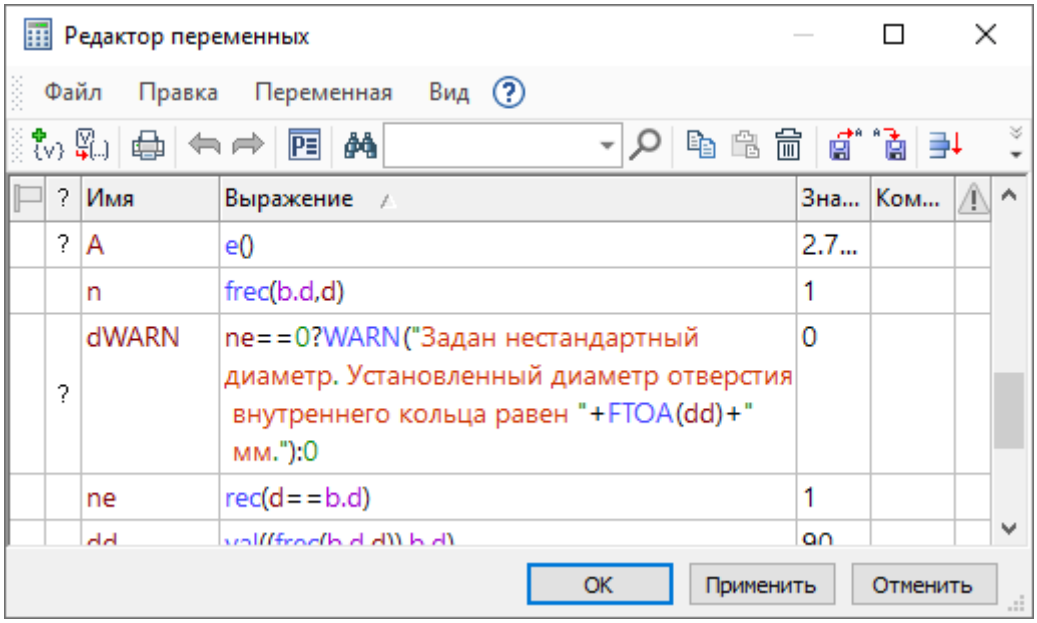


В контекстном меню переменной аналогичным образом также можно включить или выключить **Подсветку синтаксиса** и **Многострочный режим**:



Флаг **Подсветка синтаксиса** включает цветное отображение выражений. Русские и латинские буквы подсвечиваются разными цветами, что позволяет избегать ошибок при использовании совпадающих по написанию букв.

Флаг **Многострочный режим** включает отображение длинных выражений в несколько строк.



В многострочном режиме возможно добавлять перенос строки сочетанием клавиш <**Ctrl**> + <**Enter**> чтобы форматировать выражения удобным для восприятия образом.

nl	dd==8?frec(I8.L,L): (dd==10?frec(I10.L,L): (dd==12?frec(I12.L,L): (dd==16?frec(I16.L,L): (dd==20?frec(I20.L,L): (dd==24?frec(I24.L,L): (dd==30?frec(I30.L,L):0))))))
np	frec(P.d,dd)

См. также:

- Установки редактора переменных
- Колонки редактора переменных

Колонки редактора переменных

В колонках редактора переменных отображаются значения одноимённых параметров переменных. Кроме того, доступны следующие специальные колонки:

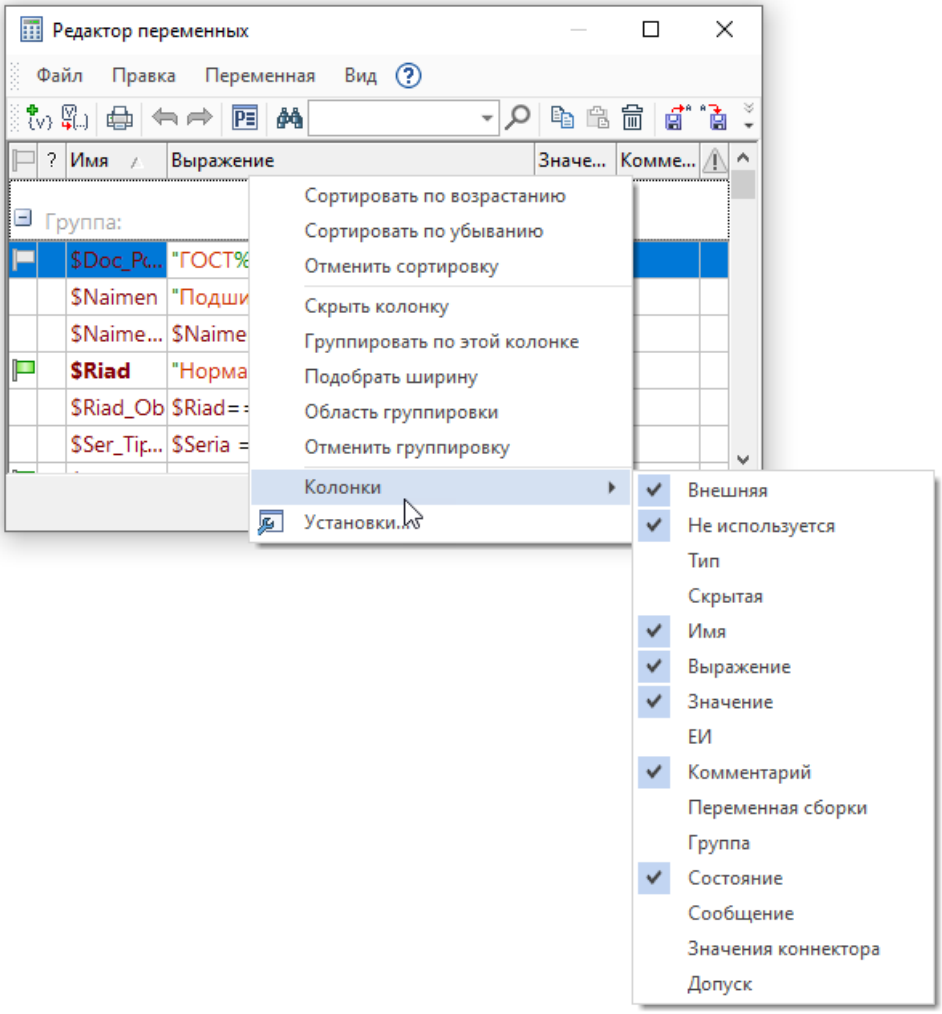
? **Не используется**

Если переменная является неиспользуемой, в данной колонке отображается вопросительный знак. В противном случае колонка пуста. Подробнее см. главу Используемые и неиспользуемые переменные.

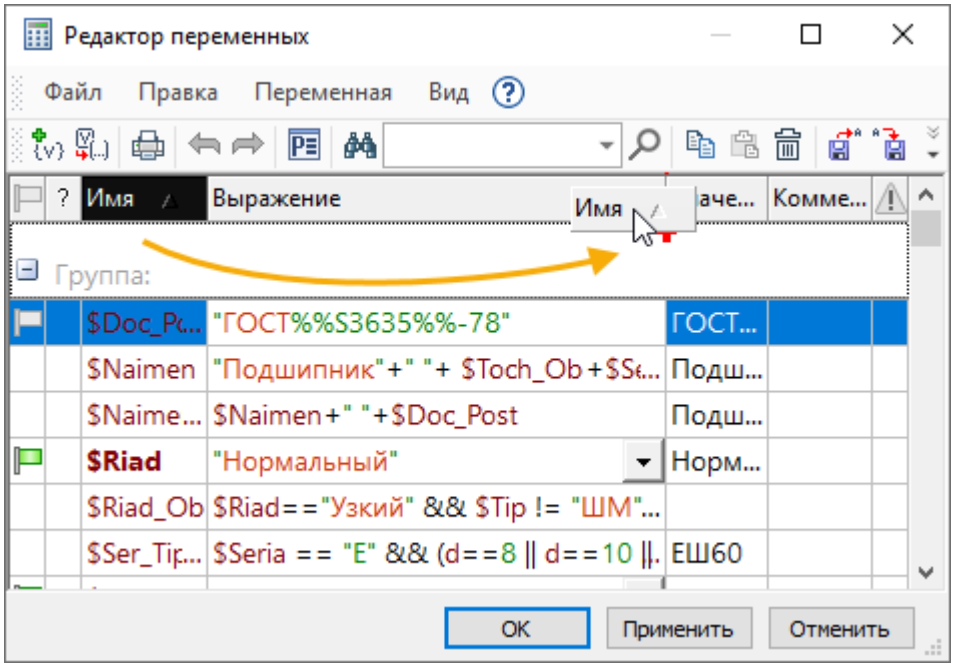
⚠ **Состояние**

Если при расчёте значения переменной возникли ошибки, в данной колонке отображается знак ⚠. В противном случае колонка пуста. Для большинства ошибок также выводится описание в колонке **Комментарий**. Подробнее см. главу Диагностика ошибок переменных.

По умолчанию в редакторе переменных отображаются не все возможные колонки (столбцы). Для того, чтобы добавить включить или выключить отображение конкретной колонки в редакторе, следует установить или снять её флаг в диалоге установок редактора или в пункте **Колонки** контекстного меню заголовков колонок.



Порядок отображения столбцов в таблице переменных легко изменить, просто перетаскивая столбцы на нужные места. Для этого достаточно просто подвести курсор к столбцу, нажать и, не отпуская клавиши мыши, перетащить заголовок столбца в нужное место. Красные стрелочки на экране подсказывают, куда будет вставлен столбец.



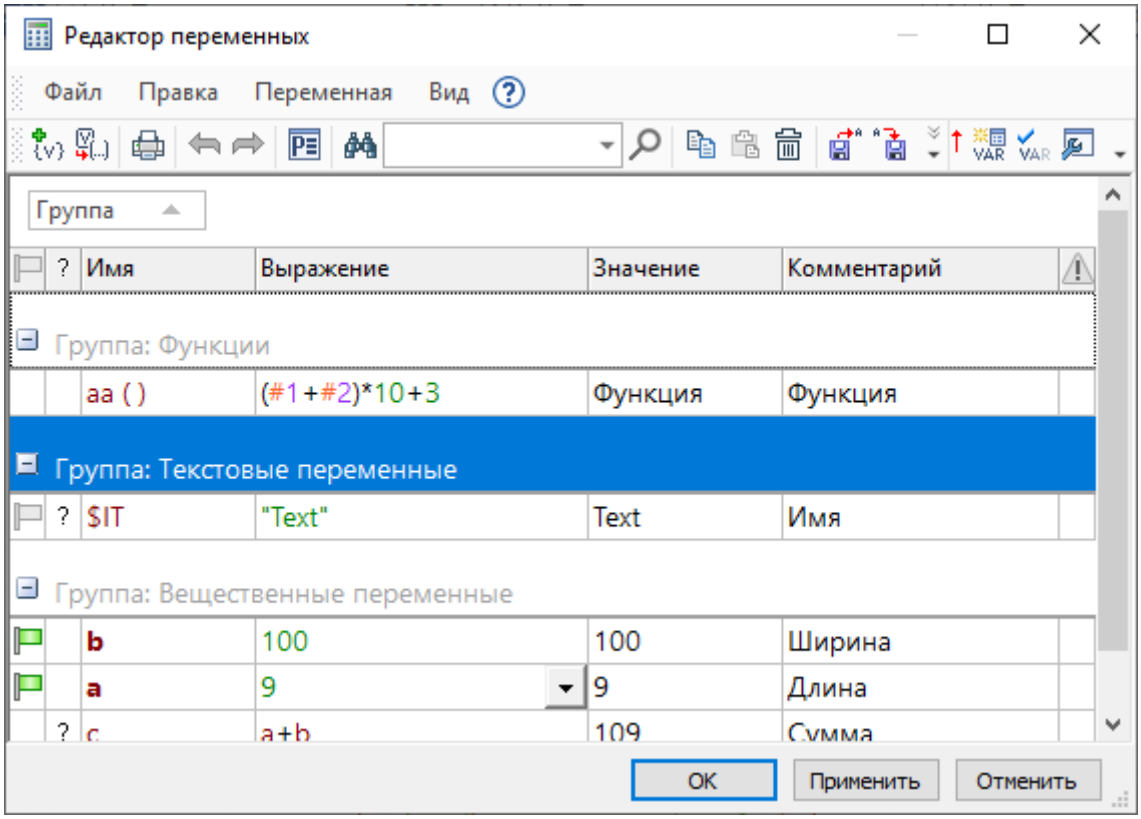
См. также:

- Параметры переменной
- Установки редактора переменных
- Настройка интерфейса редактора переменных

Группировка переменных

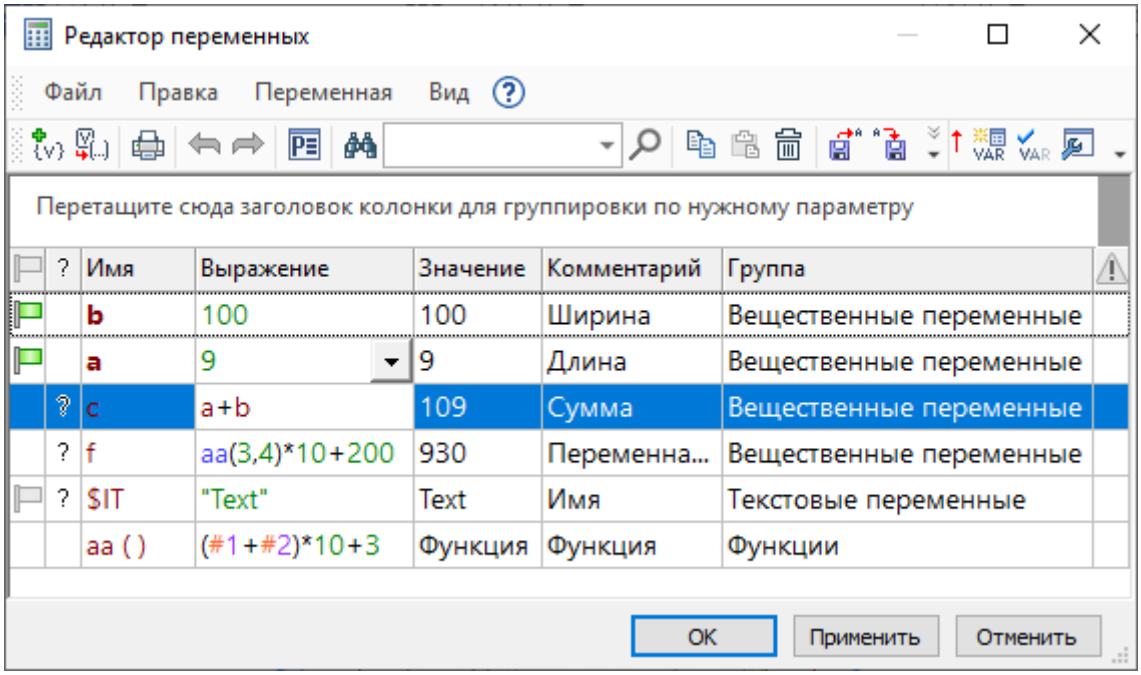
По умолчанию в редакторе переменных все переменные группируются по значениям параметра **Группа**, заданным в параметрах переменных. Однако можно использовать для группировки и другие параметры переменных, в том числе сразу несколько.

Для настройки параметров группировки удобно использовать **область группировки**. Она включается в диалоге установок редактора или в контекстном меню в области заголовка таблицы переменных. Располагается область группировки над таблицей переменных. По умолчанию в ней отображается метка **Группа**. Это означает, что осуществляется группировка переменных по характеристике **Группа**.

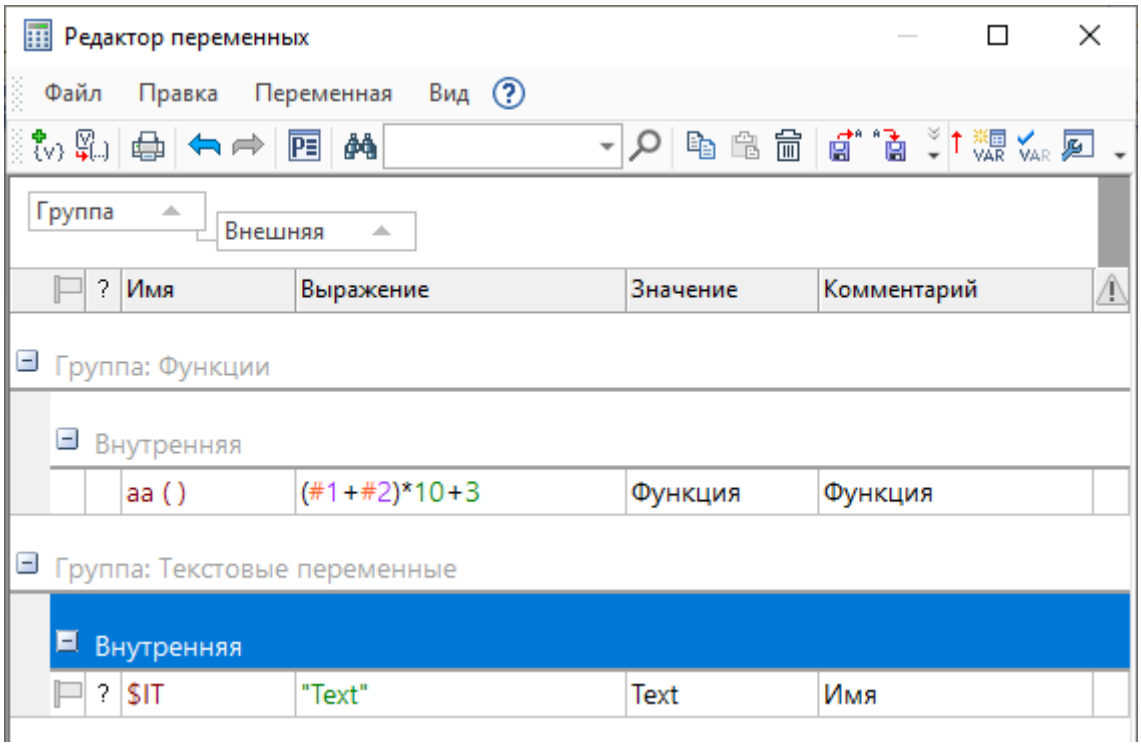


Для того, чтобы отключить группировку, достаточно указать курсором на метку в области группировки, нажать и, не отпуская клавиши мыши, перетащить метку в любое место вне области группировки. Если переместить метку в строку заголовков таблицы переменных, то в таблицу будет добавлен одноимённый столбец. Если перемещать метку, удерживая нажатой клавишу <**Ctrl**>, то метка будет скопирована – она останется в области просмотра, и одновременно в таблице появится соответствующий столбец.

Когда режим группировки отключён, в области группировки отображается надпись **Перетащите сюда заголовок колонки для группировки по нужному параметру**.

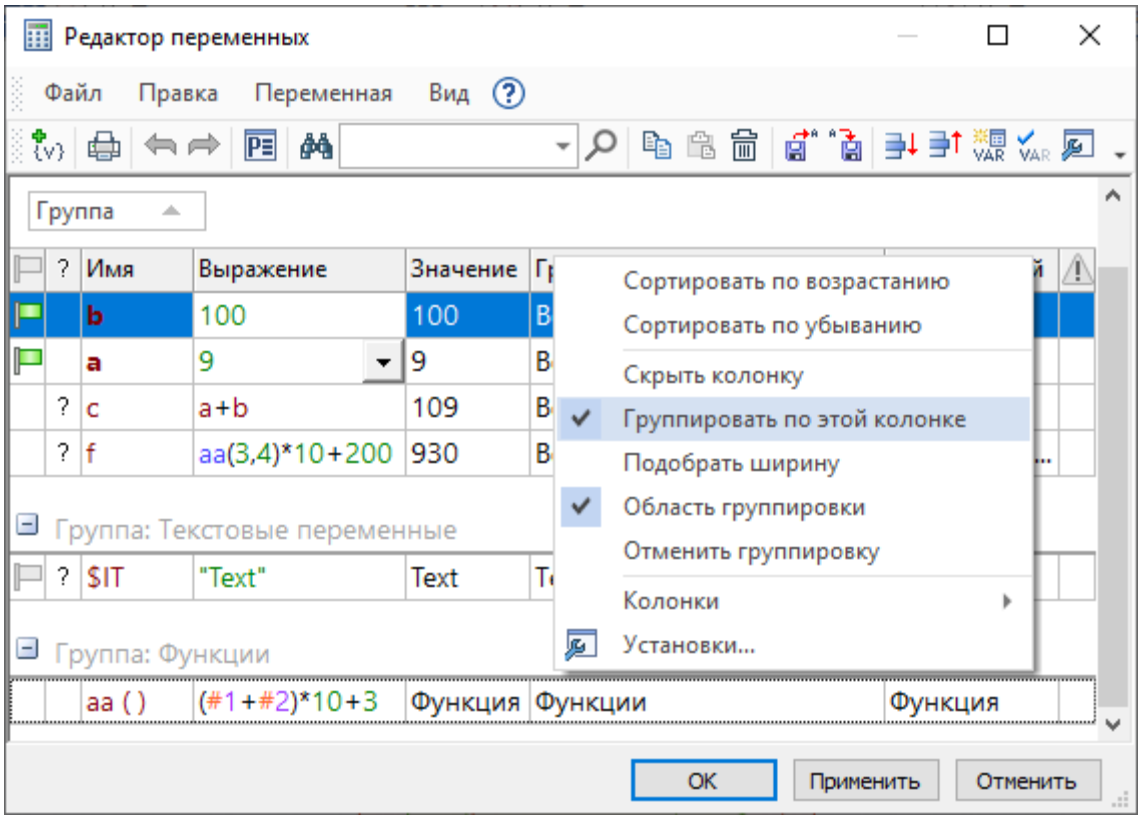


Для включения режима группировки по какой-либо характеристике достаточно указать на заголовок соответствующего столбца таблицы переменных, нажать и, не отпуская клавиши мыши, перетащить заголовок столбца в область группировки. После этого в области группировки появится метка выбранной характеристики, и переменные в таблице будут сгруппированы по этой характеристике. Если в область группировки перенести заголовки двух столбцов таблицы, то будет осуществлять группировка сразу по двум характеристикам. Расположение меток в области группировки показывает порядок группировки.



Обратите внимание, что при перетаскивании заголовка столбца таблицы в область группировки этот столбец из таблицы удаляется. Для того, чтобы столбец оставался в таблице, необходимо при перетаскивании удерживать нажатой клавишу **<Ctrl>**.

Управлять группировкой можно также с помощью контекстного меню. Достаточно указать курсором на заголовок столбца таблицы переменных и вызвать с помощью контекстное меню. В контекстном меню будет доступен флажок **Группировать по этой колонке**. Для того, чтобы включить группировку по данному столбцу, следует установить флажок. Чтобы отменить группировку по выбранному столбцу, достаточно снять флажок.

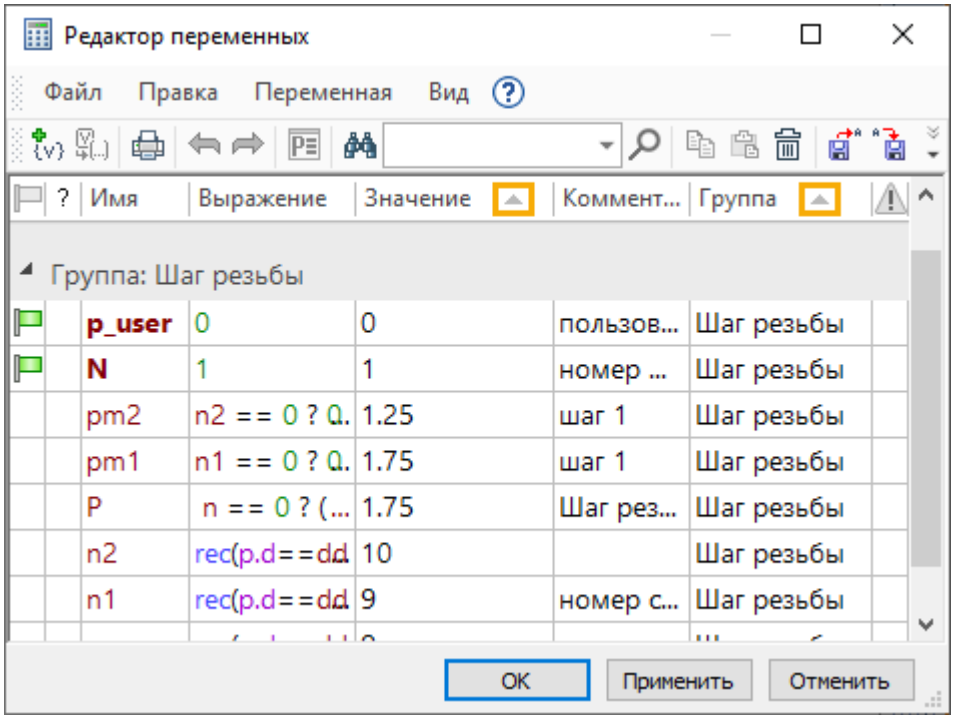


См. также:

- Сортировка переменных
- Параметры переменной

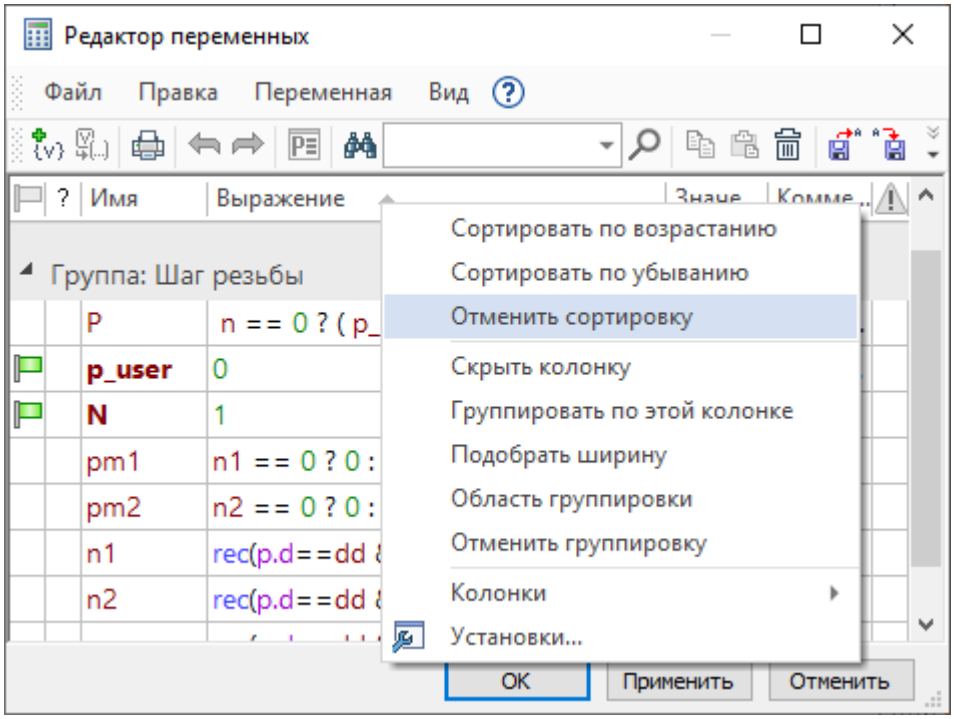
Сортировка переменных

Для списка переменных можно задавать сортировку по любому столбцу. По умолчанию сортировка отключена. Для её включения достаточно подвести курсор к заголовку того столбца таблицы переменных, по которому надо отсортировать переменные и нажать . В результате строки таблицы переменных будут отсортированы по выбранной характеристике.



По умолчанию сначала включается режим сортировки по возрастанию. Повторное нажатие на заголовке столбца включит режим сортировки по убыванию. Для сортировки по другой характеристике достаточно нажать на заголовке соответствующего столбца.

Отменить сортировку можно с помощью команды **Отменить сортировку** в контекстном меню, вызываемом из строки заголовков таблицы переменных (т.е. в области заголовка любого столбца таблицы). Эта команда доступна только при включённом режиме сортировки. Так же в этом контекстном меню доступны команды **Сортировать по возрастанию** и **Сортировать по убыванию**. Они включают сортировку по тому столбцу, в области заголовка которого было вызвано контекстное меню.



Параметры сортировки сохраняются в файле документа и восстанавливаются при повторном входе в редактор.

При отключённой сортировке переменные отображаются в порядке их создания. Можно также вручную изменить положение выбранных переменных в списке с помощью следующих команд:

	<Ctrl>+<Up>	Правка > Переместить вверх
	<Ctrl>+<Down>	Правка > Переместить вниз

Изменения последовательности строк сохраняются в файле документа независимо для основного окна редактора переменных и служебного окна **Переменные** (см. раздел Работа с редактором переменных в прозрачном режиме).

См. также:

- Группировка переменных
- Параметры переменной

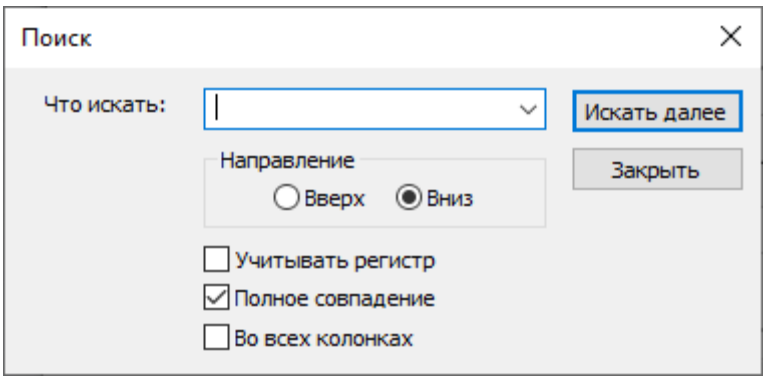
Поиск переменных

При работе с большим количеством переменных бывает удобно воспользоваться командой поиска переменной по имени:

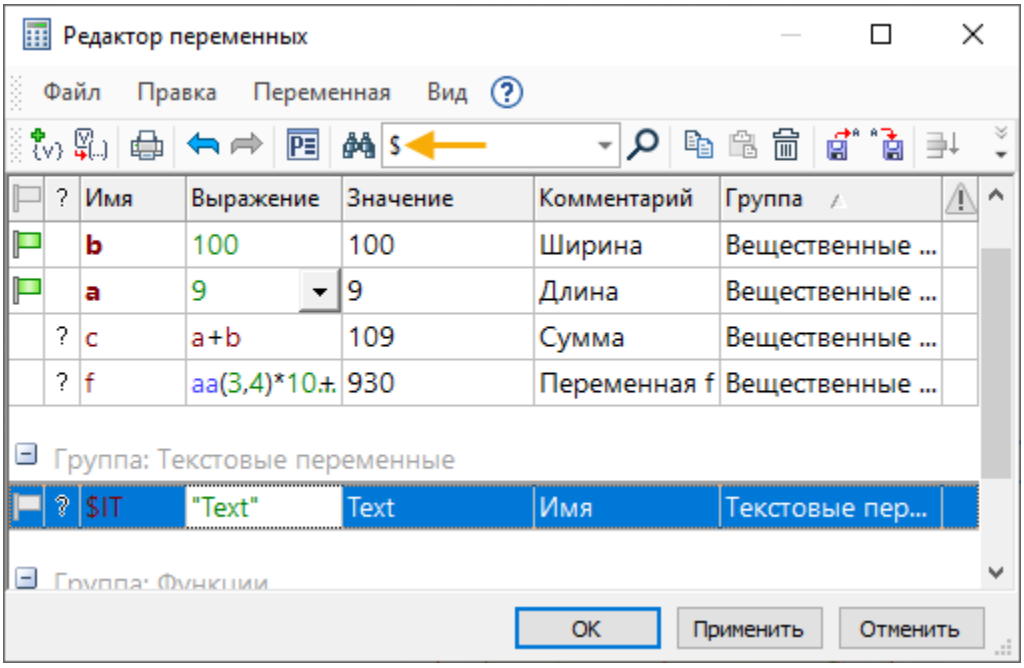
	<Ctrl>+<F>	Правка > Найти

При задании параметров необходимо обратить внимание на состояние флажка **Полное совпадение**. По умолчанию флажок установлен. В этом случае система ищет переменную, имя которой полностью совпадает с заданной в поле **Что искать** строкой. Когда флажок снят, ищется переменная, в имя которой заданный в поле **Что искать** текст входит как подстрока.

Если процесс поиска завершился успешно, то курсор перемещается в колонку **Выражение** найденной переменной. Если найти переменную не удаётся, то курсор остаётся на прежнем месте, и в строке сообщений редактора появляется сообщение: **Заданная строка не найдена**.



Во всех колонках. Опция позволяет искать указанную строку во всех колонках. Поиск можно осуществлять по любой колонке редактора переменных: имени переменной, выражению, значению и т.д.
Также можно воспользоваться строкой быстрого поиска.



См. также:

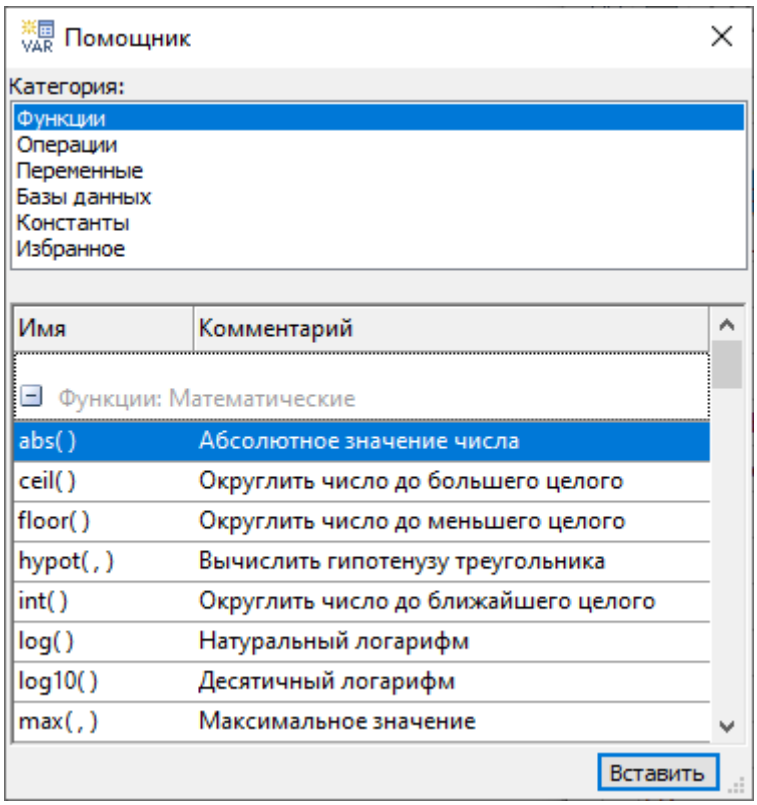
- Помощник редактора переменных
- Подсказки в редакторе переменных
- Диагностика ошибок переменных

Помощник редактора переменных

При задании выражений в редакторе переменных можно использовать специальное вспомогательное окно **Помощник**:

<Ctrl>+<H> Вид > Помощник

Помощник используется для быстрой вставки в выражения переменных имён функций, полей баз данных, уже существующих в документе переменных, часто используемых констант, и т.п.



Для удобства работы содержимое **Помощника** разбито на несколько категорий. Список категорий приведён в поле **Категория** в верхней части окна **Помощника**. В нижней части окна отображается содержимое категории, выбранной в поле **Категория**. Например, на рисунке выше в окне помощника показан перечень стандартных математических функций T-FLEX CAD. Для каждой функции дано краткое описание. Для вставки какой-либо функции (ссылки на поле базы данных, операции, переменной и т.п.) необходимо выбрать в окне **Помощника** требуемую категорию, в списке содержимого категории выбрать нужную строку и нажать или кнопку **Вставить**. Вставка осуществляется в то место в основном окне редактора переменных, где находился курсор на момент обращения к окну **Помощника**.

Всего есть 5 категорий - **Функции**, **Операции**, **Переменные**, **Базы данных**, **Константы**, **Избранные**.

В категории Функции отображается готовый набор функций, разделённых на следующие группы:

- Математические функции
- Тригонометрические функции
- Специальные функции
- Функции преобразования
- Текстовые функции
- Функции по работе с базами данных

В категории Операции отображены все доступные операции.

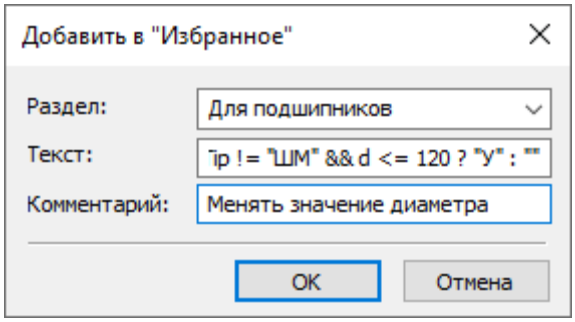
В категории **Переменные** отображены все переменные, используемые в текущем документе.

В категории **Базы данных** отображены все поля баз данных, используемые в текущем документе.

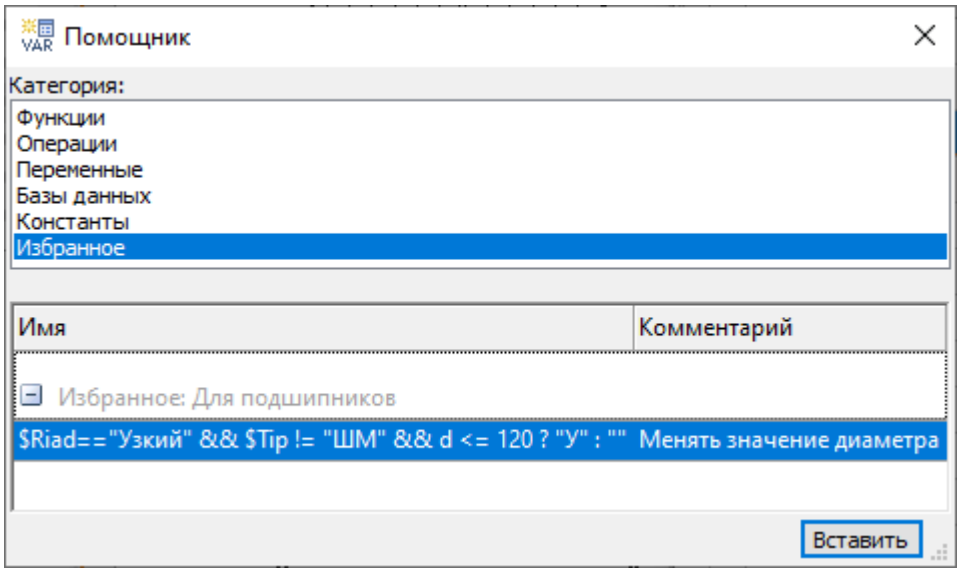
В категории **Константы** отображены константные значения.

В категорию **Избранное** можно добавлять свои разделы и наполнять их требуемым текстом и комментариями. Для этого необходимо нажать в пустом месте окна и выбрать **Добавить**. В появившемся окне нужно заполнить желаемые поля и нажать кнопку **ОК**.

Для успешного создания записи нужно заполнить как минимум два поля - **Раздел** и **Текст**.



В результате в **Помощнике** появится соответствующий раздел с заданным текстом и комментарием.



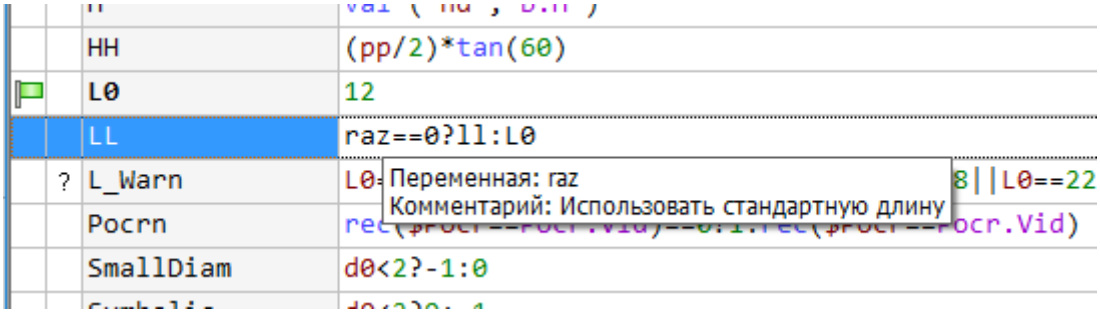
При работе в редакторе переменных окно **Помощник** может находиться на экране постоянно.

См. также:

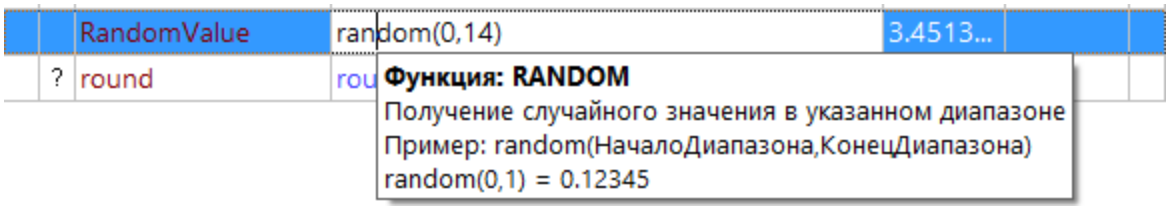
- Поиск переменных
- Подсказки в редакторе переменных
- Диагностика ошибок переменных

Подсказки в редакторе переменных

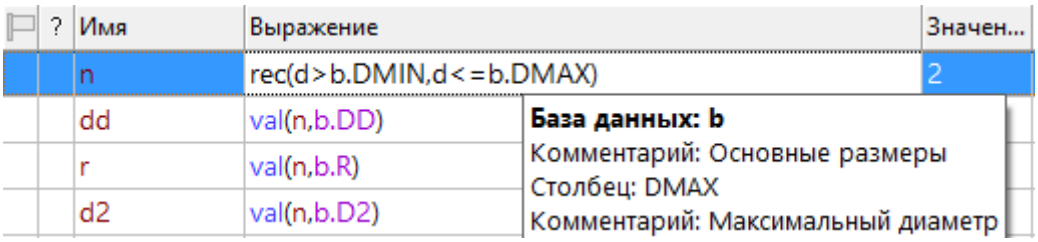
В окне редактора переменных реализованы подсказки. При наведении курсора на переменную показывается комментарий к переменной.



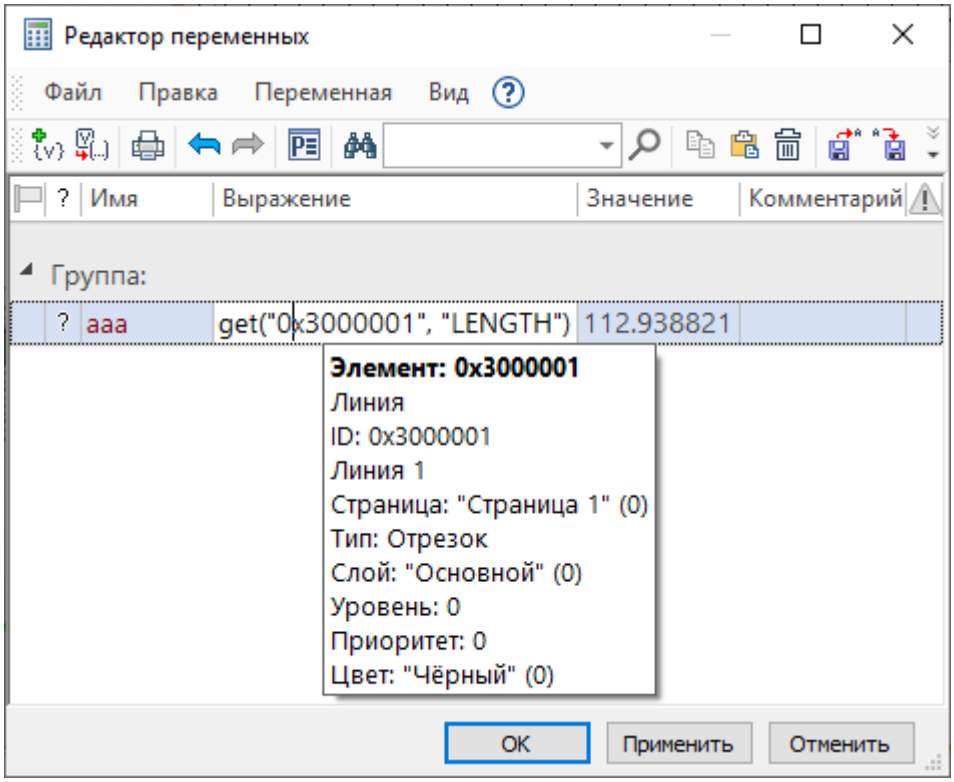
При наведении курсора на функцию появляется краткое описание и пример использования функции.



Если поле принадлежит базе данных, то выводятся названия базы данных и поля, а также комментарии.



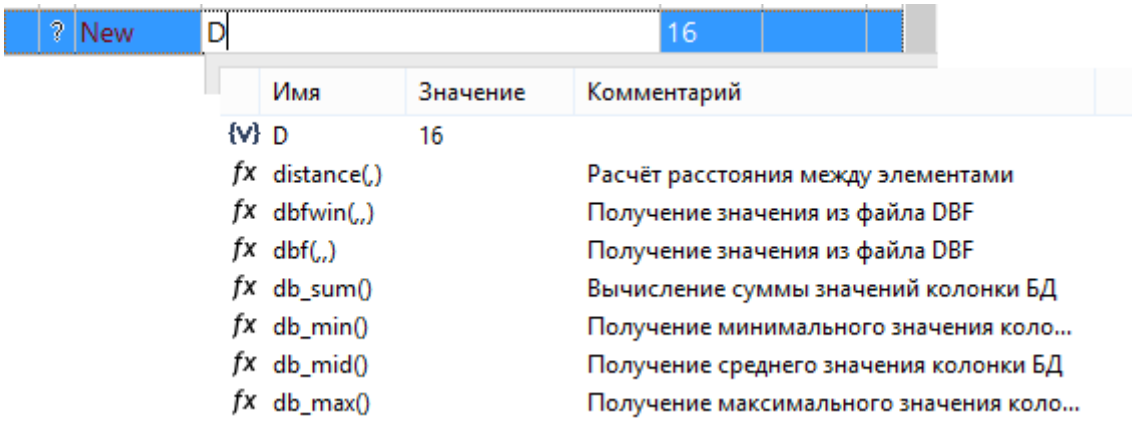
Для текстовых констант выполняется поиск объекта модели по соответствующему имени или идентификатору. Если текстовая константа задаёт имя объекта, то для неё выводится информация по этому объекту.



Всплывающие подсказки являются активными. При клике в подсказку выполняется действие, различное для разных типов данных:

- **Имя переменной**. Происходит переход к строке этой переменной;
- **Имя функции.** Вызывается справка с разделом, содержащим описание функции;
- **Обращение к полю базы данных.** Появляется окно редактора базы данных;
- **Идентификатор или имя элемента модели.** Вызывается диалог **Информация** для этого элемента.

При вводе выражения появляется выпадающий список подходящих функций, переменных, баз данных и полей баз данных. Этот список содержит описания и комментарии к элементам списка.



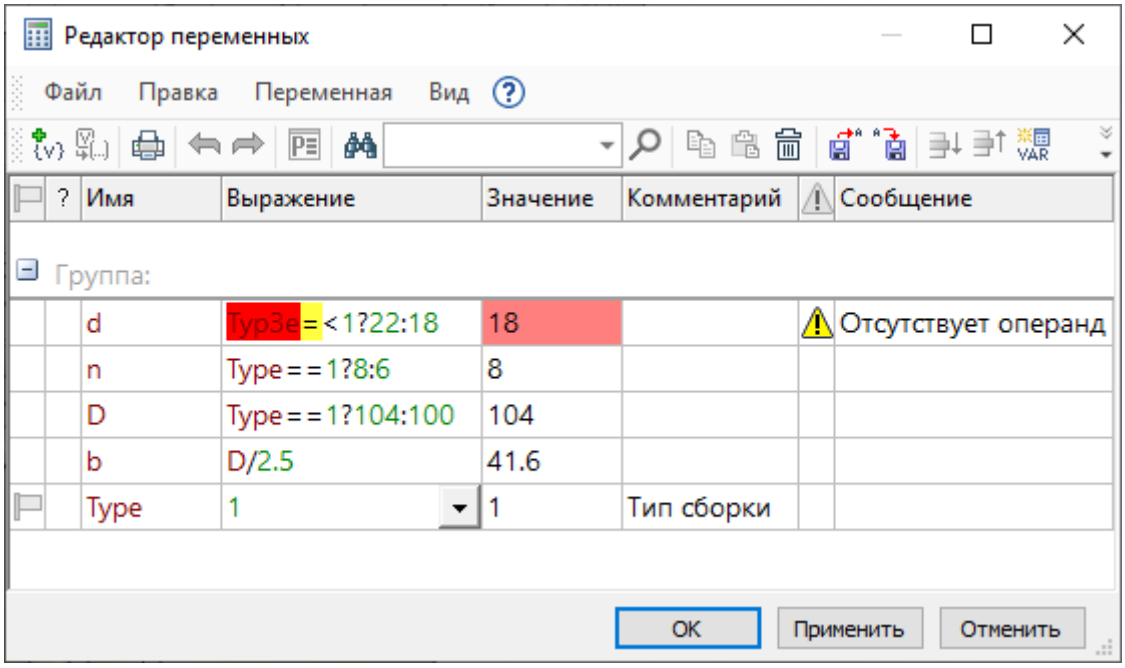
Для вызова списка всех доступных переменных и функций используется сочетание <**Ctrl**> + <**Пробел**>.
Когда пользователь выбирает функцию из выпадающего списка, автоматически вставляются скобки и разделители, необходимые для выбранного выражения.

См. также:

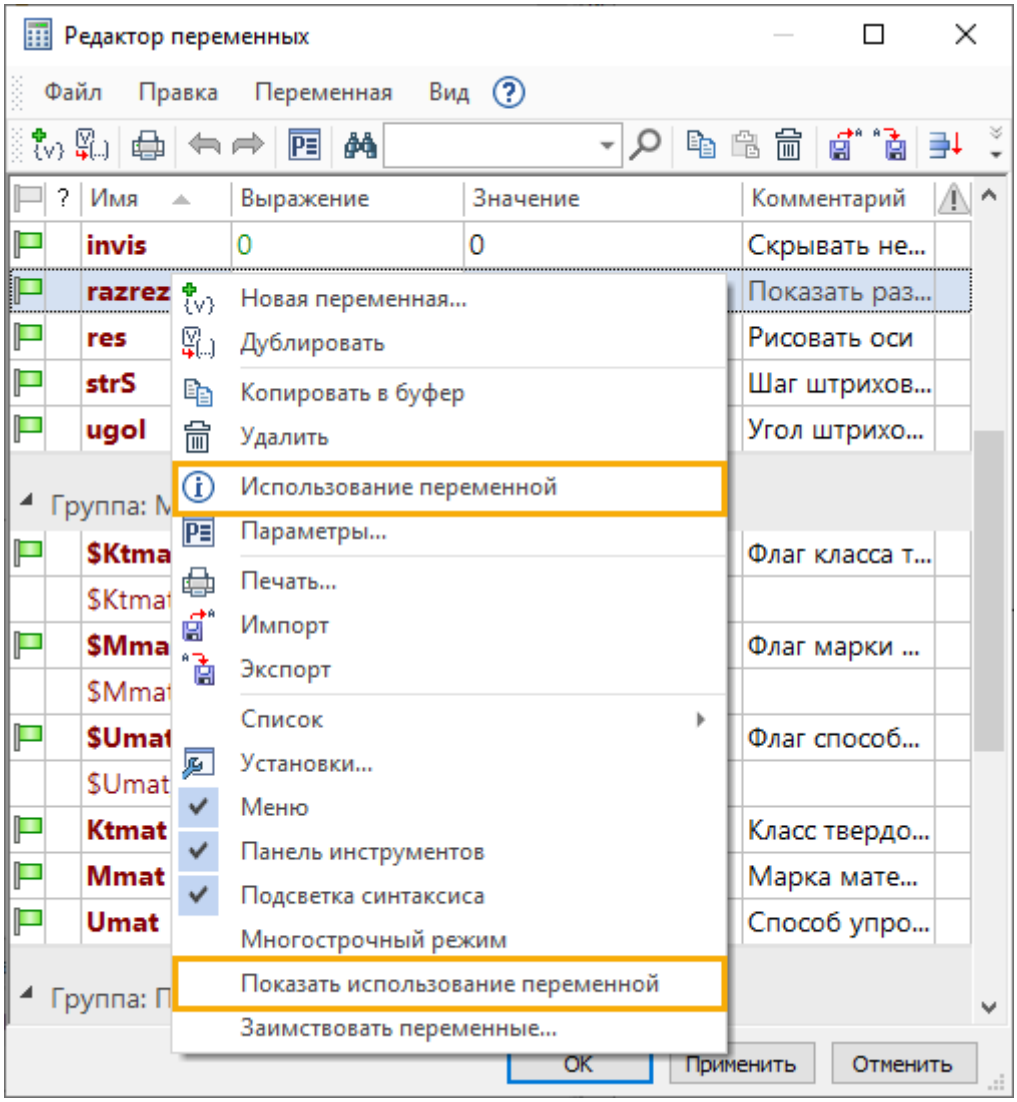
- Поиск переменных
- Помощник редактора переменных
- Диагностика ошибок переменных

Диагностика ошибок переменных

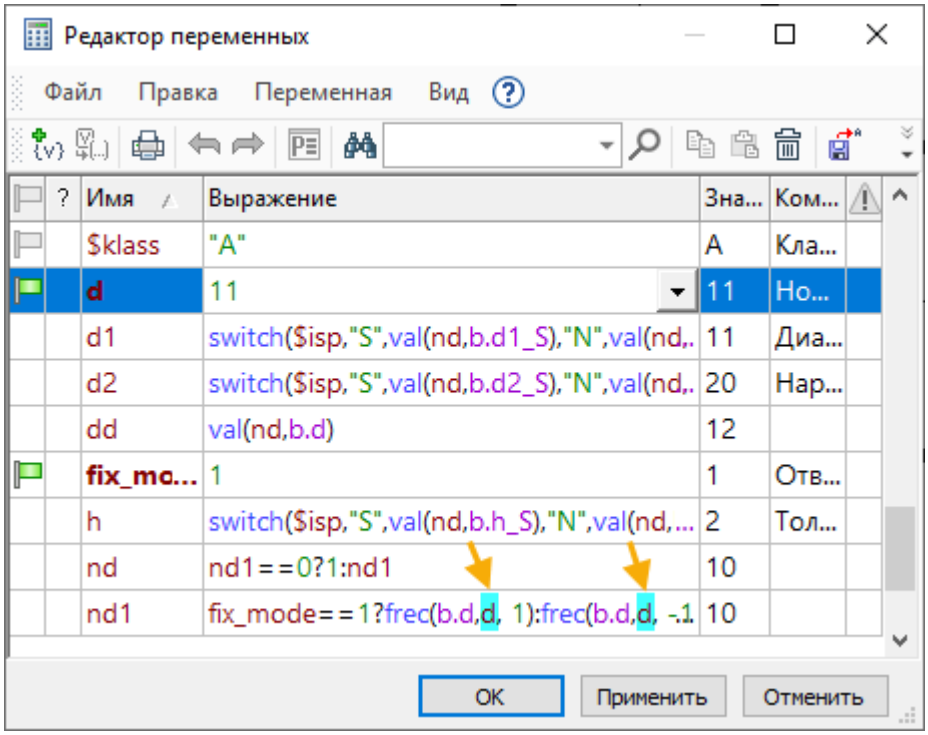
При создании новых переменных, а также при дальнейшей работе с ними могут возникать различные ошибки. Обычно это синтаксические ошибки в выражении переменной. В этом случае у проблемной переменной в колонке **Состояние** появляется значок. При наведении курсора на значок появляется подсказка о типе ошибки. Фон поля **Значение** при этом меняется на красный, сигнализируя об ошибке. Дополнительно в колонке **Сообщение** у данной переменной появляется подробное описание возникшей ошибки (по умолчанию данная колонка отключена).
Обычно после редактирования переменных их состояние обновляется автоматически. Однако, в некоторых случаях (например, при работе с базами данных) может потребоваться вручную обновить состояния всех переменных с помощью команды **Переменная** > **Обновить состояние**.
Работу в редакторе переменных можно завершить, несмотря на наличие ошибок, и вернуться к их исправлению позже. Наличие ошибок в редакторе переменных не влияет на пересчёт 2D/3D модели, элементы которой зависят от ошибочных переменных.



При необходимости можно отследить использование любой переменной в модели с помощью команды **Использование переменной** в контекстном меню переменной. Эта команда вызывает окно **Информация**, в котором можно просмотреть список объектов, использующих переменную или выражение с этой переменной.



Вторая команда **Показать использование переменной** включает режим подсветки имени выбранной переменной в выражениях других переменных.



См. также:

- Поиск переменных
- Помощник редактора переменных
- Подсказки в редакторе переменных

Используемые и неиспользуемые переменные

Чтобы значение переменной влияло на состав чертежа или 3D модели данного документа, недостаточно просто создать эту переменную в документе T-FLEX CAD. Необходимо, чтобы переменная задавала какую-нибудь параметр элементов чертежа или 3D модели: положение прямой или узла, радиус окружности, уровень видимости линии изображения или 3D тел, и т.п.

Переменные, значение которых участвует в задании характеристик других элементов, считаются **используемыми**. Также переменная считается используемой, если её значение используется для вычисления значения другой переменной.

Соответственно, те переменные, значение которых не используется нигде на чертеже или в 3D модели, а также при вычислении значений других переменных, считаются **неиспользуемыми**.

Неиспользуемые переменные отмечаются вопросительным знаком в колонке ? **Не используется** в редакторе переменных и служебном окне **Переменные**

См. также:

- Колонки редактора переменных

Импорт/экспорт переменных документа

Основным способом связи T-FLEX CAD с какими-то внешними процедурами (особенно программами проектирования или расчётов) является передача значений параметров. Причём, можно как передавать данные, так и принимать их.

Реализуется это с помощью файла параметров формата ".par".

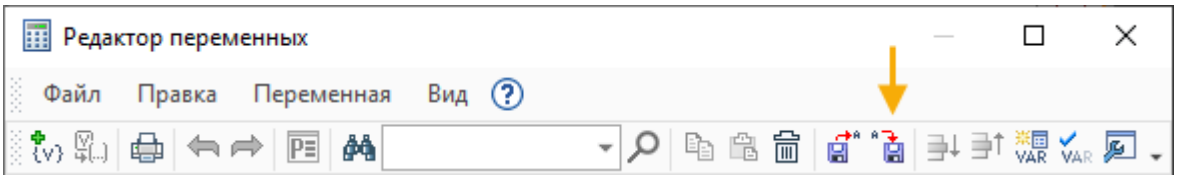
Файлы параметров можно применять, когда вам необходимо сохранить несколько вариантов одного чертежа. В таком случае вы сохраняете несколько файлов параметров со значениями внешних переменных, и при необходимости считываете значения из конкретного файла. При этом получаете готовый чертёж с необходимыми параметрами.

Файлы параметров удобно применять для связи T-FLEX CAD с расчётными программами. В системе вы создаете параметрический чертёж с определенным набором параметров. Ваша расчётная процедура через файл получает значения этих параметров. Остальные параметры чертежа вы рассчитываете в вашей программе и создаете новый файл параметров, либо обновляете старый. В T-FLEX CAD считываете файл и получаете видоизмененный чертёж на основе рассчитанных вами параметров. Таким образом, файл параметров служит для вас в качестве промежуточного звена для связи между T-FLEX CAD и вашей программой.

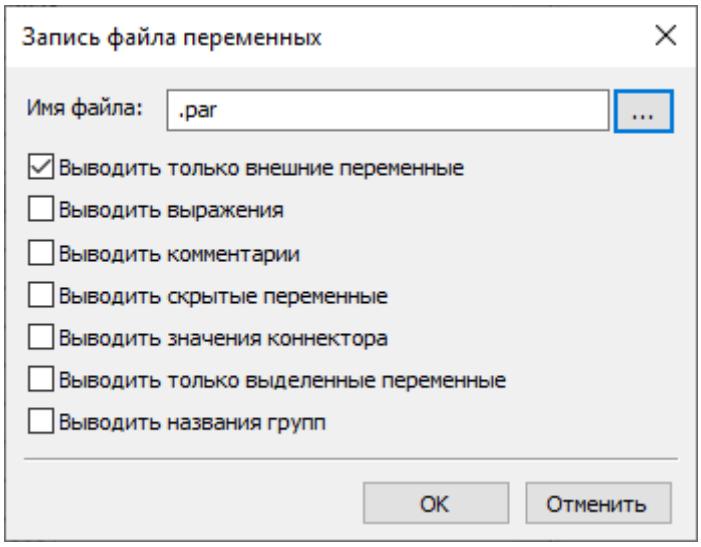
Запись переменных во внешний файл

Значения переменных можно записать в файл параметров, используя команду **Записать параметры**:

<Ctrl>+<W> Файл > Экспорт...



После запуска команды появляется диалог записи переменных, в котором можно указать путь сохранения файла с параметрами и настройки экспорта.

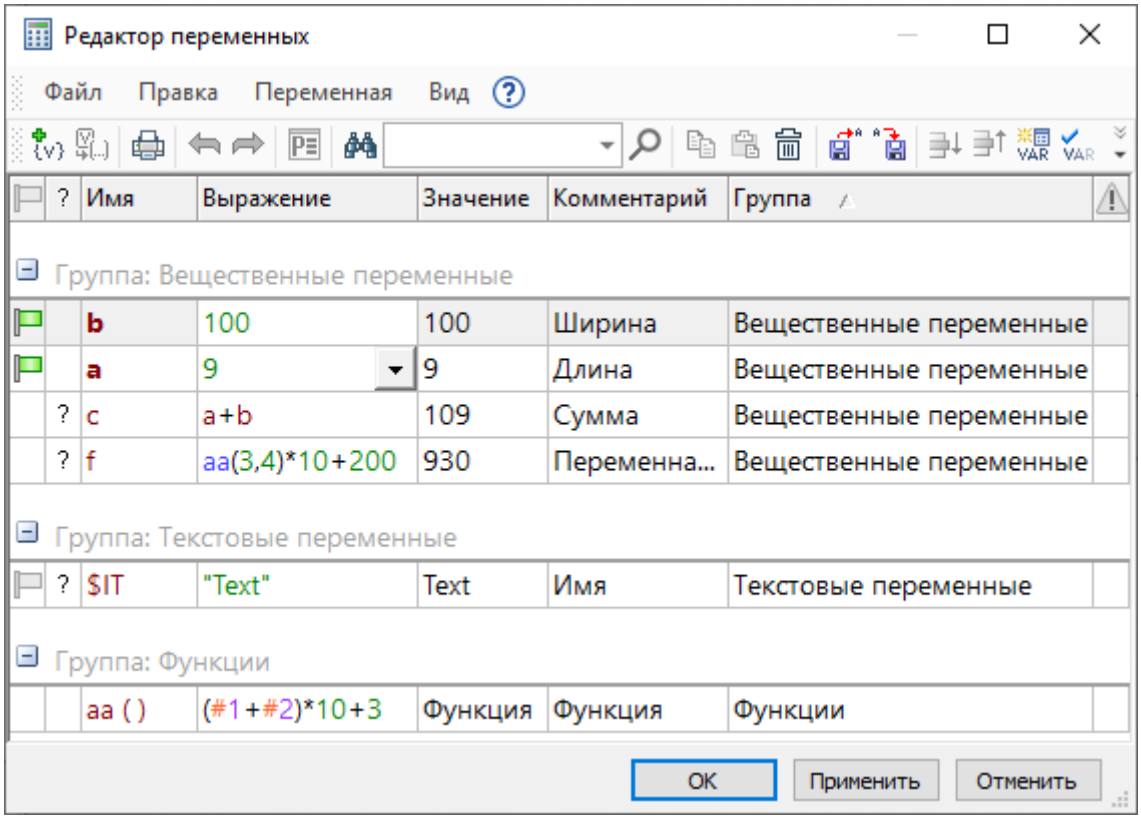


Комментарий записывается в том случае, если установлен один из параметров: **Выводить выражения** или **Выводить комментарий**.

Если в диалоге экспорта установить флажок **Выводить только внешние переменные**, то в результирующий файл будут записаны только внешние переменные данного документа. Когда флажок снят, выводятся все видимые переменные.

Скрытые переменные по умолчанию не экспортируются. Для того, чтобы во внешний файл были записаны и они, необходимо установить флажок **Выводить скрытые переменные**.

Например, в редакторе имеется следующий набор переменных:



При записи файла установили параметры: **Выводить выражения**, **Выводить комментарии**. В результате должен получиться ".par" файл следующего содержания (открыть можно с помощью любого текстового редактора):

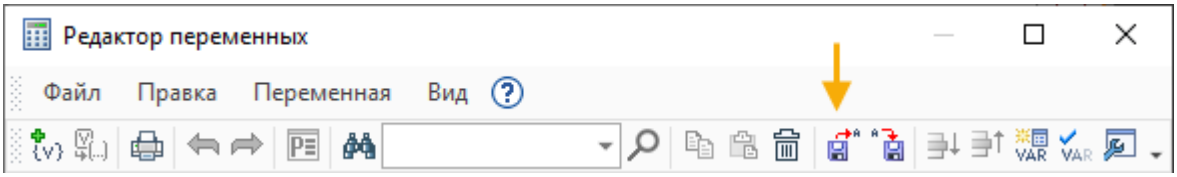
```
b = 100; /*Ширина*/
a = 9; /*Длина*/
c = a+b; /*Сумма*/
aa = (#1+#2)*10+3; /*Функция*/
$IT = "Text"; /*Имя*/
f = aa(3,4)*10+200; /*Переменная f*/
```

При выборе **Выводить значения коннектора**, в файл будут добавлены значения из соответствующей колонки.
Если выбран параметр **Выводить только выделенные переменные**, то в файл будут записаны только выбранные строки.
Если выбран параметр **Выводить названия групп**, то в файл будут добавлены названия соответствующих групп.

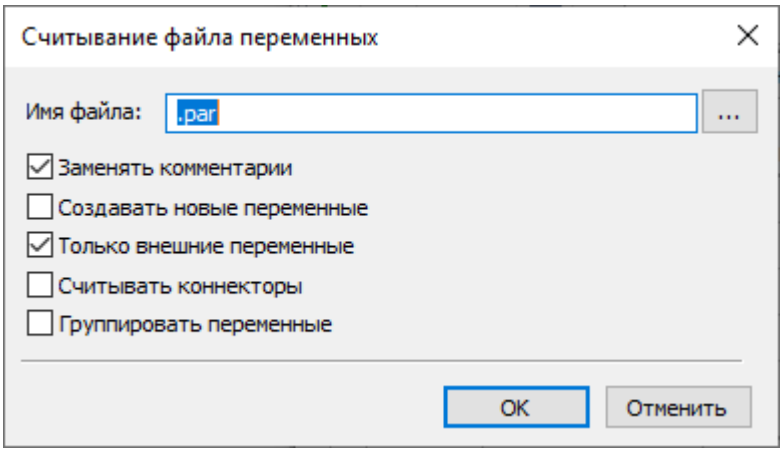
Считывание внешнего файла переменных

Значения внешних переменных можно считать из файла параметров, используя команду **Считать переменные**:

<Ctrl>+<R> Файл > Импорт...



После запуска команды появляется диалог записи переменных, в котором можно указать путь сохранения файла с параметрами и настройки импорта.



Заменять комментарии – производит замену комментариев при совпадении переменных в редакторе и импортируемом файле.
Создавать новые переменные – добавляет переменные, которые присутствуют только в импортируемом файле.
Только внешние переменные – добавляет только переменные, отмеченные в импортируемом файле как внешние.
Считывать коннекторы - добавляет информацию о коннекторах, заданных в опции **Значения коннектора** в параметрах переменной.
Группировать переменные - позволяет учитывать названия групп, заданных при экспорте.

См. также:

- Печать списка переменных

Печать списка переменных

Для печати содержимого редактора переменных можно использовать команду **Печать**:

<Ctrl>+<P> Файл > Печать...

После вызова команды появляется стандартный диалог параметров печати. В результате на печать будет отправлено всё содержимое редактора переменных в том виде, как оно отображается на экране.

Перед вызовом команды можно в окне редактора переменных выделить с помощью , <Ctrl>+ , <Shift>+ отдельные строки таблицы переменных. Установив затем в диалоге параметров печати флажок **Диапазон печати** > **Выделенный фрагмент**, можно напечатать не всё содержимое редактора, а только выделенные строки.

См. также:

- Импорт/экспорт переменных документа

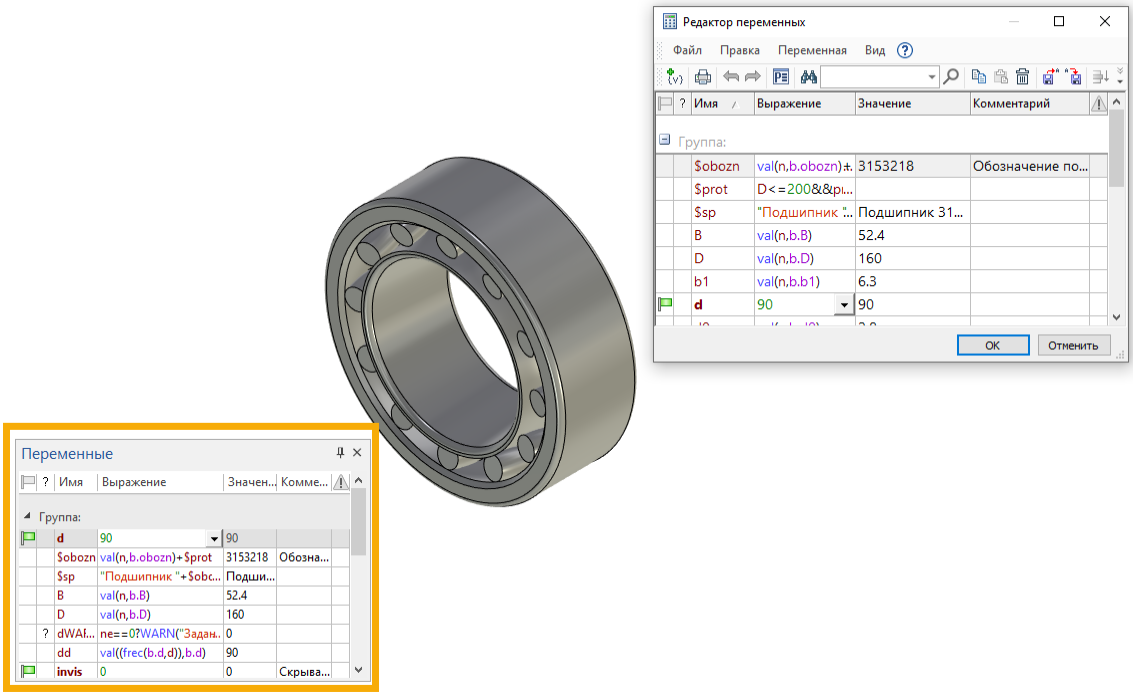
Окно "Переменные"

Для работы с редактором переменных в прозрачном режиме (одновременно с работой на поле чертежа или 3D модели), используется служебное окно **Переменные**:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Окна > Переменные Вид > Окно > Окна > Переменные > Окна > Переменные
Клавиатура	Текстовое меню
<Alt>+<6>	Настройка > Окна > Переменные

Аналогично другим служебным окнам системы, окно **Переменные** может работать в плавающем или всплывающем режиме, а также его можно разместить вдоль одной из сторон главного окна системы.

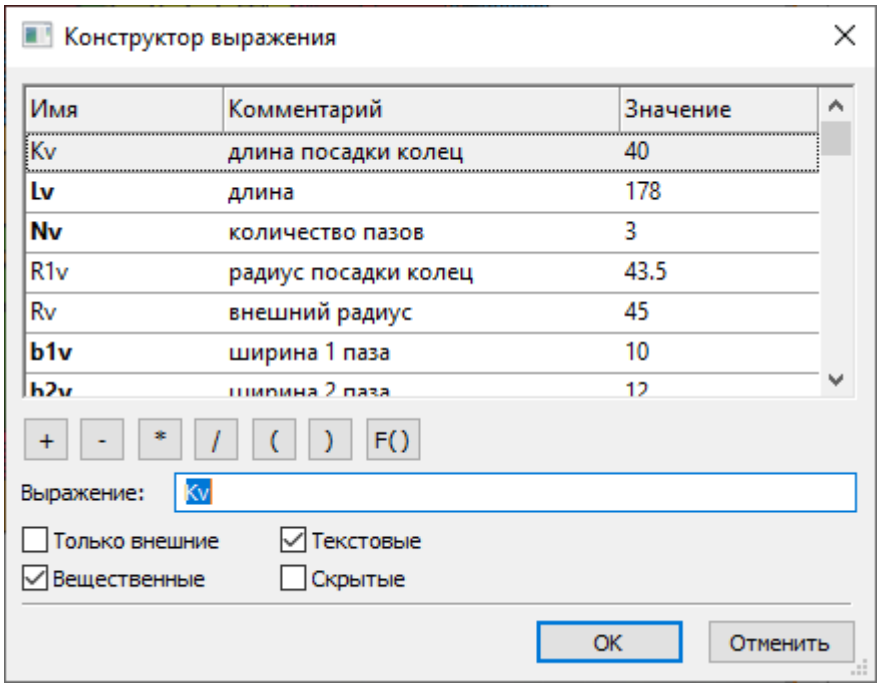
По функциональности окно **Переменные** дублирует основное окно редактора переменных. Однако, в нём отсутствует текстовое меню и панель инструментов. Все действия с переменными в окне **Переменные** можно осуществлять только с помощью контекстного меню или горячих клавиш. Такое упрощение интерфейса компенсируется полностью прозрачной работой с переменными. Редактировать переменные с помощью окна **Переменные** можно, находясь в любой команде. При изменении выражения переменной в окне **Переменные** производится автоматический пересчёт чертежа (или 3D модели). Все изменения сразу же отражаются в рабочем окне системы.



Конструктор выражения

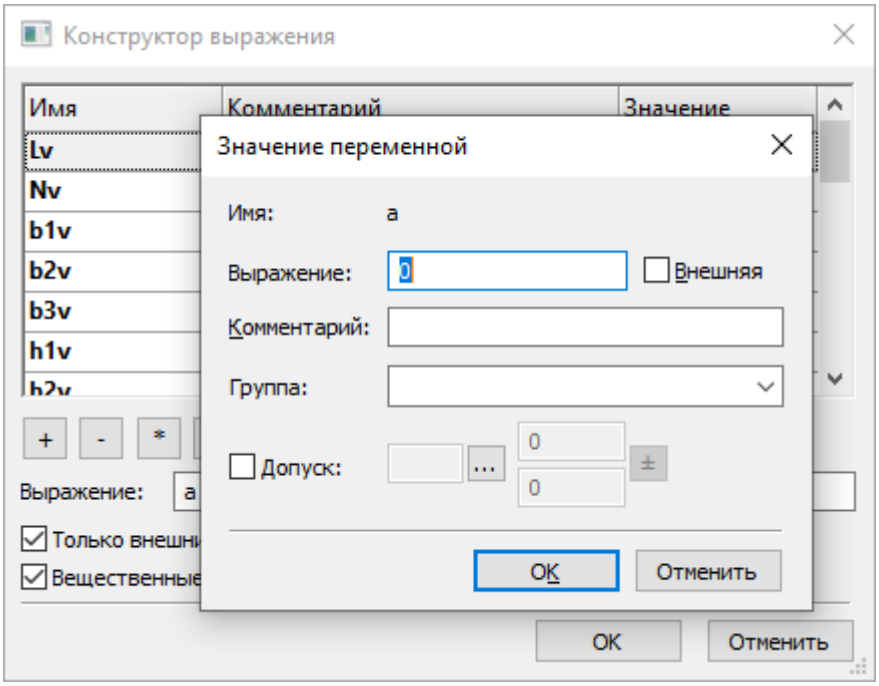
Конструктор выражения вызывается в случае, когда нужно задать связь с переменной. Например, при вставке переменной в текстовое поле или связывания значения ячейки данных Состава изделия с переменной.

Наполнение окна зависит от его способа вызова. Для всех способов вызова, в окне будут отображены все существующие переменные документа.



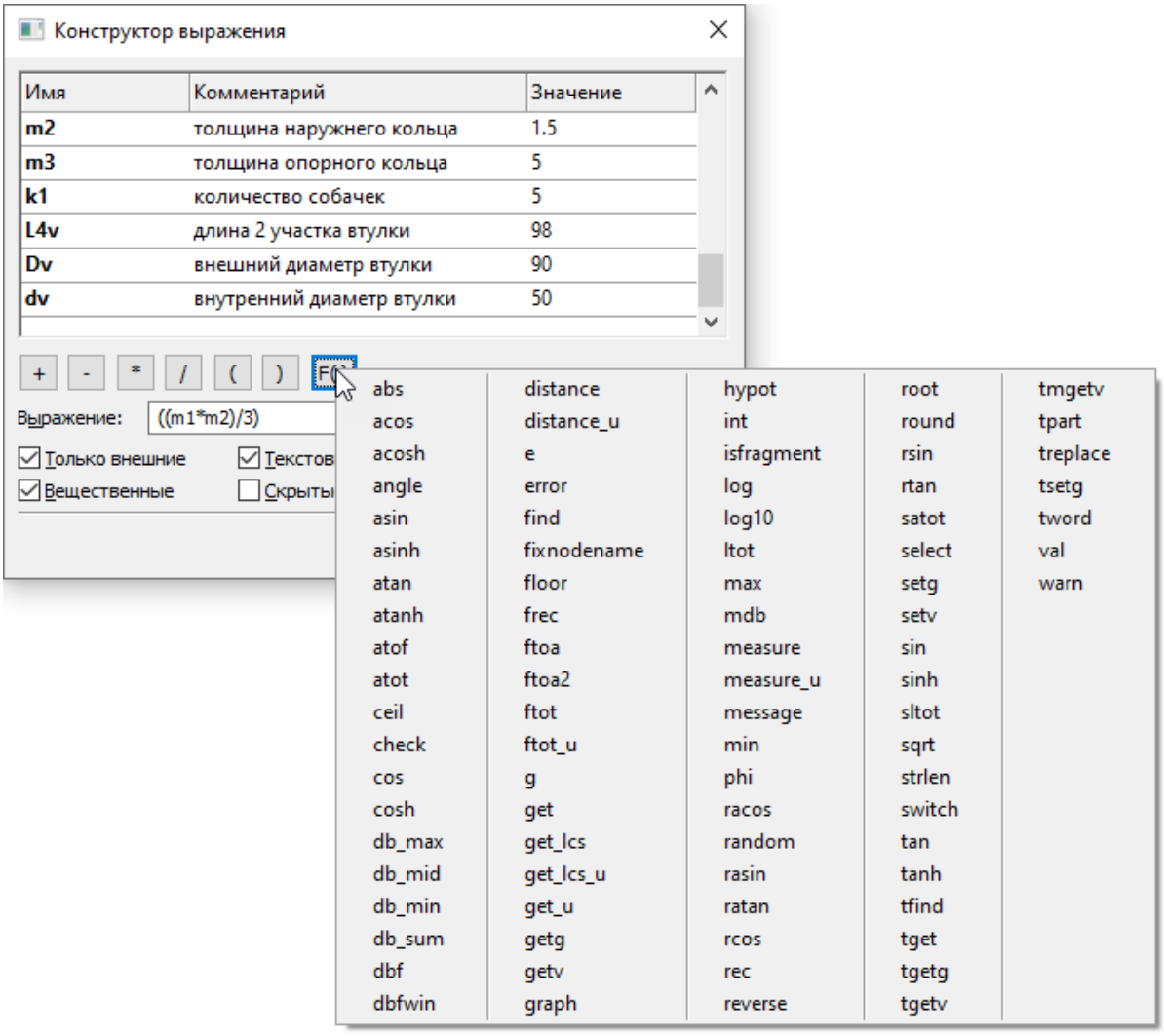
См. особенности наполнения окна **Конструктора выражения** в соответствующих разделах.

Установка флажков **Только внешние**, **Вещественные**, **Текстовые** и **Скрытые** определяет присутствие в списке переменных соответствующего типа. Выбор переменной можно осуществить с помощью , или вписав её имя в поле **Выражение.** При вводе имени несуществующей переменной вызывается диалог [создания новой переменной](#).

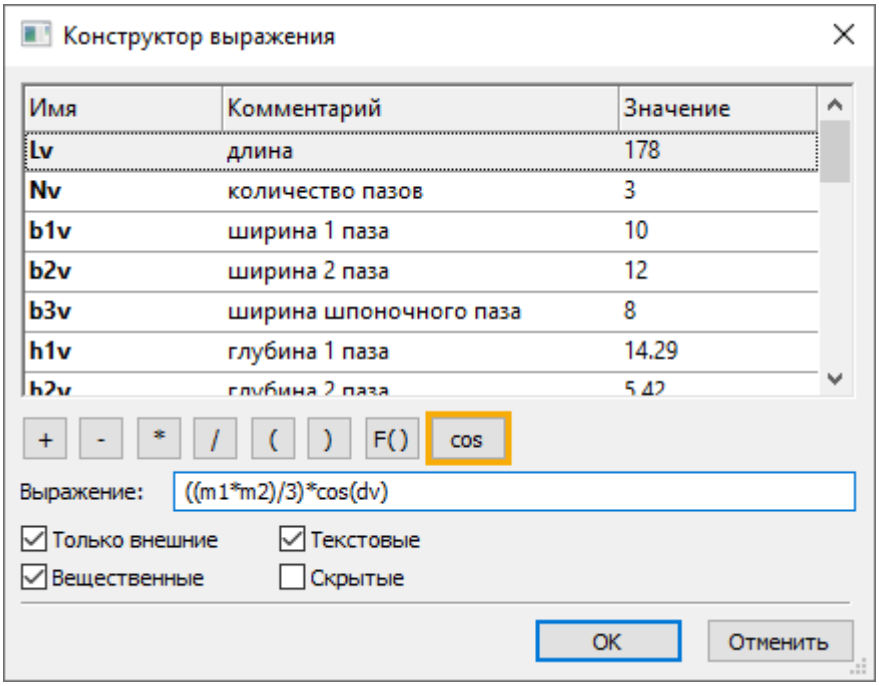


После подтверждения создаётся новая переменная с заданным значением и окно конструктора закрывается.

При необходимости можно задать выражение, состоящее из нескольких переменных, а также использовать предустановленные [функции для работы с переменными](#).



Последняя выбранная функция будет добавлена в окно конструктора.



Кнопки последних выбранных функций будут отображаться пока не будет закончен текущий сеанс работы с T-FLEX CAD.

Основные темы в этом разделе:

- Операнды выражения
- Операции выражения

Операнды выражения

Вещественные переменные

Вещественные константы не должны содержать пробелов.
Правильные константы:
2; 3.344; -2.34; 1.234e+5; 1.2344E-32; 0.0034;
Неправильные константы:
2,34 - используется запятая вместо точки.
1.234 e+5 - внутри константы используется недопустимый символ – «пробел».
Нельзя использовать для символа степени русские буквы (E или e).

Текстовые константы

Текстовая константа - любая текстовая строка, заключённая в кавычки.
"Это текстовая константа!"
Если внутри текстовой константы встречается символ " (кавычка), то ему должен предшествовать символ \ (обратный "слэш").
"Это тоже \"текстовая\" константа!"

Так должна быть записана текстовая константа, значение которой:
Это тоже "текстовая" константа!

Для использования внутри константы символа обратный "слэш" нужно указать его **дважды**.
Еще один пример:

"И \\это\\ m\o\ж\e!"

Значение примера:

И \это\ тоже!

Обратите внимание, что одиночный обратный "слэш" просто игнорируется.

Константы

В системе существует возможность присваивать переменным константные значения **g,e, phi**.

g(). Возвращает константу ускорения свободного падения.

e(). Возвращает константу числа Эйлера.

phi(). Возвращает константу числа Золотого сечения.

A	g()	9.80665
B	e()	2.718282
C	phi()	1.618034

См. также:

- Возвращение количества записей в базе данных

Операции выражения

Для **текстовых операндов** имеется только следующая операция:

- **конкатенация**, или проще - сложение двух текстовых строк (+).

Для **вещественных операндов** - это основные арифметические действия:

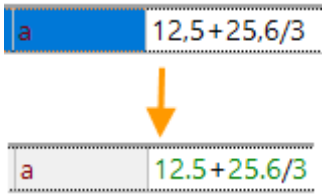
- **сложение (+);**
- **вычитание (-);**
- **умножение(*);**
- **деление (/);**
- **унарный минус.**

На ноль делить нельзя. Это приводит к ошибке.

Внутри выражений можно использовать любое количество пробелов. Пробелы иногда придают большую наглядность.

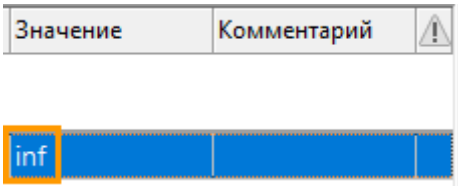
Важным моментом является порядок выполнения операций (приоритет). Например, операция умножения имеет больший приоритет по сравнению с операцией сложения. Для изменения порядка выполнения операций служат скобки. Правильное использование скобок позволяет избежать неожиданных результатов.

Разделителем между целой и дробной частью должна быть точка. При вводе значений в редакторе переменных и в полях ввода значений команд осуществляется автозамена ошибочного разделителя: если вместо разделителя точки была поставлена запятая – будет выполнена автозамена.



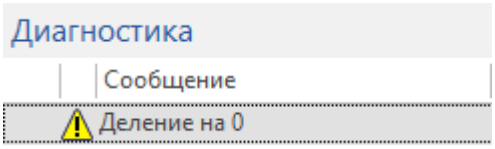
- **возведение в степень** (** или ^)

При выполнении данной операции возможно возникновение ошибок (например, переполнение при слишком большом значении результата). Если возникает одна из таких ситуаций, то появляется следующее сообщение:



- **получение остатка от деления** (%)

Результатом вычисления операции операнд1 % операнд2 является остаток от деления операнда1 на операнд2.
Значение операнд2 не должно быть равным нулю. Если операнд2 = 0, то в результате возникает ошибка:



Логические операции

Кроме вышеперечисленных алгебраических операций в выражениях можно использовать логические операции(операции сравнения). Результатом выполнения логической операции является вещественное число 1 (если отношение задаваемое этой операцией является верным) или 0 (в противном случае).
Логические операции:

- **больше (>).**
- **меньше(<).**
- **больше или равно (>=).**
- **меньше или равно (<=).**
- **не равно (!=).**
- **равно (==).**
- **логическое И (&&).**
- **логическое ИЛИ (||).**
- **логическое НЕ (!).**

Выражение !VAR_1 равносильно следующему: VAR_1 == 0
Логические операции обычно используются для сравнения значения переменной с константой или значением другой переменной. Неудобство представляет возможность получения в результате выполнения логических операций всего одного из двух значений - 0 или 1. Закономерным развитием условных операций служит введение еще одной операции.

- операция условия

Она представляет из себя следующую конструкцию:
условие ? значение1 : значение2
Например:
VAR_1 > 100 ? 1 : -1
Если значение переменной VAR_1 больше 100, то результатом выполнения этой операции будет значение 1, в противном случае результатом будет значение -1.
В качестве условия,значения1 и значения2 можно использовать любое выражение.
Наглядным примером служат функции **select** и **switch**, посмотреть которые можно в соответствующем разделе.

Функции работы с переменными

Для работы с переменными в T-FLEX CAD существует готовый набор функций.

Основные темы в этом разделе:

- Математические функции
- Тригонометрические функции
- Специальные функции
- Функции преобразования
- Текстовые функции
- Функции по работе с базами данных

См. также:

- Пользовательские функции

Математические функции

abs( ) - Найти абсолютное значение
ceil( ) - Округлить до большего целого
floor( ) - Округлить до меньшего целого
hypot(,) - Вычислить гипотенузу прямоугольного треугольника
int( ) - Округлить до ближайшего целого
log( ) - Найти натуральный логарифм числа
log10( ) - Найти десятичный логарифм числа
max(,) - Найти максимальное значение из набора заданных значений
min(,) - Найти минимальное значение из набора заданных значений
random(,) - Возвращает случайное число в указанном диапазоне
round(,) - Округлить первое значение с точностью второго значения
root( ) - Вычислить корень числа заданной степени.
sqrt( ) - Найти квадратный корень числа

Все функции, за исключением **hypot(,)**, **max(,)**, **min(,)**, **round(,)**, **random(,)**, **root(,)** имеют один вещественный аргумент. В аргументах функций можно использовать любое выражение (в том числе и обращения к функциям), результатом которого должно быть вещественное число.
Вышеописанные функции имеют два вещественных аргумента, разделённых запятой.

Тригонометрические функции

acos( ) - Найти арккосинус
acosh( ) - Обратный гиперболический косинус
asin( ) - Найти арксинус
asinh( ) - Обратный гиперболический синус
atan( ) - Найти арктангенс
atanh( ) - Обратный гиперболический тангенс
cos( ) - Найти косинус угла (угол указывается в градусах)
rcos( ) - Найти косинус угла (угол указывается в радианах)
rsin( ) - Найти синус угла (угол указывается в радианах)
rtan( ) - Найти тангенс угла (угол указывается в радианах)
racos( ) - Найти арккосинус угла (угол указывается в радианах)
rasin( ) - Найти арксинус угла (угол указывается в радианах)
ratan( ) - Найти арктангенс угла (угол указывается в радианах)
sin( ) - Найти синус угла (угол указывается в градусах)
tan( ) - Найти тангенс угла (угол указывается в градусах)

Все функции имеют один вещественный аргумент. В аргументах функций можно использовать любое выражение (в том числе и обращения к функциям), результатом которого должно быть вещественное число.

Специальные функции

В T-FLEX CAD доступны следующие специальные функции:

- check(,)
- distance(,)
- distance_u(,,)
- measure(,,)
- measure_u(,,,)
- error()
- message()
- fixnodename()
- get(,)
- get_u(,)
- get_lcs(,)
- get_lcs_u(,)
- getv(,)
- setv(,)
- graph(,)
- isfragment()
- tget(,)
- switch(,,)
- select(,)
- tgetv(,)
- tmgetv(,)
- getg(,)
- setg(,)
- tgetg(,)
- tsetg(,)

check("Имя файла", Тип) - Проверяет наличие файла (имя файла указывается с расширением). Тип файла задаётся следующими значениями:
0 - неопределённый,
1 - документ системы T-FLEX CAD,
2 - шрифт,
3 - база данных,
4 - текстура,
5 - спецификация.
Поиск ведётся в текущей директории, а затем в директориях, заданных в команде Настройка системы, закладка **Папки**. При обнаружении заданного файла функция возвращает 1, иначе возвращает 0.

distance("Имя1", "Имя2") - Получить значение расстояния между указанными 2D или 3D элементами (в параметрах задаются имена элементов или их идентификаторы).

> Данная функция автоматически подставляется в выражение переменной, если в команде **Измерить** создаётся переменная на основе найденного расстояния между двумя 2D или 3D объектами.

Синтаксис функции:

distance ("имя1", "имя2");
distance ("имя1", "имя2", "имя_ЛСК") – если указана ЛСК;
distance_u ("имя1", "имя2", "имя_ЕИ") – если указаны единицы измерения;
distance_u ("имя1", "имя2", "имя_ЛСК", " имя_ЕИ") – если указана ЛСК и единицы измерения.

- имя1 - имя первого элемента или его идентификатор;
- имя2 - имя второго элемента или его идентификатор;
- имя_ЛСК – имя ЛСК;
- имя_ЕИ – краткое имя ЕИ.

Определить расстояние с помощью функции distance() можно для следующих пар 2D и 3D объектов:

- 2D элементы – расстояние можно измерить между 2D узлом и другим 2D узлом, линией построения, линией изображения или штриховкой (порядок выбора измеряемых элементов не важен);
- 3D объекты – расстояние можно измерить между любыми двумя 3D объектами, являющимися 3D элементами построения (кроме ЛСК) или операциями.

Функция distance() также позволяет измерять расстояния для таких топологических 3D объектов, как вершины, рёбра, циклы, грани. Это возможно только для предварительно именованных топологических объектов. Присвоение имени (например, "Вершина_1" или "Ребро_3") осуществляется автоматически в команде **Измерить** или при использовании данного объекта в какой-либо 3D операции. Присвоенное объекту имя и нужно использовать в качестве его идентификатора при работе с функцией distance().

Примеры использования функции distance

Вычислить расстояние между двумя 3D узлами с именами "3D Узел_1" и "3D Узел_2", можно с помощью следующего вызова функции distance():

distance ("3D Узел_1", "3D Узел_2")

Расстояние между линией изображения, имеющей идентификатор 0x3000014, и 2D узлом с именем "Узел 1", также можно вычислить с помощью функции distance():

distance ("0x3000014", "Узел 1")

> Для работы с функцией distance() рекомендуется использовать команду **Измерить**.

measure("Имя1", "Имя2", "Отношение") - Получить указанное отношение между двумя заданными 2D или 3D элементами (задаются имена элементов или их идентификаторы и тип отношения).

> Данная функция автоматически подставляется в выражение переменной, если в команде **Измерить** создаётся переменная на основе любого найденного отношения (кроме расстояния) между двумя 2D или 3D объектами.

Синтаксис функции:

measure("имя1", "имя2", "отношение");
measure("имя1", "имя2","имя_ЛСК", "отношение") – если указана ЛСК;
measure_u("имя1", "имя2", "отношение","имя_ЕИ") – если указаны единицы измерения;
measure_u("имя1", "имя2", "имя_ЛСК", "отношение","имя_ЕИ") – если указана ЛСК и единицы измерения.

- имя1 – имя первого элемента или его идентификатор;
- имя2 – имя второго элемента или его идентификатор;
- отношение – имя вычисляемого отношения.
- имя_ЛСК – имя ЛСК;
- имя_ЕИ – краткое имя ЕИ.

Функция позволяет вычислить следующие типы отношений:
для 2D элементов:
"Angle" – Угол между двумя прямыми, отрезками или прямой и отрезком;
"DX" – Смещение двух 2D узлов относительно друг друга по оси X;
"DY" – Смещение двух 2D узлов относительно друг друга по оси Y;
для 3D объектов:
"Angle" – Угол между векторами направления двух 3D объектов.
Ниже перечислены 3D объекты, для которых можно определить направление (и, соответственно, вычислить данное отношение). Также указано, что будет выбрано в качестве вектора направления для каждого объекта:

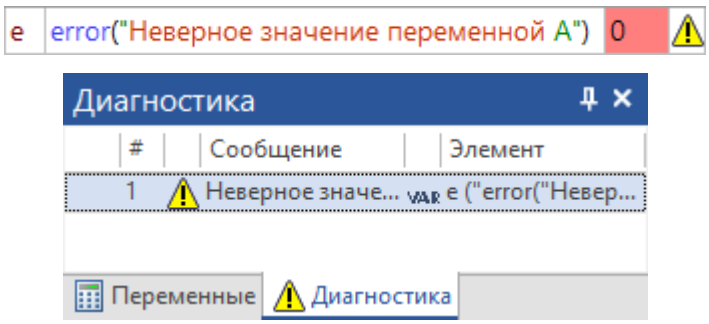
- 3D путь или разомкнутый 3D профиль, лежащие на прямой, – направление прямой;
- 3D путь или разомкнутый 3D профиль, лежащие на эллипсе (окружности), – вектор, направленный из центра эллипса (окружности) по нормали к плоскости эллипса (окружности);
- Плоский 3D профиль; рабочая плоскость; тело операции, состоящее из одной грани, лежащей на плоскости, – нормаль к плоскости;
- Цилиндрическая рабочая поверхность; 3D профиль, лежащий на цилиндре; тело операции, состоящее из одной грани, лежащей на цилиндре, – ось цилиндра;
- 3D профиль, лежащий на конусе; тело операции, состоящее из одной грани, лежащей на конусе, – ось конуса;
- Тороидальная рабочая поверхность; 3D профиль, лежащий на торе; тело операции, состоящее из одной грани, лежащей на торе, – ось тора.

"AxisDistance" – Расстояние между осями двух 3D объектов. В качестве объектов измерения можно выбирать те же 3D объекты, что и в предыдущем случае (при нахождении "Angle"), за исключением рабочих плоскостей. Оси выбранных объектов совпадают с их векторами направления.
"DX" – Смещение двух 3D узлов или 3D точек относительно друг друга по оси X;
"DY" – Смещение двух 3D узлов или 3D точек относительно друг друга по оси Y;
"DZ" – Смещение двух 3D узлов или 3D точек относительно друг друга по оси Z.
Функция measure(), как и функция distance(), может измерять отношения между топологическими 3D объектами (вершины, рёбра, циклы, грани), если данные объекты уже использовались в какой-либо операции и были при этом автоматически именованы.
Для двух топологических объектов типа вершина, ребро, грань, а также пары топологический объект – 3D узел возможно также определить дополнительное отношение:
"GeomDistance" – Расстояние между 3D точками, 3D кривыми или поверхностями, соответствующими двум 3D объектам типа: 3D узел, вершина, ребро, грань.
Как и при использовании функции get(), названия параметров функций distance() и measure() можно указывать как заглавными, так и строчными буквами. Если имя элемента или отношения задано неверно, то функция возвращает значение 0.

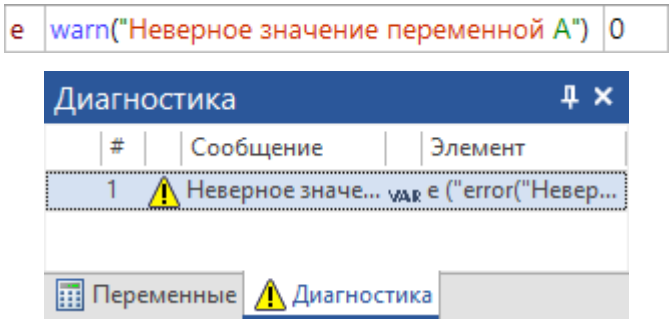
Примеры использования функции measure
Вычислить расстояние между осями двух тел, например, цилиндра, полученного в результате операции "Выталкивание_1", и тора, построенного с помощью операции "Вращение_2", можно с помощью следующего вызова функции measure():
measure("Выталкивание_1", "Вращение_2", "AxisDistance")

Для работы с функцией measure() рекомендуется использовать команду **Измерить**.

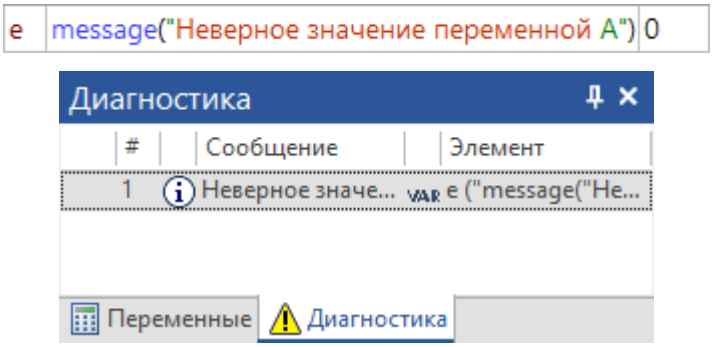
error(" ") - Вывести сообщение пользователя на экран в окне предупреждения об ошибке.



warn(" ") - Выводит сообщение пользователя в окно диагностики, но в отличие от предыдущей команды не прерывает процесс пересчёта модели. Вместо имени может использоваться идентификатор элемента, например "0x01000010".



message(" ") - Вывести сообщение пользователя на экран в окне сообщения.



fixnodename(n) - Получить имя узла фрагмента, который используется для привязки текущего документа в качестве фрагмента при помощи точек привязки. Данная функция полезна для создания библиотеки элементов логических и алгоритмических схем. Она позволяет правильно ориентировать направление соединительных стрелок между элементами. Параметром функции является номер точки привязки фрагмента.

get("STR","P") - Получить значение вещественного параметра P элемента системы с именем STR. Вместо имени элемента можно указывать его идентификатор (ID).
Данная функция позволяет получить значение свойства 2D или 3D элемента, а также страниц текущего чертежа. Набор доступных свойств зависит от типа измеряемого элемента.
Данная функция автоматически подставляется в выражение переменной, если в команде **Измерить** создаётся переменная на основе измеренной характеристики 2D или 3D объекта.
Синтаксис функции:

- get("строка1", "строка2")
- get("строка1",...,"строка1_n", "строка2)
- get_u("строка1", "строка2","строка3") – если указаны единицы измерения
- get_lcs("строка1", "строка2","строка3") – если указана ЛСК
- get_lcs_u("строка1", "строка2","строка3","строка4",) – если указаны ЛСК и ЕИ

строка1 - имя элемента или его идентификатор;
строка1_n - имена элементов или их идентификаторы при множественном измерении;
строка2 – имя параметра;
строка3 – имя ЕИ (краткое обозначение), если суффикс "_u", имя ЛСК, если суффикс "_lcs" или суффикс "_lcs_u";
строка4 – имя ЕИ (краткое обозначение), если суффикс "_lcs_u".
Множественное измерение допустимо для всех типов функций: get_u(), get_lcs(), get_lcs_u(). При множественном измерении расстояния измеряются функцией get(), с именем параметра "distance".
Все 3D элементы и операции имеют идентификатор и параметр **Имя**, значение которых по умолчанию автоматически заполняется системой, но имя, при необходимости, может быть изменено пользователем. 2D элементы по умолчанию имеют только идентификатор, а имя можно задать некоторым из них (2D узлам, линиям изображения) в командах редактирования (например, в Изменить узел или Изменить изображение) с помощью опции **<Ctrl><N>** или .
Функция **get()** позволяет в Редакторе переменных получить определенные значения графических элементов. Элементами, параметры которых можно получить с помощью данной функции являются:

- **2D страницы чертежа;**
- **линии построения;**
- **2D узлы;**
- **линии изображения;**
- **тексты;**
- **фрагменты;**
- **штриховки;**
- **3D элементы построения;**
- **3D операции;**
- **грани, рёбра, циклы.**

Данная функция автоматически подставляется в выражение переменной, если в команде Измерить значение выбранного свойства сохраняется в переменной.
Зарезервированные имена параметров, которые вы можете получить:
для 2D страниц чертежа:
"ZONES_STEP_X" - размер одной зоны по оси X (величина шага по оси X);
"ZONES_STEP_Y" - размер одной зоны по оси Y (величина шага по оси Y_;
"ZONES_OFFSET_X" - смещение разбиваемой на зоны области относительно точки (0,0) - по оси X;
"ZONES_OFFSET_Y" - смещение разбиваемой на зоны области относительно точки (0,0) - по оси Y;
"ZONES_COUNT_X" - количество зон по оси X;
"ZONES_COUNT_Y" - количество зон по оси Y.
Параметры разбивки страницы чертежа на зоны задаются в команде Задать параметры документа, на закладке **Зоны**.
для узлов:
"X" – X-координата узла;
"Y" – Y-координата узла;
для линий построения:
прямых:
"X", "Y" - координаты первой точки, через которую проходит линия построения – прямая;
"P1", "P2" - координаты второй точки, через которую проходит линия построения – прямая;
окружностей и эллипсов:
"LENGTH" – длина окружности;
"P1" – радиус окружности (данная характеристика присутствует только у окружностей);
"X", "Y" – координаты центра окружности;

сплайнов, 2D путей, функций и эквидистант:
"LENGTH" – длина элемента;
для узлов
"X", "Y" - координаты узла.
для линий изображения:
отрезков:
"LENGTH" - длина отрезка;
"Имя или ID страницы", "IMAGES_LENGTH" - суммарная длина всех линий изображений;
"START_X", "START_Y" – координаты начальной точки отрезка;
"END_X", "END_Y" – координаты конечной точки отрезка;
построенных на основе окружностей:
"LENGTH" - длина дуги окружности;
"CENTER_X", "CENTER_Y" – координаты центра окружности;
"ANGLE" - угол дуги линии изображения;
"RADIUS" – радиус окружности;
построенных на основе эллипсов, сплайнов, 2D путей, эквидистант и функций:
"LENGTH" – длина элемента
для **линий изображения, построенных как дуга окружности или эллипса, часть сплайна, 2D пути, эквидистанты или функции**, добавляются следующие характеристики:
"START_X", "START_Y" – координаты начальной точки дуги;
"END_X", "END_Y" – координаты конечной точки дуги;
для текстов
"WIDTH" - высота текста.
"HEIGHT" - ширина текста
"X", "Y" – координаты X и Y точки привязки текста;
"TEXT" – содержимое текста.
для фрагментов
В качестве "строки1" выступает имя или идентификатор фрагмента, в качестве "строки2" - имя переменной фрагмента. Функция возвращает значение переменной.
Кроме того, для 2D фрагментов доступны параметры:
"BoundBoxLeft" – левая граница охватывающего прямоугольника (координата X);
"BoundBoxRight" – правая граница охватывающего прямоугольника (координата X);
"BoundBoxTop" – верхняя граница охватывающего прямоугольника (координата Y);
"BoundBoxBottom" –нижняя граница охватывающего прямоугольника (координата Y);
"BoundBoxCenterX" – координата X центра охватывающего прямоугольника фрагмента;
"BoundBoxCenterY" – координата Y центра охватывающего прямоугольника фрагмента.

для размеров:
"FIT" – посадка размера;
"LOWER_DEVIATION" – нижнее значение допуска;
"UPPER_DEVIATION" – верхнее значение допуска;
"TEXT_BEFORE" – текст перед (размерным числом);
"TEXT_AFTER" – текст после (размерного числа);
"TEXT_UNDER" – текст под (размерным числом);
"TOLERANCE" – допуск размера;
"VALUE" – значение размера;
для надписей:
"INSCR_TEXT" – текст надписи;
"INSCR_TEXT_UNDER" – текст под полкой надписи;
"TEXT_ON_LEADER" – текст на стрелке;

"TEXT_UNDER_LEADER" – текст под стрелкой;
для 2D коннекторов – в качестве характеристик коннектора возвращаются значения коннектора.
для штриховок
"AREA" - площадь штриховки.
"XMASS" - X-координата центра масс.
"YMASS" - У-координата центра масс.
"PERIMETER" - периметр штриховки.
"XAREAMOMENT" – Компонента Ix момента инерции;
"YAREAMOMENT" - Компонента Iy момента инерции;
"PRODUCTAREAMOMENT" - Центробежный момент инерции;
"XINERTIARADIUSVALUE" - Радиус инерции X;
"YINERTIARADIUSVALUE" - Радиус инерции Y;
"XAREAMOMENTMAINVALUE" - Компонента Ix главного момента инерции относительно центра масс;
"YAREAMOMENTMAINVALUE" - Компонента Iy главного момента инерции относительно центра масс;
"MAINAXESROTATIONVALUE" - Угол поворота главных осей инерции.
Для 3D элементов системы можно получать свойства следующих объектов:
для операций:
"Area" – площадь поверхности;
"Mass" – масса тела (учитывается плотность материала);
"Xmass", "Ymass", "Zmass" - X,Y,Z-координаты центра масс;
"IX", "IY", "IZ" – осевые моменты инерции относительно осей X, Y, Z;
"IXY", "IYZ", "IZX" – центробежные моменты инерции относительно плоскостей XY, YZ, ZX;
"Volume" – объём;
"Density" - плотность.
для операции "Наложение материала" добавляется свойство:
"MaterialArea" – общая площадь граней, на которые назначен материал;
для 3D массивов операций, Тел и элементов построения любых видов добавляется свойство:
"CopyCount" – фактическое количество копий в массиве (с учётом ограничений и исключений);
для 3D узлов:
"POINTX", "POINTY", "POINTZ" - X, Y, Z-координаты 3D узла;
для 3D профиля:
"Area" - площадь поверхности 3D профиля;
"Perimeter" - периметр замкнутого 3D профиля или длина разомкнутого;
для 3D пути:
"Perimeter" – длина 3D пути;
для грани:
"Area" - площадь поверхности;
"Perimeter" - периметр грани;
для плоской грани добавляются свойства:
"LocationX", "LocationY", "LocationZ" – X, Y, Z-координаты начальной точки плоскости грани;
"NormalX", "NormalY", "NormalZ" – X, Y, Z-компоненты нормали плоскости грани;
"RefDirectionX", "RefDirectionY", "RefDirectionZ" – X, Y, Z-компоненты вектора плоскости (вектор плоскости определяет направление оси X плоскости грани);
для цилиндрической грани добавляются свойства:
"Radius" - радиус цилиндра;
"Diameter" – диаметр цилиндра;
"CenterX", "CenterY", "CenterZ" – X, Y, Z-координаты центра;
"AXISX", "AXISY", "AXISZ" – X, Y, Z-компоненты оси цилиндра;
для **тороидальной грани добавляются свойства:**

"MaxRadius", "MinRadius" - максимальный и минимальный радиусы тора;
"CenterX", "CenterY", "CenterZ" – X, Y, Z-координаты центра тора;
"AxisX", "AxisY", "AxisZ" – X, Y, Z-компоненты оси тора;
для **сферической грани** добавляются характеристики:
"Radius" – радиус сферы;
"Diameter" – диаметр сферы;
"CenterX", "CenterY", "CenterZ" – X, Y, Z-координаты центра сферы;
для ребра:
"Perimeter" – длина ребра;
"StartX", "StartY", "StartZ" – X, Y, Z-координаты начальной точки;
"EndX", "EndY", "EndZ" – X, Y, Z-координаты конечной точки;
для прямого ребра добавляются свойства:
"VECTORX", "VECTORY", "VECTORZ" – X, Y, Z-компоненты направления отрезка;
для ребра по окружности или по дуге окружности:
"Radius" – радиус окружности;
"Diameter" – диаметр окружности;
"CenterX", "CenterY", "CenterZ" – X, Y, Z-компонента центра окружности;
"AxisX", "AxisY", "AxisZ" – X, Y, Z-компоненты нормали к плоскости окружности;
"StartAngle" – начальный угол дуги окружности;
"EndAngle" – конечный угол дуги окружности;
для эллиптического ребра добавляются свойства:
"MajorRadius" – радиус большой полуоси эллипса;
"MinorRadius" – радиус малой полуоси эллипса;
"CenterX", "CenterY", "CenterZ" – X, Y, Z-компонента центра эллипса;
"AxisX", "AxisY", "AxisZ" – X, Y, Z-компоненты нормали к плоскости эллипса;
"MaxDirectionX", "MaxDirectionY", "MaxDirectionZ" – X, Y, Z-компонента большой полуоси эллипса;
"MinDirectionX", "MinDirectionY", "MinDirectionZ" – X, Y, Z-компонента малой полуоси эллипса;
"StartAngle" – начальный угол дуги эллипса;
"EndAngle" – конечный угол дуги эллипса;
для цикла:
"Perimeter" – периметр цикла.
для 3D коннекторов – в качестве характеристик коннектора возвращаются значения коннектора.
Имена параметров могут задаваться как заглавными, так и строчными буквами. Если имя элемента или его свойство задано неверно, то функция возвращает значение 0.

Примеры использования функции get
Для узла, имеющего имя NODE_1, для того,чтобы получить значение его X-координаты необходимо осуществить следующий вызов функции get():
get ("NODE_1", "X")
Функция возвратит значение X-координаты узла с именем NODE_1.
get("0x9000001","PERIMETER")
Функция возвратит длину периметра контура штриховки, имеющей идентификатор 0x9000001.
get("3D фрагмент_11","volume")
Функция возвратит объём тела 3D фрагмента с именем 3D фрагмент_11.
Несколько простых применений функции get():
Вычисление периметра любого контура, состоящего из линий изображения.
Определение расстояния между двумя узлами.
Определение координат любой точки, которые трудно рассчитать.

Функции getv() и setv()

Функции getv() и setv() позволяют получать и задавать значения вещественных служебных характеристик документов T-FLEX CAD, таких как количество страниц документа, масштаб и размер шрифта, установленные для каждой страницы, координаты углов форматок страниц, объём всех тел в 3D сцене (если документ содержит 3D модель) и т.п. Значения данных характеристик можно использовать, например, для передачи данных между сборочным чертежом и фрагментами.

getv("NAME",N) - Получить значение служебного параметра документа с именем NAME. Некоторые параметры определяются отдельно для каждой 2D страницы документа. В этом случае к имени параметра добавляется "_Страница", где "Страница" – имя нужной страницы текущего документа. Если имя страницы не указано, возвращается значение параметра для первой страницы документа.

setv("NAME",N) - Установить значение N для глобального параметра системы с именем NAME.

В системе T-FLEX CAD определены несколько служебных параметров, которые влияют на отображение чертежа на экране. Такими параметрами являются:

SCALE - масштаб чертежа.

XL - координата X левой границы чертежа.

XH - координата X правой границы чертежа.

YL - координата Y нижней границы чертежа.

YH - координата Y верхней границы чертежа

_XL - координата X левой границы сборочного чертежа при использовании текущего чертежа в качестве фрагмента.

_XH - координата X правой границы сборочного чертежа при использовании текущего чертежа в качестве фрагмента.

_YL - координата Y нижней границы сборочного чертежа при использовании текущего чертежа в качестве фрагмента.

_YH - координата Y верхней границы сборочного чертежа при использовании текущего чертежа в качестве фрагмента.

FSIZE - размер шрифта чертежа.

LTHICK- толщина основных линий чертежа.

TLTHICK - толщина тонких линий документе

EXPLODE - режим разборки фрагментов чертежа.

XSIZE, YSIZE, ZSIZE – измеряют габаритные размеры 3D модели по осям X, Y и Z глобальной системы координат.

Следующая группа параметров позволяет производить нумерацию страниц в форматках многостраничного документа или спецификации.

APAGES - возвращает общее количество страниц, в документе, в который включен данный фрагмент

APAGE - возвращает номер страницы, на которую нанесен данный фрагмент

DPAGE- текущий номер чертёжной (обычной) страницы

DPAGES - число чертёжных (обычных) страниц

BOMPAGES - возвращает общее количество страниц в спецификации в документе, в который включен данный фрагмент

BOMPAGE - возвращает номер страницы спецификации, на которую нанесен данный фрагмент

getv_u позволяет возвращать единицы измерения.

Для трёхмерных моделей предусмотрены следующие служебные параметры:

getv("mass",0) - значение массы всех тел в сцене, либо значение массы, заданное вручную в параметрах документа. Масса, заданная вручную, имеет приоритет над массой тел.

getv("volume",0) - значение объёма всех тел в сцене;

getv("area",0) - значение площади поверхности всех тел в сцене;
В функции **setv** параметры **_XL, _XH, _YL, _YH, EXPLODE, APAGES, APAGE, BOMPAGES, BOMPAGE** не используются.
Кроме этих параметров вы можете создать свои служебные параметры.
Функции **setv()** и **getv()** позволяют в редакторе переменных соответственно устанавливать и получать значения служебных параметров.
Функции **setv()** и **getv()** могут получать и устанавливать значения параметров, задаваемых в команде Параметры документа **любой страницы**. Для этого необходимо при вызове этой функции сформировать имя первого операнда из старого имени (их список приведён выше), знака подчёркивания и имени страницы. Например, для получения масштаба второй страницы, необходимо вызвать функцию
getv("SCALE_Страница 2",0)
Если имя страницы не указано, возвращается значение параметра для первой страницы документа.
Синтаксис функций:
getv("NAME",N)
Этот вызов означает: получить значение служебного параметра системы, где NAME - имя служебного параметра, N - значение, которое вернет функция, если не найдет указанного параметра.
Вы можете получить значение любого параметра чертежа, установленного функцией **setv()**.
setv("NAME",M)
Этот вызов означает: установить значение служебного системы, где NAME - имя служебного параметра, M - значение, которое будет установлено для указанного параметра. В качестве M может использоваться переменная или выражение.
Если вы зададите новое имя, то система создаст для текущего чертежа новый служебный параметр. Служебные параметры могут использоваться при передаче значений между сборочным чертежом и его составными частями (фрагментами).
Например, в сборочном чертеже вы с помощью функции
setv ("TMP", 50)
создаете служебный параметр TMP со значением 50, а во фрагментах с помощью функции
getv ("TMP", 0)
получаете значение служебного параметра TMP равное 50.

graph("Имя графика",X) - Получить значение функции F(x), соответствующее значению аргумента X, для графика с именем "**Имя графика**".

isfragment( ) - Получить признак использования чертежа в качестве фрагмента. Данная функция возвращает значение 0 в том случае, если чертёж является текущим (загруженным для редактирования), 1 если чертёж является фрагментом первого уровня вложенности, 2 - второго и т. д.
Функция является удобной в том случае, если необходимо гасить какие-либо элементы чертежа при использовании его в качестве фрагмента.

tget(,) - Функция позволяет получить текстовые свойства элементов: имя материала 3D операций, значения текстовых переменных фрагмента.
$text = tget("0xD000001","$razrab") – получаем фамилию разработчика чертежа.
$mater = tget("Выталкивание_1","Material") – определение материала операции "Выталкивание_0".

switch(Условие, Значение1, Результат1, Значение2, Результат2, ... , Результат по умолчанию) - Функция используется для выбора варианта значения по одному условию.
В качестве значения переменной будет принят результат, значение которого соответствует условию.

Numb3	2	2
Switch	switch(Numb3,1,10, 2, 20, 3, 30, 40)	20

select(Условие1, Результат1, Условие2, Результат2, ... , Результат по умолчанию) - Функция используется для выбора варианта значения по нескольким условиям.
Через запятую перечисляются условия и результаты, которые будут заданы в случае выполнения условия.
В качестве значения переменной будет принят результат первого выполненного условия, либо результат по умолчанию.

Numb1	1	1
Numb2	20	20
Select1	select(Numb1==3,100, Numb2<10,200, 300)	300

В случае, если ни один из перечисленных вариантов не подходит, а значение по умолчанию не задано, значение переменной будет равно нулю.

tgetv(,) - Данная функция предназначена для получения значения текстовых системных переменных или характеристик текущего чертежа.
Первым аргументом функции может быть одно из следующих зарезервированных значений:

"USERNAME"	Имя текущего пользователя системы.
"YEAR"	Текущий год.
"MONTH"	Текущий месяц (номер).
"DAYOFWEEK"	Текущий день недели (номер).
"DAY"	Текущий день месяца (номер).
"HOUR"	Текущий час.
"MINUTE"	Текущая минута.
"SECOND"	Текущая секунда.
"DATE"	Текущая дата (название) в соответствие с текущими установками системы
"TIME"	Текущее время в соответствие с текущими установками системы.
"REGNAME"	Имя пользователя, на которого зарегистрирована система.
"REGCOMPANY"	Название компании, на которую зарегистрирована система.
"TITLE"	Название текущего чертежа.
"SUBJECT"	Предмет текущего чертежа.
"AUTHOR"	Имя автора текущего чертежа.
"KEYWORDS"	Ключевые слова текущего чертежа.

"**USERNAME**"	Имя текущего пользователя системы.
"**COMMENTS**"	Комментарий текущего чертежа.
"**TEMPLATE**"	Шаблон OLE документа.
"**LASTAUTHOR**"	Имя последнего пользователя, сохранившего чертеж.
"**REVNUM**"	Номер редакции текущего чертежа.
"**EDITTIME**"	Общее время редактирования текущего чертежа.
"**PRINTDATE**"	Дата последнего вывода на принтер текущего чертежа.
"**CREATEDATE**"	Дата создания текущего чертежа.
"**SAVEDATE**"	Дата последнего сохранения текущего чертежа.
"**FILENAME**"	Имя текущего файла (возвращаемая строка содержит полный путь к текущему документу и имя файла с расширением).
"**SHORTFILENAME**"	Имя текущего файла (возвращаемая строка содержит только имя файла).
"**FORMAT**"	Формат текущего чертежа.
"**SCALE**"	Масштаб первой страницы текущего документа. Для получения масштаба любой другой страницы документа аргумент функции будет **SCALE_Имя страницы**. Например, tgetv("SCALE_Страница 2") считает масштаб из параметров второй страницы.
"**SCALEVALUE**"	Масштаб первой страницы текущего документа без буквы «М».
"**MASSUNIT**"	Единицы измерения массы, выбранные в параметрах текущего документа (**Параметры документа** > **Документ** > **3D** > **Единицы** > **Масса**).
"**LINEARUNIT**"	Единицы измерения длины, выбранные в параметрах текущего документа (**Параметры документа** > **Документ** > **3D** > **Единицы** > **Длина**).
"**_FORMAT**"	Формат чертежа страницы, на которую вставлен текущий фрагмент.
"**FORMAT_BOM**"	Возвращает формат первой страницы типа «Спецификация». Если такой страницы нет, то возвращает формат первой страницы.
"**_SCALE**"	Масштаб чертежа страницы, на которую вставлен текущий фрагмент.
"**_SCALEVALUE**"	Масштаб чертежа страницы, на которую вставлен текущий фрагмент без буквы «М».
"**PAGENAME**"	Имя страницы, на которую вставлен фрагмент.

"**USERNAME**" Имя текущего пользователя системы.

"**PAGETYPE**" Тип страницы, на которую вставлен фрагмент.

Для аргументов **DATE, TIME, PRINTDATE, CREATEDATE, SAVEDATE** можно настроить формат вывода даты и/или времени с помощью зарезервированных значений, перечисленных ниже. Если формат вывода не задан, то используются форматы и даты и времени по умолчанию в соответствии с текущими региональными настройками операционной системы.
В формате вывода лишние буквы из числа указанных ниже игнорируются (например, "ss" и "sssssss" дадут один и тот же результат), остальные символы копируются без изменений. Таким образом можно, например, использовать разные символы-разделители или добавлять произвольный текст. Если в произвольном тексте, который необходимо скопировать в результат, есть буквы зарезервированных значений, то его необходимо заключать в одинарные кавычки, а для использования самой одинарной кавычки в составе выводимого текста нужно написать две подряд.

Для аргументов **DATE** и **TIME** формат вывода указывается в составе первого аргумента через пробел.
Для аргументов **PRINTDATE, CREATEDATE, SAVEDATE** формат вывода указывается отдельно в качестве второго аргумента.
Примеры:

tgetv("SAVEDATE", "'Last save:' dd/MM/yy")	Last save: 16/03/26
tgetv("DATE 'Today:' dd/MM/yy")	Today: 16/03/26

Зарезервированные значения формата вывода даты и времени:

"d" День месяца без нуля в начале.

"dd" День месяца.

"ddd" Сокращённое название дня недели в соответствии с текущими региональными настройками операционной системы.
Пример с российскими региональными настройками:

tgetv("DATE ddd d MM yyyy")	Пн 16 03 2026

Пример с британскими региональными настройками:

tgetv("DATE ddd d MM yyyy")	Mon 16 03 2026

"dddd" Полное название дня недели в соответствии с текущими региональными настройками операционной системы.
Пример с российскими региональными настройками:

tgetv("DATE dddd d MM yyyy")	понедельник 16 03 2026

Пример с британскими региональными настройками:

tgetv("DATE dddd d MM yyyy")	Monday 16 03 2026

"M" Месяц без нуля в начале.

"MM" Месяц.

"MMM" Сокращённое название месяца в соответствии с текущими региональными настройками операционной системы.
Пример с российскими региональными настройками:

tgetv("DATE d MMM yyyy")	16 мар 2026

"d" День месяца без нуля в начале.

Пример с британскими региональными настройками:

tgetv("DATE MMM d, yyyy")	Mar 16, 2026

"MMMM" Полное название месяца в соответствии с текущими региональными настройками операционной системы.

Пример с российскими региональными настройками:

tgetv("DATE d MMMM yyyy")	16 марта 2026

Пример с британскими региональными настройками:

tgetv("DATE MMMM d, yyyy")	March 16, 2026

"yy, y" Последние две цифры года.

"yyyy, yyy" Год.

"h" Часы в 12-часовом формате без нуля в начале.

"hh" Часы в 12-часовом формате.

"H" Часы в 24-часовом формате без нуля в начале.

"HH" Часы в 24-часовом формате.

"m" Минуты без нуля в начале.

"mm" Минуты.

"s" Секунды без нуля в начале.

"ss" Секунды.

"t" Сокращённое обозначение части суток (до или после полудня) для 12-часового формата, если таковое есть в текущих региональных настройках операционной системы.

Пример с британскими региональными настройками:

tgetv("TIME HH:mm t")	15:54 P

"tt" Полное обозначение части суток (до или после полудня) для 12-часового формата, если таковое есть в текущих региональных настройках операционной системы.

Пример с британскими региональными настройками:

tgetv("TIME HH:mm tt")	15:56 PM

"g" Обозначение нашей эры в соответствии с текущими региональными настройками операционной системы.

Пример с российскими региональными настройками:

tgetv("DATE dd.MM yyyy г. g")	16.03 2026 г. наша эра

Пример с британскими региональными настройками:

tgetv("DATE dd.MM gyyyy")	16.03 A.D.2026

tmgetv( ) - Данная функция работает аналогично функции **tgetv,** но для получения значений системных переменных сборочного чертежа в случае использования текущего чертежа в качестве фрагмента.

Функции для глобальных переменных

Для обращения к значениям **глобальных переменных вещественного типа** предназначены функции:

getg("NAME", N) - получить значение глобальной переменной системы (NAME - имя глобальной переменной, N - значение, которое возвращает функция, если переменная «NAME» не найдена).
setg("NAME", N) - установить значение N для глобальной переменной системы с именем NAME. Если переменной с указанным именем не существует, то она будет создана.
Для обращения к значениям глобальных переменных текстового типа предназначены функции:
tgetg("NAME", STR) - получить значение глобальной переменной системы (NAME - имя глобальной переменной, STR - текстовая строка (имя текстовой переменной), которую возвращает функция, если переменная "NAME" не найдена).
tsetg("NAME", STR) - установить значение STR для глобальной переменной системы с именем NAME. Если переменной с указанным именем не существует, то она будет создана.
В качестве второго параметра можно указывать имя переменной или выражение.
Кроме использования функций для задания значения глобальных переменных можно вызвать команду **Параметры > Глобальные переменные** (опция **Параметры** позволяет изменить имя, значение и тип выбранной переменной).
Например, в одном документе вы с помощью функции...
setg ("TMP", 50)
...создаете глобальную переменную TMP со значением 50, а в других документах с помощью функции...
getg ("TMP", 0)
...получаете значение глобальной переменной TMP равное 50.

Функции преобразования

angle(45, 10, 15) - Формирует десятичное значение угла из градусов, минут, секунд или из градусов и минут. Т.е. функция имеет три или два аргумента.

atof("0.25") - Преобразовать строку "0.25" в вещественное число 0.25.

ftoa(0.25) - Преобразовать вещественное число 0.25 в строку "0.25".

N	0.25	0.25
$Text	ftoa(N)	0.25

Данная функция может содержать формат возвращаемой записи, например:

N	0.25	0.25
$Text	ftoa("%.3f",N)	0.250

ftot(0.25) - Преобразовать вещественное число 0.25 в строку "0.25" с использованием запятой вместо точки.

N	0.25	0.25
$Text	ftot(N)	0,25

ftot_u(0.25, "мм") - Преобразовать вещественное число 0.25 в строку "0.25" с использованием запятой вместо точки в заданных единицах измерения.

N	0.25 м	0.25
$Text	ftot_u(N, "мм")	250 мм

atot( ) - Преобразовать угловое значение параметра функции в текстовую строку.
Синтаксис вызова функции:
atot (angle, accuracy, standard, number), где

- **angle -** вещественное значение исходного угла

- **accuracy** - точность, с которой необходимо преобразовать значение
- **standard** - форма представления угла; может принимать следующие значения:
  - 1 - десятичная форма, например, 1.123
  - 2 - в виде градусов, минут и секунд, например 1 2'30"
- **number** - количество значащих цифр после запятой при десятичной форме представления

Пример:
$text1 = atot(1.1234,0.001,2,6)
$text2 = atot(1.1234,0.001,1,6)
После вычисления $text1 равно 1 7'23", а $text2 - 1.123000

ltot( ) - Преобразовать линейное значение параметра функции в текстовую строку.
Синтаксис вызова функции:
ltot (length, accuracy, standard, number),
где

- **length** - вещественное значение исходной длины
- **accuracy** - точность, с которой необходимо преобразовать значение
- **standard** - форма представления длины; может принимать следующие значения:
  - 1 - десятичная форма, например, 1.123
  - 2 - в виде дюймов
  - 3 - в виде дюймов и фракций
  - 4 - в виде футов, дюймов и фракций
  - 5 – десятичная форма (через запятую), например 1,123
- **number** - количество значащих цифр после запятой при десятичной форме представления

satot( ) - Преобразовать вещественное число, под которым подразумевается некоторая угловая величина, в текстовую строку.
Параметрами преобразования являются установки, которые заданы в команде Параметры документа на вкладке **Размеры**.
Для функции **satot( )** используются данные из раздела **Угловые размеры**. Если в команде Параметры документа установлены значения:

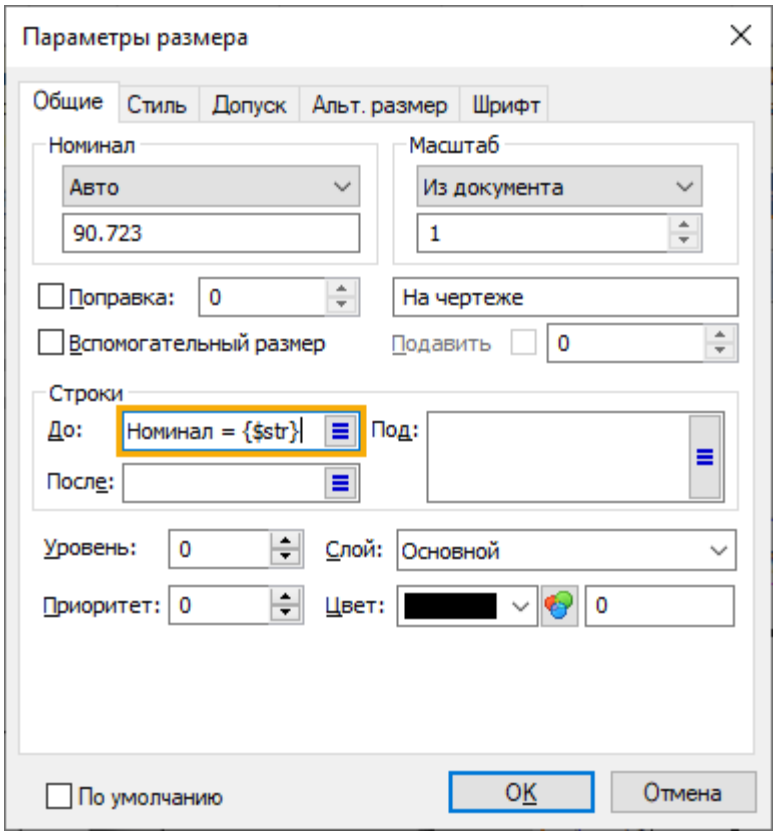
то вызов функции satot(12.34567) приведёт к следующему результату: 12%%d30’
Сочетание символов %%d заменяет символ градус (°).
Для того чтобы этот набор символов превратился в градус, переменная должна быть использована в качестве параметра какого-либо элемента оформления – текста (только строчного), размера, надписи и т.д.

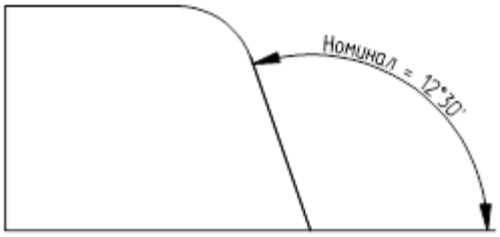
Поясним вышесказанное на примере. Пусть в результате вызова функции переменная $str получит следующее значение:

$str = satot(12.34567) = 12%%d30’

?	Имя	Выражение	Значение
Группа:			
	$str	SATOT(12.34)	12%%d30'

Если затем создать размер, у которого вместо номинала будет использоваться строка, в которой в фигурных скобках стоит переменная, то на экране появится следующий результат:





Если поместить имя переменной, получающей значение в результате вызова подобной функции, внутри фигурных скобок в строчный текст, то строка также будет выведена правильно.
Если в команде Параметры документа изменить значение параметра **Единицы**,

Угловые размеры	
Единицы	10.125°
Минимальное количество цифр	0
Точность	0.5

то получим следующий результат:
satot(12.34567) результат - 12.5%%d
Параметр **Точность** позволяет регулировать точность получаемых результатов.

Угловые размеры	
Единицы	10° 30' 15"
Минимальное количество цифр	0
Точность	0.05

satot(12.34567) результат - 12%%d21'

Параметр **Минимальное количество цифр** используется только в том случае, если используется десятичная форма представления.

satot(12.34567) результат - 12.500%%d

Работа функции sltot( ) отличается от предыдущей только тем, что под вещественным числом, подлежащим преобразованию, подразумевается линейная величина и, в соответствии с этим, изменяются и формы представления. Их для данной функции четыре:
1 – десятичная форма, например 1.123;
2 – в виде дюймов;
3 – в виде дюймов и фракций;
4 – в виде футов, дюймов и фракций.
При следующих установках:

получим результат:
sltot(12.34567) результат - 12.35
tounit(,) - преобразовать ЕИ.
На вход принимается значение с установленной, или не установленной ЕИ, а также целевая ЕИ. Целевая ЕИ может передаваться либо в виде текстовой строки (например "мм"), либо в виде другой переменной, у которой будет заимствоваться её ЕИ.
В случае, если ЕИ значения совместимы с целевой ЕИ (т.е. они имеют один и тот же тип), то выполняется пересчёт в целевую ЕИ. Например "кг" -> "т".
Если же ЕИ не являются совместимыми, то у значения устанавливается целевая ЕИ. Ошибка несовместимости ЕИ при этом не выдаётся.

Имя	Выражение	Значение	ЕИ
Группа:			
example_1	tounit(value_1,value_3)	0.123	авто(т)
example_2	tounit(value_1, "г")	123000	авто(г)
example_3	tounit(value_2, "t")	0.000456	авто(т)
example_4	tounit(value_1,$unit)	123000	авто(г)
$unit	"г"	г	
value_1	123 кг	123	авто(кг)
value_2	456 г	456	авто(г)
value_3	1 т	1	авто(т)

Текстовые функции

strlen("Строка") - Получить значение длины строки "Строка".

tfind("Строка1", "Строка2") - Поиск подстроки "Строка2" в строке "Строка1". Возвращает целое значение, равное номеру первого вхождения подстроки, начиная с 1. В случае ошибки (подстрока не найдена) возвращается значение 0.

treplace("Строка1", "Строка2", "Строка3") - Замена подстроки "Строка2" на подстроку "Строка3" в строке "Строка1". Возвращает текстовое значение, с замененным значением.

tword( ) - Данная функция позволяет получить слово из предложения.
Функция принимает два параметра: первый текстовый - исходное предложение, второй вещественный - номер слова, которое необходимо получить.
Пример:
$NAME = tword ("Иванов Иван Иванович", 2)
В этом случае переменной $NAME будет присвоено значение «Иван».

tpart( ) - Данная функция позволяет получить часть строки.
Она принимает три параметра: первый текстовый - исходная строка, второй целый - номер начального символа подстроки, которую необходимо получить, третий целый - количество символов, которое необходимо включить в подстроку.
Пример:
$date = tpart ("24.02.97",1,2)
В этом примере переменной $date будет присвоено значение "24".

reverse("str") - Отражает строку или число в обратной последовательности.
В функцию reverse() можно напрямую поместить любое число или строку.

$Reverse	reverse("abc")	cba

Можно указать переменную, значение которой будет отражено.

$Reverse	reverse($Word)	txet weN
$Word	"New text"	New text

Тип переменной должен соответствовать типу значения.

Функции по работе с базами данных

Обращение к столбцу базы данных

Перед описанием функций по работе с базами данных необходимо пояснить, как можно обратиться к конкретному столбцу базы данных.
Синтаксис обращения к полю БД следующий:
имя_БД.имя_столбца
Например, запись base.column_1 означает, что нужно обратиться к полю column_1 в базе данных base.

Возвращение количества записей в базе данных

При необходимости можно вернуть количество записей в БД с помощью выражения **имя_БД.#** в Редакторе переменных.

Список функций

В T-FLEX CAD доступны следующие функции по работе с базами данных:

- Функции отбора значений из внутренних баз данных
  - rec()
  - frec(,)

- val(,)
- find(,)
- Функции отбора значений из внешних баз данных
  - dbf(,,)
  - mdb(,,,)
- Функции для работы с диапазонами ячеек в базах данных
  - db_sum()
  - db_mid()
  - db_max()
  - db_min()

Функции отбора значений из внутренних баз данных

rec(условие) - Получить номер записи, удовлетворяющей заданному условию, где условие - выражение, принимающее значение истина или ложь. Выражение может содержать в качестве операндов обращения к столбцам базы данных.
Например:
rec(BASE.F1 > 10 && BASE.F2 < 5)
Такой вызов функции означает: поиск номера записи во внутренней базе данных BASE, удовлетворяющей следующим условиям: значение столбца F1 в этой записи должно быть больше 10 и (&&) значение столбца F2 меньше 5. Поиск начинается с первой записи. Если запись не удовлетворяет указанному условию, то берется следующая запись. Если в базе данных нет записи, удовлетворяющей данному условию, то функция возвращает 0, в противном случае - номер найденной записи. Синтаксис условия полностью соответствует синтаксису арифметического выражения. Вместо операции "&&" можно использовать знак ",". Поэтому вызов функции может быть написан иначе:
rec (BASE.F1 > 10, BASE.F2 < 5)
При такой записи функция работает быстрее потому, что если первое условие ложно, то вычисление второго условия не производится. Рекомендуется также при обращении к базе данных в первом условии использовать столбец, значение которого для различных записей различно.
Например, рассмотрим базу данных BASE со столбцами F1 и F2:

F1	F2
1	6
2	6
3	6
4	6
5	6

Обращение к функции:
rec(BASE.F1 > 4, BASE.F2 == 6)
будет работать быстрее, чем следующее:
rec(BASE.F2 == 6, BASE.F1 > 4)

frec(аргумент_1, аргумент_2, аргумент_3, аргумент_4) - Получить номер записи, значение в заданном столбце которой наиболее точно соответствует указанному в вызове данной функции, где

- аргумент_1 – столбец в базе данных по которому осуществляется поиск (обязательно вещественного или целого типа);
- аргумент_2 – искомое значение;
- аргумент_3 – критерий поиска. Возможные значения:
  - 0 – находится ближайшее значение;
  - -1 – находится ближайшее меньшее значение;

    - 1 – находится ближайшее большее значение.
- аргумент_4 – параметр, являющийся признаком упорядоченности данных в столбце, по которому производится поиск. Возможные значения:
    - 0 - значения расположены неупорядоченно и поиск осуществляется по всем записям базы;
    - 1 – столбец упорядочен по возрастанию или по убыванию. Как только разница между искомым значением и значением в текущем столбце базы больше, чем в предыдущем, поиск прекращается.

Параметры аргумент_3 и аргумент_4 являются необязательными. Если они не указаны, то используются значения по умолчанию.

- аргумент_3 = 0 (искать ближайшее значение);
- аргумент_4 = 0 (столбец неупорядочен).

Например, **frec(BASE.F1, 2.5, 1, 1)**

Этот вызов означает: получить номер записи, для которой столбец F1 содержит ближайшее большее значение по сравнению с 2.5 (значения в столбце F1 упорядочены). Для нашего примера функция вернёт значение 3.

Если в базе данных нет записи, удовлетворяющей условию поиска, то функция возвращает значение 0. Например, **frec(BASE.F1, 0.5, -1, 1)**.

val(номер_записи, столбец_базы_данных, смещение) - Получить значение столбца из записи с указанным номером, где

- номер_записи - любое арифметическое выражение, значением которого является целое число,
- столбец_базы_данных - обращение к столбцу,
- смещение (необязательный параметр) - смещение номера столбца, из которого будет отбираться значение. Смещение прибавляется к номеру столбца, задаваемого вторым параметром. Смещение может задаваться переменной, может принимать как положительные, так и отрицательные значения. Если значение смещения равно 0, то функция обращается к столбцу, заданному вторым параметром. То же самое будет происходить, если третий параметр не использовать.

Примеры:

val(4, BASE.F2)

Этот вызов означает: отобрать значение из строки номер 4 из столбца F2 базы данных BASE.

val(4, BASE.F2, 3)

Этот вызов означает: отобрать значение из строки номер 4 из столбца, третьего вправо относительно столбца F2 базы данных BASE.

val(n, BASE.F2)

val(n<1?error("номер записи < 1"):n,BASE.F2)

Если в базе данных нет записи с указанным номером, то функция выдает сообщение об ошибке "Неверный номер записи".

Ошибочные обращения к функции val можно проконтролировать, не вызывая ее. Для этого в редакторе переменных необходимо написать строку:

n<1 > > n>BASE.#? error("неверный номер n"):val(n,BASE.F2),

где BASE.# - специальное обозначение количества записей в базе BASE.

find(столбец_базы_данных, условие) - Возвращает значение из указанного столбца базы данных для записи, удовлетворяющей условию. Если такой записи не существует, то функция выдаёт сообщение об ошибке **Неверный номер записи**.

Данная функция - это объединение функций **val()** и **rec()**.

Примеры:

find (BASE.A, BASE.F1 > 4)

find (BASE.A, BASE.F2 == 6 && BASE.F1 > 4)

Функции отбора значений из внешних баз данных

dbf(arg1, arg2, arg3) - Осуществить отбор данных из внешних баз данных формата dBASE, где

- arg1 - имя базы данных. Может быть задано текстовой константой, переменной или выражением.
- arg2 - имя столбца, из которого надо произвести отбор. Может быть задано текстовой константой, переменной или выражением.
- arg3 - условие отбора. При задании условия можно использовать текстовые константы, переменные и выражения.

Например:
dbf("DBF_NAME", "COL1", "COL2 == 30")
Это означает: отобрать значение из базы данных DBF_NAME из столбца COL1 при условии, что значение столбца COL2 равно 30.
Примеры:
dbf($NAME, "COL1", "COL2 <= {GRM_VAR}")
dbf($NAME, "COL1", "TEXT = \"GRM_TEXT\"")
dbf("<*>DBF_NAME", "COL1","COL2 > 30")
В последнем примере перед именем БД может стоять последовательность символов <*>. Она означает, что БД с именем DBF_NAME будет искаться в той же директории, что и чертеж. То есть, при изменении пути вам не надо будет в редакторе переменных изменять имя БД во всех вызовах функции dbf().
Рекомендуется при создании чертежей, связанных с внешними БД, задавать имя БД с использованием последовательности символов "<*>". Это упростит вам работу с этими чертежами в дальнейшем.
Условие отбора при вызове функции dbf() является логическим выражением, соответствующим понятию фильтра в классической реляционной базе данных. Синтаксис условия (фильтра) соответствует требованиям dBASE. Его составными частями могут быть имена столбцов базы данных, константы, логические и арифметические операции, функции dBASE. Кроме этого, в фильтрах могут использоваться переменные системы T-FLEX CAD, а также логические операции редактора переменных. При использовании в фильтре переменных, они заключаются в фигурные скобки.
Тип возвращаемого функцией значения соответствует типу столбца базы данных и может быть либо текстовым, либо вещественным.

dbfwin(, ,) имеет параметры аналогичные параметрам функции **dbf(, ,)**. Эта функция используется для правильного чтения русскоязычных текстов (выполняет перекодирование текста в формат Windows).

Ввиду более медленного процесса получения информации из внешней базы данных использовать функцию **dbf( )** следует только в тех случаях, где невозможно использование базы данных по ссылке на основе форматов "*.xls" и "*.txt".

mdb(arg1, arg2, arg3, arg4, arg5) - Осуществить отбор данных из внешних баз данных формата MDB, где

- arg1 - имя базы данных. Может быть задано текстовой константой, переменной или выражением.
- arg2 - имя таблицы в базе данных. Может быть задано текстовой константой, переменной или выражением.
- arg3 - имя столбца, из которого надо произвести отбор. Может быть задано текстовой константой, переменной или выражением.

- arg4 - условие отбора. При задании условия можно использовать текстовые константы, переменные и выражения.
- arg5 – значение, возвращающееся, если запись с заданным условием не найдена. Значение может быть как текстовым, так и вещественным, что определяется пользователем, и должно соответствовать типу переменной. Данный параметр не обязательный.

Например:
mdb ("C:\\Example\\T-FLEX_USER.mdb", "USER", "ФИО", "Код={kod}")

или
mdb ("T-FLEX_USER.mdb", "USER", "ФИО", "Код={kod}", "Не найдено").
Это означает: отобрать значение из таблицы USER базы данных T-FLEX_USER из столбца **ФИО** при условии, что значение столбца **Код** равно значению переменной **kod** (в нашем случае 15). Во втором варианте добавляется пятый параметр возвращающий значение «Не найдено» в случае, если в столбце **Код** нет значения 15. Если файл базы данных лежит в одной папке с файлом T-FLEX, то полный путь к файлу указывать не нужно.
Следует отметить, что четвёртый операнд функции, задающий условие отбора записей, может быть записан в форме SQL запроса и должен соответствовать предложению «WHERE» команды «SELECT». Если при написании условия используются текстовые переменные, то выражение будет выглядеть следующим образом:
mdb ("C:\\T-FLEX_USER.mdb", "USER", "ФИО", "Должность=\"{$Dol}\"").

> Ввиду более медленного процесса получения информации из внешней базы данных использовать функцию **mdb( )** следует только в тех случаях, где невозможно использование базы данных по ссылке на основе форматов "*.xls"и "*.txt".

Функции для работы с диапазонами ячеек в базах данных

Функции для работы с диапазонами ячеек следует применять в случае, когда при работе с базами данных требуется функциональность, аналогичная функциональности работы электронных таблиц, например в Excel.

db_sum(интервал) - Вычислить значение суммы ячеек в интервале.

db_mid(интервал) - Вычислить среднее значение ячеек в интервале.

db_max(интервал) - Вычислить максимальное значение ячейки в интервале.

db_min(интервал) - Вычислить минимальное значение ячейки в интервале.

Интервал может задаваться следующим образом:
1. Заданием **имени столбца БД**. На картинке ниже вычисляются сумма и среднее значение по столбцу.

a		
№	aa	bb
1	1	10
2	2	20
3	3	30
4	4	40
5	5	50

sum	db_sum(a.aa)	15
mid	db_mid(a.aa)	3

2. Заданием **имени столбца и начального номера строки**. На картинке ниже вычисляется сумма и среднее значение для столбца «aa» начиная со второй строки.

a		
№	aa	bb
1	1	10
2	2	20
3	3	30
4	4	40
5	5	50

sum	db_sum(a.aa, 2)	14
mid	db_mid(a.aa, 2)	3.5

3. Заданием **начальной и конечной строки**. На картинке ниже вычисляется сумма и среднее значение с 1-й по 4-ю строку.

a		
№	aa	bb
1	1	10
2	2	20
3	3	30
4	4	40
5	5	50

sum	db_sum(a.aa,1,4)	10
mid	db_mid(a.aa,1,4)	2.5

Внешние переменные

Для редактирования переменных, помеченных как внешние, кроме редактора переменных, можно использовать команду **Внешние переменные**.
Вызов команды:

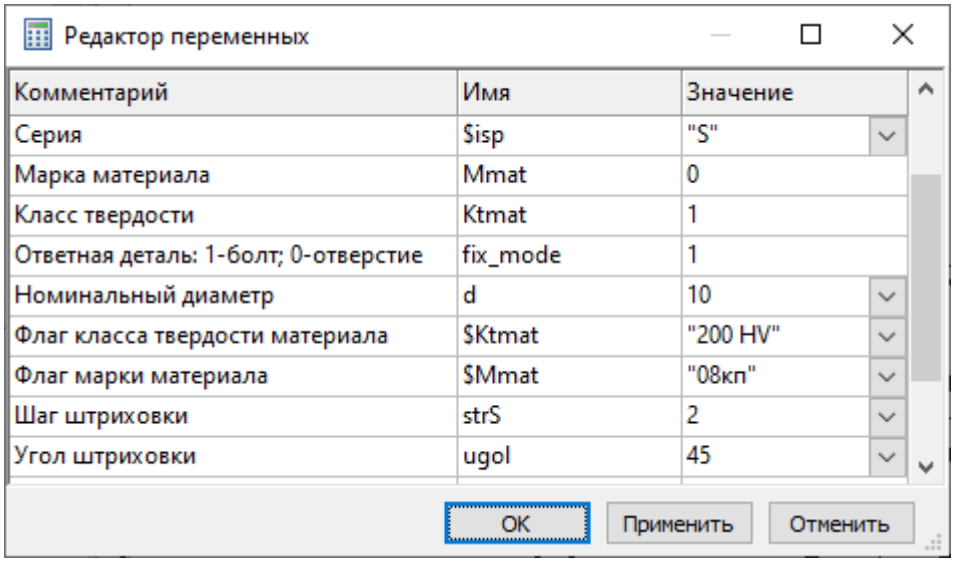
Пиктограмма	Лента
	Параметры > Переменные > Внешние переменные
Клавиатура	Текстовое меню
<M>	Параметры > Внешние переменные

Внешние переменные обычно широко используются в документах T-FLEX CAD для организации параметрической связи между сборочным документом и фрагментами, а также для организации связи T-FLEX CAD с другими системами и прикладными программами.

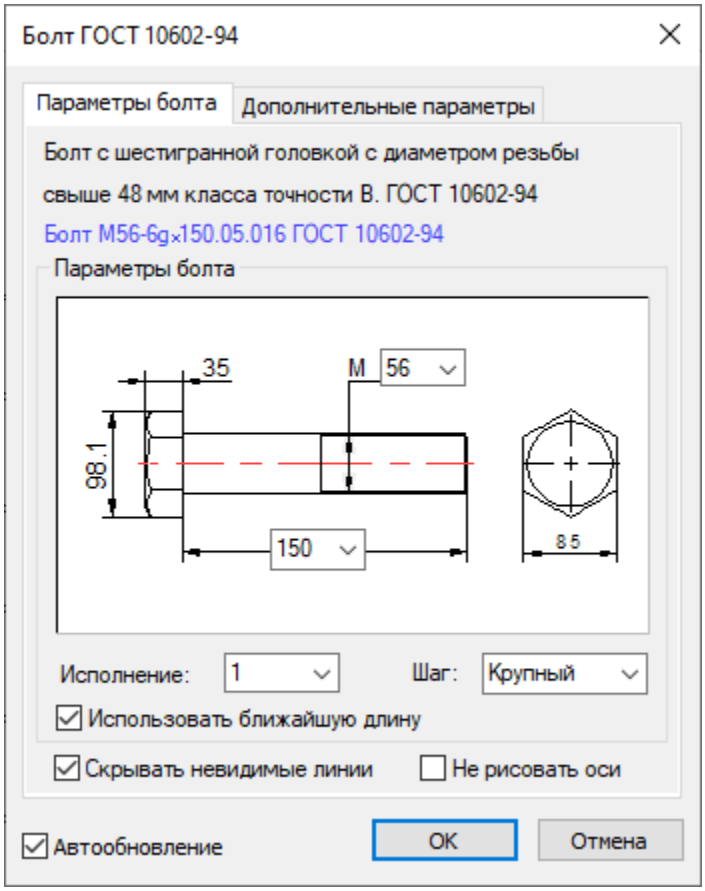
В отличие от редактора переменных, в этой команде отображаются только те переменные текущего документа, в параметрах которых установлен флаг **Внешняя**. Команда не позволяет создавать новые переменные. Поэтому, если в чертеже нет внешних переменных, то выдаётся сообщение **Нет внешних переменных** и команда не вызывается.

Вид диалога, появляющегося при вызове данной команды, зависит от значения параметра **Редактор внешних переменных** команды Параметры документа (закладка **Внешние переменные**). Этот параметр может принимать одно из значений:

- встроенный редактор внешних переменных,



- внешняя программа (вид диалога зависит от вызываемой внешней программы),
- элементы управления. Если в документе пользователем был создан диалог для редактирования значений внешних переменных с помощью элементов управления, то при вызове команды **Внешние переменные** на экране появится этот диалог.



Команду **Внешние переменные** можно использовать для моделирования процесса редактирования внешних переменных фрагмента в сборке. Ещё один вариант использования данной команды – когда в текущем чертеже задано много выражений. Тогда можно пометить как внешние те переменные, от которых зависят остальные, и при необходимости изменять их значения в редакторе внешних переменных.

При изменении значений внешних переменных с помощью команды **Внешние переменные** в качестве значений переменных можно использовать только константы.

После выполнения команды пересчитываются значения всех переменных в соответствии с изменениями внешних переменных и происходит перерисовка чертежа с новыми значениями параметров. При изменении значений переменных доступны все функции редактирования строки.

Основные темы в этом разделе:

- Правила работы с внешними переменными
- Редактор внешних переменных фрагмента
- Манипуляторы внешних переменных

Правила работы с внешними переменными

Выражением внешней переменной может быть только константа. Пометка переменной как внешней осуществляется в редакторе переменных с помощью <**Ctrl**><**D**>. При этом, если переменная задана не константой, то она не будет помечена как внешняя. Обычно от внешних переменных зависят все остальные переменные. Зависимость определяется формулами, которые вы вводите в колонке **Выражение**. При изменении значений внешних переменных происходит расчёт значений остальных переменных, и после выхода из редактора переменных изменяется чертеж.

Внешние переменные являются основным звеном связи системы T-FLEX CAD с другими системами и прикладными программами. Внешние переменные вы можете записать в ASCII-файл в команде Записать параметры и в редакторе переменных с помощью <**Ctrl**><**W**>, считать их из ASCI-файла в

команде Считать параметры и в редакторе переменных с помощью <Ctrl><R>. Внешние переменные также служат для организации параметрической связи между основным чертежом и параметрическими чертежами-фрагментами.
Внешние переменные чертежей-фрагментов записываются в файл структуры сборочного чертежа в команде Отчёт и считываются при автоматической генерации сборочного чертежа из фрагментов.
При создании новых переменных в качестве параметров тех или иных графических элементов системы вы можете пометить эти переменные как внешние.
Для редактирования внешних переменных служит команда Внешние переменные. Существует возможность назначения средств редактирования внешних переменных. Для этого в команде Параметры документа, закладка **Внешние переменные** необходимо отметить один из параметров:

- встроенный редактор (вызывается редактор переменных T-FLEX CAD);
- внешняя программа (вызывается программное средство, указанное пользователем);
- элементы управления (вызываются диалоги элементов управления, созданные пользователем на указанных страницах чертежа).

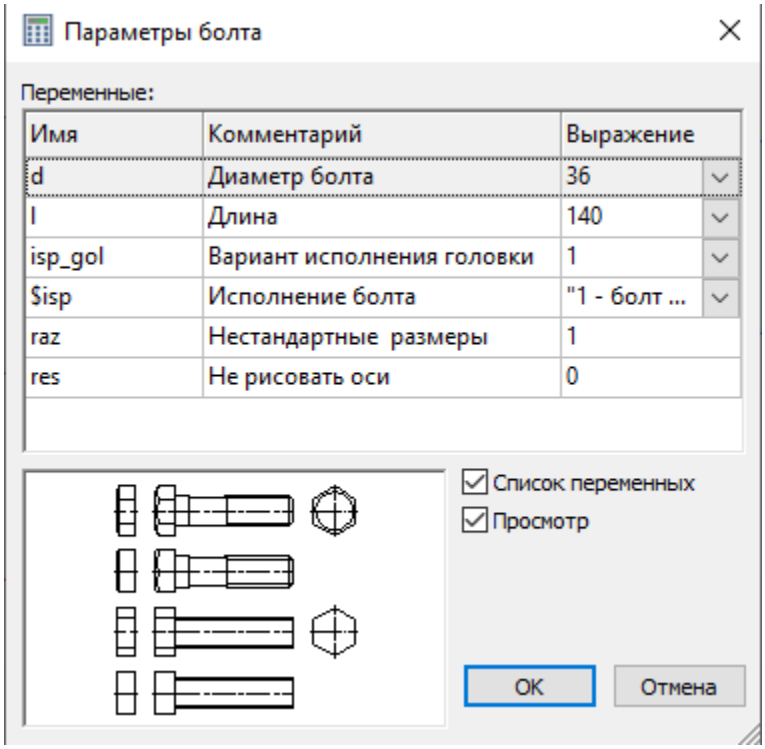
Редактор внешних переменных фрагмента

Опция вызывает окно диалога для задания значений внешним переменным фрагмента. Она доступна в автоменю команд Нанесение фрагментов на чертеж - **2D фрагмент**, 3D фрагмент - **3D фрагмент** при нанесении элемента сборки или в контекстном меню для существующего элемента сборки. В зависимости от установленного значения параметра **Редактор внешних переменных** команды Параметры документа (закладка **Внешние переменные**) в документе фрагмента в сборке данная опция будет вызывать встроенный редактор переменных, внешнюю программу или диалог пользователя, созданный с помощью элементов управления.
Встроенный редактор переменных содержит окно со списком внешних переменных фрагмента.
Окно редактора состоит из трёх колонок.
Имя. Отображает имя помеченной (внешней) переменной. Поле не редактируется.
Комментарий. В нем отображается комментарий к переменной. Комментарий задаётся в команде Редактор переменных. Поле не редактируется.
Значение. Вы можете изменить значение внешней переменной.
Доступные опции:

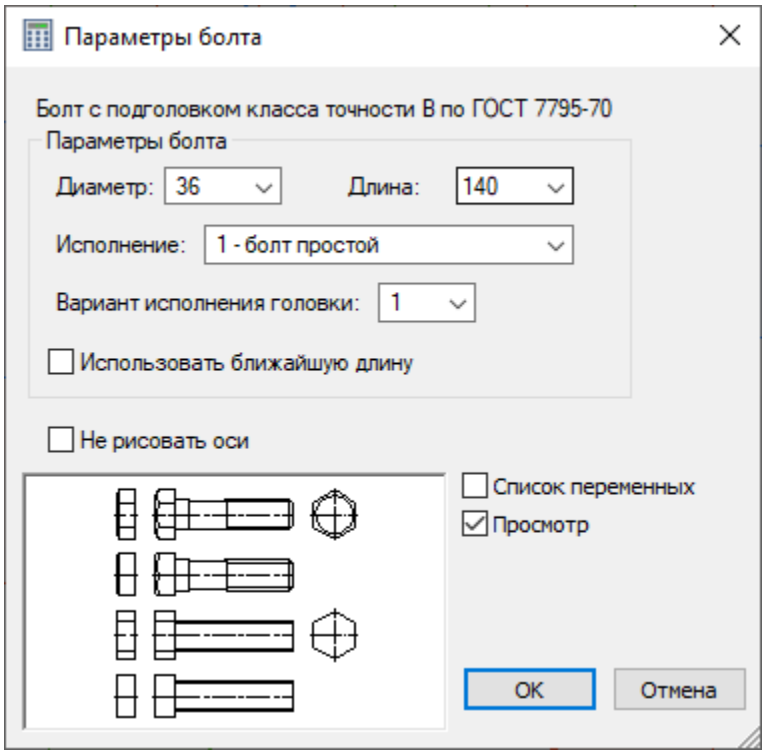
<Ctrl><R>	Считать значения помеченных переменных из файла параметров.
<Ctrl><W>	Записать помеченные переменные в файл параметров.
<Up>	Переместиться на строку вверх.
<Down>	Переместиться на строку вниз.
<PgUp>	Переместиться на страницу вверх.
<PgDown>	Переместиться на страницу вниз.
<Ctrl><PgUp>	Переместиться в начало списка.
<Ctrl><PgDown>	Переместиться в конец списка.
<Ctrl><Z>	Выйти с сохранением изменений.
<Esc>	Выйти без сохранения изменений.

Параметр **Список переменных** становится доступным при наличии в документе фрагмента диалога пользователя. При установленном флаге работает встроенный редактор внешних переменных, иначе работает диалог пользователя (будет описан ниже). При установленном флаге **Просмотр** в окне присутствует изображение просмотра содержимого документа фрагмента.
При нанесении 2D фрагмента в окно редактора внешних переменных добавляются поля **Страница** (выбор страницы чертежа, содержимое которой будет наносится в сборочный чертёж в качестве фрагмента), **Вектор привязки** (выбор вектора привязки, используемого при вставке фрагмента). При

изменении значений переменных фрагмента обновление окна просмотра производится автоматически.



Диалог пользователя должен быть создан в документе фрагмента с использованием элементов управления (команда Элемент управления). Этот диалог появляется вместо списка переменных и может состоять из нескольких закладок или содержать вложенные диалоги.



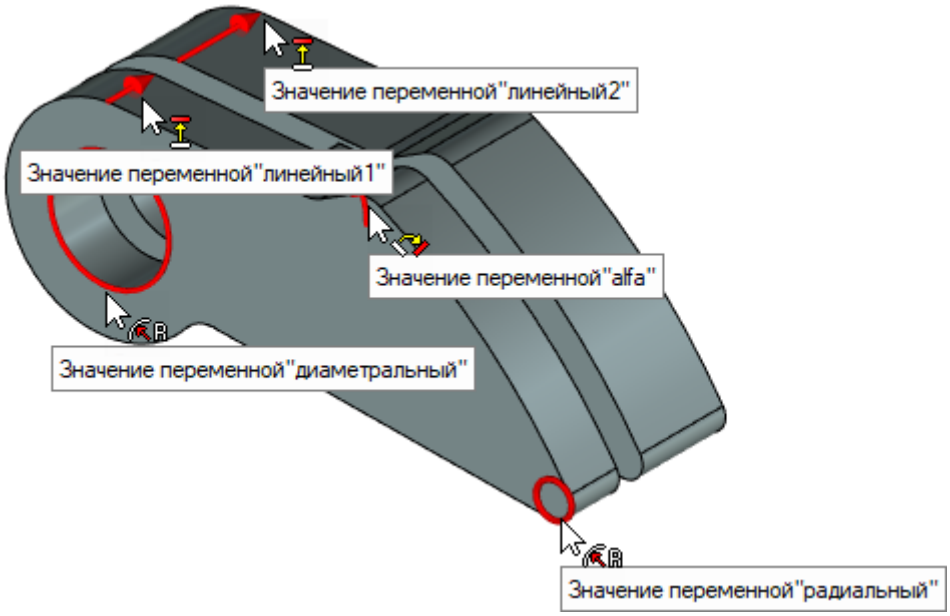
Манипуляторы внешних переменных 3D фрагмента

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Параметры > Инструменты > Манипуляторы
Клавиатура	Текстовое меню
<3CV>	Параметры > Манипуляторы

Общие сведения

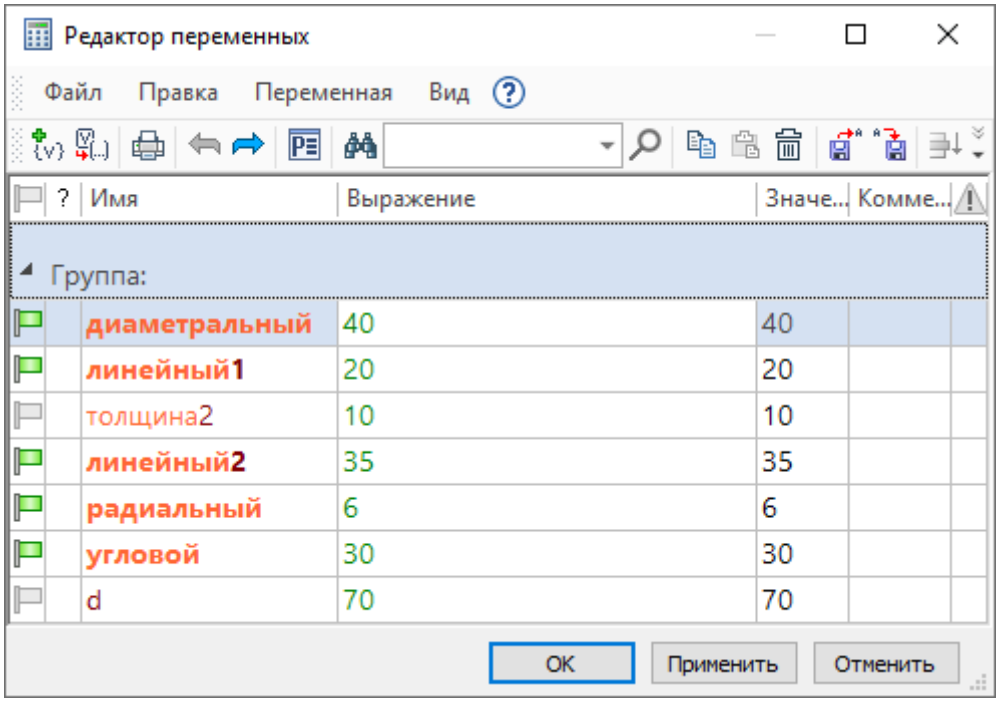
Для задания значений внешних переменных 3D модели можно создавать пользовательские манипуляторы. Манипуляторы создаются при помощи команды **Параметры > Манипуляторы.**



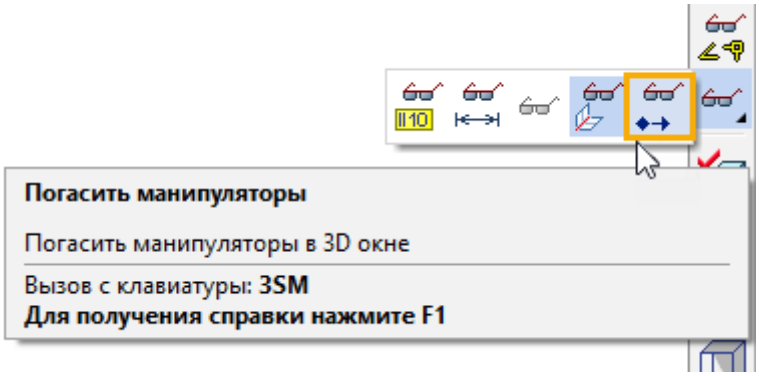
Манипуляторы внешних переменных можно использовать двумя способами:

- изменять в сцене параметры модели;
- при вставке модели в сборку на фрагменте менять значения внешних переменных.

Для создания манипуляторов необходимо, чтобы в текущей 3D модели присутствовали внешние переменные, управляющие параметрами данной модели.



Для того, чтобы показать или скрыть манипуляторы в сцене, необходимо воспользоваться соответствующей командой в панели **Вид**:



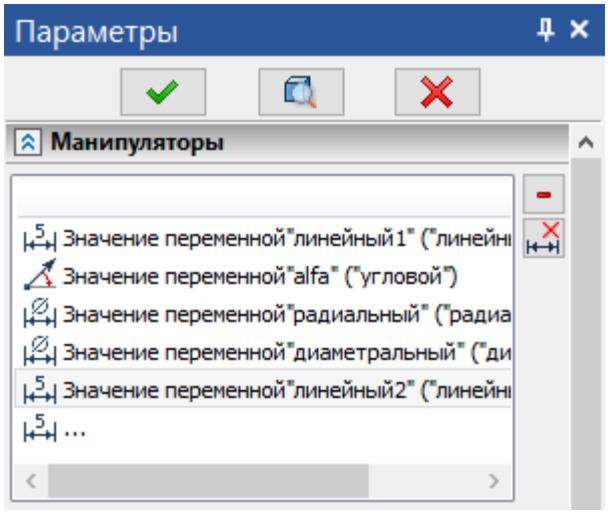
Создание манипулятора

Создавать и редактировать манипуляторы внешних переменных позволяет команда **Параметры** > **Манипуляторы**:

В команде можно добавлять новые манипуляторы, удалять существующие, менять описание манипулятора. Возможно создание следующих типов манипуляторов:

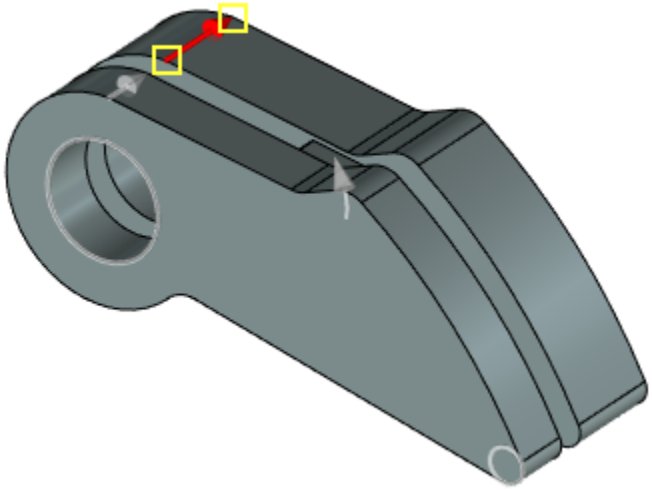
- **линейный манипулятор** – стрелка, длина которой равна значению переменной;
- **радиальный манипулятор** – кольцо, радиус которого равен значению переменной;
- **диаметральный** – кольцо, диаметр которого равен значению переменной;
- **угловой манипулятор по трём точкам** и **угловой манипулятор по оси и начальной точке** – сегмент окружности, угловой размер которого задаётся в градусах и равен значению переменной;
- **список** – для внешней переменной предлагается список допустимых значений. Список можно привязать к произвольной точке на 3D модели. Манипулятор такого типа изображается в виде шарика, при нажатии на который открывается список для выбора значения переменной.

При вызове команды **Параметры** > **Манипуляторы** в окне параметров отображается список уже имеющихся в данном документе манипуляторов. Если таковых в документе пока нет, список будет пустым.

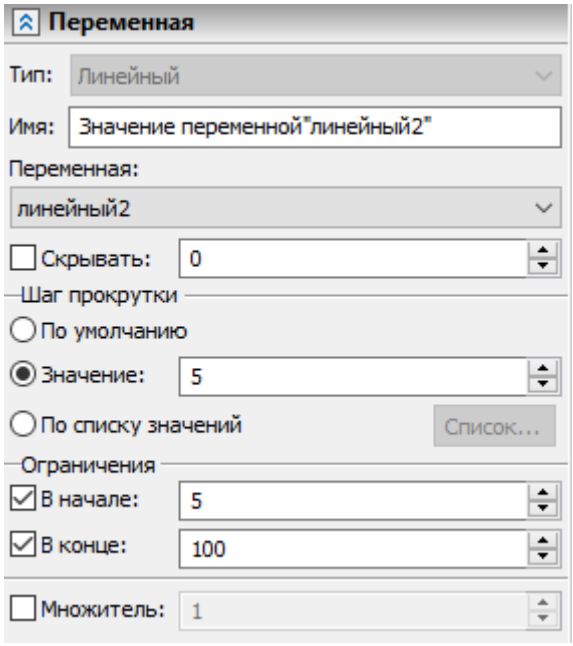


Для создания манипулятора необходимо поместить курсор в строку ... в списке, а затем задать параметры манипулятора в полях ниже.

Манипуляторы, уже созданные в документе, отображаются в 3D окне **серым** цветом. Для того, чтобы отредактировать параметры уже существующего манипулятора, необходимо выбрать его с помощью в 3D окне или в списке окна параметров. Выбранный манипулятор выделяется в 3D окне цветом (по умолчанию - **красным**).



Раздел Переменная



Список выбора типа манипулятора:

- Линейный
- Радиальный
- Диаметральный
- Угловой по трём точкам
- Угловой по оси и начальной точке
- Список

Поле для задания имени манипулятора. Имя (текстовую строку) можно ввести вручную. Также оно может быть задано автоматически по имени внешней переменной, с которой будет связан данный манипулятор. Для этого необходимо оставить поле пустым. После выбора переменной из списка ниже система сама заполнит его в формате **Значение переменной"Имя_переменной"**.

Список внешних переменных документа – позволяет указать внешнюю переменную, значением которой будет управлять создаваемый манипулятор.

Скрывать. Данный флажок позволяет управлять видимостью манипулятора на экране. В качестве значения данного параметра можно использовать вещественную переменную. Манипулятор будет скрыт, если значение переменной не равно нулю

Группа параметров **Шаг прокрутки** задаёт шаг изменения значения манипулятора:

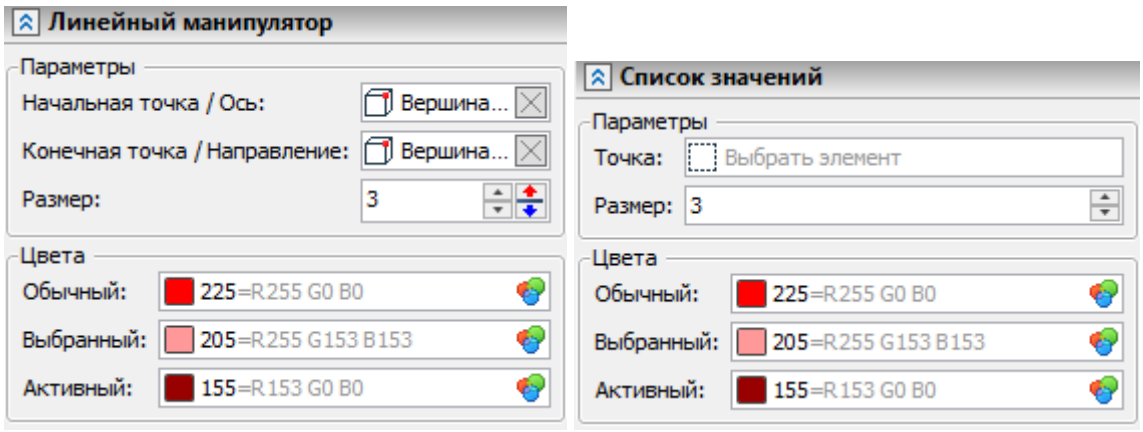
- **По умолчанию** – шаг подбирается автоматически в зависимости от масштаба сцены;
- **Значение** (пользователь может задать точное значение шага);
- **По списку значений** (список формируется пользователем).

Параметры группы **Диапазон** задают границы изменения значения манипулятора и его масштаб:

- **Ограничение в начале**. Параметр позволяет указать минимально допустимое значение манипулятора;
- **Ограничение в конце**. Параметр позволяет указать максимально допустимое значение манипулятора;
- **Множитель**. С помощью данного параметра можно задать коэффициент, на который будет умножаться значение манипулятора.

Раздел визуализации манипулятора

В окне параметров команды присутствует дополнительный раздел с параметрами визуализации манипулятора:



Размер. Размер манипулятора в 3D сцене. Данный параметр влияет только на визуализацию манипулятора;

Цвета/Отрисовка. Цвет, которым будут отрисовываться неактивные манипуляторы в 3D сцене;

Цвета/Выбор. Цвет, которым будет отрисовываться в 3D сцене манипулятор при подводе к нему курсора;

Цвета/Активный. Цвет, которым будет отрисовываться активный манипулятор в 3D сцене;

Радиус с точки. Данный параметр доступен только для углового манипулятора и задаёт радиус дуги манипулятора. По умолчанию флажок включен, радиус определяется автоматически по заданным пользователям точкам (при задании геометрии манипулятора). Отключив флажок, можно задать значение радиуса вручную.

Геометрические параметры манипулятора задаются с помощью опций автоменю. Набор опций различается для каждого типа манипулятора.

Для линейного манипулятора:

<A> Выбрать ось манипулятора

<F> Выбрать начальную точку манипулятора

<S> Выбрать конечную точку манипулятора

Данные опции позволяют задать изображение манипулятора в 3D сцене двумя способами – либо указанием начальной и конечной точки вектора манипулятора, либо выбором 3D объекта, способного определить вектор манипулятора.

Для радиального и диаметрального манипуляторов:

<A> Выбрать ось манипулятора

<F> Выбрать начальную точку манипулятора

<S> Выбрать конечную точку манипулятора

Опции позволяют задать ось кругового манипулятора либо указанием двух точек, либо выбором 3D объекта, способного ось целиком. Радиус манипулятора будет соответствовать значению переменной, связанной с манипулятором.

Для углового по трём точкам:

<1> Задайте первую точку дуги

<2> Задайте вторую точку дуги

<3> Задайте третью точку дуги

Дуга углового манипулятора данного типа определяется тремя точками: центральной точкой дуги (выбирается с помощью опции), начальной точкой дуги (опция) и конечной точкой дуги (опция).

Для углового манипулятора по оси и начальной точке:

<A> Выбрать ось манипулятора

<F> Выбрать начальную точку манипулятора

<S> Выбрать конечную точку манипулятора

<B> Выбрать начальную точку вращения

Для углового манипулятора данного типа необходимо указать ось дуги манипулятора – выбором двух точек (опции и) или одного 3D объекта (опция). После задания оси нужно указать начальную точку дуги манипулятора. Длина дуги будет определена системой автоматически по значению переменной, связанной с манипулятором.

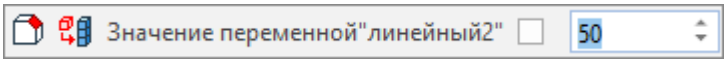
Для манипулятора типа «Список»:

<B> Выберите точку

Данная опция позволяет указать 3D точку, в которой будет создан манипулятор в виде шарика.
Для завершения создания/редактирования манипулятора необходимо после задания всех параметров нажать .

Использование манипуляторов

При использовании манипуляторов, т.е. при изменении значений переменных модели с помощью манипуляторов, панели фильтров появляется дополнительный элемент управления – для задания точного числового значения манипулятора.



См. также:

- Манипуляторы внешних переменных 2D фрагмента

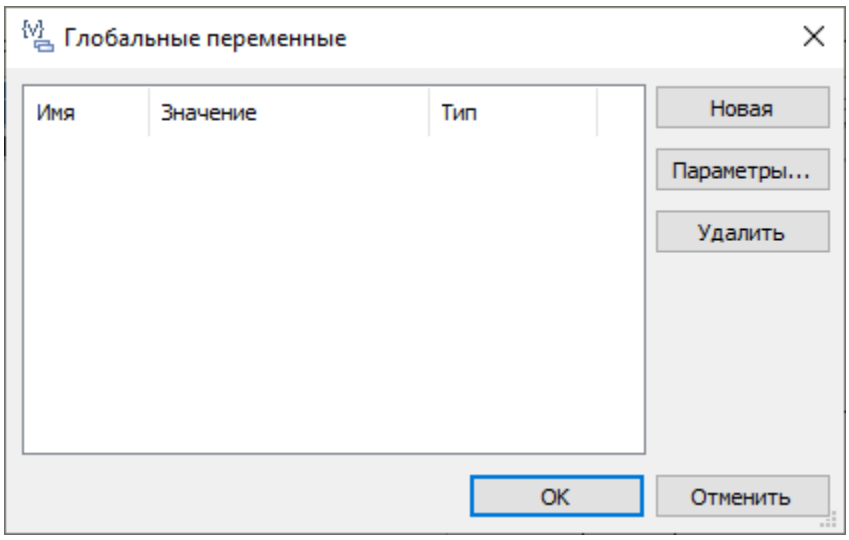
Глобальные переменные

Вызов команды:

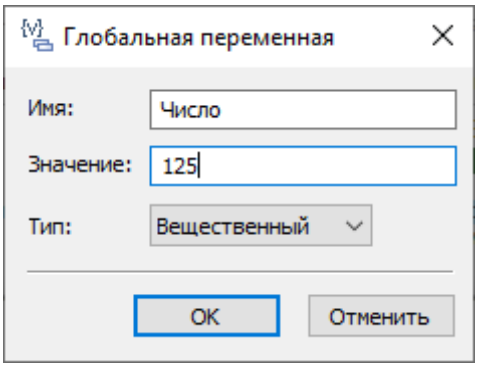
Пиктограмма	Лента
	Параметры > Переменные > Глобальные переменные
Клавиатура	Текстовое меню
<SG>	Параметры > Глобальные переменные

Глобальная переменная – это поименованное значение текстового или вещественного типа. Глобальные переменные доступны в редакторе переменных через специальные функции для всех открытых в данном сеансе работы документов. Список глобальных переменных и их значений сохраняется автоматически при выходе из системы (в реестре) и восстанавливается при входе.

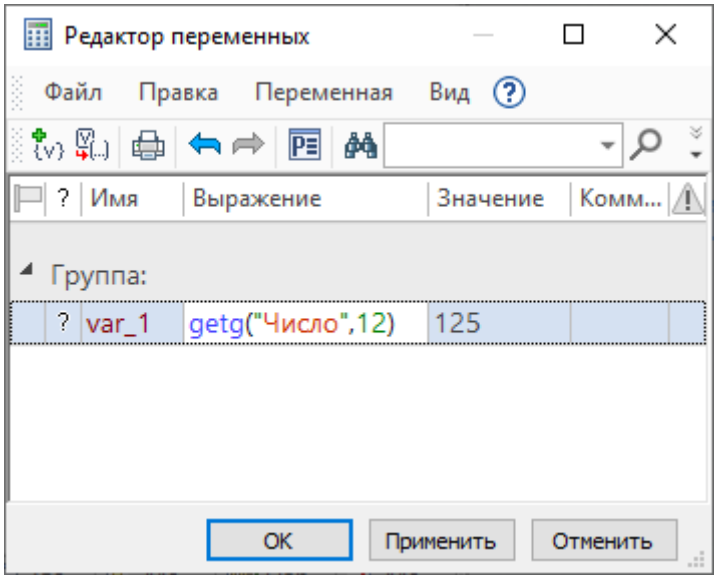
Команда **Глобальные переменные** предназначена для задания глобальных переменных и их значений. Как уже было сказано выше список глобальных переменных и их значений является общим для всех документов, используемых на одном рабочем месте системы T-FLEX CAD. При вызове команды появляется окно, содержащее список существующих глобальных переменных. Графические кнопки **Новая**, **Параметры**, **Удалить** позволяют вносить изменения или дополнять список глобальных переменных.



Для создания **новой глобальной переменной** нажмите соответствующую кнопку и задайте имя, значение и тип данных (вещественный, текстовый).



Для изменения установленных значений для выбранной переменной нажмите кнопку **Параметры**.
Для удаления переменной укажите соответствующую строку в списке и нажмите кнопку **Удалить**.
Созданные глобальные переменные будут храниться до тех пор, пока вы их не удалите или пока не обновите установки системы (глобальные переменные хранятся в реестре системы).
В любом диалоге, где допускается использование переменных, или в редакторе переменных вы можете получить значение глобальной переменной, обратившись к ней при помощи функции **getg()** или **tgetg()** (для текстовых значений). Задать значения глобальных переменных можно с помощью функций **setg()** и **tsetg()**. Синтаксис функций описан в разделе Функции для глобальных переменных.
Если чертеж, в котором глобальная переменная была создана с помощью одной из функций **setg()** или **tsetg()**, открыть на другом компьютере, то эта же глобальная переменная, автоматически создастся и на новом рабочем месте.
Следует заметить, что глобальные переменные могут быть использованы, например, для автоматического создания документации на чертёж. Допустим, пользователь создает глобальную переменную - фамилию разработчика. В основной надписи шаблона форматки с помощью описанных функций можно задать считывание значения этой переменной. Таким образом, при вставке форматки часть штампа будет заполняться автоматически.



Например: в редакторе переменных одного из чертежей, создайте соответствующего типа (вещественную или текстовую) новую переменную и введите туда функцию позволяющую считать глобальную переменную этого типа.

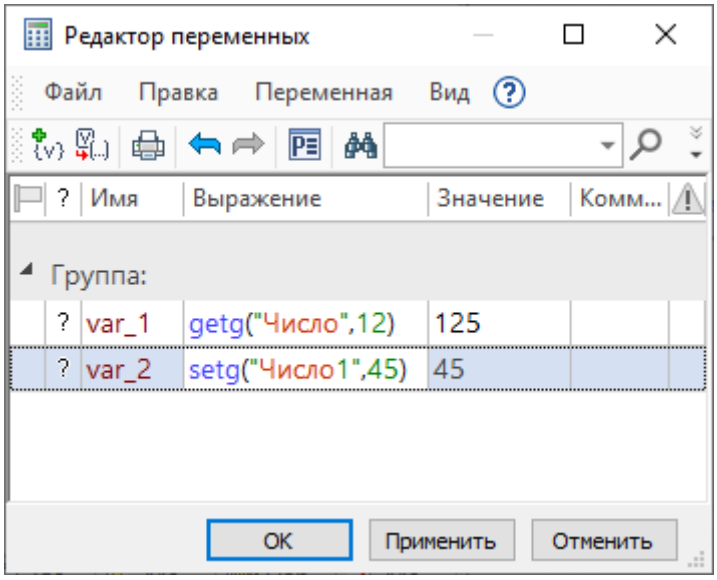
Если глобальная переменная, с указанным именем («число») на данном компьютере присутствует, то в поле колонки **Значение** будет выведено её значение. Если указанная глобальная переменная не найдена, то в поле колонки **Значение** будет выведено значение указанное после запятой.

Помимо этого глобальную переменную можно создать или изменить её значение в обычном редакторе переменных или в любом диалоге, где допускается использование переменных. Для этого предназначены функции:

setg("Имя",N) – устанавливает значение вещественной глобальной переменной;

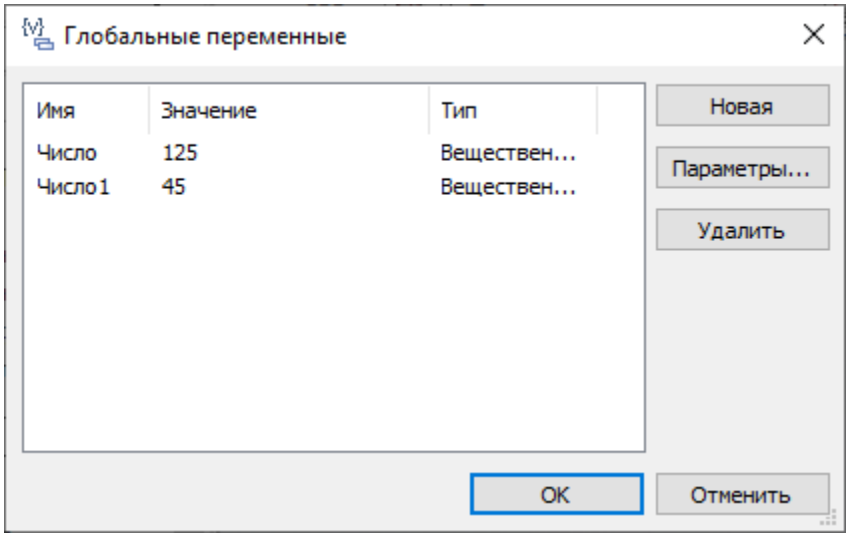
tsetg("Имя",N) – устанавливает значение текстовой глобальной переменной.

В этом случае первым операндом задаётся имя глобальной переменной, а выражение после запятой определяет значение глобальной переменной.



Например: в редакторе переменных создайте новую переменную («var_2») и введите функцию, позволяющую установить значение глобальной переменной.

Если глобальная переменная с указанным именем уже существует, то её значение будет изменено.



Если переменной с указанным именем не существует, то она будет создана и появится в главном окне диалога глобальных переменных.

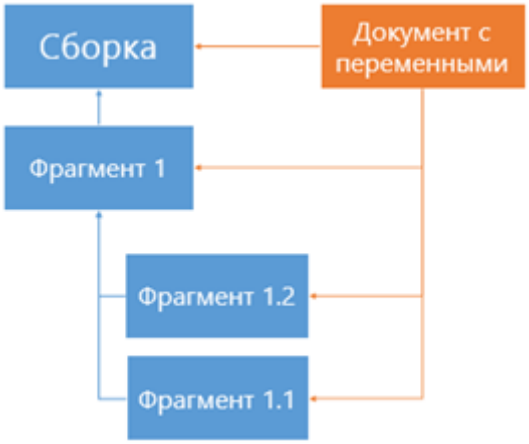
Если чертеж, в котором глобальная переменная была создана с помощью одной из функций **setg** или **tsetg**, открыть на другом компьютере, то эта же глобальная переменная, автоматически создастся и на новом рабочем месте.

Заимствование переменных и баз данных

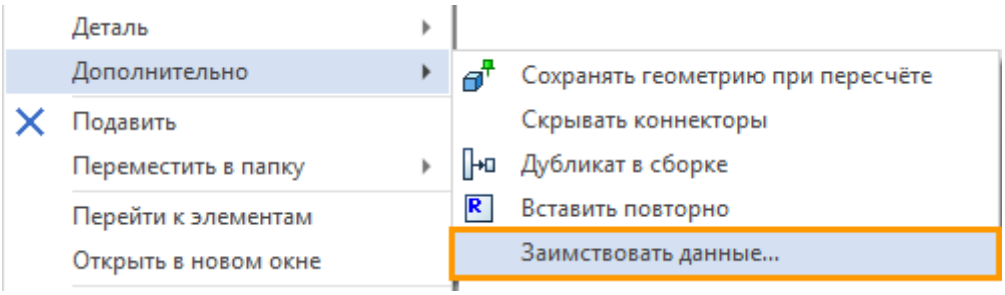
Существует два варианта работы с переменными сборочного документа и документов фрагментов:

- переменные хранятся только в соответствующем файле сборки или фрагмента. Для изменения этой значения переменной в сборке и во фрагменте, пользователь должен изменить переменную в конкретном файле фрагмента.

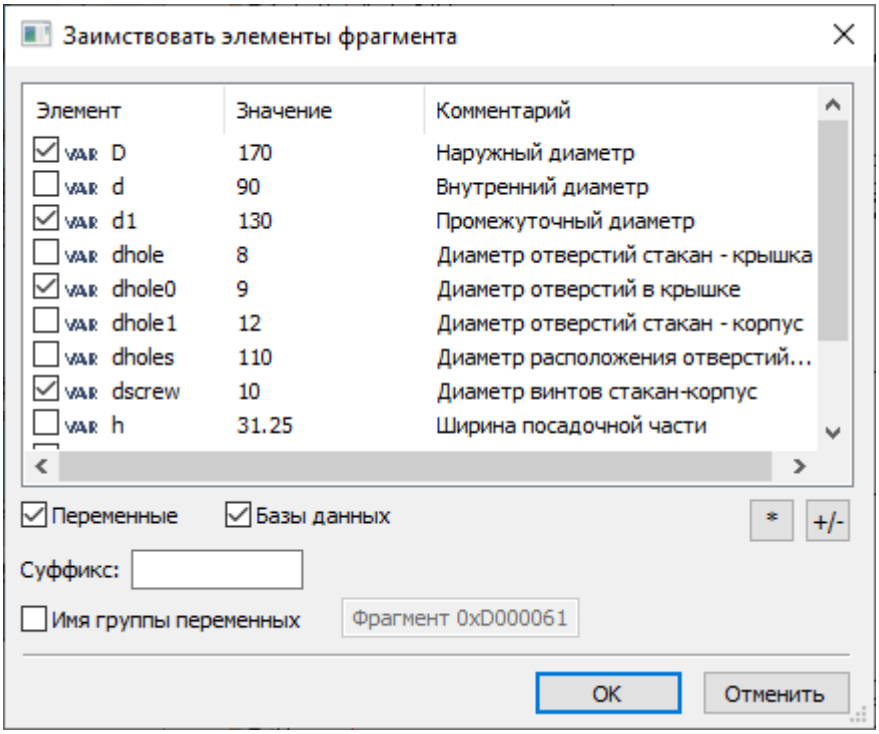
- заимствование переменных. Можно создать документ, в котором будут храниться все переменные и базы данных. Этот документ нужно добавить во все документы, в которых переменные и базы данных будут использованы.



Пользователь может выбрать, какие именно переменные нужно заимствовать для каждого файла. Эти переменные можно будет использовать как обычные переменные фрагмента при создании геометрии. При этом изменять переменные нужно будет в одном единственном файле.
Для заимствования данных из фрагмента используется специальная команда в контекстном меню выбранного фрагмента.



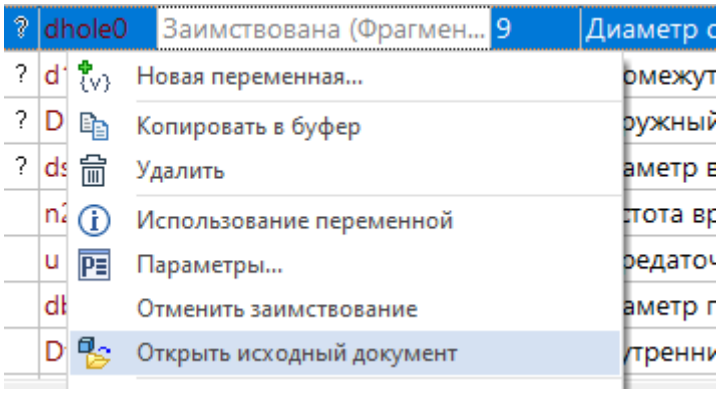
Вызывается окно **Заимствовать элементы фрагмента**, в котором можно указать, какие переменные и базы данных будут использованы в сборке.



Все выбранные переменные добавляются в редактор переменных.

dhole0	Заимствована (Фрагмен...	9	Диаметр отверстий в крышке
d1	Заимствована (Фрагмен...	130	Промежуточный диаметр
D	Заимствована (Фрагмен...	170	Наружный диаметр
dscrew	Заимствована (Фрагмен...	10	Диаметр винтов стакан-корпус

Кроме того, заимствовать переменные можно непосредственно из редактора переменных: команду **Заимствовать переменные** нужно вызвать из контекстного меню редактора переменных.
Переменные могут быть заимствованы из одного и того же фрагмента с разными значениями внешних переменных. Например, если в сборку вставлен один и тот же фрагмент болта, но с разными диаметром и длиной.
Для такого заимствования нужно задать суффикс при заимствовании переменных из фрагмента. Этот суффикс будет добавлен ко всем заимствованным переменным после символа «@».
С помощью опции **Открыть исходный документ** можно открыть фрагмент, из которого заимствована переменная.



Если вызвать опцию **Отменить заимствование** можно разорвать связь переменной с источником. В этом случае переменная станет обычной переменной сборки.

Элемент управления

Вызов команды:

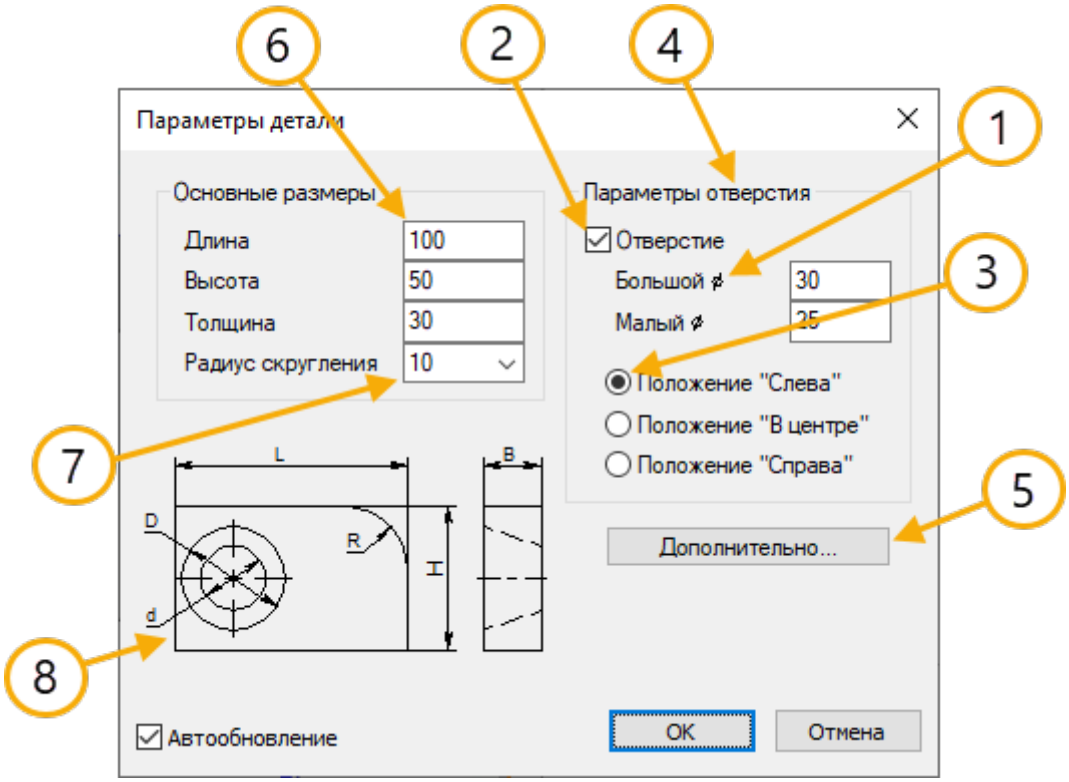
Пиктограмма	Лента
	Чертёж > Дополнительно > Элемент управления Листовой металл (2D) > Дополнительно > Элемент управления Параметры > Переменные > Элемент управления
Клавиатура	Текстовое меню
<TR>	Чертёж > Элемент управления

При работе с параметрическими моделями, при создании сборок пользователю часто необходимо редактировать значения внешних переменных проектируемых моделей или входящих в сборку фрагментов. Для работы с внешними переменными можно использовать универсальный редактор переменных T-FLEX CAD. Но гораздо удобнее и проще работать со специально созданными пользовательскими диалогами, содержащими стандартные средства Windows (поля для ввода, выпадающие списки, переключатели «Да/Нет» и т.д.).
Пользовательский диалог (диалог пользователя) – является наиболее удобным и простым средством редактирования внешних переменных параметрической модели. Он разрабатывается пользователем

при создании модели или фрагмента. Для создания пользовательского диалога используются специальные элементы системы T-FLEX CAD – элементы управления. При создании диалога разработчик имеет возможность сделать его понятным и ясным, введя в диалог необходимые пояснения и комментарии, организовав запрос параметров модели в наиболее понятной форме.
В дальнейшем, при необходимости редактирования значений внешних переменных данной модели или фрагмента, будет вызываться пользовательский диалог (вместо универсального редактора переменных). Диалоги пользователя будут появляться при вызове команды изменения внешних переменных Параметры > Внешние переменные в текущем документе и в окне параметров при вставке текущего документа в качестве фрагмента.

Общие сведения и типы элементов управления

Система T-FLEX CAD позволяет использовать при создании диалогов следующие типы элементов управления:



1 - Статический текст
2 - Переключатель (Да/Нет)
3 - Переключатель
4 - Группа
5 - Кнопка
6 - Редактор
7 - Комбинированный список с возможностью редактирования или без неё
8 - В диалог может быть включён рисунок или просмотр

Элементы управления **Статический текст**, **Рамка**, **Группа** не связаны с переменными и используются для более понятного оформления диалога, создания пояснительных надписей.

- **Статический текст** - текстовая строка, размещённая в указанной области окна диалога.
- **Рамка** - прямоугольная рамка или прямоугольная область заданного цвета. По умолчанию это чёрная рамка или прямоугольник цвета фона окна диалога.
- **Группа** - рамка с текстом, расположенным на уровне верхней границы.

Два последних элемента используются для визуального объединения/выделения элементов управления в диалоге. С этой же целью можно использовать различные элементы изображения.

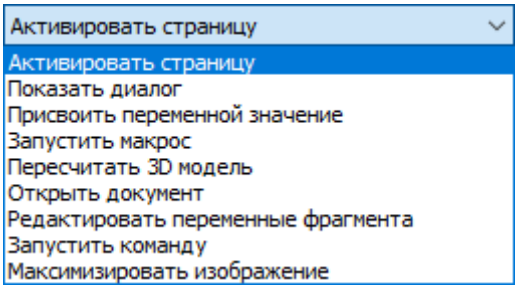
Другая часть элементов – **Редактор**, **Кнопка**, **Комбинированный список**, **Переключатель (Да/Нет)**, **Переключатель**, **Просмотр** - связана с переменными, а также страницами модели и предназначена для выполнения над ними определённых действий.

Редактор - прямоугольное поле для редактирования значения связанной с ним переменной. Используется в случае отсутствия у переменной списка значений. Может работать в режиме, когда редактирование отображаемого значения запрещено (в поле редактора будет отражаться значение связанной с ним переменной, но изменить это значение будет нельзя).

Переключатель (Да/Нет) - позволяет устанавливать одно из двух значений для выбранной переменной в зависимости от состояния переключателя.

Переключатель - позволяет изменить значение выбранной переменной с текущего на заданное в параметрах переключателя. Его удобно использовать, если для переменной существует несколько фиксированных вариантов её значения (в случае двух значений можно использовать «Переключатель (Да/Нет)»). При этом для переменной создаётся группа переключателей, каждый из которых задаёт одно из её значений.

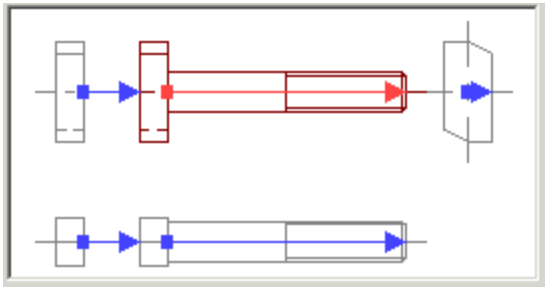
Кнопка. Для кнопки назначается последовательность действий, выполняемых после нажатия на неё. Такими действиями могут быть:



Более подробная информация приведена в главе, описывающей создание элементов управления.

Комбинированный список – прямоугольное поле с кнопкой выпадающего списка справа. Применяется для изменения значения переменной, имеющей список значений. Возможность прямого ввода значения переменной определяется параметрами элемента.

В диалоге возможно создание элемента управления **Просмотр**.



Этот элемент позволяет отобразить в диалоге редактирования внешних переменных фрагмента окно просмотра, в котором отображается страница, соответствующая выбранному вектору привязки. В диалоге, вызванном командой **Параметры** > **Внешние переменные** просмотр не отображается.

При создании диалога можно использовать, помимо собственно элементов управления, любые элементы, используемые при создании чертежа: узлы, линии построения, изображения, картинки и т.д. При вызове диалога линии построения и узлы не отображаются, однако их можно использовать при создании сложных диалогов для точного позиционирования элементов управления.

Элементы изображения, картинки можно использовать как дополнительные элементы оформления диалога наряду со стандартными элементами управления **Рамка**, **Группа**, **Статический текст**. С их помощью, например, можно создать на странице диалога упрощённую версию параметрического чертежа. Тогда при внесении изменений в параметры модели во время работы с диалогом пользователь по изображению чертежа сможет оценить сделанные изменения.

Основные темы в этом разделе:

- Пользовательский диалог внешних переменных
- Создать элемент управления
- Диалог параметров элемента управления
- Редактировать элемент управления

Пользовательский диалог внешних переменных

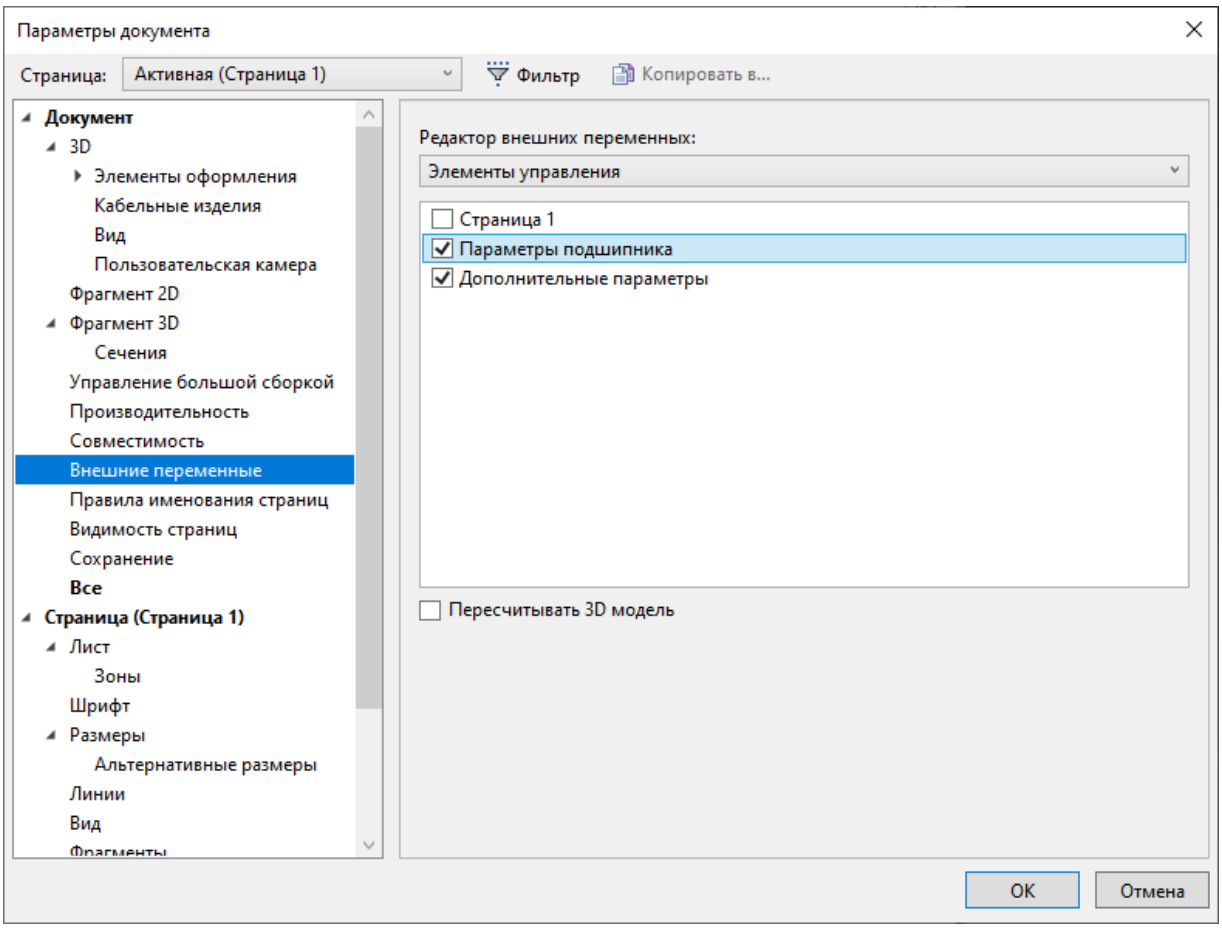
Страница диалога

Элементы управления, входящие в диалог, должны располагаться на одной странице. Допустимо размещение элементов диалога на странице чертежа или на дополнительной странице, созданной вручную. Однако рекомендуется располагать элементы управления на отдельной странице типа **Диалог**, созданной автоматически. Такой странице при создании присваивается формат **Пользователя** с рекомендуемыми для диалога значениями высоты и ширины бумаги, а также оптимальный для диалога размер шрифта и шаг сетки.

Значение параметра **Размер листа** команды Параметры документа (закладка **Лист**), заданное для страницы диалога, будет определять размер окна диалога. Изменить размеры окна возможно в параметрах указанной команды или с помощью команды Изменить размеры страницы.

Для автоматически созданной страницы типа **Диалог** включается сетка для облегчения привязки элементов управления. Отключить сетку или изменить её шаг можно с помощью команды Сетка. Привязка элементов управления также может осуществляться к существующим 2D узлам (опция **<N>**) или в абсолютных координатах (опция **<A>**).

Для того, чтобы диалог в дальнейшем использовался в качестве средства редактирования внешних переменных модели, автоматически создаваемая страница диалога добавляется в список страниц на вкладке **Внешние переменные** команды **Параметры документа**.



Название страницы в дальнейшем будет выводиться как заголовок окна диалога. Поменять название страницы можно с помощью команды Страницы... или с помощью команды **Переименовать** в контекстном меню для закладки данной страницы.

Многостраничные диалоги

Документ T-FLEX CAD может содержать любое количество страниц диалогов. Вы можете сформировать отдельные диалоги для различных групп параметров и задать различные варианты взаимодействия диалогов между собой. При этом используются два основных варианта взаимодействия диалогов:

- **Сложный диалог с несколькими закладками**. Отдельные диалоги объединяются в один сложный с закладками, каждая закладка соответствует одному из объединяемых диалогов;
- **Система главного и подчинённых диалогов**. В этом случае один из диалогов является основным и появляется при вызове команды Параметры > Внешние переменные, а остальные при необходимости вызываются с помощью элементов управления главного диалога.

Возможно также комбинирование этих двух вариантов.

При создании диалога с закладками следует учесть, что страницы объединяемых диалогов должны иметь одинаковый размер. В противном случае все страницы и элементы, на них расположенные, будут принудительно масштабированы по размеру первой из них.

Второй вариант использования нескольких диалогов допускает различие размеров отдельных страниц.

Создать элемент управления

После вызова команды в автоменю появляются следующие пиктограммы:

	<S>	Создать страницу для элементов управления
	<F>	Рамка
	<T>	Статический текст
	<E>	Редактор
	<G>	Группа
	<B>	Кнопка
	<C>	Переключатель (Да/Нет)
	<R>	Переключатель
	<O>	Комбинированный список
	<V>	Просмотр
	<P>	**Изменить параметры элементов** управления
	<A>	Установить абсолютные координаты
	<N>	Задать привязку к узлу
	<F4>	Редактировать элемент управления (команда **Изменить элемент управления**)
	<Esc>	Выйти из команды

Создание всех элементов управления можно описать следующей общей схемой:

1. **Указание размера и расположения создаваемого элемента**. Производится путем указания на странице диалога двух точек, задающих границы элемента (определяющие расположение двух противоположных диагональных углов).
2. **Задание параметров элемента** в окне **Параметры элемента управления**. Вызов окна происходит автоматически.
3. **Задание дополнительных параметров** - переменной, с которой будет связан элемент, или последовательности действий, выполняемых при активизации элемента.

В зависимости от типа элемента при его создании часть действий схемы может пропускаться. Например, при создании элементов **Рамка** и **Просмотр** требуется только указать место их расположения. Задание параметров этих элементов происходит по умолчанию. Задание дополнительных параметров необходимо только для элементов **Редактор**, **Комбинированный список** и **Кнопка**.

Опция (<**S**>) создаёт новую страницу (по умолчанию ей присваивается тип **Диалог**) с рекомендуемыми размерами. Т.е. в команде Параметры документа (закладка **Лист**) для неё устанавливается формат **Пользователя** с соответствующими высотой и шириной. При создании страницы она добавляется в список страниц на закладке **Внешние переменные** в команде Параметры документа и отмечается галкой напротив названия страницы. Это значит, что диалог, созданный на этой странице с помощью элементов управления, будет появляться на экране при вызове команды Внешние переменные и в диалоговом окне задания значений внешних переменных фрагмента при использовании текущего документа в качестве элемента сборки.
Элементы управления не обязательно должны располагаться на отдельной странице. Вы можете разместить их на любой из существующих страниц или создать для них новую страницу с помощью команды Страницы.
При наличии нескольких страниц диалога, отмеченных флагами в режиме редактирования **Страницы**, создаётся один диалог с закладками. Количество закладок соответствует количеству отмеченных страниц (название закладки совпадает с названием соответствующей страницы).

Рамка . Данный элемент предназначен для оформления окна диалога. Необходимо указать две точки, определяющие границы рамки. При этом в окне диалога будет отображаться прямоугольная область заданных размеров. В параметрах для рамки можно указать её тип (**Рамка** или **Прямоугольник**) и цвет (задаёт цвет линий рамки или цвет фона прямоугольника).

Статический текст также предназначен для оформления окна диалога. Данный элемент представляет собой текстовую строку, размещённую в указанной области окна диалога. Укажите две точки, определяющие границы прямоугольника, в котором будет расположен текст. После этого на экране появится окно параметров, в котором можно задать:

- содержание текста в поле **Название**;
- общесистемные параметры **Уровень**, **Слой**;
- цвет текста и цвет фона, на котором будет отображаться текст. Чтобы изменить значения,заданные по умолчанию, необходимо установить флажки рядом с названием соответствующего параметра.
- режим выравнивания по вертикали и горизонтали определяет положение текста относительно границ выделенного прямоугольника.
- на закладке Шрифт задаются параметры шрифта текста.

Редактор - прямоугольное поле для редактирования значения связанной с ним переменной. Укажите две точки, определяющие границы поля ввода значения переменной. Затем появляется окно Конструктор выражения, содержащее список существующих внешних переменных. Установка флагов **Вещественные**, **Текстовые** определяет присутствие в списке переменных соответствующего типа. Для назначения переменной укажите курсором на элемент списка переменных и нажмите (имя переменной появится в поле **Выражение)** или введите имя переменной в поле **Выражение**. При вводе имени несуществующей переменной вызывается диалог создания новой переменной. После подтверждения создаётся новая внешняя (по умолчанию) переменная с заданным значением.
Параметрами данного типа элемента управления являются:

- **Многострочный редактор**.
- **Показывать выражение**. Данный параметр влияет на работу с пользовательским диалогом при использовании переменных. Обычно, если при вставке фрагмента в сборку в поле ввода элемента управления назначается связь с переменной сборки или вводится выражение, то имя переменной сборки (выражение) в диалоге не показывается. Данная опция включает

отображение переменных в полях диалогов. При этом рядом с полем ввода отображается значение переменной сборки или выражения.

- **Только чтение**. При включении данного флажка редактор будет работать в режиме «только чтение», т.е. в поле редактора будет отражаться значение связанной с ним переменной, но изменить это значение будет нельзя.
- общесистемные параметры **Уровень, Слой.**
- цвет текста и цвет фона, на котором будет отображаться текст. Чтобы изменить значения, заданные по умолчанию, необходимо установить флажки рядом с названием соответствующего параметра.
- на закладке Шрифт задаются параметры шрифта текста.

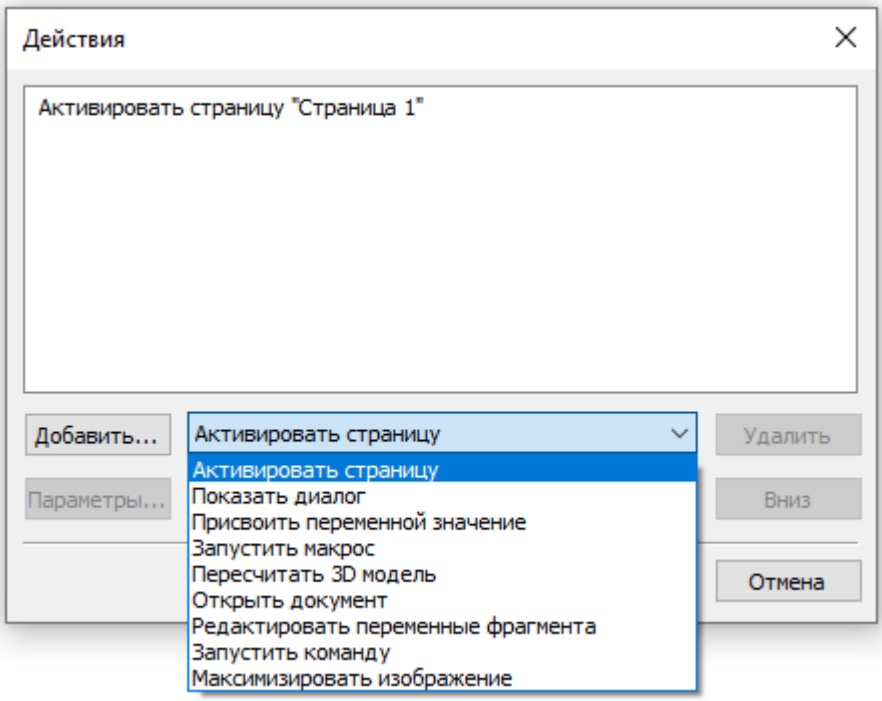
Следует отметить, что при задании значений **текстовых переменных** Вы можете ввести многострочный текст. Для этого в параметрах элемента управления должен быть выставлен флаг **Многострочный редактор**, а в содержимое текстовой переменной должны добавляться символы «**\n**» (<**Shift**><**Enter**>), являющиеся признаком переноса строки.

Группа является ещё одним элементом оформления окна диалога. Группа представляет собой комбинацию предыдущих двух элементов, т.е. это - рамка с текстом, расположенным на уровне верхней границы. Параметры задаются аналогичным образом.

Кнопка . При создании кнопки вы можете назначить последовательность действий, выполняемых после нажатия на неё. Первым шагом является указание двух точек, определяющих размер кнопки и её положение в окне диалога. Затем в окне параметров в поле **Текст** вводится название кнопки и при необходимости следующие параметры:

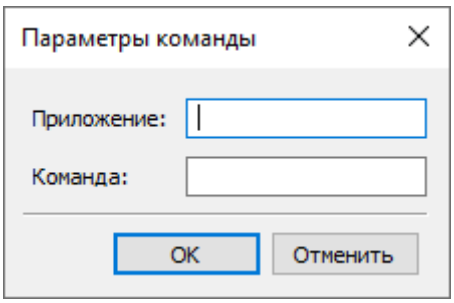
- общесистемные параметры **Уровень, Слой**;
- цвет текста (чтобы изменить значение, заданное по умолчанию, необходимо установить флажок рядом с названием соответствующего параметра);
- режим выравнивания по вертикали и горизонтали (определяет положение текста относительно границ кнопки);
- на закладке Шрифт задаются параметры шрифта текста.

После подтверждения параметров (нажатие кнопки **OK**) появляется окно **Действия**, в котором вы должны определить действие (последовательность действий), которое будет производиться при нажатии на данную кнопку.



Такими действиями могут быть:

- **активизировать страницу** (показать содержимое указанной страницы в окне текущего диалога);
- **показать диалог** (выводит диалог, содержащийся на указанной странице, в отдельном окне);
- **присвоить переменной значение** (присваивает указанное значение выбранной переменной);
- **пересчитать 3D модель**;
- **запустить макрос** (макрос – программа, написанная на одном из языков программирования с использованием функций API T-FLEX CAD. Подробно о создании макросов и работе с ними рассказано в разделе **Макросы**);
- **открыть документ** (открывает заранее указанный пользователем файл);
- **редактировать переменные фрагмента** (вызывает диалог внешних переменных фрагмента, который задаётся именем или идентификатором). Позволяет задавать значения переменных через уровень при вставке данной модели в качестве фрагмента.
- **запустить команду** (запускает указанную команду приложения). В параметр **Приложение** записывается идентификатор (GUID) приложения, в параметр **Команда** записывается строка, обработка которой предусмотрена в приложении.



- **максимизировать изображение**. При нажатии кнопки рабочая область чертежа определяется его размерами изображения (аналогично команде Показать всё изображение)

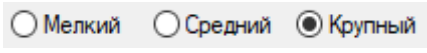
1. Добавить действие. Выберите одно из действий в списке.

Нажмите кнопку **Добавить**. В зависимости от выбранного действия появится окно для задания дополнительных установок действия (для каждого типа действия дополнительные параметры будут свои). После этого действие добавляется в список действий для создаваемой кнопки.
2. Удалить действие. Укажите необходимую строку в списке действий (она подсветится) и нажмите кнопку **Удалить**.
3. Изменить действие. Укажите необходимую строку в списке действий (она подсветится) и нажмите кнопку **Свойства** (появится диалог для выбора дополнительных установок действия).
4. Переместить действие. Порядок выполнения действий соответствует порядку их расположения в списке. Для изменения порядка действий укажите необходимую строку в списке действий (она подсветится) и переместите её, используя кнопки **Вверх** или **Вниз**.
Следует отметить, что действия, назначенные для кнопки, выполняются в том порядке, в котором они заданы. Если последовательность включает в себя вызов диалога, все следующие после него действия будут выполнены только после закрытия этого диалога по нажатию клавиши <**OK**>. Если вызов диалога завершился нажатием клавиши <**Отмена**>, то все последующие действия игнорируются.

Переключатель (ДА/НЕТ) . Данный элемент позволяет устанавливать одно из двух значений для выбранной переменной в зависимости от состояния переключателя. Первым шагом является указание двух точек, определяющих область переключателя. Затем появляется окно **Вставка переменной**, в котором расположены все внешние переменные, существующие в документе. Флаги **Вещественные**, **Текстовые** управляют наличием в списке переменных соответствующего типа. Выберите в списке переменную, значением которой будет управлять создаваемый переключатель, и подтвердите выбор нажатием **OK**. Далее на экране появится окно параметров , в котором можно задать:

- устанавливаемые значения переменных. Включено - значение, которое присваивается переменной, когда флаг переключателя установлен, выключено - значение, которое присваивается переменной при выключенном переключателе. В каждый параметр вводится необходимое значение (числовое или символьное). Если поле оставлено пустым, то переменной присваивается нулевое значение (пустая строка).
- название. Задаёт текст названия переключателя.
- общесистемные параметры **Уровень, Слой**;
- цвет текста. Чтобы изменить значение, заданное по умолчанию, необходимо установить флажок рядом с названием соответствующего параметра. Цвет фона определяет цвет выделенной для переключателя области.
- режим выравнивания по вертикали и горизонтали определяет положение текста названия относительно границ области.
- на закладке Шрифт задаются параметры шрифта текста.

Переключатель . Данный элемент позволяет изменить значение выбранной переменной. Этот тип переключателя удобно использовать, если для переменной существует несколько вариантов её значения (в случае двух значений можно использовать предыдущий тип переключателя). Тогда для этой переменной создаётся группа переключателей, каждый из которых задаёт одно из её значений (например: переменная **Шаг** может принимать значения: мелкий, средний, крупный).

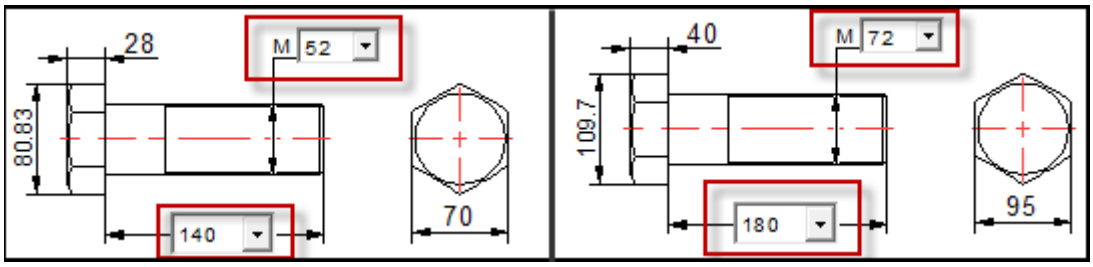


Данный тип переключателя создаётся аналогично предыдущему. Отличие только в недоступном значении параметра **Выключено**.

Комбинированный список . Комбинированный список предназначен для ввода пользователем значений переменной и/или выбора его из списка. Следует отметить, что создание списка и ввод его

содержания производится в редакторе переменных. Как и для других элементов управления сначала задаются две точки, определяющие область этого элемента (поле редактирования значения и кнопка списка занимает всю выделенную область). Затем появляется окно Конструктор выражения для выбора переменной, значение которой будет изменять создаваемый элемент. При необходимости в параметрах можно задать следующие значения:

- **редактирование**. При установленном флаге разрешается редактировать значение переменной, иначе возможен только выбор из списка.
- **показывать выражение**. Данный параметр влияет на работу с пользовательским диалогом при использовании переменных. Обычно, если при вставке фрагмента в сборку в поле ввода элемента управления назначается связь с переменной сборки или вводится выражение, то имя переменной сборки (выражение) в диалоге не показывается. Данная опция включает отображение переменных в полях диалогов. При этом рядом с полем ввода отображается значение переменной сборки или выражения.
- **подбор значения**. Используется чтобы связать значения внешних переменных между собой. Например, автоматически подобрать соответствующий шаг резьбы из списка при изменении диаметра резьбы. При отключённой опции шаг резьбы не будет изменяться в зависимости от диаметра.



- общесистемные параметры **Уровень, Слой**;
- цвет текста в окне значения переменной (чтобы изменить значение, заданное по умолчанию, необходимо установить флажок рядом с названием соответствующего параметра), цвет фона (устанавливает цвет окна значения переменной);
- на закладке Шрифт задаются параметры шрифта текста.

Если список значений переменной был создан на основе файла, то, включив параметр **Редактирование**, можно изменить список прямо на странице диалога. Для этого необходимо указать курсором на поле ввода и вызвать правой кнопкой мыши контекстное меню. Команда **Добавить значение в список** позволяет внести содержимое поля ввода значения в список значений для переменной. Команда **Редактировать список** позволяет изменять значения элементов списка.

Если список значений содержит комментарий (текстовую строку, отделённую символом «;» от значения переменной), то при отключённом параметре **Редактирование** в поле вводе элемента управления и в его выпадающем списке будут отражаться не численные значения переменной, а их текстовые альтернативы.

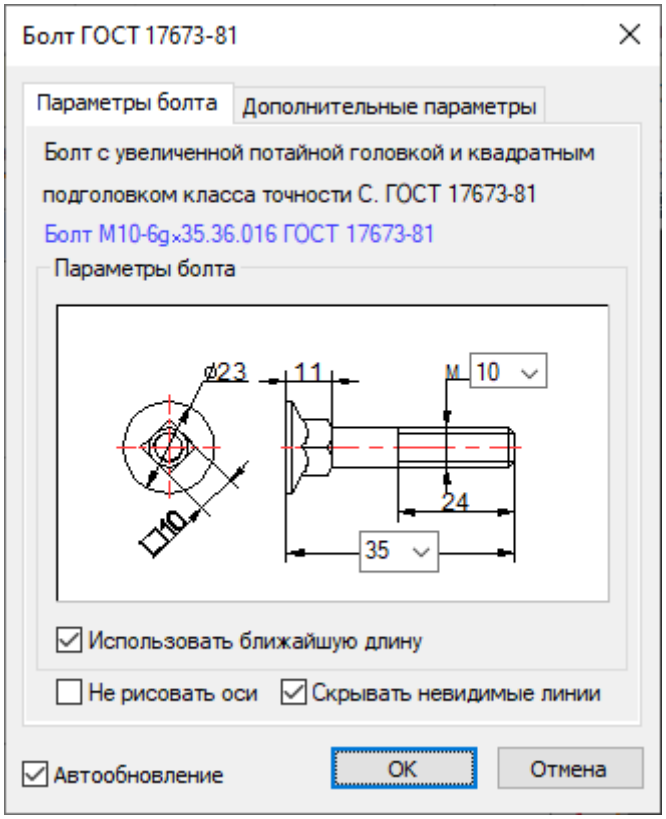
Просмотр . Данный элемент позволяет отобразить окно просмотра в диалоге редактирования внешних переменных фрагмента(в диалоге команды Внешние переменные просмотр не отображается). Для отображения чертежа в области просмотра при вызове диалога в команде Внешние переменные можно совместить положения элемента управления **Просмотр** и элемента изображения Картинка. В отличии от просмотра картинка не связана с файлом чертежа и поэтому не будет изменяться при изменении значений переменных. В окне просмотра отображается страница, соответствующая выбранному вектору привязки. Укажите две точки, задающие размер и положение окна просмотра. В параметрах доступны следующие поля:

- тип рамки (рамка, прямоугольник);
- общесистемные параметры **Уровень, Слой**;

Следующие три параметра не оказывают влияния на данный тип элемента управления.

- цвет, цвет фона;
- режим выравнивания по вертикали и горизонтали;
- на закладке Шрифт задаются параметры шрифта текста.

Элементы управления имеют **порядок**, который влияет на переход к следующему элементу при нажатии клавиш **<Tab>** и **<Shift-Tab>**, и приоритет, определяющий порядок наложения изображений элементов. По умолчанию оба свойства задаются последовательностью создания элементов (т.е. переходы будут осуществляться от первого созданного элемента к следующему, а изображение элемента имеет больший приоритет,чем у предыдущего, но меньший, чем у последующего). Переназначить порядок элементов (а следовательно и приоритет) можно в команде редактирования элементов управления.



Для существующих элементов управления в контекстном меню доступны опции **Копировать**, **Переместить**, позволяющие создавать новые элементы при помощи копирования или изменять положение выбранного элемента.

В бесплатном учебном пособии T-FLEX CAD существует урок по созданию диалога управления - **Параметризация**, **Урок 3 - Создание диалога управления**. Загрузить учебное пособие можно по соответствующей ссылке.

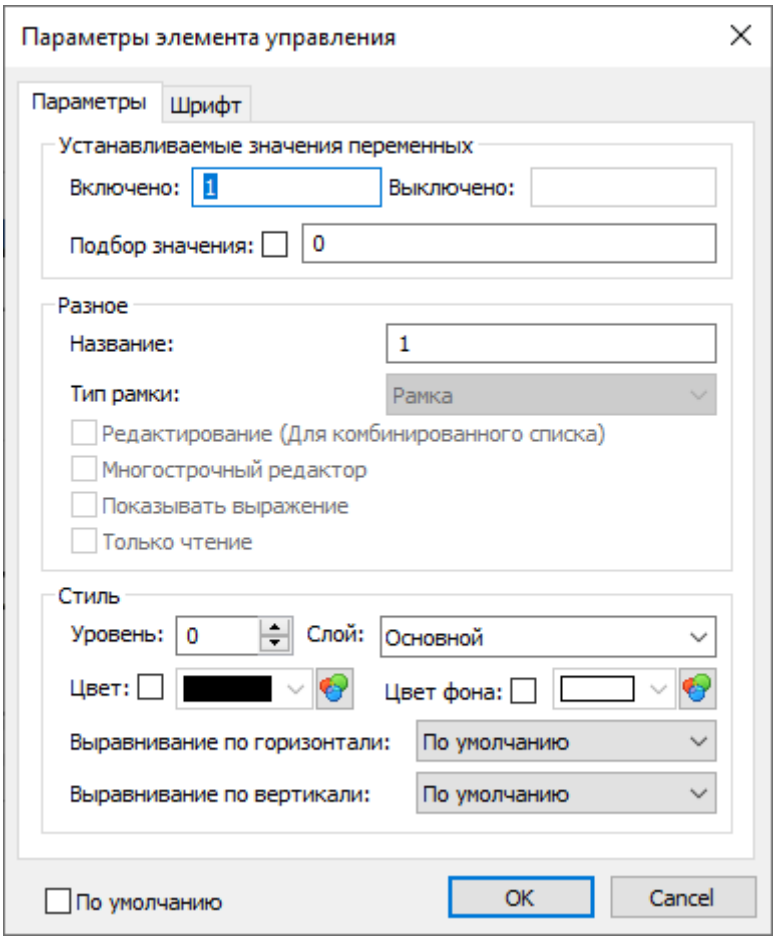
Диалог параметров элемента управления

Диалог параметров элемента управления содержит следующие вкладки:

- **Параметры**
  Содержимое данной вкладки описано ниже.
- **Шрифт**
  На данной вкладке можно настроить шрифт текста выбранного элемента управления аналогично тому, как это делается для элементов оформления чертежа.

Кроме того, в нижней части диалога независимо от активной вкладки отображается флаг **По умолчанию**. Если его установить, параметры стиля и шрифта выбранного элемента управления будут применяться по умолчанию для всех вновь создаваемых элементов управления.

Параметры



По умолчанию параметру **Уровень** присваивается значение «0», параметру **Слой** – **Основной**, параметрам **шрифта** – **Из документа**.

Кроме общесистемных параметров (Уровень. Слой), элементы управления обладают еще рядом параметров:

Название (текст, отображаемый на элементе);

Цвет символов (для **Рамки** и **Просмотра** – цвет линий рамки или фона прямоугольника);

Цвет фона элемента (для элемента **Группа** – цвет фона названия группы);

Режим выравнивания по вертикали.

Два последних параметра определяют положение текста относительно границ элемента.

Часть вышеперечисленных параметров у некоторых элементов управления будет отсутствовать. Например, у элемента **Кнопка** отсутствует параметр **Цвет фона**, а для **Группы** не задаётся параметр **Выравнивание по вертикали**, поскольку название группы всегда расположено на уровне верхней границы. Следует заметить, что при задании параметров конкретного элемента управления в диалоге параметров будут доступны только его параметры.

Также некоторые элементы управления обладают характерными, свойственными только им, параметрами:

Рамка:

Тип рамки: рамка или прямоугольник.

Редактор:

- **Многострочный редактор** – применяется только для текстовых переменных. Разрешает ввод нескольких строк.
- **Показывать выражение**. Данный параметр влияет на работу с пользовательским диалогом при использовании переменных. Обычно, если при вставке фрагмента в сборку в поле ввода элемента управления назначается связь с переменной сборки или вводится выражение, то имя переменной сборки (выражение) в диалоге не показывается. Данная опция включает отображение переменных в полях диалогов. При этом рядом с полем ввода отображается значение переменной сборки или выражения.
- **Только чтение**. При включении данного флажка редактор будет работать в режиме «только чтение», т.е. в поле редактора будет отражаться значение связанной с ним переменной, но изменить это значение будет нельзя.

Комбинированный список:

- **Редактирование** – параметр задаёт возможность прямого ввода значения переменной без выбора из списка.
- **Показывать выражение**. Аналогично такому же параметру элемента управления **Редактор**.

Переключатель (Да/Нет):

- **Включено** – значение, которое присваивается переменной, когда флаг переключателя установлен;
- **Выключено** – значение, которое присваивается переменной при выключенном переключателе.

Переключатель:

- **Включено -** значение, которое присваивается переменной, когда флаг переключателя установлен.В дальнейшем при описании элемента управления будут указываться только те параметры, которые являются характерными для данного элемента.

Редактировать элемент управления

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<EO>	Правка > Чертёж > Элемент управления

Команда предназначена для редактирования элементов управления, созданных с помощью команды Элемент управления. После вызова в автоменю доступны следующие пиктограммы:

<*> Выбрать все элементы.

<R> Выбрать элемент из списка.

<T> Изменить порядок элементов управления.

<S> Установить рекомендуемые параметры страницы.

<Esc> Выйти из команды.

Опция позволяет переназначить порядок элементов, определяющий последовательность переходов между ними при нажатии <**Tab**> или <**Shift**><**Tab**>. По умолчанию порядок элементов соответствует последовательности их создания. После вызова опции у каждого элемента высвечивается его порядковый номер.

При необходимости изменить порядок элементов выбирайте их в требуемой последовательности. Для подтверждения сделанных изменений нажмите пиктограмму или <**Enter**>.

Опция используется для присвоения текущей странице параметров, принятых по умолчанию для страницы диалога (устанавливаются при создании с помощью опции). Изменяемой странице присваивается тип **Диалог**. В команде Задать параметры документа эта страница автоматически отмечается в списке страниц параметра **Редактор внешних переменных.** Сам параметр переключается на значение **Элементы управления.** Опция применяется, если страница была создана или изменена с помощью команд Редактировать страницы документа, Изменить размеры страницы, Задать параметры сетки.

Для изменения положения элемента или его размеров достаточно выбрать его (указать курсором и нажать), а затем выполнить необходимые изменения.

Управление списком множественного выбора элементов осуществляется комбинациями клавиш:

<**Shift**> Добавить элемент для редактирования.

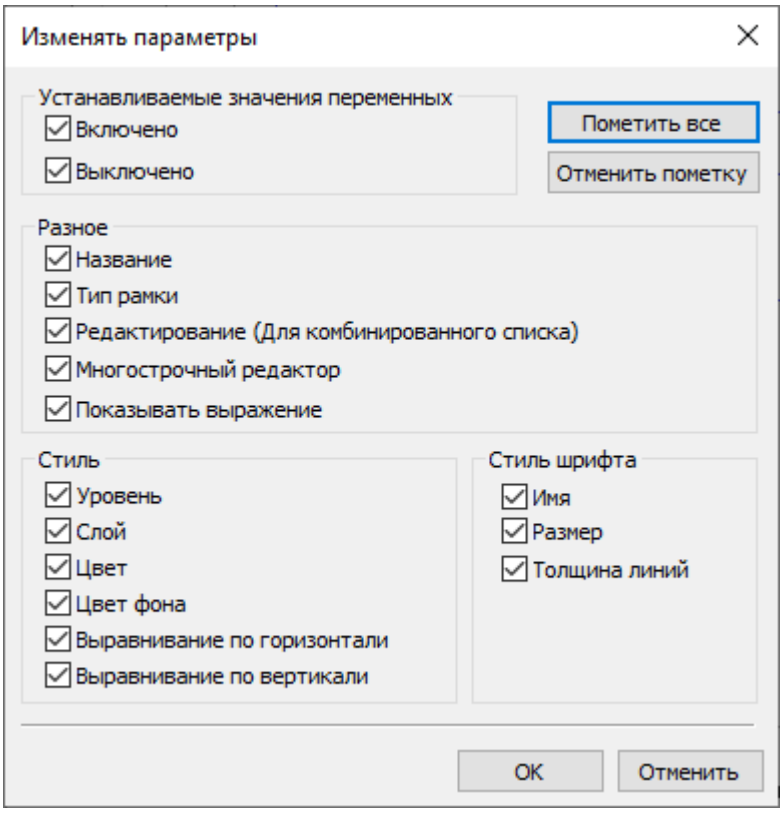
<**Ctrl**> Удалить элемент из списка выбранных.

При множественном выборе вы можете воспользоваться опциями:

<P> Установить параметры выбранных элементов.

	<V>	Задать связь с переменной (позволяет изменить имя переменной для группы элементов управления).
	<I>	Отменить выбор последнего элемента.
	<Del>	Удалить выбранные элементы.
	<Esc>	Отменить выбор.

При выборе опции (**<P>**) необходимо в окне диалога отметить те параметры, которые вы хотите отредактировать. По умолчанию редактированию подлежат все параметры выбранных элементов. Если параметр не должен меняться, необходимо его «деселектировать». После того, как вы указали набор параметров для редактирования и нажали **OK**, вам становится доступным стандартное окно задания параметров выбранных элементов. Те параметры, которые не могут быть изменены, не доступны для редактирования. Обратите внимание, что часть общих параметров (типа слоя, уровня и т.д.), могут быть отредактированы с помощью системной панели.



При выборе одного элемента вы можете использовать следующие опции:

	<P>	Изменить параметры элемента управления
	<V>	Задать связь элемента управления с переменной
	<Y>	Задать или изменить имя выбранного элемента
	<A>	Редактировать список действий

<I> Выбрать другой ближайший элемент

<Del> Удалить выбранные элементы

<Esc> Отменить выбор элемента.

Опция (**<V>**) становится доступной только для тех элементов управления, которые связаны с переменными. Она позволяет перезадать переменную, значением которой управляет выбранный элемент (все действия в этом случае совпадают с процессом создания элемента управления).

Опция (**<A>**) доступна только для элемента управления типа **Кнопка**. Она позволяет добавлять/удалять действия, выполняемые при нажатии на выбранную кнопку.

Следует отметить, что опции редактирования элементов управления также могут быть вызваны из контекстного меню. Укажите на элемент управления и нажмите правую кнопку мыши. В появившемся меню станут доступны следующие команды:

- **Изменить**(Вызов команды **Редактирование элементов управления**).
- **Копировать** (Копирование выбранного элемента).
- **Вставить** (Создание копии элемента управления).
- **Переместить** (Изменение положения выбранного элемента управления).
- **Удалить** (Удаление выбранного элемента управления).
- **Свойства** (Вызов окна диалога **Параметры элемента управления**).
- **Информация** (Просмотр элементов (узлов, переменных и т.п.), связанных с выбранным).

Связи переменных

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Параметры > Переменные > Связи
Клавиатура	Текстовое меню
<SR>	Параметры > Связи

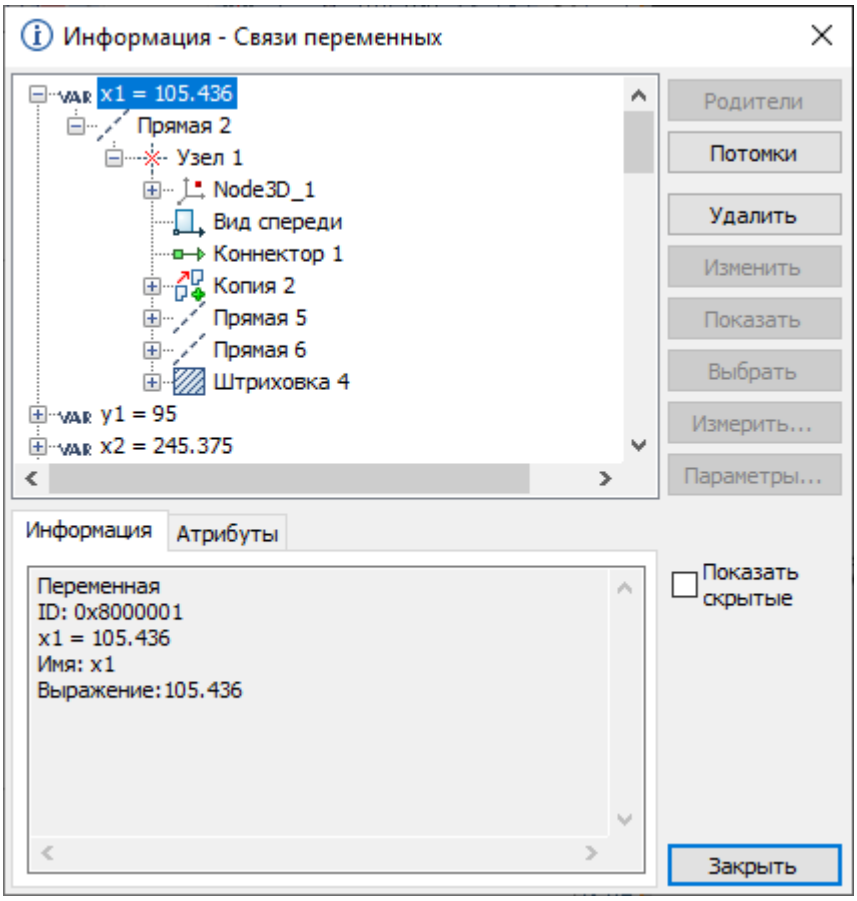
Данная команда позволяет пользователю увидеть все связи переменных с элементами чертежа или 3D модели.

В результате вызова команды появляется окно диалога, в котором содержится перечень всех переменных чертежа и их значения. По умолчанию в списке содержатся только видимые переменные. Для того, чтобы увидеть все переменные данного документа (т.е. и скрытые тоже), необходимо установить флаг **Показать скрытые**.

Если слева от переменной расположен квадратик со знаком плюс, то это значит, что данная переменная используется в каком-либо из элементов чертежа, либо сразу в нескольких. Чтобы увидеть список этих элементов надо указать курсором мыши на квадрат и нажать левую кнопку мыши. Появившийся список включает тип элемента и его идентификационный номер.

Элементы списка, в свою очередь, могут быть построены на основе других элементов. В таком случае у них также слева имеется квадратик со знаком плюс. Если элемент является конечным в цепочки построений, то слева от него пусто. В окне справа (если оно открыто) появляется

информация о выбранном элементе. Кроме того, выбранный элемент подсвечивается на чертеже или в 3D окне.



Кроме просмотра связей переменных с элементами чертежа, для 2D или 3D элементов, выбранных в списке, можно дополнительно выполнить некоторые действия с выбранным элементом с помощью следующих кнопок:

Родители. При нажатии кнопки в окне диалога вместо списка всех переменных выводится дерево родительских элементов для выбранного элемента списка. Данная кнопка недоступна для тех элементов, которые не имеют родителей.

Потомки. Действует аналогично предыдущей кнопки, но вместо дерева родительских элементов отображает дерево потомков для выбранного элемента. Команда применима ко всем элемента, кроме переменных. Для переменных всегда показаны потомки, потому, что у них нет предшественников. Для остальных типов команда показывает всё элементы, которые построены на основе выбранного элемента. В начальный момент после вызова команды показаны элементы, на основе которых был построен вышестоящий элемент.

Удалить. Окно команды закрывается и вызывается команда удаления выбранного элемента.

Изменить. Окно команды закрывается и вызывается команда редактирования выбранного элемента.

Показать. Окно команды закрывается. Рабочее окно текущего чертежа (модели) изменяется таким образом, чтобы выбранный элемент был целиком виден на экране.

Выбрать. Окно команды закрывается. Указанный элемент остаётся выбранным для дальнейшей работы.

Измерить... Происходит вызов команды Измерить для элемента, выбранного в списке.

Параметры... Происходит вызов диалогового окна для редактирования параметров выбранного элемента. Вызов диалога параметров для выбранного элемента. После завершения работы с диалогом продолжается работа с окном команды **Связи переменных.**

Закрыть. Выход из команды.

Информация. Данное поле содержит краткую информацию о выбранном элементе.
Атрибуты. Данное поле содержит информацию об атрибутах, присвоенных выбранному элементу.

Отношения

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Параметры > Инструменты > Отношения
Клавиатура	Текстовое меню
<REL>	Параметры > Отношения

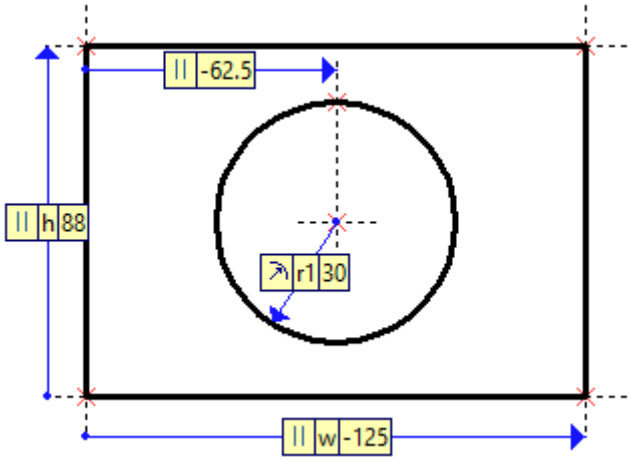
Для быстрого отслеживания геометрических связей чертежа и управления ими в T-FLEX CAD существует особый тип 2D элементов – Отношения. Отношения позволяют наглядно отобразить на экране чертежа типы и параметры геометрических связей между элементами построения. С помощью отношений можно изменить параметры этих связей, не вызывая команды редактирования соответствующих элементов построения.
Отношения являются вспомогательными объектами, которые отображаются на поле чертежа в виде специальных меток. Они не выводятся на печать и не экспортируются. В обозначении отношения выводится информация о типе геометрической связи и численном параметре того объекта, на котором построено отношение. Если параметр связан с выражением или переменной, то метка отношения отображает как выражение, так и его текущее значение.
Отношения могут создаваться автоматически системой (временные Отношения) либо вручную пользователем.
Автоматическое создание осуществляется в команде редактирования линий построения и линий изображения, построенных по линиям построения. Система создаёт и отображает на экране отношения: если редактируется линия построения – то для самой линии, если редактируется линия изображения – то для линии построения, на основе которой она создана. При выходе из команды редактирования такие Отношения автоматически удаляются. Временные Отношения можно использовать для изменения в прозрачном режиме параметров линий построения.
Вручную Отношения создаются пользователем в команде **Отношения** во вкладке ленты **Параметры**. В этом случае возможно создание как Отношений для отдельных элементов построения, так и для всех элементов построения данного чертежа. Отношения, созданные пользователем явно, существуют на чертеже до тех пор, пока пользователь не удалит их с помощью той же команды. По умолчанию они постоянно отображаются на чертеже. С их помощью можно анализировать параметрические связи модели, а также изменять параметры линий построения. При необходимости все или только определённую часть созданных Отношений можно сделать невидимыми в текущем 2D окне или вообще в данном документе (такие скрытые Отношения не будут отображаться во всех 2D окнах, открытых для данного документа).

Использование Отношений при работе с чертежом

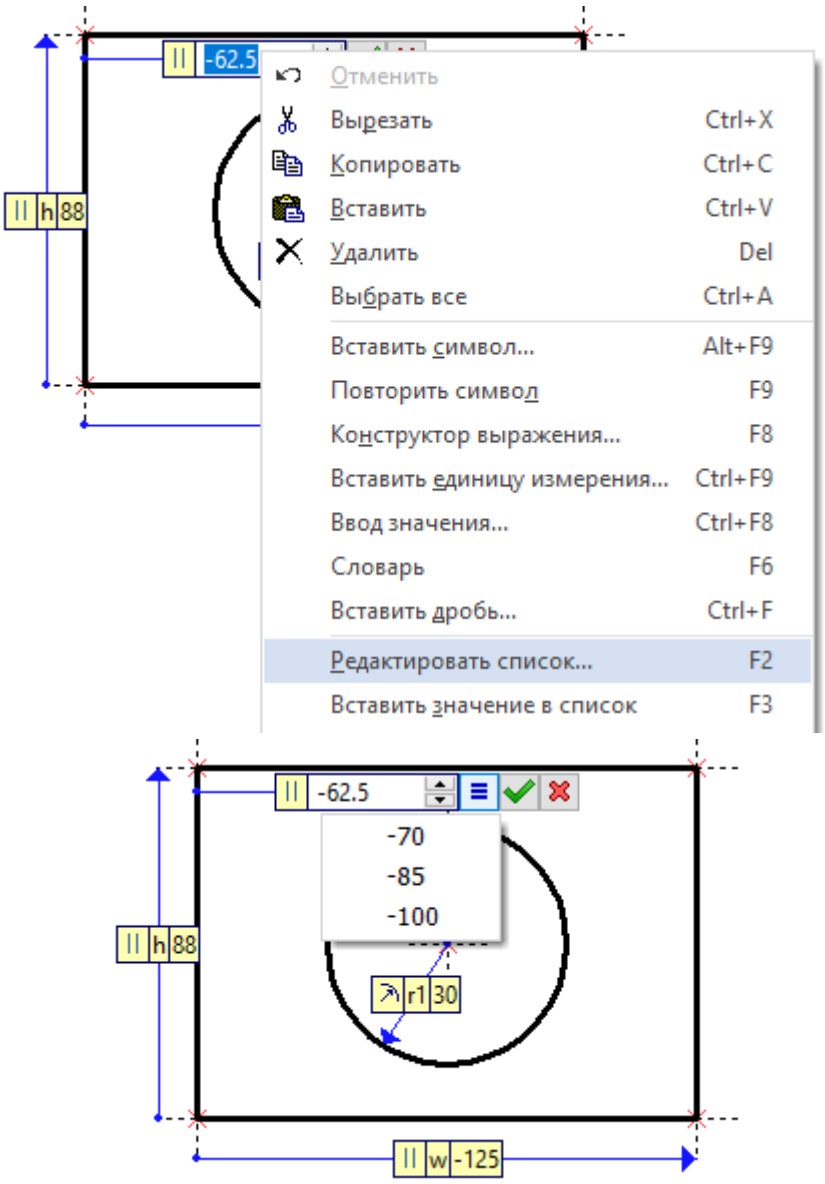
Отношения предназначены для двух основных целей:

- визуализации геометрических связей в модели;
- изменения геометрических параметров модели в прозрачном режиме.

Первая цель достигается за счёт создания **Отношений**, когда пользователь получает возможность визуально изучить геометрические связи, не прибегая к помощи команды **?** > **Информация**.

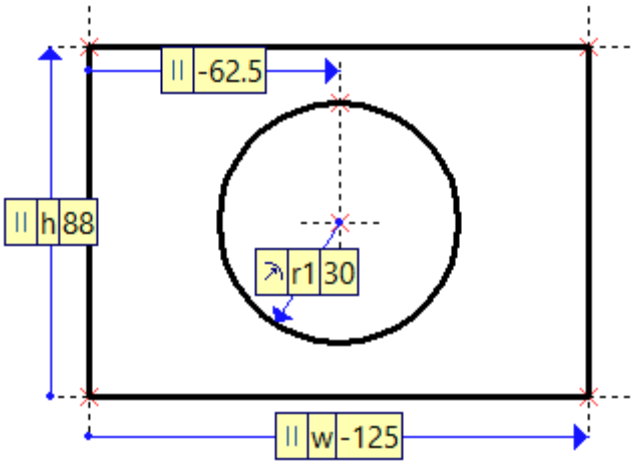


Для того, чтобы с помощью **Отношения** изменить соответствующий геометрический параметр, укажите курсором на значение параметра в метке **Отношения** и нажмите . Метка перейдёт в режим редактирования значения управляемого ею параметра. Как и в других полях редактирования значений в системе, здесь можно сформировать список часто используемых значений параметра и пользоваться им при помощи специальной кнопки выбора значения из списка.

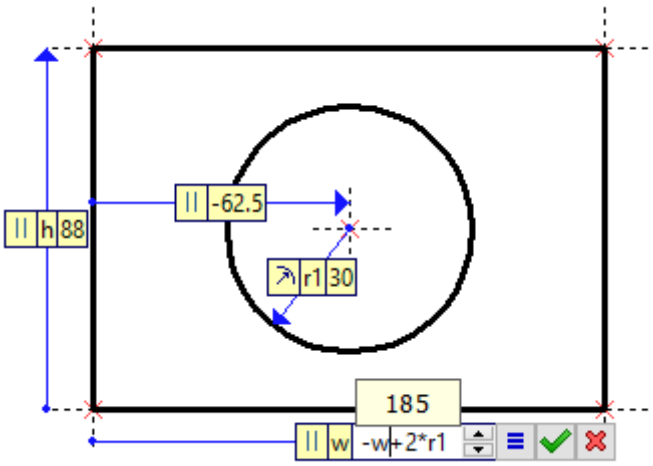


Список значений задаётся с помощью команд контекстного меню (вызывается с помощью в режиме редактирования параметра данного Отношения). С помощью команды **Шрифт** данного контекстного меню можно также изменить шрифт, которым отображается содержимое меток Отношений.

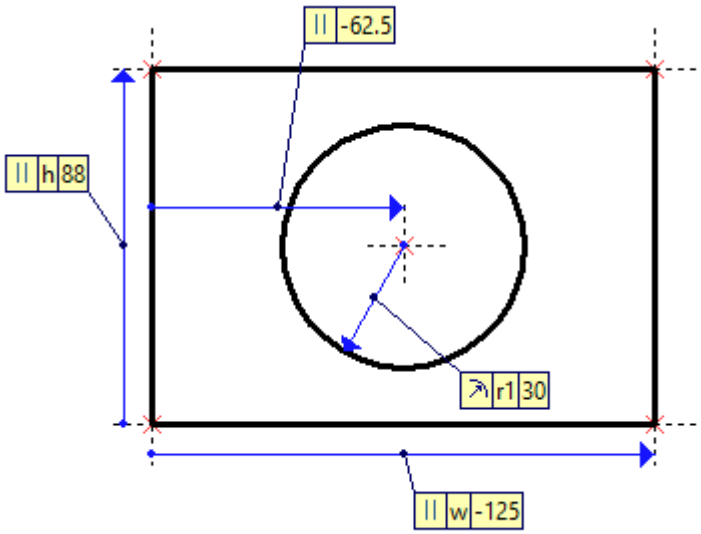
Параметры шрифта являются общими для всех меток системы: меток Отношений, меток размеров (используются при редактировании значения размера в прозрачном режиме), меток манипуляторов в 3D операциях.



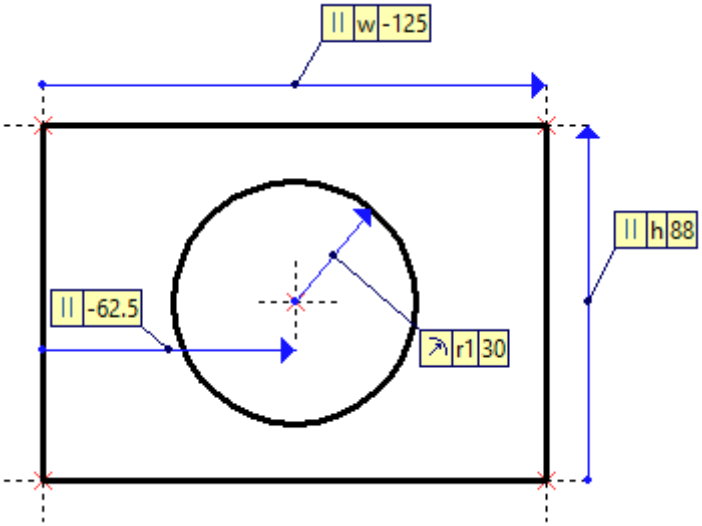
Зафиксировать новое значение параметра можно, нажав кнопку на самой метке Отношения или в автоменю. Если параметр, описываемый Отношением, связан с выражением или с переменной, то метка Отношения отображает как выражение, так и его текущее значение. Пользователь может отредактировать само выражение так же, как и его значение.



Иногда метка **Отношения** может мешать в работе с моделью, закрывая какую-то часть чертежа. Чтобы исправить положение, можно удалить или скрыть с экрана такое Отношение (о том, как это сделать, будет рассказано чуть позже), либо просто переместить метку Отношения в сторону. Для перемещения метки Отношения надо подвести курсор к иконке Отношения. Когда курсор примет вид , нажмите и, не отпуская кнопки мыши, переместите изображение метки на нужное место. Перемещённая метка будет связана с изображением Отношения выносной линией.



Переместить можно не только метку отношения, но и само изображение Отношения в виде стрелки, связывающей 2D элемент, для которого создано данное отношение, с его родительским элементом. Для этого просто подведите курсор к стрелке Отношения и нажмите . После этого изображение Отношения будет динамически двигаться вслед за курсором. Переместите его на новое место и зафиксируете повторным нажатием .



Создание Отношений

В автоменю команды присутствуют следующие опции:

<C> Режим создания Отношений для одиночного элемента

<P> Режим создания Отношений для цепочки родительских элементов

<D> Режим удаления Отношений

Отношения можно создавать тремя способами:

1. **Автоматическое создание Отношений** для всех элементов построения текущего чертежа.

2. **Ручное создание Отношений для отдельных элементов построения** с помощью опции . После вызова опции укажите в 2D окне те элементы построения, для которых необходимо создать отношения.

3. **Ручное создание Отношений для цепочек зависимых элементов** с помощью опции . После вызова опции укажите в 2D окне элемент, который будет последним в цепочке. Отношения будут созданы для указанного элемента и всей цепочки родительских элементов вплоть до базовых (т.е. независимых от других элементов построения).

Созданные Отношения будут видны на чертеже всегда, и в режиме ожидания команды, и внутри любой 2D команды. Скрыть часть созданных Отношений с экрана можно, если в окне свойств команды указать, какие Отношения должны быть видимы. Делается это с помощью флажков, определяющих видимость/невидимость каждого типа Отношений (по умолчанию все флажки включены).

Отношения для линий построения

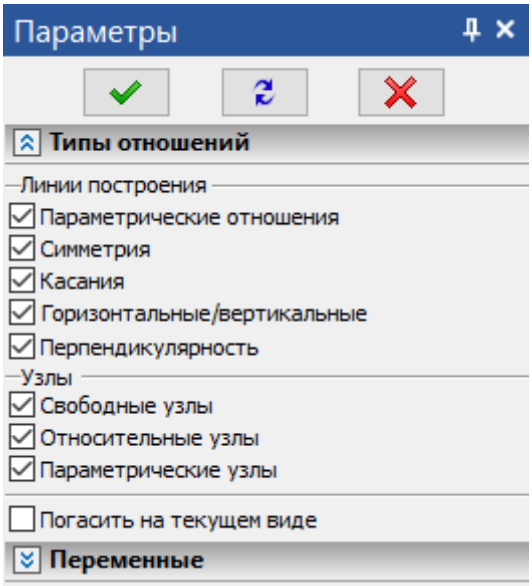
Параметрические отношения – Отношения для элементов построения, имеющих геометрические параметры, которые могут быть заданы переменными. К таким геометрическим параметрам относятся, например, смещение у прямой, параллельной другой прямой, угол прямой под углом к другой прямой или к горизонтали, радиус окружности и т.п. Исключением являются вертикальные и горизонтальные прямые, для которой видимость Отношений регулируется отдельным флажком (см. ниже).

Симметрия – Отношения для прямых, построенных как ось симметрии двух других прямых.

Касания – Отношения для элементов, построенных с условием касания.

Горизонтальные/вертикальные – Отношения для вертикальных и горизонтальных прямых.

Перпендикулярность – Отношения для прямых, построенных как перпендикулярные к другим прямым.



Отношения для узлов

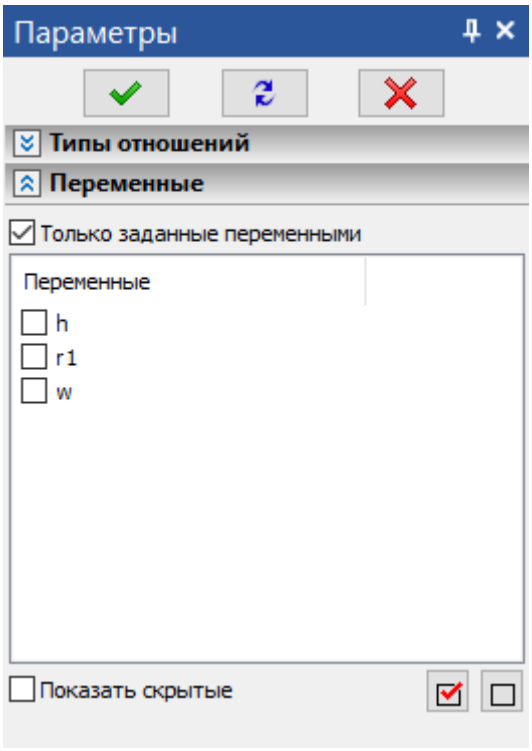
Свободные узлы – Отношения для свободных узлов, т.е заданных двумя координатами X, Y.

Относительные узлы – Отношения для узлов, заданных смещениями относительно другого узла.

Параметрические узлы – Отношения для узлов, имеющих один числовой параметр. К таким узлам относятся узлы на линиях построения (окружностях, сплайнах, функциях и т.п.), а также узел относительно другого узла на прямой.

Дополнительные флажки группы **Переменные** позволяют управлять видимостью Отношений в зависимости от того, были ли использованы переменные при задании геометрических параметров этих элементов (по умолчанию эти флажки отключены):

Только отношения, заданные переменными. При установке данного флажка в 2D окне будут показываться Отношения только для тех элементов построения, при задании геометрических параметров которых были использованы отмеченные в списке переменные.



В списке ниже указаны все числовые переменные текущего документа. Дополнительный флажок **Показать скрытые** позволяет отобразить в данном списке и скрытые числовые переменные данного документа. С помощью списка можно указать те переменные, которые должны учитываться при определении показываемых Отношений. Для выбора переменной нужно установить флажок рядом с её именем с помощью .

Быстро пометить все переменные в списке позволяет кнопка . Снять пометку со всех переменных в списке можно с помощью кнопки .

После выхода из команды скрытые с помощью данных флажков Отношения по-прежнему не будут видны на чертеже. Однако в модели они существуют. Для того, чтобы сделать их видимыми, необходимо снова вызвать команду **Отношения элементов** и в её окне свойств установить соответствующие флажки. Создавать Отношения в этом случае уже не нужно.

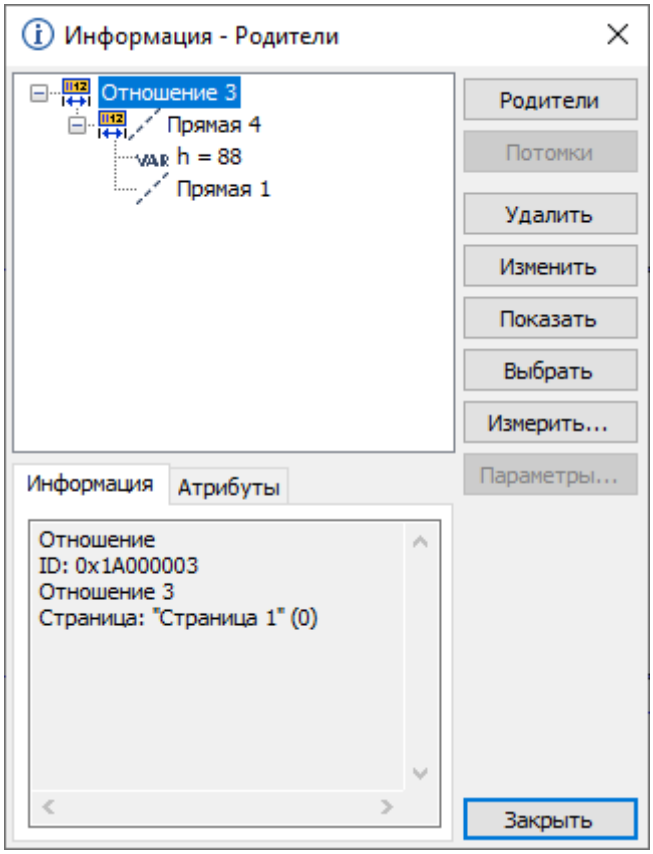
Погасить на текущем виде

При установке данного флажка все созданные Отношения становятся невидимыми в текущем 2D окне. В других 2D окнах данного чертежа (если они открыты) они будут видны. Как и при использовании предыдущих флажков, для изменения видимости/невидимости отношений после выхода из команды понадобится вновь вызвать её и изменить состояние данного флажка в окне свойств.

Удалить Отношения позволяют опции . Опция используется для удаления отдельных выбранных Отношений. После вызова данной опции достаточно указать последовательно все Отношения, которые должны быть удалены.

Отображение Отношений в окне команды Информация

При работе диалога Информация для выбранных или всех элементов модели объекты-отношения в этом диалоге показываются специальным образом. Иконка существующего отношения показывается рядом с элементом, к которому оно относится.



Пересчитать переменные

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<REC>, **<Ctrl>+<F7>**	Параметры > Пересчитать

При вызове данной команды происходит пересчёт значений переменных модели. Эта возможность используется, когда вносятся изменения во внешние файлы данных. Например, после вызова команды значения переменных пересчитаются с учётом обновлённых полей базы данных.

Базы данных

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Параметры > Инструменты > База данных
Клавиатура	Текстовое меню
<ID>	Параметры > База данных

Команда позволяет работать с базами данных.
Применение баз данных в T-FLEX CAD позволяет реализовывать в одном чертеже целые каталоги изделий. Можно создавать элементы конструкций, задавая их параметры из баз данных.

> Описание функций для работы с базами данных см. в разделе Функции по работе с базами данных.

В T-FLEX существует несколько способов хранения данных:
При первом способе база данных, собственно, не создаётся, а в модели T-FLEX CAD используются данные из **внешнего файла** одного из стандартных форматов (например, формат xml). Такие файлы можно создавать как с помощью системы T-FLEX CAD, так и любыми другими программами, предназначенными для этого. Существенное неудобство данного способа – в случае утери файла-источника становится невозможна работа с использующей его параметрической моделью T-FLEX CAD.
Второй способ – таблица базы данных создаётся и хранится прямо внутри конкретного документа T-FLEX CAD – так называемая **внутренняя база данных**. Этот метод позволяет осуществлять более быстрый доступ к необходимой информации, не загромождает дисковое пространство вспомогательными файлами и позволяет проще переносить чертежи с одного места на другое.
Есть также третий, промежуточный вариант – когда на основе внешнего файла данных в документе T-FLEX CAD создаётся база данных-копия, сохраняющая связь с внешним файлом-источником. Такая база данных называется **базой данных по ссылке**. Содержимое базы данных по ссылке может обновляться из файла-источника, автоматически или по запросу пользователя. При этом, если внешний файл отсутствует, то параметрическая модель продолжает работать, используя копию базы внутри документа. А когда файл-источник вновь становится доступен, связь с ним автоматически обновляется. Скорость работы с такой базой данных та же, как и при использовании внутренней базы. Данный способ работы с внешними файлами данных позволяет сохранить параметрические модели, использующие базы данных по ссылке, в случае потери файла базы данных.
Базы данных, хранящиеся вместе с документом, будем называть **внутренними базами данных** (далее в тексте базами данных или БД), все остальные - **внешними базами данных** или **базами данных по ссылке**.
Команда предоставляет следующие возможности:

- создать новую внутреннюю базу данных;
- создать базу данных по ссылке на внешний файл;
- редактировать содержание и заголовок уже существующей базы данных;
- сохранять внутреннюю базу данных во внешний файл формата dBase или Access;
- преобразовать базу данных по ссылке во внутреннюю базу данных;
- удалить базу данных.

При обращении к команде **База данных** создаётся дополнительное окно текущего документа, в котором отображается редактор баз данных. Окно содержит таблицу базы данных (если в документе

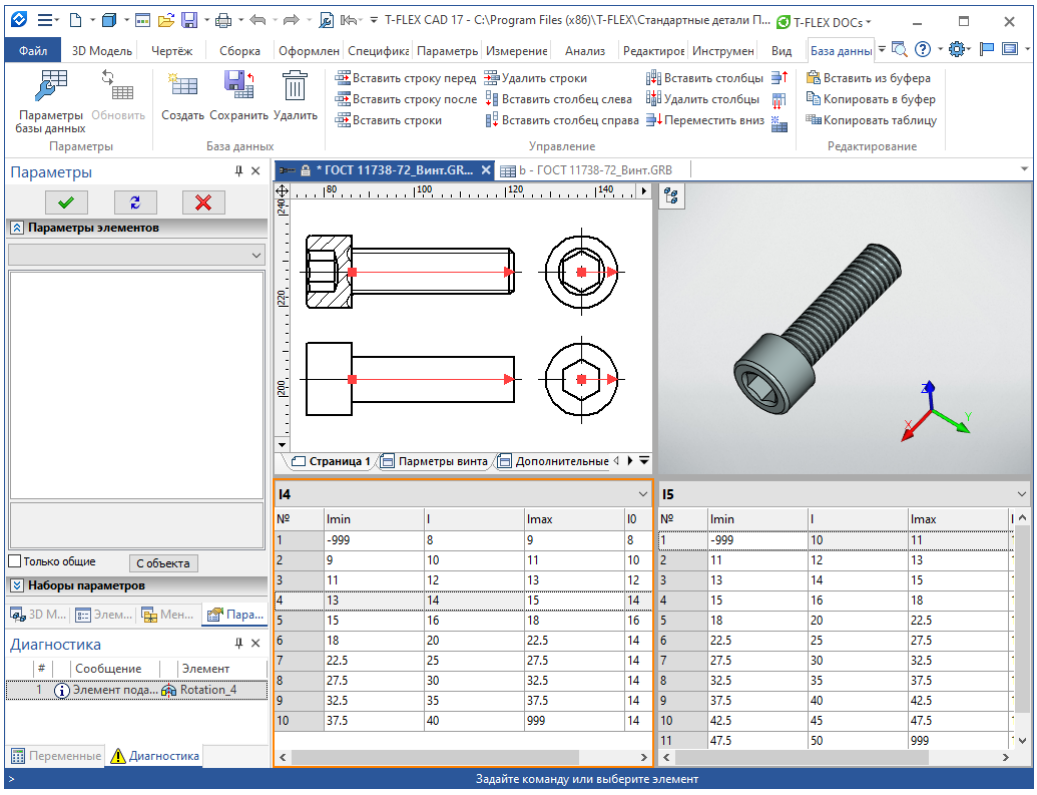
нет баз данных, то таблица будет пуста) и список баз текущего документа, с помощью которого можно быстро переключаться с одной базы данных на другую.

ГОСТ 11738-72_Винт.GRB:1 | b - ГОСТ 11738-72_Винт.GRB

b

№	d	d1	D	H	S	D1	D2	h	h1	r	r1
1	4	4	7	4	3	3.5	3.8	2.2	2.6	0.2	0.4
2	5	5	8.5	5	4	4.6	4.9	2.8	3.4	0.2	0.4
3	6	6	10	6	5	5.8	6.1	3.5	4	0.25	0.5
4	8	8	13	8	6	6.9	7.2	4.5	5.5	0.4	0.8
5	10	10	16	10	8	9.2	9.7	6	7	0.4	0.8
6	12	12	18	12	10	11.5	12	7	8	0.6	1
7	16	16	24	16	14	16.2	16.7	9	10	0.6	1
8	20	20	30	20	17	19.6	20.4	11	13	0.8	1.6
9	24	24	36	24	19	21.9	22.7	13	15	0.8	1.6
10	30	30	45	30	22	25.4	16.2	18	20	1	2
11	36	36	54	36	27	31.2	32	21	24	1	2

Благодаря тому, что диалог редактора баз данных открывается в отдельном окне, можно одновременно работать в основном окне документа T-FLEX CAD и в окне редактора, а также одновременно редактировать нескольких баз данных одного документа.



Все основные команды по работе с базой данных вынесены во вкладку ленты **База данных** (она становится доступной при работе с редактором баз данных). Кроме того, данные команды доступны в контекстных меню в окне редактора баз данных. Содержимое контекстного меню зависит от выбранного элемента.

Если в текущем документе нет БД, то доступной является только команда **Создать** новую базу данных. С помощью этой команды можно создать новую внутреннюю базу данных или базу данных по ссылке.

При работе с редактором баз данных поддерживается механизм копирования/вставки данных между окнами и с внешними источниками данных. Порядок следования столбцов таблицы можно изменять, просто перетаскивая мышью их заголовки.
При работе с редактором баз данных действует единый для всей системы механизм отмены/возврата действий (undo/redo).
Об особенностях использования баз данных при создании библиотек параметрических чертежей и 3D моделей читайте в соответствующей главе.

Основные темы в этом разделе:

- Создание базы данных
- Заполнение и редактирование содержимого базы данных
- Сортировка базы данных
- Параметризация баз данных
- Диалог параметров базы данных
- Сохранение, обновление и удаление базы данных

Смотрите также:

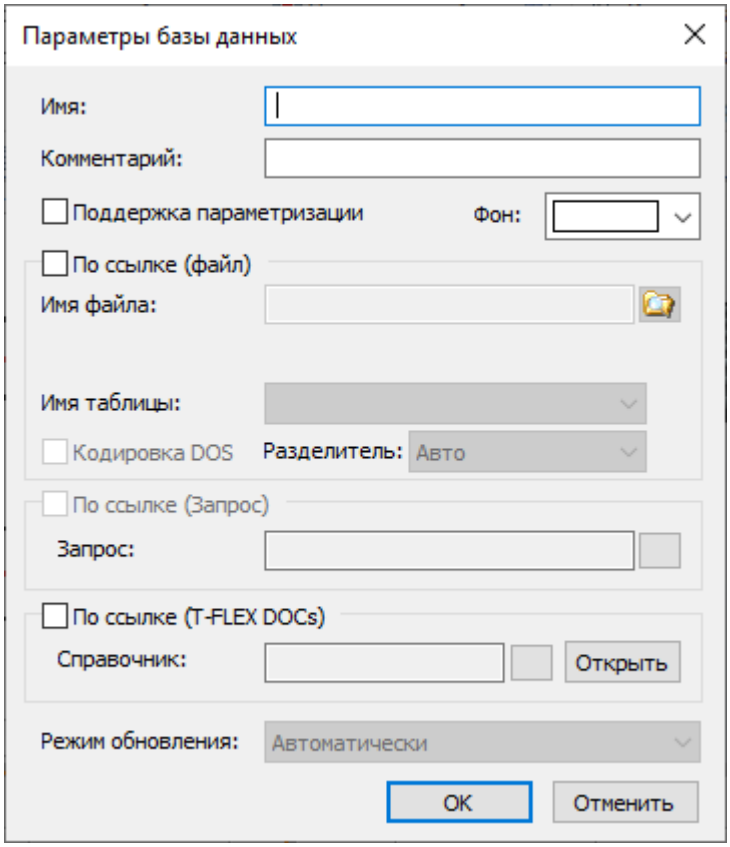
- Функции по работе с базами данных
- Заимствование переменных и баз данных

Создание базы данных

Для создания новой базы данных, вызовите следующую команду:

Пиктограмма	Лента
	База данных > База данных > Создать

После вызова команды появится диалоговое окно **Параметры базы данных**.



Задайте **Имя** базы (обязательно) и **Комментарий** (при необходимости).

> Каждая БД имеет свою уникальное имя. Имя БД – строка символов (не более 10-ти). Нужно обратить внимание на то, что заглавные и строчные буквы при вводе имени приводят к созданию разных имён. Имена БАЗА_1 и база_1 – это разные имена. То же самое относится и к именам столбцов базы данных.

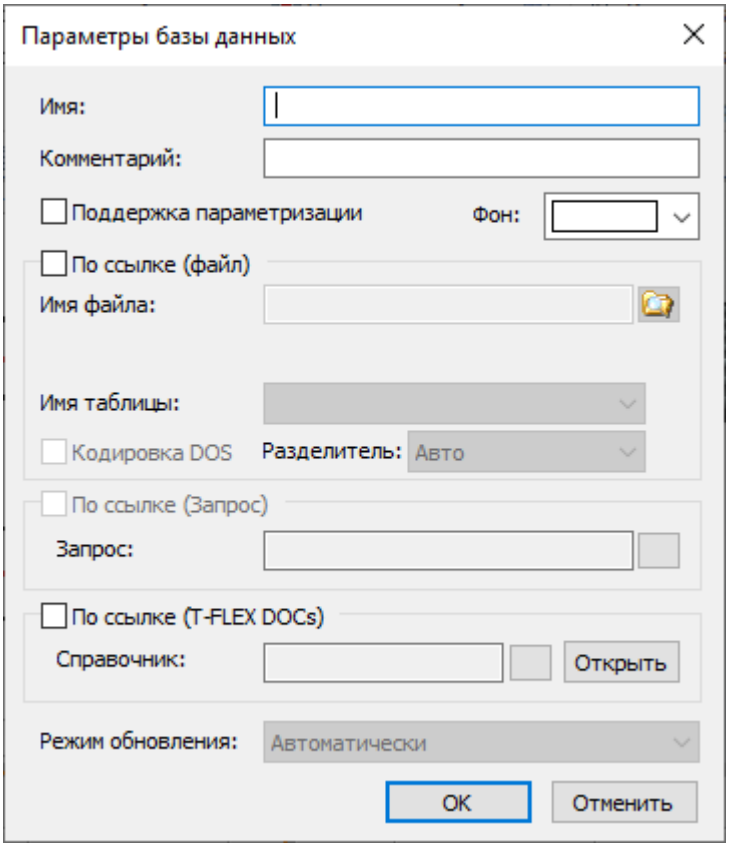
Можно также задать цвет фона ячеек таблицы базы данных с помощью параметра **Фон**. При создании новой базы данных цвет фона выбирается в специальном поле, расположенном в верхней части окна **Параметры базы данных.** Цвет фона может быть разным у разных БД. Фон меняет свой цвет при открытии другой БД.
Дальнейшие действия зависят от типа создаваемой базы - внутренняя или внешняя.

Основные темы в этом разделе:

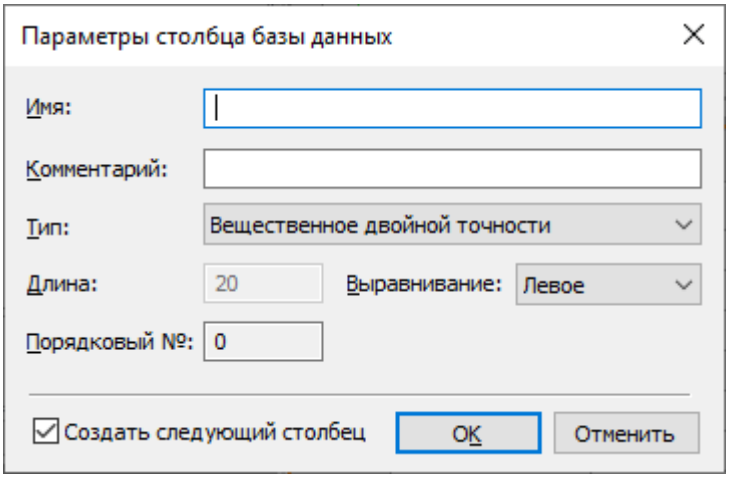
- Создание внутренней базы данных
- Создание базы данных на основе внешнего файла

Создание внутренней базы данных

Для создания внутренней базы данных следует вызвать команду **Создать**. В появившемся окне **Параметры базы данных** сначала требуется указать имя будущей базы, а также при необходимости комментарий и цвет фона ячеек, как описано в главе Создание базы данных.



После нажатия **OK** окно **Параметры базы данных** закрывается. Система автоматически перейдёт в режим создания таблицы базы данных. На экране появится окно диалога для задания параметров первого столбца создаваемой базы:



Имя. Задаёт имя, по которому будет осуществляться доступ к значениям базы данных. Имя столбца не должно состоять более чем из 10-ти символов. В качестве имени поля можно использовать любую последовательность из букв, цифр и знака подчеркивание (_). Первым символом должна быть буква. Внутри одной базы данных все имена столбцов должны быть уникальны.
Комментарий. Текстовое пояснение к столбцу, длиной до 80-ти символов.
Тип. Определяет формат представления информации для данного столбца. Столбцы могут быть одного из следующих типов:

- **Целое**. В таком столбце вы можете вводить только целые числа. Диапазон от -32768 до 32767 (16-разрядное знаковое целое число);
- **Вещественное**. В таком столбце вы можете вводить только вещественные числа. Допустимый диапазон от -3.4 ×1038 до +3.4 ×1038 (7 знаков);

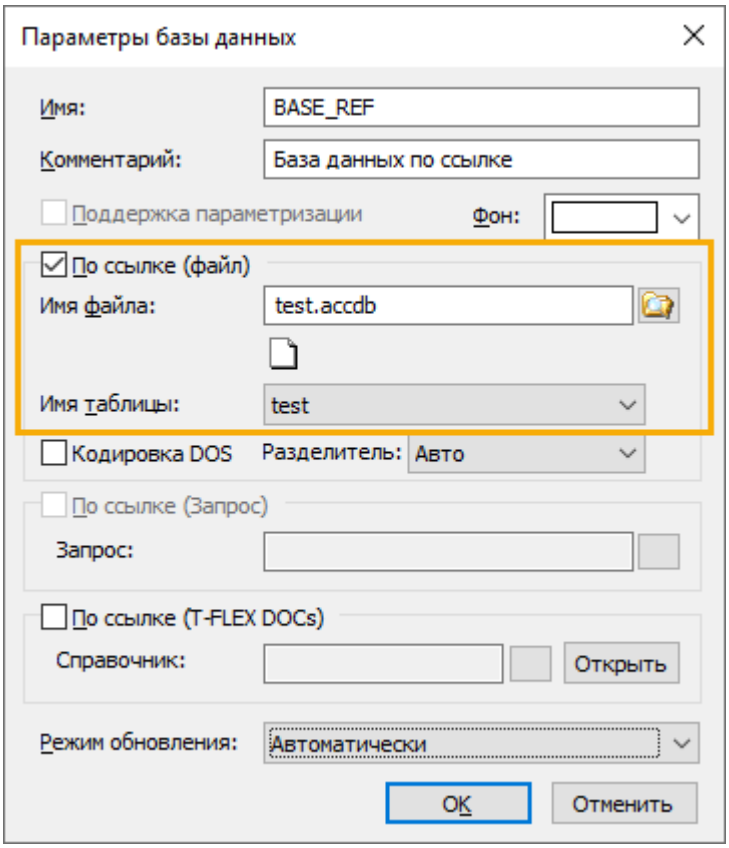
- **Текстовое**. В таком столбце можно вводить любую текстовую информацию.
- **Вещественное двойной точности**. Вещественное число в диапазоне от ±5.0 ×10-324 до ±1.7 ×10308 (15-16 знаков);
- **Длинное целое**. Целые числа в диапазоне от -2147483648 до 2147483647 (32-разрядное знаковое целое число);

Длина. Определяет максимально допустимое количество символов при вводе и редактировании значения столбца **текстового** типа.
Выравнивание. Данный параметр определяет способ отображения значений в столбце: с выравниванием по левой границе столбца, по правой границе, по центру.

Порядковый номер. Показывает порядковый номер выбранного столбца в базе данных.
При установленном флаге **Создать следующий столбец** после ввода данных и нажатия **ОК** диалог свойств столбца появится снова, позволяя задать параметры следующего столбца, и т.д. При снятом флажке после закрытия окна диалога система перейдёт в режим заполнения базы данных.

Создание базы данных на основе внешнего файла

Для создания базы данных по ссылке следует вызвать команду **Создать**. В появившемся окне **Параметры базы данных** сначала требуется указать имя будущей базы, а также при необходимости комментарий и цвет фона ячеек, как описано в главе Создание базы данных.
Далее следует задать файл-источник данных и режим обновления базы данных.
Для задания файла-источника необходимо предварительно установить флажок **По ссылке (файл)**. После этого становится доступным поле **Имя файла**. Для выбора файла можно воспользоваться соответствующей кнопкой справа. Она открывает стандартное окно диалога выбора файла, где производится выбор нужного формата файла и его местоположение.



Для создания базы данных по ссылке можно выбрать файлы следующих форматов:

- Microsoft Access Files (*.accdb, *.mdb);
- Файлы формата dBase (*.dbf);

- Microsoft Excel Files (*.xls);
- FoxPro Files (*.dbf);
- Paradox Files (*.db);
- Text Files (*.txt, *.csv).

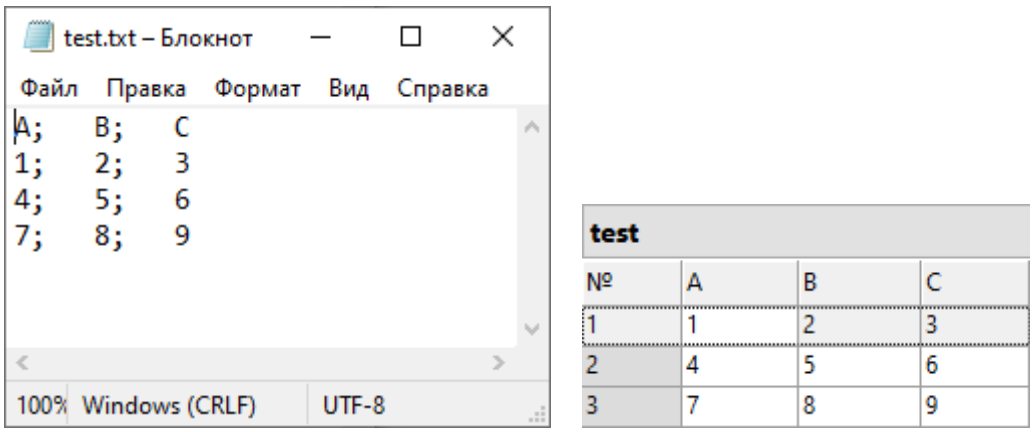
При создании базы данных на основе файла формата *.xls необходимо дополнительно указать ту часть информации из книги Excel, которая будет использоваться в качестве содержимого базы данных. Выбор осуществляется с помощью выпадающего списка параметра **Имя таблицы**. По умолчанию система предлагает выбрать один из листов документа Excel. В таком случае в качестве содержимого создаваемой базы данных будет использоваться полностью весь выбранный лист книги Excel. Заголовки столбцов будут созданы на основе первой строки выбранного листа.
Когда требуется использовать только частью содержимого листа, можно предварительно создать в документе Excel именованную область данных (выделить в **Excel** необходимые ячейки и выполнить **Вставка\Имя\Присвоить**). В этом случае при создании базы данных по ссылке это имя также появится в списке параметра **Имя таблицы**. Первая строка выделенной информации также будет трактоваться системой как строка с заголовками столбцов таблицы базы данных.
При создании базы данных на основе файла форматов *.accdb и ***.mdb** необходимо, помимо имени файла, указать имя таблицы из этого файла. Содержимое выбранной таблицы будет перенесено в создаваемую базу данных. Список всех таблиц в выбранном файле автоматически помещается в выпадающий список параметра **Имя таблицы**.

> Параметр **Имя таблицы** также можно задать текстовой переменной. Для этого необходимо ввести имя переменной в фигурных скобках (например: **{$name}**).

При создании базы данных на основе файла формата *.dbf и *.db указывается только имя файла (параметр **Имя таблицы** недоступен). Дополнительно доступен флажок **Кодировка DOS**. Когда флажок отключен (состояние по умолчанию), система предполагает, что формат внешнего файла Dbase-Windows. При установленном флажке внешний файл открывается как файл формата Dbase-DOS. Это позволяет правильно открывать базы данных, содержащие русские названия колонок и содержимое текстовых ячеек.

При создании базы данных по ссылке на основе файла текстового формата этот файл должен иметь следующую структуру:

- первая строка содержит имена полей, разделённые символом. Символ разделителя определяется в параметрах базы данных;
- последующие строки содержат записи базы данных. Содержимое полей в каждой записи также разделяется этим символом.



В случае, когда на компьютере установлена система T-FLEX DOCs, доступен ещё один вариант создания базы данных по ссылке – база данных по ссылке на справочник T-FLEX DOCs. Подробнее об этом можно прочитать в руководстве пользователя по T-FLEX DOCs.

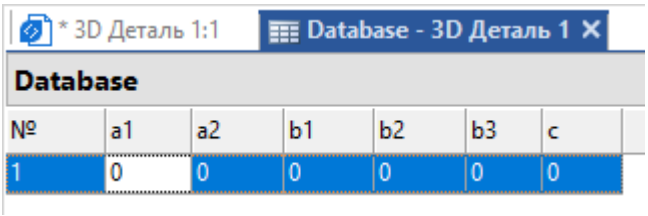
Режим обновления создаваемой базы выбирается из выпадающего списка параметра **Режим обновления**:

- **Автоматически**. Обновление данных производится при открытии файла модели.
- **При полном пересчёте**. Обновление данных производится при выполнении полного пересчёта модели с обновлением ссылок.
- **Вручную**. Обновление данных производится только вручную специальной опцией **Обновить** во вкладке ленты **База данных**.

Завершается создание базы данных по ссылке нажатием **ОК**. Диалог **Параметры базы данных** закрывается, и на экране появляется таблица новой базы данных. Её можно просматривать, но редактирование содержимого запрещено. Доступ к данным из базы по ссылке осуществляется аналогично доступу к внутренним базам, то есть используя имя базы данных по ссылке подобно имени внутренней базы данных. При этом синтаксис функций остается прежним.

Заполнение и редактирование содержимого базы данных

После задания параметров базы и её столбцов на экране появится пустая таблица базы, содержащая одну строку и те столбцы, которые были заданы пользователем.



Обратите внимание – в таблице базы данных всегда присутствует дополнительный, служебный столбец с именем «№». Данный столбец содержит номера строк таблицы.

Для создания дополнительных строк можно воспользоваться следующими командами:

Пиктограмма	Лента
	База данных > Управление > Вставить строку перед

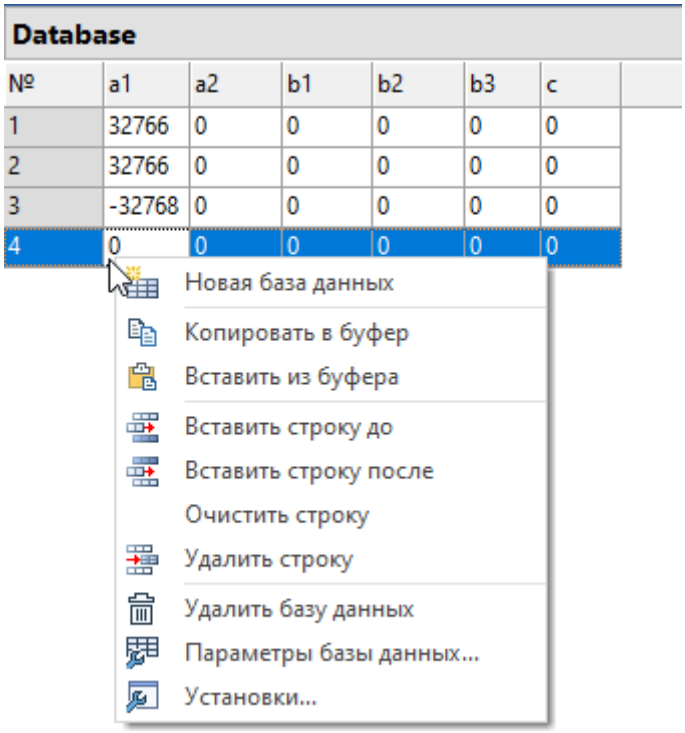
Пиктограмма	Лента
	База данных > Управление > Вставить строку после

Пиктограмма	Лента
	База данных > Управление > Вставить строки

Также пустая строка создаётся, если нажать **<Enter>**, когда курсор расположен в последней строке таблицы.
Для удаления строк используется следующая команда:

Пиктограмма	Лента
	База данных > Управление > Удалить строки

Все опции дублируются в контекстном меню, вызываемом по для любой строки таблицы (вне режима редактирования содержимого конкретной ячейки таблицы).



Добавить и удалить столбцы в таблицу базы данных можно с помощью следующих опций ленты:

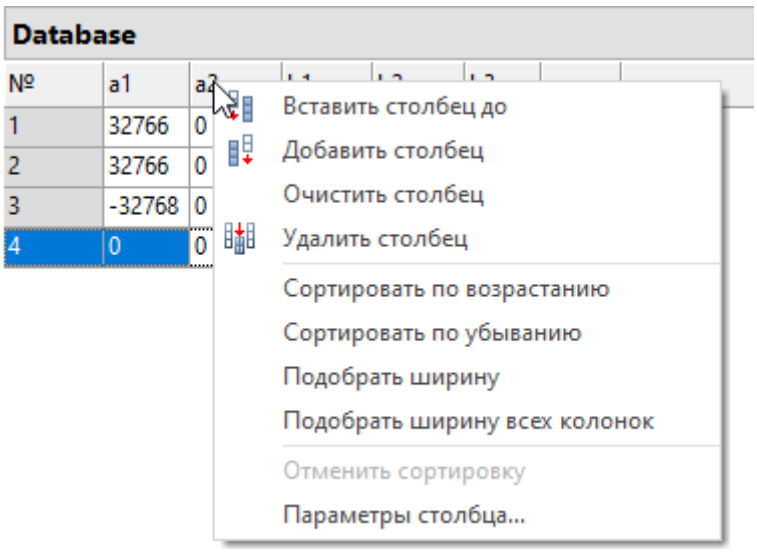
Пиктограмма	Лента
	База данных > Управление > Вставить столбец слева

Пиктограмма	Лента
	База данных > Управление > Вставить столбец справа

Пиктограмма	Лента
	База данных > Управление > Вставить столбцы

Пиктограмма	Лента
	База данных > Управление > Удалить столбцы

Эти же опции доступны в контекстном меню в области заголовков столбцов таблицы данных:



Дополнительно в контекстном меню для столбца доступны команды:

- **Сортировать по возрастанию**. В результате применения данной команды строки в таблице меняются местами так, чтобы содержимое ячеек текущего столбца было отсортировано по возрастанию;
- **Сортировать по убыванию**. В результате применения данной команды строки в таблице меняются местами так, чтобы содержимое ячеек текущего столбца было отсортировано по убыванию;
- **Подобрать ширину**. Подбирает ширину текущего столбца по содержимому ячеек столбца;
- **Подобрать ширину всех колонок**. Подбирает ширину всех столбцов по содержимому ячеек столбцов;
- **Параметры столбца**. Вызывает диалог параметров столбца (тот же, что и при создании базы). В диалоге можно изменить имя и тип уже существующего и заполненного столбца. Следует учитывать, что при изменении типа столбца может быть утеряно его содержимое. А изменение имени столбца, на который уже созданы ссылки в редакторе переменных, приведёт к возникновению ошибок переменных, корректировка которых полностью ложится на пользователя.

Диалог параметров столбца можно также вызвать, минуя контекстное меню, простым нажатием на заголовке столбца.

Перемещение по строкам при редактировании содержания базы данных осуществляется следующими способами:

- С помощью указания курсором на требуемую строку и нажатия ;
- С помощью нажатия клавиш **<Up>** или **<Down>**. При этом курсор перемещается соответственно на строку вверх или вниз;
- С помощью нажатия клавиши **<Enter>** в любой строке, кроме последней. В результате курсор перемещается в следующую строку;
- С помощью нажатия клавиш **<PageUp>** или **<PageDown>**. При этом курсор перемещается соответственно на страницу вверх или вниз, т.е. на первую/последнюю строку в текущем окне;
- С помощью нажатия клавиш **<End>/<Home>**. В этом случае осуществляется переход на последнюю/первую строки таблицы базы данных.

Переместить строки и содержащиеся в них данные в таблице базы данных можно с помощью следующих опций:

Пиктограмма	Лента
	База данных > Управление > Переместить вниз

Пиктограмма	Лента
	База данных > Управление > Переместить вверх

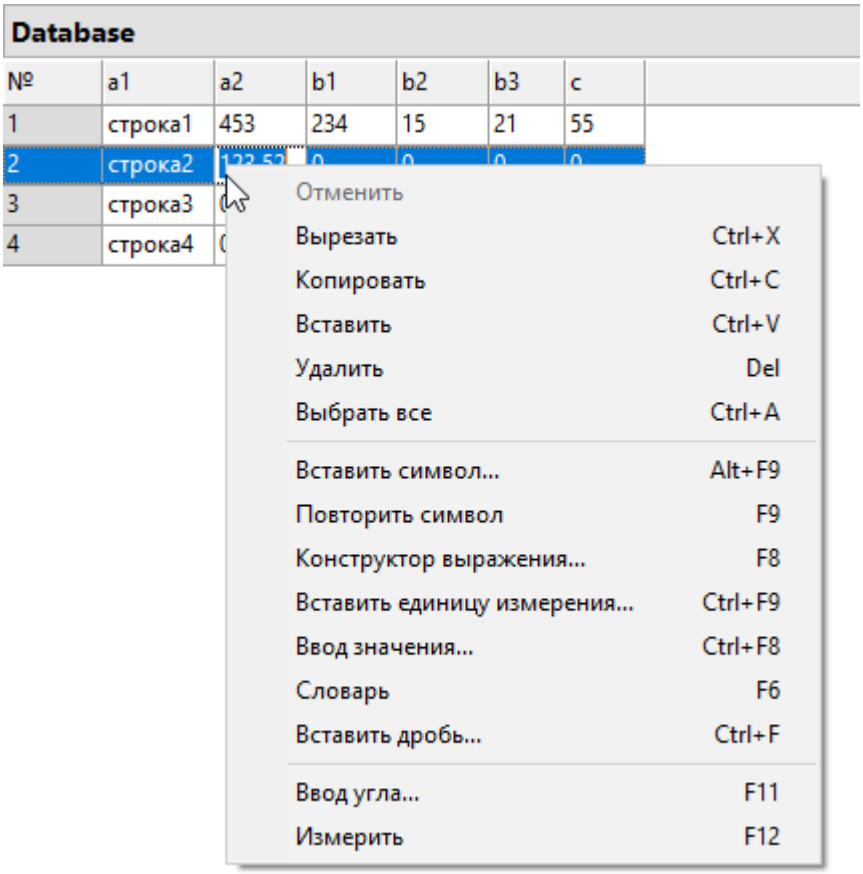
Эти же действия можно осуществить нажатием комбинации клавиш:

- **<Ctrl>+<Down>** - перемещает строку вниз
- **<Ctrl>+<Up>** - перемещает строку вверх

Для задания содержимого ячеек таблицы данных нужно войти в режим редактирования требуемой ячейки с помощью . Выбранная ячейка выделяется инвертированным прямоугольником (цвет фона становится цветом текста и наоборот) и в ней появляется мигающий курсор.

Для ускорения работы по заполнению таблицы базы данных можно использовать опции копирования/вставки. Копировать можно как содержимое отдельных ячеек, так и целые строки таблицы базы данных. Допускается копирование как внутри одной базы, так из одной базы данных в другую, даже находящуюся в другом документе T-FLEX CAD.

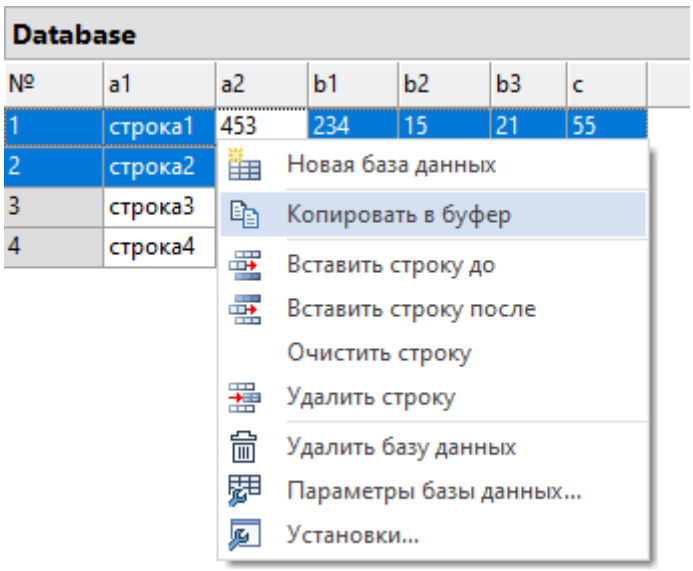
Для копирования содержимого конкретной ячейки необходимо предварительно выделить его и из контекстного меню содержимого выбрать команду **Копировать**. Вставка скопированных данных в другую ячейку осуществляется аналогичным образом с помощью команды **Вставить**. В контекстном меню для содержимого ячейки таблицы данных также доступны команды вставки символов, переменных, дробей и т.д. Подробное описание данных команд приведено в главе Текст.



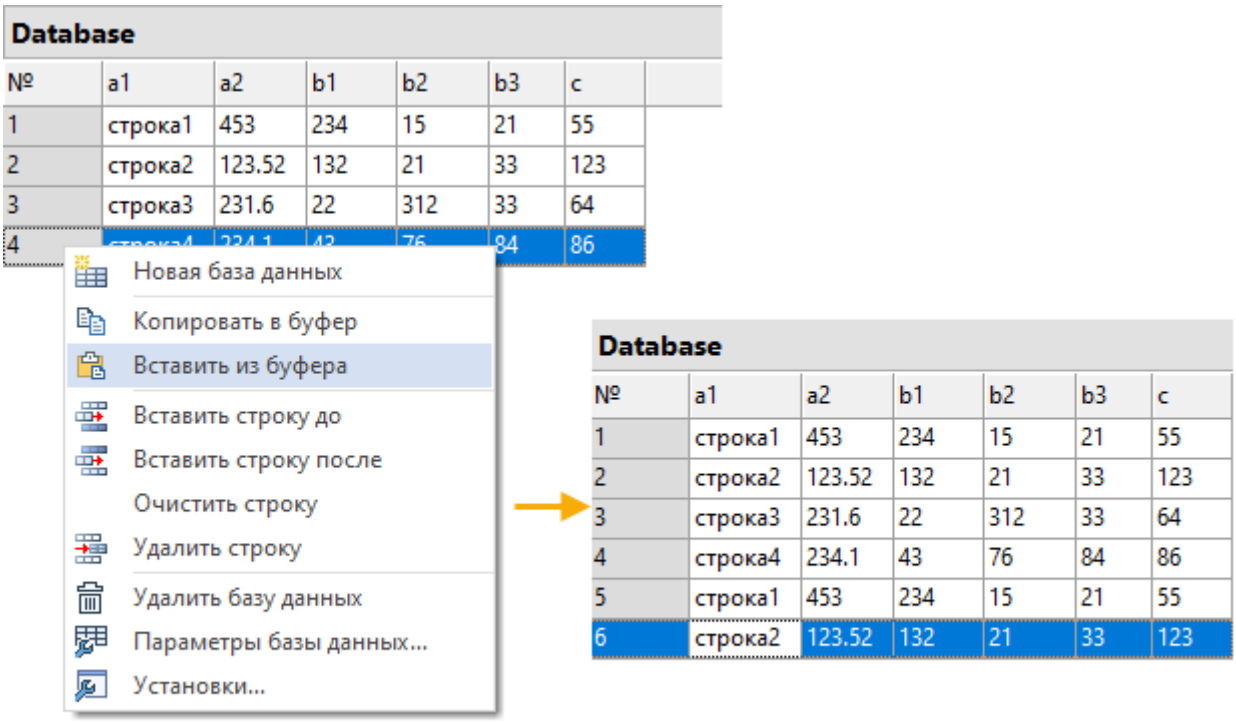
Для копирования содержимого строки целиком или нескольких строк необходимо выделить желаемые строки, а затем вызвать команду **Копировать в буфер** из контекстного меню строк или из ленты.

При работе с базой данных эта команда работает только со строками целиком.

Для выбора строки можно использовать два варианта. Первый вариант – указать нужную строку с помощью , тем самым сразу вызвав и контекстное меню с командами копирования/вставки строк. Второй вариант – выбрать строку с помощью , указав на самый первый, служебный столбец таблицы базы данных, с названием «№». Для выбора нескольких строк, как и везде в системе, используется выбор с помощью +<**Ctrl**> и +<**Shift**>.



Для вставки скопированных строк достаточно выбрать нужное место (строку) в таблице и вызвать команду **Вставить из буфера** из контекстного меню строки или из ленты. Вставка будет осуществлена после той строки, где находился курсор на момент обращения к команде вставки.



Для выделения всего содержимого таблицы предусмотрена следующая команда:

Пиктограмма	Лента
	База данных > Управление > Выделить таблицу

Для копирования всего содержимого текущей базы можно использовать следующую команду:

Пиктограмма	Лента
	База данных > Редактирование > Копировать таблицу

При этом не требуется выделять ячейки - копируются вся таблица независимо от текущего выбора.

Сортировка базы данных

Для содержимого ячеек таблицы базы данных имеется возможность сортировки сразу по нескольким столбцам. Такая сортировка может использоваться, для того, чтобы сгруппировать данные с одинаковыми значениями в одном столбце, а затем выполнить сортировку другого столбца в этих группах с одинаковыми значениями.
Для сортировки по нескольким столбцам используется следующая команда:

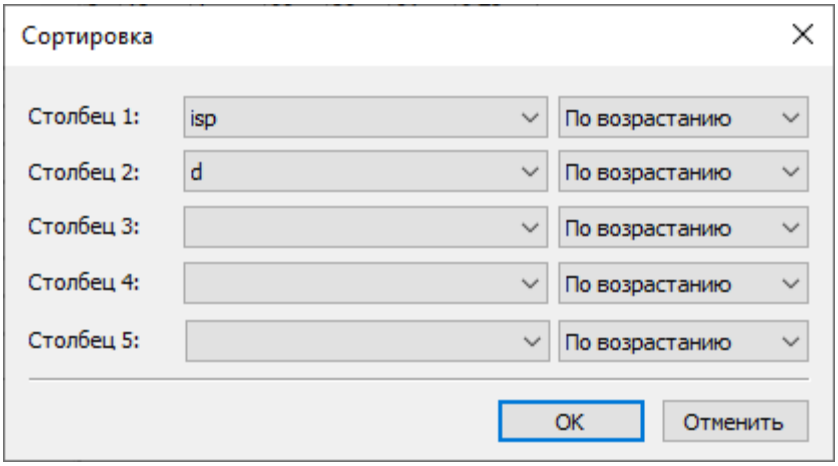
Пиктограмма	Лента
	База данных > Управление > Сортировка

После вызова данной команды появится диалоговое окно **Сортировка**, в котором можно будет указать варианты сортировки для нескольких столбцов.
Например, имеется следующая база данных.

Parameters

№	d	isp	D	l	L	mass
1	11	1	80	30	64	0.68
2	11	2	80	25	54	0.68
3	12	1	80	30	64	0.72
4	12	2	80	25	54	0.72
5	14	1	80	30	64	0.72
6	14	2	80	25	54	0.72
7	16	1	80	40	84	0.78
8	16	2	80	28	60	0.72
9	18	1	80	40	84	0.82
10	18	2	80	28	60	0.76

Требуется сгруппировать данные с одинаковыми значениями в столбце **isp**, затем выполнить сортировку столбца **d** в этих группах с одинаковыми значениями.
Для этого на главной панели вызовите опцию **Сортировка**. В появившемся окне, в полях столбцов 1, 2 задайте условия для сортировки значений параметров **isp**, **d** соответственно.

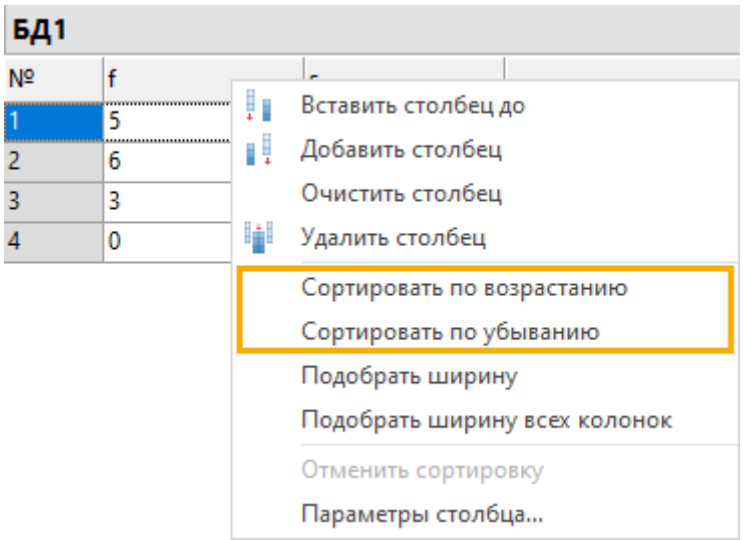


После нажатия **OK** данные таблицы сгруппируются в соответствии с заданными условиями.

Parameters

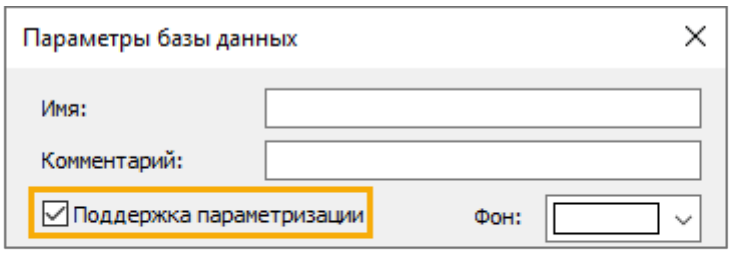
№	d	isp	D	l	L	mass
1	11	1	80	30	64	0.68
2	12	1	80	30	64	0.72
3	14	1	80	30	64	0.72
4	16	1	80	40	84	0.78
5	18	1	80	40	84	0.82
6	11	2	80	25	54	0.68
7	12	2	80	25	54	0.72
8	14	2	80	25	54	0.72
9	16	2	80	28	60	0.72
10	18	2	80	28	60	0.76

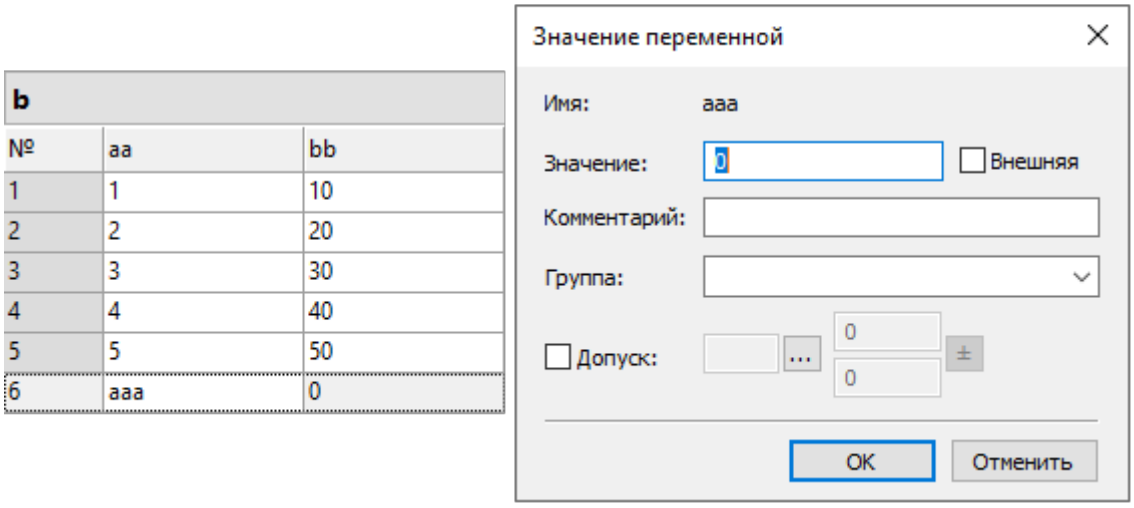
Для сортировки по одному столбцу можно использовать команды контекстного меню, вызываемого по нажатию на заголовке столбца:



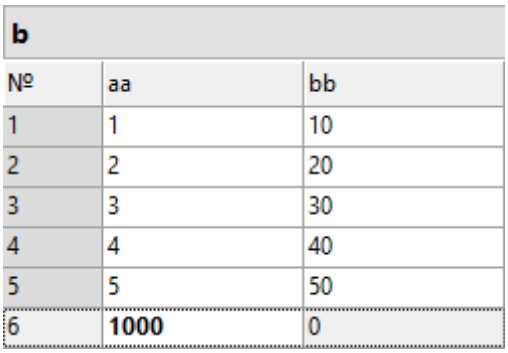
Параметризация баз данных

Значения ячеек баз данных могут задаваться переменными и выражениями с помощью параметра **Поддержка параметризации**. Этот параметр может быть установлен при создании базы данных.

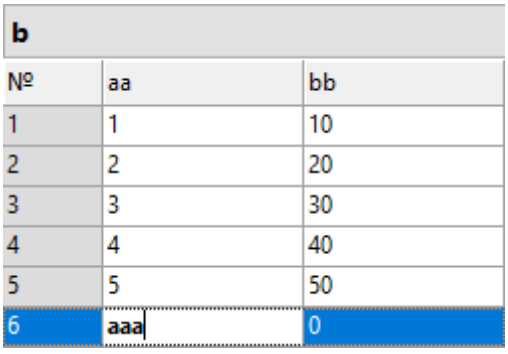




Значение такой ячейки пересчитывается при пересчёте параметрической модели. При отображении в таблице значение ячейки, заданной переменной или выражением, выделяется жирным шрифтом.

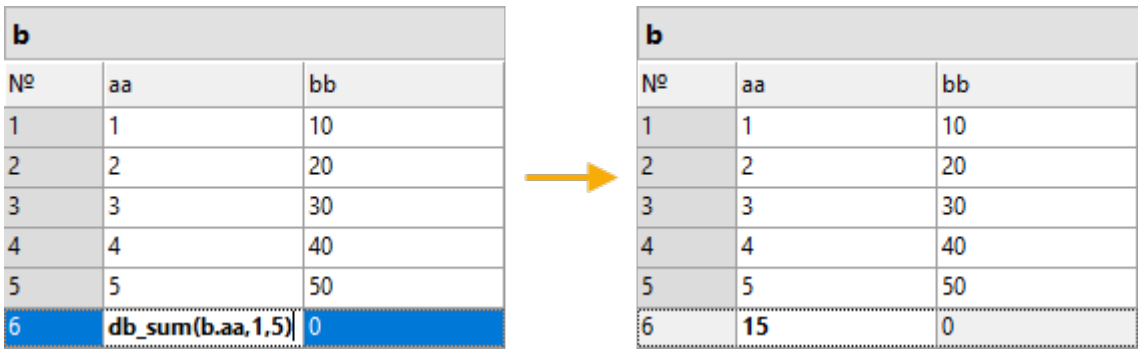


При клике в ячейку вместо значения появляется выражение и его можно отредактировать.



В комбинации с функциями по работе с базами данных, значение в ячейке может зависеть от других ячеек.

В данном примере 6-я строка содержит сумму предыдущих 5-и строк:



b		
№	aa	bb
1	1	10
2	2	20
3	3	30
4	4	40
5	5	50
6	db_sum(b.aa,1,5)	0

b		
№	aa	bb
1	1	10
2	2	20
3	3	30
4	4	40
5	5	50
6	15	0

Рекурсивное задание значений при этом не допускается. В случае возникновения рекурсии ячейка помечается красным цветом. В данном примере, такое может произойти, если убрать диапазон строк 1,5:

b		
№	aa	bb
1	1	10
2	2	20
3	3	30
4	4	40
5	5	50
6	30	0

В окно диагностики также выдаётся сообщение о рекурсии. Также допустимо перекрёстное задание значений ячеек из одной таблицы в другую, но также без рекурсии.

Более подробное описание функций для работы с диапазонами ячеек описано в главе Функции по работе с базами данных.

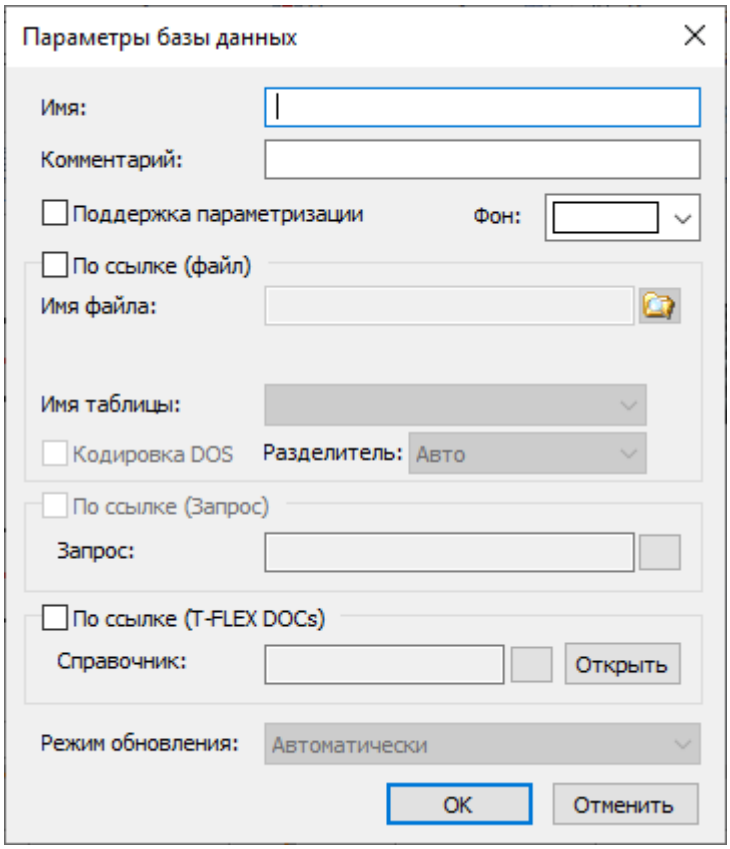
Для связи параметров вашего чертежа с внешней базой данных используйте функции отбора значений из внешних баз данных - **dbf(, ,), dbfwin(, ,), mdb(, , ,).**

Для отбора значений из внутренней базы данных или базы данных по ссылке используйте функции отбора значений из внутренних баз данных - **rec( ), frec(, , ,), val(,), find(,).**

Диалог параметров базы данных

Диалог параметров открывается автоматически при создании базы данных.
Для уже созданной базы диалог можно вызвать с помощью следующей команды:

Пиктограмма	Лента
	База данных > Параметры > Параметры базы данных



Содержимое диалога аналогично описанному в разделе Создание базы данных.
Диалог позволяет редактировать атрибуты базы данных. Для внутренних баз данных можно редактировать имя и комментарий. Можно также преобразовать её в базу данных по ссылке, установив соответствующий флажок и указав имя внешнего файла-источника. Уже имеющееся содержимое базы в этом случае будет утеряно. Для базы данных по ссылке, вызвав команду **Параметры базы данных**, можно изменить имя, комментарий, путь (включая имя файла) и имя таблицы.

Сохранение, обновление и удаление базы данных

Помимо команд, упомянутых в прочих главах текущего раздела, вкладка ленты **База данных** содержит следующие команды:

Сохранить

Пиктограмма	Лента
	База данных > База данных > Сохранить

Команда позволяет скопировать внутреннюю базу во внешний файл формата ***.accbd** или ***.dbf**. Сама база не изменяется, остаётся внутренней. Данную опцию также можно применить к базе данных по ссылке, в этом случае во внешний файл будет скопирован текущий внутренний вариант базы.

Обновить

Пиктограмма	Лента
	База данных > Параметры > Обновить

Команда используется для баз данных по ссылке и позволяет принудительно обновить (из файла) содержимое базы.

Удалить

Пиктограмма	Лента
	База данных > База данных > Удалить

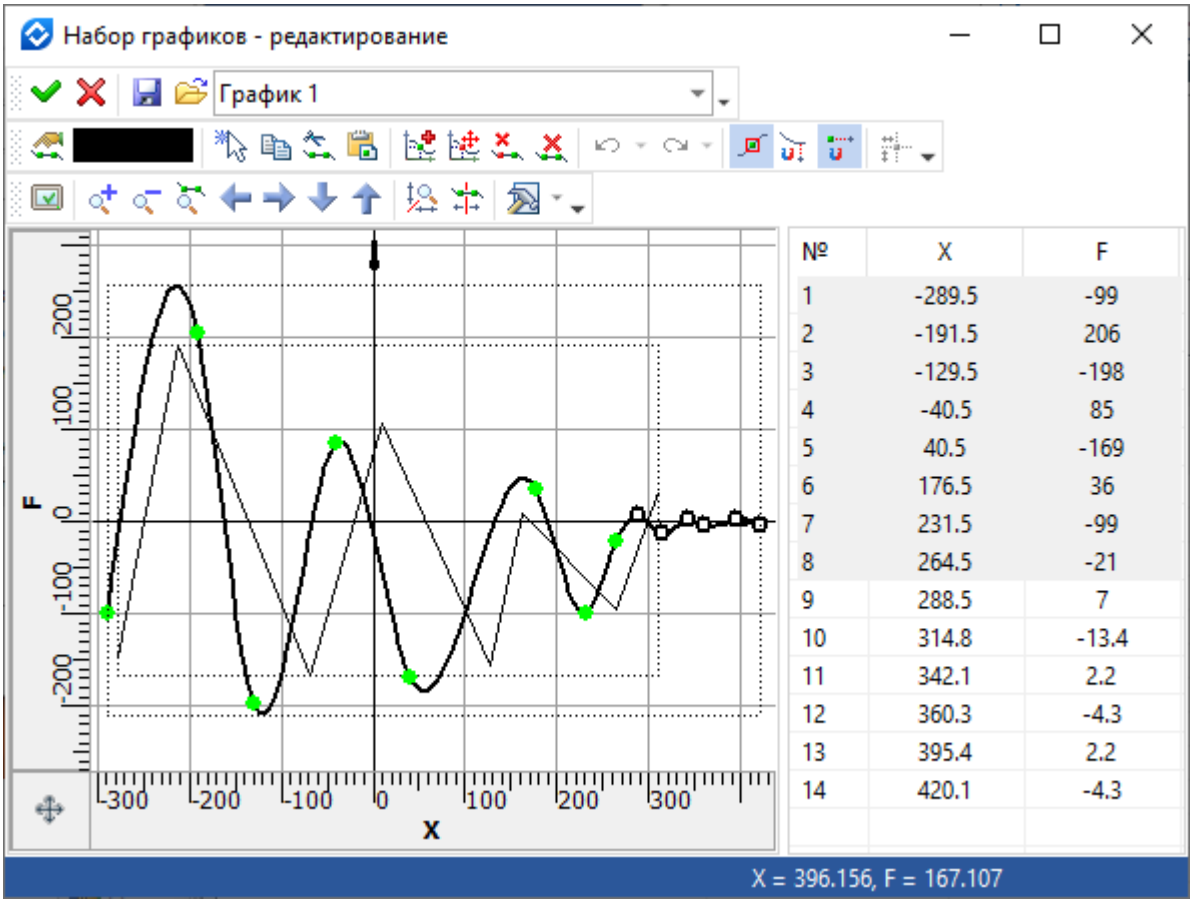
Команда удаляет текущую базу данных из текущего документа. Если база создана на основе внешнего файла, то внешний файл не удаляется.

Графики

В системе T-FLEX CAD имеется особый тип объекта - **График**. График представляет собой функцию из набора точек в собственной двумерной системе координат, соединённых ломаной или гладкой кривой. Этот универсальный инструмент предназначен для задания зависимостей различного рода, например, для задания переменной нагрузки в модулях Анализа или создания параметрической зависимости на основе массива чисел из какой-либо базы данных. Также графики используются для хранения и отображения результатов анализа движения. В редакторе переменных графики можно использовать для получения значений, задаваемых ими.

Создание и редактирование графиков

Графики можно создавать несколькими способами - с помощью использования окна Графики и непосредственно из операций, где предусматривается задание графиков, например, в графическом виде также можно задавать законы масштабирования или кручения в операции По траектории, в свойствах эквидистантного 3D пути для задания отступа эквидистанты, в операции Сглаживание рёбер для задания переменного радиуса.
Графики создаются и хранятся в документе вместе с чертежом и 3D моделью.
Для создания и редактирования графиков в системе имеется специальный редактор.
Он позволяет работать с массивом точек и их координатами, имеет возможность множественного выбора, работы с буфером обмена (копирования/вставки), отмены/повтора действий, управления раздельными масштабами по осям, перетаскивания точек и т.д.



Кроме этого, графики можно использовать в динамических расчётах, используя редактор переменных.

> Для этого должен быть установлен модуль анализа движения.

В модуле **Анализ движения** графики используются в нескольких случаях:
1. Для отображения результата динамического расчёта – для записи изменяющихся во времени координат, сил, моментов и т.д.
2. Для задания переменных нагрузок, пружин.
Готовый график можно использовать в редакторе переменных для дальнейших расчётов, считывая значения его функции в редакторе переменных при помощи выражения graph (имя графика, значение аргумента).

> За более подробной информацией обращайтесь к справке по динамическим расчётам.

Основные темы в этом разделе:

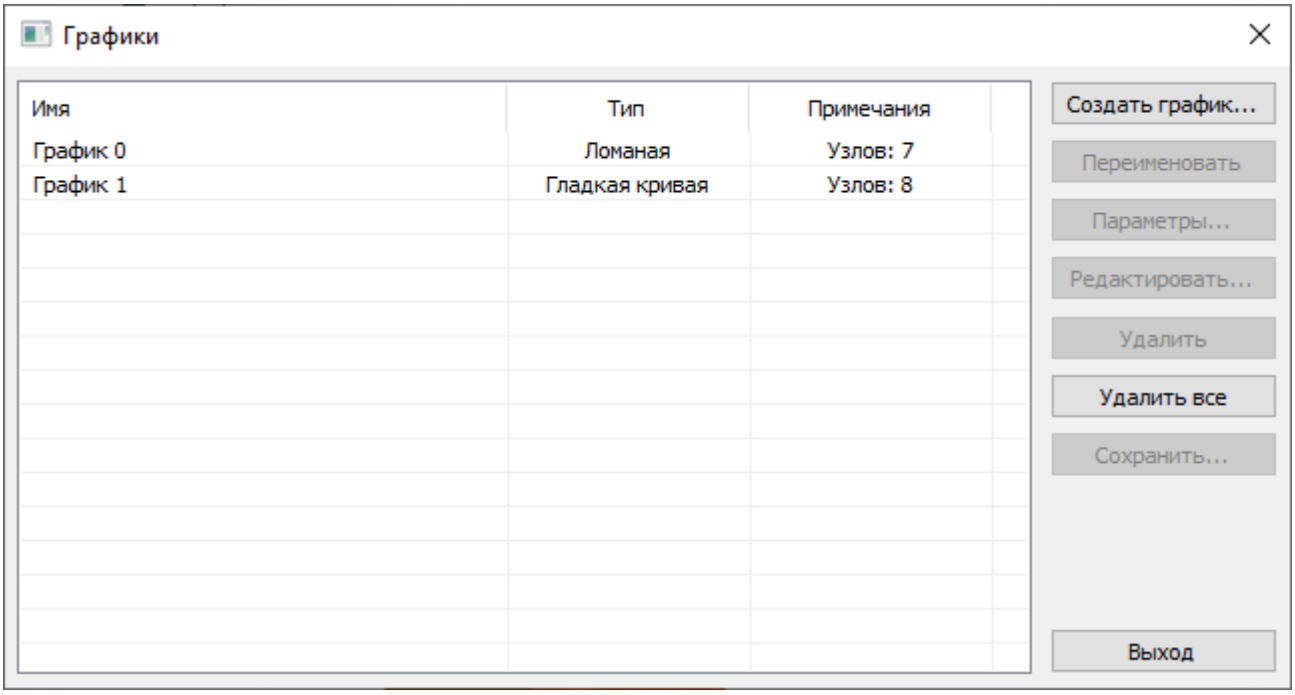
- Список графиков текущего документа
- Параметры графика
- Редактор графиков
- Команды редактора графиков
- Настройка редактора графиков
- Использование графиков в 3D операциях

Список графиков текущего документа

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Параметры > Инструменты > Графики
Клавиатура	Текстовое меню
<PL>	Параметры > Графики

Команда вызывает диалоговое окно со списком всех графиков, имеющихся в текущем документе.



Для создания нового графика используйте кнопку **Создать график**. При создании нового графика предлагается выбрать тип соединения узлов графика: сплайном (**гладкая кривая**), при помощи **ломаной линии** или **функцией**. Новый график создаётся пустым. Ему присваивается новое имя – «График_0», «График_1» и т.д. При желании пользователь может изменить имя графика при помощи кнопки **Переименовать** или в диалоге параметров графика.
Кнопки **Удалить** и **Удалить все** позволяют удалять существующие графики из текущего документа.
При работе с редактором графиков в окне вида можно сразу создать новый график желаемого типа, не вызывая диалоговое окно списка графиков, с помощью следующих команд:

Пиктограмма	Лента
	Графики > Создать график > Ломаная

Пиктограмма	Лента
	Графики > Создать график > Гладкая кривая

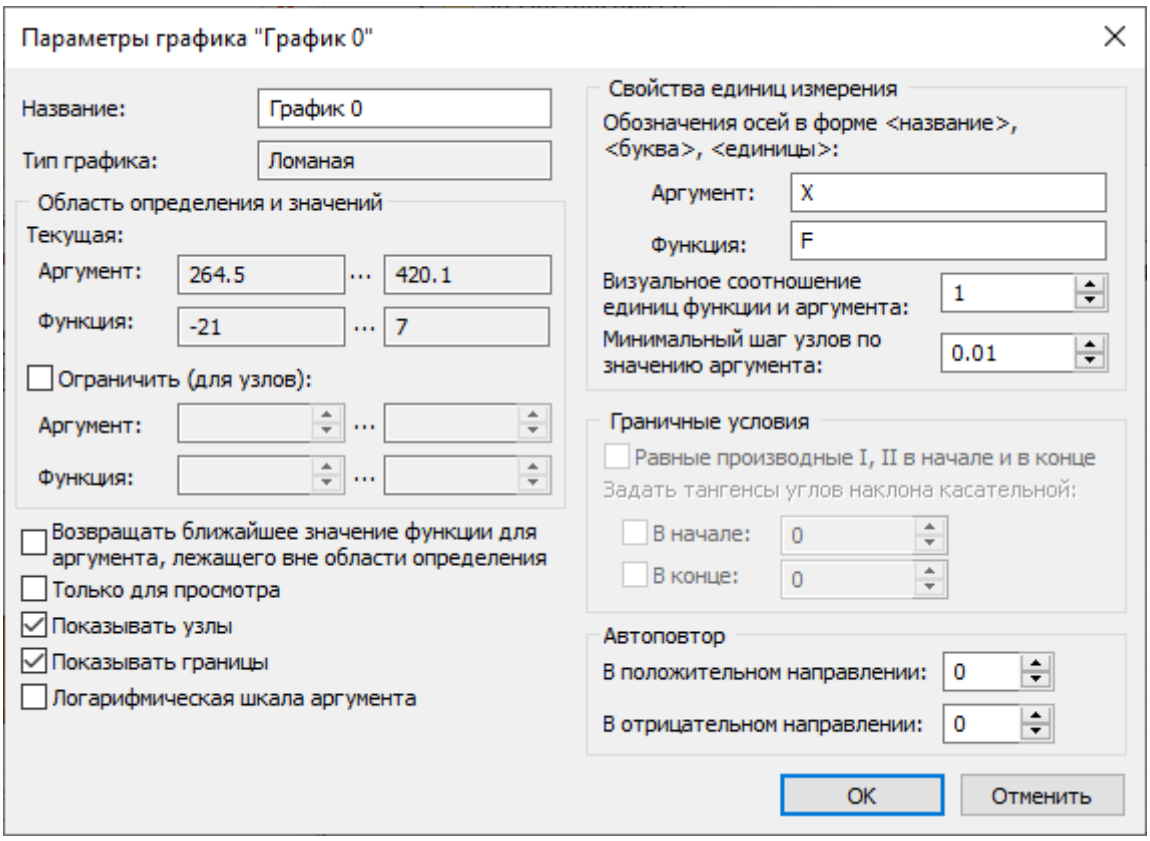
Пиктограмма	Лента
	Графики > Создать график > Функция

Пиктограмма	Лента
	Графики > Создать график > Из файла

Последняя команда позволяет импортировать график из внешнего файла формата ***.tflaw.**

Параметры графика

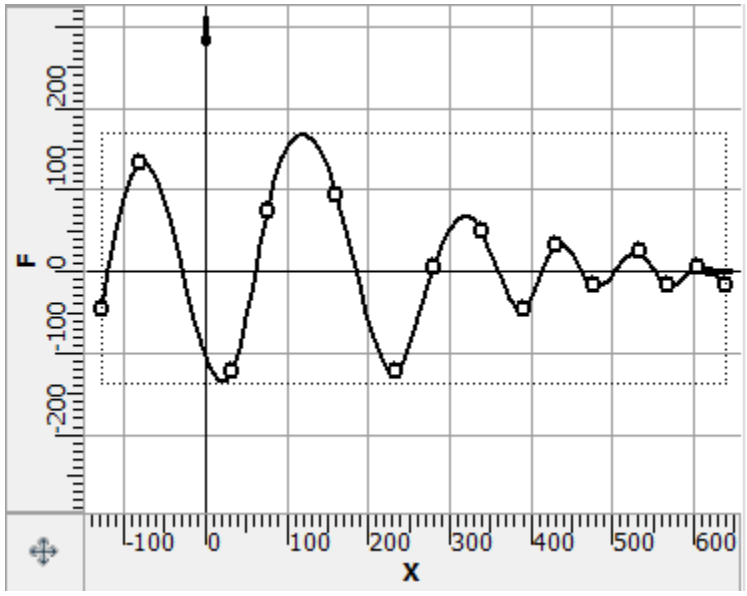
Диалог с описательными и определяющими свойствами графика можно вызвать нажатием кнопки **Параметры** в окне списка графиков текущего документа.



В верхней части отображаются имя графика и его тип. Имя графика здесь можно изменить. Тип графика задается при создании и впоследствии не меняется.

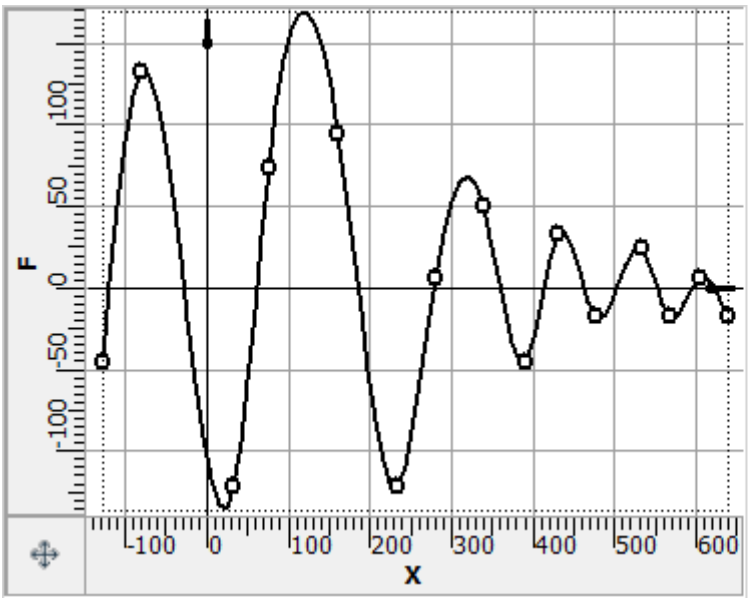
В группе параметров **Свойства единиц измерения** можно задать следующие свойства графика:

- подписи для координатных осей графика – в полях **Аргумент** и **Функция**;
- параметр **Визуальное соотношение единиц функции и аргумента** определяет масштаб единиц одной оси относительно другой при прорисовке графика. Используется для настройки изображения, когда нужно установить раздельное масштабирование по осям. В редакторе графиков эту величину можно установить автоматически (см. ниже);



№	X	F
1	-128.5	-46
2	-79.5	132
3	33.5	-122
4	75.5	73
5	161.258	94.152
6	233.759	-122
7	279.896	6.272
8	339.215	50.212
9	391.943	-46
10	431.489	32.636
11	477.626	-17.895
12	532.551	23.848
13	567.703	-17.895
14	605.052	6.272

Визуальное соотношение единиц функции и аргумента = 1



№	X	F
1	-128.5	-46
2	-79.5	132
3	33.5	-122
4	75.5	73
5	161.258	94.152
6	233.759	-122
7	279.896	6.272
8	339.215	50.212
9	391.943	-46
10	431.489	32.636
11	477.626	-17.895
12	532.551	23.848
13	567.703	-17.895
14	605.052	6.272

Визуальное соотношение единиц функции и аргумента = 2

- параметр **Минимальный шаг узлов по значению аргумента** определяет минимально допустимую разницу координат по оси X между двумя соседними узлами графика.

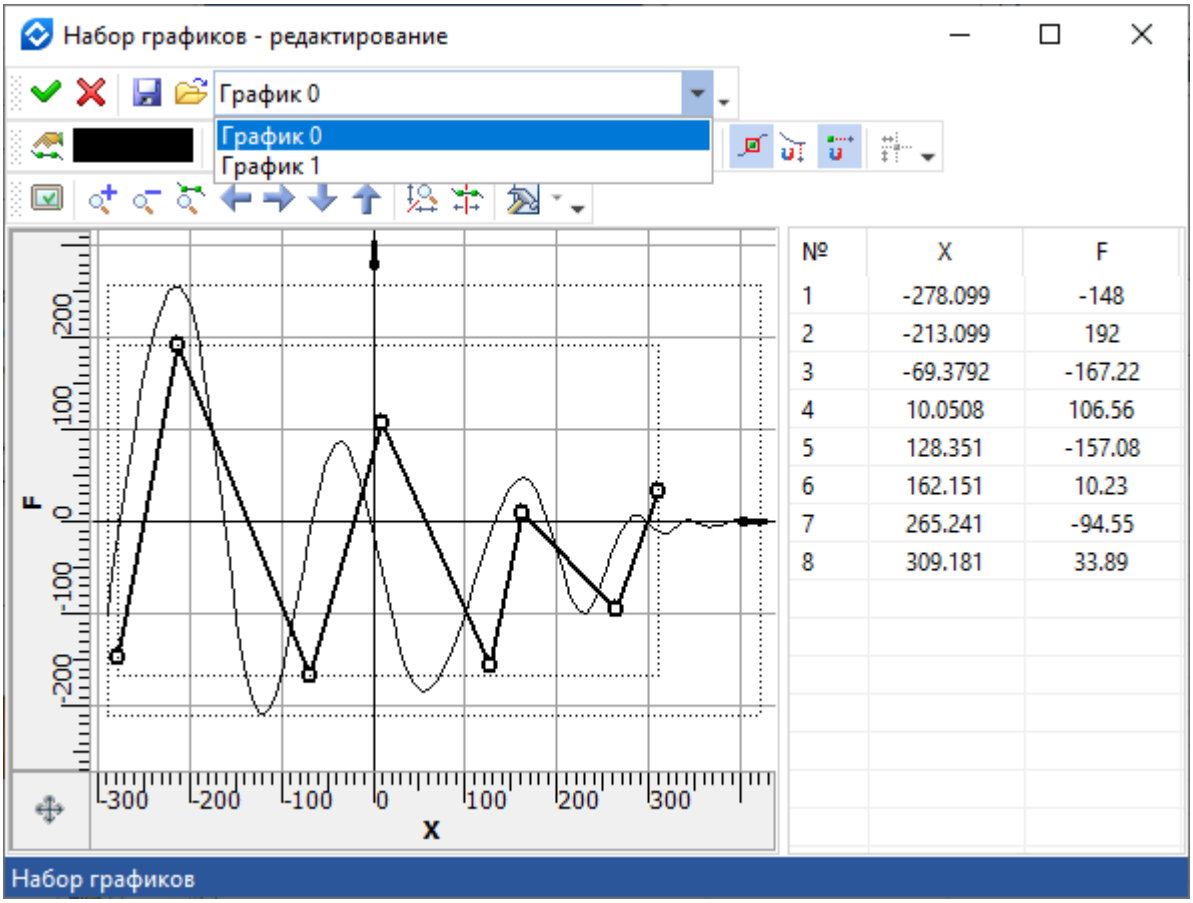
В группе параметров **Область определения и значений** отображается информация по границам для данного графика на текущий момент. Также можно специально ограничить область определения и область значений графика. При включении ограничений система не позволит создавать точки за пределами ограничений. По умолчанию пределы не ограничены.

В группе параметров **Граничные условия** определяются условия для окончаний линии графика. Данные параметры могут использоваться только для типа графика «гладкая кривая». Можно задать тангенс угла наклона для направления кривой в начале и в конце графика. Также можно задать равенство первых и вторых производных в начале и в конце графика. Это граничное условие позволяет добиться плавного перехода между копиями при циклическом повторе оригинального участка графика.

Опция **Возвращать ближайшее значение функции для аргумента, лежащего вне области определения** позволяет использовать график для любых значений аргумента, в том числе и находящихся вне существующей области значений. Параметр применяется для работы с использованием функции graph(ИМЯ ГРАФИКА, ЗНАЧЕНИЕ АРГУМЕНТА) редактора переменных.
Опция **Только для просмотра** запрещает изменять свойства и координаты точек графика.
Опция **Показывать узлы** разрешает отображение узлов функции графика.
Опция **Показывать границы** включает графическое отображение границ области определения и области значений (фактических) для данного графика. Границы графика показываются в виде пунктирной рамки.
Опция **Логарифмическая шкала аргумента** задаёт логарифмический масштаб по оси аргумента графика.
Группа параметров **Автоповтор** задаёт циклическое повторение оригинального участка графика в обоих направлениях. При повторе в положительном направлении каждая копия оригинального участка начальной точкой достраивается в последнюю точку графика, и наоборот – в отрицательном направлении.

Редактор графиков

Редактирование графиков осуществляется в специальном редакторе графиков. Вызов редактора осуществляется выбором нужного графика в окне **Графики** и нажатием кнопки **Редактировать**, или двойным кликом по строке графика. Для одновременного редактирования нескольких графиков нужно выбрать их в менеджере графиков при помощи **<Shift>** и также использовать кнопку **Редактировать**. Все графики одновременно отобразятся в редакторе. При этом один из них будет активным и доступным для редактирования. Для переключения между графиками используется элемент управления (выпадающий список) с именами графиков.



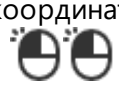
Основную часть окна редактора занимает **рабочее поле**, в котором отображаются графики. Рабочее поле для удобства разлиновано автоматически масштабируемой координатной сеткой.

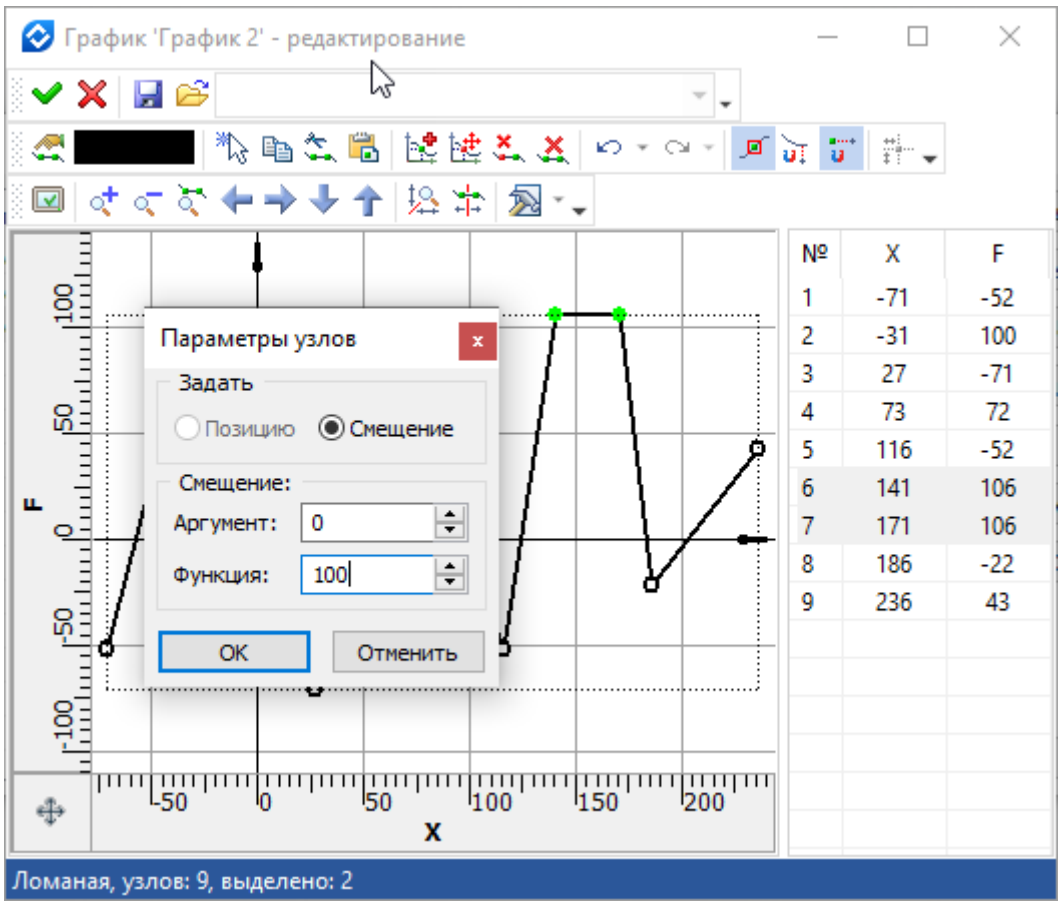
Перемещение и масштабирование изображения осуществляется при помощи колеса мыши – так же, как при черчении в T-FLEX CAD.

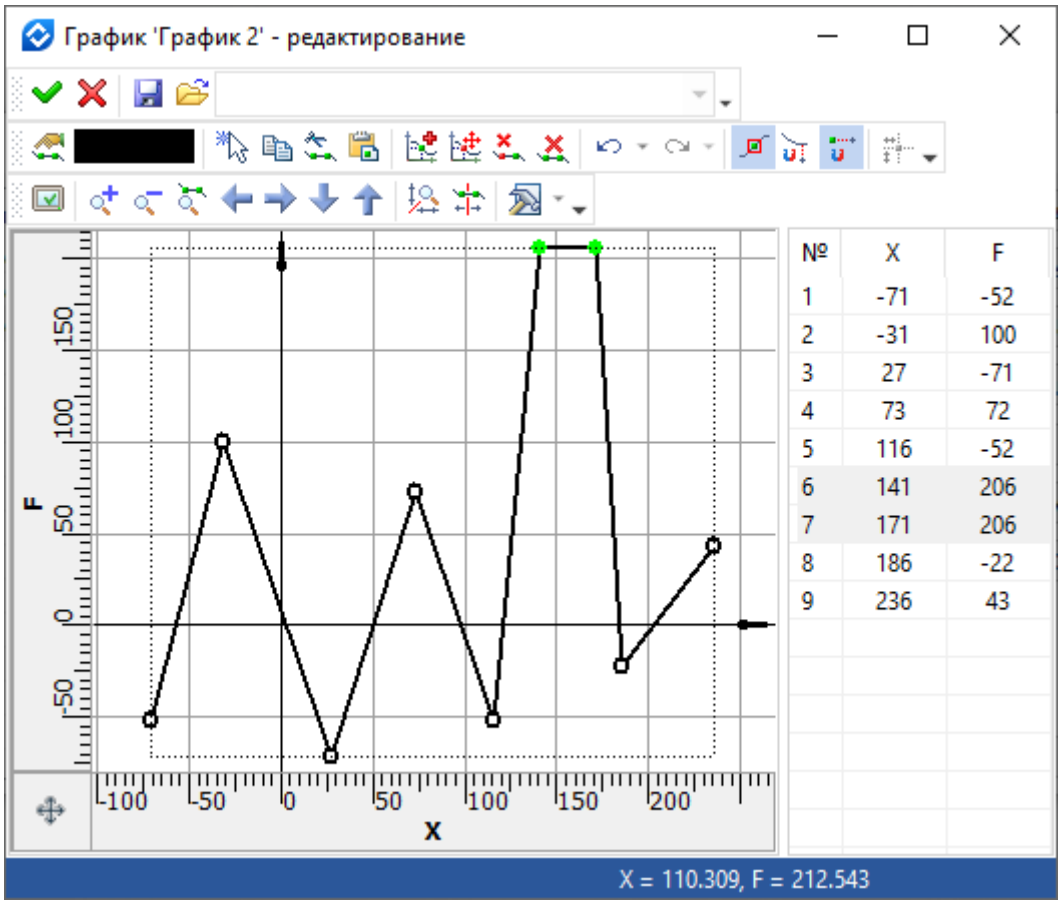
По краям рабочего поля отображается **координатная линейка**. Этой линейкой можно пользоваться так же, как и в окне чертежа T-FLEX CAD – для перемещения и масштабирования изображения. Редактор графиков допускает раздельное масштабирование по координатным осям. Раздельное масштабирование производится при помощи линейки при включении соответствующего режима в свойствах графика или пиктограммой на панели инструментов **Вид** редактора. Установленное отношение единиц координатных осей автоматически записывается в свойства графика.

Нажатие на рабочем поле создаёт новую точку графика. Все точки объединяются кривой заданного типа (ломаной или сплайном). Для удобства пользователя в статусной строке в правом нижнем углу редактора графиков отображаются координаты текущего положения курсора.

Справа от рабочего поля расположена таблица координат точек графика. Координаты точек можно редактировать прямо в этой таблице. Начать редактировать координаты можно после нажатия в нужное поле таблицы. Для ввода изменений нужно нажать **<Enter>** или перевести фокус ввода в другое окно. Редактируемая (выбранная) точка графика подсвечивается. Чтобы выбрать несколько точек, нужно использовать клавиши **<Shift>** или **<Ctrl>**.

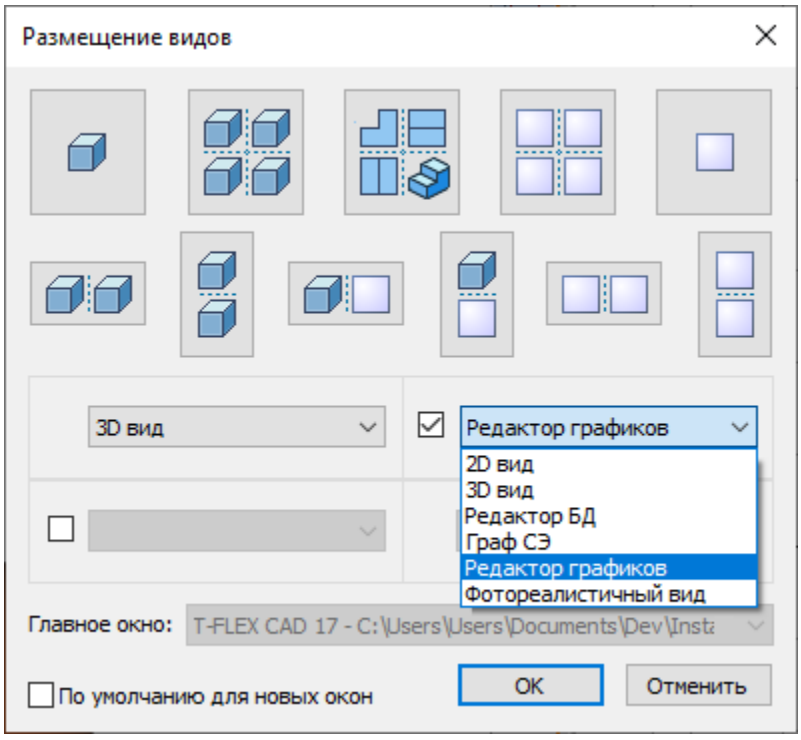
Изменять положение точки графика можно при помощи курсора, хватая за точку при помощи , и перетаскивая её на новое место. При в точку графика появляется специальный диалог для коррекции координат точки. Здесь можно ввести абсолютные координаты точки (положение переключателя **позиция**) или задать смещение координат относительно текущего положения точки (положение переключателя **смещение**). Если при  было предварительно выбрано несколько точек (например, в таблице координат), то можно задавать только смещение. Этим удобно пользоваться, если нужно подвинуть участок графика на заданное расстояние (см. пример ниже).

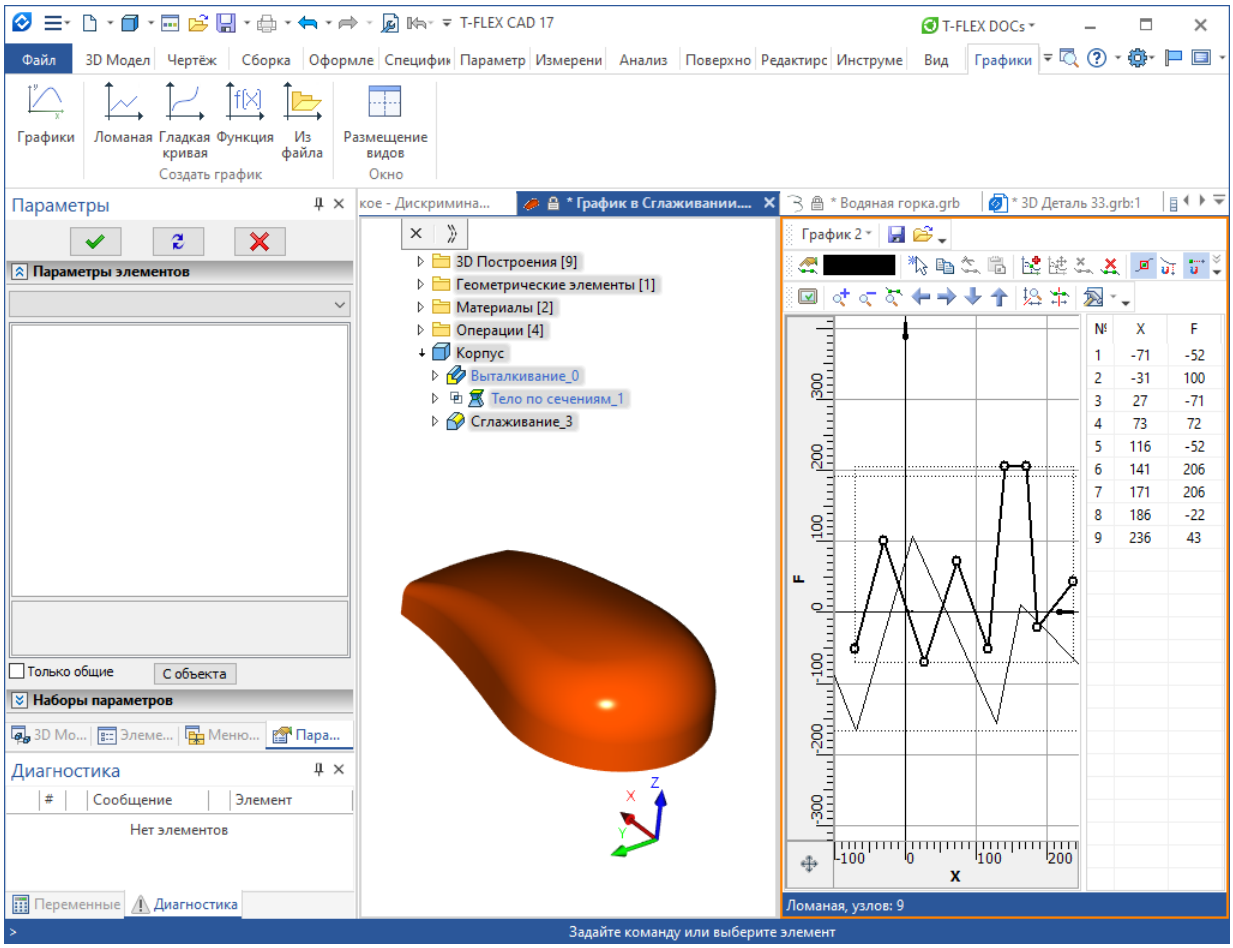




Редактор графиков в окне вида

При помощи команды **Размещение видов** редактор графиков можно разместить в отдельном окне вида. При работе с графиком будет автоматически активирована специальная вкладка Ленты **Графики**.





Команды редактора графиков

В редакторе графиков имеется три панели с различными инструментами и пиктограммами для запуска вспомогательных команд.
Панель **Главная** выглядит следующим образом:

На ней находятся:

- Команды закрытия редактора графиков с сохранением изменений и без сохранения:

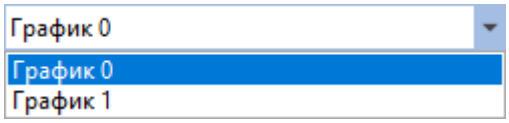
Сохранить изменения и закрыть

Игнорировать изменения и закрыть

<Ctrl>+<S> Сохранить в файл (позволяет сохранить редактируемый график в формате ***.tflaw)**

<Ctrl>+<L> Загрузить из файла (позволяет заменить редактируемый график на другой график из внешнего файла ***.tflaw**. В результате выполнения команды все исходные точки удаляются, а основные свойства замещаются другими.)

- Выпадающий список для выбора имени редактируемого графика используется, когда одновременно редактируется несколько графиков.



Панель **Редактирование** выглядит следующим образом.

На панели **Редактирование** находятся:

- Пиктограмма для вызова диалога параметров редактируемого графика:

<Ctrl>+<P> Параметры графика

- Выпадающий список для задания цвета, которым рисуется линия графика:

Цвет графика

- Команды для работы с буфером обмена:

<Ctrl>+<A> Выделить все узлы

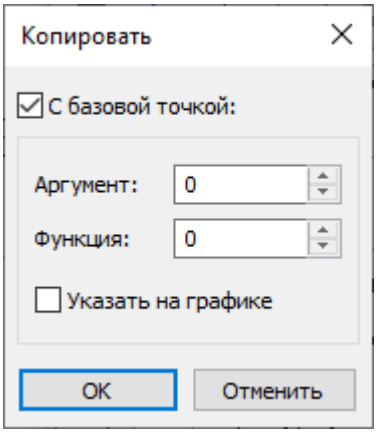
<Ctrl>+<C> Копировать

<Ctrl>+<X> Вырезать

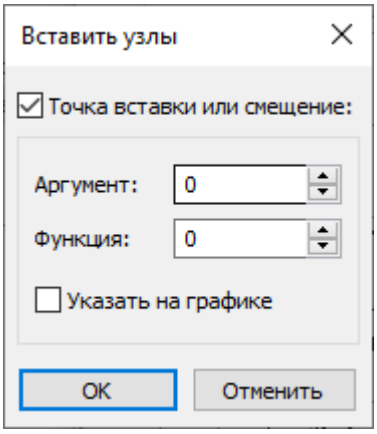
<Ctrl>+<V> Вставить

Для копирования точек графика в буфер обмена нужно сначала выбрать точки в таблице координат или на рабочем поле. Далее можно использовать команду **Копировать** или **Вырезать**. В момент копирования точек графика система должна запомнить опорную точку для дальнейшей привязки в момент вставки из буфера.

Для определения точки появляется диалоговое окно **Копировать...**. Пользователь может задать координаты базовой точки, либо выбрать её на графике. Для выбора точки на рабочем поле нужно включить параметр **Указать на графике** и нажать **OK**. Далее система переходит в режим ожидания выбора точки. Соответствующая подсказка появляется внизу редактора графиков, в строке панели состояния. Пользователь может указать в любое место рабочего поля, либо выбрать какую-либо из существующих точек графика. Если пользователь не определил базовую точку, система будет использовать в качестве таковой начало координат.



При добавлении скопированных точек из буфера обмена на график система предложит задать целевую точку вставки для привязки. Появится диалоговое окно **Вставить узлы**. В нём также можно задать координаты целевой точки вставки или включить режим указания этой точки на рабочем поле. В том случае, если пользователь не определял базовую точку в момент копирования, то, задавая координаты при вставке, он таким образом задаст смещение новых точек графика относительно исходного положения. При указании целевой точки к курсору привязано динамическое предварительное изображение новых точек графика.



- Команды редактирования узлов графика:

<Ctrl>+<N> Добавить новый узел по координатам

<Ctrl>+<E> Редактировать координаты узла

<Del> Удалить выделенные узлы

<Ctrl>+<Shift>+<Del> Удалить все узлы

- Команды для отмены ошибочных действий и повтора отмененных действий:

<Alt>+<BackSpace> Отменить

<Ctrl>+<BackSpace> Повторить

- Опции для включения режимов выделения узлов и объектной привязки:

Маркировка / выделение отдельных узлов

Привязка к ближайшему по X значению

Привязка к узлу, ближайшему по F

- Команда выбора способа перемещения узлов графика:

<Ctrl> Перемещение узлов параллельно осям (орто)

Панель **Вид** выглядит следующим образом:

На панели **Вид** находятся:

- Команда запуска процедуры обновления изображения:

<F7> Перерисовать

- Команды для увеличения и уменьшения изображения:

<Ctrl>+<Shift>+<PageUp> Увеличить

<Ctrl>+<Shift>+<PageDown> Уменьшить

- Команда для автоматического размещения всего изображения в пределах окна рабочего поля:

<Ctrl>+<Shift>+<End> Показать всё

- Команды для перемещения изображения:

<Ctrl>+<Shift>+<Left> Переместить левее

<Ctrl>+<Shift>+<Right> Переместить правее

<Ctrl>+<Shift>+<Down> Переместить ниже

<Ctrl>+<Shift>+<Up> Переместить выше

- Кнопка для включения режима раздельного масштабирования по осям:

Раздельное масштабирование по осям

- Команда включения/выключения режима, когда отображается специальный вертикальный маркер, считывающий позицию аргумента и возвращающий соответствующее значение функции. Эта команда дублируется специальным флажком-выключателем в настройках редактора графиков (см. ниже):

Маркер позиции аргумента

- Пиктограмма для вызова диалога настроек редактора графиков:

<Ctrl>+<O> Настройка

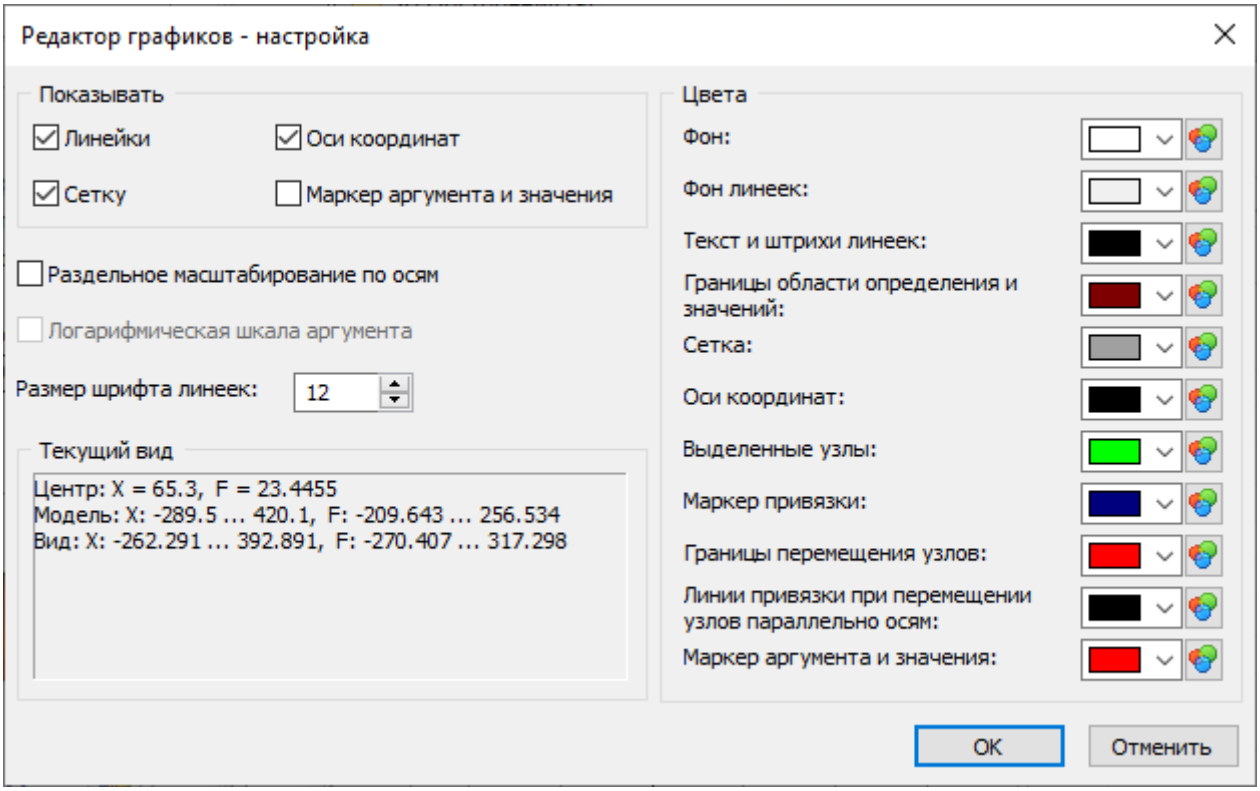
Выпадающий список, который появляется при нажатии на символ справа от кнопки, позволяет настроить вид окна редактора графиков (отображение инструментальных панелей, линеек, сетки и т.п.).

Настройка редактора графиков

Диалог настройки редактора графиков можно вызвать с помощью следующей команды:

<Ctrl>+<O> Настройка

Диалог содержит следующие элементы управления для настройки внешнего вида редактора графиков.



В группе параметров **Показывать** находятся выключатели для включения/выключения отображения служебных вспомогательных объектов – линейки, координатной автоматически масштабируемой сетки, координатных осей, маркера позиции аргумента.

Опция **Раздельное масштабирование по осям** управляет режимом раздельного масштабирования по осям. Если он включён, то при масштабировании при помощи линейки, визуальный масштаб по X меняется независимо от масштаба по Y.

Опция **Логарифмическая шкала аргумента** является справочным и для редактирования всегда недоступен. Данный флажок показывает, какая шкала аргументов задана в свойствах редактируемого графика.

С помощью параметра **Размер шрифта линеек** можно установить размер шрифта для линейки редактора графиков.

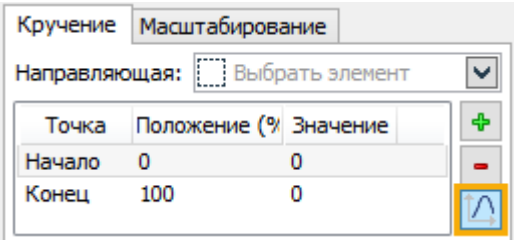
В поле группы параметров **Текущий вид** для справки выводятся координаты отображаемой области.

В правой части диалога расположена группа элементов управления для настройки цветов различных объектов редактора графиков (группа параметров **Цвета**).

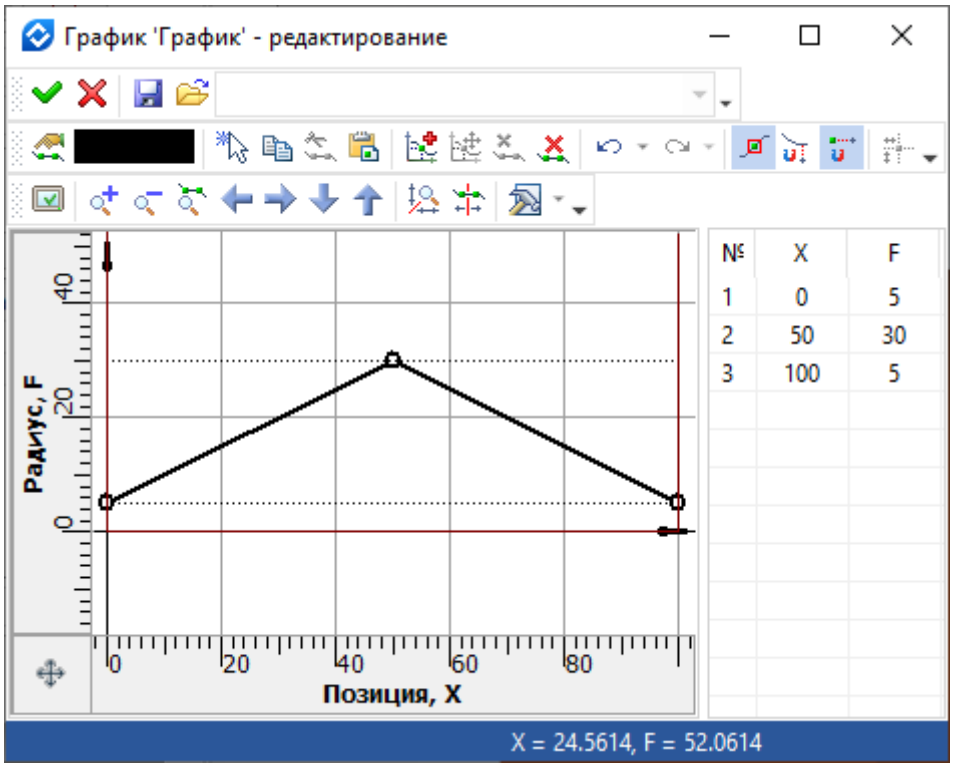
Использование графиков в 3D операциях

Графики могут использоваться для более наглядного задания табличных зависимостей в некоторых командах 3D моделирования. Например, в команде **Сглаживание рёбер** – для задания закона изменения переменного радиуса, в операции **По траектории** – для задания закона изменения угла кручения или масштабирования контура или в операции **Переходная поверхность** - для управления величиной дискриминанта. Везде, где требуется задать закон изменения какого-либо параметра операции на протяжении какого-то участка, длина которого определяется в процентах (0%-100%).

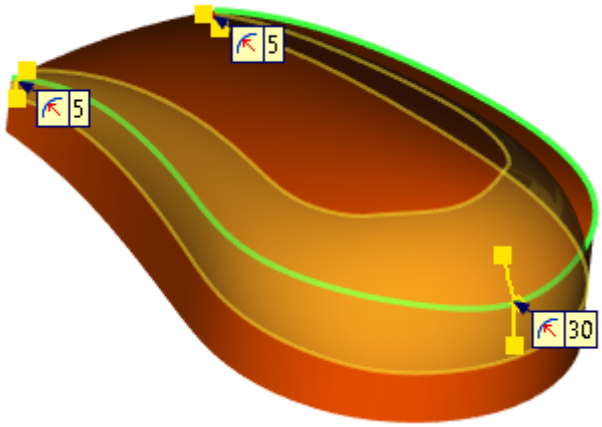
Для задания зависимости при помощи графика используется специальная кнопка **График** в окне параметров операции, рядом с полем для задания позиций табличной зависимости или полем ввода значений. После нажатия на кнопку открывается редактор графиков, в котором уже построен график на основе введённых данных. (По умолчанию это точки положения 0% и 100% с соответствующими параметрами.) Тип графика в этом случае – всегда гладкая кривая.



В зависимости от типа операции, мы можем при помощи графика распределять различные свойства. Область определения и область значений графика тоже ограничена в зависимости от типа операции. По оси X всегда допускается ввод значений в пределах от 0 до 100. Так определяется положение каждой точки. По оси Y мы откладываем значение параметра операции для каждой точки. Например, для переменного кругового сглаживания можно задать закон распределения радиуса по длине выбранных рёбер. В данном случае система не позволит задать значение функции меньше нуля, так как это является ограничением в операции сглаживания.

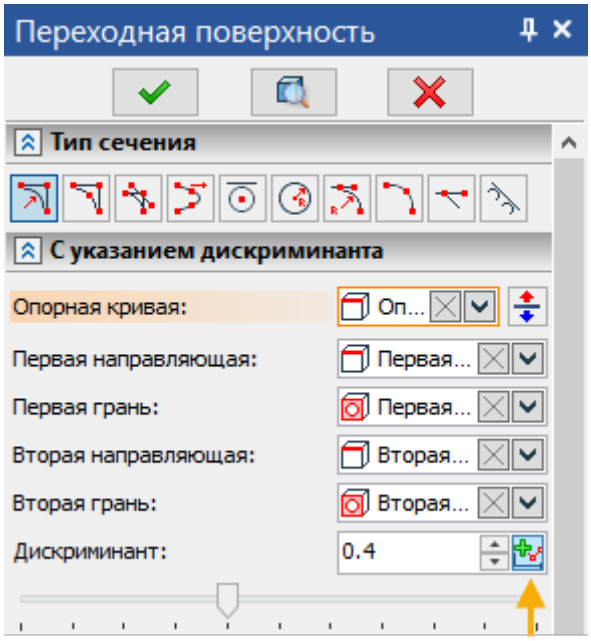


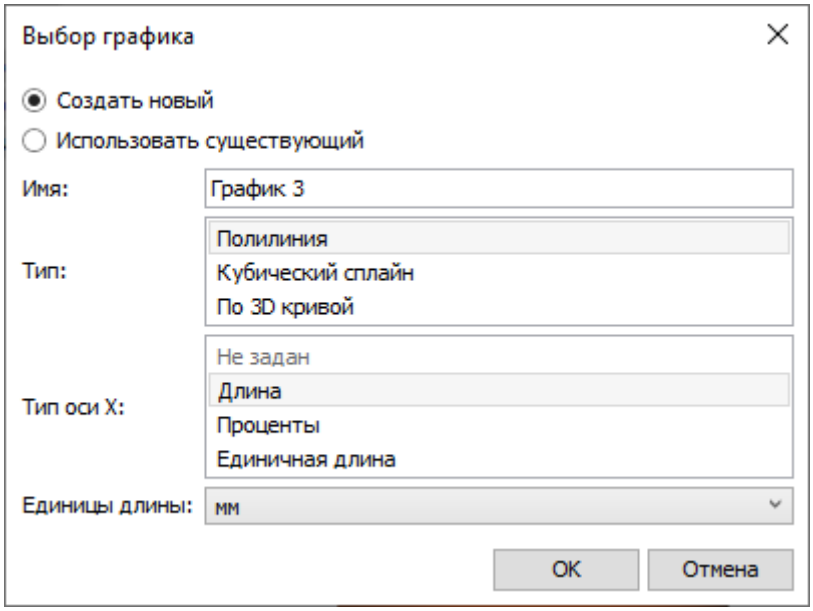
Результат выполнения представлен ниже:



Для сохранения результатов изменения графика нужно выйти из редактора нажатием кнопки . После закрытия редактора система перенесёт все точки графика в окно свойств для отображения зависимости в табличной форме.

В некоторых операциях (например, **Переходная поверхность**) доступно создание графика зависимости с возможностью настройки его типа, типа оси и единиц измерения без входа в менеджер графиков. Подключив такой график, можно управлять, например, величиной продолжения поверхности или радиусом дуги, тем самым сделав эти величины не постоянными. Для этого нужно в требуемой операции нажать кнопку **Создать график зависимости**.

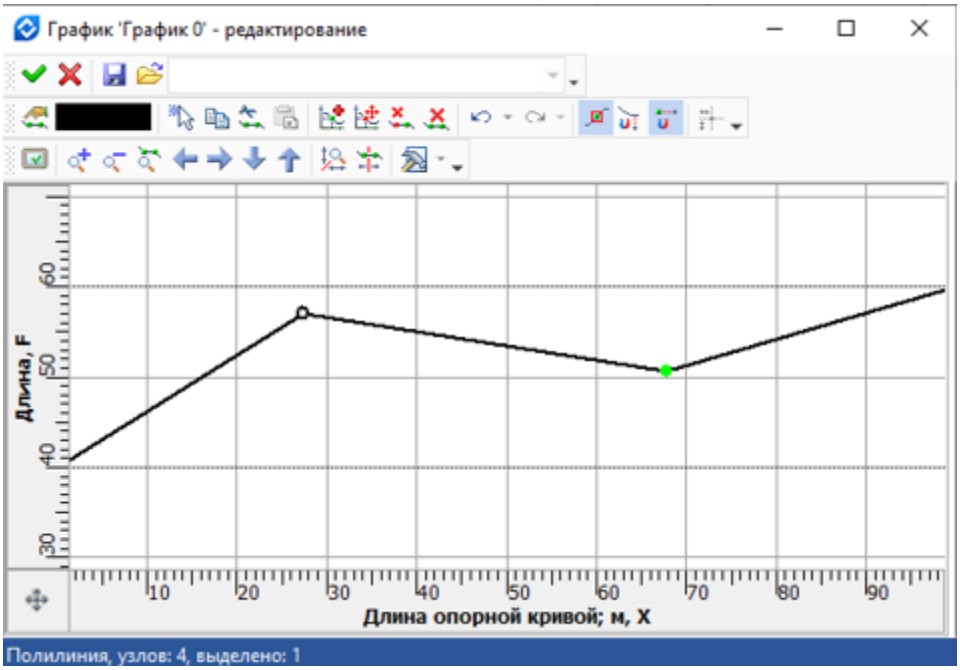




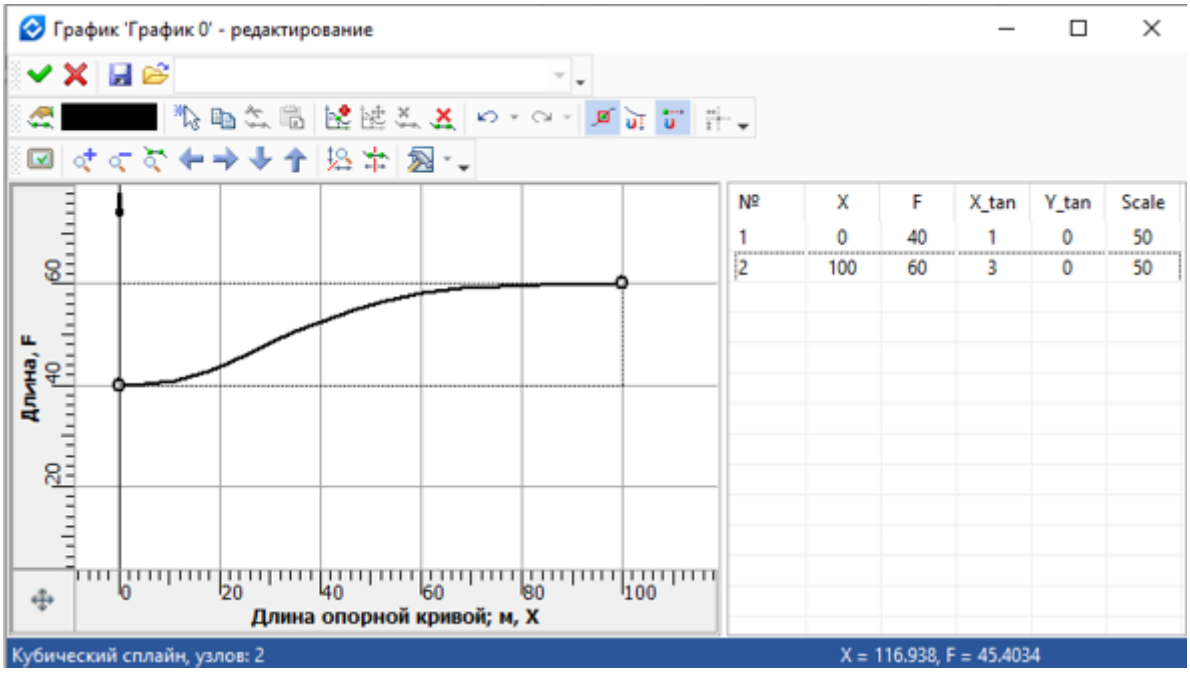
Если какой-либо график уже существует в модели, то его можно выбрать в списке **Использовать существующий**.

> Существующие графики также отображаются в окне команды Графики.

Типы графиков **Полилиния** и **Кубический сплайн** служат для линейного изменения параметра и кубического закона изменения. В каждой точке кубического сплайна доступны параметры угла касательной и масштаба вектора касательной: это даёт возможность с высокой точностью описать любую математическую или эмпирическую зависимость.

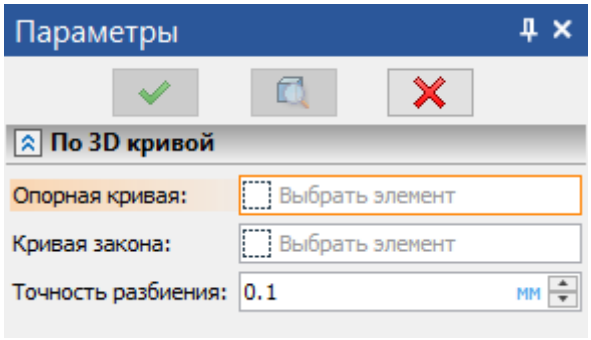


Тип графика - Полилиния

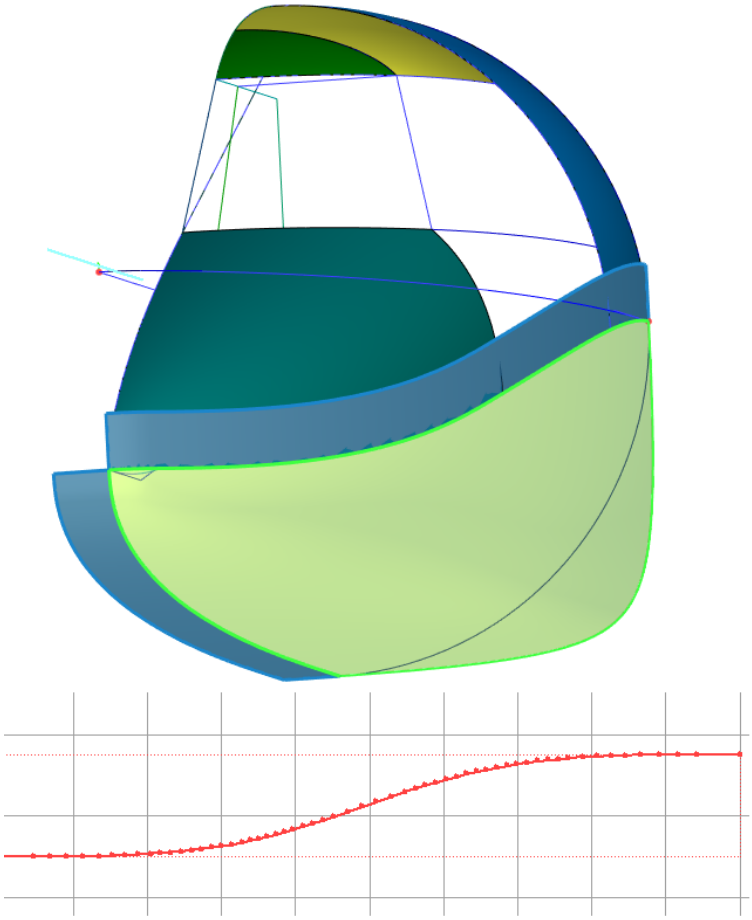


Тип графика - Кубический сплайн

Если выбрать вариант типа графика **По 3D кривой**, то в случае с переходной поверхностью - дискриминант, система предложит дополнительно выбрать две кривые в 3D сцене.



Первая будет определять ось X: **Опорная кривая**. Вторая, **Кривая закона**, будет определять расстояние от опорной кривой, задавая тем самым значение функции.



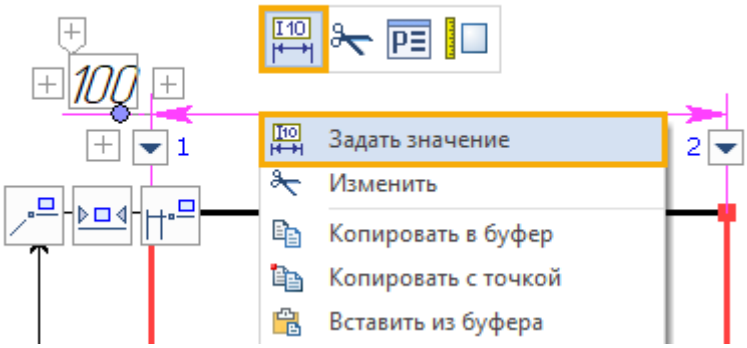
Диалог создания графика позволяет также определить тип величины по оси X и единицы измерения длины, в случае, если выбран вариант оси X как длины.

Установить значения размеров

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Параметры > Инструменты > Задать значение
Клавиатура	Текстовое меню
<PE>	Параметры > Размеры > Задать значение

Данная команда предназначена для изменения модели (3D модель или 2D чертёж) при помощи размеров. Пользователь может указать новое значение номинала размера, а система автоматически перестроит 3D модель или чертёж, опираясь на параметрические взаимосвязи. Такое редактирование доступно как для 2D размеров (т.е. размеров на чертеже), так и для 3D размеров (размеров на 3D модели), а также соответствующих им размеров на 2D проекциях.
Данная команда позволяет редактировать чертёж и 3D модель, изменяя номинальные значения проставленных на них размеров.
При изменении значения размерного числа система пытается найти элементы построения, отвечающие за значение размера. Если такие элементы найдены и их способ построения допускает изменение значения параметра, то они перестраиваются в соответствии с новым значением номинала размера. В случае обнаружения нескольких подходящих элементов построения, система выберет тот из них, изменение которого приведёт к изменению как можно меньшего количества других размеров. В противном случае изменения модели не происходит.
Действие команды аналогично выполнению команды Редактировать линии построения - **Правка** > **Построения** > **Линии построения**, т.е. при изменении положения какой-либо линии построения будут перестроены и 2D элементы (линии построения и/или изображения, размеры, надписи и т.д.), связанные с ней. Если положение перестраиваемых элементов определялось переменными, их значения автоматически изменяются система выдаст запрос на автоматическое изменение из значений.
Изменение номинального значения размера может производиться в прозрачном режиме. Для этого должен быть установлен флаг **Прозрачная команда редактирования значений размеров** в команде Задать установки системы, закладка **2D**. В этом режиме при нажатии левой кнопки мыши на изображении размерного числа оно выделяется в прямоугольной области для редактирования. Если «прозрачный» режим работы данной команды не установлен, выбрать размерное число для редактирования можно только после прямого вызова команды.
Кроме того, данная команда доступна в контекстном меню при выборе 2D или 3D размера.

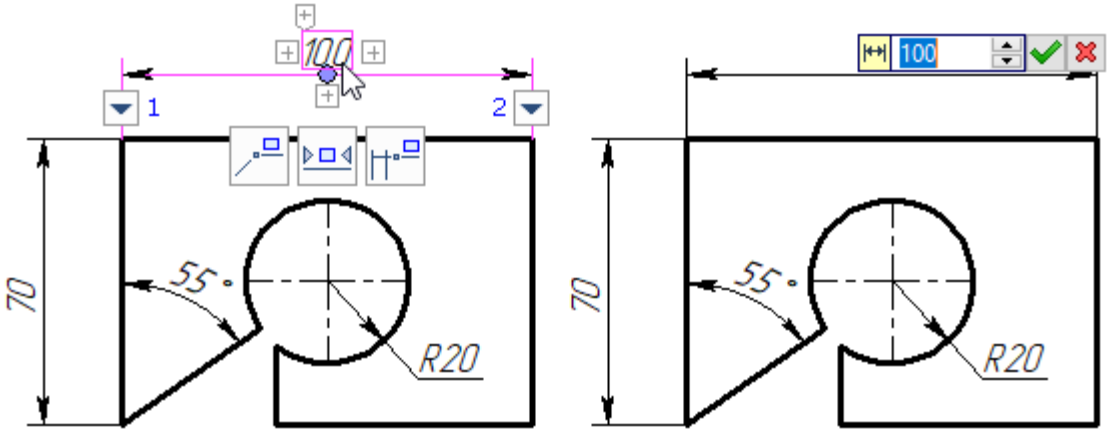


После вызова команды в автоменю появляются пиктограммы:

<Enter> Закончить ввод.

<Esc> Выйти из команды.

Выберите размер и введите новое значение номинала.



Затем подтвердите ввод нажатием клавиши **<Enter>** или опции . Как уже говорилось изменение чертежа происходит только в том случае, когда это возможно.

Существуют следующие **ограничения** на выполнение команды:

- в параметрах размера установлен **Номинал** > **Вручную** или **Нет**;
- способ построения соответствующих элементов не позволяет изменить их положение. Например, нельзя изменить значение радиуса окружности, касательной к трём элементам.
- при изменении положения элементов построения, связанных с размером, возникает ситуация, когда система не может определить положение какого-то из элементов, построенного относительно исходных.

В каждом из этих случаях размерное число отобразит прежнее значение и изменение чертежа не происходит.

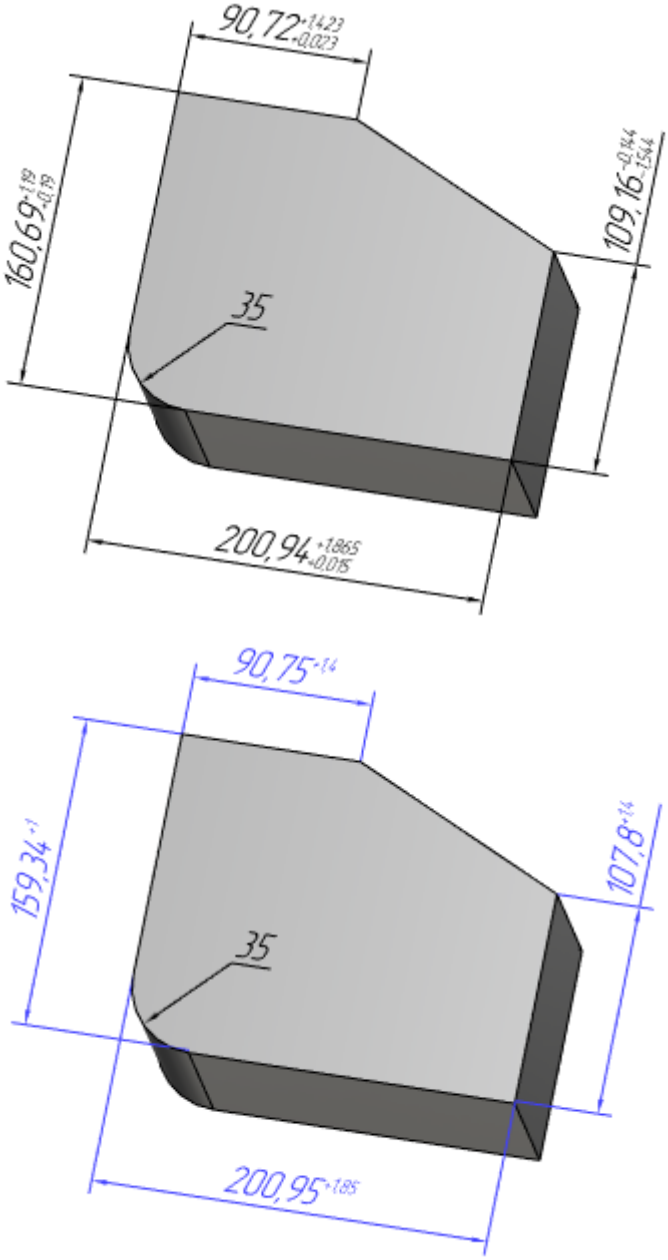
Если элементы построения, положение которых изменяется при вводе нового значения номинала размера, связаны с переменой, то значение переменной будет также пересчитано.

Пересчёт полей допусков

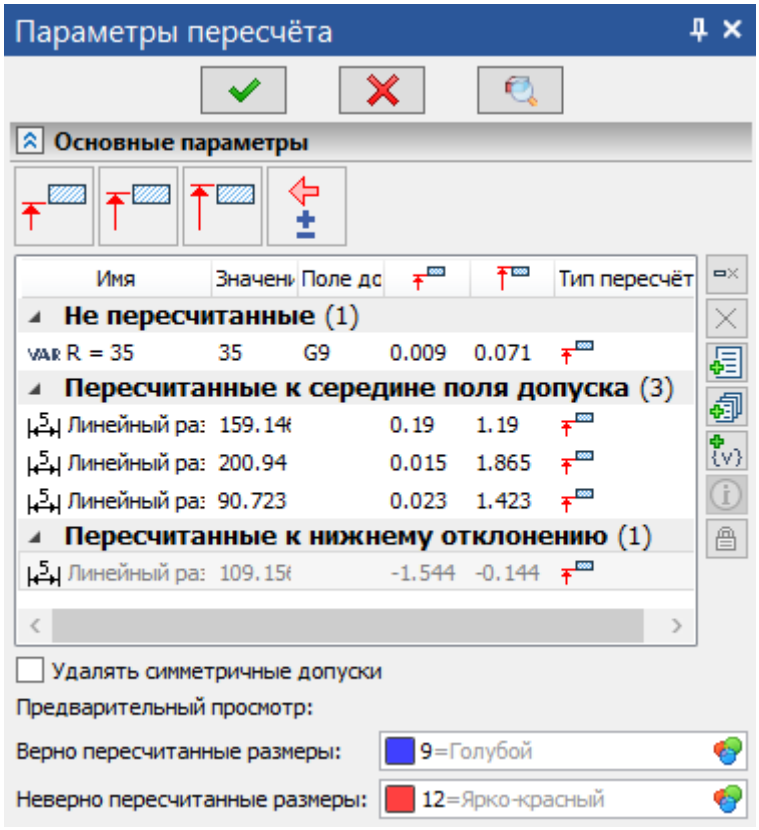
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
10±1	Параметры > Инструменты > Пересчёт полей допусков
Клавиатура	Текстовое меню
<PN>	Параметры > Размеры > Пересчёт полей допусков

Команда выполняет коррекцию номиналов всех размеров по нижнему, верхнему пределам или по середине поля допуска. Соответственно, в случае с пересчётом в середину поля допуска, новое поле допуска размера становится симметричным. Эту функцию удобно применять при адаптации 3D модели для расчёта траекторий инструмента в модуле ЧПУ.



После вызова команды открывается диалог параметров пересчёта:



Для каждого выбранного размера можно указать свой вариант пересчёта.

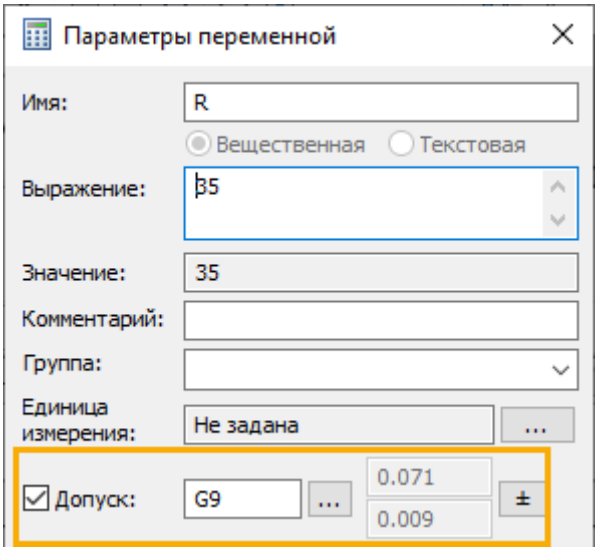
Пересчитать по нижнему пределу поля допуска

Пересчитать в середину поля допуска

Пересчитать по верхнему пределу поля допуска

Восстановить значения допусков

После выбора варианта пересчёта необходимо выбрать требуемые размеры. Это можно сделать вручную, выбирая размеры в 3D сцене, или с помощью кнопок **Добавить все размеры текущего вида** , **Добавить все размеры модели** , **Добавить все переменные с допуском** .
Для того чтобы добавить переменные, необходимо заранее в параметрах переменной задать допуск.



Для каждого размера можно открыть окно Информация .
Для того чтобы пересчитывать значения, изменённые после пересчёта допусков, предназначена соответствующая опция .

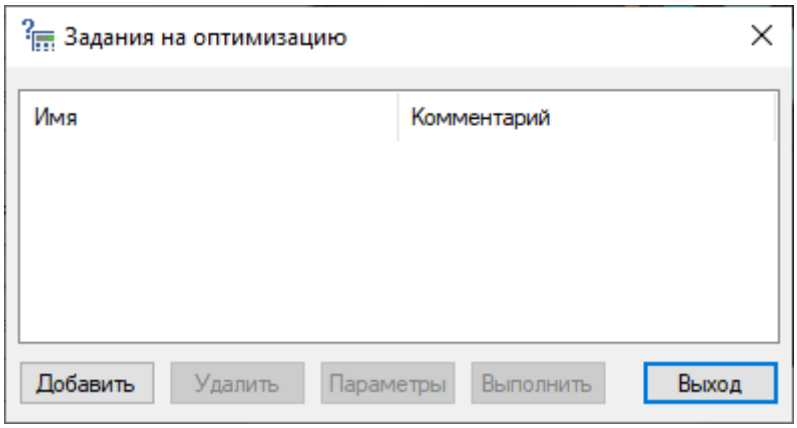
Пересчёт размеров осуществляется при нажатии пиктограммы . Предварительно можно просмотреть результат пересчёта с помощью опции .
При предварительном просмотре результата пересчёта система разными цветами выделяет размеры, которые ей удалось пересчитать, и те, которые не удалось пересчитать, либо они были пересчитаны неверно. По умолчанию верно пересчитанные размеры помечаются синим цветом, не верно пересчитанные размеры – красным цветом. При необходимости в окне параметров можно установить свои цвета пометки.
В качестве значения отклонений могут быть заданы как симметричные значения, полученные в результате пересчёта, так и нулевые значения. Выбор осуществляется установкой/снятием флага **Удалять симметричные допуски**. Когда флажок снят, в параметры пересчитанных размеров заносятся симметричные отклонения, когда флажок установлен – нулевые значения отклонений.

Оптимизация модели

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Параметры > Инструменты > Оптимизация
Клавиатура	Текстовое меню
<PO>	Параметры > Оптимизация

Команда предназначена для решения задач оптимизации 2D чертежа или 3D модели. Решением задачи является подбор значений существующих переменных, наилучшим образом удовлетворяющих поставленным условиям. Вызов команды возможен только при наличии в документе численных переменных.
После вызова команды появляется окно **Задания на оптимизацию**, содержащее список сформированных задач оптимизации.



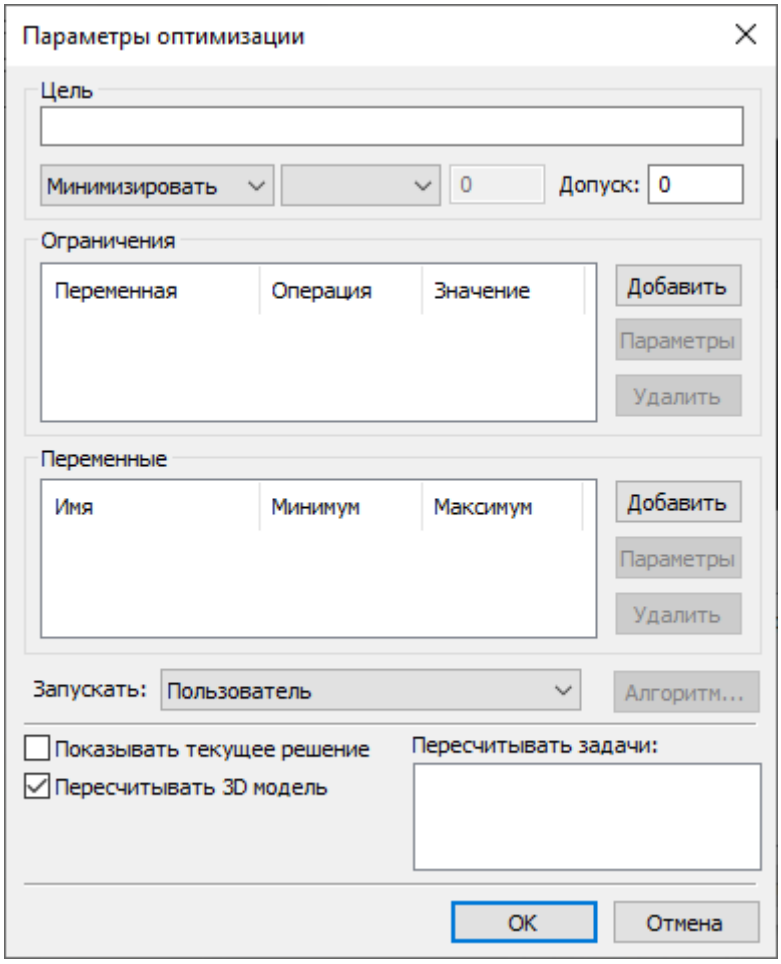
В колонке **Имя** отображается имя переменной, оптимизацию значения которой определяет задание. Колонка **Комментарий** содержит текстовые строки, вводимые пользователем. Документ T-FLEX CAD может содержать любое количество заданий на оптимизацию.

Графические кнопки в нижней части окна позволяют выполнить следующие действия:

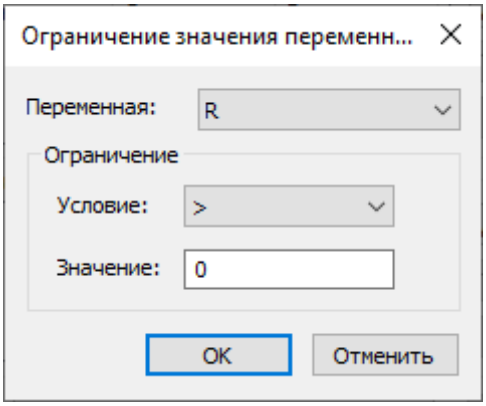
- **Добавить**. Ввод нового задания оптимизации.
- **Удалить**. Удаление задания, соответствующего текущей строке списка.
- **Параметры**. Выводит окно **Задание параметров** для задания, соответствующего текущей строке списка.
- **Выполнить**. Запускает расчёт оптимизации. При этом в соответствии с заданными параметрами оптимизации система производит поиск решения и пересчитывает чертёж или 3D модель в соответствии с найденными значениями переменных.
- **Выход**. Прекращает выполнение команды.

Новое задание на оптимизацию

После нажатия кнопки **Добавить** на экране появляется окно **Задание параметров**, содержащее следующие поля:



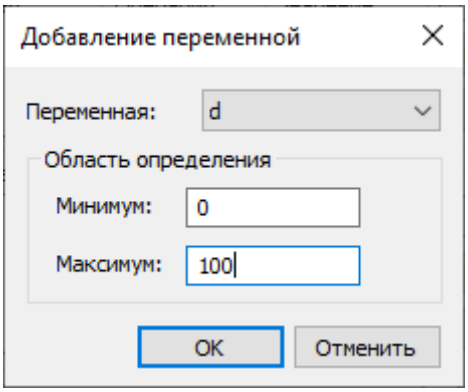
Цель содержит текстовую строку, являющуюся комментарием задания на оптимизацию.
Далее следует поле выбора типа целевой функции (**равенство**, **минимизация**, **максимизация**), **имени переменной** и **значения допуска**. Выбор переменной осуществляется с помощью списка, содержащего все существующие в документе числовые переменные. Если выбран тип функции **Приравнять**, то становится доступно поле для ввода целевого значения переменной. Значение допуска определяет интервал значений целевой переменной, в пределах которого значение переменной будет являться решением задачи оптимизации.
Далее расположен список ограничений. Ввод нового ограничения производится после нажатия кнопки **Добавить**.



В поле **Переменная** выбирается из списка имя переменной (для одной переменной можно задать несколько ограничений). В поле **Условие** выбирается один из способов сравнения (<, >, <=, >=) значения переменной с граничным значением (поле **Значение**).

Для изменения введённых ограничений используется кнопка **Параметры**, позволяющая редактировать все поля текущей строки списка ограничений. При нажатии кнопки **Удалить** текущая строка списка ограничений будет удалена.

Необходимым условием формирования задания на оптимизацию является указание **области определения** хотя бы для одной из переменных. Графические кнопки **Добавить**, **Параметры**, **Удалить** действуют аналогично описанному выше разделу. При вводе новой записи необходимо заполнить следующие поля:



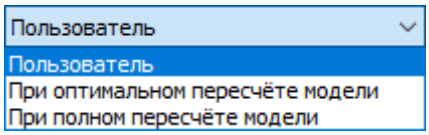
В поле **Переменная** выбирается из списка имя переменной (для каждой переменной можно задать только одну область определения). Поля **Минимум**, **Максимум** определяют граничные значения области определения переменной. В процессе поиска решения задачи оптимизации производится перебор значений переменных с учётом заданных для них ограничений и области определения.

Если для переменной документа задано ограничение, то её имя не доступно для выбора при задании области определения, и наоборот.

Переменная, значение которой является целевой функцией оптимизации, не содержится в списках переменных при задании ограничений и области определения.

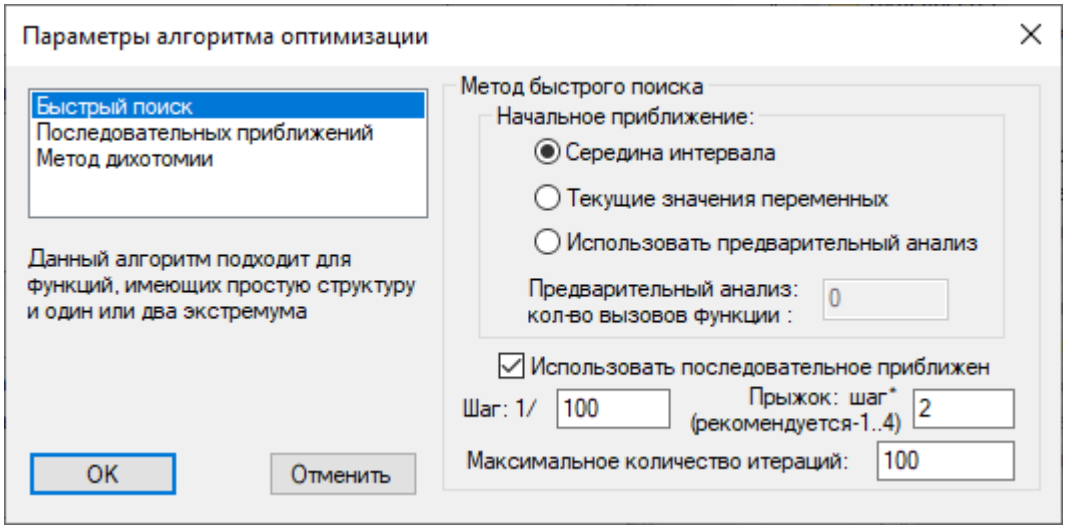
Параметр **Запускать** может принимать одно из значений:

- **Пользователь**. Поиск решения задачи оптимизации будут производится только при нажатии пользователем кнопки **Выполнить**, расположенной в окне **Задания на оптимизацию**. В сложных чертежах или 3D моделях оптимизация может занимать длительное время. В таком случае данная установка позволит не выполнять оптимизацию при пересчёте модели.
- **При оптимальном пересчёте модели** (**<F7>** - для 2D окна, **<3><G>** -для 3D окна). Поиск решения задачи оптимизации будет производится при оптимальном пересчёте (пересчёте изменившихся элементов).
- **При полном пересчёте модели** (**<Ctrl><F7>** - для 2D окна, **<3><R><G>** - для 3D окна). Поиск решения задачи оптимизации будет производится при полном пересчёте (пересчёте всего чертежа или модели).



Выбор алгоритма оптимизации

1. **Быстрый поиск**. Данный алгоритм подходит для функций, имеющих один или два экстремума.
2. **Последовательных приближений**. Данный алгоритм подходит для функций, имеющих сложную структуру и много экстремумов.
3. **Метод дихотомии**. Данный алгоритм подходит для функций, зависящих только от одной переменной. Плохо работает с ограничениями.



- **Показывать текущее решение**. При установке данного флага на каждом шаге алгоритма оптимизации производится пересчёт 2D модели. При этом на чертеже визуально отображаются изменения, вносимые в процессе решения задачи.
- **Пересчитывать 3D модель**. При установке данного флага на каждом шаге алгоритма оптимизации производится пересчёт 3D модели. Если целевая функция оптимизации (переменная) связана с 3D элементами, то для получения правильного результата оптимизации необходима установка этого флага.

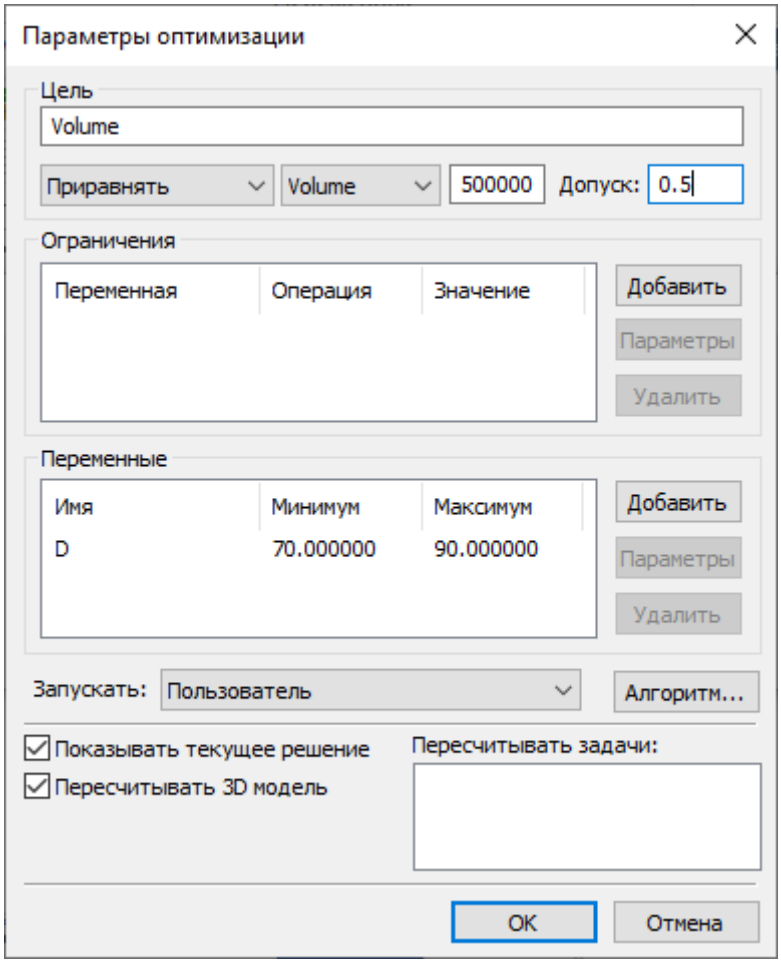
Основные темы в этом разделе:

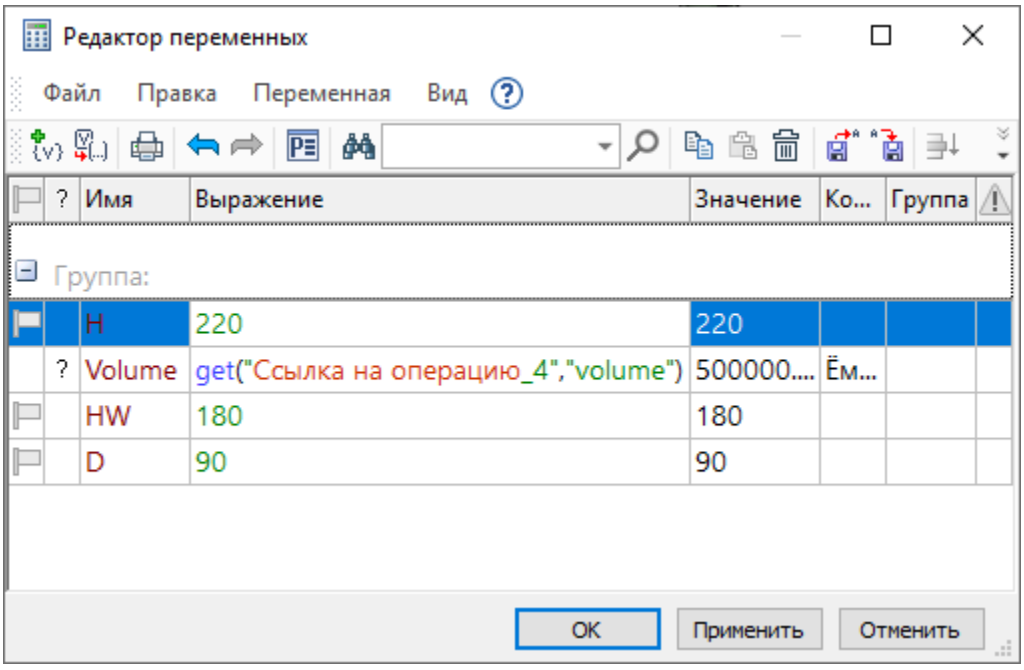
- Пример оптимизации объёма бутылки

Пример оптимизации объёма бутылки

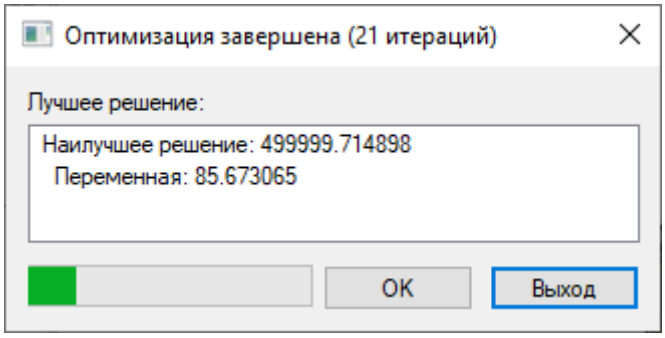
Данный пример иллюстрирует применение оптимизации для 3D модели. Файл примера находится в библиотеке **Примеры 17\Сервисные инструменты\Оптимизация\Бутылка.grb**.
Пример представляет собой решение задачи об объёме бутылки. В привёденном примере создана переменная **Volume**, равная ёмкости бутылки, т.е. объёму налитой в неё жидкости. Переменная **H** определяет высоту бутылки, а **HW** – высоту жидкости в ней. Задача оптимизации состоит в том, чтобы при любом изменении высоты бутылки и высоты наливаемой в неё жидкости ёмкость бутылки была неизменной (0.5 л = 500000 мм3). Для достижения этой цели необходимо найти значение переменной **D**, отвечающей за максимальный диаметр бутылки (диаметр её средней части). В команде **Оптимизация** было создано задание на оптимизацию **Volume**.

Целевая функция: приравнять переменную **Volume** к 500000 с допуском 0.5. В качестве изменяемой переменной задана переменная **D** с интервалом от 70 до 90. На переменные модели не накладываются дополнительные условия, поэтому ограничений нет. Для наглядности процесса оптимизации включены флаги **Показывать текущее решение** и **Пересчитывать 3D модель**. В качестве алгоритма оптимизации выбран **Метод дихотомии** с максимальным числом итераций 100. Параметр **Запускать** установлен на значение **Пользователь**, т.е. оптимизация будет выполняться только по запросу пользователя. Создав задание на оптимизацию, изменим модель. Например, уменьшим высоту бутылки и, соответственно, уровень жидкости в ней, изменив значения переменных **H** и **HW**. Ёмкость бутылки при этом уменьшилась.





Для подбора необходимого диаметра бутылки достаточно вызвать команду **Оптимизация**, выбрать в появившемся окне задание **Volume** и нажать графическую кнопку **Выполнить**. В процессе подбора решения на экране будет отображаться вид модели при текущих значениях изменяемой переменной.



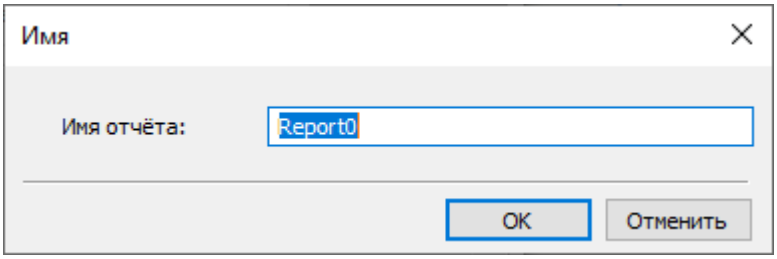
Приняв найденное решение нажатием кнопки **OK**, получим бутылку диаметром 86 мм и ёмкостью 0.5 л.

Отчёт

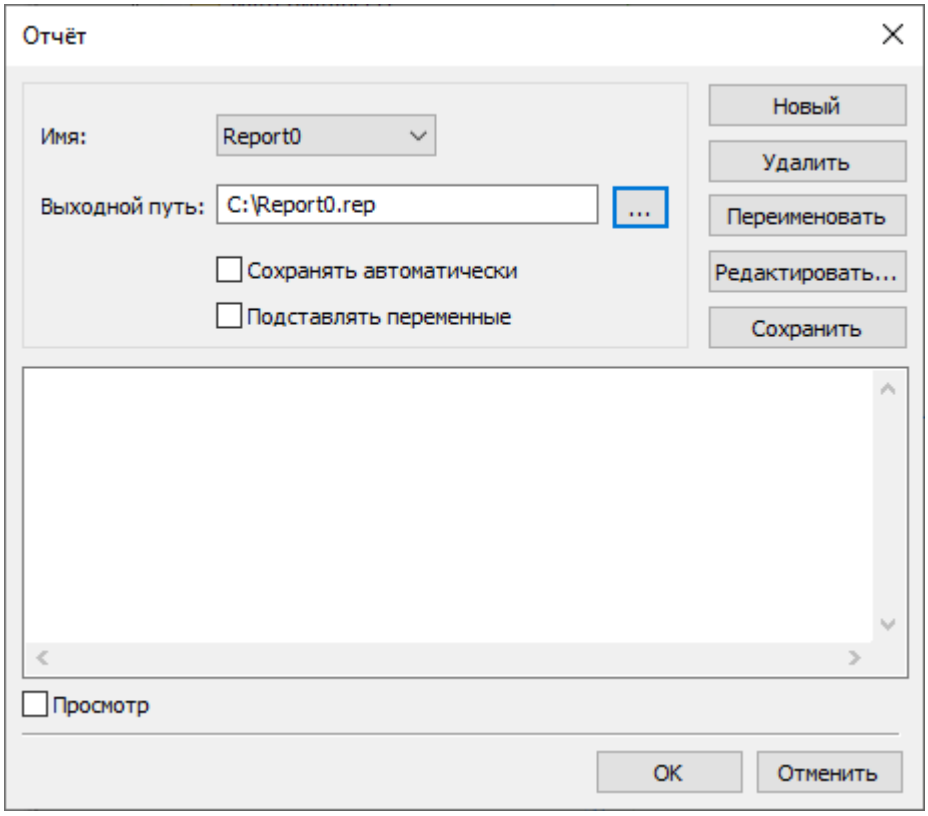
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Инструменты > Спец. данные > Отчёт
Клавиатура	Текстовое меню
<REP>	Сервис > Специальные данные > Отчёт

Команда предназначена для создания текстовых документов - отчётов.
Отчет - это текстовый документ, который можно сохранять на диске, и в котором можно использовать значения переменных чертежа.
При входе в команду на экране появляется диалоговое окно, в котором можно задать следующие параметры:
Имя. Отображает имя текущего отчёта. Для одного чертежа может быть несколько отчётов. Можно выбрать имя отчёта из списка. Если не было создано ни одного отчёта, этот пункт будет пустым и во всем окне параметров доступна только кнопка **Новый**.
Новый. При нажатии кнопки открывается окно с заданием имени отчёта.



Выходной путь. Определяет имя файла, в котором будет сохраняться отчёт и полный путь на этот файл.
Сохранять автоматически. Определяет способ сохранения отчёта при работе с чертежом. При заданном параметре будет происходить автоматическое сохранение отчёта каждый раз при сохранении чертежа. В противном случае, для того, чтобы сохранить отчёт на диск, необходимо использовать пункт **Сохранить**.



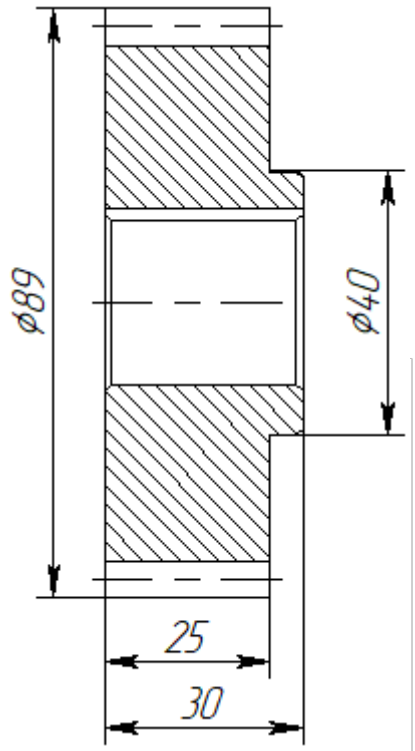
Подставлять переменные. Определяет способ записи переменных в документе при сохранении отчёта. При заданном параметре будут подставляться значения переменных вместо их текстового представления. Если этот пункт отключен, то в файле будет сохранен шаблон отчёта.
Удалить. При нажатии на этот пункт происходит удаление текущего отчёта с подтверждением действий пользователя.
Переименовать. При нажатии на этот пункт вам предлагается переименовать текущий отчёт.
Редактировать. Позволяет создавать и редактировать содержимое отчета. При нажатии на этот пункт загружается текстовый редактор для создания и изменения содержания шаблона отчета.
Сохранить. При нажатии на этот пункт происходит сохранение текущего отчёта на диске.
Просмотр. При выборе данной опции отчет будет представлен в таком виде, в каком он хранится в файле (с подстановкой или без подстановки значений переменных в зависимости от указанных опций).

Основные темы в этом разделе:

- Пример экспорта значений переменных с помощью отчета
- Пример построения развёртки усечённого цилиндра с помощью отчета

Пример экспорта значений переменных с помощью отчета

Вывести информацию о значениях переменных чертежа обычно можно с помощью файлов создаваемых при экспорте переменных. Но есть и другой механизм сохранения этой информации - использование отчетов.
Например, у вас есть чертеж с набором созданных численных и текстовых переменных.



Модуль	m	2.5
Число зубьев	z	30
Угол наклона	β	26°46'
Направление линии зуба		Правое
Диаметр основной окружности	d0	78.931

В команде **Отчет** можно создать текстовый шаблон следующего содержания:

```
Параметры цилиндрического зубчатого колеса с косыми зубьями

Модуль                          = {m}
Число зубьев                    = {z}
Угол наклона                    = {$b}
Направление линии зуба          = {$n}
Диаметр основной
окружности                      = {d0}
```

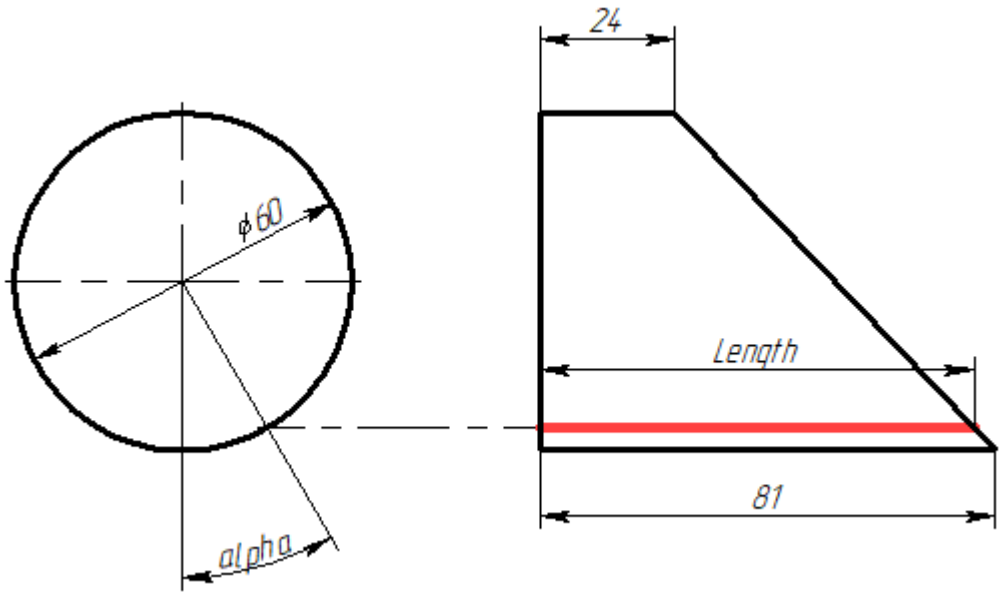
В фигурных скобках записаны имена переменных. Теперь можно сохранить отчет на диск в файл, в котором окажется следующее содержимое:

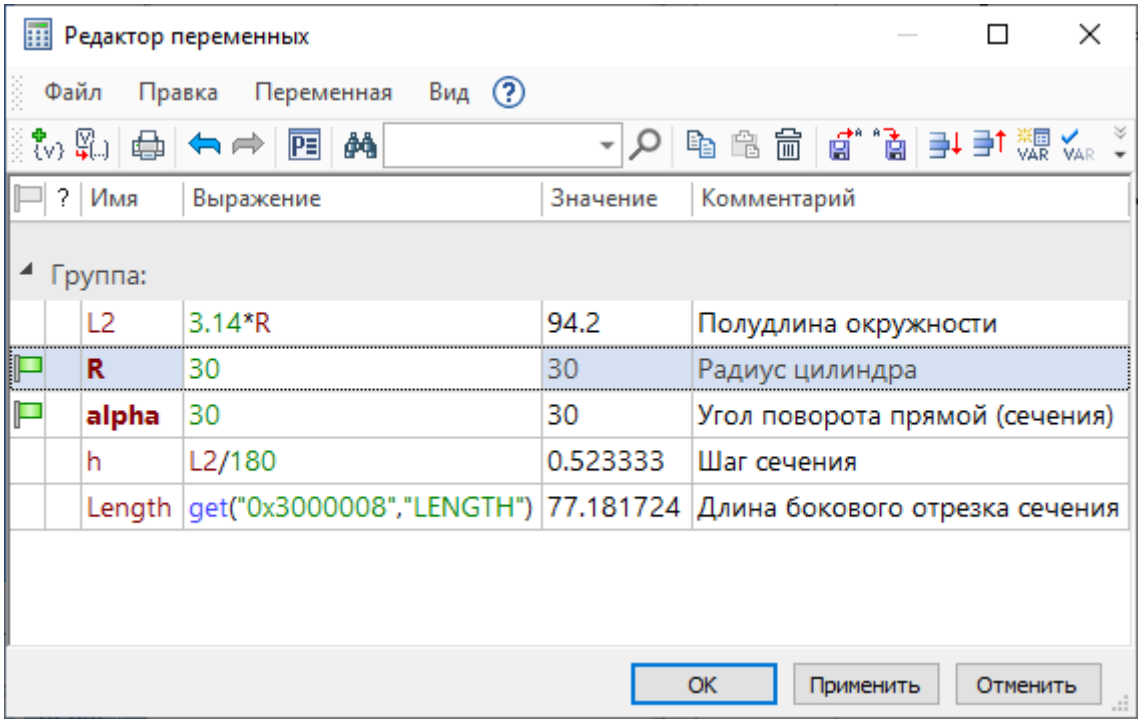
```
Параметры цилиндрического зубчатого колеса с косыми зубьями

Модуль                          = 2.5
Число зубьев                    = 30
Угол наклона                    = 26°46'
Направление линии зуба          = Правое
Диаметр основной
окружности                      = 78.931
```

Как можно увидеть, на диске сохранился текстовый файл в том виде, в каком он был создан, но с подставленными значениями переменных.
Таким образом можно сохранять в любой форме информацию о параметрах вашего чертежа. После этого вы можете использовать ее для подготовки какой-либо сопроводительной документации или в качестве входных данных для других программ.

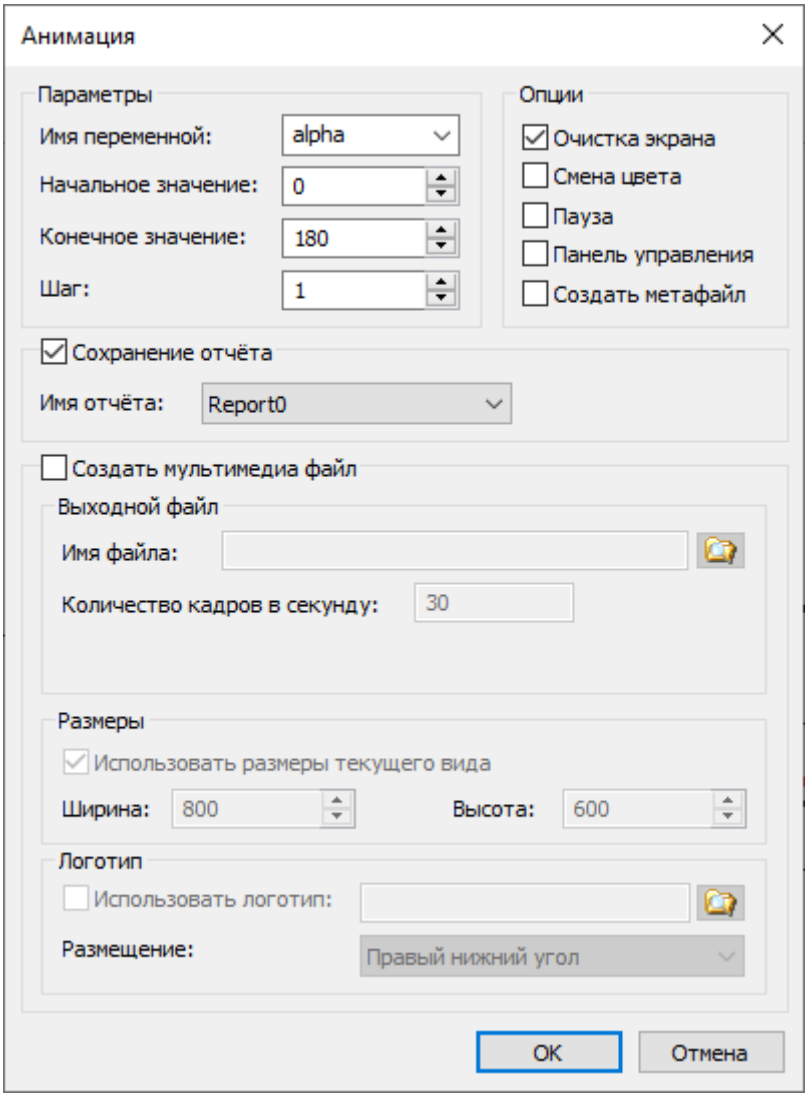
Пример построения развёртки усечённого цилиндра с помощью отчета

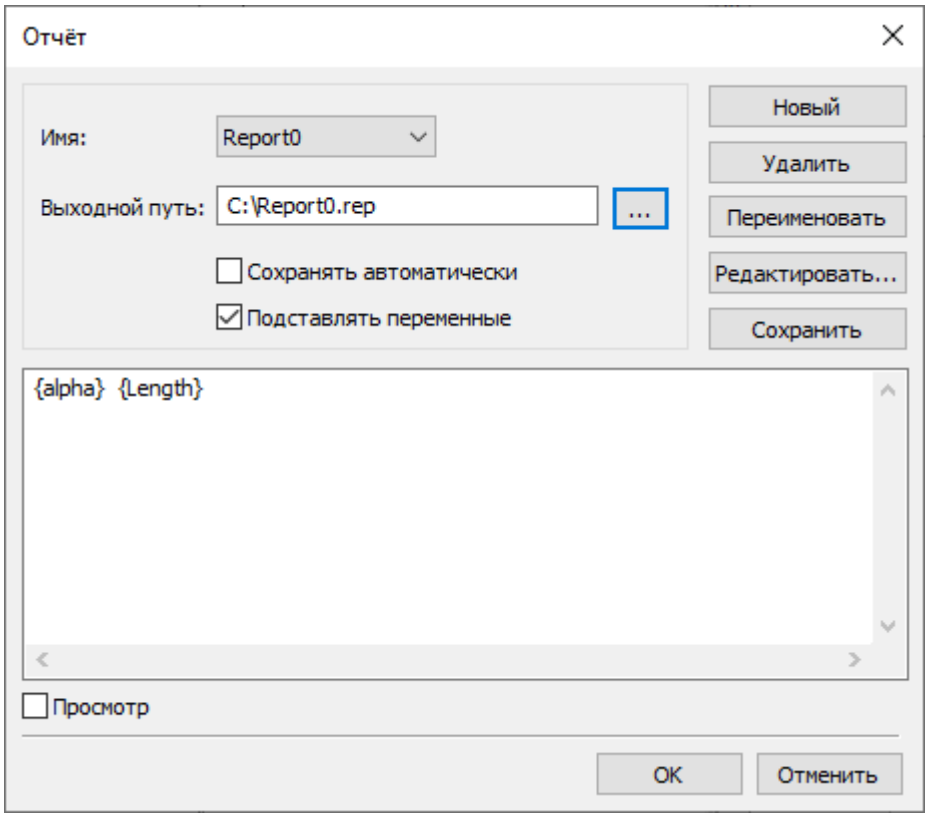
В качестве простого примера совместного использования отчёта с командой **Анимация** можно привести решение задачи о построении развёртки усечённого цилиндра.
Для создания развёртки на торце цилиндра была построена прямая под углом к вертикали. Параметр (угол) прямой задан переменной **alpha**. Через точку пересечения данной прямой с окружностью построена горизонтальная прямая. По линии пересечения горизонтальной прямой с боковой проекцией цилиндра построен отрезок. Его длина с помощью функции **get** считывается в переменную **Length**.





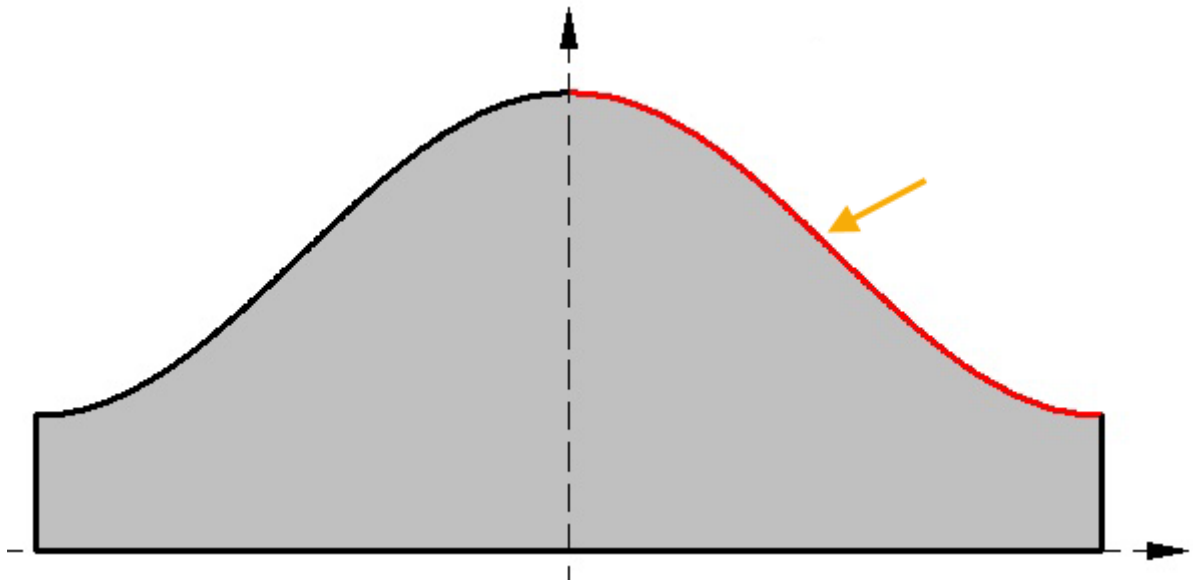
Дополнительно в документе был задан шаблон отчёта для сохранения значений переменных **alpha** и **Length**. Затем чертёж был анимирован путём изменения значения переменной **alpha**. В процессе анимации производился вывод значений переменных в отчёт.


Анимация
Параметры
Имя переменной:
alpha
Начальное значение:
0
Конечное значение:
180
Шаг:
1
Опции
Очистка экрана
Смена цвета
Пауза
Панель управления
Создать метафайл
Сохранение отчёта
Имя отчёта:
Report0
Создать мультимедиа файл
Выходной файл
Имя файла:
Количество кадров в секунду:
30
Размеры
Использовать размеры текущего вида
Ширина:
800
Высота:
600
Логотип
Использовать логотип:
Размещение:
Правый нижний угол
OK
Отмена


Отчёт
Имя:
Report0
Выходной путь:
C:\Report0.rep
...
Сохранять автоматически
Подставлять переменные
Новый
Удалить
Переименовать
Редактировать...
Сохранить
{alpha} {Length}
Просмотр
OK
Отменить

На основе полученного отчёта в Excel была создана база данных, использованная затем для построения в T-FLEX CAD функции, задающей контур развёртки.
Отчёт (файл **Report0.rep**):

```
0   81
1   80.9957
2   80.9826
3   80.9609
…
179   24.0043
180   24
```



Функция на основе базы данных

Результат построения развёртки можно посмотреть в библиотеке **Примеры 17\Сервисные инструменты\Текстовый отчёт\Развёртка.grb**).

Измерение

Основные темы в этом разделе:

- Измерить
- Характеристики
- Проверка модели
- Пересечение тел
- Проверка изменений
- Кривизна кривых
- Кривизна поверхностей
- Кривизна поверхностей по сечениям
- Контроль отклонений
- Отклонение граней
- Зазор между гранями
- Расхождение нормалей
- Гладкость модели
- Разнимаемость формы
- Проверка контуров

Измерить

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Измерение > Измерить > Измерить Анализ > Дополнительно > Измерить Опорная геометрия > Дополнительно > Измерить
Клавиатура	Текстовое меню
<РМ>	Параметры > Измерить Сервис > Анализ геометрии > Измерить

Команда также доступна в контекстном меню большинства 2D и 3D элементов. При вызове команды из контекстного меню элемента этот элемент автоматически выбирается в качестве измеряемого в режиме **Измерить параметр одного элемента**.

Команда позволяет измерить различные геометрические характеристики (координаты, длину, периметр, площадь, объём и т.п.) одного или нескольких 2D или 3D элементов, а также отношения (расстояние, угол и т.п.) между элементами.

Для осуществления измерения после вызова команды активируйте желаемый режим измерения и выберите измеряемые элементы. При необходимости также можно задать систему координат измерения. После выбора измеряемых элементов результаты отобразятся в окне параметров команды. При просмотре результатов доступны фильтр и метки, а также переключение единицы измерения. Результаты измерения можно сохранить в дереве модели, вывести в отчёт или использовать для задания переменных.

Режимы измерения

Доступно три режима измерения, переключение между которыми осуществляется при помощи следующих кнопок в верхней части окна параметров команды:

<1> Измерить параметр одного элемента

<2> Измерить отношение между двумя элементами

<3> Измерить несколько элементов

После входа в выбранный режим необходимо с помощью выбрать измеряемые элементы в 2D окне, 3D окне или дереве модели. При выборе можно пользоваться фильтрами типа элементов. Набор доступных фильтров зависит от активного на данный момент окна системы (2D или 3D). Требуемое для измерения количество элементов и конфигурация полей окна параметров, в которые заносятся выбранные элементы, зависит от режима измерения. Информация о выборе элементов в конкретном режиме измерения доступна в главах с описаниями режимов.
Если какие-либо элементы выбраны в момент запуска команды, то режим измерения по умолчанию выбирается автоматически в зависимости от количества выбранных элементов: 1, 2 или 3 и более.

Опции автоменю

В автоменю команды всегда доступны стандартные опции выхода из команды с сохранением изменений и с отменой изменений:

<Ctrl>+<Enter> Закончить ввод

<X> Выйти из команды

В зависимости от режима измерения и выбранного результата, могут быть также доступны следующие специфические опции:

<B> Режим измерения тел

<N> Создать 3D узел

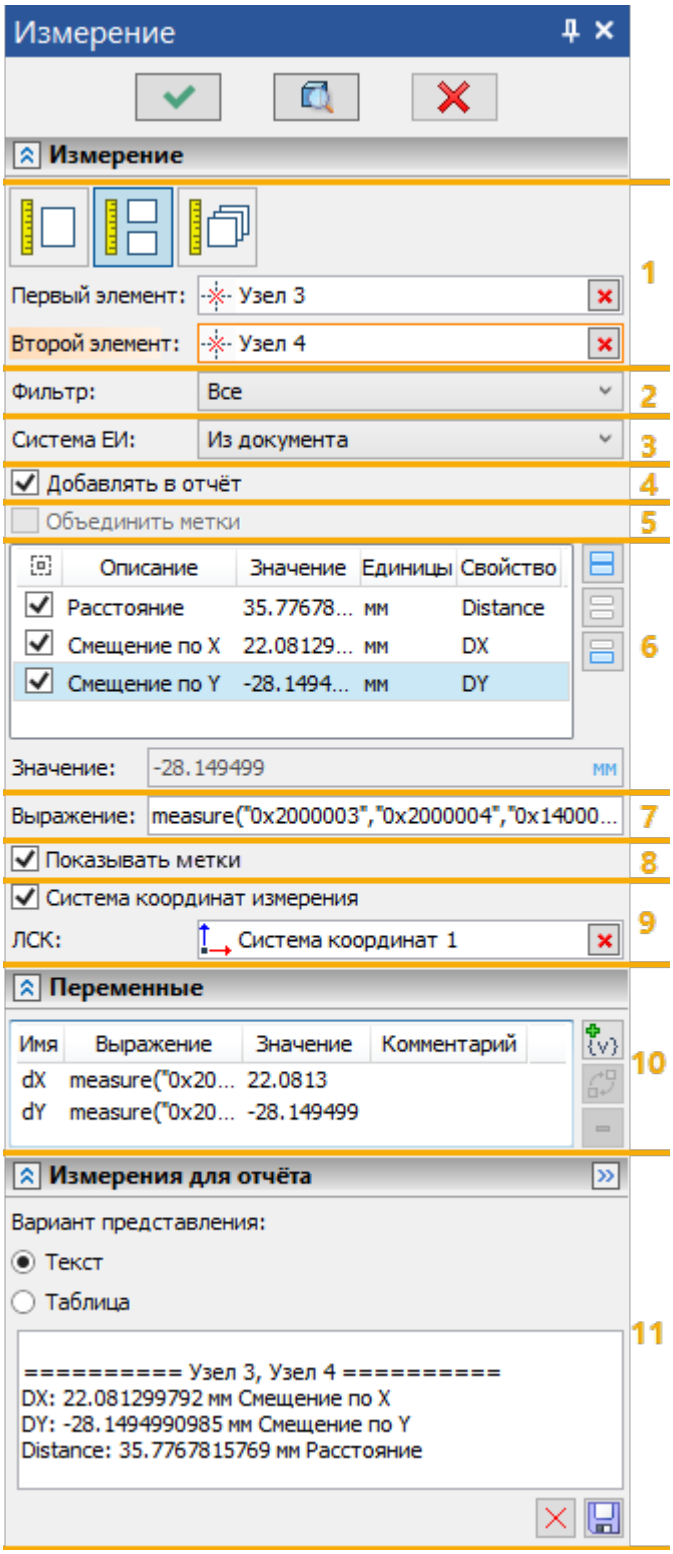
<S> Сохранить результат измерения

<P> Создать 3D путь по минимальному расстоянию

<M> Создать 3D путь по максимальному расстоянию

Параметры команды

В окне параметров команды **Измерить** доступны следующие элементы управления:



1 - Выбор режима измерения и измеряемых элементов

2 - Фильтрация результатов

3 - Выбор системы единиц измерения

4 - Вывод результатов в отчёт

5 - Объединение меток

6 - Список результатов измерения и значение результата, выбранного в списке

7 - Выражение выбранного результата

8 - Управление отображением меток

9 - Выбор системы координат

10 - Список создаваемых переменных

11 - Предварительное изображение содержимого отчёта и управление этим содержимым

Основные темы в этом разделе:

- Измерить параметры одного элемента
- Измерить отношение между двумя элементами
- Измерить несколько элементов
- Система координат измерения
- Единицы измерения
- Результаты измерения
- Сохранить результаты измерения в дереве модели

- Метки результатов измерения
- 3D узел по результатам измерения
- 3D путь по результатам измерения
- Отчёт по результатам измерения
- Выражение результата измерения и его использование в переменных
- Задание параметра элемента результатом измерения

Измерить параметры одного элемента

Режим измерения параметров одного элемента можно активировать с помощью следующей кнопки в верхней части окна параметров команды **Измерить**:

<1> Измерить параметр одного элемента

После входа в данный режим в окне параметров команды автоматически активируется поле **Элемент.** Пока это поле активно, нажатие на элементе практически любого типа в 2D или 3D окне, либо в дереве модели, выбирает этот элемент в качестве измеряемого. Если измеряемый элемент уже выбран, нажатие на другом элементе заменяет выбор. Название и иконка выбранного элемента отображаются в поле **Элемент**. При помощи кнопки **Очистить** в правой части поля можно сбросить выбор.

Если в момент вызова команды выбрано не более одного элемента, то этот режим будет активен по умолчанию.

Если в момент активации данного режима выбран один элемент, то этот элемент автоматически используется в качестве измеряемого.

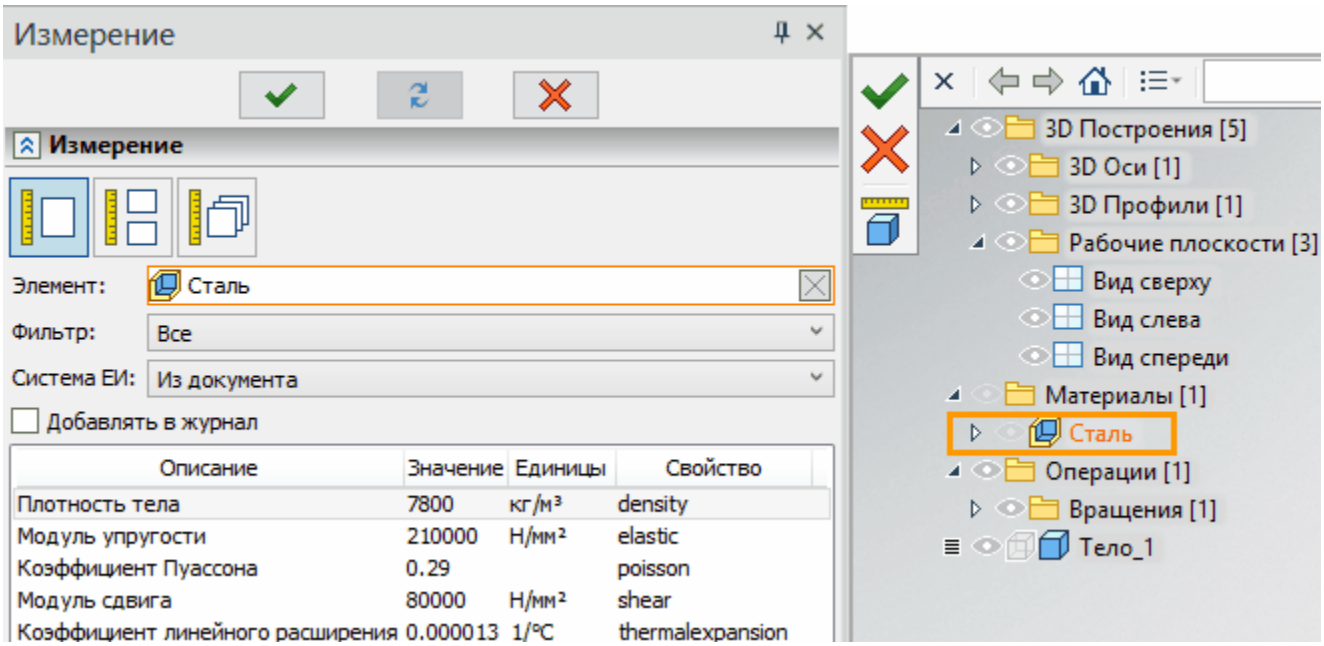
Если в момент активации данного режима выбрано более одного элемента, то первый выбранный элемент используется в качестве измеряемого, а выбор остальных сбрасывается.

Набор параметров, которые можно измерить, зависит от типа измеряемого элемента.

Сокращённая версия данного режима, измеряющая только массово-инерционные характеристики операций 3D моделирования, доступна в виде отдельной команды **Характеристики**.

Измерение свойств материала

Команда **Измерить** в режиме **Измерить параметр одного элемента** позволяет выбрать материал в дереве 3D модели для измерения его физических свойств.



По измеренным значениям физических свойств материалов можно создать переменные для использования в расчётах, что избавляет от необходимости вводить их вручную.

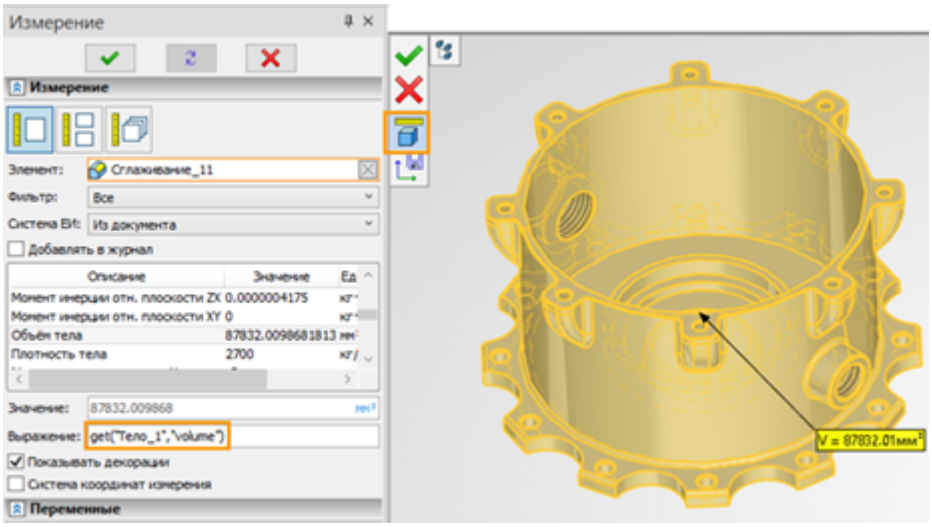
Режим измерения тел

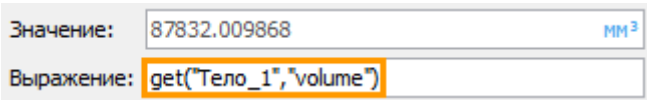
В режиме **Измерить параметр одного элемента** автоменю команды **Измерить** содержит следующую опцию:

<B> Режим измерения тел

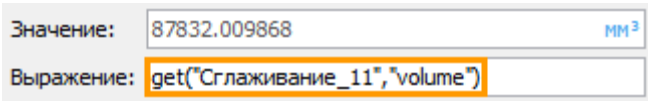
Режим измерения тел позволяет создать выражение измерения, в котором измеряемый объект - тело. В этом его отличие от выбора тел в обычном режиме при помощи фильтра типа элемента.

Если выбрать тело при помощи фильтра в обычном режиме, в выражение измерения будет записано не тело, а последняя операция этого тела в дереве модели. Ниже показана разница в выражении измерения при выборе одного и того же тела разными способами:



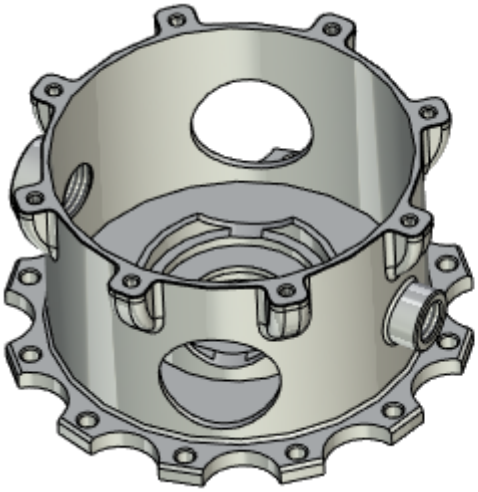


Режим измерения тел



Выбор тела при помощи фильтра

Оба способа измерения могут быть полезны. Например, если создать переменную, в которую записать выражение, полученное в режиме измерения тел, то при дальнейшем изменении дерева модели тела значение переменной будет соответствующим образом пересчитываться: добавив отверстие в корпус мы изменим объём тела и в переменной это будет учитываться. С другой стороны, если нам нужно знать объём некоторого тела без учёта дальнейших изменений его дерева модели, то нужно делать измерение в обычном режиме, выбрав тело при помощи фильтра: в этом случае измерение будет делаться только до операции, которая на момент измерения была последней, а все последующие изменения дерева модели тела учитываться не будут.



get("Сглаживание_11","volume")	87832.009868
get("Тело_1","volume")	84581.86093

См. также:

- Система координат измерения
- Единицы измерения
- Результаты измерения
- Метки результатов измерения
- Сохранить результаты измерения в дереве модели
- 3D узел по результатам измерения

- Отчёт по результатам измерения
- Выражение результата измерения и его использование в переменных

Измерить отношение между двумя элементами

Режим измерения отношений между двумя элементами можно активировать с помощью следующей кнопки в верхней части окна параметров команды **Измерить**:

<2> Измерить отношение между двумя элементами

После входа в данный режим в окне параметров команды автоматически активируется поле **Первый элемент.** Пока это поле активно, нажатие на элементе практически любого типа в 2D или 3D окне, либо в дереве модели, выбирает этот элемент в качестве первого измеряемого. После выбора первого элемента автоматически активируется поле **Второй элемент.** Выбор второго элемента осуществляется аналогично выбору первого. Названия и иконки выбранных элементов отображаются в вышеупомянутых полях. Для смены выбора активируйте желаемое поле, нажав на нём, а затем повторно выберите другой элемент. При помощи кнопки **Очистить** в правой части поля можно сбросить выбор.

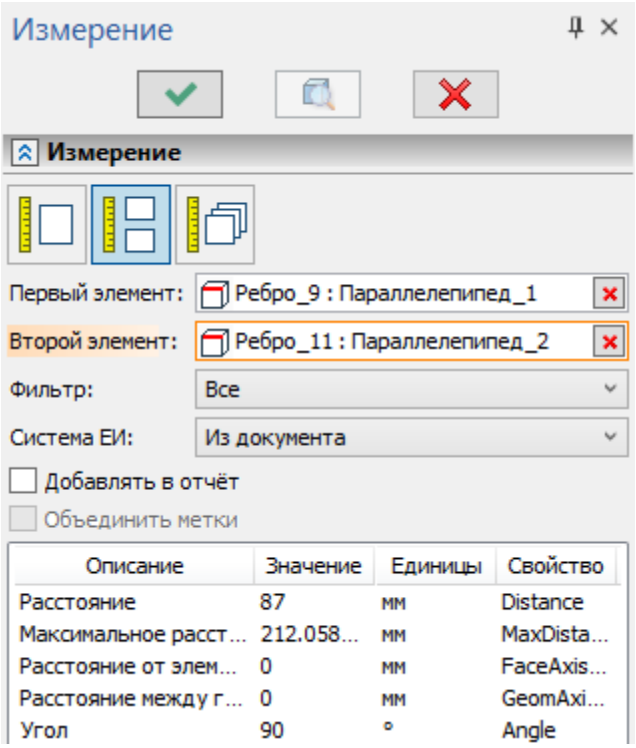
Если в момент вызова команды выбрано два элемента, то этот режим будет активен по умолчанию.

Если в момент активации данного режима выбран один элемент, он автоматически используется в качестве первого измеряемого.

Если в момент активации данного режима выбрано два элемента, они автоматически используется в качестве измеряемых.

Если в момент активации данного режима выбрано более двух элементов, то первые два выбранных элемента используется в качестве измеряемых, а выбор остальных сбрасывается.

Набор отношений, которые можно измерить зависит от типа измеряемых элементов.



Измерение угла между 3D элементами

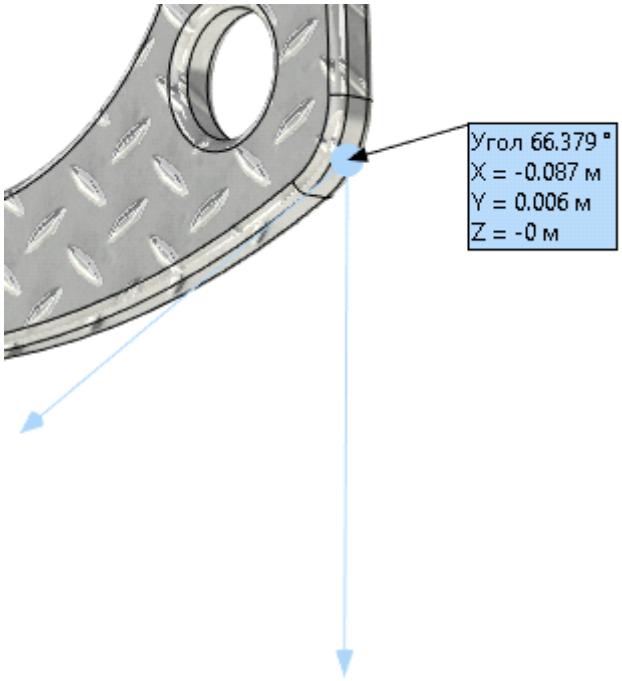
Отдельно рассмотрим принцип измерения угла между 3D элементами. Угол измеряется между векторами направления элементов. Ниже перечислены 3D элементы, у которых можно определить направление (и, соответственно, вычислить данное отношение). Также указано, что будет выбрано в качестве вектора направления для каждого элемента:

- 3D путь, ребро или разомкнутый 3D профиль, лежащие на прямой, – направление прямой;
- 3D путь, ребро или разомкнутый 3D профиль, лежащие на эллипсе (окружности), – вектор, направленный из центра эллипса (окружности) по нормали к плоскости эллипса (окружности);
- 3D путь или ребро любой кривизны – вектор вдоль касательной на точке пересечения путей/рёбер, либо вектор вдоль касательной из последней точки путей/рёбер, если пересечения нет;
- Плоский 3D профиль; рабочая плоскость; плоская грань; тело операции, состоящее из одной грани, лежащей на плоскости – нормаль к плоскости;
- Цилиндрическая рабочая поверхность; цилиндрическая грань; 3D профиль, лежащий на цилиндре; тело операции, состоящее из одной грани, лежащей на цилиндре – ось цилиндра;
- 3D профиль или грань, лежащие на конусе; тело операции, состоящее из одной грани, лежащей на конусе, – ось конуса;
- Тороидальная рабочая поверхность; 3D профиль или грань, лежащие на торе; тело операции, состоящее из одной грани, лежащей на торе – ось тора.

Векторы направления, перечисленные выше, также используются в качестве осей при измерении отношений, включающих оси элементов (расстояние между осями, расстояние между осью и геометрией элемента, расстояние от оси до элемента).

Возможно измерение угла между кривыми как угла между их касательными.

- Угол измеряется для двух кривых между касательными в первой точке пересечения кривых.
- Если нет пересечения - в точке пересечения касательной первой кривой и второй кривой.
- Если касательная не пересекает вторую кривую - в точке пересечения касательных.



См. также:

- Система координат измерения
- Единицы измерения
- Результаты измерения
- Метки результатов измерения
- Сохранить результаты измерения в дереве модели
- 3D узел по результатам измерения
- 3D путь по результатам измерения
- Отчёт по результатам измерения
- Выражение результата измерения и его использование в переменных

Измерить несколько элементов

Режим измерения нескольких элементов можно активировать с помощью следующей кнопки в верхней части окна параметров команды **Измерить**:

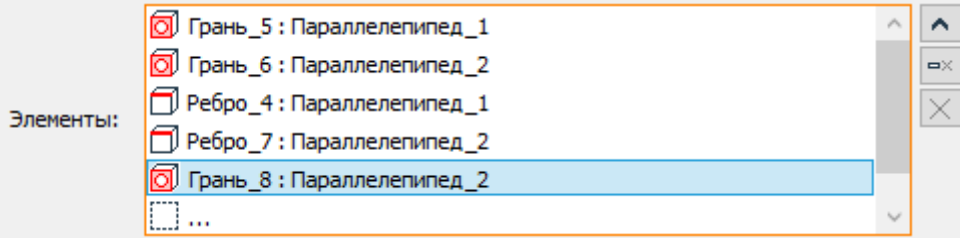
<3> Измерить несколько элементов

После входа в данный режим в окне параметров команды автоматически активируется поле **Элементы,** содержащее список измеряемых элементов. Пока это поле активно, нажатие на элементе практически любого типа в 2D или 3D окне, либо в дереве модели, добавляет этот элемент в список. Для выбора элемента в списке нажмите на его строке; строка подсветится. С помощью кнопок, расположенных справа от списка можно **Развернуть**, **Свернуть**, **Очистить** список а также **Удалить элемент из списка**.

Если в момент вызова команды выбрано более двух элементов, то этот режим будет активен по умолчанию.

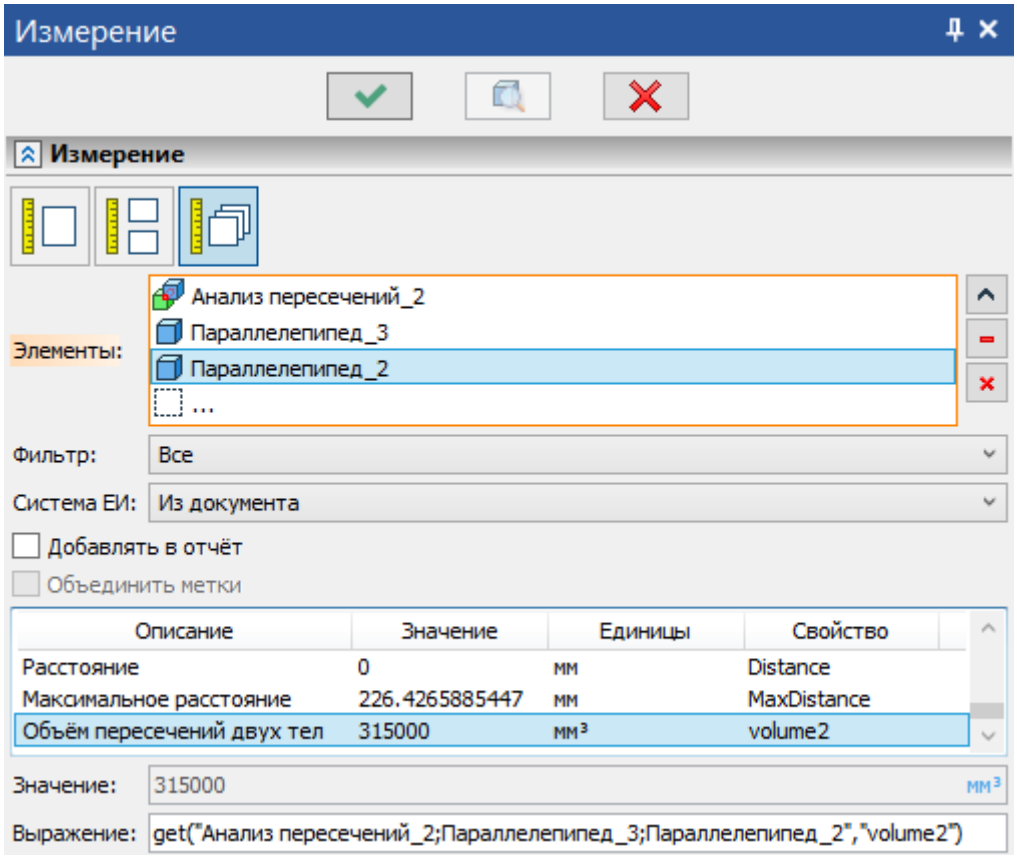
Элементы, выбранные на момент активации данного режима, автоматически добавляются в список измеряемых.

Набор параметров и отношений, которые можно измерить, зависит от типа измеряемых элементов.



Измерение объёма пересечения

Если с помощью команды [Пересечение тел] создан результат анализа пересечений нескольких тел, то можно измерить объём пересечения между двумя из этих тел. Для этого в команде **Измерить** в режиме **Измерить несколько элементов** необходимо выбрать сначала результат пересечения, а потом два нужных тела.



См. также:

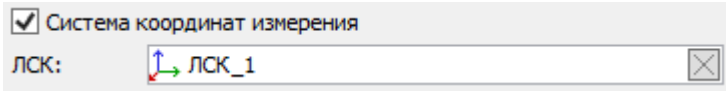
- [Система координат измерения]
- [Единицы измерения]
- [Результаты измерения]
- [Метки результатов измерения]
- [Сохранить результаты измерения в дереве модели]
- [3D узел по результатам измерения]
- [Отчёт по результатам измерения]
- [Выражение результата измерения и его использование в переменных]
- [Задание параметра элемента результатом измерения]

Система координат измерения

Система координат, используемая по умолчанию командой **Измерить**, определяется следующим образом:

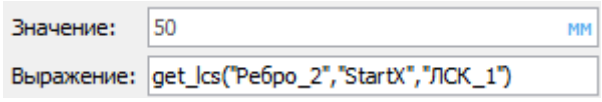
- измерение в 3D сцене производится относительно глобальной системы координат документа;
- измерение элементов чертежа, принадлежащих одному чертёжному виду/проекции, производится относительно системы координат этого вида/проекции;
- измерение элементов чертежа, не принадлежащих никаким чертёжным видам/проекциям, производится относительно системы координат страницы;
- измерение отношений между элементами, принадлежащими разным чертёжным видам/проекциям, производится в общей системе путём совмещения систем координат этих видов/проекций, в результате чего измеренное расстояние между элементами отличается от фактического расстояния на листе чертежа; если один элемент не принадлежит никакому виду/проекции, а другой - принадлежит, то система координат вида/проекции совмещается с системой координат страницы.

Часто необходимо получить характеристики элемента относительно заданной системы координат. Например, при измерении момента инерции вокруг заданных осей. В этом случае нужно установить флаг **Система координат измерения** в нижней части вкладки **Измерение** окна параметров команды. В результате под флагом появится и активируется поле выбора **ЛСК**, после чего можно с помощью выбрать желаемую ЛСК на чертеже или 3D сцене. При измерении на чертеже, если измеряемый элемент принадлежит какому-либо чертёжному виду/проекции, а выбранная СК - нет, измерение производится в выбранной СК после совмещения СК вида/проекции с СК страницы.



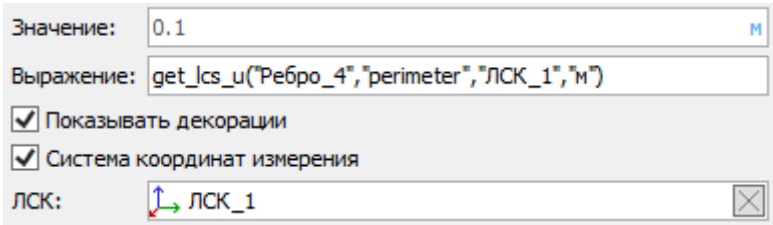
Для смены выбора активируйте поле **ЛСК**, нажав на нём , а затем повторно выберите другую систему координат. При помощи кнопки **Очистить** в правой части поля можно сбросить выбор и вернуться к измерению в системе координат, используемой по умолчанию.

Если задана ЛСК, то синтаксис функции в поле **Выражение** будет изменён: вместо **get()** будет **get_lcs()**, а в выражении будет указана заданная ЛСК.

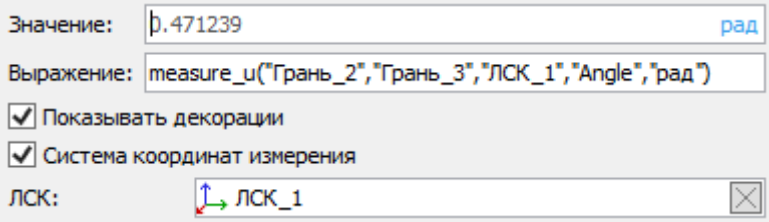


Для функций **distance()** и **measure()** суффикс «**_lcs**» не добавляется.

Если заданы одновременно ЛСК и ЕИ, то имя функции будет изменено в соответствии с добавлением ЛСК и ЕИ: **get_lcs_u()**. При этом в выражении через запятую, последовательно, будет указаны выбранная ЛСК и ЕИ.



В случае использования **measure()** ЛСК указывается в выражении до имени измеряемого свойства, а ЕИ – после, при этом суффикс «**_lcs**», как уже было указано, не добавляется.

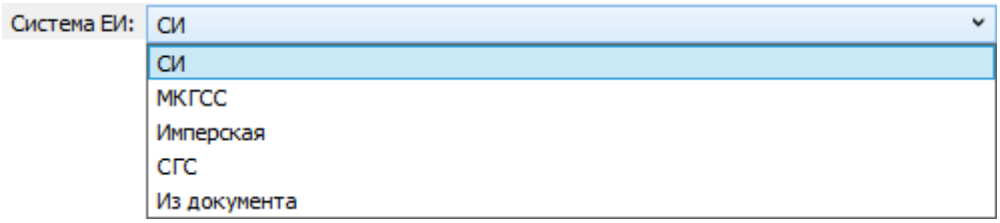


См. также:

- Выражение результата измерения и его использование в переменных
- Специальные функции

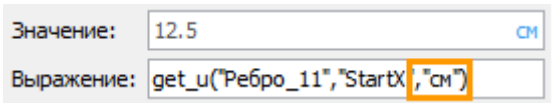
Единицы измерения

В разделе **Измерение** окна параметров команды Измерить доступен выпадающий список **Система ЕИ**, в котором можно выбрать одну из следующих систем единиц измерения:



- **Из документа**
  Данная опция выбрана по умолчанию. При этом используются ЕИ, установленные в параметрах документа (**Параметры документа** > **Документ** > **3D** > **Единицы**).
- **СИ**
  Международная метрическая СИ.
- **МКГСС**
  Метр, килограмм-сила, секунда.
- **Имперская**
  Английская СИ: фут, фунт.
- **СГС**
  Сантиметр, грамм, секунда.

Выбранная система будет применена для всех измеряемых свойств.
После выбора конкретного свойства в списке результатов, можно отдельно сменить его ЕИ в поле **Значение** под списком.
Если единицы измерения конкретного свойства или система ЕИ всех свойств выбраны вручную, то в поле **Выражение** ниже также указываются используемые единицы измерения.



При этом синтаксис записи выражения изменится: вместо функции **get()** будет функция **get_u()**. Аналогично и для других функций: **distance()** и **distance_u()**, **measure()** и **measure_u()**.
Если одновременно нужно указать ЛСК и сменить ЕИ, то сначала нужно задать ЛСК, а потом сменить ЕИ. В этом случае функция примет вид **get_lcs_u()**. Для функций **distance()** и **measure()** суффикс «**_lcs**» не добавляется.

> После выбора другого свойства в списке результатов, выбор ЕИ, сделанный в поле **Значение**, сбросится.

См. также:

- Результаты измерения
- Выражение результата измерения и его использование в переменных
- Специальные функции

Результаты измерения

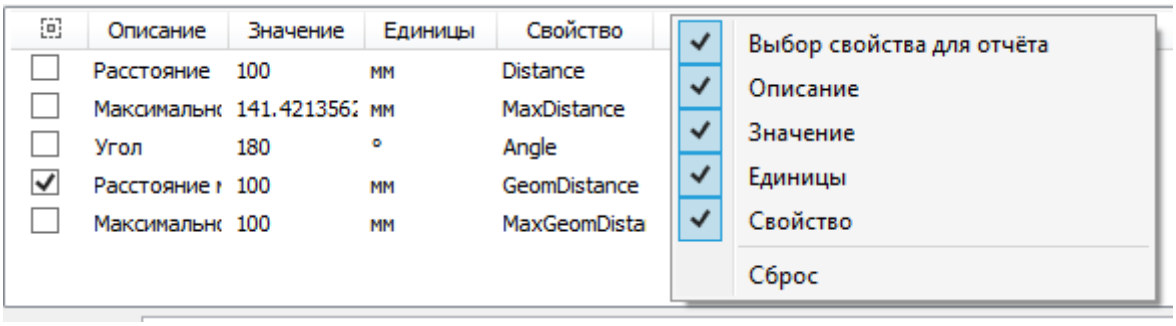
После выбора измеряемых элементов, в разделе **Измерение** окна параметров команды **Измерить** в табличном виде отображается список результатов измерения. Каждая строка списка соответствует тому или иному свойству измеряемых элементов или отношению между ними. Список содержит следующие колонки:

- **Выбор свойства для отчёта** (доступно только при включенной опции **Добавить в отчёт**)
  В отчёт попадают только те свойства, у которых установлен флаг в данной колонке.
- **Описание**
  Краткая поясняющая информация об измеренном параметре.
- **Значение**.
  Значение параметра.
- **Единицы**
  Единица измерения значения в соответствии с выбранной системой единиц.
- **Свойство**
  Системное название параметра.

Результаты можно выбирать в списке нажатием . Строка выбранного результата подсветится. Для множественного выбора используйте <**Ctrl**>+ и <**Shift**>+ .
Под списком располагаются поля, отображающие следующие данные результата, выбранного в списке:

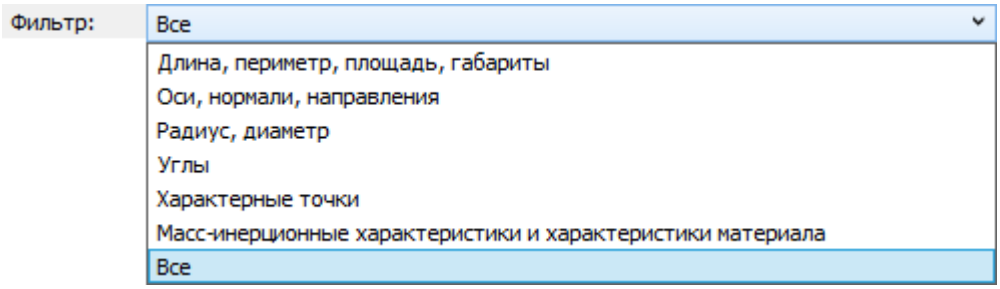
- **Значение**
  Значение измеренного параметра. По умолчанию содержимое данного поля соответствует содержимому одноимённой колонки списка. Однако, в отличие от последней, здесь можно сменить единицу измерения индивидуально для отдельного параметра.
- **Выражение**
  Выражение, используемое для создания переменной по выбранному результату.

Порядок колонок списка можно менять, перетягивая колонку с зажатой . Набор колонок списка можно настроить в контекстном меню, вызываемом нажатием на заголовке любой из колонок. В списке отображаются те колонки, для которых установлен флаг в контекстном меню. Для установки или снятия флага нажмите на соответствующей строке меню. В нижней части меню также доступен пункт **Сброс**. Он возвращает порядок и номенклатуру отображаемых колонок к исходному варианту.



Фильтрация результатов измерения

По умолчанию в списке результатов отображаются все доступные для измерения свойства измеряемых элементов и отношения между ними. При необходимости можно отфильтровать результаты по типу параметра с помощью выпадающего списка **Фильтр,** расположенного выше.



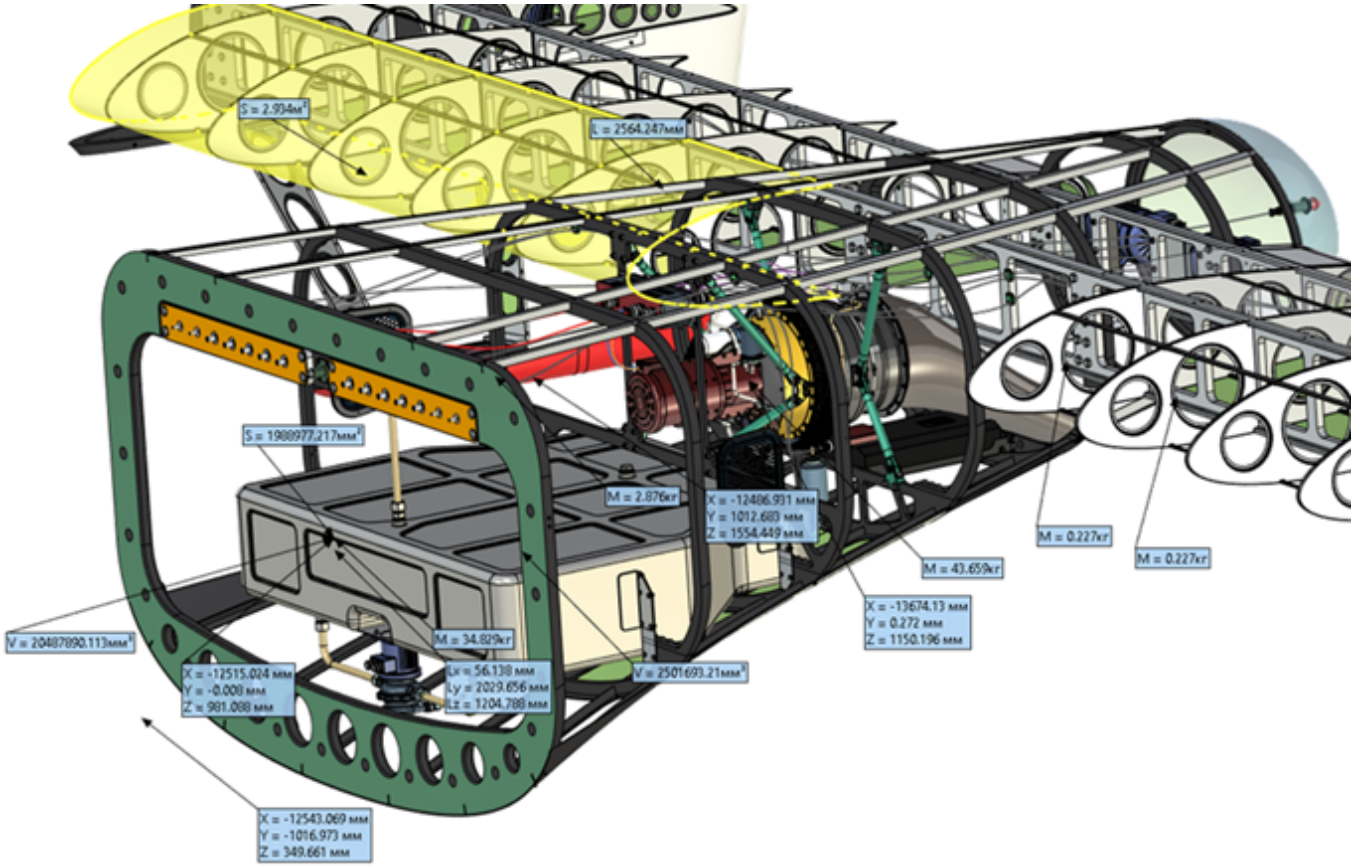
Если фильтр содержит только недоступные для выбранных элементов параметры, список результатов измерения будет пустым.

См. также:

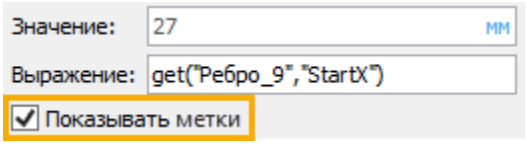
- Метки результатов измерения
- Сохранить результаты измерения в дереве модели
- 3D узел по результатам измерения
- Отчёт по результатам измерения
- Выражение результатов измерения и его использование в переменных

Метки результатов измерения

Метки - это специальные выноски в 3D сцене, содержащие краткую информацию о параметрах измеряемых элементов. Для некоторых измерений метки содержат поясняющие графические элементы.



Для отображения меток необходимо установить флаг **Показывать метки** в нижней части раздела **Измерение** окна параметров команды Измерить.

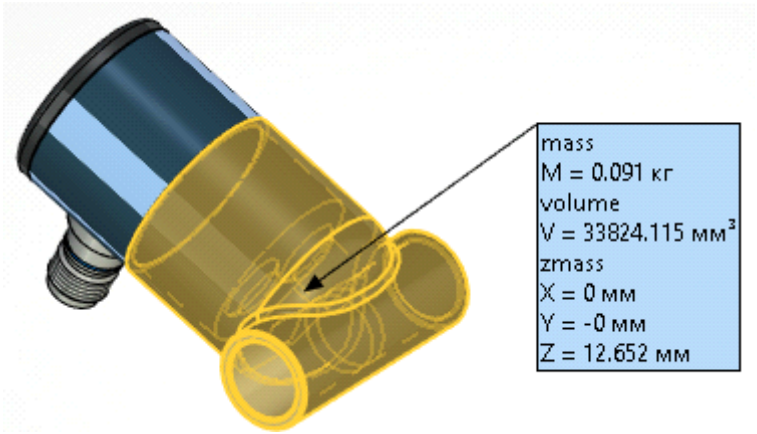


При установленном флаге в 3D сцене будут отображаться метки для параметров, выбранных в списке результатов измерения. Для некоторых параметров метки недоступны. В 2D окне метки не отображаются.

При выборе в списке результатов отношений между элементами, помимо выбранных отношений, в отдельных метках дополнительно отображаются параметры каждого измеряемого элемента, на основе которых рассчитаны эти отношения.

Объединять метки

По умолчанию, если выбрать метки нескольких параметров в списке результатов измерения при помощи <**Ctrl**> + или <**Shift**> + , для каждого параметра будет показана отдельная метка. Если установить флаг **Объединить метки**, расположенный над списком результатов измерения, то все выбранные параметры будут отображаться в одной метке.



См. также:

- Результаты измерения
- Сохранить результаты измерения в дереве модели

Сохранить результаты измерения в дереве модели

Команда **Измерить** позволяет сохранить результаты измерения в дереве модели. Для этого выберите в списке результатов интересующие вас параметры и активируйте следующую опцию автоменю:

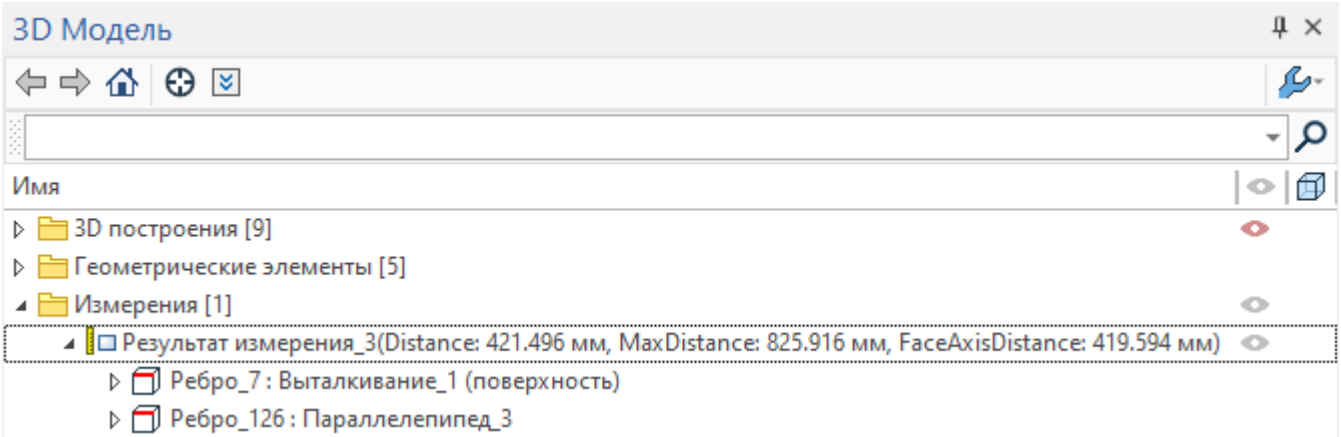
<S> Сохранить результат измерения

Можно сохранить только результаты измерения только тех параметров, для которых доступно отображение меток. Если флаг **Показывать метки** снят в момент сохранения, то метки будут созданы автоматически.

Затем завершите работу команды с сохранением изменений с помощью следующей опции:

<Ctrl>+<Enter> Закончить ввод

Объект типа **Результат измерения** появится в дереве модели:



В скобках после имени данного объекта указываются системные названия и значения параметров, выбранных в списке результатов в момент сохранения, а отображение меток этих параметров сохраняется после выхода из команды. Для скрытия таких меток скройте результат измерения в дереве. Внутри данного объекта также отображаются ссылки на измеряемые объекты.

За один сеанс работы команды создаётся один объект типа **Результат измерения**, при этом такой объект может быть основан на нескольких измеренных параметрах.

См. также:

- Результаты измерения
- Метки результатов измерения

3D узел по результатам измерения

С помощью команды **Измерить** можно создать 3D узел по результатам измерения для следующих свойств измеряемых элементов:

- **StartX**, **StartY**, **StartZ**, **EndX**, **EndY**, **EndZ**
  Создается 3D узел на пути, в начале или конце пути соответственно;
- **LocationX**, **LocationY**, **LocationZ**
  Создается 3D узел на поверхности в начальной точке поверхности;
- **Xmass**, **Ymass**, **Zmass**
  Создается 3D узел в центре масс;
- **Distance**
  Создаётся 3D узел на первой точке отрезка, представляющего собой минимальное расстояние между выбранными элементами (первая точка отрезка принадлежит первому выбранному элементу).

Если в списке результатов измерения выбрано одно из перечисленных выше свойств, в автоменю доступна опция создания узла:

<N> Создать 3D узел

Узел создаётся мгновенно в момент активации опции.

См. также:

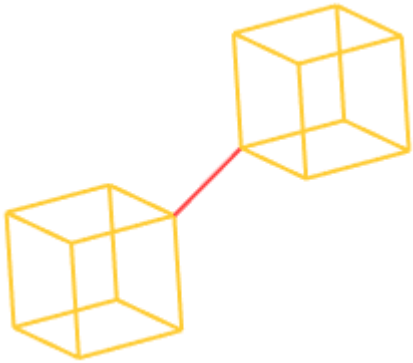
- Результаты измерения
- 3D путь по результатам измерения

3D путь по результатам измерения

В режиме **Измерить отношение между двумя элементами** в автоменю команды **Измерить** доступны следующие опции:

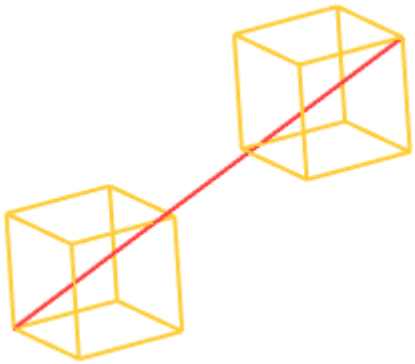
<P> Создать 3D путь по минимальному расстоянию

Создаёт 3D прямую, соединяющую две ближайшие друг к другу точки измеряемых элементов.



<M> Создать 3D путь по максимальному расстоянию

Создаёт 3D прямую, соединяющую две наиболее удалённые друг от друга точки измеряемых элементов.



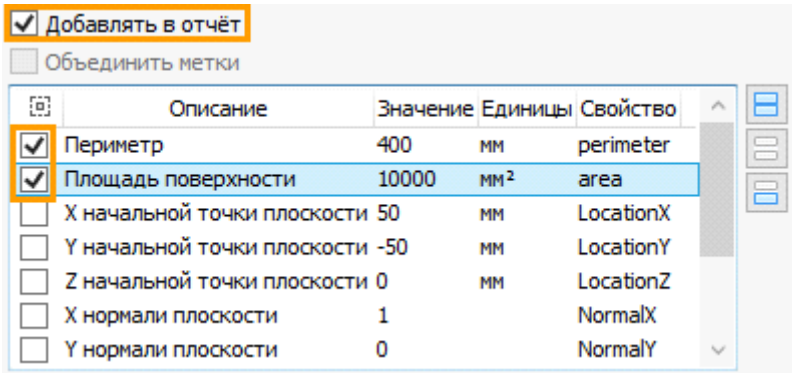
Прямые создаются мгновенно в момент активации их опций.

См. также:

- 3D узел по результатам измерения

Отчёт по результатам измерения

Все результаты измерения можно вынести в отчёт. Для этого необходимо активировать опцию **Добавить в отчёт** и выбрать в списке результатов измерения те параметры, которые должны попасть в отчёт. При активации опции в нижней части окна параметров команды появится новая вкладка **Измерения для отчёта**, позволяющая выбрать вариант представления и скопировать или сохранить отчёт.
Измеренные параметры, добавляются в отчёт, при установке их флагов в специальной колонке **Выбор свойства для отчёта**.



Установленные флаги действуют на все последующие измерения, выполненные в одном сеансе вызова команды **Измерение**. Кроме того, команда «запоминает» наборы результатов, указанные для разного типа измеряемых элементов и при повторном измерении элементов такого же типа нужные результаты автоматически попадают в отчёт, что удобно, когда нужно произвести замер для нескольких групп однотипных элементов и проанализировать их по однотипным параметрам.

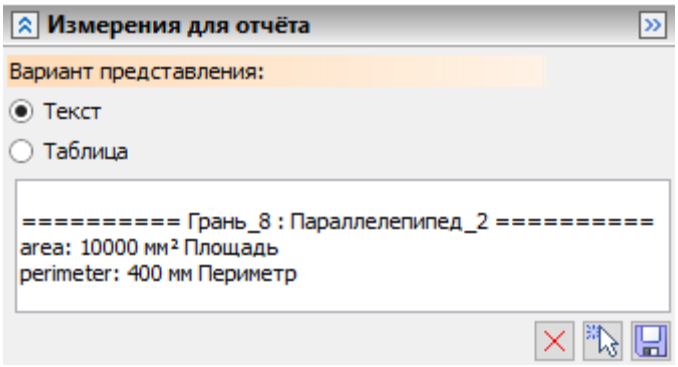
Измерения для отчёта

Содержимое отчета отображается в нижней части окна параметров команды на вкладке **Измерения для отчёта.**

Отчёт имеет два варианта представления:

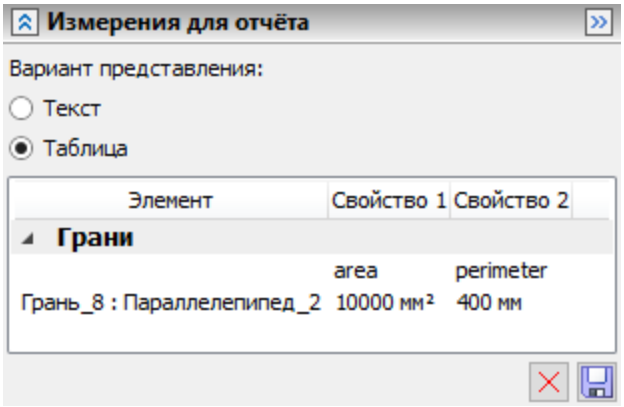
- **Текст**

  Выводит результаты измерения построчно с прокруткой по вертикали.



- **Таблица**

  Выводит результаты измерения по столбцам с прокруткой по горизонтали и автоматической группировкой по способу измерения.



В нижней части вкладки доступны следующие кнопки:

Очистить

Удаляет всё содержимое отчета.

Выбрать всё (доступно только для текстового представления)
Выбирает всё содержимое отчёта. Также можно выбрать желаемую часть содержимого с помощью аналогично выбору содержимого любого другого текста. Выбранное содержимое можно скопировать в буфер обмена, нажав **<Ctrl>+<C>**.

Сохранить
Сохраняет всё содержимое отчёта в .txt-файл. Для указания пути к файлу и его имени появится стандартное окно выбора файлов используемой операционной системы.

См. также:

- Результаты измерения

Выражение результата измерения и его использование в переменных

Выражение измерения

На вкладке **Измерение** окна параметров команды **Измерить** под списком результатов измерения доступно поле **Выражение.** В нём отображается выражение результата, выбранного в списке результата измерения, согласно синтаксису редактора переменных. Выражение может быть записано в переменную и автоматически пересчитываться при изменении исходных объектов измерения. Для записи выражения в переменную нужно воспользоваться вкладкой **Переменные** (см. ниже).

В выражениях результатов измерения используются следующие функции:

- **Измерить параметр одного элемента**: get(), get_u(), get_lcs(), get_lcs_u(), getv(), tgetv();
- **Измерить отношение между двумя элементами**: distance(), distance_u(), measure(), measure_u();
- **Измерить несколько элементов**: get(), get_u(), get_lcs(), get_lcs_u().

Подробная информация о данных функциях доступна в разделах get(), getv(), tgetv(), distance() и measure().

Переменные

Выражение каждого результата измерения можно записать в переменную. Список переменных, созданных для записи выражений измерения, отображается на вкладке **Переменные** окна параметров команды **Измерить**. Отображаются как переменные созданные в текущем сеансе работы команды, так и созданные ранее на основе измеренных в текущем сеансе свойств. Созданные переменные будут автоматически изменять своё значение при изменении измеряемых свойств.

Справа от списка переменных доступны следующие кнопки:

Добавить переменную
Добавляет переменную для записи выражения выбранного результата измерения (см. ниже).

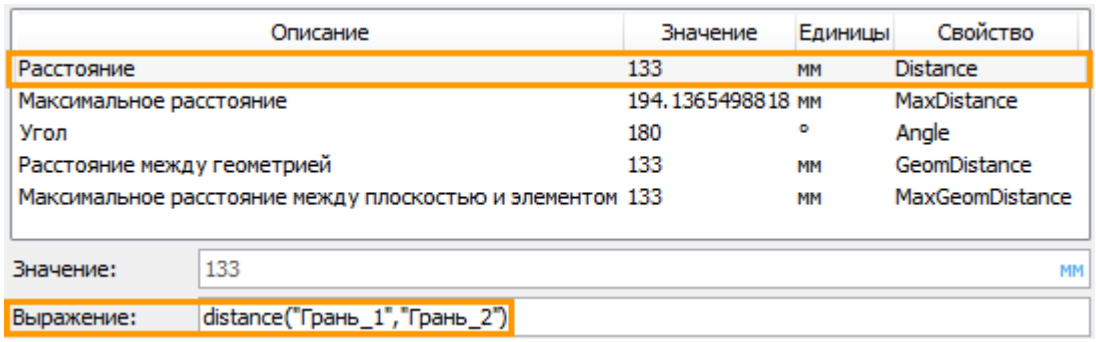
Заменить выражение
Заменяет выражение переменной, выбранной в списке переменных, выражением свойства, выбранного в списке результатов измерения (см. ниже).

 Удалить элемент из списка
Удаляет выбранную в списке переменную. Удалить можно только переменные, добавленные в текущем сеансе работы команды **Измерить**. Переменные, созданные ранее, можно удалить только в редакторе переменных.

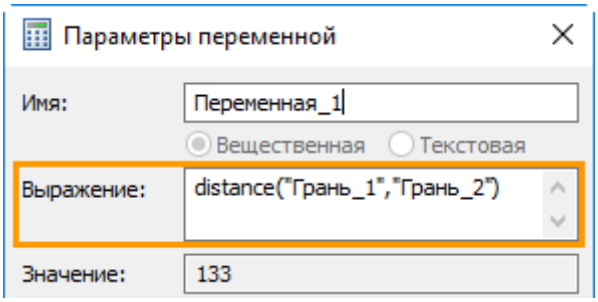
Добавить переменную

Для создания переменной нужно выполнить следующий порядок действий:

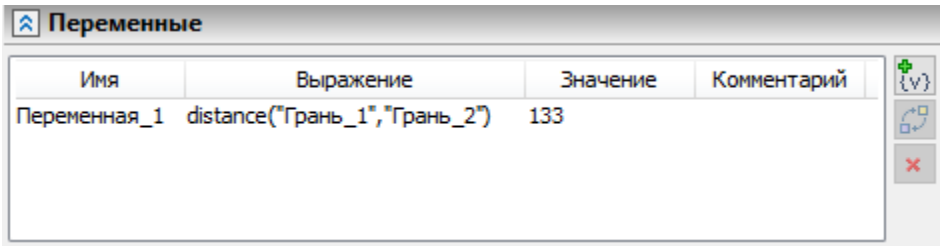
- Выбрать нужный параметр в списке результатов измерения.



- На вкладке **Переменные** нажать кнопку **Добавить переменную** .
- В появившемся диалоге **Параметры переменной** поле **Выражение** уже будет заполнено на основе поля **Выражение** в диалоге команды **Измерить**. Необходимо ввести имя переменной, при необходимости указать другие параметры (работа с диалогом описана в разделе Создание переменной в редакторе переменных).



- Подтвердить добавление переменной нажатием кнопки **OK**. После этого в окне параметров команды **Измерить**, в разделе **Переменные**, появится добавленная переменная. Создание переменной происходит только в момент завершения команды **Измерить** с сохранением изменений (или <**Ctrl**>+<**Enter**>). Если завершить команду с отменой изменений (, <**X**>, <**Esc**> или), переменная создана не будет. Не обязательно завершать работу команды сразу после добавления переменной. Можно продолжить работу в команде, в том числе добавить другие переменные, при этом все действия, выполненные в текущем сеансе, будут приняты или отменены в зависимости от способа выхода из команды.

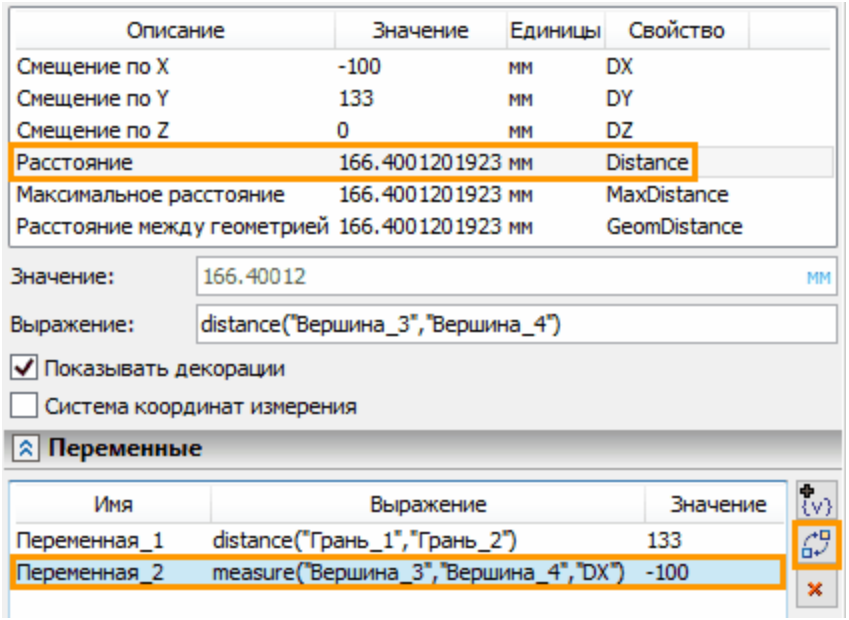


Заменить выражение

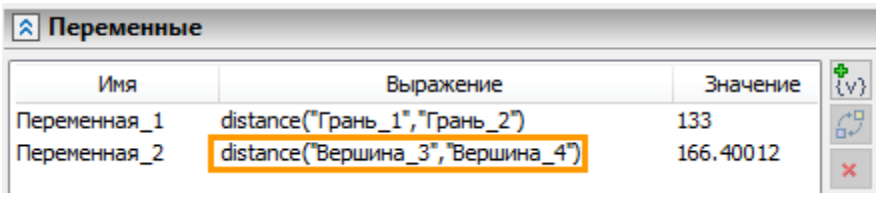
Для замены выражения переменной необходимо выполнить следующие действия.

- Выбрать в списке результатов измерения свойство, на выражение которого нужно изменить выражение в уже добавленной переменной.

- Выбрать в списке переменных переменную, выражение которой нужно заменить. Можно заменить выражение как для переменных, добавленных в текущем сеансе работы команды **Измерить**, так и для переменных, созданных ранее.



- Нажать кнопку **Заменить выражение**. В списке переменных, у выбранной переменной будет изменено выражение. Замена применяется только в момент завершения команды **Измерить** с сохранением изменений (или <**Ctrl**>+<**Enter**>). Если команда была завершена с отменой изменений (, <**X**>, <**Esc**> или), замена выражения применена не будет. Не обязательно завершать работу команды сразу после выполнения замены выражения. Можно продолжить работу в команде, при этом все действия, выполненные в текущем сеансе, будут приняты или отменены в зависимости от способа выхода из команды.



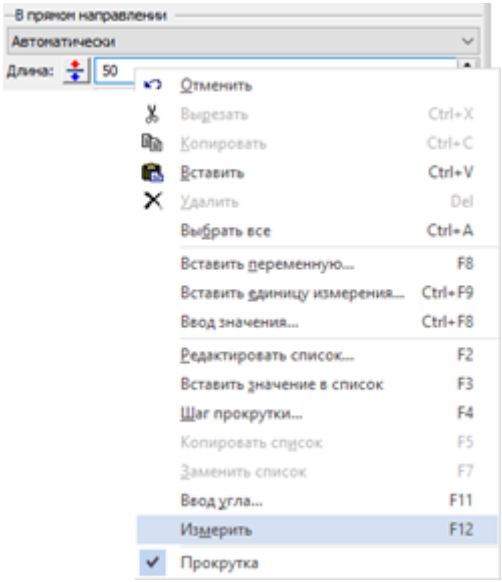
См. также:

- Система координат измерения
- Единицы измерения
- Результаты измерения
- Задание параметра элемента результатом измерения
- Специальные функции

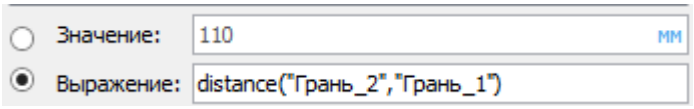
Задание параметра элемента результатом измерения

При задании количественных параметров любого элемента T-FLEX CAD (линии построения или изображения, 3D узла или операции, и т.п.) может понадобиться связать один из параметров с какой-либо геометрической характеристикой данной модели. Это, например, может быть расстояние между двумя другими элементами модели, или длина (угол, периметр, площадь и т.п.) другого элемента.

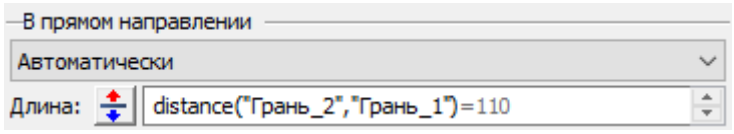
Для задания такой связи достаточно при работе с окном параметров или диалогом параметров элемента активировать поле ввода соответствующего параметра, и нажать **<F12>**; или вызвать контекстное меню поля ввода параметра с помощью и выбрать в нём пункт **Измерить**.



Окно или диалог параметров редактируемого элемента временно исчезает и запускается команда **Измерить**. Далее необходимо выбрать режим измерения, потом выбрать измеряемый элемент (или элементы) и желаемое свойство или отношение. С помощью переключателя выбрать вариант передачи данных измерения: **Значение** или **Выражение**.



Далее следует завершить работу с командой **Измерить** с помощью или **<Ctrl>+<Enter>**. После этого на экране вновь появится исходное окно, из которого была вызвана команда **Измерить**. В поле ввода параметра уже будет подставлено значение или выражение результата измерения.



См. также:

- Контекстные меню полей ввода
- Выражение результата измерения и его использование в переменных
- Специальные функции

Характеристики

Вызов команды:

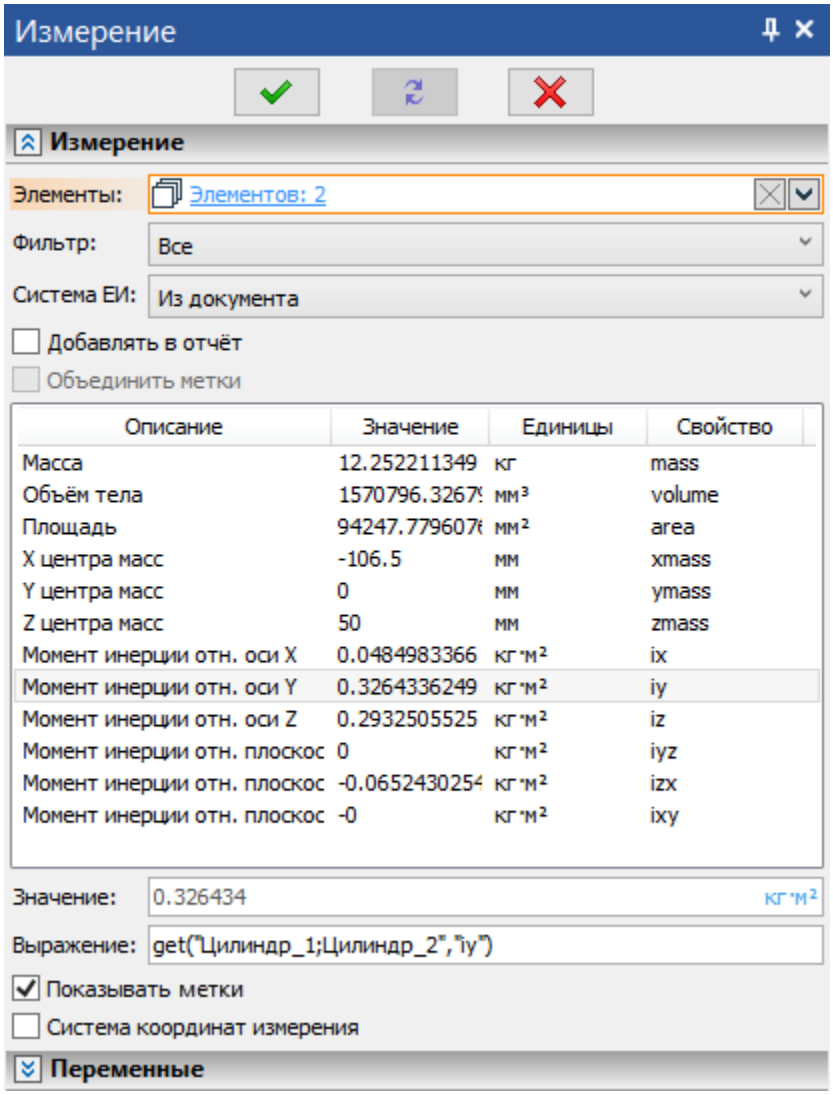
Пиктограмма	Лента
	Измерение > Измерить > Характеристики Коммуникации > Дополнительно > Характеристики
Клавиатура	Текстовое меню
<3MP>	Сервис > Анализ геометрии > Характеристики

Данная команда позволяет произвести расчёт **исключительно масс-инерционных характеристик** выбранных операций в отличие от команды Измерить, где доступен полный расчёт.
После входа в команду по умолчанию активен фильтр выбора операций в Панели фильтров:

Фильтр позволяет выбрать операцию, характеристики которой требуется рассчитать.
Чтобы рассчитать характеристики всех присутствующих в сцене операций нужно воспользоваться опцией:

<A> Измерить все тела

После выбора операций результаты измерений появятся в поле **Измерения**:



В остальном работа с командой **Характеристики** аналогична работе с командой Измерить.

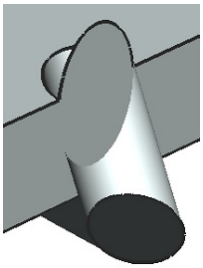
Проверка модели

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Измерение > Анализ геометрии > Проверка модели Анализ > Дополнительно > Проверка модели Поверхности > Дополнительно > Проверка модели Сварка > Дополнительно > Проверка модели Примитивы > Дополнительно > Проверка модели
Клавиатура	Текстовое меню
<QM>	Сервис > Анализ геометрии > Проверка модели

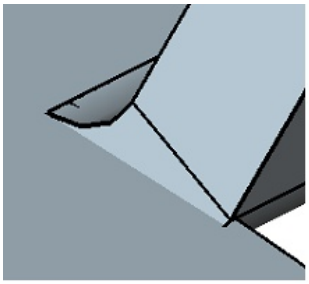
Данная команда предназначена для проведения диагностики выбранного тела на предмет выявления ошибок в его геометрии. Ошибки могут стать препятствием для осуществления дальнейших действий надо моделью. Ошибки в геометрии могут возникнуть, например, вследствие некачественного импорта 3D модели из других программ. Но иногда ошибки могут появиться и при создании 3D

модели в T-FLEX, так как при создании 3D операции автоматически производится только локальная проверка модели. Полная же проверка, в зависимости от сложности модели, может занимать определённое время.
Примеры некоторых типичных ошибок приведены ниже.



несогласованность циклов

самопересечение



не выполняется соответствие граней

После входа в команду появляется возможность выбрать элементы, которые необходимо проверить. Это могут быть рёбра, грани, или операции целиком (при этом одновременно будут проверяться все рёбра и грани, принадлежащие этой операции). Для выбора необходимо использовать опции:

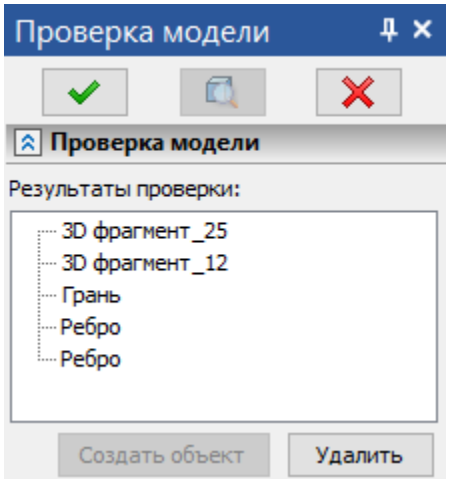
<E> Выбрать ребро

<F> Выбрать грань

<B> Выбрать операцию

Чтобы выбрать все операции сразу можно использовать опцию:

<A> Выбрать все операции



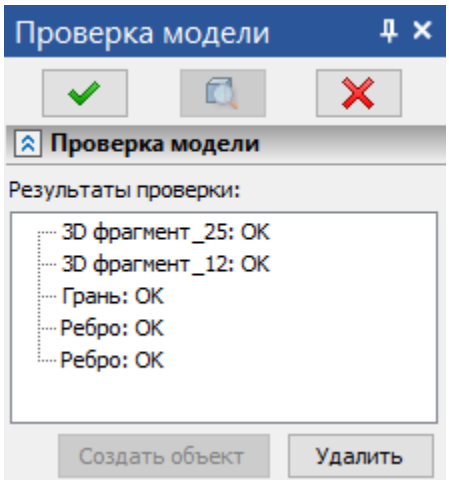
После выбора элемента он попадает в список **Результаты проверки**. В этом списке рядом с типом элемента пишется, был ли элемент проверен, а если был, то каковы результаты проверки. Чтобы отменить выбор одного из элементов необходимо еще раз кликнуть по нему в 3D окне. Чтобы отменить выбор всех элементов необходимо использовать опцию:

<R> Отменить выбор всех объектов

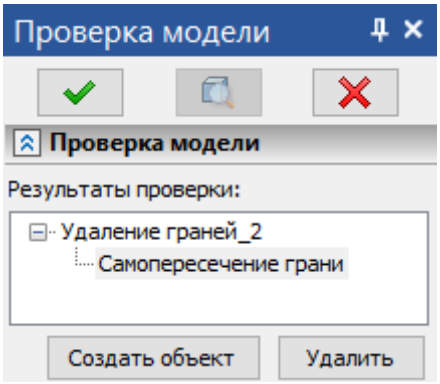
Чтобы провести проверку выбранных элементов нужно использовать опцию:

<Enter> Завершить ввод

После выбора этой опции программа проведёт проверку выбранных элементов и выведет результаты в окне **Результаты проверки**. Если ошибок не обнаружено, рядом с элементом будет стоять **OK**.



Если же выявлена ошибка, рядом с именем элемента появится список обнаруженных ошибок.



Если кликнуть на конкретной ошибке, то в 3D окне ошибочная часть модели будет помечена красным цветом.
При клике на ошибку также становится доступной кнопка **Создать объект**, которая создает топологическую ссылку (папка **Геометрические элементы** в дереве модели) на проблемные элементы для упрощения их удаления и последующего исправления модели.

Топологическая ссылка создается после выхода из команды.

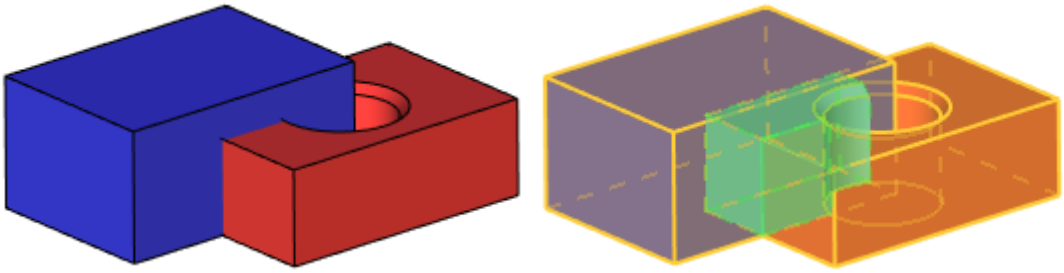
Выбрать новые элементы для проверки можно сразу же, не выходя из команды.

Пересечение тел

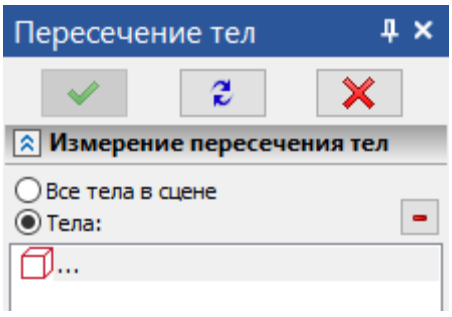
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Измерение > Анализ геометрии > Пересечение тел Сборка (3D) > Дополнительно > Пересечение тел Анализ > Дополнительно > Пересечение тел Коммуникации > Дополнительно > Пересечение тел
Клавиатура	Текстовое меню
<QI>	Сервис > Анализ геометрии > Пересечение тел

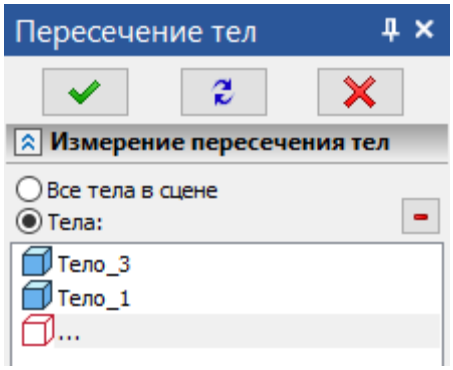
Данная команда позволяет проверить модель на предмет пересечения и касания между собой выбранных тел. Команда особенно полезна при работе со сборками.



В команде есть два режима проверки: проверка пересечения всех тел в сцене и проверка пересечения выбранных тел. Выбор режима осуществляется в окне параметров.



После входа в команду в окне параметров установлен параметр **Тела**, который позволяет непосредственно указать тела, пересечение которых между собой необходимо проверить. Это необходимо, если в сцене много тел и они имеют сложную геометрию, чтобы проверка на пересечение всех тел в сцене не заняла длительное время.
После выбора конкретного тела оно будет добавлено в список проверки, а в поле **Пересечения** автоматически будут показаны результаты проверки.

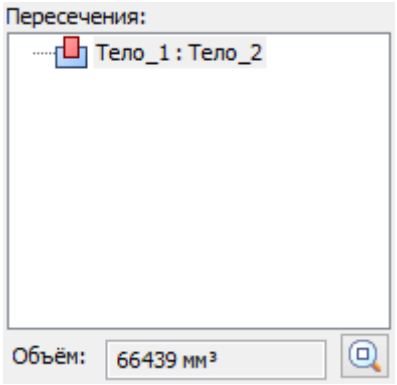


Для удаления конкретного тела из списка проверки используется кнопка .
Чтобы отключить автоматическую проверку пересечений, нужно использовать опцию автоменю:

<U> Автоматически обновлять данные

Если кликнуть на сообщение о пересечении, в 3D окне пересекающиеся тела станут полупрозрачными и изменят цвет, а область их пересечения будет ярко подсвечена. В поле **Объём** будет указан объём области пересечения тел.

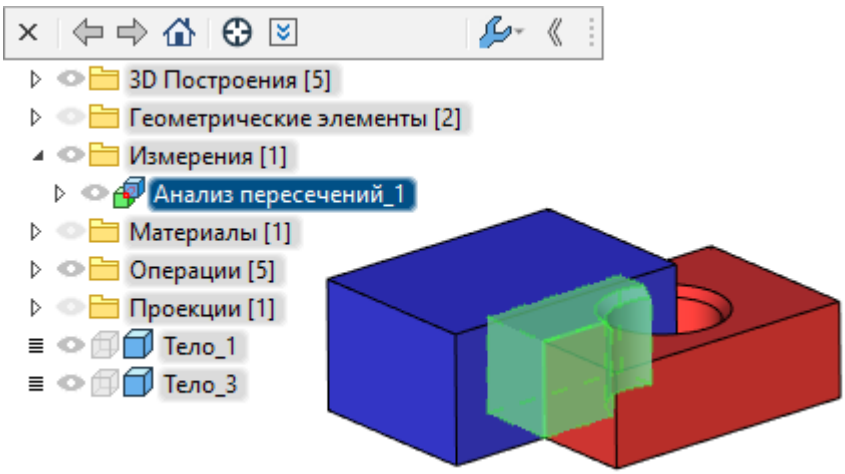
Если область пересечения очень мала, можно воспользоваться кнопкой , и изображение области пересечения будет максимизировано.



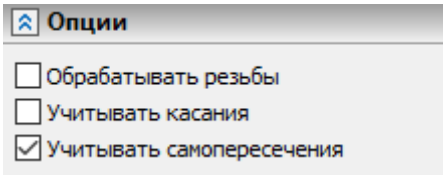
Если необходимо сохранить результат измерения пересечения тел как отдельный элемент модели, нужно использовать опцию автоменю:

<R> Создать результат

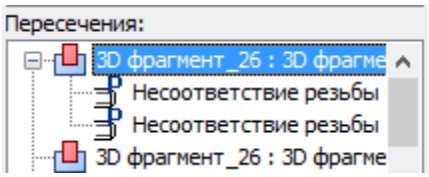
Созданный результат измерения пересечения тел отобразится как в дереве модели, так и сцене. При пересчёте модели такой элемент изменяет своё отображение и работает как индикатор наличия пересечений между заданными элементами модели.



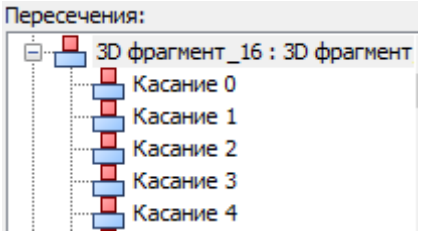
В зависимости от установленных дополнительных параметров, результаты проверки в поле **Пересечения** будут показываться по-разному.
В команде есть два дополнительных параметра: **Обрабатывать резьбы, Учитывать касания** и **Учитывать самопересечения**.



Часто одна деталь соединяется с другой посредством резьбы. В таком случае, если установлен параметр **Обрабатывать резьбы**, система будет анализировать параметры резьбы у пересекающихся тел и, в случае несовпадения каких-то параметров резьбы (например, шага), в поле **Пересечения** будет выводиться сообщение: **Несоответствие параметров резьбы**. Если на это сообщение кликнуть, в 3D окне пунктирными линиями будут подсвечены соответствующие грани с резьбой.



По умолчанию система учитывает только пересечения тел друг с другом. Если установить параметр **Учитывать касания,** то система, кроме пересечений тел, будет учитывать и касания. Соответственно, кроме пересечений и несоответствий параметров резьбы в поле **Пересечения** будут указываться и касания граней тел.



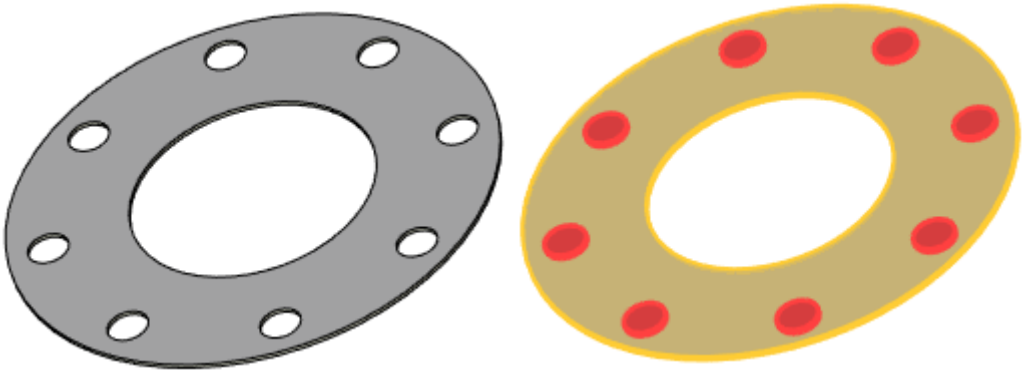
Если на сообщение о касании кликнуть, соответствующие грани будут помечены в 3D окне пунктирными линиями.
С помощью опции **Учитывать самопересечения** система позволяет исключать из анализа пересечений самопересечения – например, когда 3D фрагмент имеет больше одного тела, пересекающихся между собой. По умолчанию опция включена.

Проверка изменений

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Измерение > Анализ геометрии > Проверка изменений
Клавиатура	Текстовое меню
<QA>	Сервис > Анализ геометрии > Проверка изменений

Команда проверки изменений модели позволяет выявлять различия между двумя телами 3D модели. При помощи данной команды можно сравнивать разные тела или одно и то же тело на разных стадиях произведения изменений. Также при наличии в модели сохраненных конфигураций можно сравнить между собой два исполнения одной детали. Кроме этого, команда позволяет вычислить объём измененного пространства, что позволяет более точно оценить степень различий.

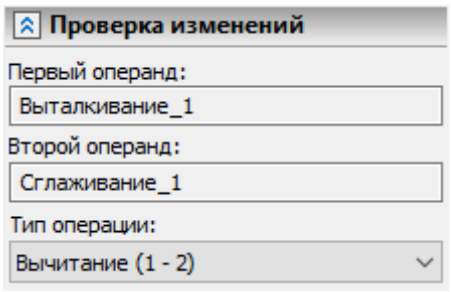


После входа в команду необходимо задать сравниваемые операции/конфигурации модели.
Для сравнения двух тел используются опции:

<F> Выбрать первое тело

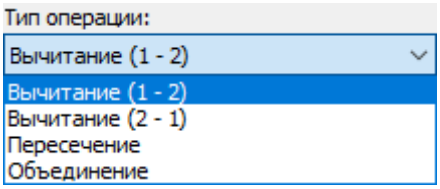
<S> Выбрать второе тело

С помощью данных опций можно выбирать как различные тела одной модели, так и операции, находящиеся на разных уровнях истории одного тела. Для выбора операций можно использовать, например, дерево 3D модели. Выбранные операции заносятся в поля **Первый операнд** и **Второй операнд** в окне параметров команды.



Данная опция позволяет выбрать одну из сохранённых в модели конфигураций в качестве второго операнда сравнения.

Способ сравнения выбранных операндов можно выбрать в окне параметров команды с помощью выпадающего списка **Тип операции**:



Вычитание (1-2). Результат сравнения будет аналогичен результату булевой операции вычитания первого операнда из второго;
Вычитание (2-1). Результат сравнения будет аналогичен результату булевой операции вычитания второго операнда из первого;
Пересечение. Результат сравнения будет аналогичен результату булевой операции пересечения первого и второго операндов;
Объединение. Результат сравнения будет аналогичен результату булевой операции объединения первого и второго операндов.

Способ сравнения также можно выбрать в автоменю команды, включив одну из следующих опций:

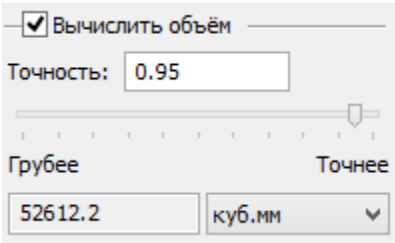
<-> Вычитание 1-2

<**Ctrl**><-> Вычитание 2-1

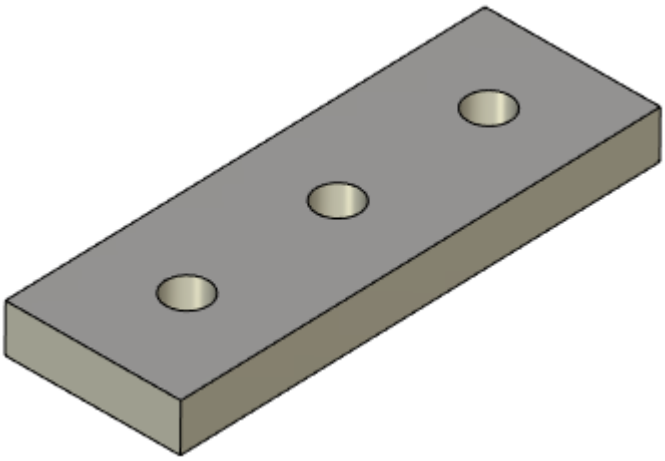
<*> Пересечение

<+> Объединение

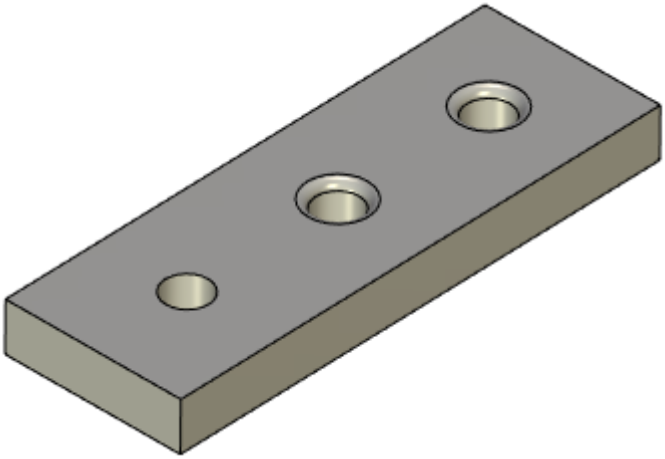
После нажатия результат сравнения выбранных операндов выделяется в 3D окне красным цветом.
Для вычисления объёма измененного пространства необходимо дополнительно установить в окне параметров команды флажок **Вычислить объём**. Точность и единицы вычисления объёма задаются группой параметров ниже данного флажка



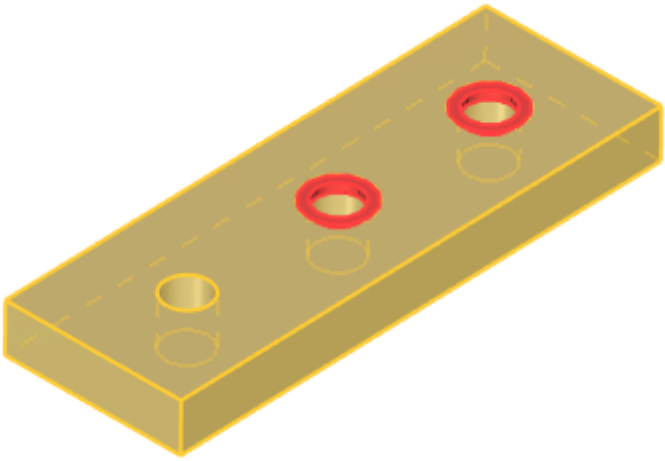
Приведем пример. Существует следующая модель с линейным массивом отверстий:



Добавим сглаживание к двум объектам линейного массива:



Выберем в качестве первого операнда линейный массив, а в качестве второго - сглаживание. Далее выберем тип операции **Вычитание (1-2)** и нажмем . В результате будет отображено различие между двумя стадиями создания модели.

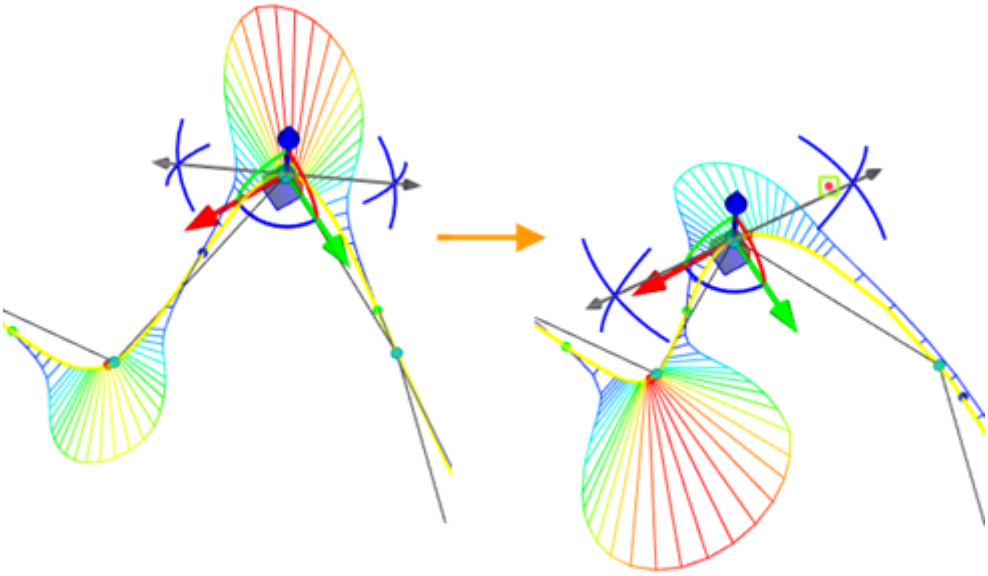


Кривизна кривых

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Измерение > Анализ геометрии > Кривизна кривых Опорная геометрия > Дополнительно > Кривизна кривых
Клавиатура	Текстовое меню
<QC>	Сервис > Анализ геометрии > Кривизна кривых

Данная команда позволяет измерить кривизну и радиус кривизны у выбранных кривых. Для измерения кривизны могут быть выбраны рёбра, трассы и 3D Пути.



После входа в команду необходимо выбрать один или несколько элементов, кривизна которых будет измерена. Для выбора используются опции:

<E> Выбрать ребро или отменить выбор ребра

<T> Выбрать 3D путь

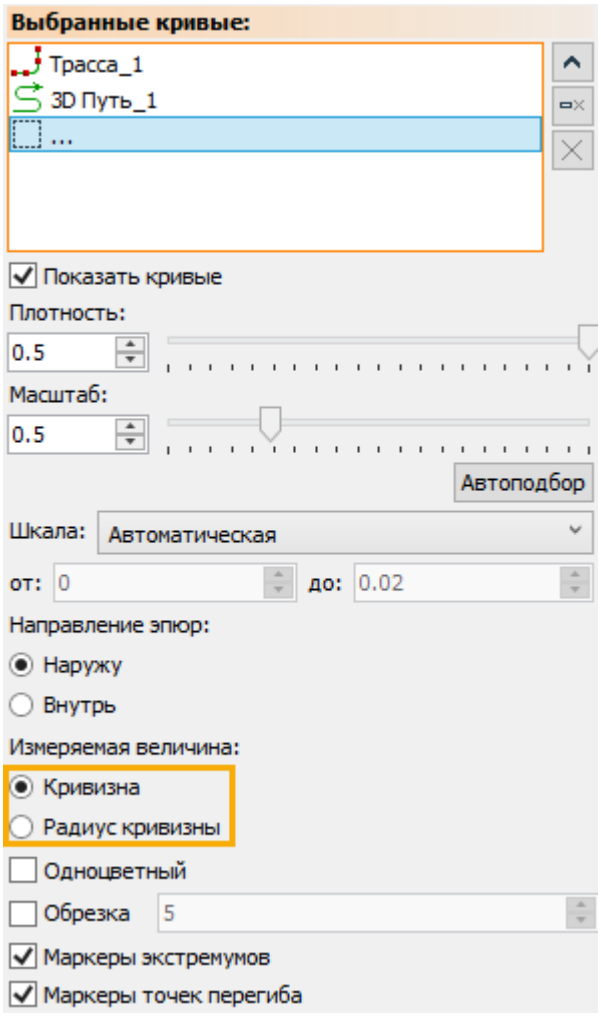
Сразу же после выбора элемента он будет добавлен в окно параметров, а его кривизна будет измерена и отобразится в 3D окне в виде множества цветных линий, идущих от кривой – эпюры кривизны.

Для удаления конкретного элемента из списка измерения используется опция **Удалить элемент из списка**. Для удаления всех элементов используется опция **Очистить**.

Для регламентирования высоты эпюры кривизны используется команда **Обрезка** с последующим заданием конкретного значения.

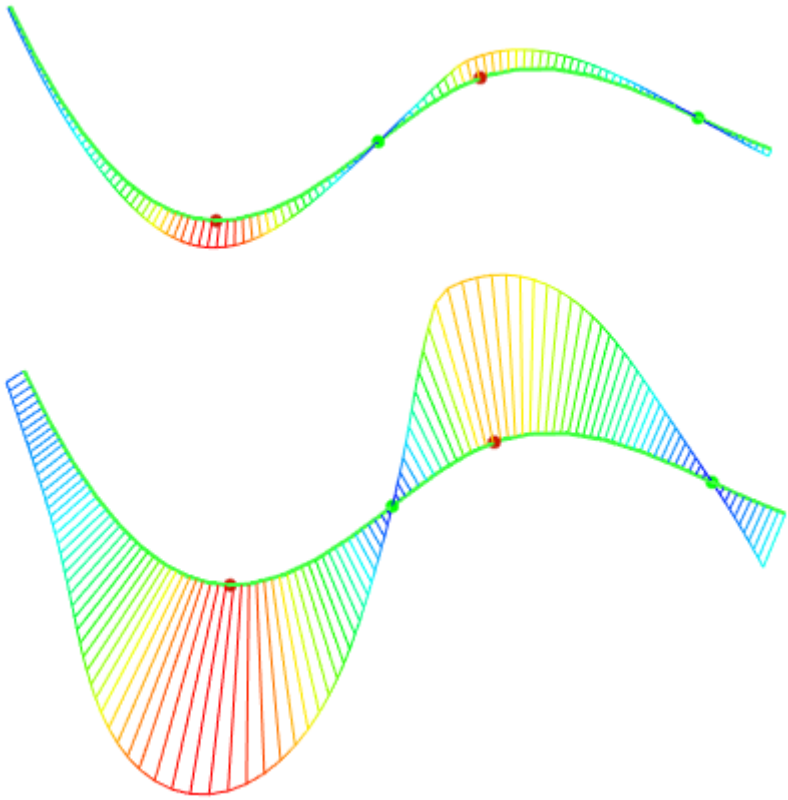
По умолчанию на выбранном элементе в 3D окне помечаются **Маркеры экстремумов** и **Маркеры точек перегиба** кривых. При необходимости можно отключить их отображение в окне параметров.

Есть два измеряемых параметра: **Кривизна** и **Радиус кривизны**. В зависимости от выбранного параметра изображение в 3D окне будет выглядеть по-разному.



Если измеряется **Кривизна**, цветные линии эпюры будут направлены в сторону от центра кривизны. Линии начинаются на кривой. Их длина соответствует (в определенном масштабе) кривизне в точке, из которой исходит линия.

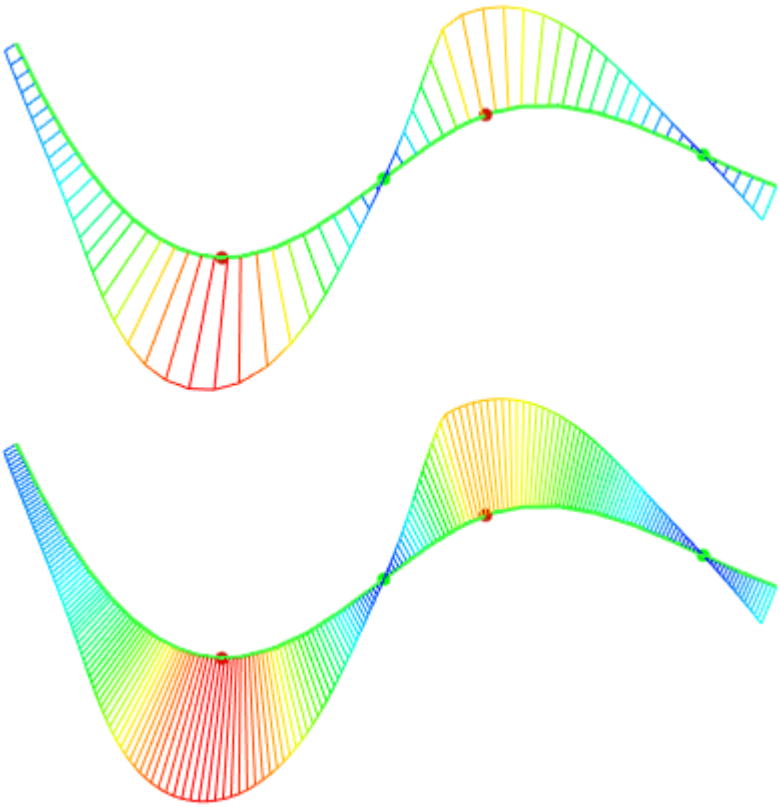
Масштабный коэффициент, связывающий кривизну кривой и длину цветных линий, задаётся в окне параметров параметром **Масштаб**.



Кнопка **Автоподбор** позволяет автоматически задать значение масштаба.

Если измеряется параметр **Радиус кривизны**, цветные линии будут идти из точек на кривой в центр кривизны, соответствующий данной точке. Длина цветных линий соответствует радиусу кривизны кривой.

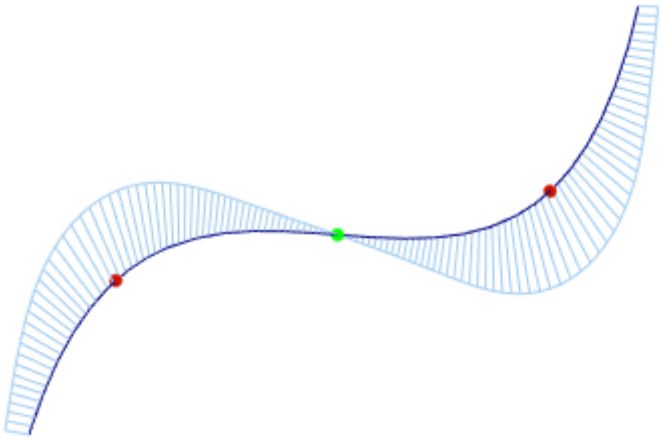
Как в случае измерения кривизны, так и в случае измерения радиуса кривизны, плотность расположения цветных линий регулируется параметром **Плотность**. Параметры **Плотность** и **Масштаб** можно использовать в качестве переменных.



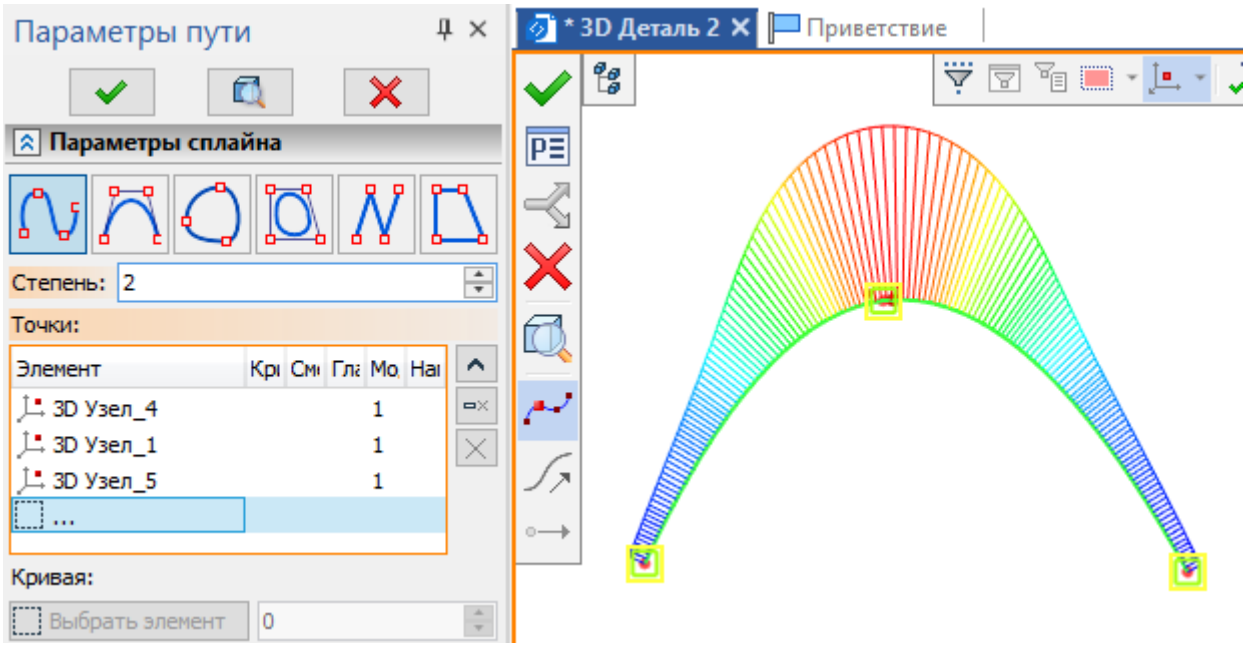
Если необходимо сохранить результат измерения кривизны или радиуса кривизны кривых как отдельный элемент модели, нужно использовать опцию автоменю:

<R> Создать результат

Созданный результат измерения отобразится как в дереве модели, так и сцене. При пересчёте модели такой элемент изменяет своё отображение. Чтобы созданный результат был **одноцветным**, применяется соответствующая команда в окне параметров.

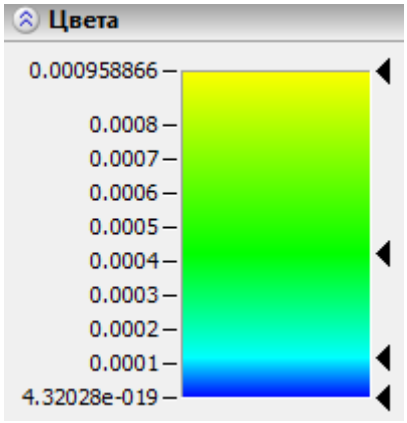


Метки сохранённых результатов измерения кривизны кривых будут отображаться во время редактирования исходных объектов (**3D путей, Трасс**).

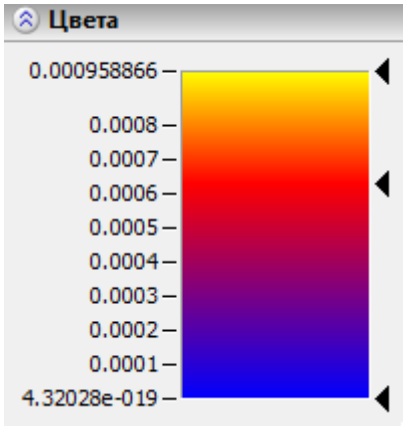


Работа с закладкой Цвета

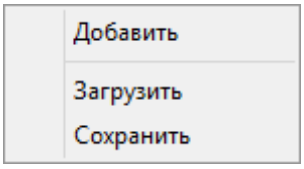
В зависимости от значения кривизны в точке, линии эпюры имеют разный цвет. Распределение цветов в пределах изменения величины измеряемого параметра настраивается на закладке **Цвета**, расположенной в окне параметров.



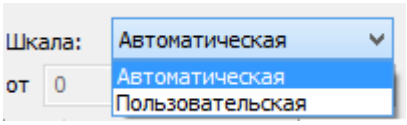
На закладке представлена цветовая шкала. Слева от шкалы показаны значения, которые соответствуют определённому цвету шкалы. Справа от шкалы можно увидеть черные треугольные маркеры, служащие для настройки шкалы. С каждым маркером соотносится какой-то цвет. Цвета на шкале плавно меняются от одного маркера к другому. Маркеры можно перемещать вдоль цветовой шкалы, для этого нужно «схватить» мышкой маркер и перетащить в новое место. Вместе с этим свой вид изменит цветовая шкала и, соответственно, изображение в 3D окне.



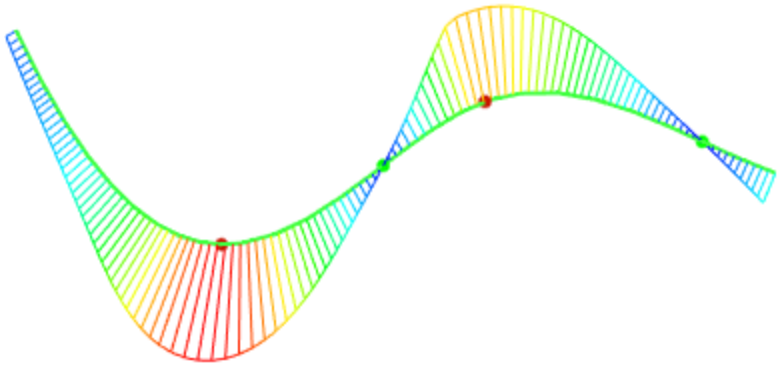
Чтобы установить цвет, соответствующий определённому маркеру, нужно нажать на этом маркере и в появившемся меню выбрать **Цвет**. Далее цвет можно выбрать в стандартном окне для выбора цвета. У шкалы может быть два маркера (для максимального и минимального значения) и более. Чтобы добавить маркер нужно нажать в том месте, куда вы хотите его добавить и выбрать в появившемся меню **Добавить**. Чтобы удалить маркер нужно на этом маркере и в появившемся меню выбрать **Удалить**.



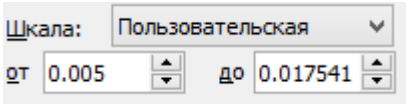
Схему расположения маркеров и цветов можно сохранять и загружать в файл (файл имеет расширение «***.col**»). Для этого используются пункты меню (**Сохранить** и **Загрузить**), появляющегося при нажатии в любом месте закладки **Цвета**.
Диапазон измеряемого параметра, в котором действует цветовая шкала, тоже можно изменить. Для этого используется параметр **Шкала** в верхней части окна параметров.

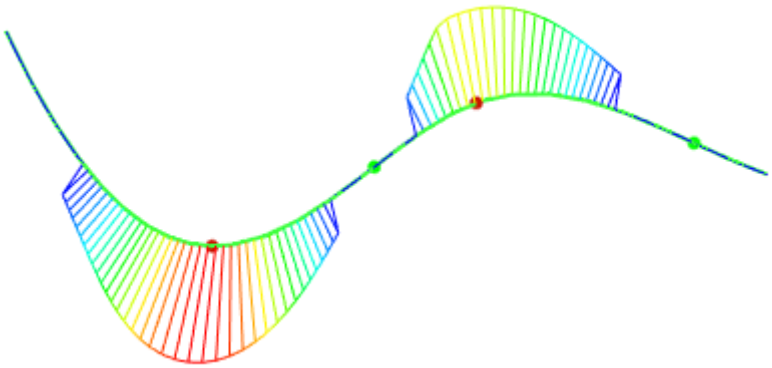


По умолчанию параметр установлен в **Автоматическая**. Это значит, что минимальные и максимальные значения шкалы соответствуют минимальным и максимальным значениям параметра у выбранных элементов.
При этом поля «от» и «до» редактировать нельзя, так как эти параметры определяются автоматически.



Следует отметить, что линии эпюры, определяющие величину кривизны, показываются только для тех участков кривой, кривизна которых попадает в заданный диапазон. Поэтому при использовании автоматической шкалы цветные линии будут показываться на всей кривой.
Если параметр установить на **Пользовательская**, то значение в полях «от» и «до» можно будет задать вручную.



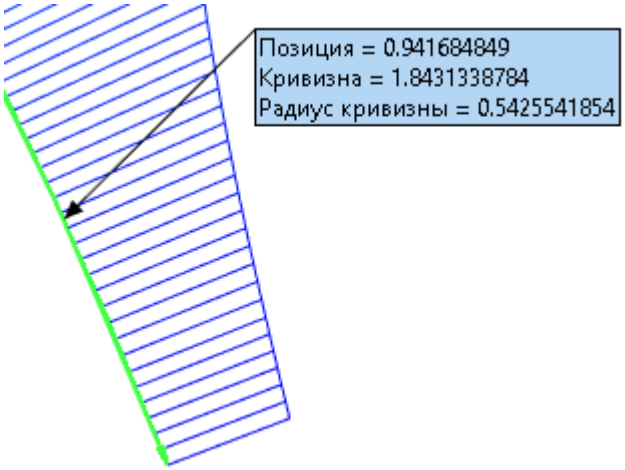


Причём, линии эпюры будут показываться только на участках, кривизна которых попадает в указанный диапазон. Так, например, минимальная кривизна у кривой, показанной на рисунке выше, равна нулю. Поэтому если в поле «от» установить значение выше нуля (в данном случае установлено 0,18), на некоторой части кривой эпюра отображаться не будет. Также изменится и окраска эпюры.

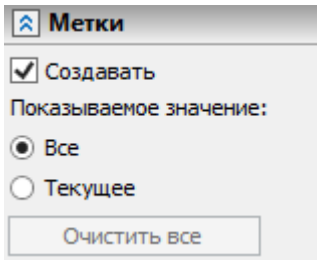
Кроме цветового отображения кривизны, есть возможность определить кривизну в определённой точке. Для этого используется опция:

<C> Измерение кривизны в любой точке

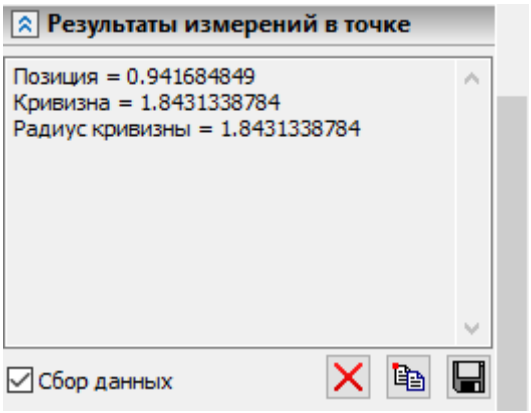
При нажатии в любое место на кривой появляется метка со значением кривизны и радиуса кривизны в данной точке. Такие метки можно перемещать. При сохранении результата с помощью опции **Создать результат** сохраняется метка этого результата.



Метки создаются, только если в разделе **Метки** окна параметров команды установлен флаг **Создавать**.



Для удаления всех меток используется кнопка **Очистить все**. Переключатели **Показываемое значение** регулируют отображение данных на метке. Если установлен параметр **Показываемое значение: Все**, у создаваемой вновь метки будет указана **позиция** и обе величины: **кривизна** и **радиус кривизны.** Если же установлен параметр **Показываемое значение: Текущее**, у создаваемой вновь метки будет указана только **позиция** и та величина, которая измеряется в данный момент.
Если на закладке **Результаты измерений в точке** установлен параметр **Сбор данных**, то при клике в точку параметры **Позиция**, **Кривизна** и **Радиус кривизны** будут записаны в отчёт измерений кривизны.



Созданный отчёт можно скопировать в буфер (кнопка) или сохранить в текстовый файл (кнопка). Для очистки отчёта используется кнопка .
Чтобы найти точку максимальной кривизны используется опция:

<M> Найти точку максимальной кривизны

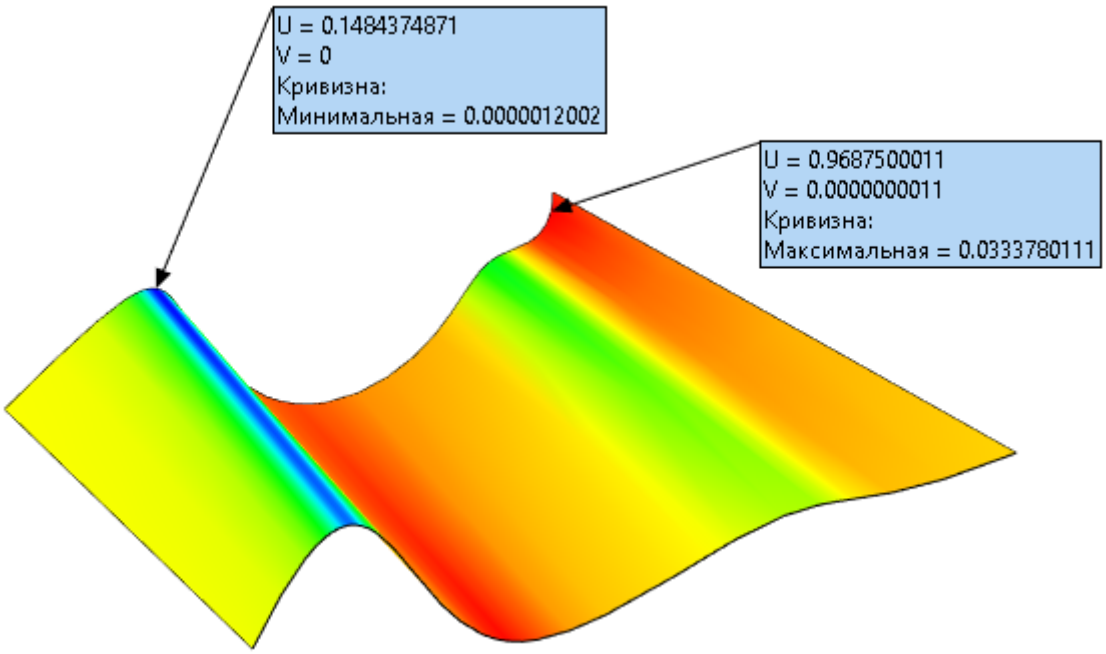
При использовании этой опции система автоматически создаёт метку, указывающую на точку кривой, в которой кривизна максимальна.

Кривизна поверхностей

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Измерение > Анализ геометрии > Кривизна поверхностей
Клавиатура	Текстовое меню
<3VV>	Сервис > Анализ геометрии > Кривизна поверхностей

Данная команда позволяет измерить кривизну и радиус кривизны одной или нескольких выбранных граней.



Можно увидеть распределение кривизны целиком по грани (для этого модель соответствующим образом изменяет свой цвет), или узнать значение кривизны в конкретной точке.
Для измерения кривизны можно выбирать как отдельные грани, так и операции целиком (то есть все грани данной операции).
Сразу после выбора, грань изменит свой цвет в соответствии с типом выбранной для измерения кривизны и установками на закладке Цвета. Работа с цветами при измерении кривизны поверхностей осуществляется точно так же, как это делается в команде **Кривизна кривых**.
При выборе дополнительных граней происходит изменение диапазона значений кривизны, поэтому цвет выбранных ранее граней может меняться.

Типы измеряемых величин

Как и при измерении кривизны кривой, в данной команде можно выбрать измеряемую величину: **Кривизну** или **Радиус кривизны**. Однако необходимо задать ещё и тип измеряемой величины.

Минимальная

Максимальная

Средняя

Полная

По U

По V

Тип измеряемой величины задаётся с помощью списка **Тип**, расположенного в верхней части окна параметров. Кривизна поверхности в конкретной точке зависит от направления, в котором измеряется кривизна. В одном направлении кривизна будет максимальна, в другом – минимальна. В соответствии с этим программа позволяет измерять следующие типы величин:

Минимальная или **Максимальная**. При этих значениях параметра, измерение будет проходить по минимальным или максимальным значениям измеряемой величины в каждой точке выбранной поверхности.

Средняя - это сумма минимальной и максимальной измеряемых величин, делённая пополам.

Полная - это произведение минимальной и максимальной измеряемых величин.

По U и **По V** - при данных параметрах величина будет измеряться в одном из направлений.

Чтобы найти точки максимальной и минимальной кривизны на грани используется следующая опция, доступная в автоменю и в окне параметров в нижней части вкладки **Результаты измерений в точке**:

<M> Найти точки максимальной и минимальной кривизны

При использовании этой опции система автоматически создаёт метку, указывающую на точки поверхности, в которых кривизна максимальна и минимальна.

Чтобы создать 3D узлы в максимальных точках кривизны используется следующая опция, доступная в окне параметров в нижней части вкладки **Результаты измерений в точке**:

Создать 3D узлы

При выборе данной опции появляется поле с выбранными элементами. Для создания 3D узла в точке максимальной кривизны выбранного элемента необходимо использовать опцию , а затем закончить ввод .

Существует возможность определить кривизну в определённой точке. Для этого используется следующая опция автоменю:

<C> Измерение кривизны в любой точке

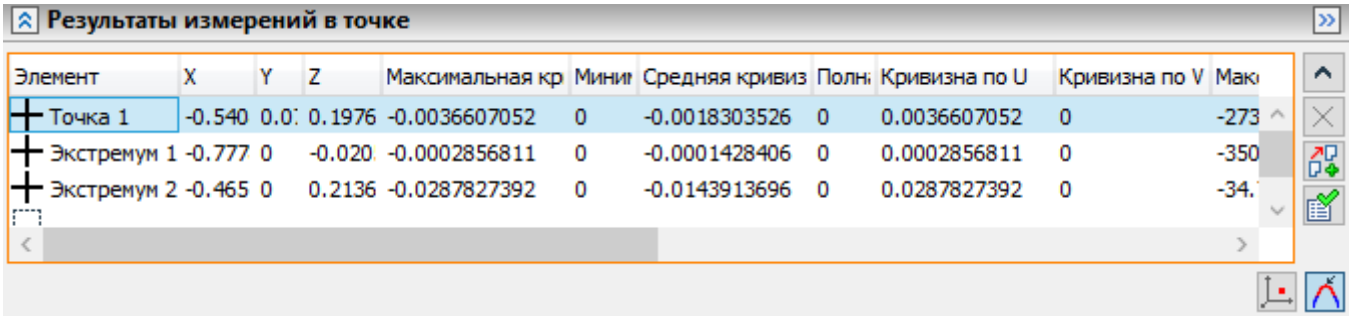
При нажатии в любое место на кривой появляется метка с координатами точки и значениями кривизны. Такие метки можно перемещать и они сохраняются при использовании опции **Создать результат**.

Если необходимо сохранить результат измерения кривизны поверхности как отдельный элемент модели, нужно использовать следующую опцию автоменю:

<R> Создать результат

Опция дублирует функции флага **Сохранять результат**, расположенного в окне параметров в нижней части вкладки **Измерение кривизны**.
Если опция активна, то созданный результат измерения будет сохранён в дереве модели и в 3D сцене после выхода из команды с подтверждением изменений . При пересчёте модели такой элемент изменяет своё отображение.

Результаты измерений в точках экстремумов и в произвольных точках, выбранных пользователем, представлены в табличном виде в окне параметров на вкладке **Результаты измерений в точке.**



С помощью кнопок, расположенных справа от таблицы результатов, таблицу можно **Развернуть**, **Свернуть**, **Очистить**, **Копировать** в буфер обмена или **Сохранить** в текстовый документ.

Кривизна поверхности по сечениям

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Измерение > Анализ геометрии > Кривизна поверхностей по сечениям
Клавиатура	Текстовое меню
<QF>	Сервис > Анализ геометрии > Кривизна поверхностей по сечениям

Данная команда позволяет построить сечение для отображения кривизны или радиуса кривизны одной или нескольких выбранных граней по различным опциям сечений.
Существует пять опций построения сечений.

По UV

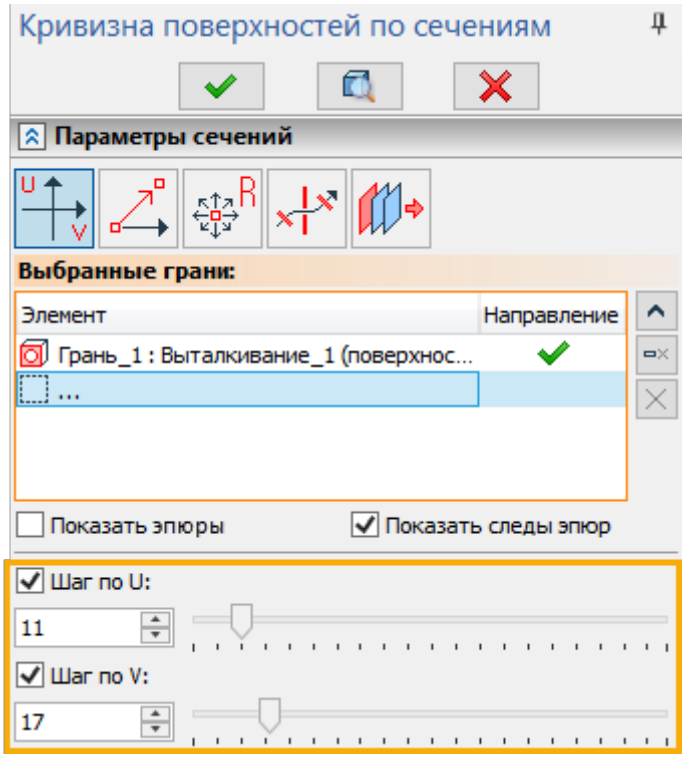
По манипулятору

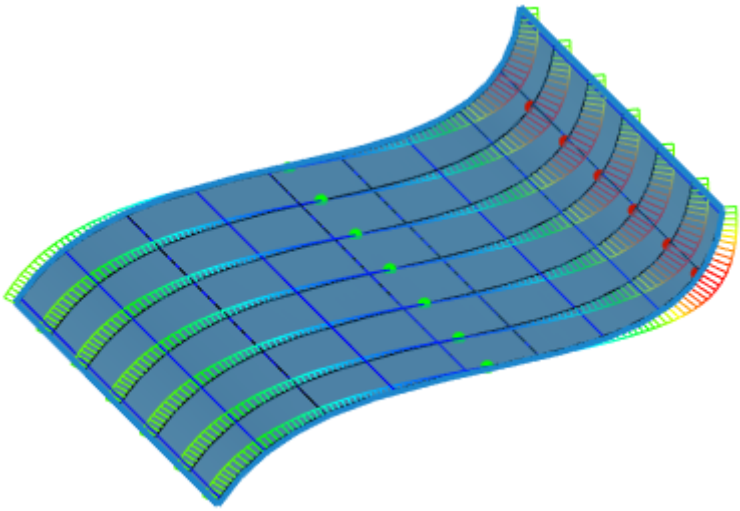
Радиус

Выравнивание кривых

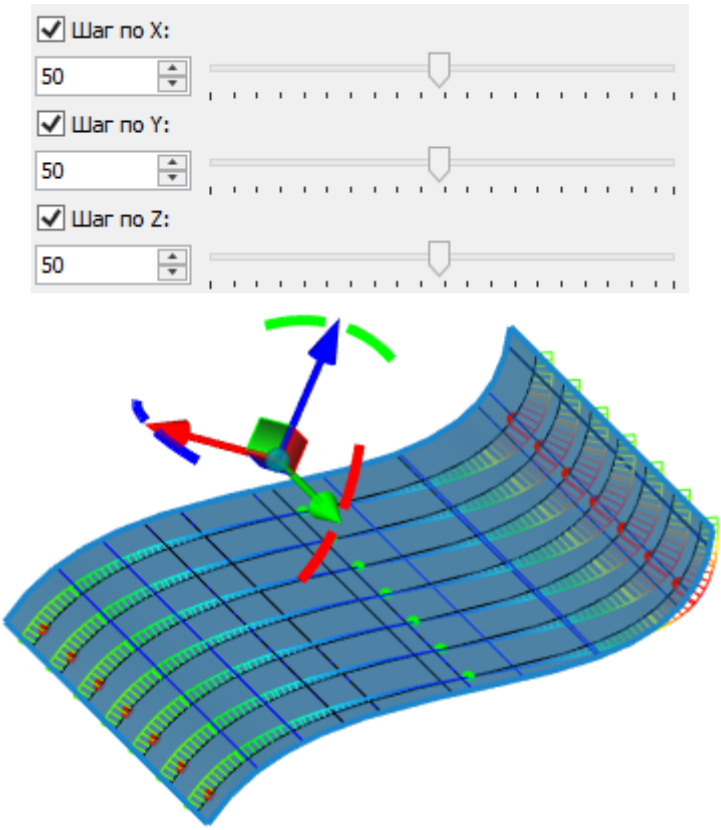
Параллельные плоскости

Опция **по UV** позволяет построить сечение для отображения кривизны или радиуса кривизны выбранных граней, задав шаг **по U** и **V**:

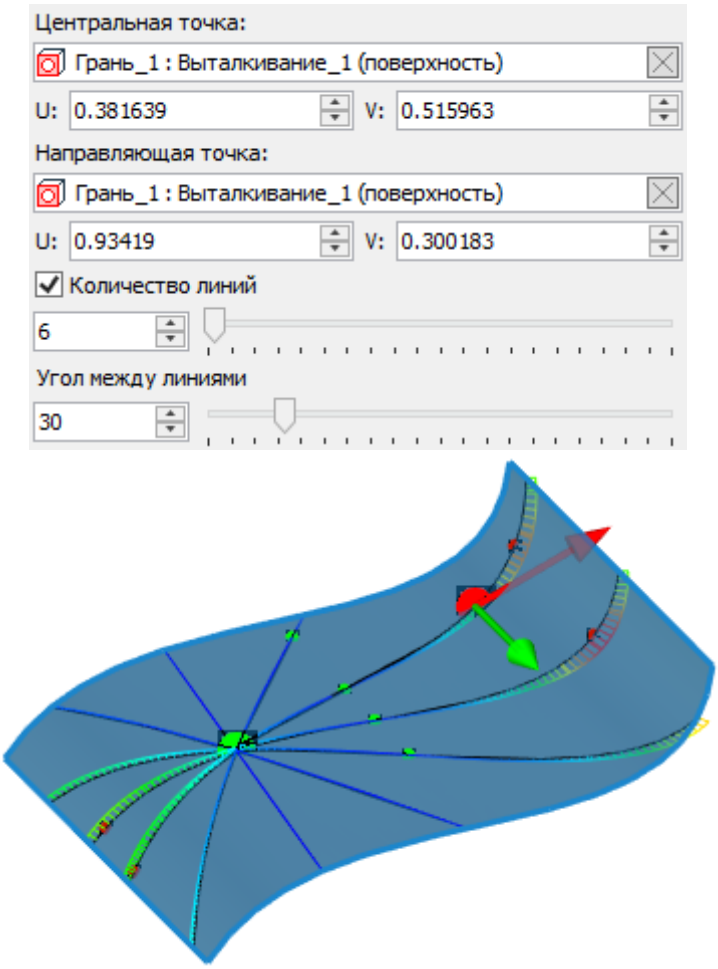




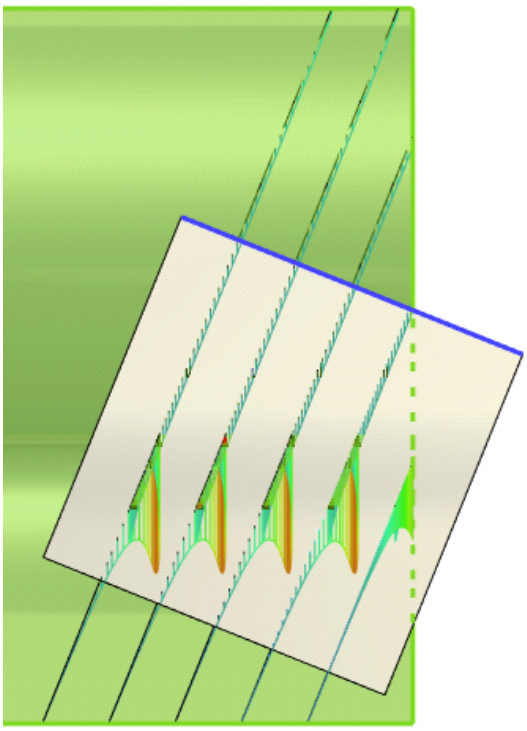
Опция **по Манипулятору** позволяет построить сечение для отображения кривизны или радиуса кривизны выбранных граней, задав шаг по **X**, **Y**, **Z** или используя манипулятор:

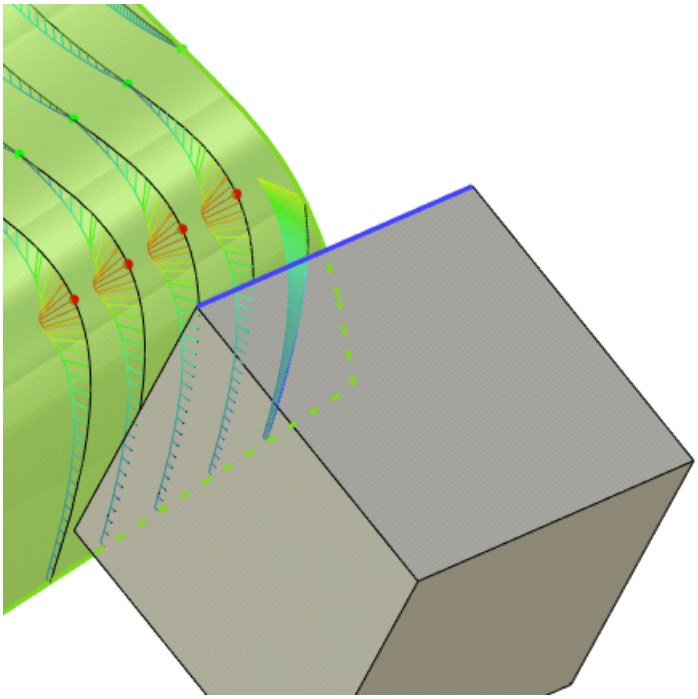


Опция **Радиус** позволяет построить сечение для отображения кривизны или радиуса кривизны, используя две точки – **центральную** и **направляющую**, а также задать **количество линий** и **угол между линиями**.

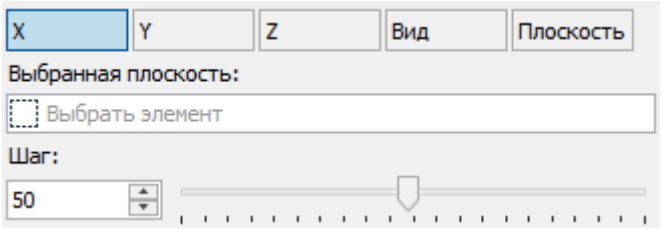


Опция **Выравнивание кривых** позволяет построить сечение для отображения кривизны или радиуса кривизны, используя дополнительное **ребро** отдельного тела. Для этого необходимо последовательно выбрать грани, а затем рёбра.

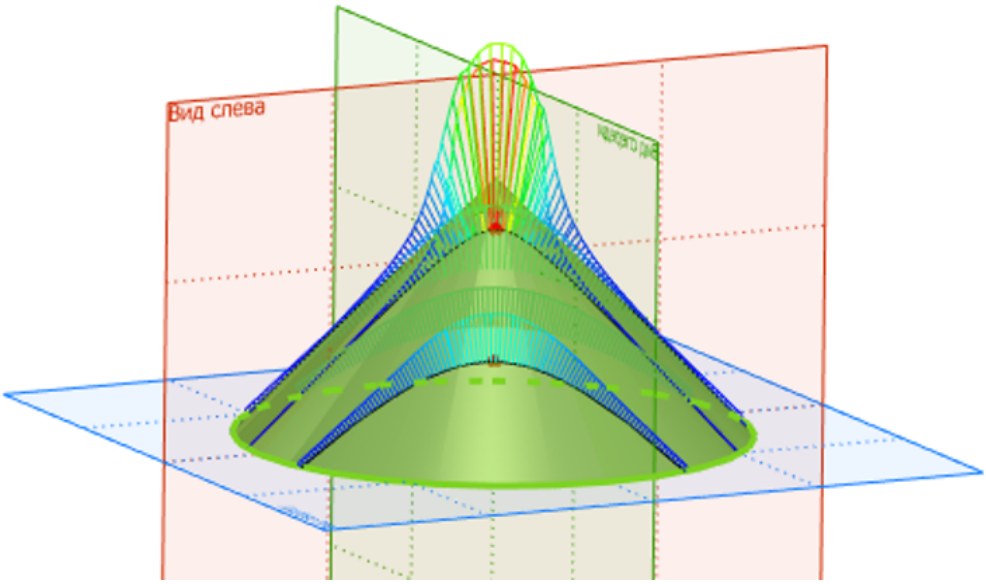




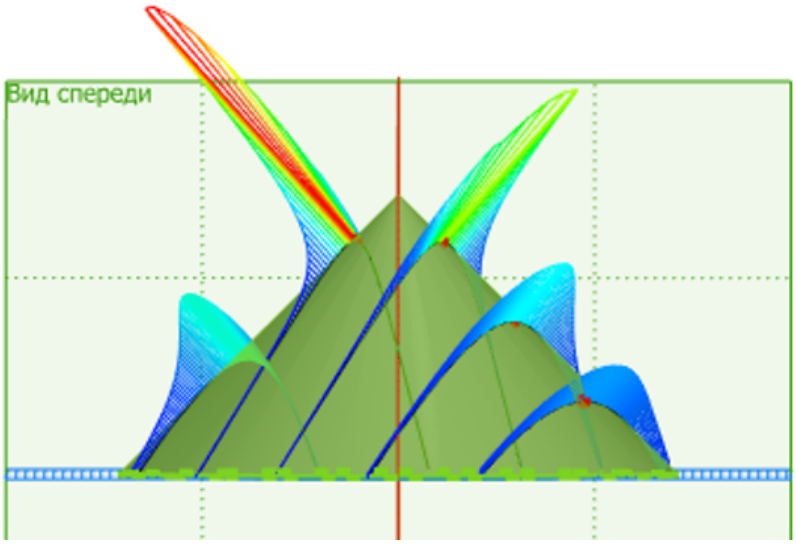
Опция **Параллельные плоскости** позволяет измерить кривизну или радиус кривизны, проводя плоскости, параллельные различным точкам взгляда. Существует 5 режимов построения параллельных плоскостей – **X**, **Y, Z, Вид, Плоскость.**



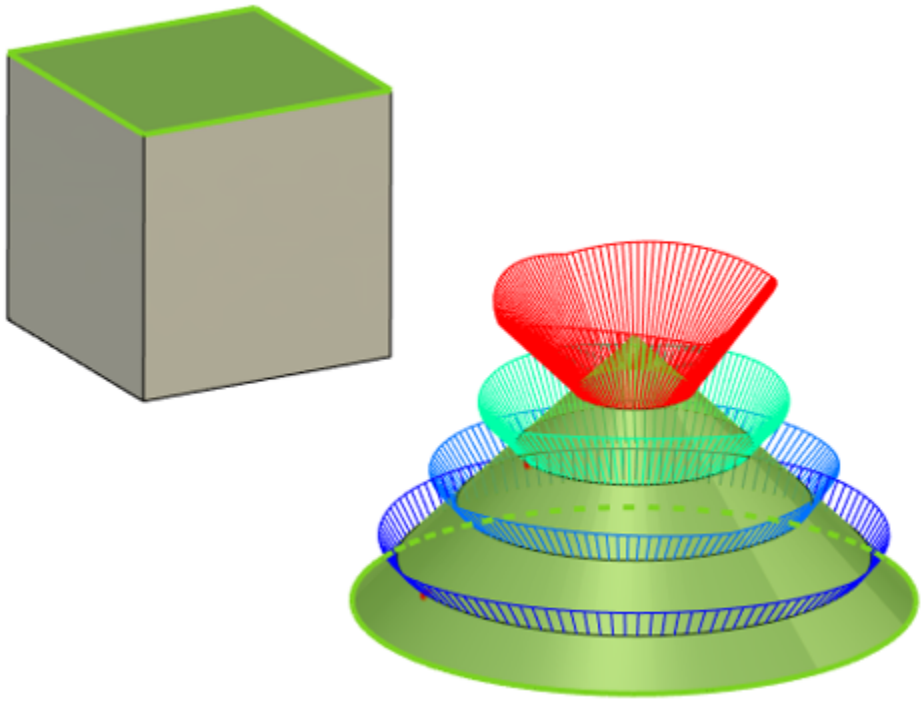
В случае выбора режима **X** строится плоскость параллельная оси X. В случае выбора режимов **Y** и **Z** строятся плоскости параллельные осям Y и Z соответственно.
Режим **Вид** позволяет провести плоскость, параллельную текущей точке взгляда. Так, например, при случайной точке взгляда, на конусе отобразится следующее сечение:



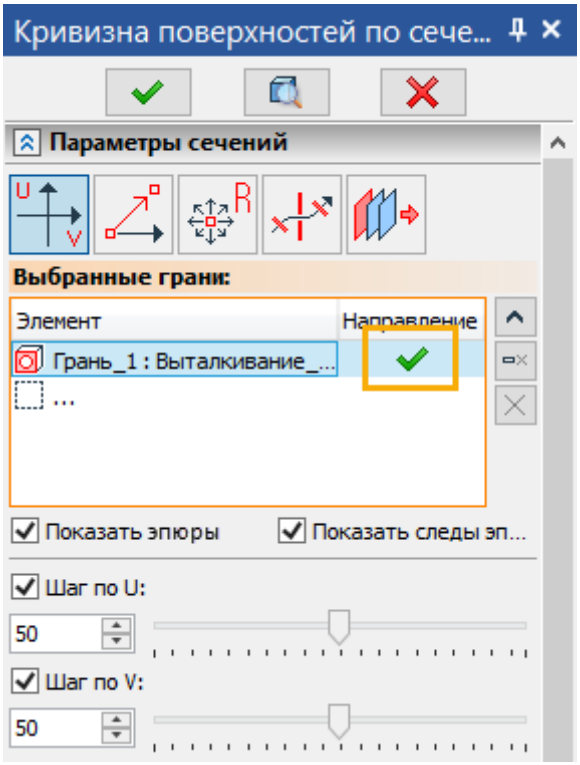
После создания сечения и смене точки взгляда конус на виде спереди будет выглядеть следующим образом:



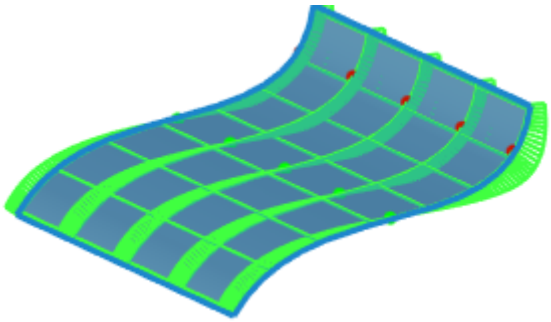
В режиме **Плоскость** необходимо выбрать опорную плоскость, т. е. любую плоскость без кривизны. Затем, от выбранной плоскости с определенным шагом будут строиться сечения:



С помощью кнопки **Направление** доступна возможность реверса показа эпюры кривизны на выбранной грани.



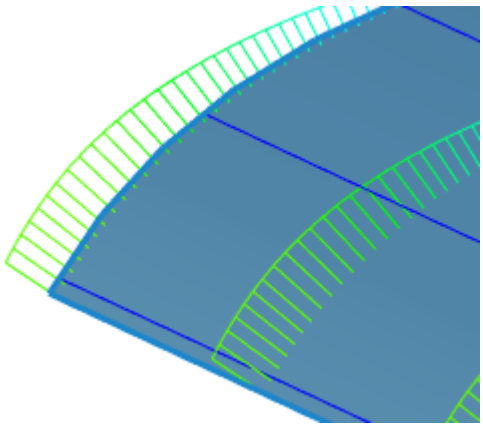
Для каждой опции построения сечения доступна возможность отключения предварительного отображения эпюр с помощью опции **Показать эпюры**.



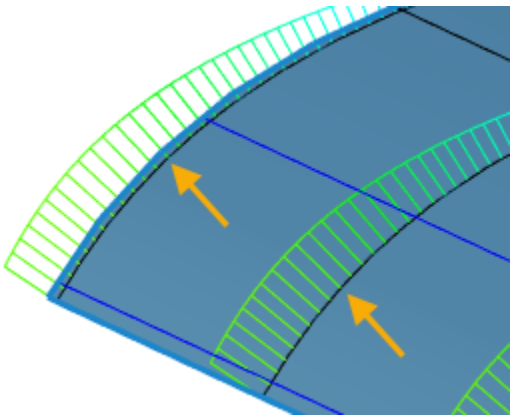
Опция **Показать эпюры** включена

Опция **Показать эпюры** отключена

Опция **Показать следы эпюр** позволяет отображать следы эпюр на выбранной грани:



Опция **Показать следы эпюр** отключена

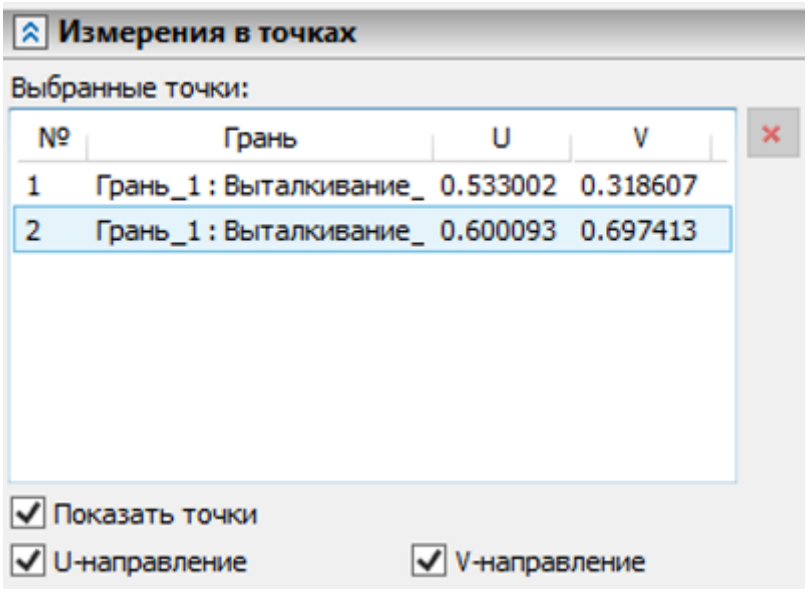


Опция **Показать следы эпюр** включена

Доступна возможность добавить конкретную точку для измерения. Для этого используется следующая опция:

<P> Добавление точки на грани

Она позволяет добавить интересующие точки на грани в поле **Измерения в точках**. Отображение данных точек можно убрать с помощью опции **Показать точки**, либо оставить только точки по определенному направлению (U или V).



Чтобы найти точку максимальной кривизны на грани используется опция:

<M> Найти точку максимальной кривизны

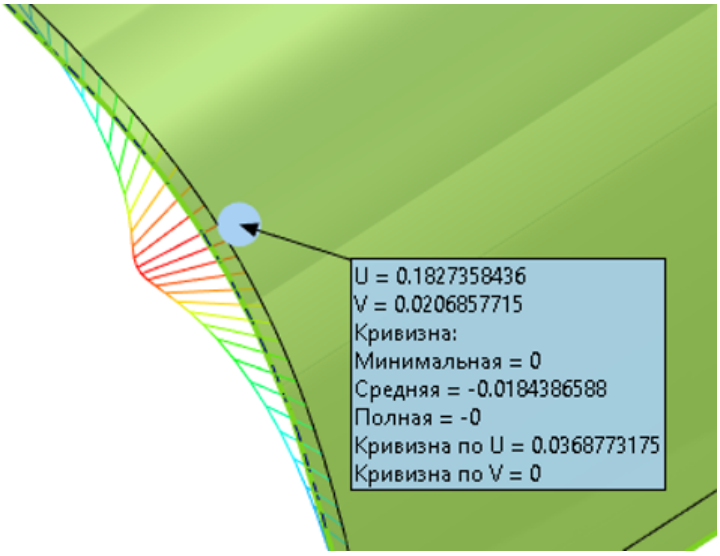
При использовании этой опции система автоматически создаёт метку, указывающую на точку кривой, в которой кривизна максимальна.
Если необходимо сохранить результат измерения кривизны поверхностей по сечениям как отдельный элемент модели, нужно использовать опцию автоменю:

<R> Создать результат

Созданный результат измерения отобразится как в дереве модели, так и сцене.
Существует возможность определить кривизну в определённой точке. Для этого используется опция:

<C> Измерение кривизны в любой точке

При нажатии в любое место на кривой появляется метка с координатами точки и значениями кривизны. Такие метки можно перемещать и они сохраняются при использовании опции **Создать результат**.



Закладка Цвета работает аналогично команде **Кривизна кривых**.

Контроль отклонений

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Измерение > Анализ геометрии > Контроль отклонений
Клавиатура	Текстовое меню
<QT>	Сервис > Анализ геометрии > Контроль отклонений

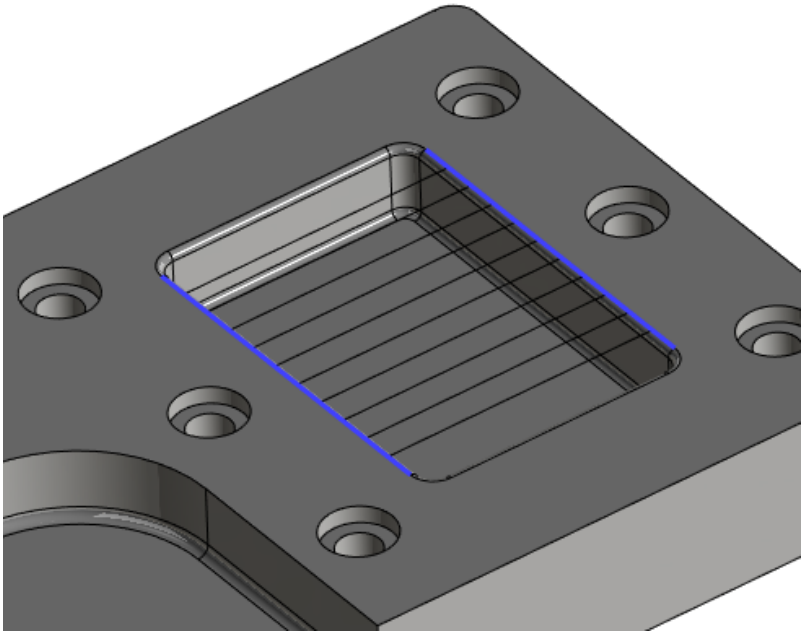
Команда анализа совпадения геометрических элементов **Контроль отклонений** позволяет проанализировать точность совпадения рёбер выбранных граней.
Существует три типа анализа:

Ребро-Ребро

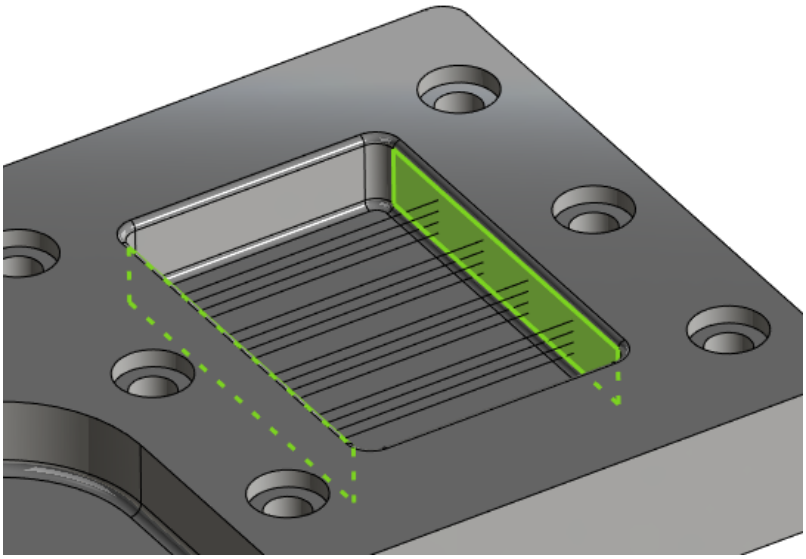
Грань-Грань

Ребро-Грань

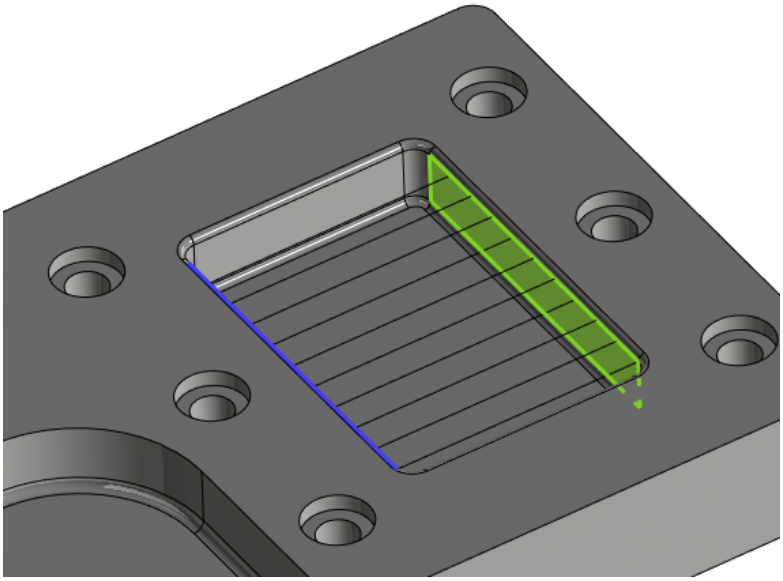
Первый тип позволяет проанализировать точность совпадения ребер.



Второй тип позволяет проанализировать точность совпадения граней.



Третий тип позволяет проанализировать точность совпадения ребра и грани.

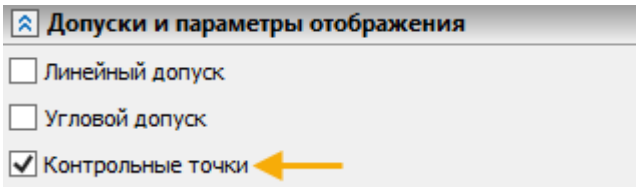


Параметры построенных точек отображаются в поле **Результат измерений.**

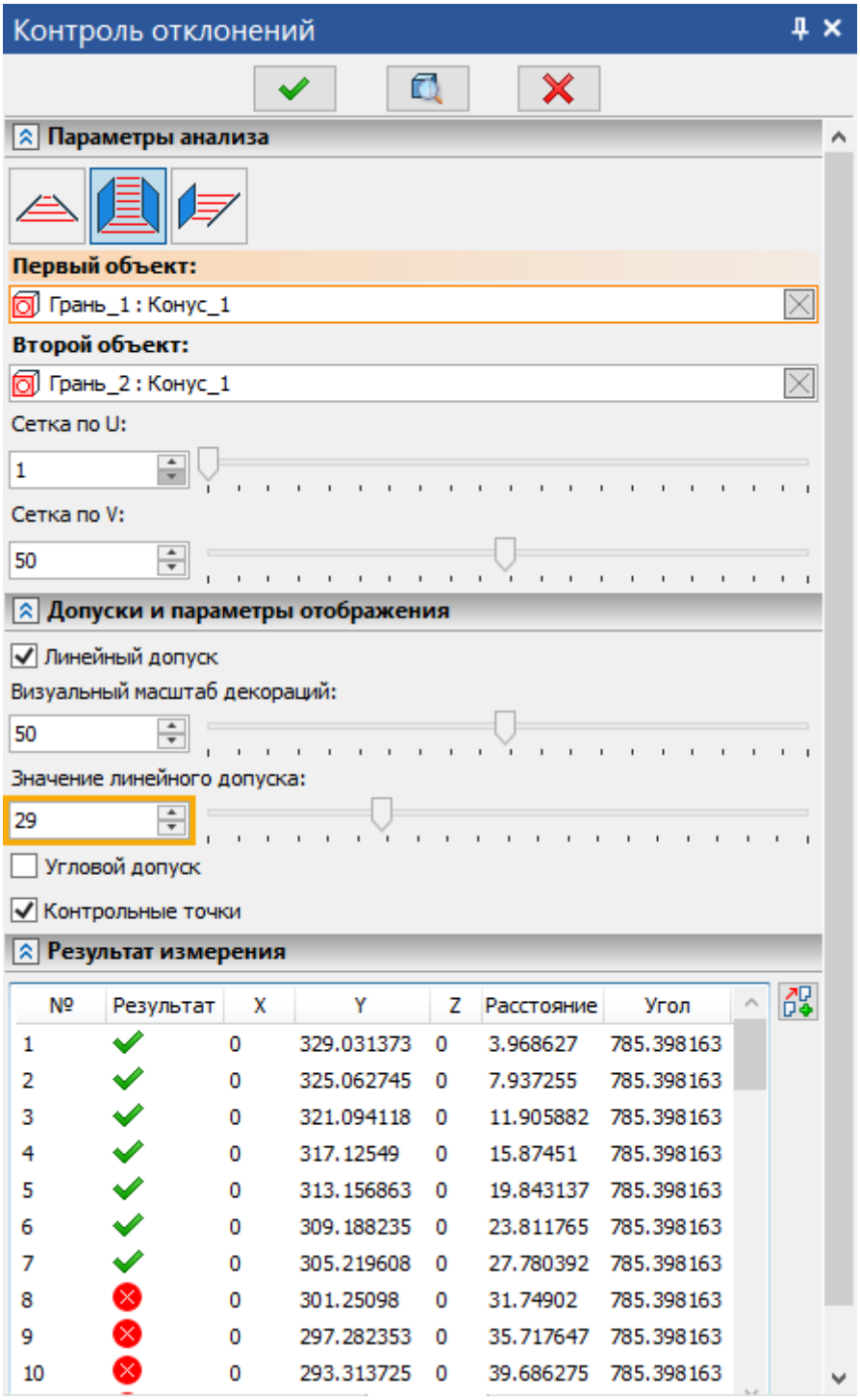
Результат измерения

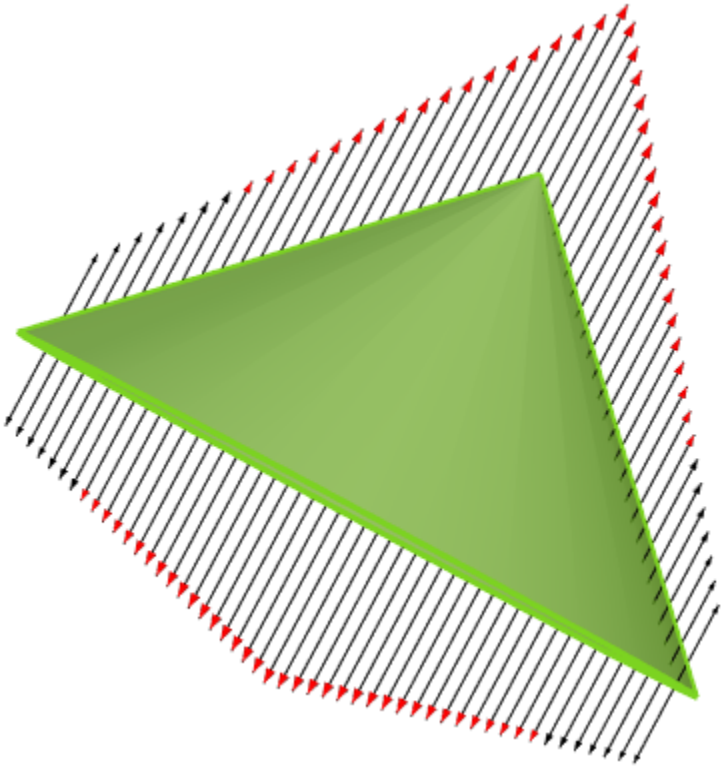
№	Результат	X	Y	Z	Расстояние	Угол
1	✓	50	1223	36.3636	149	0
2	✓	50	1223	72.7272	149	0
3	✓	40.909091	1223	100	149	0
4	✓	4.545455	1223	100	149	0
5	✓	-31.818182	1223	100	149	0
6	✓	-50	1223	81.8181	149	0
7	✓	-50	1223	45.4545	149	0
8	✓	-50	1223	9.09090	149	0
9	✓	-22.727273	1223	0	149	0
10	✓	13.636364	1223	0	149	0

Количество точек анализа отклонения может быть задано пользователем или определено автоматически исходя из предварительного анализа кривизны соприкасающихся элементов.
Отображения точек можно скрыть с помощью специальной команды **Контрольные точки.**



Также доступна возможность активировать значение допуска – **Линейный допуск** и **Угловой допуск**. Значение допуска показывает допустимое значение отклонения по расстоянию или углу.
Приведем пример анализа **Грань-Грань** при активированной опции **Линейный допуск**. На рисунке ниже выбраны основание конуса и боковая грань. Черными стрелками показаны те измерения, для которых отклонения по расстоянию удовлетворительны, а красными показаны те измерения, для которых значение отклонения больше, чем установленный допуск, равный **29**.

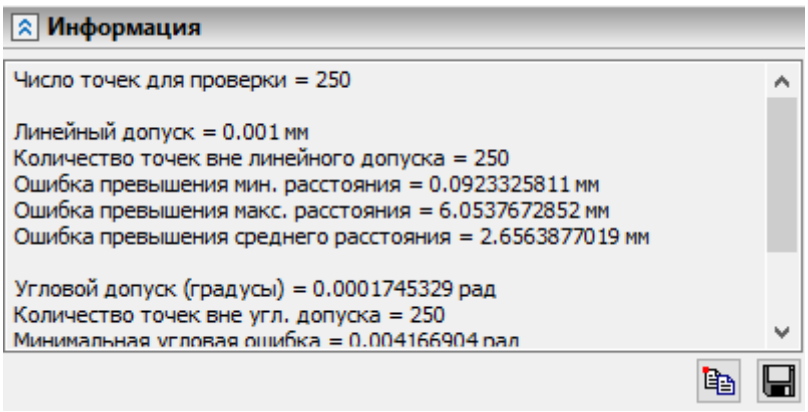

Контроль отклонений
Параметры анализа
Первый объект:
Грань_1 : Конус_1
Второй объект:
Грань_2 : Конус_1
Сетка по U:
1
Сетка по V:
50
Допуски и параметры отображения
Линейный допуск
Визуальный масштаб декораций:
50
Значение линейного допуска:
29
Угловой допуск
Контрольные точки
Результат измерения
№ Результат X Y Z Расстояние Угол
1 0 329.031373 0 3.968627 785.398163
2 0 325.062745 0 7.937255 785.398163
3 0 321.094118 0 11.905882 785.398163
4 0 317.12549 0 15.87451 785.398163
5 0 313.156863 0 19.843137 785.398163
6 0 309.188235 0 23.811765 785.398163
7 0 305.219608 0 27.780392 785.398163
8 0 301.25098 0 31.74902 785.398163
9 0 297.282353 0 35.717647 785.398163
10 0 293.313725 0 39.686275 785.398163



Результат измерения отображается на одноимённой вкладке окна параметров команды. Результат можно скопировать в буфер обмена в табличном виде, используя кнопку **Скопировать таблицу**, расположенную в правой части вкладки.
Если необходимо сохранить результат измерения кривизны или радиуса кривизны по сечениям как отдельный элемент модели, нужно использовать следующую опцию:

<R> Создать результат

Сводная информация о результатах отображается на вкладке **Информация** окна параметров команды. С помощью кнопок, расположенных в нижней части вкладки, информацию можно **Копировать** в буфер обмена или **Сохранить** в текстовый файл.

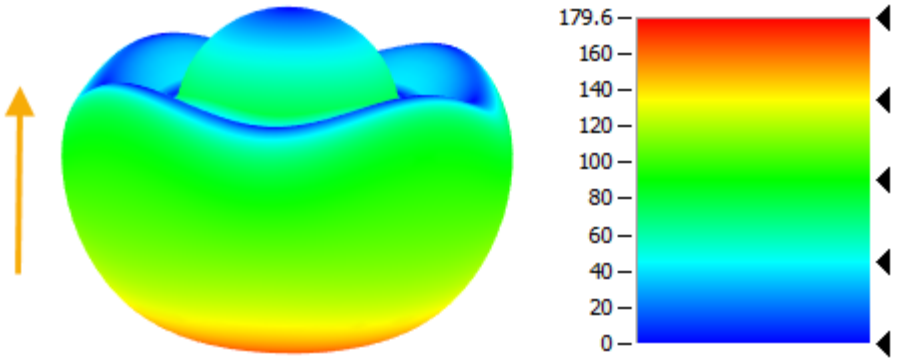


Отклонение граней

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Измерение > Анализ геометрии > Отклонение граней
Клавиатура	Текстовое меню
<QD>	Сервис > Анализ геометрии > Отклонение граней

Данная команда позволяет определить отклонение нормали выбранной грани от заданного направления.



Цветовое отображение грани позволяет увидеть отклонение по всей грани. Также можно измерить отклонение в конкретной точке.

После входа в команду необходимо задать направление, относительно которого будет определяться отклонение граней. В качестве направления доступна возможность выбрать грани, рёбра, 3D профили, рабочие плоскости и системы координат.

Для указания точек можно использовать 3D узлы, вершины, рёбра, системы координат, сферические и тороидальные грани.

Выбранное направление можно изменить на противоположное с помощью опции .

После выбора направления необходимо выбрать грани, отклонение которых нужно посчитать. Их нужно задать в поле **Элементы**.

Выбрать все операции в сцене можно, используя опцию:

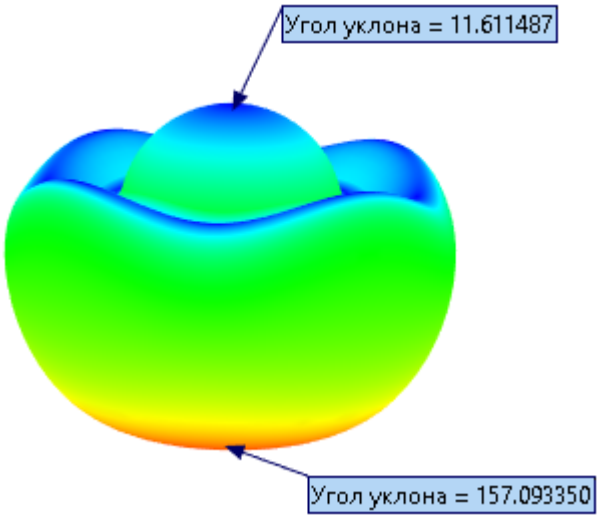
<A> Выбрать все операции

Если направление задано, выбранные грани изменяют свою окраску в соответствии со шкалой, расположенной на закладке Цвета. Работа с этой закладкой осуществляется точно так же, как и в команде **Кривизна кривых**.

Чтобы измерить отклонение в конкретной точке необходимо использовать опцию:

<C> Измерение отклонения в любой точке

По умолчанию, если кликнуть в определенную точку грани, будет создана метка со значением отклонения грани в этой точке.



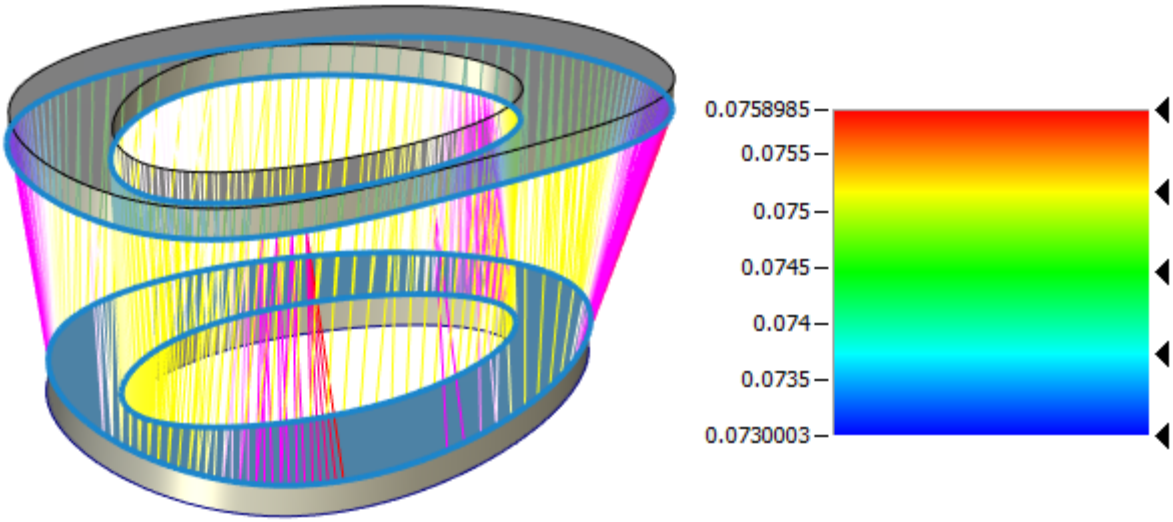
При необходимости метку можно не создавать, отключив опцию **Создавать** в закладке **3D метки**. Кроме этого значения координаты точки и угла наклона будут записаны в отчёт измерений.
Работа с закладкой Результаты измерений в точке ведётся так же, как и в команде **Кривизна кривых**.

Зазор между гранями

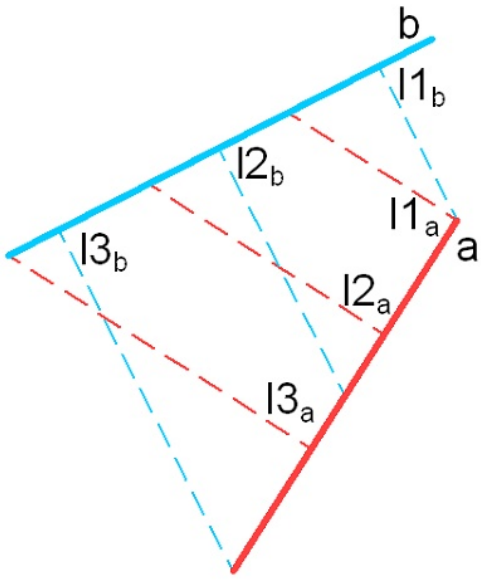
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Измерение > Анализ геометрии > Зазор между гранями
Клавиатура	Текстовое меню
<QH>	Сервис > Анализ геометрии > Зазор между гранями

Данная команда позволяет оценить зазор между двумя или несколькими выбранными гранями или рёбрами. Система рассчитывает расстояние между рёбрами. При этом команда предназначена не для точного измерения расстояний между точками рёбер, а для оценки расстояния между рёбрами по всей их длине. Для точного измерения расстояний необходимо пользоваться командой Измерить. Команда в основном используется для анализа моделей, полученных при некачественном импорте/экспорте.



Расстояния между рёбрами рассчитываются в плоскостях, перпендикулярных рёбрам. Поэтому, например, для двух непараллельных рёбер будет существовать два варианта расстояний: от первого ребра до второго и от второго ребра до первого.
На рисунке ниже условно изображены две прямые: a и b. Пунктиром показаны расстояния от a до b (отрезки l1a, l2a, l3a) и от b до a (отрезки l1b, l2b, l3b). В 3D окне показывается множество именно этих (отмеченных на рисунке пунктиром) расстояний между рёбрами.



После входа в команду необходимо выбрать грани или рёбра, расхождение между которыми будет измеряться. Для выбора граней используется опция:

<F> Добавление/удаление грани

Чтобы выбрать рёбра используется команда:

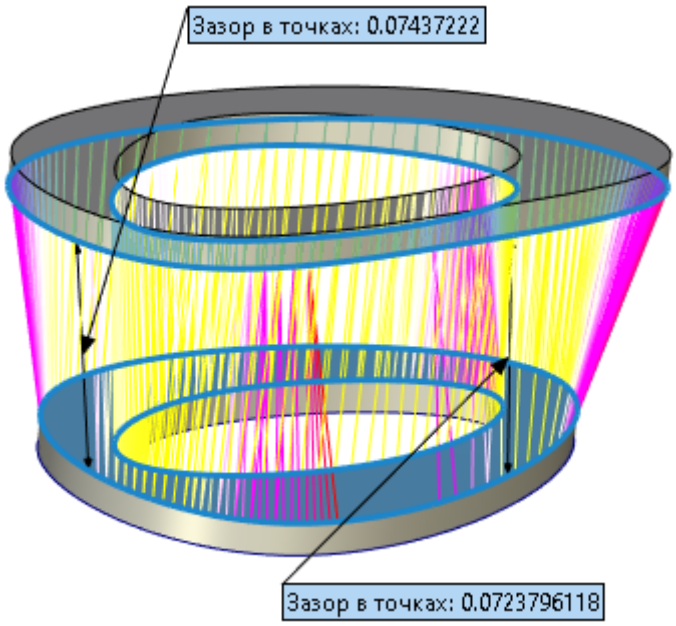
<E> Выбрать ребро или отменить выбор ребра

Когда выбрано несколько граней, между их рёбрами появляются цветные линии, показывающие расхождение граней.

Каждая цветная линия в зависимости от своей длины окрашивается цветом, в соответствии с цветовой шкалой. Настройка цветовой шкалы ведётся на закладке Цвета. Работа с этой закладкой осуществляется аналогично команде **Кривизна кривых**.
Чтобы измерить отклонение в конкретной точке необходимо использовать опцию:

<C> Измерение зазора в любой точке

Если кликнуть в определенную точку грани или ребра, будет создана метка со значением зазора между гранями или ребрами в этой точке.



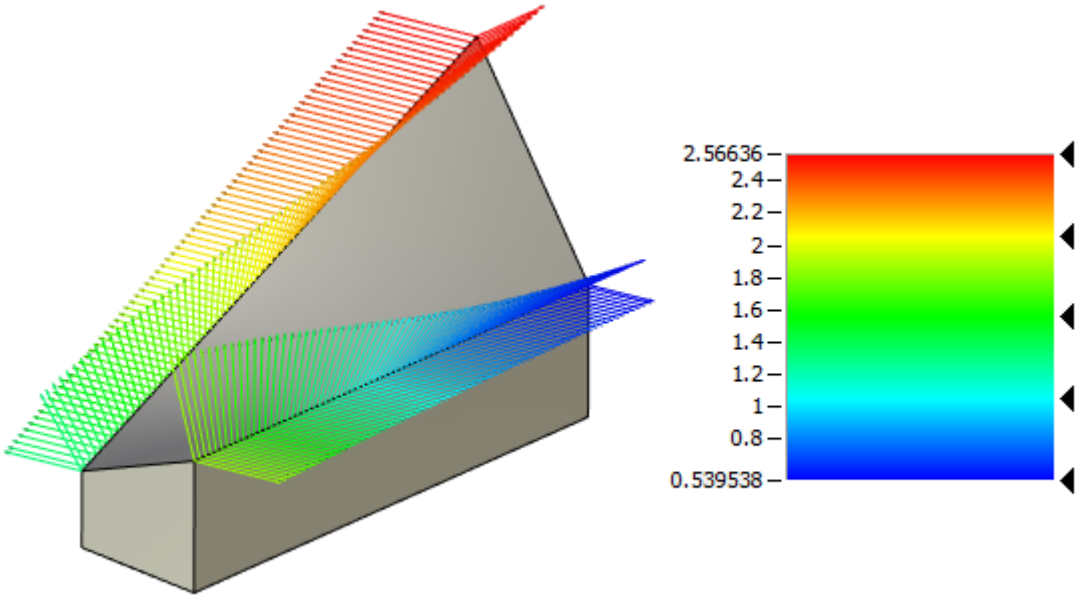
Работа с закладкой Результаты измерений в точке ведётся так же, как и в команде **Кривизна кривых**.

Расхождение нормалей

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Измерение > Анализ геометрии > Расхождение нормалей
Клавиатура	Текстовое меню
<QN>	Сервис > Анализ геометрии > Расхождение нормалей

Данная команда позволяет измерить расхождение между нормалями соседних граней в указанных рёбрах.



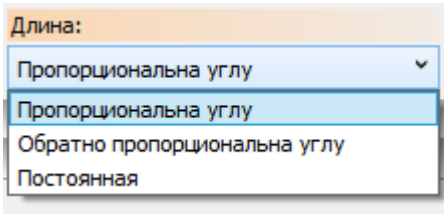
Отображаемые в 3D окне эпюры помогают увидеть расхождение нормалей по всей длине ребра. После входа в команду необходимо указать рёбра, в которых требуется измерить расхождение нормалей. Чтобы указать все рёбра, принадлежащие определённой грани, используется опция:

<F> Добавление/удаление грани

Чтобы выбрать рёбра используется команда:

<E> Выбрать ребро или отменить выбор ребра

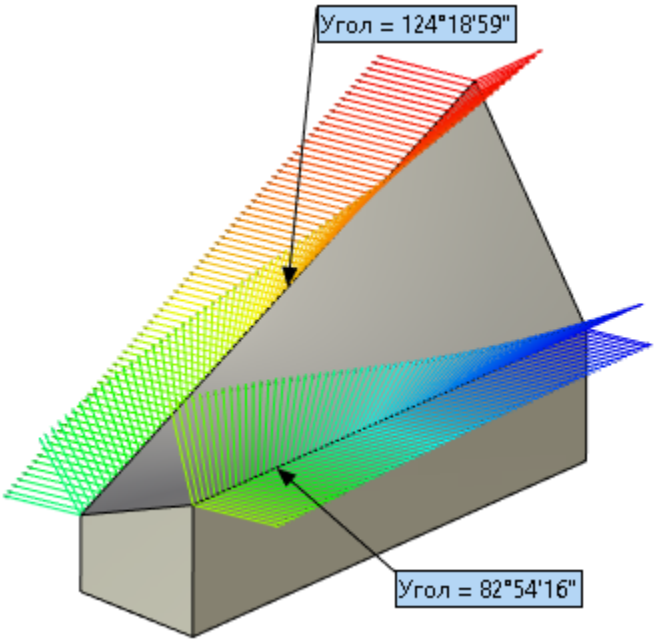
После выбора ребра появляется эпюра, отражающая расхождение между нормалями.
Цвет эпюры изменяется в соответствии с цветовой шкалой, расположенной на закладке Цвета.
Работа с этой закладкой осуществляется аналогично команде **Кривизна кривых**.
В зависимости от расхождения нормалей граней, у эпюры может изменяться не только цвет, но и длина эпюрных линий. То, как меняется длина в зависимости от угла расхождения, задаётся параметром **Длина**.
Длина линий эпюры может быть пропорциональна углу, обратно пропорциональна углу и постоянна.



Чтобы измерить угол расхождения нормалей в определённой точке ребра, необходимо использовать опцию:

<C> Измерение угла в любой точке

Если кликнуть в определенную точку ребра, будет создана метка со значением угла в этой точке.



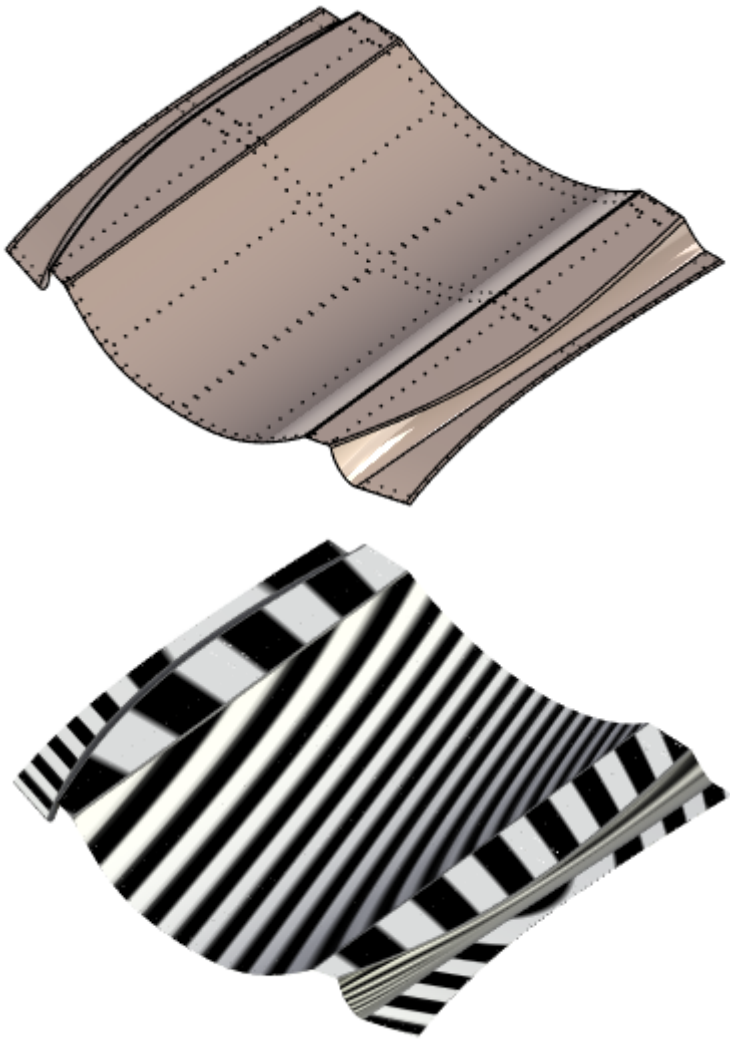
Работа с закладкой Результаты измерений в точке ведётся так же, как и в команде **Кривизна кривых**.

Гладкость модели

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Измерение > Анализ геометрии > Гладкость модели
Клавиатура	Текстовое меню
<QZ>	Сервис > Анализ геометрии > Гладкость модели

Данная команда позволяет оценить гладкость модели.

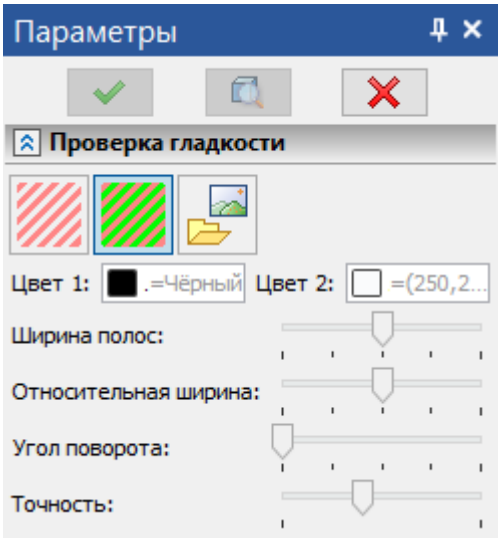


Такое отображение делает возможным визуально определить, являются ли смежные грани гладко сопряжены по касательной, либо гладко сопряжены по кривизне.

Если поверхности сопряжены гладко по касательной, то линии текстуры отображаются непрерывно, однако резко меняют своё направление. Если поверхности сопряжены гладко по кривизне, то линии текстуры не только непрерывны, но и плавно меняют направление.

Сразу же после входа в команду модель меняет свою окраску. По умолчанию, это окраска двухцветными линиями. Можно изменить окраску на одноцветные линии или самостоятельно указать файл формата .bmp, .jpeg, .gif или .png, содержащий изображение, используемое при отображении гладкости модели.

Используемый цвет для одноцветных или двухцветных полос задается с помощью полей **Цвет 1** и **Цвет 2**.



Ширина, относительная ширина, угол наклона линий и качество их отображения также задаются в окне параметров.

Наиболее удобно использовать окраску по умолчанию. При такой окраске, чем выше кривизна грани, тем более мелкими линиями она окрашена. На плоских гранях цветные линии отображаются особенно широко.

Линии, окрашивающие грани могут идти в разных направлениях. Однако, если грани соединены между собой гладко по касательной, линии не прерываются и не сдвинуты друг относительно друга, но резко меняют своё направление. Если грани соединены между собой гладко по кривизне, линии не прерываются и плавно меняют своё направление.

Грани сопряжены не гладко | Грани сопряжены гладко по касательной | Грани сопряжены гладко по кривизне

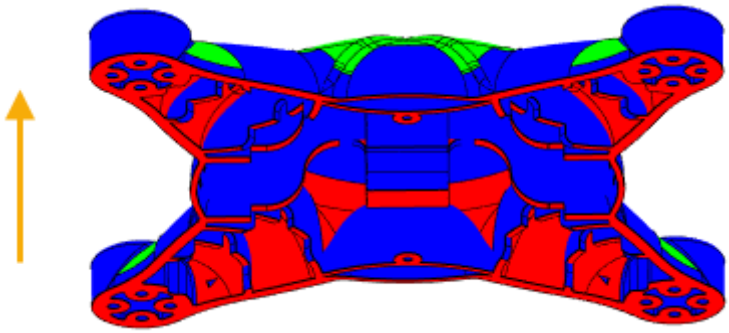
На отображение цветных линий в 3D окне существенно влияет параметр **Качество сетки**, устанавливаемый на закладке **3D** в команде Параметры документа. При исследовании гладкости модели рекомендуется установить плотность сетки на максимальную точность.

Разнимаемость формы

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Измерение > Анализ геометрии > Разнимаемость формы
Клавиатура	Текстовое меню
<QS>	Сервис > Анализ геометрии > Разнимаемость формы

Данная команда предназначена для проверки того, будет ли литейная или пресс-форма, используемая для получения модели, разнимаемой.



Команда позволяет найти грани областей, препятствующих раскрытию формы. Кроме этого отображаются те грани, угол наклона которых к выбранному направлению меньше заданного. Доступно два типа направления:

По объекту

По точкам

По умолчанию используется тип **По объекту**. После входа в команду необходимо выбрать операцию, анализ граней которой будет производиться. Для выбора операции используется опция:

<B> Выбрать операцию

Далее необходимо задать направление разъёма формы. Для выбора элемента, задающего направление, используется опция:

<D> Выбрать направление

При использовании данной опции есть возможность выбрать грани, рёбра, 3D профили, рабочие плоскости и системы координат. Выбранный объект заносится в поле **Объект направления**.
При использовании типа **По точкам**, необходимо задать направление указав две 3D точки:

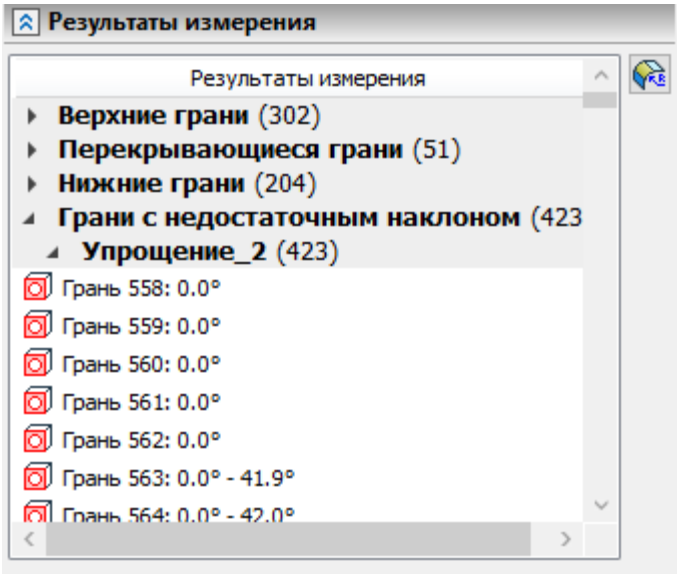
<S> Выбрать первую 3D точку

<E> Выбрать вторую 3D точку

Для указания точек можно использовать 3D узлы, вершины, рёбра, системы координат, сферические и тороидальные грани. Точки заносятся в поля **Первая точка** и **Вторая точка** соответственно.
После выбора необходимых объектов выполняется проверка, а грани операции меняют свою окраску. По умолчанию, **красным** отмечены грани областей, препятствующих раскрытию формы. **Синим** цветом отмечены грани, угол наклона которых к выбранному направлению меньше заданного. **Зелёным** цветом отмечены грани, которые достаточно наклонены к выбранному направлению и не препятствуют раскрытию формы.

> Если выбрано сразу несколько тел, система выполнит проверку разнимаемости с учётом всех тел сразу, будто бы это одна деталь. Следовательно, результаты проверки нескольких тел по отдельности и вместе будут различными.

Кроме цветового отображения в 3D окне, результаты проверки попадают в поле **Результаты измерения**. Сюда заносятся **перекрывающиеся грани** (препятствующие раскрытию формы) и **грани с недостаточным наклоном**. Здесь же указываются **наборы верхних** и **нижних граней**. Верхние и нижние грани – это грани, удовлетворяющие условию разнимаемости формы и не перекрывающиеся другими гранями тела в прямом и обратном направлениях разъёма. На основе этих граней определяется рабочая зона пресс-формы.



> Доступно отображение в виде таблицы или дерева.

Если раскрыть список сообщений и кликнуть по названию ошибочной грани, эта грань будет подсвечена в 3D окне.
Если флажок **Оставлять выделенным** установлен, после выхода из команды подсвеченные грани станут выбранными. Это сделано для удобства работы.
Параметр **Минимальный уклон** задаёт минимальный допустимый наклон граней к выбранному направлению.
Если необходимо сохранить результат измерения разнимаемости формы как отдельный элемент модели, нужно использовать опцию автоменю:

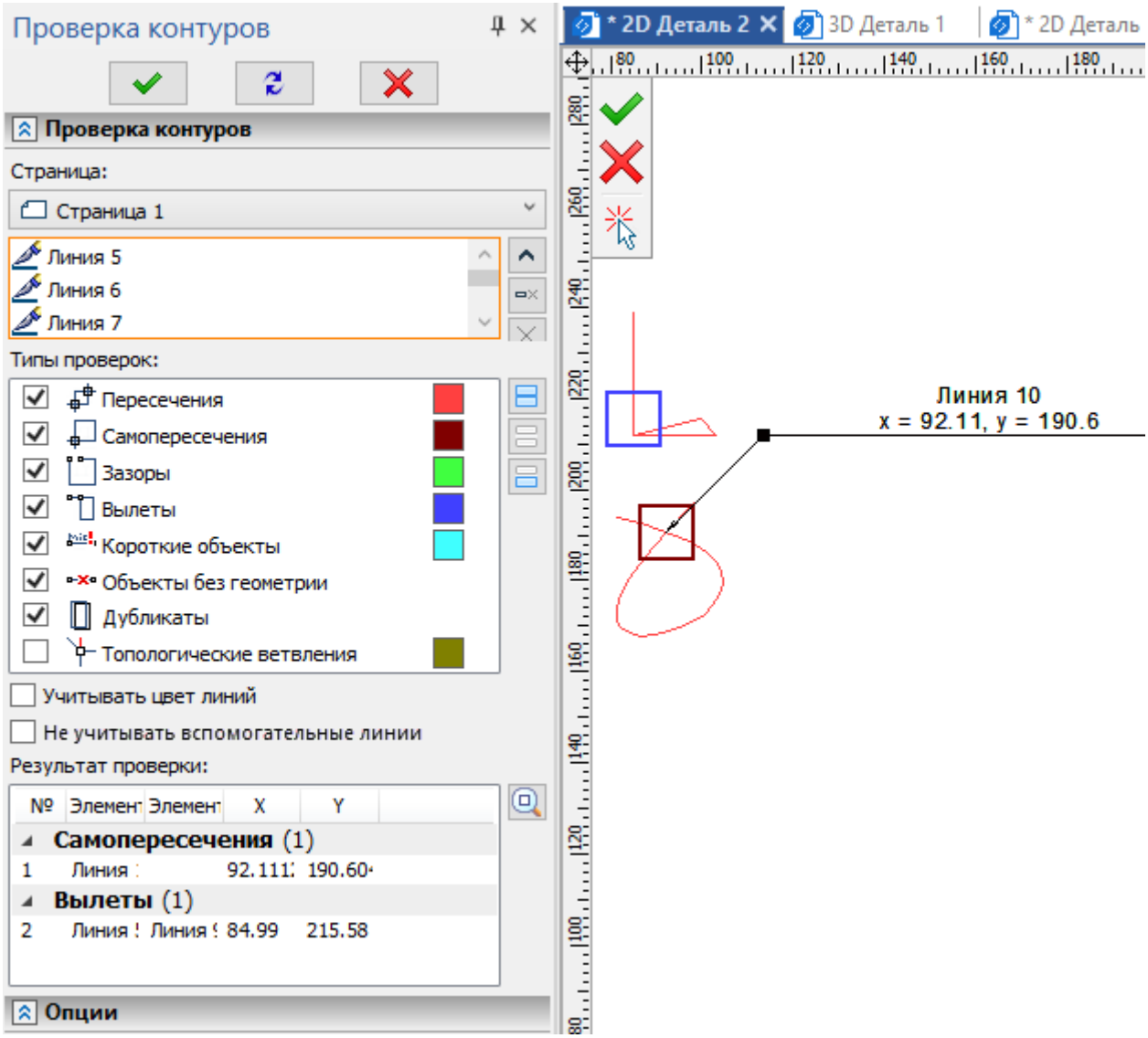
<R> Создать результат

Созданный результат измерения отобразится как в дереве модели, так и сцене.

Проверка контуров

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Измерение > Проверка контуров > Проверка контуров Рабочая плоскость > Проверка > Проверка контуров
Клавиатура	Текстовое меню
<QP>	Сервис > Анализ геометрии > Проверка контуров



Команда предназначена для проверки на ошибки контуров, образованных линиями изображения на активной рабочей плоскости, странице чертежа или активном чертёжном виде. Полезно использовать данную команду на активной РП для проверки контуров, по которым будут потом

созданы 3D профили. При работе с чертежом можно выбрать **Страницу** для проверки в выпадающем списке, расположенном в верхней части окна параметров команды. Если чертёжные виды не активированы, то проверяются только элементы не принадлежащие видам. Если активирован какой-либо чертёжный вид, то проверяется только содержимое этого вида. При работе с 3D сценой в выпадающем списке **Страница** доступны все имеющиеся рабочие плоскости. Выбор плоскости в списке активирует её. При работе на активной рабочей плоскости текущая РП автоматически выбирается в данном списке, и переключение на другую РП невозможно.

Под выпадающим списком **Страница** расположен список проверяемых линий. После запуска команды линии добавляются в список по нажатию . Если в момент запуска команды уже выбраны линии изображения, то они автоматически добавляются в список проверяемых линий. При запуске проверки без выбора линий проверяются все доступные линии изображения. Управление списком проверяемых линий осуществляется с помощью кнопок **Развернуть** , **Свернуть** , **Удалить элемент из списка** , **Очистить**

Ниже в окне параметров команды доступны следующие **Типы проверок**:

Пересечения

Обнаруживает пересечения разных линий друг с другом.

Самопересечения

Обнаруживает пересечения линии с самой собой.

Зазоры

Обнаруживает зазоры между соседними линиями, если величина зазора попадает в заданный диапазон.

Вылеты

Обнаруживает частично совпадающие линии.

Короткие объекты

Обнаруживает линии, длина которых попадает в заданный диапазон.

 Объекты без геометрии

Обнаруживает объекты, геометрия которых не может быть построена. Например, если дуга была построена по трём узлам, а в результате дальнейшего редактирования узлы оказались лежащими на одной прямой, такая дуга будет объектом без геометрии.

Дубликаты

Обнаруживает полностью совпадающие линии.

Топологические ветвления

Обнаруживает точки, из которых исходит более двух линий.

Для части типов справа отображается поле с образцом цвета. Этим цветом будут обведены на чертеже/РП результаты соответствующего типа проверки. Цвета можно настроить вручную в установках системы (**Установки** > **Цвета** > **Проверка контуров**). Проверка проводится для тех типов, флаги которых установлены в списке. Флаги можно устанавливать/снимать, непосредственно нажимая на них, или с помощью кнопок, расположенных справа от списка (**Выбрать всё**, **Снять выбор**, **Инвертировать выбор**).

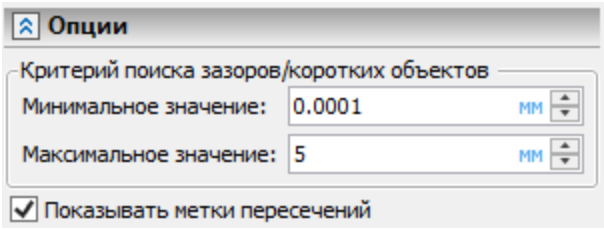
Под списком типов проверок доступны следующие флаги:

- **Учитывать цвет линий**

  По умолчанию данный флаг снят. Если его установить, то **Пересечения**, **Зазоры**, **Вылеты** и **Топологические ветвления** между линиями разного цвета не будут учитываться при проверке.

- **Не учитывать вспомогательные линии**
  По умолчанию данный флаг установлен. В результате вспомогательные линии не учитываются при проверке. При снятом флаге учитываются все выбранные линии, независимо от того, являются ли они вспомогательными.

На вкладке **Опции** окна параметров команды доступны следующие элементы управления:



- **Критерий поиска зазоров/коротких объектов**
  Зазоры и **Короткие объекты** ищутся в диапазоне от **Минимального** до **Максимального значения**. Минимальное значение входит в диапазон, максимальное - нет.
- **Показывать метки пересечений**
  Если установить этот флаг, то в результате проверки на чертеже/РП будут показаны выноски от точек найденных пересечений. Текст выноски содержит имена пересекающихся линий и координаты точки. Точность отображения координат определяется параметрами документа (**Параметры документа** > **Страница** > **Вид** > **Линейные** > **Точность**).

Установите желаемые параметры проверки и нажмите , **<Ctrl>+<Enter>** или **<Enter>**. В поле **Результат проверки** появится список найденных результатов. Результаты в списке сгруппированы по типам проверки. Можно свернуть группу результатов, нажав на кнопку слева от её названия. Кнопка сменит вид на . Повторное нажатие снова развернет группу. Количество входящих в группу результатов отображается в скобках справа от её названия. Для каждого найденного результата в списке отображаются порядковый номер (**№**), имена образующих его линий (**Элемент 1, Элемент 2**), а также координаты (**X** и **Y**) там, где это применимо. Для зазоров и вылетов отображаются координаты крайней точки одной из линий, для пересечений и самопересечений - координаты точки пересечения, для топологических ветвлений - координаты точки разветвления. Результаты в списке можно выбирать с помощью . При выборе результата в списке образующие его линии выбираются на чертеже/РП, а обводка результата (при наличии таковой) меняет цвет на розовый. С помощью кнопки **Показать крупнее**, расположенной справа от списка, можно навести камеру на выбранный результат.

После того как проверка произведена, можно изменить параметры команды и запустить проверку снова (, **<Ctrl>+<Enter>** или **<Enter>**), либо выйти из команды (, , **<Esc>**, **<Shift>+<Esc>**, **<X>**).

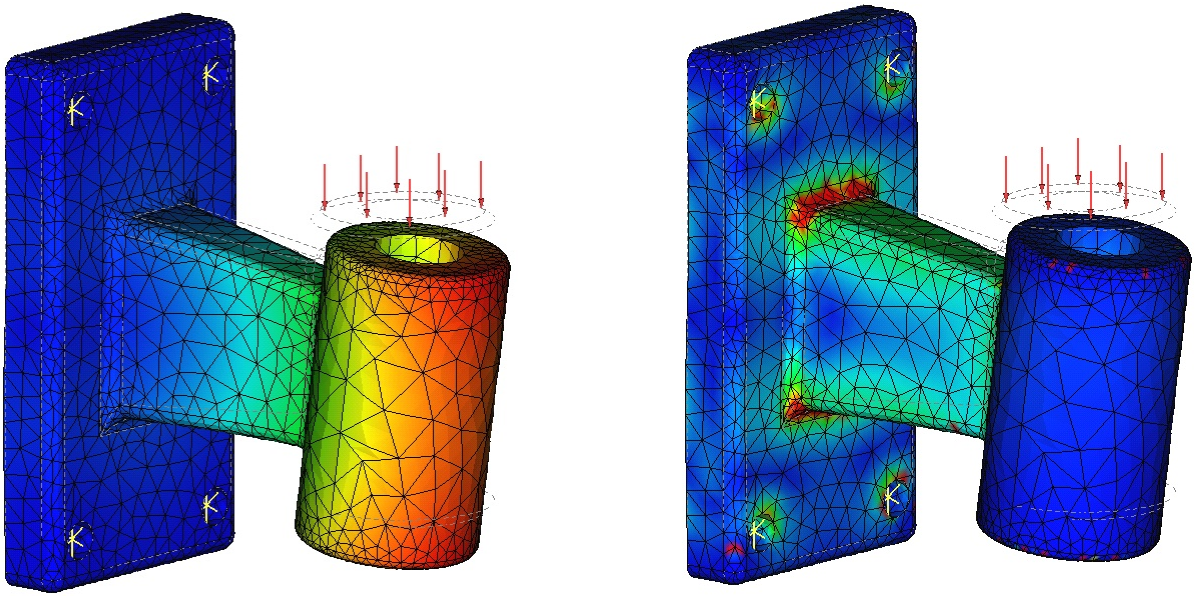
Инженерный анализ

Кроме команд анализа геометрии в комплексе T-FLEX CAD существуют дополнительные модули, позволяющие проводить более сложные виды анализов модели: **конечно-элементный анализ** и **динамический анализ**.

Конечно-элементный анализ – модуль **T-FLEX Анализ**, позволяющий осуществлять различные виды **конечно-элементных расчётов**:

- **Статический анализ** позволяет осуществлять расчёт напряжённо-деформированного состояния конструкций под действием приложенных к системе постоянных во времени сил;
- **Частотный анализ** позволяет осуществлять расчёт собственных (резонансных) частот конструкции и соответствующих форм колебаний;
- **Анализ устойчивости** важен при проектировании конструкций, эксплуатация которых предполагает продолжительное воздействие различных по интенсивности нагрузок;
- **Тепловой анализ** – модуль обеспечивает возможность оценки температурного поведения изделия под действием источников тепла и излучения.
- **Анализ вынужденных колебаний** проводится для предсказания поведения конструкции под действием внешних воздействий, изменяющихся по гармоническому закону.
- **Анализ усталости** – позволяет изучать прочность материала при действии переменных нагрузок.

T-FLEX Анализ ориентирован на решение физических задач в объёмной постановке. Все расчёты ведутся с применением метода конечных элементов (МКЭ). Для математической аппроксимации изделия используется её эквивалентная замена сеткой из тетраэдральных элементов. При этом между трёхмерной моделью изделия и расчётной конечно-элементной моделью поддерживается ассоциативная связь. Параметрические изменения исходной твердотельной модели автоматически переносятся на сеточную конечно-элементную модель.



Результаты конечно-элементного моделирования (перемещения и напряжения)

В стандартную поставку T-FLEX CAD включена только ограниченная ознакомительная версия модуля конечно-элементого анализа – Экспресс-анализ. **Экспресс-анализ** является облегчённой версией модуля **T-FLEX Анализ**, специально адаптированной для проведения упрощенных, но качественных

прочностных расчётов. В распоряжении пользователя имеется необходимый набор типов нагрузок и закреплений. Основываясь на геометрии модели T-FLEX CAD, автоматический генератор экспресс-анализа создаёт качественную конечно-элементную сетку. После выполнения расчёта в графическом виде выводятся результаты по деформациям, напряжениям, перемещениям, запасу прочности.
Полнофункциональный модуль конечно-элементного анализа **T-FLEX Анализ** приобретается отдельно.

> Более подробно о работе с модулем конечно-элементного анализа можно прочитать в справке приложения **T-FLEX Анализ**. Если приложение установлено, его справку можно вызвать из текстового меню или меню справки (**? > Справка по конечно-элементному анализу**).

Экспресс-расчёт

Модуль экспресс-расчёта предназначен для ознакомления с функциональностью системы **T-FLEX Анализ** и проведения упрощённых расчётов на прочность. Модуль экспресс-анализа включается в поставку системы T-FLEX CAD и не требует наличия специальных лицензий.
Экспресс-расчёт - это, статический расчёт, имеющий ограничения. При отсутствии лицензии на полную версию, данный тип расчёта является единственно доступным при создании новой задачи.
Данные, записанные в файле, содержащем задачи экспресс-расчёта, могут быть прочитаны при наличии лицензии на полный модуль: при этом существует возможность произвести вычисления для более сложной расчётной модели.
Экспресс-расчёт имеет те же пункты меню, что и полный модуль, при этом команды, недоступные в экспресс-расчёте, являются неактивными.

Ограничения экспресс-расчёта

- Расчётная модель может состоять только из одного элемента. Т.е. рассчитать можно отдельно взятые детали, но не сборочную единицу в целом.
- КЭ-сетка имеет упрощенный диалог задания параметров. Параметры сетки управляются регулятором «грубее/точнее».
- Из набора нагрузок доступны лишь силы и давления.
- В качестве закреплений используется только полное закрепление.
- При запуске на расчёт отсутствует возможность настройки решателя.
- Не предусмотрен экспорт результатов вычислений.
- Перечень результатов ограничивается следующими видами: «К-т запаса по эквивалентным напряжениям», «Напряжения эквивалентные», «Перемещения, модуль».

Динамический анализ – модуль, позволяющий производить исследование динамического поведения различных пространственных механических систем.
Модуль динамического анализа может решать следующие задачи:

- анализ траекторий движения, скоростей, ускорений любых точек компонентов механической системы под действием сил;
- анализ временных характеристик механической системы (время прихода в целевую точку, время затухания колебаний и т.д.);
- анализ сил, возникающих в компонентах механической системы в процессе движения (силы реакции в опорах, сочленениях и т.д.).

Модель механизма описывается как система твёрдых тел, шарниров и нагрузок. Данные для анализа автоматически берутся непосредственно от созданной в системе T-FLEX CAD геометрической модели. При моделировании используются обычные инструменты T-FLEX CAD, для задания связей между трёхмерными телами используются сопряжения и степени свободы. В системе также имеются средства моделирования контактов между любыми твёрдыми телами, способные обрабатывать одновременное контактное взаимодействие сотен и тысяч твёрдых тел произвольной формы.

В качестве нагрузок для тел можно задать начальные линейные и угловые скорости, силы, моменты, пружины, гравитацию и т.д. Для считывания результатов используются специальные элементы-датчики. Для анализа доступны многие величины: координаты, скорости, ускорения, силы реакций в шарнирах, усилия в пружинах и т.д. Непосредственно в процессе расчёта пользователь может наблюдать за поведением модели с любой точки. По готовым результатам динамического расчёта можно создавать анимационные ролики.
В стандартную поставку T-FLEX CAD включена только ограниченная ознакомительная версия модуля динамического анализа – экспресс-анализ динамики. Экспресс-анализ имеет некоторые ограничения по видам нагружений и по выводу результатов динамического анализа (отсутствуют инструменты для получения численных результатов расчёта). В коммерческом модуле результаты расчёта выдаются в виде графиков, динамических векторов-стрелок и в виде массива чисел (точки графика).
Полнофункциональный модуль динамического анализа при необходимости приобретается отдельно.

Более подробно о работе с модулем динамического анализа можно прочитать в справке приложения **T-FLEX Динамика**. Если приложение установлено, его справку можно вызвать из текстового меню или меню справки (**? > Справка по анализу движения**).

Основные темы в этом разделе:

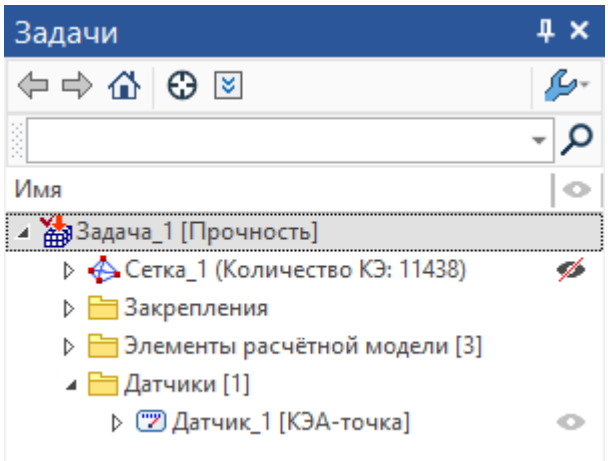
- Окно "Задачи"

Окно "Задачи"

Вызов окна:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Окна > Задачи Анализ > Задача > Окно задач Вид > Окно > Окна > Задачи > Окна > Задачи
Клавиатура	Текстовое меню
<Shift>+<F6>	Настройка > Окна > Задачи

Окно задач отображает имеющиеся в данном документе задачи конечно-элементного и динамического анализа и элементы задач.



Контроль качества и замечания

T-FLEX CAD предоставляет различные инструменты для обеспечения контроля качества разрабатываемой документации.

Команда **Контроль качества** позволяет проводить автоматизированную проверку документа на соответствие заданным критериям. Критерии проверки описываются в сценарии контроля качества с помощью открытого программного интерфейса Open API T-FLEX CAD.

Механизм работы с замечаниями позволяет с лёгкостью осуществлять ручную проверку документации в электронном виде. Проверяющий может наносить все необходимые замечания непосредственно на 3D модели или на страницах чертежа, аналогично тому, как это делается вручную при использовании бумажной документации.

Основные темы в этом разделе:

- Контроль качества
- Замечания

Контроль качества

Контроль качества - это инструмент для автоматического контроля и проверки документов согласно корпоративным правилам. Методы контроля и контролируемые параметры прописываются в специальном файле формата ***.tfqms** - сценарии контроля качества. Каждое предприятие может разработать свой сценарий проверки или использовать стандартный.

Для работы с инструментами контроля качества предусмотрено специальное служебное окно – **Контроль качества**.

Отображение результатов проверки, установка параметров проверки, загрузка и выполнение сценариев проверки осуществляется через это окно. Все действия при проверке моделей зависят от сценария. Сценарий может осуществлять автоматическую проверку нормоконтролёра и конструктора: проверку шрифтов, толщин линий, наличие размеров, технических требований, отсутствие «подогнанных размеров», когда номинал исправлен вручную, отсутствие пересечения тел, отсутствие ошибок пересчёта модели и переменных, и т.д. Кроме того, сценарий может осуществлять автоматическую проверку файлов на сокрытие секретной информации, что необходимо для службы безопасности. Можно проверить наличие скрытых текстов, слоёв, рабочих плоскостей, проверить наличие зашифрованных текстов в названиях элементов, проверить наличие «лишних», неиспользуемых построений.

Основные темы в этом разделе:

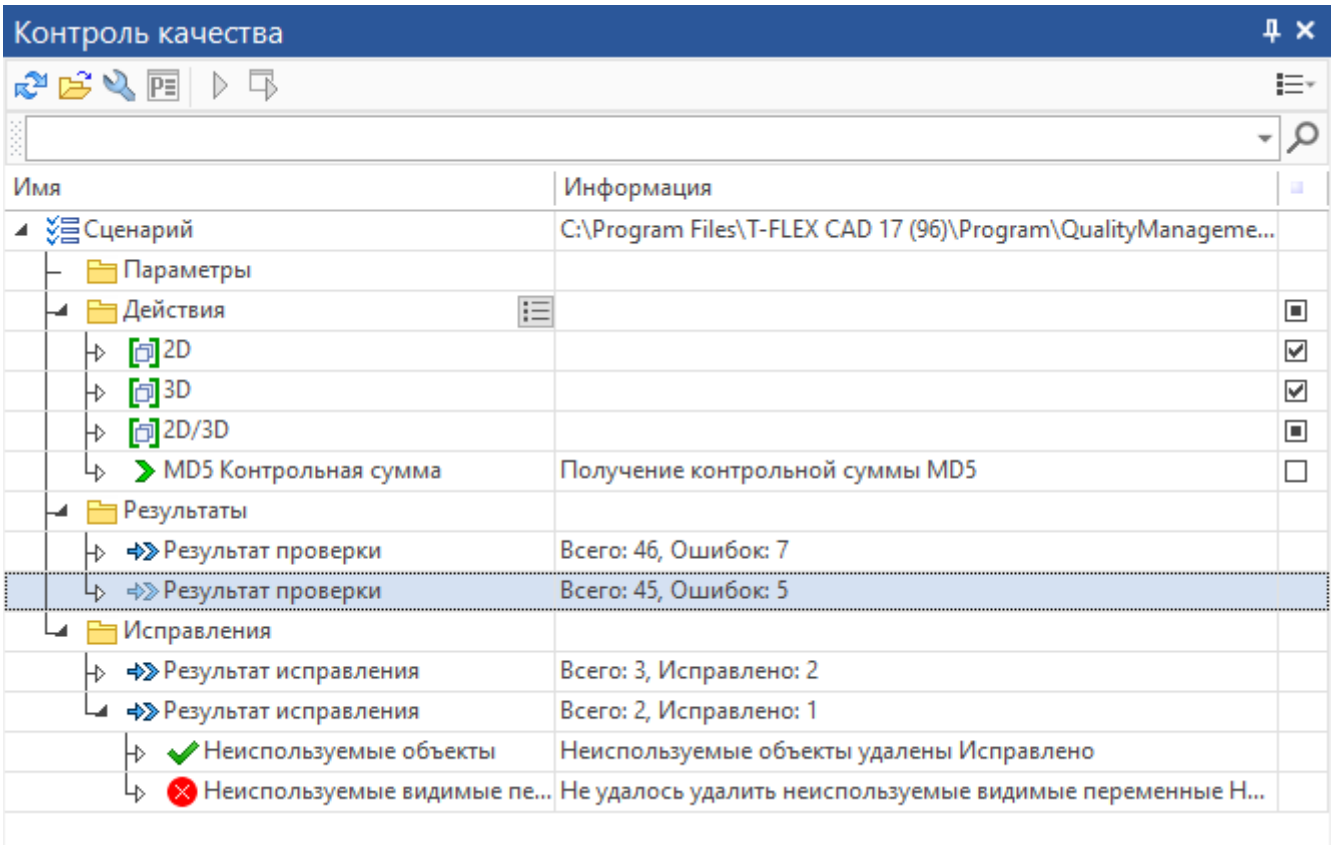
- Окно "Контроль качества"
- Контроль качества текущего документа
- Контроль качества всех документов в папке
- Сценарии контроля качества

Окно "Контроль качества"

Для работы с инструментами контроля качества предусмотрено специальное служебное окно:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Окна > Контроль качества Инструменты > Контроль качества Вид > Окно > Окна > Контроль качества > Окна > Контроль качества
Клавиатура	Текстовое меню
<Shift>+<F9>	Настройка > Окна > Контроль качества

Оно позволяет открыть сценарий контроля качества, настроить его параметры и выполняемые действия, выполнить проверку и просмотреть результаты.



Папки

Структура открытого сценария контроля качества отображается в древовидной форме. По умолчанию открывается стандартный сценарий. Структура любого сценария содержит 4 вложенных папки:

- **Параметры**
- **Действия**
- **Результаты**
- **Исправления**

Колонки

В окне доступны следующие колонки:

- **Имя**
  Содержит имена сценариев, действий, результатов и прочих объектов.
- **Информация**
  Содержит поясняющие комментарии к действиям, значения параметров, информацию о результатах действий или исправлений.
- **Выбор**
  При выполнении сценария выполняются только те действия, у которых установлен флаг в данной колонке.

Панель инструментов

На панели инструментов окна доступны следующие команды:

Обновить

Открыть сценарий

Установки (вызывает вкладку **Контроль качества** диалога установок системы, где можно настроить путь к папке со сценариями, а также выбрать сценарий по умолчанию и включить/выключить его автоматическую загрузку при запуске CAD)

Параметры сценария

Выполнить сценарий

Выполнить сценарий для папки

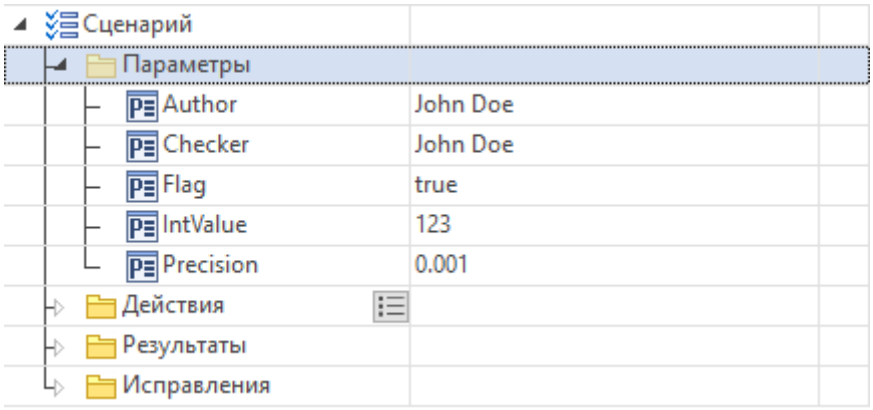
Две последние команды также доступны в контекстном меню, вызываемом нажатием на открытом сценарии. С помощью данного меню также можно **Закрыть** сценарий (при закрытии сценарий пропадет из окна **Контроль качества**) или **Сохранить** его под другим именем.
Кроме того, под панелью инструментов доступна панель поиска, аналогично другим служебным окнам.

Основные темы в этом разделе:

- Параметры
- Действия
- Результаты
- Исправления

Параметры

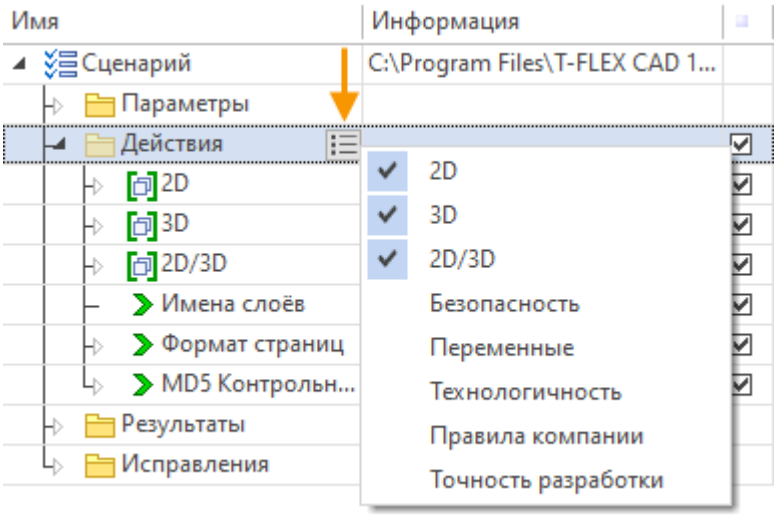
В окне **Контроль качества** в папке **Параметры** отображаются общие параметры сценария. Так, например, можно указать автора, какие общие настройки использовались и т.п. Значения параметров отображаются в столбце **Информация**. Для изменения значения нажмите на нём и введите новое с клавиатуры. Разные параметры могут иметь разные типы данных (текстовая строка, целое число, десятичное число, логическое значение и т.п.). В стандартном сценарии папка параметров пустая, поскольку данный сценарий не предусматривает каких-либо общих параметров.
Содержимое данной папки соответствует содержимому группы элементов **<Parameters>** в файле сценария.



Действия

В окне Контроль качества в папке **Действия** отображаются действия, входящие в текущий сценарий. При проверке документа выполняются только те действия, для которых установлен флаг в столбце **Выбор**.

Содержимое данной папки соответствует содержимому группы элементов <Actions> в файле сценария.

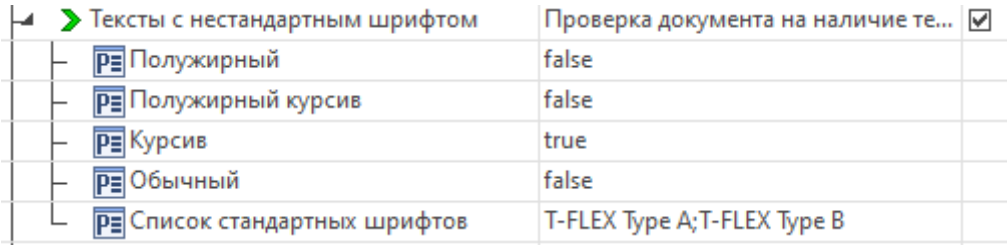


Кнопка позволяет сгруппировать действия по тегам. При нажатии кнопки появляется выпадающий список всех тегов, назначенных действиям текущего сценария. Для включения группировки по тому или иному тегу установите его флаг в списке. Группировка применяется в соответствии с порядком тегов в списке. Если для одного и того же действия прописаны несколько тегов и для всех этих тегов включена группировка, группы тегов, располагающиеся ниже в списке, будут отображаться внутри групп тегов, располагающихся выше в списке.

По умолчанию в стандартном сценарии действия группируются по тегам **2D, 3D, 2D/3D** и **Переменные,** в зависимости от типа проверяемых элементов. Некоторым стандартным действиям также назначены другие теги, помимо вышеупомянутых. Имеющиеся теги стандартных действий прописаны в исходном коде T-FLEX CAD.

Вы можете дополнительно назначить любые теги стандартным действиям, при редактировании стандартного сценария или создании/редактировании пользовательских сценариев. Для пользовательских действий теги можно прописывать как в сценарии, так и в исходном коде самого действия.

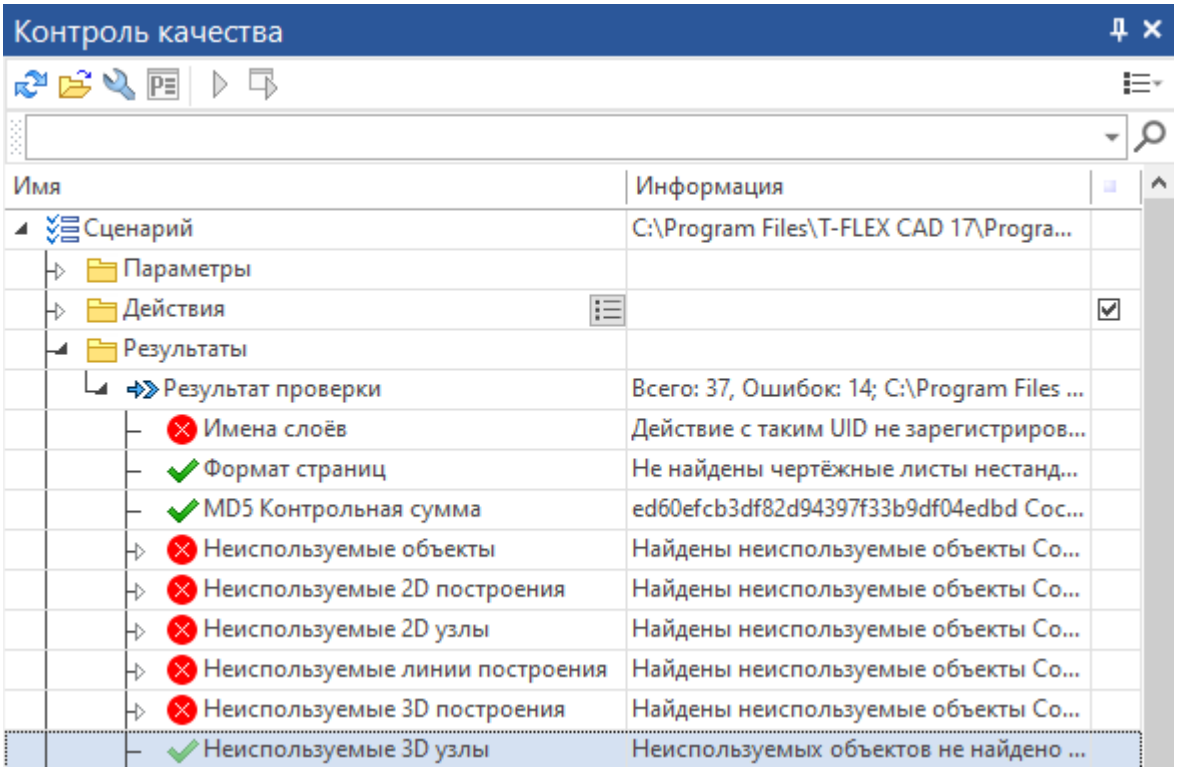
Если для действия предусмотрены настраиваемые пользователем параметры, они отображаются в окне **Контроль качества** как дочерние элементы этого действия. Значения параметров отображаются столбце **Информация**. Для изменения значения нажмите на нём и введите новое с клавиатуры. Разные параметры могут иметь разные типы данных (текстовая строка, целое число, десятичное число, логическое значение и т.п.).



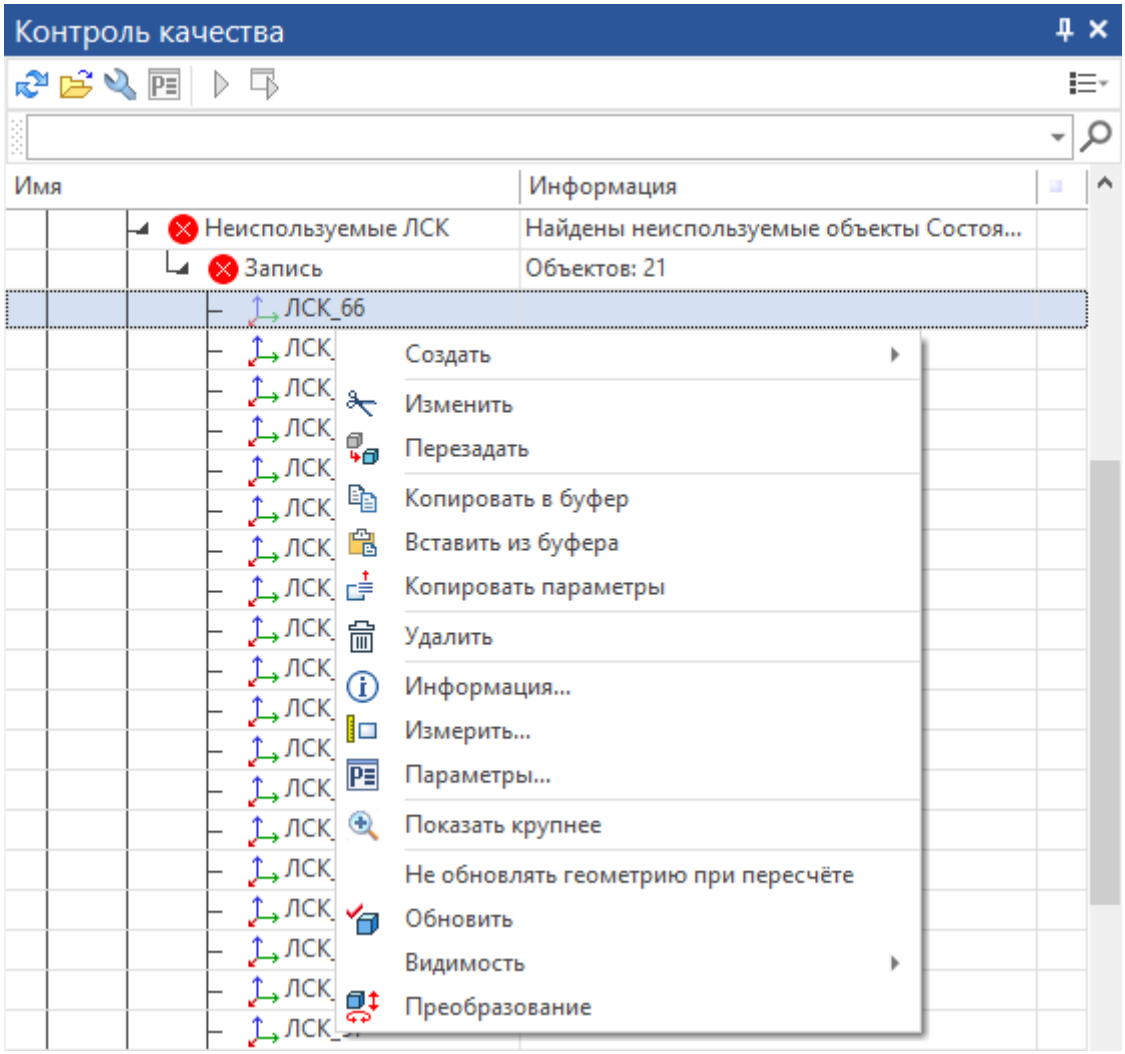
Результаты

После выполнения сценария результаты всех выполненных действий можно увидеть в окне Контроль качества в папке **Результаты**. Если действие сценария прошло удовлетворительную

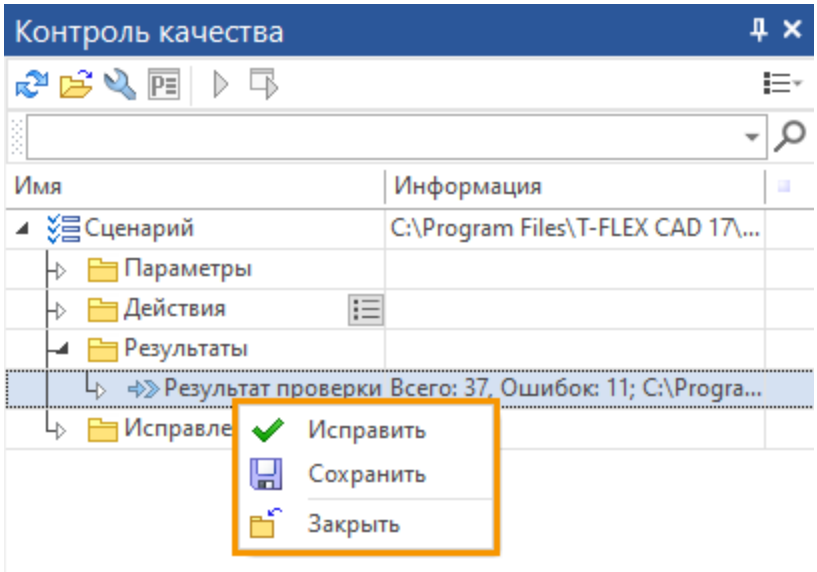
проверку, то результат помечается иконкой ✓. Если же во время проверки были выявлены отклонения - иконкой ⊗.



Некоторые результаты можно раскрыть. Там содержатся ссылки на объекты модели, к которым можно применить основные команды контекстного меню.

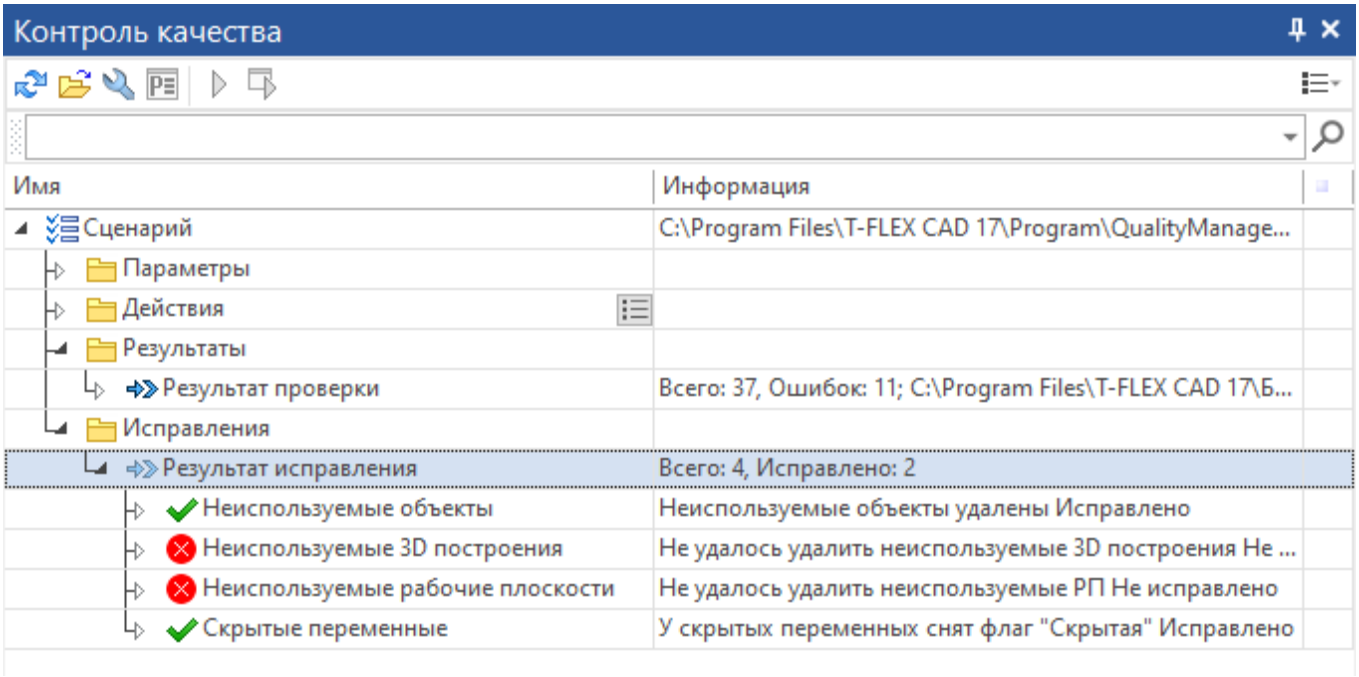


Нажатием на результате проверки можно вызвать контекстное меню, позволяющее **Исправить** выявленные ошибки, **Сохранить** результат в формате ***.tfqmr** или **Закрыть** результат.
Результаты исправления отображаются в папке [Исправления](#).

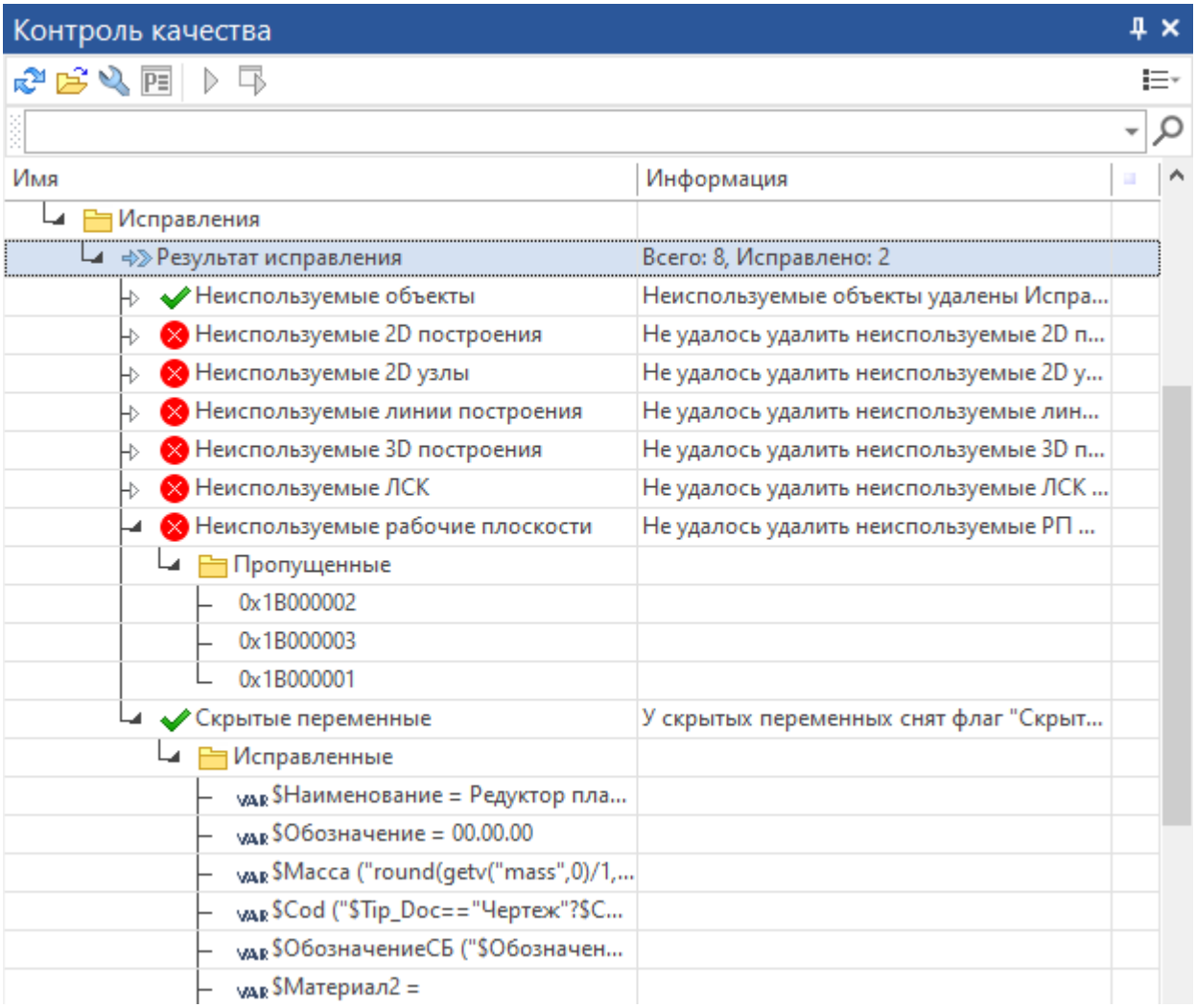


Исправления

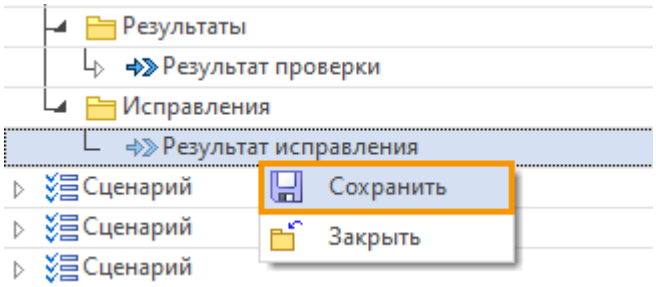
После вызова команды **Исправить** для результата проверки результаты исправлений можно увидеть окне **Контроль качества** в папке **Исправления**. Успешные исправления помечаются иконкой ✓, неуспешные - ⊗, а в стобце **Информация** отображается соответствующий комментарий.



Каждый результат исправления можно раскрыть.



Нажатием на результате исправления можно вызвать контекстное меню, позволяющее **Сохранить** результат в формате ***.tfqmf** или **Закрыть** его.



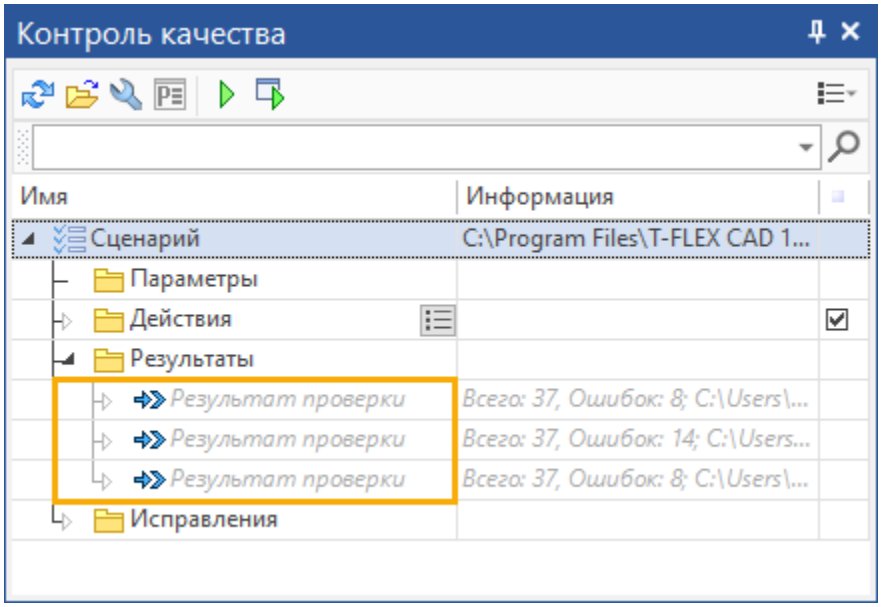
Контроль качества текущего документа

Для проверки текущего документа выполните следующие шаги в окне **Контроль качества**:

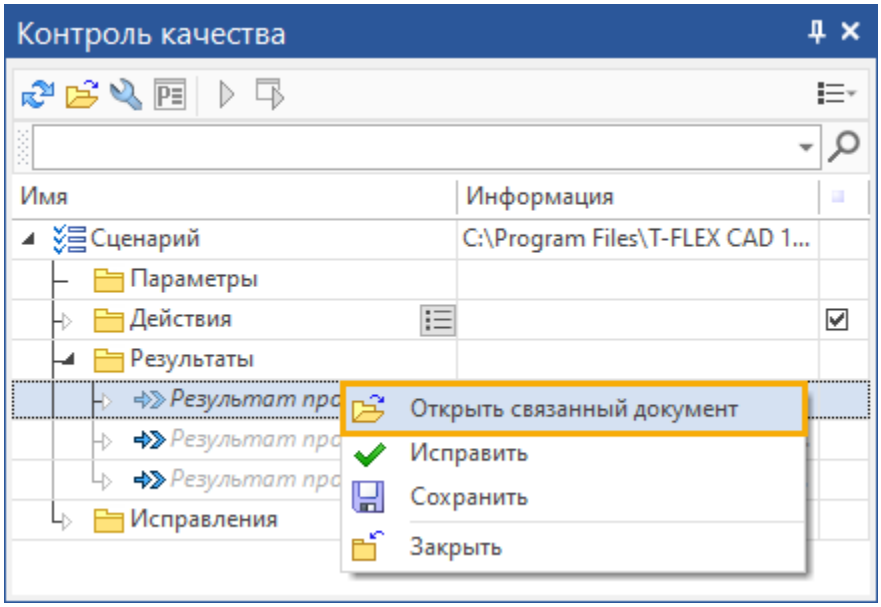
1. Загрузите желаемый сценарий с помощью команды **Открыть сценарий.**
2. Настройте параметры сценария (необязательное действие).
3. Укажите выполняемые действия (необязательное действие).
4. Выберите корневой объект сценария и вызовите команду **Выполнить сценарий.**
5. Ознакомьтесь с результатами проверки и при необходимости примените исправления (необязательное действие).

Контроль качества всех документов в папке

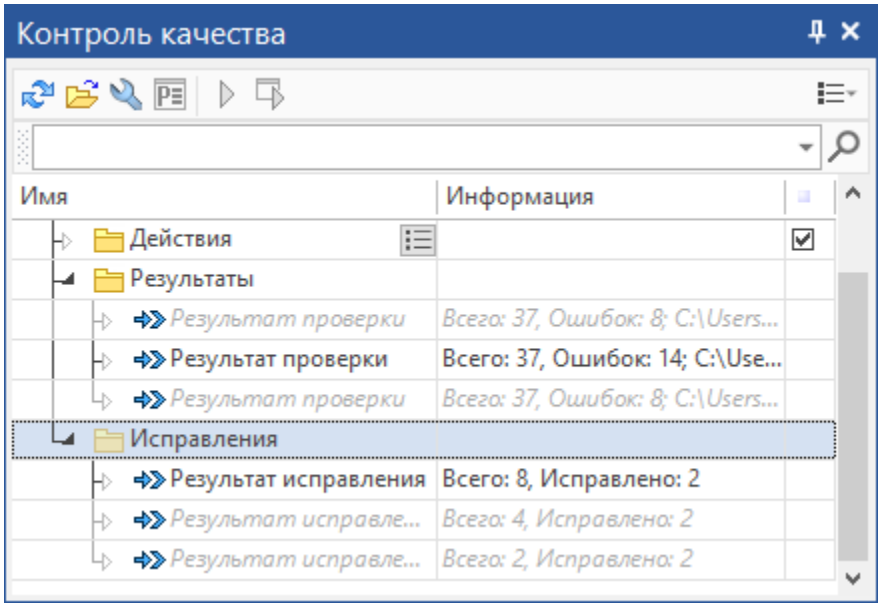
Помимо проверки текущего документа, сценарий контроля качества также можно выполнить для всех документов T-FLEX CAD, находящихся в указанной пользователем папке. Для этого используется команда **Выполнить сценарий для папки**, доступная в окне Контроль качества на панели инструментов и в контекстном меню сценария. После вызова команды открывается стандартное окно выбора папки. Укажите желаемую папку и подтвердите выбор для запуска проверки. Для каждого из проверяемых файлов в папке **Результаты** будет показан отдельный результат.



Команда позволяет проверять документы, не открывая их.
Серый цвет результата означает, что соответствующий документ сейчас не открыт. Чтобы **Открыть связанный документ,** необходимо использовать соответствующую команду контекстного меню. Там же доступны команды, позволяющие **Исправить**, **Сохранить** или **Закрыть** выбранный результат.



При вызове команды **Исправить** для результата проверки соответствующий документ будет автоматически открыт и отредактирован для устранения найденных несоответствий там, где это возможно. Для сохранения изменений файл необходимо будет сохранить вручную. Результаты исправления отображаются в папке Исправления отдельно для каждого файла.



В остальном использование контроля качества для проверки всех файлов в папке осуществляется аналогично проверке текущего документа.

Сценарии контроля качества

Вместе с T-FLEX CAD поставляется стандартный сценарий контроля качества. Файл сценария располагается в папке установки T-FLEX CAD (по умолчанию **C:\Program Files\T-FLEX CAD 17\Program\QualityManagement\DefaultScript.tfqms**). Действия, по умолчанию входящие в стандартный сценарий, перечислены в главе Стандартные действия контроля качества.
Помимо стандартного сценария, можно создавать и использовать пользовательские сценарии. Для создания пользовательского сценария скопируйте файл стандартного сценария **DefaultScript.tfqms** под другим именем и отредактируйте его содержимое, как описано ниже, с помощью любого текстового редактора. Файлы пользовательских сценариев могут располагаться в любой папке на ваше усмотрение.

> Для редактирования содержимого папки **QualityManagement** и перезаписи файла стандартного сценария требуются права администратора.

> Если сохранить пользовательские изменения в исходном файле стандартного сценария, не меняя его имя или расположение, то внесённые изменения будут утрачены при обновлении T-FLEX CAD.

По умолчанию при запуске системы автоматически загружается стандартный сценарий, а в диалоге команды **Открыть сценарий** автоматически открывается папка **...T-FLEX CAD 17\Program\QualityManagement\.** В установках системы можно выбрать другую папку и другой сценарий для загрузки по умолчанию, а также отключить автоматическую загрузку сценария (**Установки > Контроль качества**).

Сценарий контроля качества пишется на языке **XML** и состоит из трёх основных групп элементов:

- **<Modules>**
  Здесь перечислены модули внешних **dll**-библиотек. Если в вашем сценарии будут использоваться только стандартные действия, подключение внешних библиотек не требуется. Для использования пользовательских действий необходимо подключить библиотеки, содержащие эти действия. По умолчанию в стандартном сценарии не используются внешние библиотеки, однако в качестве комментария показано подключение библиотеки,

содержащей пример пользовательского действия. Для подключения своей библиотеки добавьте новый модуль в следующем формате:

```
<Module Name="QualityManagementSample" Path="QualityManagementSample.dll"/>
```

где:

Name - Имя модуля в произвольной форме.

Path - Путь к файлу подключаемой библиотеки.

Путь может быть абсолютным или относительным. Относительный путь указывается относительно папки установки системы **...T-FLEX CAD 17\Program\.** Т.е. в показанном выше примере файл библиотеки **QualityManagementSample.dll** должен располагаться внутри данной папки.

Для редактирования содержимого папки **Program** требуются права администратора.

- **<Parameters>**

  Здесь перечислены параметры сценария в формате:

```
<Parameter Key="Author" Name="Автор (тест)" Type="String" Value="John Doe"/>
```

  где:

  Key - Имя, используемое для идентификации параметра в сценарии.

  Name - Имя, используемое для отображения параметра в окне контроля качества.

  Type - Тип данных параметра.

  Value - Значение параметра по умолчанию.

  В стандартном сценарии параметры не используются и приведены в виде комментария.

- **<Actions>**

  Здесь перечислены действия контроля качества, входящие в сценарий.

  Действия, не имеющие параметров, записываются в следующем формате:

```
<Action Name="Имена слоёв" Uid="96d2999d-2f59-492d-b71e-64185753c0de" LogicUid="07bc3705-0bc8-
```

  где:

  Name - Имя, используемое для отображения действия в окне контроля качества.

  Uid - GUID действия внутри сценария.

  LogicUid - GUID логики действия. Для стандартных действий он прописан в исходном коде T-FLEX CAD. Для пользовательских действий его необходимо прописать в пользовательской библиотеке.

  Если вы хотите включить стандартное действие в пользовательский сценарий, используйте **LogicUid,** указанный для данного действия в стандартном сценарии (**LogicUid** стандартных действий также приведены в описаниях этих действий в справке). **Uid** в таком случае можно как скопировать из стандартного сценария, так и сгенерировать самостоятельно с помощью стороннего генератора.

  Если вы хотите включить пользовательское действие, используйте его **LogicUid** из пользовательской библиотеки, а **Uid** сгенерируйте самостоятельно.

  Если вы не планируете использовать в одном сценарии несколько действий на основе одной и той же логики с разными значениями параметров по умолчанию, можно использовать для **Uid** такое же значение, как у **LogicUid.**

Информация о назначении идентификаторов действий в пользовательских библиотеках доступна в главе Создание пользовательского действия контроля качества.

Действия, имеющие настраиваемые пользователем параметры, записываются в следующем формате:

```
<Action Name="Пустая текстовая переменная" Uid="36a140c0-b215-463e-b26b-666e40361284" LogicUid
  <Parameters>
    <Parameter Key="Variable" Name="Переменная" Type="String" Value="$Наименование"/>
                                                              </Parameters>
                                                               </Action>
```

где в группе **<Parameters>** указываются параметры действия в формате, показанном выше, где:

Key - идентификатор параметра в логике действия. Для стандартных действий идентификаторы параметров прописаны в исходном коде T-FLEX CAD. Вы можете скопировать их из стандартного сценария или из описания соответствующего действия в справке. Для пользовательских действий используйте идентификаторы параметров, указанные в пользовательской библиотеке, содержащей логику действия.

Name - Имя, используемое для отображения параметра в окне контроля качества.

Type - Тип данных параметра.

Value - Значение параметра по умолчанию в данном сценарии.

Для действия, в логике которого прописаны настраиваемые параметры, возможны следующие варианты применения значений параметров по умолчанию:

- если не указывать параметры в сценарии, они не отображаются в окне контроля качества и применяются со значениями по умолчанию, указанными в логике;
- если указать параметры в сценарии без указания **Value**, их значения по умолчанию в окне контроля качества зависят от типа данных: текстовый - пустое значение, логический - false, действительный - 0;
- если указать параметры в сценарии с указанием **Value**, их значения по умолчанию в окне контроля качества соответствуют **Value.**

В служебном окне **Контроль качества** доступна группировка действий по тегам. Теги для действия можно назначить как в библиотеке, содержащей логику действия, так и в сценарии. Пример назначения тега в сценарии показан ниже (`Tags="2D/3D"`). Пример назначения тега в пользовательской библиотеке показан в главе Создание пользовательского действия контроля качества. Можно использовать как теги, уже имеющиеся в стандартном сценарии, так и любые другие.

По умолчанию все действия, входящие в сценарий, включены после загрузки сценария. Если вы хотите, чтобы действие было выключено по умолчанию, добавьте для него атрибут `IsSkipped="true"`, как показано ниже. В таком случае для включения действия потребуется вручную установить флаг в столбце **Выбор** в окне **Контроль качества.**

```
<Action Name="Имена слоёв" Uid="96d2999d-2f59-492d-b71e-64185753c0de" LogicUid="07bc3705-0bc8-4833-b515-2c
```

Основные темы в этом разделе:

- Стандартные действия контроля качества
- Пример пользовательского действия контроля качества
- Создание пользовательских действий контроля качества

Стандартные действия контроля качества

Логика стандартных действий контроля качества прописана в исходном коде T-FLEX CAD. Для использования стандартных действий в пользовательском сценарии скопируйте их из стандартного сценария.

В стандартном сценарии контроля качества доступны следующие стандартные действия:

- 2D
  - Формат страниц

- Неиспользуемые 2D построения
- Неиспользуемые 2D узлы
- Неиспользуемые линии построения
- Неиспользуемые страницы
- Подавленные ограничения
- Скрытые страницы
- 2D построения на невидимом слое
- 2D построения на невидимом уровне
- Тексты с маленьким шрифтом
- Тексты с нестандартным шрифтом
- Объекты за рамками форматок

- 3D
  - Неиспользуемые 3D построения
  - Неиспользуемые 3D узлы
  - Неиспользуемые 3D пути
  - Неиспользуемые 3D профили
  - Неиспользуемые ЛСК
  - Неиспользуемые рабочие плоскости
  - Подавленные 3D операции
  - Ссылочные элементы
  - Пересечения тел
  - Короткие рёбра
  - Острые рёбра
  - Тела, состоящие из отдельных тел
  - Прозрачные тела
  - Скрытые тела
  - Тела на невидимом слое
  - 3D элементы на невидимом уровне
  - Диаметры резьб
  - Тела с неподходящими габаритами
- 2D/3D
  - Неиспользуемые объекты
  - Ошибки пересчёта
  - Размеры с номиналами, заданными вручную
  - Объекты цвета фона
  - Размеры с неверными допусками
  - Количество всех объектов
  - Операции с низкой точностью
- Переменные
  - Неиспользуемые невидимые переменные
  - Неиспользуемые видимые переменные
  - Переменные без комментария
  - Ошибки расчёта значений переменных
  - Пустая текстовая переменная
  - Скрытые переменные
  - Пробелы в наименованиях и обозначениях
- MD5 Контрольная сумма

2D

В стандартный сценарий контроля качества входят следующие действия по проверке чертежа:

- Формат страниц
- Неиспользуемые 2D построения
- Неиспользуемые 2D узлы
- Неиспользуемые линии построения
- Неиспользуемые страницы
- Подавленные ограничения
- Скрытые страницы
- 2D построения на невидимом слое
- 2D построения на невидимом уровне
- Тексты с маленьким шрифтом
- Тексты с нестандартным шрифтом
- Объекты за рамками форматок

Формат страниц

```
<Action Name="Формат страниц" Uid="4cfb0119-bb2b-4d6e-a035-f80bb0e9d674"
LogicUid="0f9e681c-dd4f-4af5-b7da-223a7b1b061d" Tags="2D">
  <Parameters>
    <Parameter Key="FixPageFormat" Name="Формат страницы для исправления" Type="String"
    Value="A4"/>
  </Parameters>
</Action>
```

Проверяемые объекты: Все страницы типа **Обычная**.
Настраиваемые параметры:

- **Формат страницы для исправления**
  Тип данных: строковый.
  Значение по умолчанию в стандартном сценарии: A4.
  Значение по умолчанию в логике действия: A3.

Критерии проверки: Если страница имеет пользовательский формат, и её размеры не совпадают ни с одним из доступных стандартных форматов, это считается ошибкой.
Автоматическое исправление: Страницам, не соответствующим критериям проверки, назначается формат, указанный в параметрах действия.

Неиспользуемые 2D построения

```
<Action Name="Неиспользуемые 2D построения" Uid="f3b6cd17-24ca-48df-bd14-20cf1608e463"
LogicUid="cf3a1f8b-7444-45ba-a503-156a00c96ecb">
  <Parameters>
    <Parameter Key="Delete Named 2D" Name="Удалять именованные 2D элементы" Type="Bool"
    Value="true"/>
    <Parameter Key="Delete On Active Page Only" Name="Только на активной странице"
    Type="Bool" Value="false"/>
  </Parameters>
</Action>
```

Проверяемые объекты: 2D элементы построения (2D узлы, Прямые, Окружности, Эллипсы, 2D Пути, Сплайны (включая полилинии), Кривые смещения, Кривые-функции). Если параметры, перечисленные ниже, имеют значения по умолчанию, то проверяются все имеющиеся в документе 2D элементы

построения. В противном случае набор проверяемых объектов ограничивается в соответствии с условиями, указанными в описании параметров.
Настраиваемые параметры:

- **Удалять именованные 2D элементы**
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию: true.
  При значении false именованные 2D элементы построения исключаются из числа проверяемых объектов, при значении true параметр не влияет на состав набора проверяемых объектов.
- **Только на активной странице**
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию: false.
  При значении true:
  - если активно окно 2D вида, из числа проверяемых объектов исключаются объекты, не принадлежащие активной странице;
  - если активно окно 3D вида, проверяются объекты всех проверяемых типов, независимо от их расположения;
  - если активно окно любого другого вида, из числа проверяемых объектов исключаются объекты, не принадлежащие первой странице чертежа.

  При значении false проверяются объекты всех проверяемых типов, независимо от их расположения и активного окна.

> В стандартном сценарии контроля качества данные параметры недоступны для пользователя, и при выполнении сценария они применяются со значениями, заданными в логике действия. Для изменения значений параметров добавьте их в сценарий.

Критерии проверки: Проверка выдаёт ошибку, если текущий проверяемый объект не имеет потомков, не входящих в число проверяемых объектов, на всех уровнях иерархии модели.
Автоматическое исправление: Найденные неиспользуемые элементы удаляются.
Примечание 1: Данное действие включает в себя все функции следующих действий:

- Неиспользуемые 2D узлы
- Неиспользуемые линии построения

Примечание 2: Все функции данного действия также доступны в рамках действия Неиспользуемые объекты.

Неиспользуемые 2D узлы

```
<Action Name="Неиспользуемые 2D узлы" Uid="40dbe655-6734-47af-a83d-30c6cc324958"
LogicUid="96d93472-d5a7-423d-90c1-6bd56b80442f">
  <Parameters>
    <Parameter Key="Delete Named 2D" Name="Удалять именованные 2D элементы" Type="Bool"
    Value="true"/>
    <Parameter Key="Delete On Active Page Only" Name="Только на активной странице"
    Type="Bool" Value="false"/>
  </Parameters>
</Action>
```

Проверяемые объекты: 2D узлы. Если параметры, перечисленные ниже, имеют значения по умолчанию, то проверяются все имеющиеся в документе 2D узлы. В противном случае набор проверяемых объектов ограничивается в соответствии с условиями, указанными в описании параметров.
Настраиваемые параметры:

- **Удалять именованные 2D элементы**
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию в логике действия: true.
  При значении false именованные 2D узлы исключаются из числа проверяемых объектов, при значении true параметр не влияет на состав набора проверяемых объектов.
- **Только на активной странице**
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию в логике действия: false.
  При значении true:
  - если активно окно 2D вида, из числа проверяемых объектов исключаются объекты, не принадлежащие активной странице;
  - если активно окно 3D вида, проверяются объекты всех проверяемых типов, независимо от их расположения;
  - если активно окно любого другого вида, из числа проверяемых объектов исключаются объекты, не принадлежащие первой странице чертежа.

  При значении false проверяются объекты всех проверяемых типов, независимо от их расположения и активного окна.

В стандартном сценарии контроля качества данные параметры недоступны для пользователя, и при выполнении сценария они применяются со значениями, заданными в логике действия. Для изменения значений параметров добавьте их в сценарий.

Критерии проверки: Проверка выдаёт ошибку, если текущий проверяемый объект не имеет потомков, не входящих в число проверяемых объектов, на всех уровнях иерархии модели.
Автоматическое исправление: Найденные неиспользуемые узлы удаляются.
Примечание: Все функции данного действия также доступны в рамках следующих действий:

- Неиспользуемые 2D построения
- Неиспользуемые объекты

Неиспользуемые линии построения

```
<Action Name="Неиспользуемые линии построения" Uid="cb3b5323-f5cf-4666-be3a-2f7e4661f9a2"
LogicUid="56b245e8-4c95-495b-90d2-2ba1aa2d5b46">
  <Parameters>
    <Parameter Key="Delete Named 2D" Name="Удалять именованные 2D элементы" Type="Bool"
    Value="true"/>
    <Parameter Key="Delete On Active Page Only" Name="Только на активной странице"
    Type="Bool" Value="false"/>
  </Parameters>
</Action>
```

Проверяемые объекты: Линии построения (Прямые, Окружности, Эллипсы, 2D Пути, Сплайны (включая полилинии), Кривые смещения, Кривые-функции). Если параметры, перечисленные ниже, имеют значения по умолчанию, то проверяются все имеющиеся в документе линии построения. В противном случае набор проверяемых объектов ограничивается в соответствии с условиями, указанными в описании параметров.
Настраиваемые параметры:

- **Удалять именованные 2D элементы**
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию в логике действия: true.
  При значении false именованные линии построения исключаются из числа проверяемых объектов, при значении true параметр не влияет на состав набора проверяемых объектов.

- **Только на активной странице**
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию в логике действия: false.
  При значении true:
  - если активно окно 2D вида, из числа проверяемых объектов исключаются объекты, не принадлежащие активной странице;
  - если активно окно 3D вида, проверяются объекты всех проверяемых типов, независимо от их расположения;
  - если активно окно любого другого вида, из числа проверяемых объектов исключаются объекты, не принадлежащие первой странице чертежа.

  При значении false проверяются объекты всех проверяемых типов, независимо от их расположения и активного окна.

В стандартном сценарии контроля качества данные параметры недоступны для пользователя, и при выполнении сценария они применяются со значениями, заданными в логике действия. Для изменения значений параметров добавьте их в сценарий.

Критерии проверки: Проверка выдаёт ошибку, если текущий проверяемый объект не имеет потомков, не входящих в число проверяемых объектов, на всех уровнях иерархии модели.
Автоматическое исправление: Найденные неиспользуемые линии удаляются.
Примечание: Все функции данного действия также доступны в рамках следующих действий:

- Неиспользуемые 2D построения
- Неиспользуемые объекты

Неиспользуемые страницы

```
<Action Name="Неиспользуемые страницы" Uid="ac38ef95-4cd6-4805-b171-ab316155609c"
LogicUid="29b2c44b-98b5-4f3a-86d5-ecba0fc0c414"/>
```

Проверяемые объекты: Все рабочие плоскости и рабочие поверхности.
Настраиваемые параметры: Нет.
Критерии проверки: Проверка выдаёт ошибку при одновременном соблюдении следующих условий:

- если проверяемая плоскость/поверхность не имеет потомков, отличных от рабочих плоскостей и рабочих поверхностей, на всех уровнях иерархии модели;
- если для проверяемой плоскости/поверхности, а также для всех рабочих плоскостей и рабочих поверхностей, являющихся её потомками, параметр **Внешняя** имеет значение **Скрыть в сборке;**
- если для проверяемой плоскости/поверхности, а также для всех рабочих плоскостей и рабочих поверхностей, являющихся её потомками, выключена опция **Не удалять в команде "Удалить лишнее".**

Автоматическое исправление: Найденные неиспользуемые плоскости/поверхности удаляются.
Примечание: Все функции данного действия также доступны в рамках следующих действий:

- Неиспользуемые 3D построения
- Неиспользуемые объекты

Подавленные ограничения

```
<Action Name="Подавленные ограничения" Uid="7E168532-D0B3-4660-A768-582915175250"
LogicUid="f097ebe9-805f-45af-b547-650bb055db31"/>
```

Проверяемые объекты: Все ограничения.
Настраиваемые параметры: Нет.
Критерии проверки: Наличие подавленных ограничений считается ошибкой.
Автоматическое исправление: У ограничений отменяется подавление.

Скрытые страницы

```
<Action Name="Скрытые страницы" Uid="4B178321-40F1-49BD-B5A9-ABF2860AC19C"
LogicUid="f3a38618-76ea-4762-81e2-4b23ae256b5d">
  <Parameters>
    <Parameter Key="Workplane" Name="Рабочая плоскость" Type="Bool" Value="true"/>
    <Parameter Key="Dialog" Name="Диалог" Type="Bool" Value="true"/>
    <Parameter Key="Auxiliary" Name="Вспомогательная" Type="Bool" Value="true"/>
    <Parameter Key="Text" Name="Текст" Type="Bool" Value="true"/>
    <Parameter Key="BillOfMaterials" Name="Спецификация" Type="Bool" Value="true"/>
    <Parameter Key="Circuit" Name="Электрическая схема" Type="Bool" Value="true"/>
  </Parameters>
</Action>
```

Проверяемые объекты: Все страницы тех типов, для которых проверка включена в параметрах действия (true - проверяется, false - не проверяется).
Настраиваемые параметры:

- **Вспомогательная**
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию: true.
- **Спецификация**
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию: true.
- **Электрическая схема**
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию: true.
- **Диалог**
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию: true.
- **Текст**
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию: true.
- **Рабочая плоскость**
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию: true.

Критерии проверки: Если проверяемая страница не отображается в закладках страниц, это считается ошибкой.
Автоматическое исправление: Нет.

2D построения на невидимом слое

```
<Action Name="2D построения на невидимом слое" Uid="1994de15-d545-4994-ad6f-d3d1c615e62e"
LogicUid="6fc28f79-5b7e-420e-9679-b162ddd0793e"/>
```

Проверяемые объекты: Все 2D элементы, у которых есть параметр **Слой**.
Настраиваемые параметры: Нет.

Критерии проверки: Если слой, указанный в параметрах проверяемого объекта, является невидимым, это считается ошибкой.
Автоматическое исправление: Невидимые слои, содержащие проверяемые объекты, становятся видимыми.

2D построения на невидимом уровне

```
<Action Name="2D построения на невидимом уровне" Uid="e075f43e-8c0f-4577-9be4-
b6a37754155f" LogicUid="4e28cf4c-ff99-44d7-828c-ac40fc3f2cdf"/>
```

Проверяемые объекты: Все 2D элементы, у которых есть параметр **Уровень**. Полный список типов проверяемых объектов совпадает с отображаемым в разделе 2D диалога команды **Уровни.**
Настраиваемые параметры: Нет.
Критерии проверки: Если уровень, указанный в параметрах проверяемого объекта, не попадает в интервал видимости, установленный в команде **Уровни,** это считается ошибкой.
Автоматическое исправление: Нет.

Тексты с маленьким шрифтом

```
<Action Name="Тексты с маленьким шрифтом" Uid="403b54b1-51e6-479e-bde3-c2ba6aa87277"
LogicUid="a64c1bf9-e209-4dd3-b846-40771f31d14d">
  <Parameters>
    <Parameter Key="Font Size" Name="Минимальный размер шрифта" Type="Double" Value="5"/>
  </Parameters>
</Action>
```

Проверяемые объекты: Все тексты, включая текстовые составляющие различных элементов оформления чертежа, как в 2D, так и в 3D, кроме указанных ниже.

В число проверяемых объектов не входят:
- тексты, принадлежащие 2D фрагментам, в том числе тексты, заданные в текущем документе с помощью диалога внешних переменных фрагмента (например, тексты в основной надписи);
- тексты на картинках;
- тексты в элементах управления;
- тех. требования документа.

Настраиваемые параметры:

- **Минимальный размер шрифта**
  Тип данных: действительный.
  Значение по умолчанию: 5.

При проверке используются единицы измерения из параметров документа (для 2D элементов - **Параметры документа** > **Страница** > **Лист** > **Лист** > **Единицы**, для 3D элементов - **Параметры документа** > **Документ** > **3D** > **Единицы** > **Длина**).

Критерии проверки: Если размер шрифта проверяемого объекта меньше указанного в параметрах действия, это считается ошибкой.
Автоматическое исправление: Нет.

Тексты с нестандартным шрифтом

```
<Action Name="Тексты с нестандартным шрифтом" Uid="39b8bcea-a532-479a-819f-0d8e50aa90bb"
LogicUid="39042866-79cb-4ba3-b3ca-86f0a0f89995">
  <Parameters>
```

```
    <Parameter Key="Standart Fonts List" Name="Список стандартных шрифтов" Type="String"
    Value="T-FLEX Type A;T-FLEX Type B"/>
    <Parameter Key="Normal" Name="Обычный" Type="Bool" Value="false"/>
    <Parameter Key="Bold" Name="Полужирный" Type="Bool" Value="false"/>
    <Parameter Key="Italic" Name="Курсив" Type="Bool" Value="true"/>
    <Parameter Key="BoldItalic" Name="Полужирный курсив" Type="Bool" Value="false"/>
  </Parameters>
</Action>
```

Проверяемые объекты: Все тексты, включая текстовые составляющие различных элементов оформления чертежа, как в 2D, так и в 3D, кроме указанных ниже.

В число проверяемых объектов не входят:
• тексты, принадлежащие 2D фрагментам, в том числе тексты, заданные в текущем документе с помощью диалога внешних переменных фрагмента (например, тексты в основной надписи);
• тексты на картинках;
• тексты в элементах управления;
• тех. требования документа.

Настраиваемые параметры:

- **Полужирный**
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию: false.
- **Полужирный курсив**
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию: false.
- **Курсив**
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию: true.
- **Обычный**
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию: false.
- **Список стандартных шрифтов**
  Тип данных: строковый.
  Значение по умолчанию: T-FLEX Type A;T-FLEX Type B.
  Данный параметр содержит список имён шрифтов. Точка с запятой используется в качестве разделителя между соседними элементами списка.

Критерии проверки: Если имя шрифта проверяемого объекта не входит в **Список стандартных шрифтов**, указанный в параметрах действия, это считается ошибкой. Допустимость использования тех или иных стилей шрифта определяется значениями остальных параметров действия (true - допускается, false - не допускается).
Автоматическое исправление: Нет.

Объекты за рамками форматок

```
<Action Name="Объекты за рамками форматок" Uid="8866db39-d923-4282-81ba-d670cb588a74"
LogicUid="a15f1b6a-3752-4f50-bcb3-acd139bb1afe"/>
```

Проверяемые объекты: Линии изображения, штриховки и элементы оформления чертежа, размещённые на страницах с основной надписью.
Настраиваемые параметры: Нет.

Критерии проверки: Если проверяемый объект полностью или частично располагается за пределами габаритного прямоугольника основной надписи, это считается ошибкой.

> Размеры и положение габаритного прямоугольника основной надписи совпадают с контурами страницы чертежа, т.е. он включает не только рамку основной надписи, но и отступ между рамкой и краем страницы.

Автоматическое исправление: Нет.

3D

В стандартный сценарий контроля качества входят следующие действия по проверке 3D модели:

- Неиспользуемые 3D построения
- Неиспользуемые 3D узлы
- Неиспользуемые 3D пути
- Неиспользуемые 3D профили
- Неиспользуемые ЛСК
- Неиспользуемые рабочие плоскости
- Подавленные 3D операции
- Ссылочные элементы
- Пересечения тел
- Короткие рёбра
- Острые рёбра
- Тела, состоящие из отдельных тел
- Прозрачные тела
- Скрытые тела
- Тела на невидимом слое
- 3D элементы на невидимом уровне
- Диаметры резьб
- Тела с неподходящими габаритами

Неиспользуемые 3D построения

```
<Action Name="Неиспользуемые 3D построения" Uid="d7e8cd35-f7aa-4c3b-b5f3-eda93e433111"
LogicUid="32ca23dd-c8a1-4b56-ac3e-68dda4f38539"/>
```

Проверяемые объекты: Все 3D узлы, 3D пути (включая трассы), 3D профили, 3D ЛСК, рабочие плоскости, рабочие поверхности и 3D сечения.
Настраиваемые параметры: Нет.
Критерии проверки: Проверка выдаёт ошибку при одновременном соблюдении тех условий из перечисленных ниже, которые применимы к данному типу объекта и его потомкам:

- если текущий проверяемый объект не имеет потомков, не входящих в число проверяемых объектов, на всех уровнях иерархии модели (применимо ко всем типам проверяемых объектов);
- если для текущего проверяемого объекта, а также для всех проверяемых объектов, являющихся потомками текущего, параметр **Внешний** или **Внешняя** имеет значение **Скрыть в сборке** (применимо ко всем типам проверяемых объектов);
- если для текущего проверяемого объекта, а также для всех проверяемых объектов, являющихся потомками текущего, выключена опция **Использовать как исходную СК** (применимо к 3D ЛСК);

- если для текущего проверяемого объекта, а также для всех проверяемых объектов, являющихся потомками текущего, выключена опция **Не удалять в команде "Удалить лишнее"** (применимо к рабочим плоскостям и рабочим поверхностям).

Автоматическое исправление: Найденные неиспользуемые объекты удаляются.

Примечание 1: Данное действие включает в себя все функции следующих действий:

- Неиспользуемые 3D узлы
- Неиспользуемые 3D пути
- Неиспользуемые 3D профили
- Неиспользуемые ЛСК
- Неиспользуемые рабочие плоскости
- Неиспользуемые страницы

Примечание 2: Все функции данного действия также доступны в рамках действия Неиспользуемые объекты.

Неиспользуемые 3D узлы

```
<Action Name="Неиспользуемые 3D узлы" Uid="70f16ae4-6a2c-4515-9f6c-0f73b4c64212"
LogicUid="feafdf08-76d4-45f2-963d-9407690b5f76"/>
```

Проверяемые объекты: Все 3D узлы.

Настраиваемые параметры: Нет.

Критерии проверки: Проверка выдаёт ошибку при одновременном соблюдении следующих условий:

- если проверяемый 3D узел не имеет потомков, отличных от 3D узлов, на всех уровнях иерархии модели;
- если для проверяемого 3D узла, а также для всех 3D узлов, являющихся его потомками, параметр **Внешний** имеет значение **Скрыть в сборке.**

Автоматическое исправление: Найденные неиспользуемые узлы удаляются.

Примечание: Все функции данного действия также доступны в рамках следующих действий:

- Неиспользуемые 3D построения
- Неиспользуемые объекты

Неиспользуемые 3D пути

```
<Action Name="Неиспользуемые 3D пути" Uid="1866e581-cc00-41d8-bb56-3fc4f89e41c0"
LogicUid="47dea07f-3f1b-49f1-acef-f7dea3bda0ef"/>
```

Проверяемые объекты: Все 3D пути, включая трассы.

Настраиваемые параметры: Нет.

Критерии проверки: Проверка выдаёт ошибку при одновременном соблюдении следующих условий:

- если проверяемый 3D путь не имеет потомков, отличных от 3D путей, на всех уровнях иерархии модели;
- если для проверяемого 3D пути, а также для всех 3D путей, являющихся его потомками, параметр **Внешний** имеет значение **Скрыть в сборке.**

Автоматическое исправление: Найденные неиспользуемые пути удаляются.

Примечание: Все функции данного действия также доступны в рамках следующих действий:

- Неиспользуемые 3D построения
- Неиспользуемые объекты

Неиспользуемые 3D профили

```
<Action Name="Неиспользуемые 3D профили" Uid="41bbeecf-dd9c-4b71-9959-eaef4d69c25c"
LogicUid="66484509-8c85-4255-970e-3ca2c0cd348c"/>
```

Проверяемые объекты: Все 3D профили.
Настраиваемые параметры: Нет.
Критерии проверки: Проверка выдаёт ошибку при одновременном соблюдении следующих условий:

- если проверяемый 3D профиль не имеет потомков, отличных от 3D профилей, на всех уровнях иерархии модели;
- если для проверяемого 3D профиля, а также для всех 3D профилей, являющихся его потомками, параметр **Внешний** имеет значение **Скрыть в сборке.**

Автоматическое исправление: Найденные неиспользуемые профили удаляются.
Примечание: Все функции данного действия также доступны в рамках следующих действий:

- Неиспользуемые 3D построения
- Неиспользуемые объекты

Неиспользуемые ЛСК

```
<Action Name="Неиспользуемые ЛСК" Uid="4cae3635-7f19-4f5c-a380-ebf3b7820669"
LogicUid="8e2aa889-d3fc-47e6-b761-dd5f57fa4bbf"/>
```

Проверяемые объекты: Все 3D локальные системы координат (ЛСК).
Настраиваемые параметры: Нет.
Критерии проверки: Проверка выдаёт ошибку при одновременном соблюдении следующих условий:

- если проверяемая ЛСК не имеет потомков, отличных от 3D ЛСК, на всех уровнях иерархии модели;
- если для проверяемой ЛСК, а также для всех 3D ЛСК, являющихся её потомками, выключена опция **Использовать как исходную СК;**
- если для проверяемой ЛСК, а также для всех 3D ЛСК, являющихся её потомками, параметр **Внешняя** имеет значение **Скрыть в сборке.**

Автоматическое исправление: Найденные неиспользуемые ЛСК удаляются.
Примечание: Все функции данного действия также доступны в рамках следующих действий:

- Неиспользуемые 3D построения
- Неиспользуемые объекты

Неиспользуемые рабочие плоскости

```
<Action Name="Неиспользуемые рабочие плоскости" Uid="c1317484-69f2-495a-a742-f5e4162a561a"
 LogicUid="e82ec170-54ac-4533-9f46-2a8616c709eb"/>
```

Проверяемые объекты: Все рабочие плоскости и рабочие поверхности.
Настраиваемые параметры: Нет.
Критерии проверки: Проверка выдаёт ошибку при одновременном соблюдении следующих условий:

- если проверяемая плоскость/поверхность не имеет потомков, отличных от рабочих плоскостей и рабочих поверхностей, на всех уровнях иерархии модели;

- если для проверяемой плоскости/поверхности, а также для всех рабочих плоскостей и рабочих поверхностей, являющихся её потомками, параметр **Внешняя** имеет значение **Скрыть в сборке;**
- если для проверяемой плоскости/поверхности, а также для всех рабочих плоскостей и рабочих поверхностей, являющихся её потомками, выключена опция **Не удалять в команде "Удалить лишнее".**

Автоматическое исправление: Найденные неиспользуемые плоскости/поверхности удаляются.
Примечание: Все функции данного действия также доступны в рамках следующих действий:

- Неиспользуемые 3D построения
- Неиспользуемые объекты

Подавленные 3D операции

```
<Action Name="Подавленные 3D операции" Uid="F560EDEB-B843-48B9-AD0A-35833E979B1A"
LogicUid="dd54a1ae-dd50-4e93-b669-0bb1968f7e0a"/>
```

Проверяемые объекты: Все операции 3D моделирования.
Настраиваемые параметры: Нет.
Критерии проверки: Наличие подавленных операций считается ошибкой.
Автоматическое исправление: У операций отменяется подавление.

Ссылочные элементы

```
<Action Name="Ссылочные элементы" Uid="89a21cff-e15f-4bd2-ab08-0c51f0f945bb"
LogicUid="5c625c9c-9a37-456a-b363-edb4b7137a89"/>
```

Проверяемые объекты: Все ссылочные элементы.
Настраиваемые параметры: Нет.
Критерии проверки: Наличие ссылочных элементов считается ошибкой.
Автоматическое исправление: Нет.

Пересечения тел

```
<Action Name="Пересечения тел" Uid="9390c074-a0d9-499a-85f6-a90ec535204d"
LogicUid="275f14d8-6c49-4633-b775-b907e992ec69">
  <Parameters>
    <Parameter Key="Check Threads" Name="Проверка резьб" Type="Bool" Value="false"/>
  </Parameters>
</Action>
```

Проверяемые объекты: Все тела.
Настраиваемые параметры:

- **Проверка резьб**
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию: false.

Критерии проверки: Проверка производится с помощью команды **Пересечение тел**, в которой опция **Учитывать самопересечения** включена, опция **Учитывать касания** выключена, а состояние опции **Обрабатывать резьбы** определяется параметром действия (true - включена, false - выключена). Наличие пересечений считается ошибкой.
Автоматическое исправление: Нет.

Короткие рёбра

```
<Action Name="Короткие рёбра" Uid="375e8533-6744-41af-9d5e-c2578b962d37"
LogicUid="f469b9e1-e967-48d4-94ca-a4198b4d9095">
  <Parameters>
    <Parameter Key="Minimal Length" Name="Минимальная длина, м" Type="Double"
    Value="0.001"/>
  </Parameters>
</Action>
```

Проверяемые объекты: Все рёбра тел.
Настраиваемые параметры:

- **Минимальная длина, м**
  Тип данных: действительный.
  Значение по умолчанию в стандартном сценарии: 0.001.
  Значение по умолчанию в логике действия: 0.0001.

Критерии проверки: Если длина ребра меньше заданной в параметрах действия, это считается ошибкой.
Автоматическое исправление: Нет.

Острые рёбра

```
<Action Name="Острые рёбра" Uid="e4ddc670-3513-4eb3-bf44-f0d4d6f9eead" LogicUid="9d9046d7-
6173-4a5c-914e-abfc0994e95c">
  <Parameters>
    <Parameter Key="Minimum Angle In Degrees" Name="Минимальный угол, °" Type="Double"
    Value="2"/>
  </Parameters>
</Action>
```

Проверяемые объекты: Все рёбра тел.
Настраиваемые параметры:

- **Минимальный угол, °**
  Тип данных: действительный.
  Значение по умолчанию: 2.

Критерии проверки: Если угол между гранями, образующими ребро, меньше заданного в параметрах действия, это считается ошибкой.
Автоматическое исправление: Нет.

Тела, состоящие из отдельных тел

```
<Action Name="Тела, состоящие из отдельных тел" Uid="a138470e-6e4c-4e52-bd82-5b9d852a5149"
 LogicUid="efaf3dd7-157d-4f03-800f-eb60d380b622"/>
```

Проверяемые объекты: Все тела.
Настраиваемые параметры: Нет.
Критерии проверки: Если тело состоит из нескольких не связанных друг с другом частей, это считается ошибкой. Такие тела могут создаваться, например, в результате создания массива, булевых операций, симметрии, рассечения без разделения. Также ошибка выдаётся, если по каким-либо причинам не удалось определить составляющие части тела.
Автоматическое исправление: Нет.

Прозрачные тела

```
<Action Name="Прозрачные тела" Uid="cc835fe0-f737-440e-811b-9c8e8a2139f5"
LogicUid="9cafb385-5403-4bdd-92ca-f4fe2421cbdd">
  <Parameters>
    <Parameter Key="Maximum Allowable Transparency" Name="Максимальная допустимая
    прозрачность" Type="Double" Value="0.9"/>
  </Parameters>
</Action>
```

Проверяемые объекты: Все тела.
Настраиваемые параметры:

- **Максимальная допустимая прозрачность**
  Тип данных: действительный.
  Значение по умолчанию: 0.9.

Критерии проверки: Если прозрачность, заданная в параметрах тела, превышает заданную в параметрах действия, это считается ошибкой.
Автоматическое исправление: Для всех тел, не удовлетворяющих критерию проверки, кроме 3D фрагментов, устанавливается нулевая прозрачность; для 3D фрагментов устанавливается прозрачность **Из фрагмента**.

Скрытые тела

```
<Action Name="Скрытые тела" Uid="63562bca-7364-447d-a089-3e6f93a7f51c" LogicUid="d8533fb0-
9344-4a35-b1d0-1faf3746a6c0"/>
```

Проверяемые объекты: Все тела.
Настраиваемые параметры: Нет.
Критерии проверки: Если тело погашено, это считается ошибкой.
Автоматическое исправление: Погашенные тела становятся видимыми.

Тела на невидимом слое

```
<Action Name="Тела на невидимом слое" Uid="7db095cd-bea2-4172-86e6-ce84051def0f"
LogicUid="8244d9b4-e07b-4488-a3c6-c3a428696767"/>
```

Проверяемые объекты: Все тела.
Настраиваемые параметры: Нет.
Критерии проверки: Если слой, указанный в параметрах проверяемого тела, является невидимым, это считается ошибкой.
Автоматическое исправление: Невидимые слои, содержащие тела, становятся видимыми.

3D элементы на невидимом уровне

```
<Action Name="3D элементы на невидимом уровне" Uid="3f9786ea-9368-43ce-8b32-0919f5f1580b"
LogicUid="81583d44-19ae-469f-887a-d145ca8e1a05"/>
```

Проверяемые объекты: Все 3D элементы, у которых есть параметр **Уровень**. Полный список типов проверяемых объектов совпадает с отображаемым в разделе 3D диалога команды **Уровни**.
Настраиваемые параметры: Нет.

Критерии проверки: Если уровень, указанный в параметрах проверяемого объекта, не попадает в интервал видимости, установленный в команде **Уровни,** это считается ошибкой.
Автоматическое исправление: Нет.

Диаметры резьб

```
<Action Name="Диаметры резьб" Uid="83c01260-70ec-4708-958c-92d507561931"
LogicUid="fbe1299b-3f70-4af0-9f01-5a421f1cb77b"/>
```

Проверяемые объекты: Все операции типа **Резьба**.
Настраиваемые параметры: Нет.
Критерии проверки: Если диаметр грани, на которой создана резьба, не совпадает с диаметром, указанным в параметрах резьбы, это считается ошибкой.
Автоматическое исправление: Нет.

Тела с неподходящими габаритами

```
<Action Name="Тела с неподходящими габаритами" Uid="c9dd4e91-8e82-4552-bef7-9293fb7b19b2"
LogicUid="996dcc60-16a6-4775-8672-670514d15a79">
  <Parameters>
    <Parameter Key="Min X Size" Name="Минимальный размер по X" Type="Double" Value="0.0"/>
    <Parameter Key="Min Y Size" Name="Минимальный размер по Y" Type="Double" Value="0.0"/>
    <Parameter Key="Min Z Size" Name="Минимальный размер по Z" Type="Double" Value="0.0"/>
    <Parameter Key="Max X Size" Name="Максимальный размер по X" Type="Double"
    Value="100.0"/>
    <Parameter Key="Max Y Size" Name="Максимальный размер по Y" Type="Double"
    Value="100.0"/>
    <Parameter Key="Max Z Size" Name="Максимальный размер по Z" Type="Double"
    Value="100.0"/>
  </Parameters>
</Action>
```

Проверяемые объекты: Все тела.
Настраиваемые параметры:

- **Максимальный размер по X**
  Тип данных: действительный.
  Значение по умолчанию: 100.
- **Максимальный размер по Y**
  Тип данных: действительный.
  Значение по умолчанию: 100.
- **Максимальный размер по Z**
  Тип данных: действительный.
  Значение по умолчанию: 100.
- **Минимальный размер по X**
  Тип данных: действительный.
  Значение по умолчанию: 0.
- **Минимальный размер по Y**
  Тип данных: действительный.
  Значение по умолчанию: 0.
- **Минимальный размер по Z**
  Тип данных: действительный.
  Значение по умолчанию: 0.

Размеры указываются в единицах, выбранных для измерения длины в параметрах документа (**Параметры документа > Документ > 3D > Единицы > Длина**).

Критерии проверки: Если какой-либо из размеров габаритного прямоугольника тела выходит за пределы диапазона, заданного в параметрах действия, это считается ошибкой. Ориентация сторон габаритного прямоугольника совпадает с ориентацией глобальной системы координат документа.
Автоматическое исправление: Нет.

2D/3D

В стандартный сценарий контроля качества входят следующие действия по одновременной проверке чертежа и 3D модели:

- Неиспользуемые объекты
- Ошибки пересчёта
- Размеры с номиналами, заданными вручную
- Объекты цвета фона
- Размеры с неверными допусками
- Количество всех объектов
- Операции с низкой точностью

Неиспользуемые объекты

```
<Action Name="Неиспользуемые объекты" Uid="e61cc80f-4f0b-4e02-bd6c-f6fcb97b3581"
LogicUid="e64f240d-dd59-4175-af2e-ed6d0e7f1e84">
  <Parameters>
    <Parameter Key="Point 3D" Name="3D узлы" Type="Bool" Value="true"/>
    <Parameter Key="Path 3D" Name="3D пути" Type="Bool" Value="true"/>
    <Parameter Key="Profile 3D" Name="3D профили" Type="Bool" Value="true"/>
    <Parameter Key="LCS 3D" Name="ЛСК" Type="Bool" Value="true"/>
    <Parameter Key="Workplane 3D" Name="Рабочие плоскости" Type="Bool" Value="true"/>
    <Parameter Key="Knot 2D" Name="2D узлы" Type="Bool" Value="true"/>
    <Parameter Key="Draw 2D" Name="Линии построения" Type="Bool" Value="true"/>
    <Parameter Key="Page 2D" Name="Страницы" Type="Bool" Value="true"/>
    <Parameter Key="Invisible Variable" Name="Невидимые переменные" Type="Bool"
    Value="true"/>
    <Parameter Key="Visible Variable" Name="Видимые переменные" Type="Bool" Value="true"/>
    <Parameter Key="Named 2D" Name="Именованные 2D элементы" Type="Bool" Value="true"/>
    <Parameter Key="Default 2D" Name="Прочие 2D построения" Type="Bool" Value="true"/>
    <Parameter Key="Unknown" Name="Прочие элементы" Type="Bool" Value="true"/>
    <Parameter Key="Delete Named 2D" Name="Удалять именованные 2D элементы" Type="Bool"
    Value="true"/>
    <Parameter Key="Delete On Active Page Only" Name="Только на активной странице"
    Type="Bool" Value="true"/>
  </Parameters>
</Action>
```

Проверяемые объекты: Типы объектов, подлежащих проверке, определяются параметрами действия.
Настраиваемые параметры:
Типы проверяемых объектов (при значении true элементы соответствующего типа проверяются, при значении false - не проверяются):

- **3D узлы**
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию: true.

- **3D пути** (включая трассы)
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию: true.
- **3D профили**
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию: true.
- **ЛСК**
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию: true.
- **Рабочие плоскости** (а также рабочие поверхности)
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию: true.
- **2D узлы**
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию: true.
- **Линии построения** (Прямые, Окружности, Эллипсы, 2D Пути, Сплайны (включая полилинии), Кривые смещения, Кривые-функции)
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию: true.
- **Страницы** (рабочие плоскости и рабочие поверхности)
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию: true.
- **Невидимые переменные** (параметр отвечает только за проверку неименованных выражений)
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию: true.
- **Видимые переменные**
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию: true.
- **Именованные 2D элементы**
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию: true.
- **Прочие 2D построения**
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию: true.
- **Прочие элементы** (3D сечения)
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию: true.

Дополнительные опции:

- **Удалять именованные 2D элементы**
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию: true.
  При значении false именованные 2D узлы и линии построения исключаются из числа проверяемых объектов, при значении true параметр не влияет на состав набора проверяемых объектов.
- **Только на активной странице**
  Тип данных: булевый.
  Значение по умолчанию в стандартном сценарии: true.

Значение по умолчанию в логике действия: false.

При значении true:

- если активно окно 2D вида, из числа проверяемых объектов исключаются 3D объекты и 2D объекты, не принадлежащие активной странице,
- если активно окно 3D вида, проверяются объекты всех проверяемых типов, независимо от их расположения.
- если активно окно любого другого вида, из числа проверяемых объектов исключаются 3D объекты и 2D объекты, не принадлежащие первой странице чертежа.

При значении false проверяются объекты всех проверяемых типов, независимо от их расположения и активного окна.

Критерии проверки:

Для переменных и неименованных выражений проверка выдаёт ошибку, если проверяемый объект не имеет потомков.

Для 2D и 3D элементов проверка выдаёт ошибку при одновременном соблюдении тех условий из перечисленных ниже, которые применимы к данному типу объекта и его потомкам:

- если текущий проверяемый объект не имеет потомков, не входящих в число проверяемых объектов, на всех уровнях иерархии модели (применимо ко всем типам проверяемых объектов);
- если для текущего проверяемого объекта, а также для всех проверяемых объектов, являющихся потомками текущего, параметр **Внешний** или **Внешняя** имеет значение **Скрыть в сборке** (применимо ко всем типам 3D построений);
- если для текущего проверяемого объекта, а также для всех проверяемых объектов, являющихся потомками текущего, выключена опция **Использовать как исходную СК** (применимо к 3D ЛСК);
- если для текущего проверяемого объекта, а также для всех проверяемых объектов, являющихся потомками текущего, выключена опция **Не удалять в команде "Удалить лишнее"** (применимо к рабочим плоскостям и рабочим поверхностям).

Автоматическое исправление: Найденные неиспользуемые объекты удаляются.

Примечание: Данное действие включает в себя все функции следующих действий:

- Неиспользуемые 2D построения
- Неиспользуемые 2D узлы
- Неиспользуемые линии построения
- Неиспользуемые страницы
- Неиспользуемые невидимые переменные
- Неиспользуемые видимые переменные
- Неиспользуемые 3D построения
- Неиспользуемые 3D узлы
- Неиспользуемые 3D пути
- Неиспользуемые 3D профили
- Неиспользуемые ЛСК
- Неиспользуемые рабочие плоскости

Ошибки пересчёта

```
<Action Name="Ошибки пересчёта" Uid="D0B94352-0A24-4998-9DF0-72586EAEFE1F"
LogicUid="686487e7-ee98-4343-b57c-40396c825075"/>
```

Проверяемые объекты: Документ в целом.

Настраиваемые параметры: Нет.

Критерии проверки: Система находит элементы, при пересчёте которых происходит ошибка, и выводит информацию о них в результат проверки.
Автоматическое исправление: Нет.

Размеры с номиналами, заданными вручную

```
<Action Name="Размеры с номиналами, заданными вручную" Uid="e59c5a91-e8a4-411f-9551-
b99b562b8621" LogicUid="632a76ac-b3d7-45c4-b6ab-04605e36ee92"/>
```

Проверяемые объекты: Все размеры (как 2D, так и 3D).
Настраиваемые параметры: Нет.
Критерии проверки: Если для параметра **Номинал** выбран тип **Вручную** или **Вручную с поправками**, это считается ошибкой.
Автоматическое исправление: Нет.

Объекты цвета фона

```
<Action Name="Объекты цвета фона" Uid="bd38e81e-defb-459b-bcd1-2c29ed98cc3f"
LogicUid="ec691a41-8604-4b3b-b55f-add027a4974c"/>
```

Проверяемые объекты: Все элементы, у которых есть параметр **Цвет**, кроме граней и содержимого тех. требований документа.

> При проверке текстов проверяется только общий цвет текстового объекта. Если часть содержимого текста имеет цвет, отличный от общего, её цвет не учитывается при проверке.

> Картинки не проверяются.

Настраиваемые параметры: Нет.
Критерии проверки: Если цвет проверяемого объекта совпадает с цветом фона, это считается ошибкой.
Для 3D объектов цветом фона является цвет, заданный в поле **Цвет** в диалоге **Параметры 3D вида**. Если в документе доступно несколько 3D видов с разными цветами фона, сравнение ведётся с каждым из этих цветов.
Для 2D объектов цветом фона является цвет, заданный в установках системы (**Установки** > **Цвета** > **Общие** > **Фон окон чертежа**), либо в параметрах страницы (**Параметры документа** > **Страница** > **Цвета** > **Цвета** > **Фон чертежа**). Если для разных страниц документа применены разные цвета, сравнение ведётся с каждым из этих цветов, независимо от того, на какой странице располагается проверяемый объект. Учитываются страницы всех типов.
Автоматическое исправление: Нет.

Размеры с неверными допусками

```
<Action Name="Размеры с неверными допусками" Uid="1aa060a2-0a85-44de-aba7-ae85a9d65a7e"
LogicUid="49f1a002-3b7d-4398-a582-e0e431b90876">
  <Parameters>
    <Parameter Key="Upper Deviation" Name="Верхнее отклонение" Type="Double"
    Value="0.01"/>
    <Parameter Key="Lower Deviation" Name="Нижнее отклонение" Type="Double" Value="-
    0.01"/>
    <Parameter Key="Upper Fit Deviation" Name="Верхнее отклонение посадки" Type="Double"
    Value="0.01"/>
```

```
    <Parameter Key="Lower Fit Deviation" Name="Нижнее отклонение посадки" Type="Double"
    Value="-0.01"/>
  </Parameters>
</Action>
```

Проверяемые объекты: Все размеры (как 2D, так и 3D).
Настраиваемые параметры:

- **Нижнее отклонение**
  Тип данных: действительный.
  Значение по умолчанию: -0.01.
- **Нижнее отклонение посадки**
  Тип данных: действительный.
  Значение по умолчанию: -0.01.
- **Верхнее отклонение**
  Тип данных: действительный.
  Значение по умолчанию: 0.01.
- **Верхнее отклонение посадки**
  Тип данных: действительный.
  Значение по умолчанию: 0.01.

При проверке используются единицы измерения из параметров документа (для 2D размеров - **Параметры документа** > **Страница** > **Лист** > **Лист** > **Единицы**, для 3D размеров - **Параметры документа** > **Документ** > **3D** > **Единицы** > **Длина**).

Критерии проверки: Если диапазоны отклонений, заданные в параметрах размера, выходят за пределы диапазонов, заданных в параметрах действия, это считается ошибкой.
Автоматическое исправление: Нет.

Количество всех объектов

```
<Action Name="Количество всех объектов" Uid="9d22cbd9-a63e-4761-93cc-2cfbd1fb508d"
LogicUid="ff2abf1b-5ffa-48c5-9c74-d9d27808a4e9"/>
```

Проверяемые объекты: Документ в целом.
Настраиваемые параметры: Нет.
Критерии проверки: Система вычисляет количество объектов различных типов, имеющихся в документе, и выводит полученные данные в результат проверки. Набор типов, подлежащих подсчёту, совпадает с отображаемым на вкладке **Статистика** диалога **Свойства документа**.
Автоматическое исправление: Нет.

Операции с низкой точностью

```
<Action Name="Операции с низкой точностью" Uid="945254b4-af52-4144-a587-3645356d53ce"
LogicUid="67a1a40e-f6a9-47c0-86b6-e172c8118f39">
  <Parameters>
    <Parameter Key="Projection Precision" Name="Точность проекций" Type="Double"
    Value="0.0"/>
    <Parameter Key="3D Operations Precision" Name="Точность 3D-операций" Type="Double"
    Value="0.00001"/>
  </Parameters>
</Action>
```

Проверяемые объекты: Все объекты следующих типов: **Проекция, Спиральный 3D путь, 3D путь по формуле, Тело по сечениям, Сглаживание граней, Булева операция, Тело по траектории,**

Отсечение, Деформация, Заполнение области, Сшивка, Переходная поверхность, Трубопровод, Провод/кабель, Воздуховод.
Настраиваемые параметры:

- **Точность 3D операций**
  Тип данных: действительный.
  Значение по умолчанию в стандартном сценарии: 0.00001.
  Значение по умолчанию в логике действия: 0.000001.
- **Точность проекций**
  Тип данных: действительный.
  Значение по умолчанию: 0.

Критерии проверки: Если значение точности (для переходной поверхности - значение точности вычислений), указанное в параметрах проверяемого объекта, выше значения, указанного в параметрах проверки, это считается ошибкой.
Автоматическое исправление: Нет.

Переменные

В стандартный сценарий контроля качества входят следующие действия по проверке переменных документа:

- Неиспользуемые невидимые переменные
- Неиспользуемые видимые переменные
- Переменные без комментария
- Ошибки расчёта значений переменных
- Пустая текстовая переменная
- Скрытые переменные
- Пробелы в наименованиях и обозначениях

Неиспользуемые невидимые переменные

```
<Action Name="Неиспользуемые невидимые переменные" Uid="cf05f3aa-ce49-4a70-ad18-
8916cbeaf338" LogicUid="1d068d6d-4486-4e74-9de9-9b9bf9334799"/>
```

Проверяемые объекты: Все неименованные выражения.
Настраиваемые параметры: Нет.
Критерии проверки: Если неименованное выражение не имеет потомков, это считается ошибкой.
Автоматическое исправление: Найденные неиспользуемые неименованные выражения удаляются.
Примечание: Все функции данного действия также доступны в рамках действия Неиспользуемые объекты.

Неиспользуемые видимые переменные

```
<Action Name="Неиспользуемые видимые переменные" Uid="1d283056-d54f-4089-aa84-
f86b9fc67a90" LogicUid="af8bf59f-b05b-45b4-bffd-0e4f9d32e7e9"/>
```

Проверяемые объекты: Все видимые переменные.
Настраиваемые параметры: Нет.
Критерии проверки: Если проверяемая переменная не имеет потомков, это считается ошибкой.
Автоматическое исправление: Найденные неиспользуемые переменные удаляются.
Примечание: Все функции данного действия также доступны в рамках действия Неиспользуемые объекты.

Переменные без комментария

```
<Action Name="Переменные без комментария" Uid="E846188B-3080-4013-B3EE-7A99144E2416"
LogicUid="e032560d-a1ce-4e7f-9ffb-8fada177a1f2"/>
```

Проверяемые объекты: Все видимые переменные.
Настраиваемые параметры: Нет.
Критерии проверки: Отсутствие комментария к проверяемой переменной считается ошибкой.
Автоматическое исправление: Нет.

Ошибки расчёта значений переменных

```
<Action Name="Ошибки расчёта значений переменных" Uid="ECDBA529-8440-4AED-BE6B-
8D244CCA5357" LogicUid="a66cfb08-33b4-4f74-9c5a-53fe17e615eb"/>
```

Проверяемые объекты: Все видимые переменные.
Настраиваемые параметры: Нет.
Критерии проверки: Наличие ошибок расчёта значений проверяемых переменных считается ошибкой контроля качества.
Автоматическое исправление: Нет.

Пустая текстовая переменная

```
<Action Name="Пустая текстовая переменная" Uid="36a140c0-b215-463e-b26b-666e40361284"
LogicUid="c7f32db1-af02-4994-af71-46044d9ca936">
  <Parameters>
    <Parameter Key="Variable" Name="Переменная" Type="String" Value="$Наименование"/>
  </Parameters>
</Action>
```

Проверяемые объекты: Переменная, имя которой указано в параметрах действия.
Настраиваемые параметры:

- **Переменная**
  Тип данных: строковый.
  Значение по умолчанию 1: $Наименование.
  Значение по умолчанию 2: $Обозначение.

> В стандартном сценарии контроля качества доступно два одинаковых действия **Пустая текстовая переменная** с разными значениями параметров по умолчанию.

Критерии проверки: Проверка выдаёт ошибку в следующих случаях:

- если проверяемая переменная имеет пустое значение;
- если проверяемая переменная не является текстовой;
- если переменная с указанным именем не найдена.

Автоматическое исправление: Нет.

Скрытые переменные

```
<Action Name="Скрытые переменные" Uid="b676cb98-cf4b-48db-9ba1-1c902e7f5573"
LogicUid="a702103b-60b6-4e5d-b116-3ccbd6ea14b3"/>
```

Проверяемые объекты: Все переменные.

Настраиваемые параметры: Нет.
Критерии проверки: Если переменная скрыта, это считается ошибкой.
Автоматическое исправление: Скрытые переменные перестают быть скрытыми.

Пробелы в наименованиях и обозначениях

```
<Action Name="Пробелы в наименованиях и обозначениях" Uid="2ca67a59-0467-494d-a880-
5f2a0209ff54" LogicUid="e2504f5c-b0b1-4a72-85d1-606482734fbd">
  <Parameters>
    <Parameter Key="Name Variable" Name="Переменная наименования" Type="String"
    Value="$Наименование"/>
    <Parameter Key="Part Number Variable" Name="Переменная обозначения" Type="String"
    Value="$Обозначение"/>
  </Parameters>
</Action>
```

Проверяемые объекты: Переменные, имена которых указаны в параметрах действия; колонки **Наименование** и **Обозначение** составов изделия.
Настраиваемые параметры:

- **Переменная наименования**
  Тип данных: строковый.
  Значение по умолчанию: $Наименование.
- **Переменная обозначения**
  Тип данных: строковый.
  Значение по умолчанию: $Обозначение.

Критерии проверки: Если значение проверяемой переменной или содержимое проверяемой колонки начинается или оканчивается пробелом, это считается ошибкой. Если переменная с указанным именем не найдена, это не считается ошибкой, но в результатах проверки выводится уведомление об отсутствии переменной.
Автоматическое исправление: Нет.

MD5 Контрольная сумма

```
<Action Name="MD5 Контрольная сумма" Uid="19db94e3-76d4-4248-8339-2798717c3dc3"
LogicUid="0108e19b-92cc-452e-b6c1-3da241311002">
  <Parameters>
    <Parameter Key="Etalon" Name="Эталон" Type="String" Value=""/>
  </Parameters>
</Action>
```

Проверяемые объекты: Документ в целом.
Настраиваемые параметры:

- **Эталон**
  Тип данных: строковый.
  Значение по умолчанию не задано.

Критерии проверки: Для документа вычисляется контрольная сумма по алгоритму MD5 и сравнивается с указанной в параметрах действия. Если они не совпадают, это считается ошибкой.
Автоматическое исправление: Нет.

Пример пользовательского действия контроля качества

В поставке T-FLEX CAD приведен пример пользовательского действия контроля качества - **Имена слоев**. Оно проверяет имена всех имеющихся в документе слоёв на соответствие следующим критериям:

- в имени разрешены только кириллические символы, цифры, нижнее подчёркивание и пробелы;
- имя не должно быть длиннее 30 символов.

В примере также прописаны действия по устранению найденных несоответствий: при выборе команды **Исправить** в контекстном меню результатов проверки слои, не соответствующие упомянутым критериям, переименовываются в Слой_1, Слой_2 и т.д.

Файлы примера расположены в папке установки T-FLEX CAD (по умолчанию: **C:\Program Files\T-FLEX CAD 17\API\QualityManagementSample**). Логика действия прописана в исходном файле **SampleLogic.cs** на языке C#.

Чтобы воспользоваться примером, соберите решение **QualityManagementSample.sln** средствами **Microsoft Visual Studio**.

> Для работы с проектами пользовательских проверок контроля качества рекомендуется установить для **Microsoft Visual Studio** рабочую нагрузку **Разработка классических приложений .NET**.

В результате будет создан файл библиотеки **QualityManagementSample.dll.** Его расположение внутри папки **QualityManagementSample** зависит от выбранной конфигурации проекта (по умолчанию - **QualityManagementSample\bin\Debug**). Скопируйте его в папку **...T-FLEX CAD 17\Program.** Затем добавьте в собственный или стандартный сценарий контроля качества соответствующее действие и модуль, подключающий данную библиотеку.

> В стандартном сценарии контроля качества модуль и действие для данного примера уже прописаны в качестве комментария. Таким образом, можно быстро включить их в стандартный сценарий, раскомментировав соответствующие элементы в файле **...T-FLEX CAD 17\Program\QualityManagement\DefaultScript.tfqms**, как показано ниже. Для редактирования данного файла требуются права администратора.

> После редактирования стандартного сценария рекомендуется сохранить его под другим именем или в другую папку, т.к. при обновлении T-FLEX CAD файл стандартного сценария заменяется.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<Script>
  <!--Example Module
    <Modules>
        <Module Name="QualityManagementSample" Path="QualityManagementSample.dll"/>
    </Modules>
  -->
  <Parameters>
..............
  </Parameters>
  <Actions>
    <!--Example Module Actions
        <Action Name="Имена слоёв" Uid="96d2999d-2f59-492d-b71e-64185753c0de"
        LogicUid="07bc3705-0bc8-4833-b515-2cc8fb1eaa06" Tags="2D/3D" IsSkipped="true"/>
      -->
```

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<Script>
  <!--Example Module-->
    <Modules>
        <Module Name="QualityManagementSample" Path="QualityManagementSample.dll"/>
    </Modules>
  <Parameters>
..............
  </Parameters>
  <Actions>
    <!--Example Module Actions-->
        <Action Name="Имена слоёв" Uid="96d2999d-2f59-492d-b71e-64185753c0de"
        LogicUid="07bc3705-0bc8-4833-b515-2cc8fb1eaa06" Tags="2D/3D" IsSkipped="true"/>
```

Для данного действия в файле сценария прописан тег **2D/3D**, используемый для группировки действий в окне контроля качества, а также атрибут **IsSkipped="true"**, означающий, что действие будет выключено по умолчанию после загрузки сценария (для включения действия установите его флаг в окне контроля качества).

Создание пользовательских действий контроля качества

Пользовательские действия контроля качества можно создать на основе примера, поставляемого вместе с T-FLEX CAD. Откройте файл решения **...T-FLEX CAD 17\API\QualityManagementSample\QualityManagementSample.sln** с помощью **Microsoft Visual Studio** и сохраните его как шаблон проекта (**Project** > **Export Template**). Затем создайте новый проект на основе данного шаблона.

> Для работы с проектами пользовательских проверок контроля качества рекомендуется установить для **Microsoft Visual Studio** рабочую нагрузку **Разработка классических приложений .NET**.

Логика пользовательского действия контроля качества прописана в исходном файле **SampleLogic.cs** на языке C# с использованием T-FLEX CAD Open API. Вы можете прописать логику своего действия в этом же файле или добавить новый исходный файл.
Пример содержит только одно действие, но в одном файле можно прописать сразу несколько действий. Каждое действие создаётся как производный класс от базового системного класса **LogicBase**, как показано ниже:

```
public class SampleLayerNamesLogic : LogicBase
```

Для новой логики действия контроля качества обязательно необходимо указать:

- **Уникальный идентификатор**.
  Сгенерируйте GUID с помощью сторонних средств и используйте его для переопределения метода **get** у свойства **Uid**, как показано ниже:

  ```
  public override Guid Uid => new System.Guid("07bc3705-0bc8-4833-b515-2cc8fb1eaa06");
  ```

- **Информацию о действии**
  Информация указывается путём переопределения метода **ActionInfo GetActionInfo(GetActionInfoContext context)**, как показано ниже. Здесь же можно назначить теги, используемые для группировки действий в окне контроля качества. В используемом примере действию назначен тег **2D/3D**. При необходимости можно добавить любые другие теги аналогичным образом.

```
public override ActionInfo GetActionInfo(GetActionInfoContext context)
{
    var res = new ActionInfo()
    {
        LogicUid = Uid,
        Group = "Примеры",
        Name = "Пользовательская проверка имен слоев",
        Description = "Пример пользовательской проверки, реализованной в отдельной
        сборке (dll)",
    };
    res.AddTag("2D/3D");
    return res;
}
```

Информацию о действии также можно получить у классов **RunContext** и **FixContext.**

- **Операции, выполняемые системой при проверке документа.**

Операции указываются путём переопределения метода **RunResult Run(RunContext context).** Операции, выполняемые при попытке автоматического исправления, можно указать путём переопределения метода **FixResult Fix(FixContext context, FixTask task)**. Если его не переопределить, по результатам проверки для данного действия не будет доступно автоматическое исправление.

> Для получения более подробной информации обратитесь к справке T-FLEX CAD Open API, которую можно вызвать из раздела **?** текстового меню или из меню справки.

При необходимости можно отредактировать информацию о проекте в файле **AssemblyInfo.cs**.

По завершении редактирования сохраните проект и соберите решение (**Build** > **Build Solution**). В результате в папке, указанной при создании проекта, появится dll-файл пользовательской библиотеки. Его расположение внутри папки проекта зависит от выбранной конфигурации (по умолчанию - **\bin\Debug**). При необходимости файл можно скопировать в любую другую папку.
Затем откройте в Visual Studio или текстовом редакторе файл сценария, в котором вы хотите использовать созданные действия. В группе **<Modules>** добавьте модуль созданной dll-библиотеки. В группе **<Actions>** добавьте созданные действия. При необходимости пропишите для действий теги, атрибуты и параметры, задаваемые пользователем.

> Подробная информация о структуре сценариев доступна в главе Сценарии контроля качества

По окончании редактирования сохраните сценарий.
После загрузки сценария в T-FLEX CAD добавленные действия будут доступны в служебном окне **Контроль качества**.

Замечания

Развитие механизмов аннотирования 3D моделей – это переход к новому способу работы с конструкторской документацией: без оформления чертежей и лишних бумаг. Все технические требования и замечания конструктор может обозначить прямо на 3D модели, после чего передать её исполнителю или на доработку. Для удобства управления расширенными аннотациями разработано специальное окно работы с замечаниями. Замечания можно оформлять при помощи инструмента аннотаций: размеры, надписи, тексты и т.д., а можно при помощи рисования сплайном имитировать надпись от руки.
Количество аннотаций для одного документа не ограничено, они могут быть созданы разными людьми. Список аннотаций, созданных для текущего документа, хранится в файле с расширением GRI.
Для работы с замечаниями предназначены вкладка ленты **Замечания** и служебное окно **Замечания**.

Основные темы в этом разделе:

- Окно «Замечания»
- Создать замечание
- Замечания в режиме интеграции с T-FLEX DOCs

См. также:

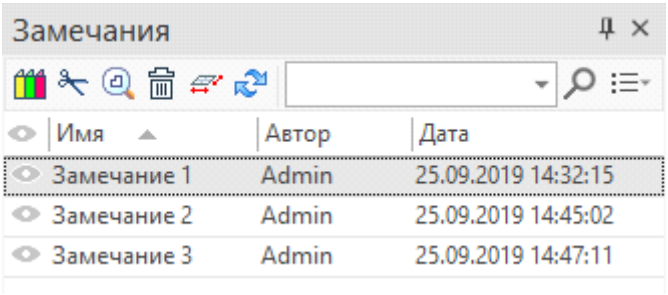
- Замечания в режиме интеграции с T-FLEX DOCs

Окно «Замечания»

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Окна > Замечания Вид > Окно > Окна > Замечания Замечания > Создать замечание > Окно замечаний > Окна > Замечания
Клавиатура	Текстовое меню
<Shift>+<F3>	Настройка > Окна > Замечания

Для создания, удаления, редактирования замечаний можно использовать специальное окно **Замечания.**



Набор пиктограмм вверху окна позволяет управлять замечаниями.

Новое замечание

Редактировать

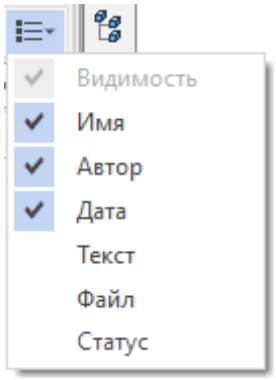
Показать

Удалить

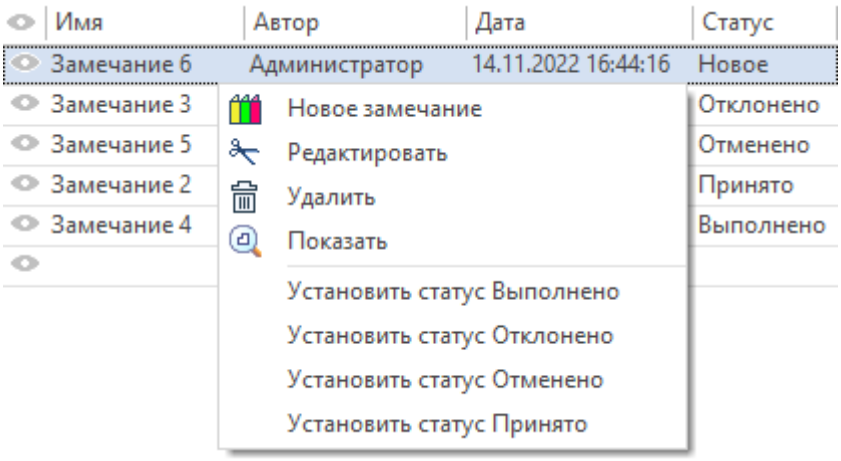
Создать плоскость замечания

Обновить

В окне доступен поиск и настройка отображаемых колонок.



Видимость. Первая колонка окна, всегда доступная. Нажатием пиктограммы определяем видимость замечания в 3D сцене или на чертеже.
Имя. Имя замечания.
Автор. Автор созданного замечания.
Дата. Дата создания замечания.
Текст. Объект замечания представляет собой графический объект, поэтому иногда удобно пояснить его текстом.
Файл. Указывается расположение и имя файла содержащего замечание. С точки зрения объектов CAD системы замечание представляет собой объект, созданный в контексте. Файл замечания по умолчанию сохраняется в папку, где расположен файл, к которому созданы замечания.
Статус. Статус замечания в T-FLEX DOCs (**Новое/Отклонено/Принято/Выполнено/Отменено**). Если замечание создано без интеграции с DOCs, то статус не назначен. В режиме интеграции с DOCs можно менять статус замечаний с помощью контекстного меню в служебном окне **Замечания** T-FLEX CAD.



Создать замечание

Для создания нового замечания нужно воспользоваться следующей командой:

Пиктограмма	Лента
	Замечания > Создать замечание > Замечание
Клавиатура	Текстовое меню
	Сервис > Замечание

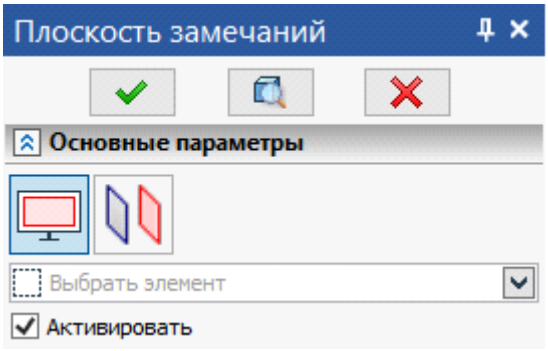
Команда также доступна на панели инструментов в окне **Замечания**.

Команда не может быть вызвана, если текущий документ ещё ни разу не сохранён.

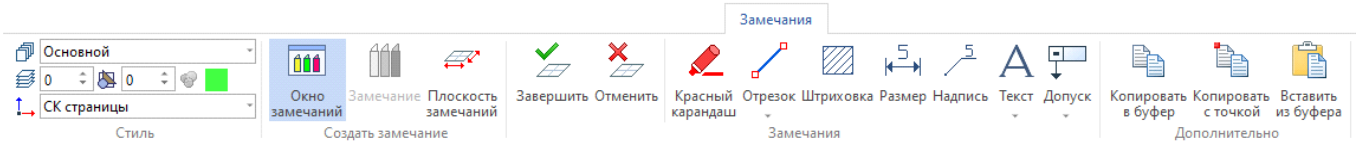
После вызова команды будет автоматически создан специальный фрагмент-замечание. Если команда создания замечания вызвана в 3D окне, то будет запущена команда создания плоскости замечаний в этом фрагменте в контексте исходного документа.
Также можно создать плоскость замечаний непосредственно в исходном документе, вызвав команду создания плоскости напрямую:

Пиктограмма	Лента
	Замечания > Создать замечание > Плоскость замечаний
Клавиатура	Текстовое меню

Доступны два варианта создания плоскости замечаний - параллельно экрану и по имеющейся плоскости. При создании плоскости замечаний по имеющейся плоскости необходимо выбрать плоский объект.



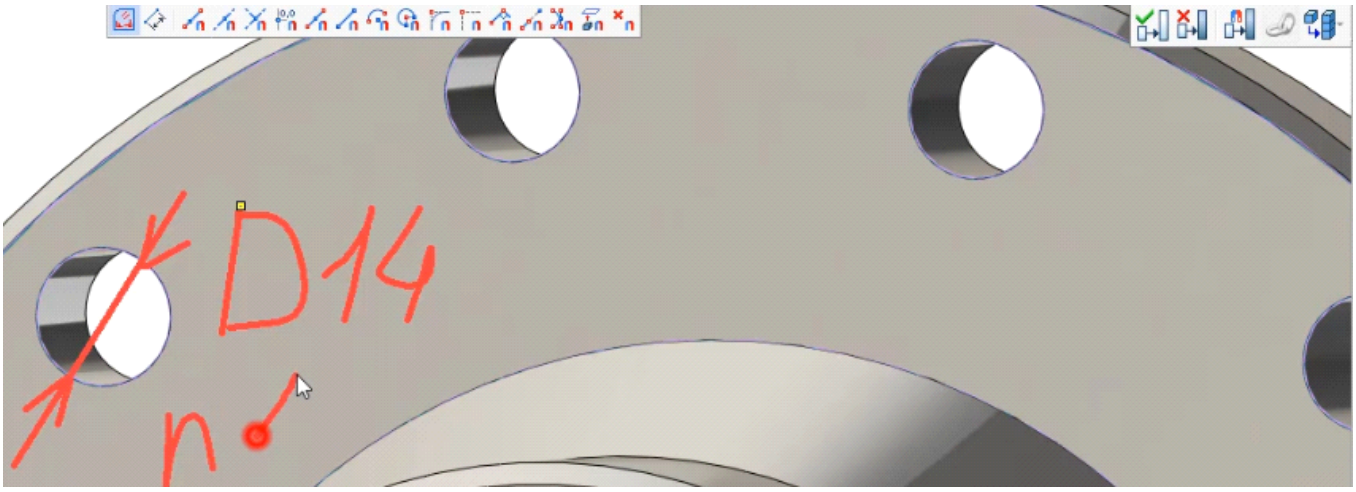
По умолчанию в окне параметров команды создания плоскости замечаний установлен флаг **Активировать**, вследствие чего после подтверждения создания плоскости запускается режим рисования замечания на этой плоскости.
Если команда создания замечания вызвана в 2D окне, то рисование замечания сразу запускается на текущей странице чертежа без необходимости задания плоскости.
Рисование замечания происходит аналогично черчению на активной РП. В ленте при этом автоматически становится активной вкладка **Замечания**.



На вкладке доступны команды создания элементов оформления чертежа и эскиза, что позволяет в свободном стиле оформить замечание на модели или чертеже. При этом для всех создаваемых элементов по умолчанию установлен красный цвет. Дополнительно в режиме рисования замечаний доступна следующая команда:

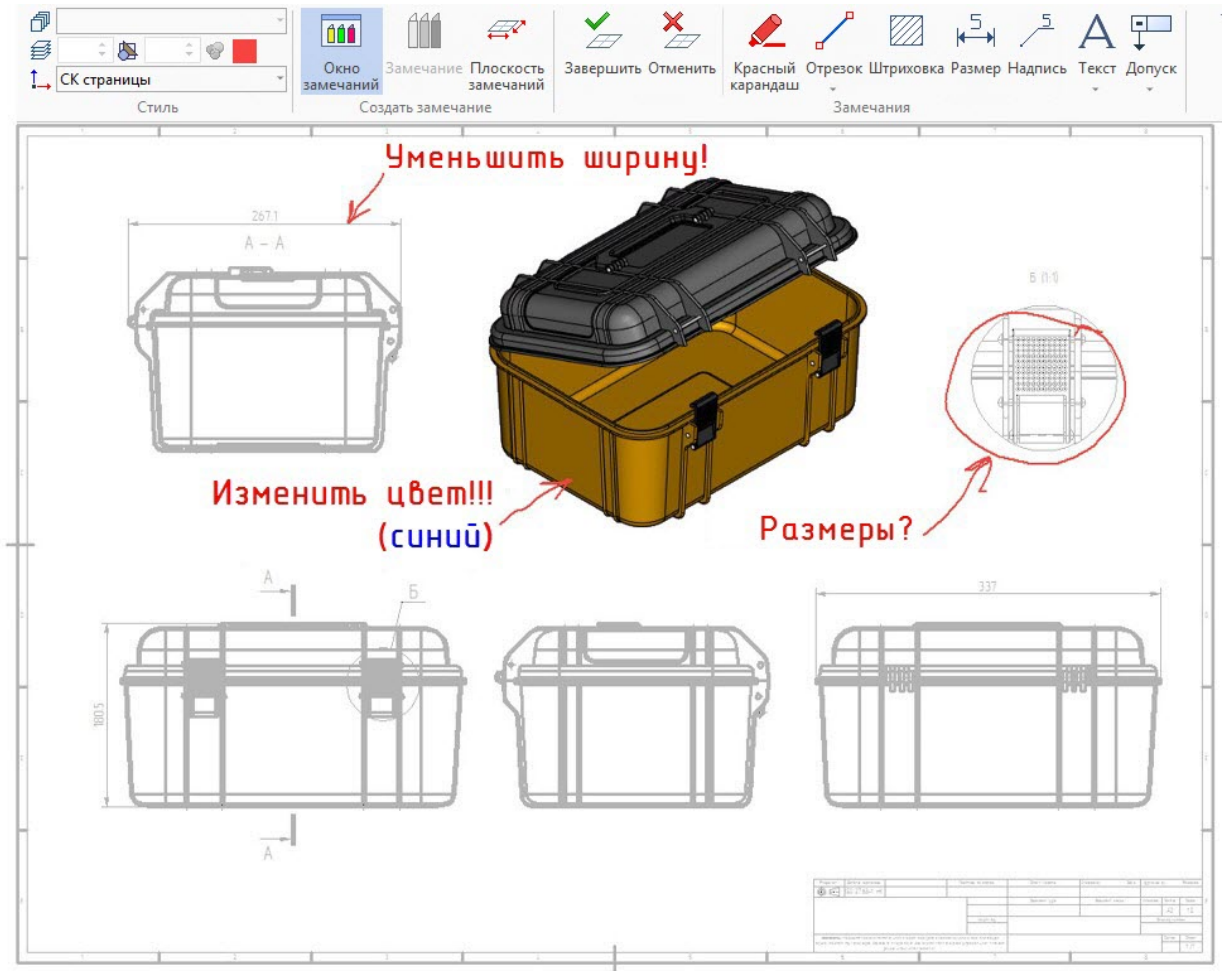
Пиктограмма	Лента
	Замечания > Замечания > Красный карандаш
Клавиатура	Текстовое меню

С её помощью на выбранной плоскости замечания можно аналогично рисованию от руки на бумаге рисовать сплайном красного цвета, зажав .
Таким образом можно наглядно указать на недочёты модели.



После создания замечания нужно выйти из контекста. Как уже говорилось выше – замечания является объектом, созданным в контексте, и записанным в специальный файл. Для выхода из контекста нужно воспользоваться панелью работы в контексте.

Аналогичные замечания можно создавать и на чертежах.



Если замечание создано в режиме интеграции с T-FLEX DOCs замечания сохраняются в виде объектов T-FLEX DOCs без использования файлов, представляющих собой фрагмент-замечание.

Библиотеки

Конфигурация библиотек является удобным средством организации работы с большими наборами документов, а также созданными библиотеками параметрических элементов, которые могут быть использованы в качестве фрагментов.
Конфигурации библиотек хранятся в файлах с расширением **tws**. Конфигурация библиотек может состоять из библиотек или групп библиотек. Группа библиотек может включать в себя другие группы, либо библиотеки. Таким образом, конфигурации библиотек могут иметь иерархическую структуру. Библиотека содержит данные о пути до папки на диске, в котором хранятся файлы документов. Таким образом, для того, чтобы файлы документов попали в библиотеку, достаточно просто поместить их в нужную папку на диске.

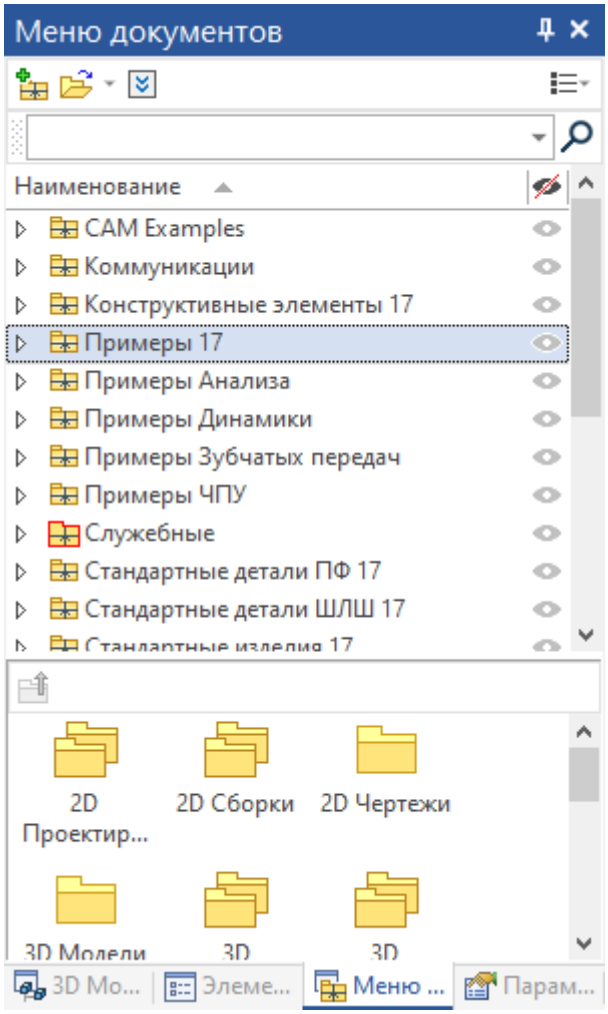
Основные темы в этом разделе:

- Окно "Меню документов"
- Контекстные меню в окне Меню документов
- Создание библиотек, их групп и конфигураций
- Библиотеки параметрических чертежей и 3D моделей
- Основные команды для работы с библиотеками

Окно "Меню документов"

Непосредственная работа с библиотеками и файлами документов, входящими в них, осуществляется в меню документов.

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Окна > Меню документов Вид > Окно > Окна > Меню документов > Окна > Меню документов
Клавиатура	Текстовое меню
<Alt> + <1>	Настройка > Окна > Меню документов



Меню документов представляет собой окно, в котором отображаются открытые конфигурации библиотек со всеми входящими в них файлами. Пользователю предоставляется доступ к файлам для их открытия, а также вставки фрагментов и картинок в командах Создать фрагмент, Создать картинку, Создать 3D фрагмент, Вставить внешнюю модель.
Иконки элементов меню документов:

Конфигурация

Активная конфигурация

Группа папок

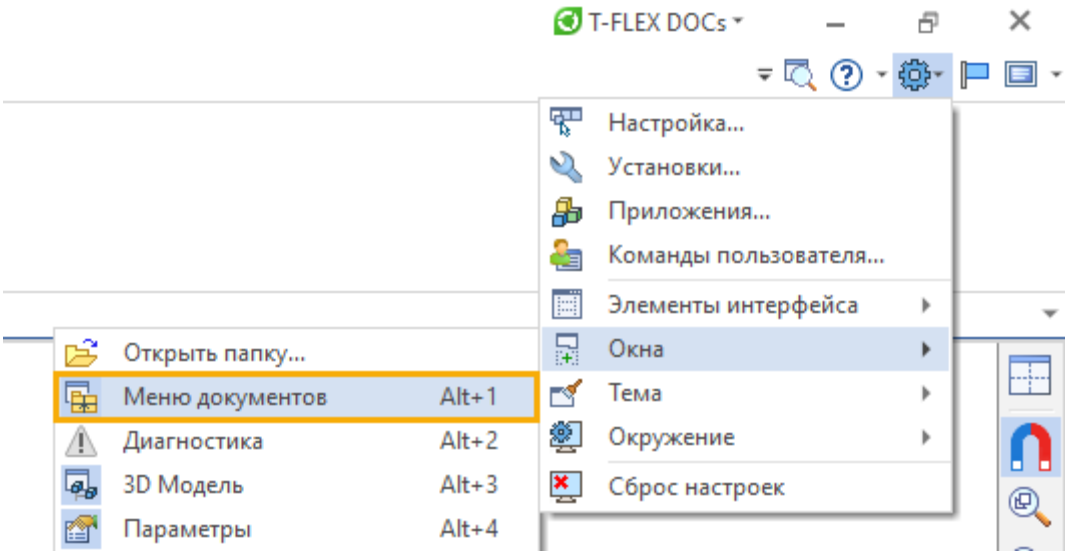
Папка (библиотека)

Не найденная папка (библиотека)

Повторяющаяся папка (библиотека)

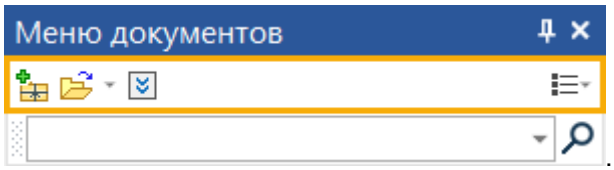
Для файлов отображается иконка, созданная в команде Создать/Редактировать иконку.

Видимостью окна меню документов на экране можно управлять в команде > **Окна** пункт **Меню документов**.



Опции панели инструментов

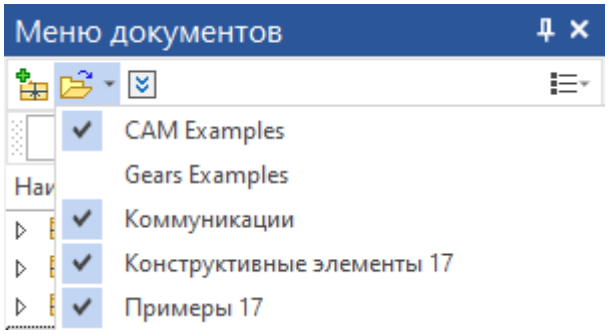
В окне **Меню документов** имеется панель инструментов.



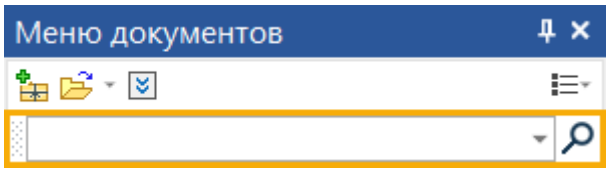
Панель инструментов позволяет:

1. **Создать новую конфигурацию**
2. **Открыть конфигурацию**

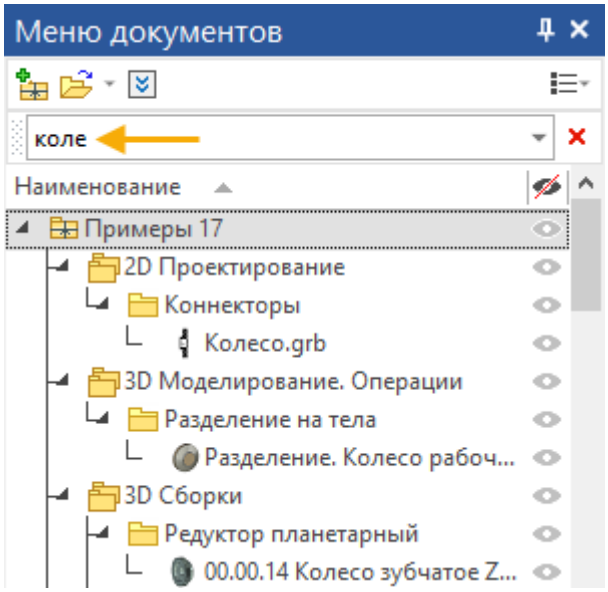
Нажатие на стрелку рядом с иконкой команды **Открыть конфигурацию** вызывает выпадающий список всех установленных конфигураций. С его помощью удобно открывать/закрывать конфигурации.



3. **Использовать строку поиска**.

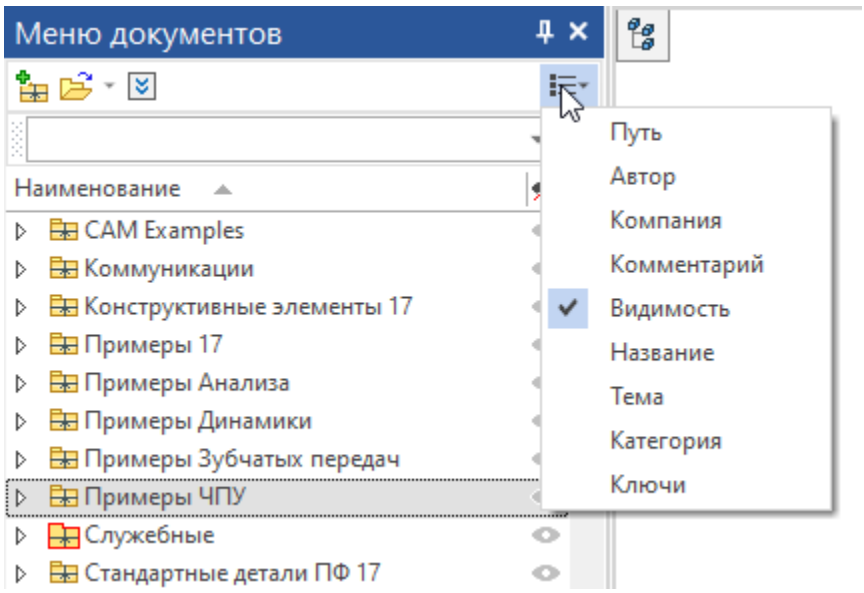


В результате поиска в меню документов отображаются все файлы, имена которых удовлетворяют поисковому запросу.

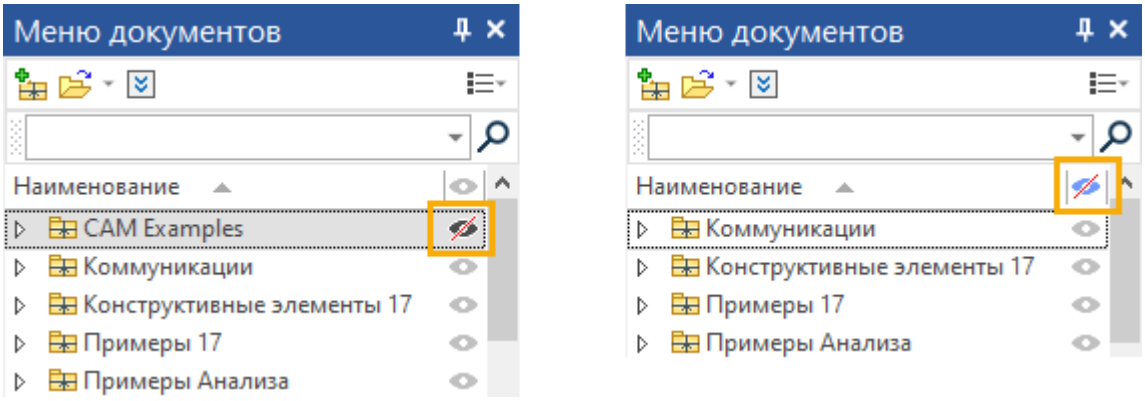


4. **Отобразить/скрыть колонки с информацией об элементах** .

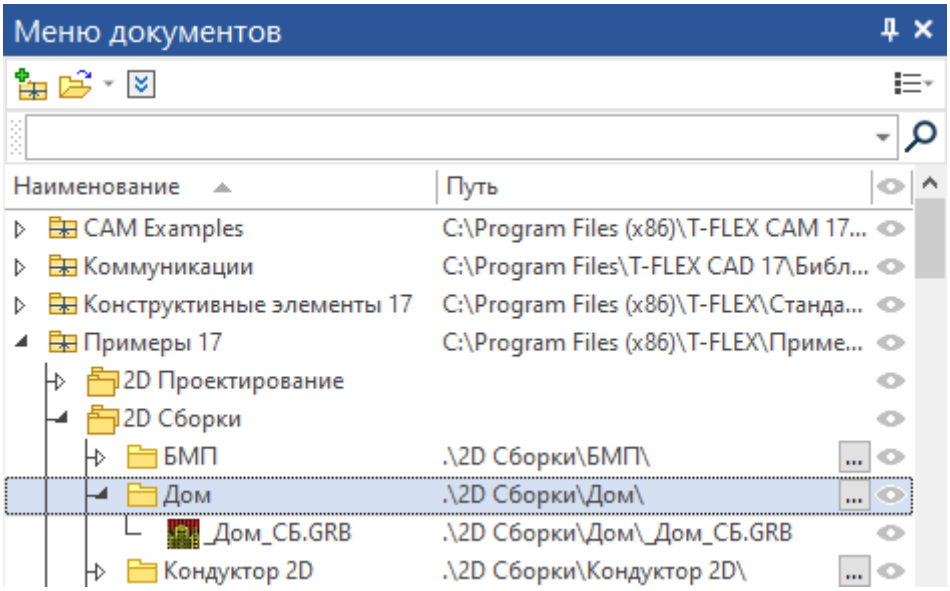
В колонках отображается информация об элементах меню документов. Эту информацию можно редактировать. Имеется возможность сортировки по колонкам.



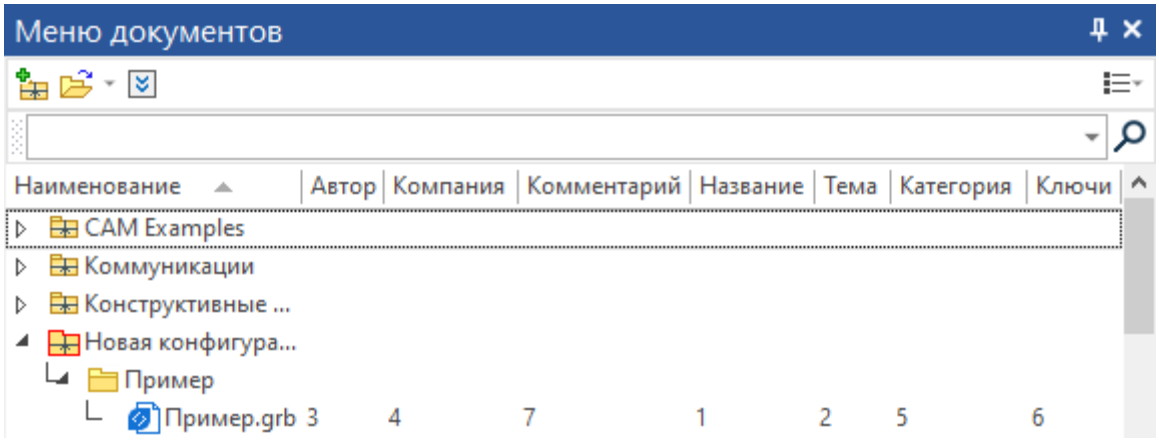
Колонка **Видимость** позволяет скрывать конфигурации, библиотеки и файлы в окне. Для этого нужно кликнуть по иконке напротив нужного элемента. Чтобы показывать/не показывать скрытые элементы необходимо кликнуть по заголовку колонки.

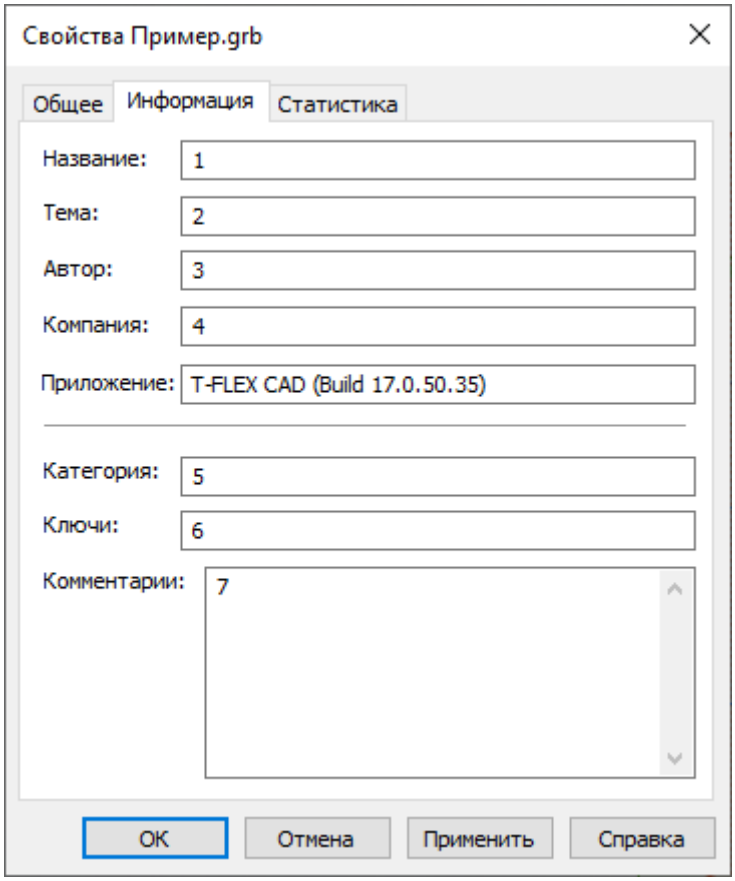


Колонка **Путь** не только отображает путь к библиотеке, но и позволяет вручную изменять его. С помощью опции , доступной в колонке, можно назначить новую папку для выбранной библиотеки.

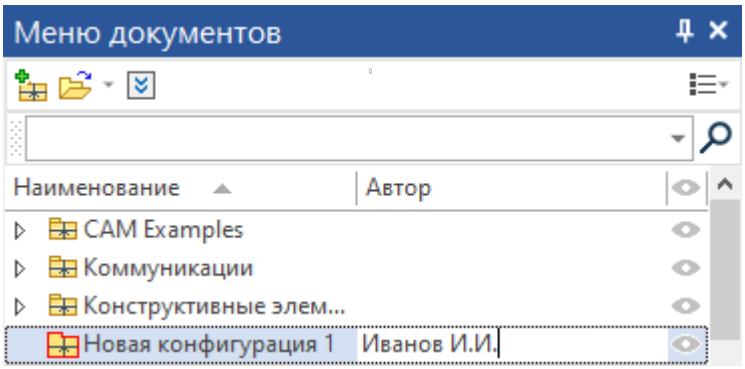


Колонки **Автор**, **Компания**, **Комментарий**, **Название**, **Тема**, **Категория** и **Ключи** отображают информацию, заданную в свойствах файла.





В колонках **Автор**, **Компания** и **Комментарий** можно заполнять информацию для конфигураций, библиотек и групп библиотек. Эта информация будет храниться в файле конфигурации.



Контекстные меню в окне Меню документов

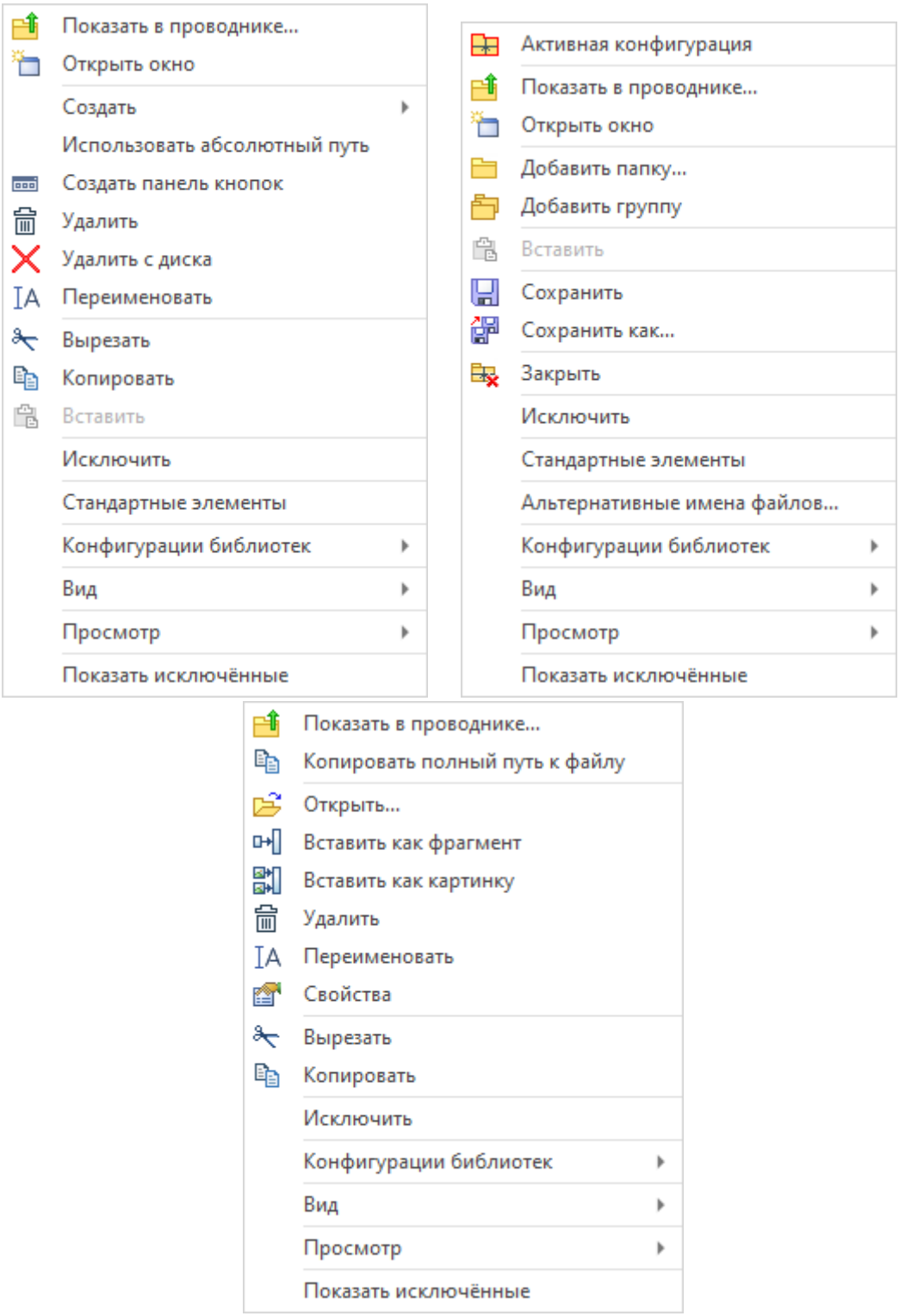
При нажатии в окне **Меню документов** на экране появляется контекстное меню. Содержимое контекстного меню зависит от того, на какой элемент указывает курсор мыши в момент вызова меню (заголовок окна, название конфигурации библиотек, название группы, название библиотеки, имя файла и т.д.).

Основные темы в этом разделе:

- Общие команды контекстных меню в окне "Меню документов"
- Контекстное меню конфигурации библиотеки
- Контекстное меню библиотеки (папки)
- Контекстное меню библиотечного файла

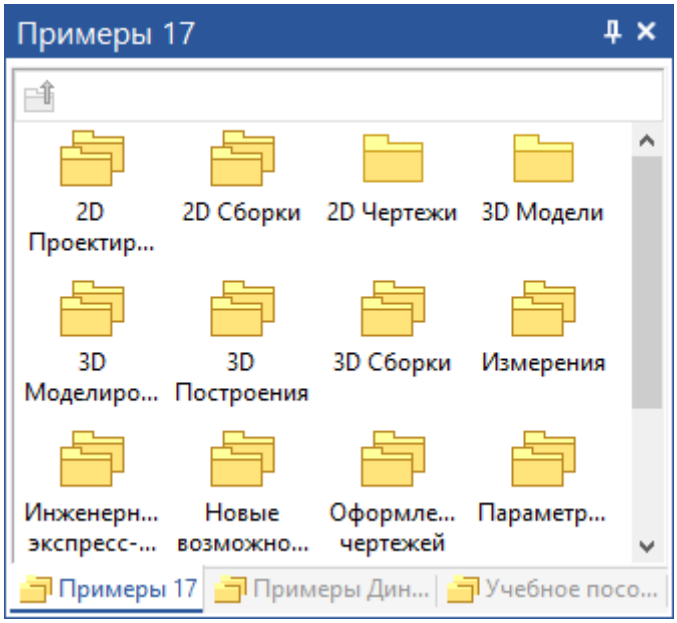
Общие команды контекстных меню в окне "Меню документов"

В этом разделе описаны команды, которые присутствуют в контекстном меню различных элементов, отображаемых в окне **Меню документов**.



Открыть окно

Эта команда появляется в контекстном меню библиотеки или группы. Открывается отдельное окно библиотеки. Можно также просто перетащить иконку нужной библиотеки из меню документов в рабочее окно документа с нажатой . Отдельные окна можно открывать сразу для нескольких библиотек. Как и любые служебные окна T-FLEX CAD, окна библиотек можно объединять в общее окно с закладками.



Добавить папку / **Добавить группу** . Используется для добавления новой библиотеки/группы библиотек. Команды доступны в контекстном меню конфигурации или группы библиотек.
При создании библиотеки необходимо выбрать папку на диске, в котором хранятся необходимые файлы.

Показать в Проводнике
Команда доступна в контекстном меню конфигураций, библиотек и файлов. После активации команды открывается папка Windows, в которой располагается выбранная конфигурация, библиотека или файл.

Удалить
Эта команда позволяет удалять группы, библиотеки или файлы.
При удалении группы библиотек, все вложенные в неё библиотеки и группы библиотек остаются в конфигурации.
При удалении библиотеки, связанная с библиотекой папка не удаляется с компьютера.
При удалении файла, он удаляется не только из меню документов, но и из связанной с библиотекой папки.

Переименовать
Команда позволяет изменить имя библиотеки, группы библиотек или файла.

Конфигурация библиотек
Набор команд, позволяющий работать с конфигурациями библиотек.

Новая
Создание новой конфигурации библиотек. После вызова команды появляется диалог, в котором нужно присвоить имя файла для новой конфигурации и указать место на диске, куда будет произведено сохранение.

Открыть
Эта команда открывает файл конфигурации библиотек. В окне **Меню документов** может быть открыто несколько конфигураций.

Сохранить все
Сохранение всех открытых конфигураций библиотек.

Закрыть все
Эта команда закрывает все открытые конфигурации библиотек. В случае, если были

внесены изменения в какую-либо конфигурацию библиотек, перед закрытием будет задан вопрос о сохранении изменений.

Вызывать команды для работы с конфигурациями и библиотеками можно также из главного меню **Файл > Библиотеки**.

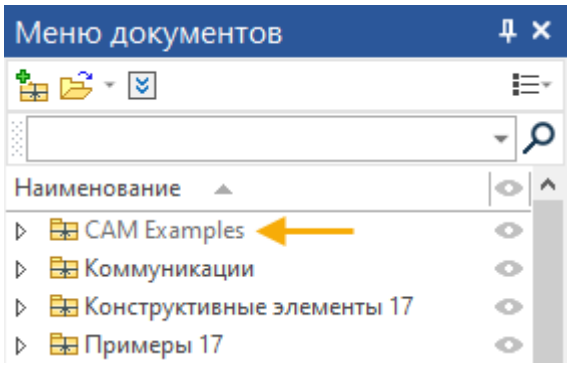
Необходимо учитывать, что если на экране нет окна **Меню документов**, то операции создания и загрузки конфигураций библиотек не будут заметны явно, пока пользователь не выведет на экран окно **Меню документов.**

Исключить/Показать

Опция **Исключить** позволяет скрыть выбранные файлы и папки. Опция **Показать** позволяет вновь показать скрытые элементы в меню документов.

Показать исключённые/Скрыть исключённые

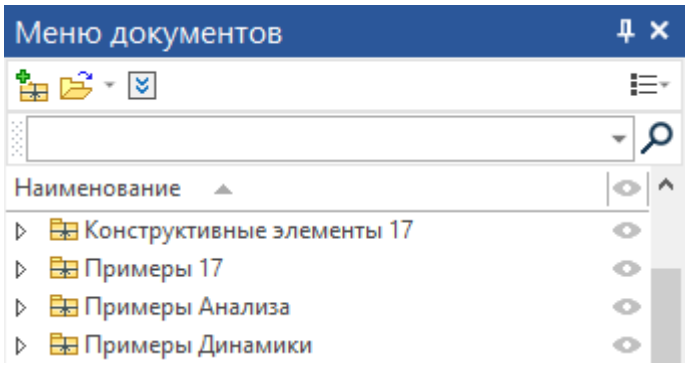
Если включена опция **Показать исключённые**, то скрытые элементы отображаются в меню документов серым цветом. Чтобы скрыть их вновь используется опция **Скрыть исключённые**.



Вид:

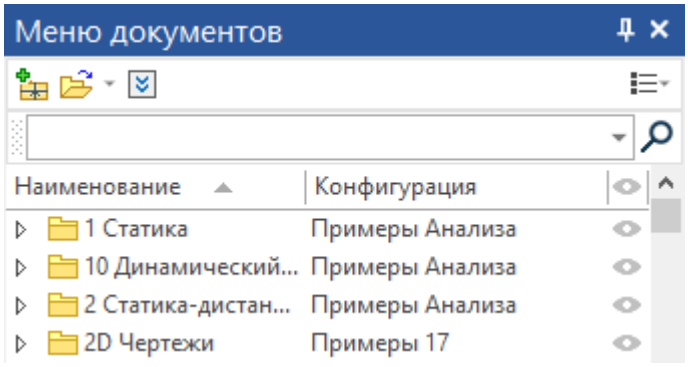
- **Дерево**

  В этом режиме отображаются конфигурации, группы библиотек, библиотеки и файлы, расположенные в заданной иерархии.



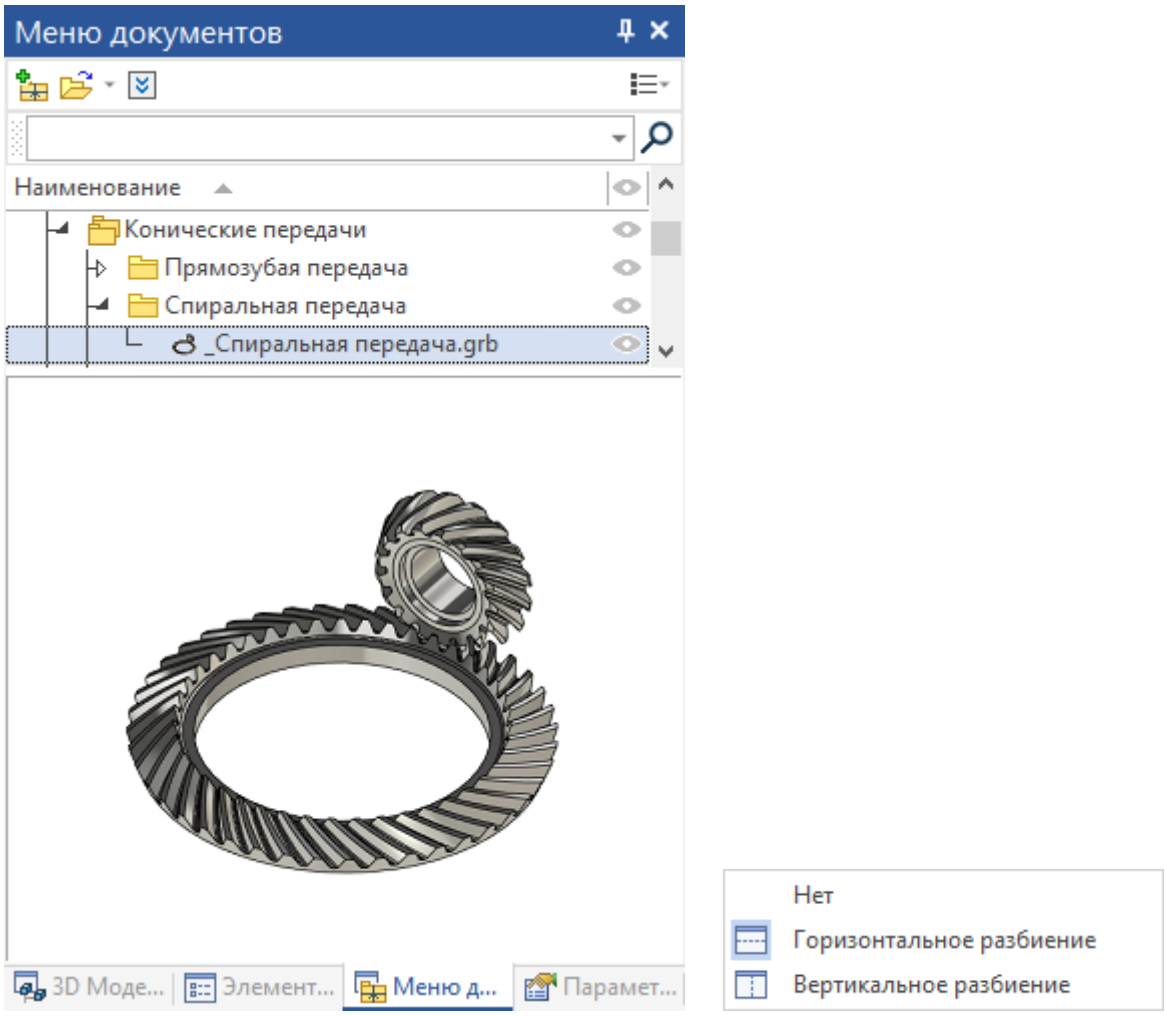
- **Только библиотеки**

  В этом режиме отображаются только библиотеки и их содержимое.



Просмотр

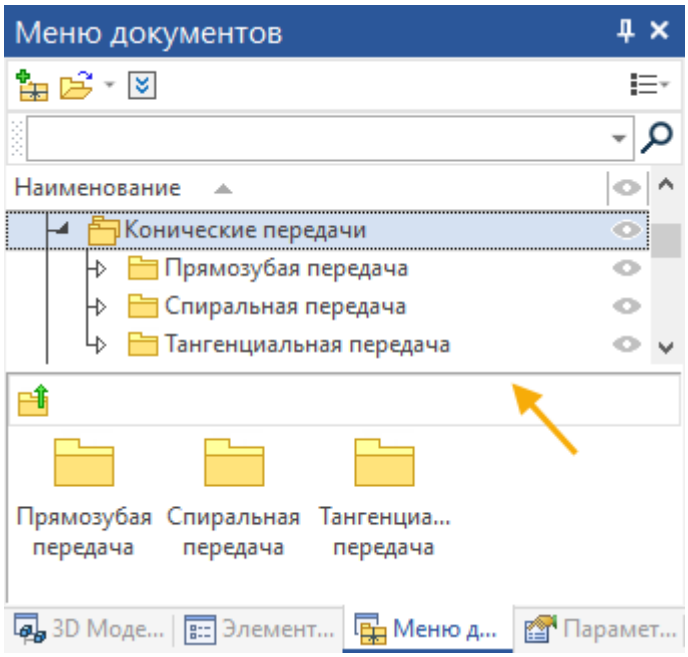
В окне меню документов имеется возможность открыть дополнительное окно просмотра. В окне просмотра можно увидеть изображение файла или содержимое библиотек и групп библиотек. Расположением окна просмотра можно управлять, выбирая тип разделения окон: вертикальное или горизонтальное.



Необходимо учесть, что для того, чтобы в окне предварительного просмотра появилось изображение, его необходимо предварительно создать. Изображение может быть сохранено либо в растровом формате, либо в векторном. Для различных чертежей может быть удобна различная форма сохранения изображения просмотра. Задать параметры сохранения просмотра чертежа можно в команде Задать параметры документа, на закладке **Сохранение** в разделе **Просмотр**.

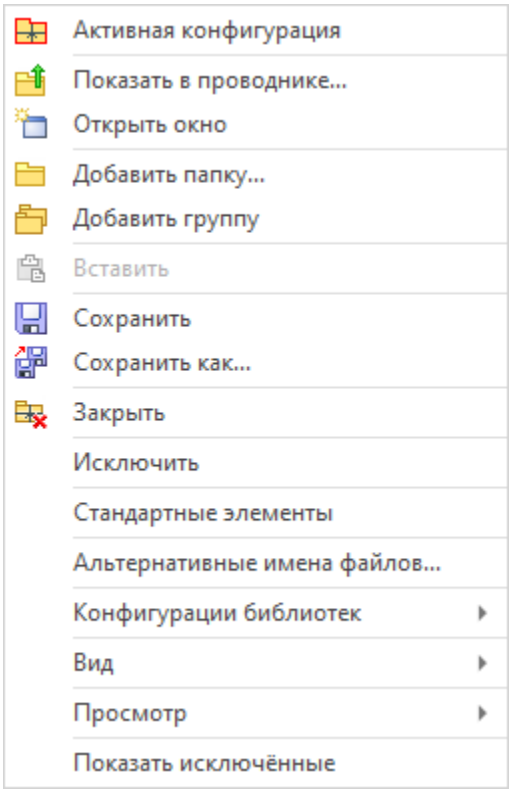
Более подробную информацию о сохранении изображения для просмотра или иконки можно найти в главах Просмотр и Иконки документа .

Регулировать размер окна просмотра или скрыть его можно перемещая полосу разделения.



Показать невидимые элементы/**Скрыть невидимые элементы** . Опция появляется в автоменю в случае, если в **Меню документов** имеются невидимые элементы. Она позволяет отображать/скрывать их в списке.

Контекстное меню конфигурации библиотеки



Помимо общих команд, контекстное меню конфигурации библиотеки в окне **Меню документов** содержит следующие команды:

Активная конфигурация

Помечает выбранную конфигурацию в качестве активной.

При чтении или обновлении документа поиск файла фрагмента, вставленного в сборку из библиотеки, начинается сначала в той конфигурации библиотек, которая является активной. Если элемент не найден, то поиск продолжается в остальных открытых конфигурациях.

Если открыто несколько конфигураций библиотек, то одна из них является активной. Её иконка отмечена красным цветом.

Сохранить

Сохранение изменений в текущей конфигурации библиотек.

Сохранить как

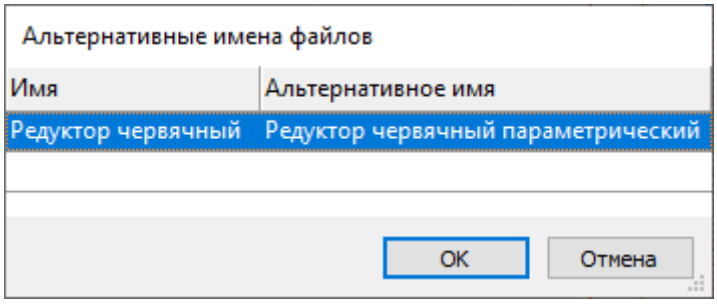
Сохранение текущей конфигурации библиотек в другом файле.

Закрыть

Закрывает текущую конфигурацию библиотек.

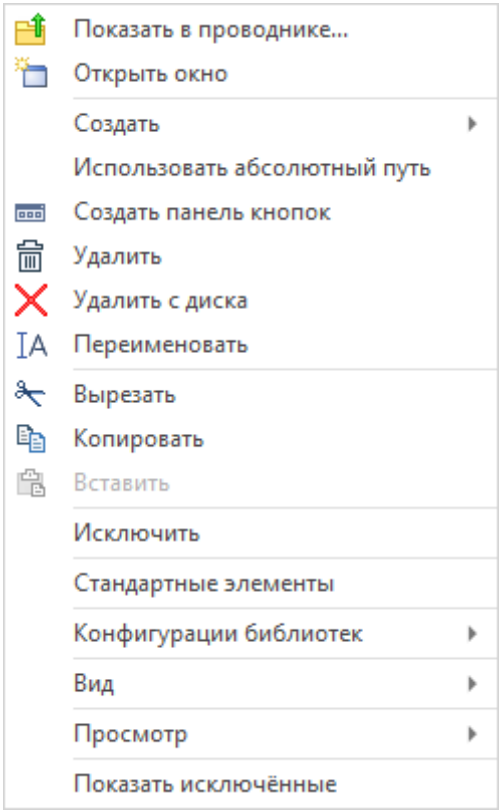
Альтернативные имена файлов

Команда используется, если пользователю необходимо переименовать файл в библиотеке и при этом сохранить связи файла с уже существующими сборками. В диалоге команды нужно указать новое имя файла и альтернативное имя файла.



Альтернативное имя будет использоваться сборками для поиска файла, поэтому оно должно совпадать со старым именем файла.

Контекстное меню библиотеки (папки)



Помимо общих команд, контекстное меню конфигурации библиотеки в окне **Меню документов** содержит следующие команды:

Создать

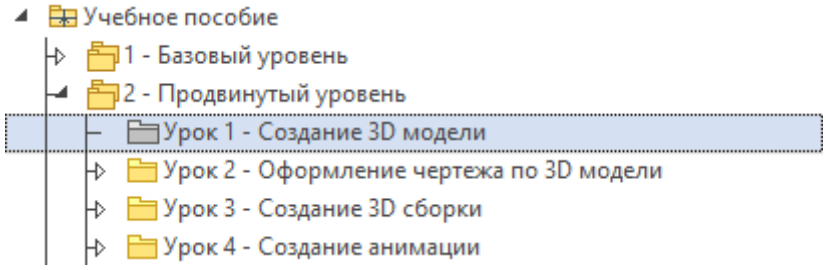
Команда позволяет создать в библиотеке новый файл на основе выбранного прототипа.

Создать панель кнопок

С помощью этой команды в интерфейс T-FLEX CAD добавляется новая панель кнопок. Каждому файлу из выбранной библиотеки соответствует отдельная кнопка. Если у документа есть иконка, она отображается на соответствующей кнопке. Если иконки нет, то на кнопке пишется имя. При нажатии на кнопку выполняется вставка соответствующего библиотечного элемента. Данная функция позволяет быстро создавать панели кнопок необходимого прикладного назначения на основе стандартных и пользовательских библиотек.

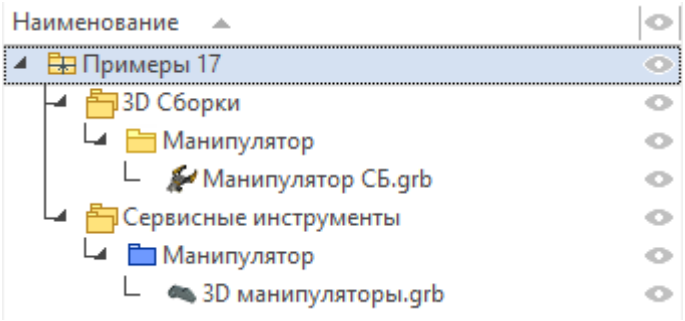
Удалить с диска

Опция позволяет удалять с диска связанные с библиотеками папки. При этом в меню документов остаётся пустая библиотека. Её папка помечена серым цветов.

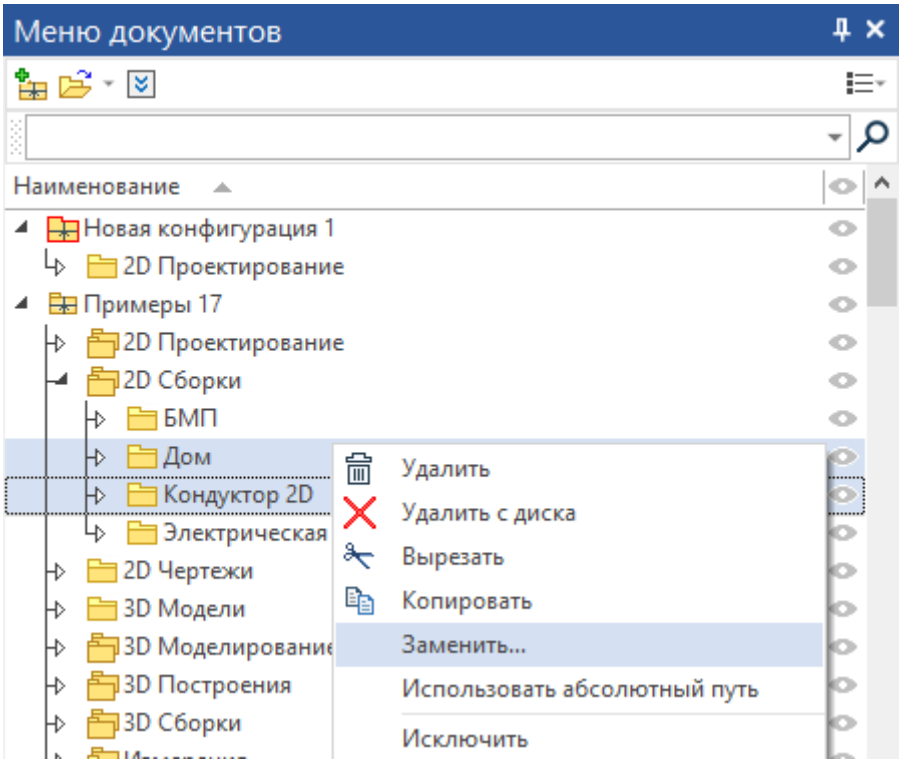


Эту библиотеку можно вновь связать с папкой, прописав новый путь к папке на диске или воспользовавшись опцией ... если включена колонка **Путь**.

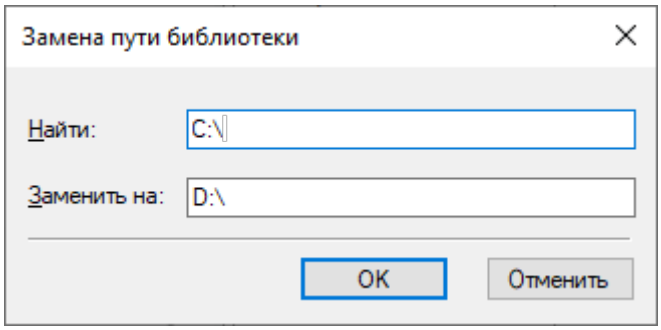
В случае, если в меню документов добавлено несколько библиотек с одинаковым именем, они помечаются иконкой с изображением синей папки.



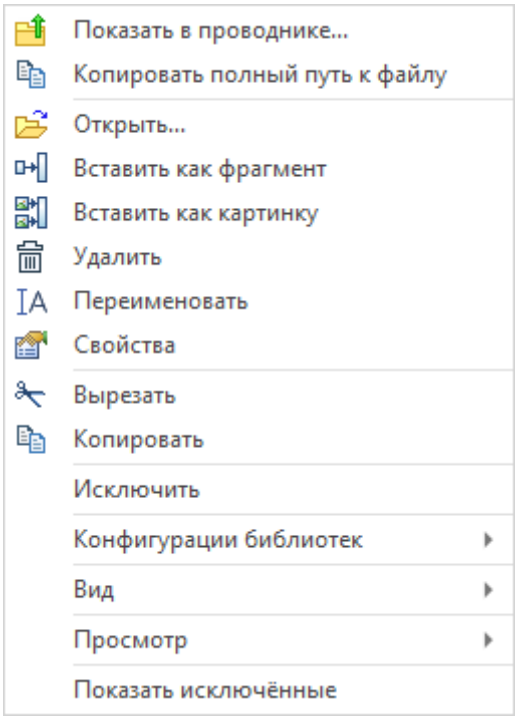
При выборе нескольких библиотек в их контекстном меню становится доступна команда **Заменить...**. С её помощью можно заменить путь или часть пути для всех выбранных библиотек.



После её активации появляется диалог **Замена пути библиотеки**.



Контекстное меню библиотечного файла



Помимо общих команд, контекстное меню файлов в окне **Меню документов** содержит следующие команды:

Копировать полный путь к файлу

Копирует путь к выбранному файлу в буфер обмена.

Открыть

Позволяет открыть выбранный файл в T-FLEX CAD.

Вставить как картинку

Запускает команду Картинка и вставляет выбранный файл в качестве картинки в текущий открытый документ.

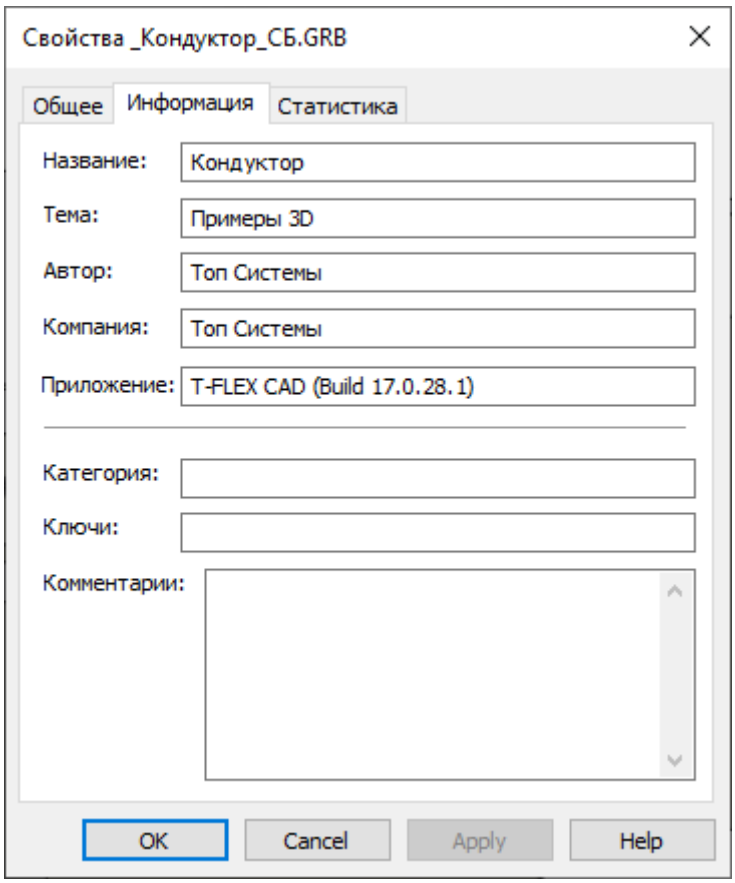
Вставить как фрагмент

Позволяет вставить выбранный файл в качестве фрагмента в текущий открытый документ. В зависимости от того, какой вид 3D или 2D активен в текущем документе, запускает команду **Фрагмент** или **3D фрагмент**.

> Имя библиотеки может быть использовано в командах, добавляющих внешние файлы внутрь документа T-FLEX – **Фрагмент, Картинка, 3D фрагмент**. Например, если чертёж фрагмента **fragment.grb** хранится на диске в папке **C:\TFW32\LIB\FRAG**, и при этом существует библиотека **Детали**, ссылающаяся на эту папку, то при вставке фрагмента система будет использовать следующее имя - **<Детали>fragment**. Такой метод удобен не только тем, что заменяет длинный и не всегда удобный путь на более подходящее название, но и тем, что при переносе документов с на другой диск или компьютер пути к файлам фрагментов не нарушатся. Достаточно лишь подключить конфигурацию библиотек.

Свойства

Команда вызывает диалоговое окно свойств выделенного файла.



Для того чтобы информация о чертеже выводилась полностью, необходимо заполнить информационные поля в команде Свойства. Для того чтобы в окне предварительного просмотра появилось изображение, его необходимо предварительно создать с помощью команды Просмотр.

Создание библиотек, их групп и конфигураций

Для создания конфигурации библиотек можно воспользоваться опцией **Новая конфигурация** на панели инструментов. Также можно использовать пункт **Конфигурация библиотек > Новая** в контекстном меню.

Для добавления новой библиотеки/группы библиотек используется команда **Добавить папку** /**Добавить группу** . Команды доступны в контекстном меню конфигурации или группы библиотек. Элемент создается на текущем уровне конфигурации библиотек, т.е. там, где находился курсор в момент вызова меню.

При создании библиотеки необходимо выбрать папку на диске, в которой хранятся необходимые файлы.

> Пример создания элементов меню документов можно найти в разделе **Пример создания и наполнения конфигурации** ниже.

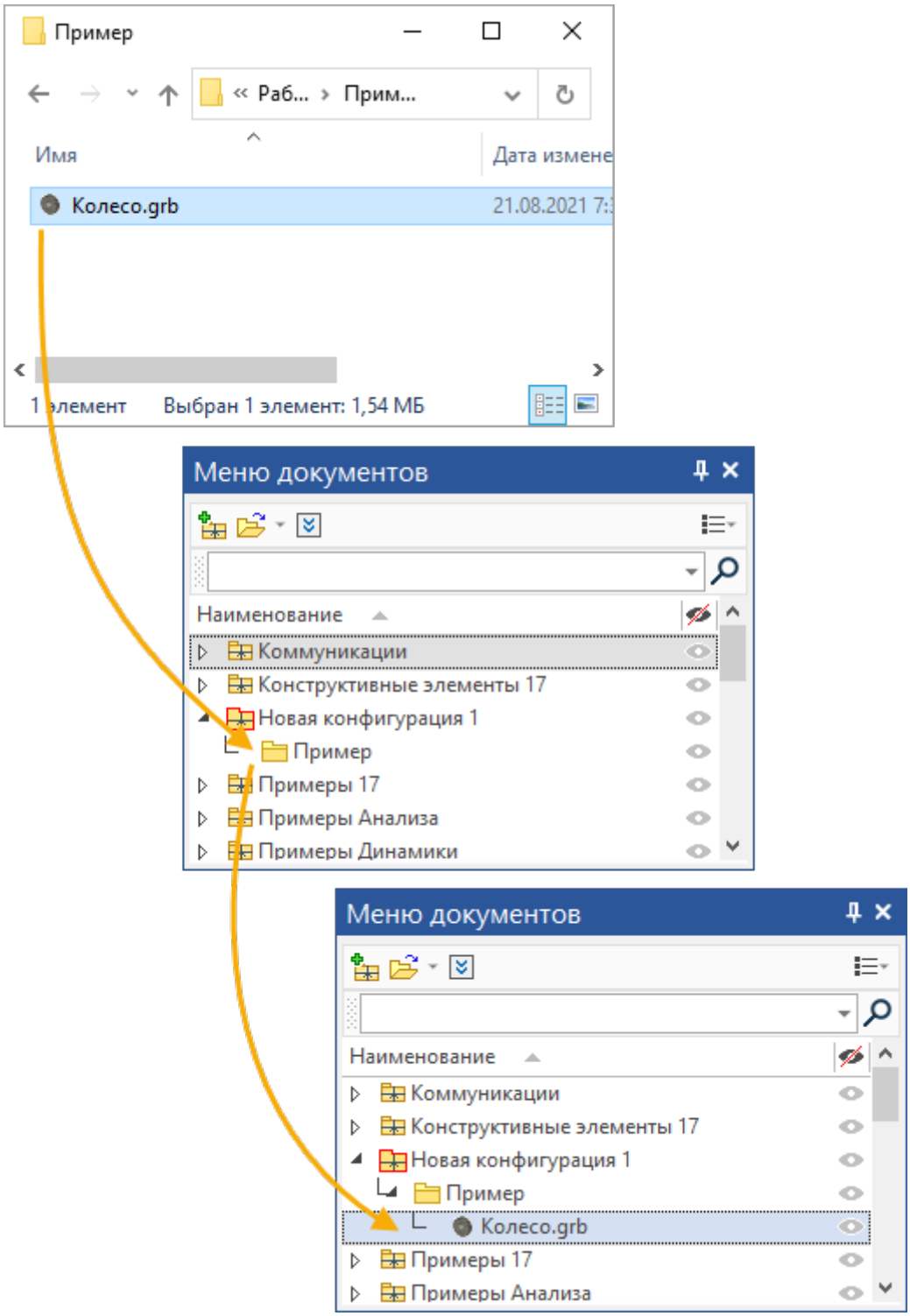
Добавление файлов в библиотеки

Существует несколько способов добавить новый файл **.grb** в подключённую библиотеку:

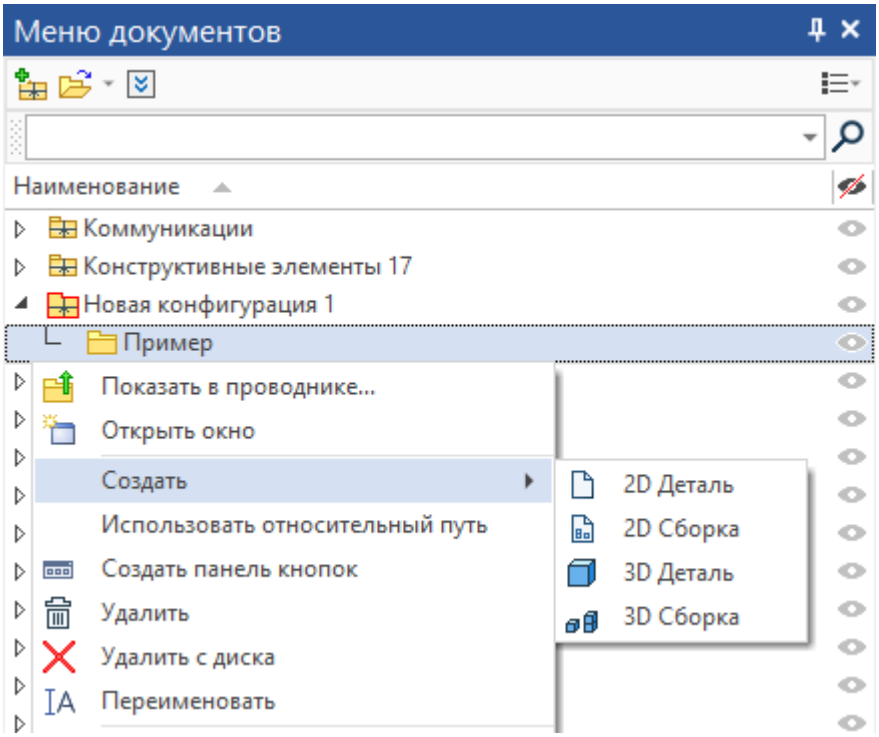
1. Добавить файл в папку, которая подключёна к библиотеке.

Окно **Меню документов** обновляется автоматически при удалении, добавлении и переименовании файлов формата **.grb** в папках, связанных с библиотеками. Таким образом, если файл добавлен в папку в проводнике Windows, то он сразу же отобразится в меню документов.

2. Переместить файл из проводника Windows в окно **Меню Документов** с помощью команд **Копировать/Вставить** или **Drag'n'drop**.



3. Создать новый файл на основе выбранного прототипа в библиотеке с помощью опции **Создать** из контекстного меню.



Перемещение элементов меню документов

Группы библиотек, библиотеки и файлы можно перемещать в меню документов с помощью механизма **Drag'n'Drop**. Например, нужно переместить несколько файлов в другую библиотеку. Для этого сначала нужно выделить группу файлов (с зажатой клавишей **<Shift>** или **<Ctrl>**). Затем следует подвести курсор к выделенным файлам и нажать . Далее нужно, не отпуская , перетащить эту группу файлов в другую библиотеку. При этом будет выполнена команда **Вырезать**, затем **Вставить**.

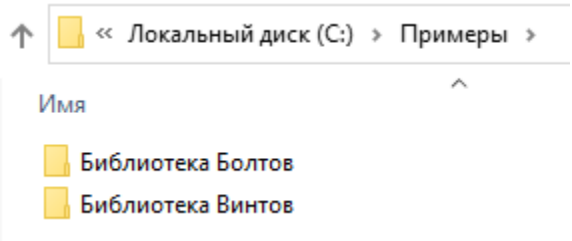
Для перемещения/копирования библиотек, групп библиотек и файлов можно использовать опции **Вырезать** , **Копировать** , **Вставить** из контекстного меню.

Если переместить файл в поле чертежа, он будет вставлен в качестве фрагмента.

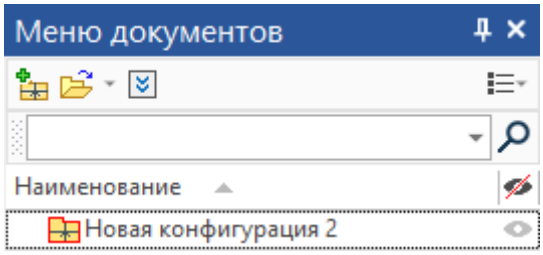
Если переместить иконку файла в область меню и панелей, он будет открыт для редактирования.

Пример создания и наполнения конфигурации

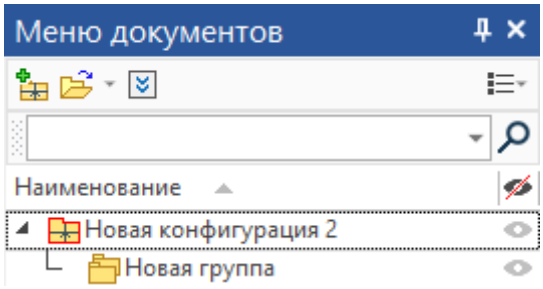
Нам необходимо создать новую конфигурацию и подключить к ней папки **Библиотека Болтов** и **Библиотека Винтов**, которые сохранены на компьютере. В папках уже содержатся все необходимые файлы.



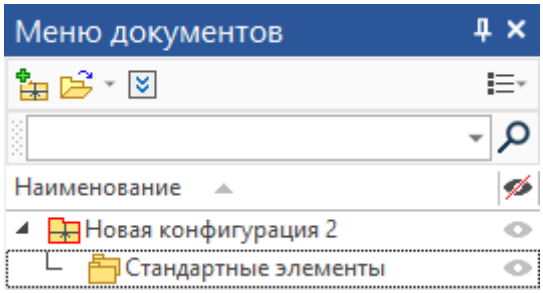
1. Создадим новую конфигурацию с помощью команды **Новая конфигурация** на панели инструментов.



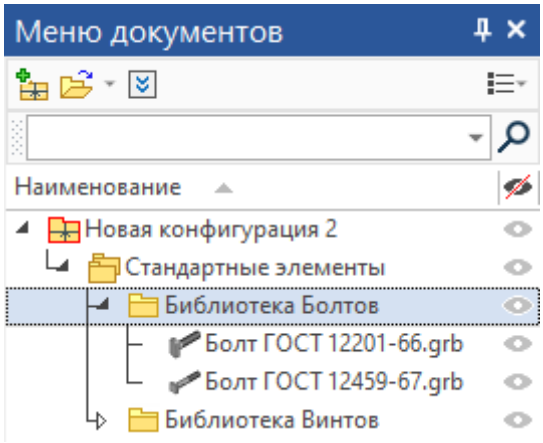
2. Создадим группу библиотек с помощью команды **Добавить группу** из контекстного меню конфигурации.



3. Переименуем созданную группу библиотек с помощью команды **Переименовать** из её контекстного меню.



4. В контекстном меню группы библиотек выберем пункт **Добавить папку**. Появится окно **Выбор каталога библиотеки**. В нём нужно открыть необходимую папку и нажать **Выбор папки**. После этого выбранная библиотека будет отображена в меню документов вместе со всеми находящимися внутри файлами.

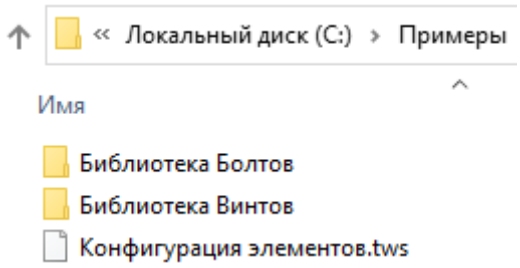


Все файлы, которые будут впоследствии добавлены в выбранные папки, будут также отображаться в меню документов.

5. После добавления всех необходимых библиотек нужно сохранить конфигурацию. Конфигурации хранятся в текстовом файле **tws**, который содержит информацию о расположении подключённых библиотек. Для сохранения конфигурации необходимо выбрать команду **Сохранить как** в

контекстном меню конфигурации и выбрать папку, в которой будет храниться **tws** файл. При сохранении можно задать новое имя конфигурации.

Рекомендуется хранить файлы конфигураций на одном уровне с папками их библиотек.



Задание относительных путей к папкам

Относительный путь до папки библиотеки или группы библиотек может быть задан относительно каталога, в котором установлена программа T-FLEX CAD, или относительно файла конфигурации, включающей эту библиотеку. При записи относительного пути можно использовать символы «*», «..» и «.».

Символ «*» в начале записи пути обозначает путь до каталога T-FLEX CAD.

Символ «.» применяется для обозначения пути до каталога, в котором хранится файл конфигурации библиотек.

Символ «..» означает переход к каталогу на уровень выше.

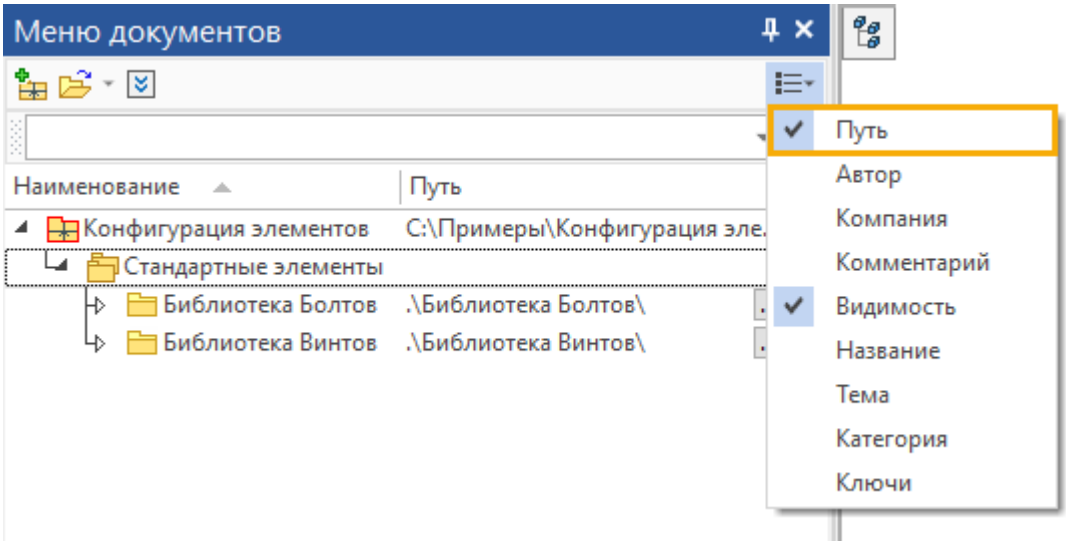
Например, программа T-FLEX CAD установлена в папке C:\Program Files\T-FLEX CAD xx, а конфигурация библиотеки хранится в файле C:\Library\Библиотека1.tws. В этом случае относительные пути к библиотекам и группам библиотек записываются следующим образом:

Путь относительно каталога T-FLEX CAD	**Путь относительно файла конфигурации библиотек**	**Абсолютный путь**
*\Библиотеки\Болты	.\..\ Program Files\T-FLEX CAD\Библиотеки\Болты	C:\Program Files\T-FLEX CAD\Библиотеки\Болты
*\..\..\Винты	.\..\Винты	C:\Винты
*\..\..\Library\Шатуны	\Шатуны	C:\Library\Шатуны
*\..\..\Library\Болты\Нормальные	\Болты\Нормальные	C:\Library\Болты\Нормальные

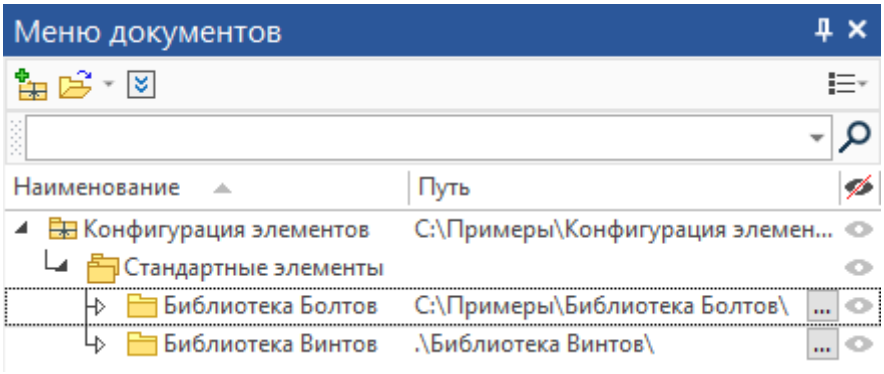
В том случае, когда введён путь до каталога, которого не существует, иконка библиотеки заменяется серой папкой.

Путь можно заменить одним из следующих способов:

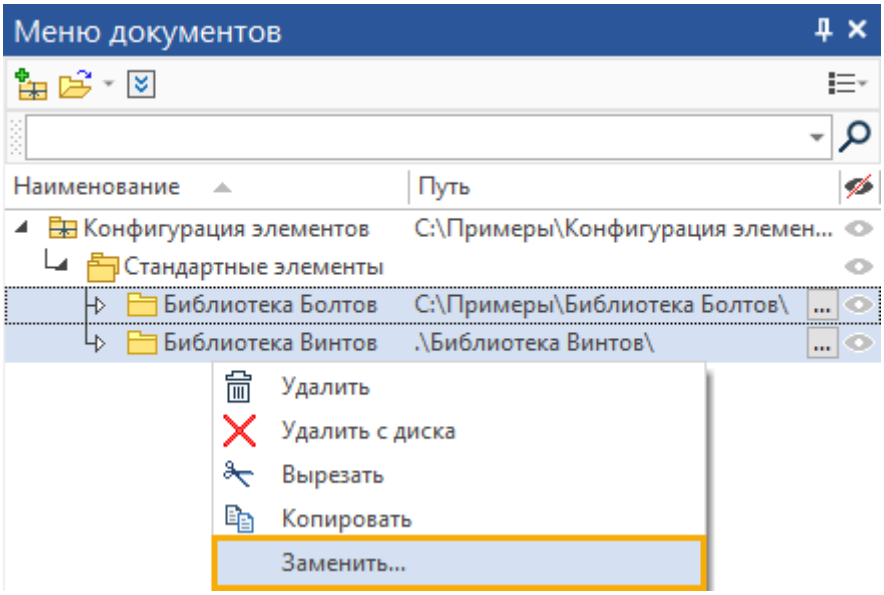
Включить отображение колонки **Путь** в меню документов. Путь к библиотеке можно изменить прямо в ней.



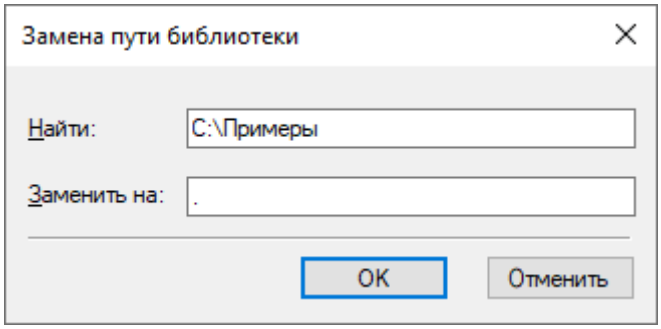
Так как файл конфигурации находится на диске на одном уровне с библиотеками, то путь до файлов будет отображаться в виде **.\Библиотека Винтов\.**
При необходимости вы можете отобразить полный путь введя его в соответствующее поле:



Заменить пути сразу для нескольких библиотек. Для этого нужно выбрать их с зажатой клавишей **<CTRL>** и в их контекстном меню выбрать пункт **Заменить...**.



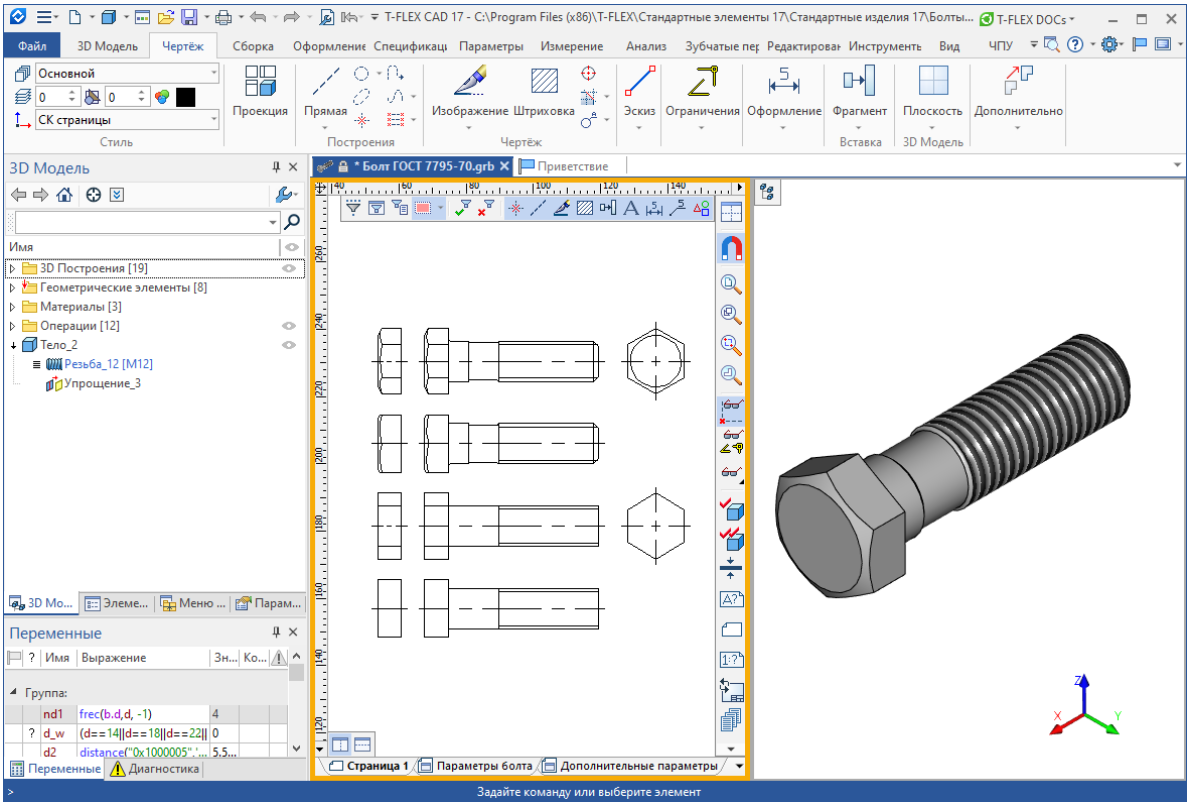
В появившемся диалоговом окне нужно указать старый путь или часть пути и заменить его новым путём.



После этого необходимо сохранить изменения в конфигурации, выбрав в её контекстном меню опцию **Сохранить**. Относительные пути будут записаны в файл конфигурации.

Библиотеки параметрических чертежей и 3D моделей

Любой чертеж/3D модель, созданные в системе, могут быть фрагментом, то есть чертежом/3D моделью, включенным в другой чертеж/3D модель. Для удобства работы с фрагментами можно организовать их хранение в библиотеках. Такой библиотекой может быть, например, библиотека болтов, библиотека подшипников и т.д.



Вместе с системой T-FLEX поставляется несколько библиотек различных стандартных элементов. Все они являются параметрическими, то есть каждый элемент может быть использован именно в том виде, в каком это необходимо в каждом конкретном случае. Поскольку элементами библиотеки являются обычные модели, подготовленные в системе T-FLEX, вы можете создавать любые свои собственные библиотеки.

Как показывает практика, наиболее распространенными являются модели двух типов.

1. Параметрическая модель с двумя-тремя определяющими параметрами и таблицей значений для остальных параметров модели. К этому типу обычно относятся стандартные детали, например, крепеж, подшипники, элементы строительных конструкций, отливки и прокат из металла и многое другое. Для таких моделей очень удобно иметь базу данных возможных значений параметров этой

модели. В результате вместо нескольких моделей различных типоразмеров и исполнений вы имеете одну универсальную модель.
2. Второй тип - это элементы различных схематических изображений. К ним можно отнести элементы принципиальных кинематических, гидравлических, электрических схем и т.д. Эти элементы также являются стандартными, но их размеры не изменяются в соответствии с таблицей, важно только их правильное расположение на чертеже.

Создание параметрического элемента библиотеки

Процесс создания параметрического элемента библиотеки можно разделить на несколько шагов:
1. Создание баз данных (если необходимо).
2. Создание переменных, в том числе на основе баз данных.
3. Построение параметрического чертежа и/или 3D модели.
4. Создание векторов привязки и ЛСК привязки.
5. Создание 2D и/или 3D коннекторов.
6. Создание диалога параметров фрагмента.
7. Добавление элемента в библиотеку.

Некоторые из этих пунктов могут отсутствовать. Например, может отсутствовать выбор значений из базы данных или 3D модель, 2D или 3D коннекторы.
Подробное описание создания параметрического элемента библиотеки см. в уроке №4 раздела **Параметризация** учебного пособия.

Основные команды для работы с библиотеками

Новая конфигурация библиотек

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<WSN>	Файл > Библиотеки > Новая конфигурация

Команда позволяет создать новую конфигурацию библиотек. Для создаваемого элемента по умолчанию присваивается имя «Новая конфигурация1» и появляется окно диалога для сохранения файла конфигурации. В нём вы можете изменить имя создаваемой конфигурации и определить папку для её сохранения.

Открыть конфигурацию библиотек

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<WSO>	Файл > Библиотеки > Открыть конфигурацию

Эта команда открывает файл конфигурации библиотек. В окне Меню документов может быть открыто несколько конфигураций библиотек, одна из которых является активной.

Показать список библиотек

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<WL>	Файл > Библиотеки > Библиотеки

При вызове команды выводится на экран диалоговое окно **Библиотеки**.
В окне отображается список библиотек – всех конфигураций или какой-нибудь по выбору.

Открыть окно библиотеки

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<WSL>	Файл > Библиотеки > Открыть библиотеку

Команда открывает библиотеку в качестве отдельного окна. За это также отвечает пункт меню **Открыть окно** контекстного меню при нажатии правой кнопки мыши на имени библиотеки. В окно выводится список чертежей библиотеки в виде слайдов чертежей (если они были созданы). В один и тот же момент может быть открыто неограниченное количество окон библиотек, причем они могут находиться на экране, даже, если закрыть окно Меню документов. Удобно производить различные действия над файлами из библиотек с помощью мыши. Нажмите и удерживайте левую кнопку мыши. При этом значок файла будет перемещаться вместе с курсором. Можно переместить файл или выделенную группу в другое открытое окно. Если переместить файл в поле чертежа, он буде вставлен в качестве фрагмента. Если переместить значок файла в областьменю и панелей, он будет открыт для редактирования.
Те же команды доступны из контекстного меню, которое появляется после нажатия правой кнопки мыши на значке файла.

Открыть окно папки

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Вид > Окно > Окна > Открыть папку Начало работы > Настройки > Окна > Открыть папку > Окна > Открыть папку
Клавиатура	Текстовое меню
<WSD>	Файл > Библиотеки > Открыть папку

Работает аналогично команде Открыть окно библиотеки. В качестве отдельного окна открывается произвольная папка. Подробнее см. Служебные окна > Открыть папку.

Сохранить все конфигурации библиотек

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<WSA>	Файл > Библиотеки > Сохранить все конфигурации

Команда предназначена для сохранения изменений в файлах для всех конфигураций библиотек.

Закрыть все конфигурации библиотек

Вызов команды:

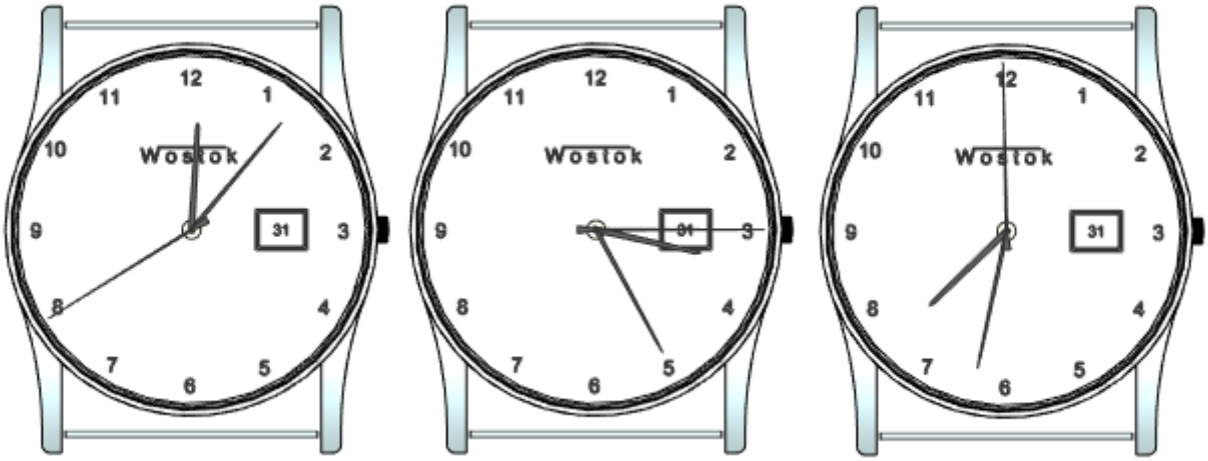
Пиктограмма	Лента
	-
Клавиатура	Текстовое меню
<WSC>	Файл > Библиотеки > Закрыть все конфигурации

Команда закрывает все файлы конфигураций библиотек.

Анимация и управление разборкой

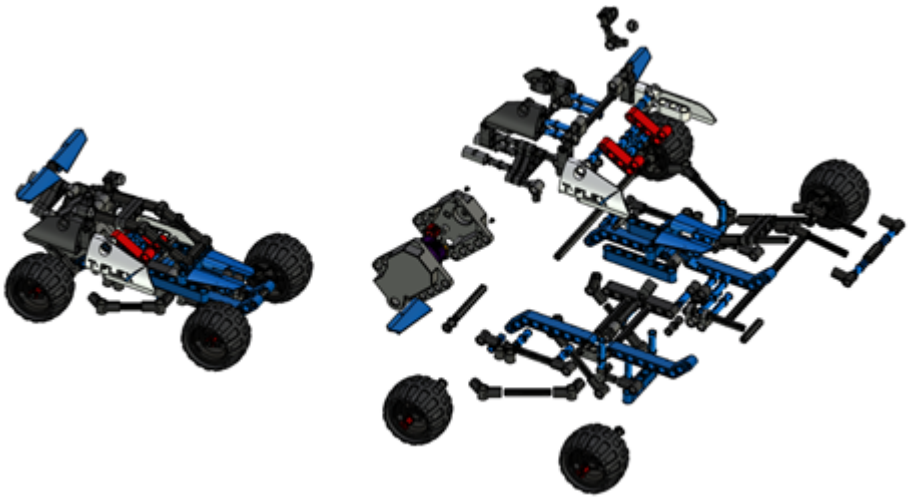
T-FLEX CAD предоставляет широкий набор инструментов для анимации моделей и чертежей:

- Анимация позволяет создавать простейшие анимации путем пошагового изменения одного из параметров, заданных переменной.



- Сценарий анимации позволяет создавать более сложные анимации с одновременным изменением множества параметров и использованием графиков зависимости значений переменных от времени.

- Сценарий разборки позволяет создавать анимации разборки сборочных 3D моделей путём последовательного применения преобразований к фрагментам сборки.



Основные темы в этом разделе:

- Анимация изменения переменной
- Сценарий анимации
- Сценарий разборки

См. также:

- Перемещение сопряженных элементов

Анимация изменения переменной

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Инструменты > Анимация > Анимация
Клавиатура	Текстовое меню
<AN>	Параметры > Анимация

Анимация чертежей осуществляется посредством пошагового изменения какого-либо параметра, заданного переменной. Одновременно происходит перерисовка чертежа на каждом шаге. Например, мы создали чертёж кинематической схемы какого-либо механизма.

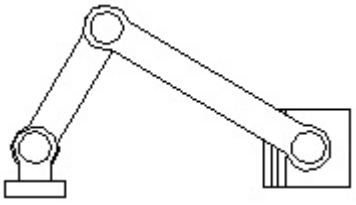
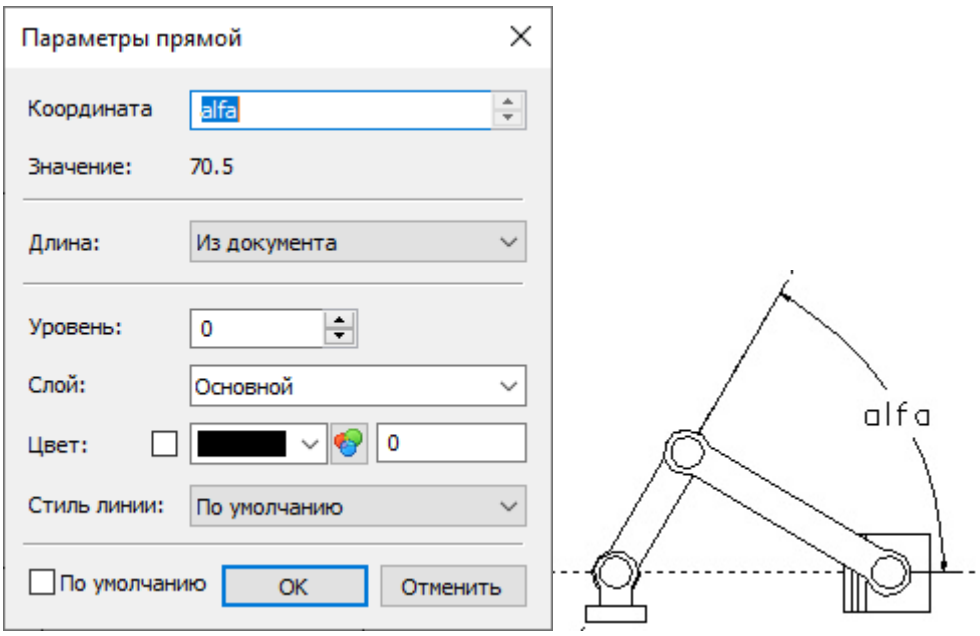


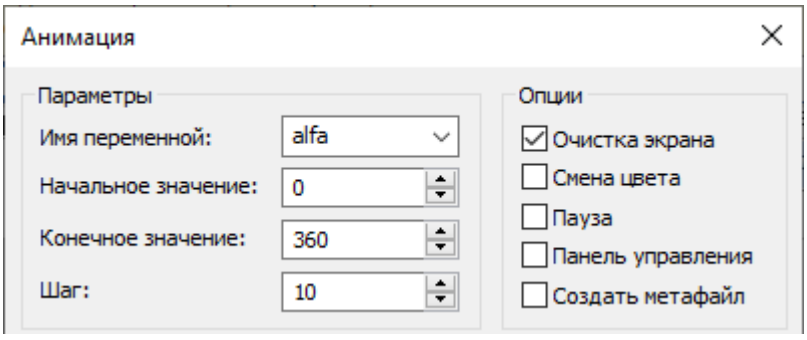
Чертёж был создан из чертежей-фрагментов, каждый из которых является каким-то звеном схемы. Допустим, мы хотим посмотреть, как будет вести себя механизм при изменении положения ведущего звена. Его положение определяется параметром линии построения, созданной как линия, проходящая через узел под углом к горизонтальной прямой. Этим параметром является угол поворота.
Можно назначить на этот параметр переменную, например, «alfa».



Для того чтобы «оживить» механизм, необходимо воспользоваться командой **Анимация** вкладки ленты **Инструменты.**

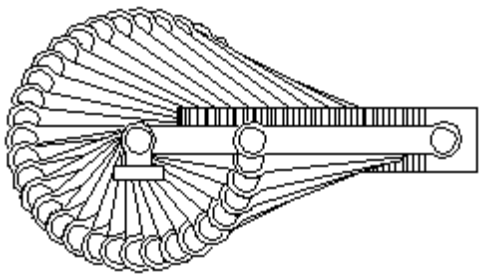
При входе в команду на экране появляется диалоговое окно параметров команды.

Зададим первые четыре параметра для примера:



Заданные значения означают, что мы будем последовательно менять переменную «alfa» от значения «0» до значения «360» с шагом «10». На каждом шаге будет выводиться изображение чертежа.

Нажав **OK** через некоторое время мы получим на экране следующий результат.



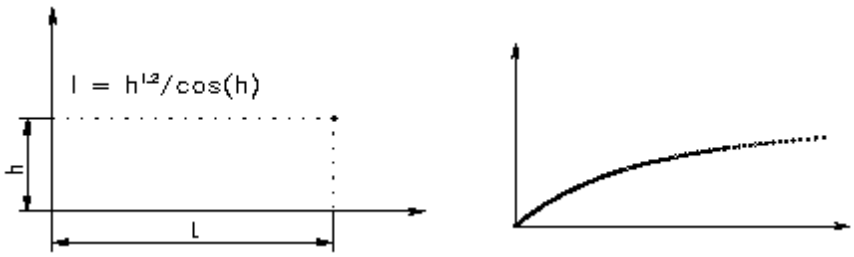
Если вы проделаете эти действия на своем компьютере, то можете заметить, что чертеж как бы «оживает».

Для прекращения анимации во время работы нажмите **<Esc>**.

Приведем еще несколько примеров. В них от ключевой переменной (той, которую мы изменяем) зависят другие переменные, что позволяет добиться интересных результатов.

Чертеж рейки, «анимация» которой позволяет как бы «нарезать» зубчатое колесо.

Чертеж, в котором посредством анимации строится график функции.



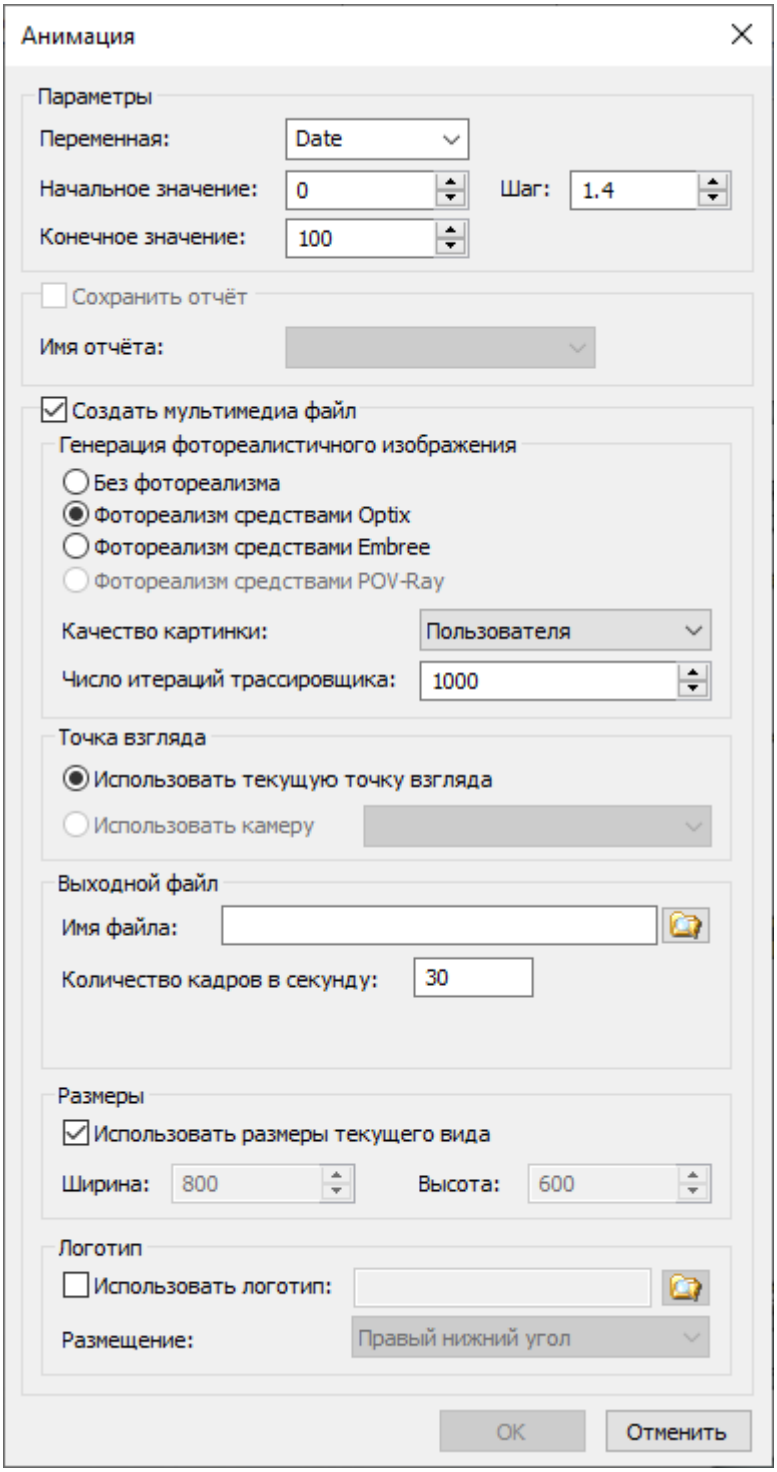
В редакторе переменных введено следующее: переменная «h» равна «10», переменная «l» задана выражением «h^1.2/Cos(h)».

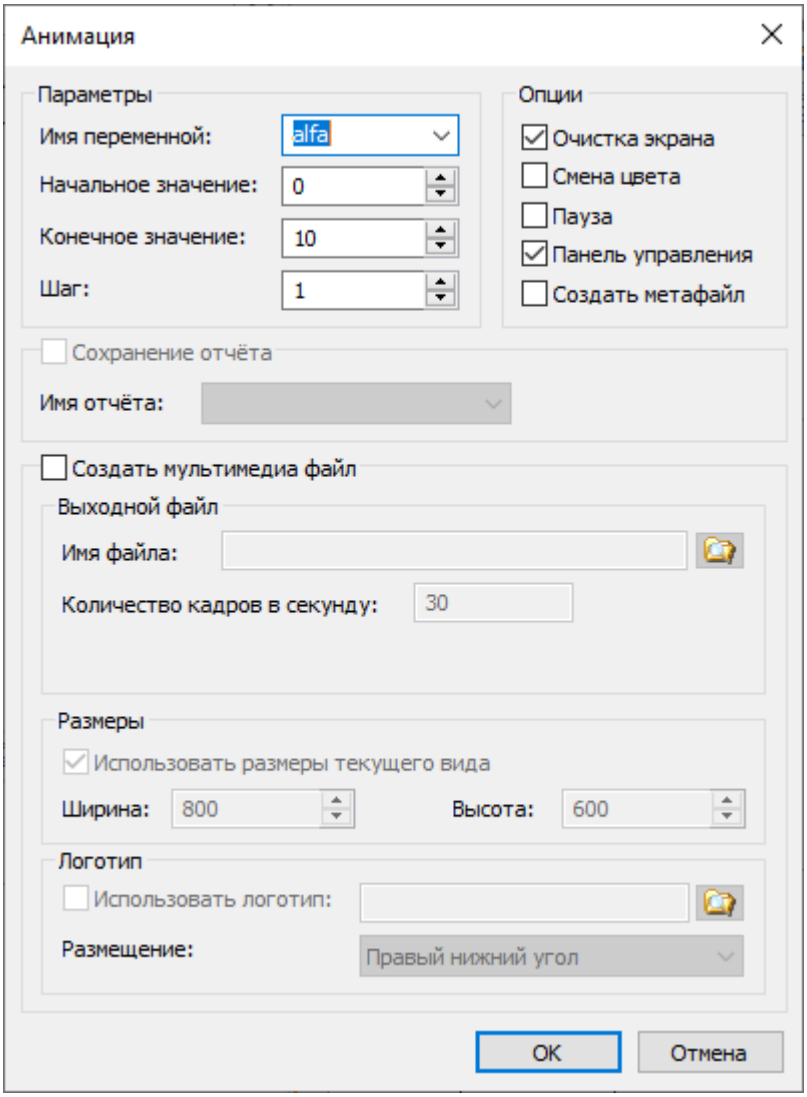
Более развитым средством для создания анимации является приложение Сценарий анимации.

Основные темы в этом разделе:

- Параметры анимации изменения переменной

Параметры анимации изменения переменной





Параметры

Имя переменной. Вы можете задать имя переменной, значение которой будет изменяться. Имя переменной может быть задано вручную или выбрано из прилагаемого списка (в этот список входят все вещественные переменные чертежа). Переменная не может быть текстовой.

Начальное значение. Значение переменной, с которого начнется ее изменение.

Конечное значение. Значение переменной, при котором закончится выполнение команды.

Шаг. Число, которое будет прибавляться к значению переменной на каждом шаге анимации.

Опции

Очистка экрана. При задании данной опции, на каждом шаге экран будет очищаться. В противном случае, изображение будет накладываться и вы сможете увидеть динамику движения и изменения чертежа на каждом шаге.

Смена цвета. При задании данной опции, изображение на каждом шаге будет отображаться разным цветом. Эта опция полезна, если вы хотите сравнивать различные результаты при изменении значений параметров чертежа.

Пауза. При задании данной опции после перерисовки чертежа на каждом шаге система потребует от вас подтверждения очередной прорисовки.

Панель управления. При задании данной опции в процессе отработки команды на экране будет присутствовать окно, в котором будут высвечиваться изменяющиеся значения переменной, соответствующие ей в каждый момент времени. Также в этом окне содержатся кнопки,

позволяющие остановить процесс анимации или затормозить его (затем процесс может быть продолжен).

Создать метафайл. При задании данной опции, изображение, получаемое в результате анимации, будет сохранено в чертеже-метафайле. Затем вы можете вывести метафайл на принтер или плоттер, включить его в ваш чертёж T-FLEX или экспортировать в другой формат. Отметим, что при включённом режиме **Очистка экрана** вывод в метафайл не осуществляется.

Сохранение отчёта

При установленном флаге на каждом шаге анимации будет записываться в указанный файл-отчёт (его имя вы должны указать в параметрах операции).

Создать мультимедиа файл

Создать мультимедиа файл. Установка этого флага позволяет задать параметры для мультимедиа файла формата *.avi или *.wmv.

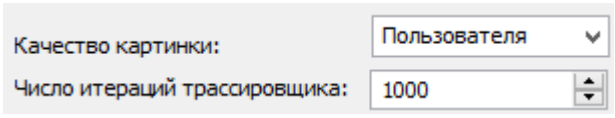
Генерация фотореалистичного изображения

Данная группа параметров доступна, только если команда вызвана из 3D окна.

Можно выбрать один из вариантов:

- **Без фотореализма** – сценарий разборки будет записан в том виде, в котором он представлен в 3D сцене.
- **Фотореализм средствами Optix** – видео будет создано с использованием механизма NVIDIA OptiX.
- **Фотореализм средствами Embree** – видео будет создано с помощью механизма Embree.

Для этих двух режимов можно настроить **Качество картинки** и **Число итераций трассировщика**.



- **Фотореализм средствами POV-Ray** – видео будет создано с использованием механизма **POV-Ray**.

Подробнее о создании фотореалистичных изображений можно прочитать в главе Фотореалистичный вид.

Точка взгляда

Данная группа параметров доступна, только если команда вызвана из 3D окна.

Определяет положение и направление камеры, ведущей запись анимации.

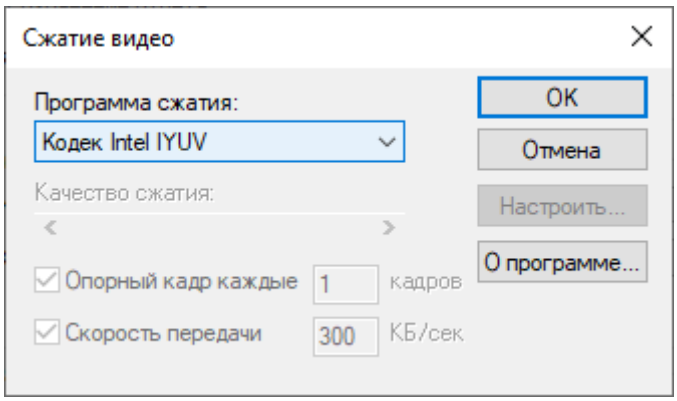
- **Использовать текущую точку взгляда.** Точка взгляда задаётся текущим положением активной камеры.
- **Использовать камеру**. В выпадающем списке можно выбрать любую из имеющихся в документе камер.

Выходной файл

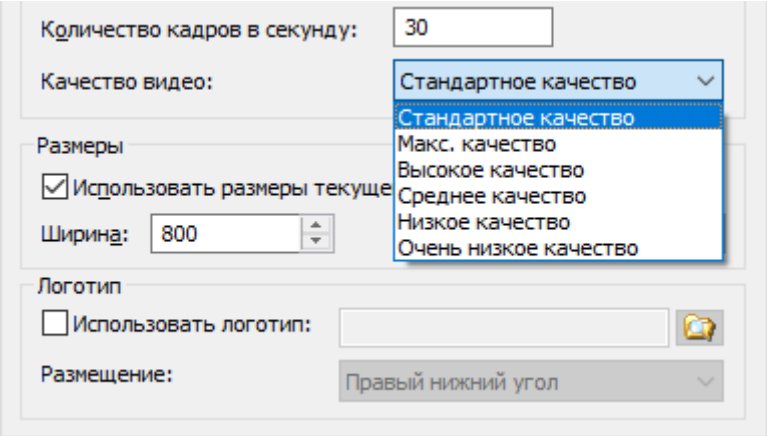
Имя файла. Позволяет выбрать место сохранения файла и задать ему имя.

Количество кадров в секунду. Позволяет задать количество кадров в секунду.

Если выбран формат *.avi, то появляется дополнительная кнопка **Сжатие**, нажатие на которую вызывает окно настройки параметров сжатия мультимедиа файла:



Программа сжатия. Выбор программы сжатия.
Качество сжатия. Задаёт значение качества сжатия мультимедиа файла.
Опорный кадр. Задаёт количество кадров между опорными кадрами.
Скорость передачи. Задаёт значение скорости передачи.
Графическая кнопка **Настроить** выводит окно диалога для ввода соответствующих настроек выбранной программы сжатия.
Для формата *.wmv вместо настройки качества сжатия доступна настройка качества видео.



Размеры

В данной группе параметров можно задать размер для записи видео.
Использовать размеры текущего вида. При включённом флажке записывается содержимое текущего окна 3D вида. При отключённом флаге пользователь может задать собственные значения ширины и высоты сохраняемого изображения.

Логотип

В данной группе параметров можно использовать собственный логотип для размещения в выбранном месте медиафайла.

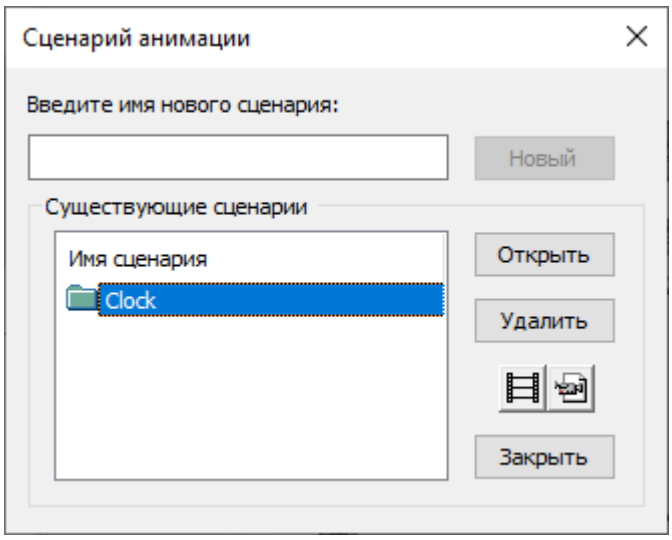
Сценарий анимации

Данная команда предназначена для создания анимации 2D чертежей и 3D моделей. Анимация позволяет управлять значениями параметров и просмотреть или записать в файл динамически изменяющееся состояние модели.
Создание анимации позволяет наглядно отобразить влияние изменения параметров на форму и/или пространственное положение объектов, моделировать работу кинематических механизмов, проверить допустимые диапазоны значений переменных.
Активизация приложения осуществляется с помощью команды **Настройка** > Приложения.

Если приложение запущено, то его вызов приложения осуществляется аналогично вызову любой команды системы:

Пиктограмма	Лента
	Инструменты > Анимация > Сценарий анимации
Клавиатура	Текстовое меню
	Параметры > Сценарий анимации

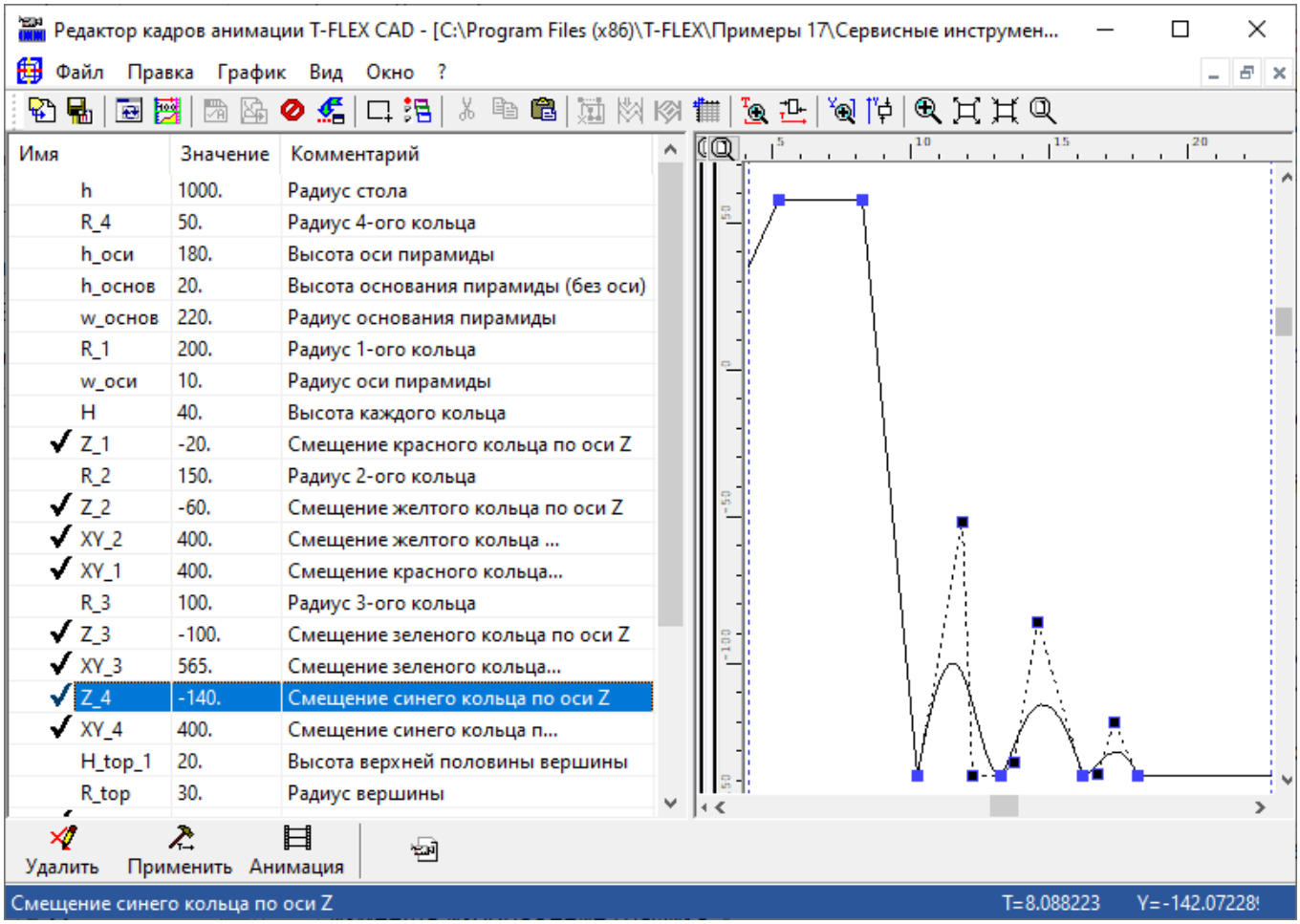
Создание анимации предназначено для отображения модели при изменении значений её переменных. Поэтому создание параметрической модели является необходимым, но недостаточным условием для создания анимации. Проектируя чертёж или модель, пользователь должен назначить переменные, отвечающие за изменяемые параметры - геометрическую форму или положение элементов. Следует отметить, что сценарий анимации доступен только при наличии в документе как минимум одной переменной (кроме текстовой). Документ системы T-FLEX CAD может содержать несколько сценариев анимации, задающих разные режимы изменения переменных. После вызова приложения на экране появляется окно диалога для задания имени нового сценария (**Новый**) или выбора существующего. Если выбрано имя сценария, то с помощью соответствующих кнопок можно запустить, записать или просмотреть анимацию, заданную этим сценарием, либо перейти к редактированию (**Открыть**) или удалению (**Удалить**) данных.



Для того, чтобы открыть редактор кадров анимации нужно создать **Новый** сценарий или **Открыть** один из **Существующих сценариев**.

Создание сценария анимации предусматривает формирование зависимости значений переменной во времени. Такая зависимость представляется в виде графика, координатными осями которого являются время и значение переменной. Задаваемые изменения значения каждой переменной рисуются в виде отдельного графика. В левой части окна находится список переменных модели, их значения и комментарии. Зависимые переменные (заданные функцией или выражением) отмечены другим фоном(особенности работы с ними будут описаны ниже).

Что происходит при формировании анимации? Система определяет количество шагов анимации по установленным диапазону и значению приращения времени анимации. Затем последовательно, для каждого шага, с построенных графиков считываются значения переменных и производится пересчёт модели с текущим набором параметров.



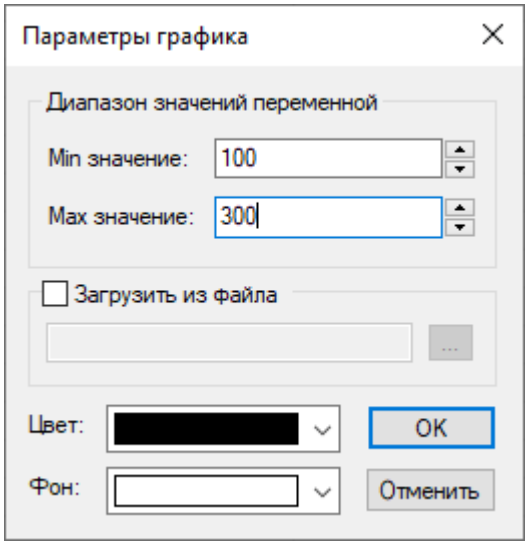
Создание нового графика

Нажмите на нужную строку списка переменных и выберите в разделе **График** главного меню, либо на нижней инструментальной панели опцию:

<Ins> Добавить...

Эта и ряд других опций, описанных ниже, также доступны в контекстном меню выбранного элемента.

Далее появляется диалог **Параметры графика**.



При дальнейшей работе вызвать этот диалог и изменить заданные значения можно с помощью пункта **Свойства...** в разделе **График** главного меню, или следующей опции на верхней инструментальной панели:

<C> Свойства графика...

Диалог **Параметры графика** содержит следующие параметры:

- **Диапазон значений переменной** (**Min значение, Max значение**)
  Задаёт верхнюю и нижнюю границы отображаемой шкалы значения переменной. По умолчанию диапазон значений переменной устанавливается от 0,5 до 1,5 её текущего значения.
- **Загрузить из файла**
  После установки флага можно нажать кнопку **[...]** и выбрать файл формата ***.tfg.** В результате будет загружен график из файла. Текущий график при наличии такового будет заменён на график из файла.
- **Цвет**
  Цвет линии графика.
- **Фон**
  Цвет фона окна графика.

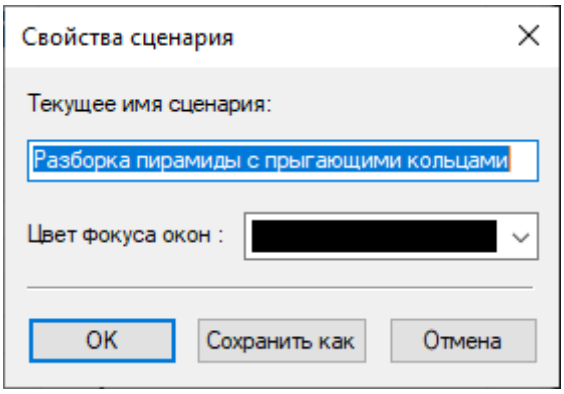
После подтверждения параметров графика появляется его окно. С левой стороны окна графика находится линейка, отображающая шкалу значений переменной, а сверху - линейка, отображающая шкалу значений времени. Обе шкалы отображают заданные диапазоны значений (по умолчанию для времени установлен интервал от 0 до 60 секунд). График переменной в начальный момент представляет собой константу равную текущему значению. Теперь пользователь может добавлять произвольное количество точек, задающих изменение значений переменной на установленном временном отрезке.

Если в сценарии уже существует окно с графиком другой переменной, то при выборе переменной следующая опция становится доступной в разделе **График** главного меню и на верхней инструментальной панели:

<G> Добавить график в текущее окно...

Текущее окно подсвечено рамкой, цвет которой задаётся параметром **Цвет фокуса окон** в диалоговом окне **Свойства сценария.** Данное окно можно вызвать с помощью пункта **Сценарий...** в разделе **Файл** главного меню или следующей опции на верхней инструментальной панели:

Имя сценария...

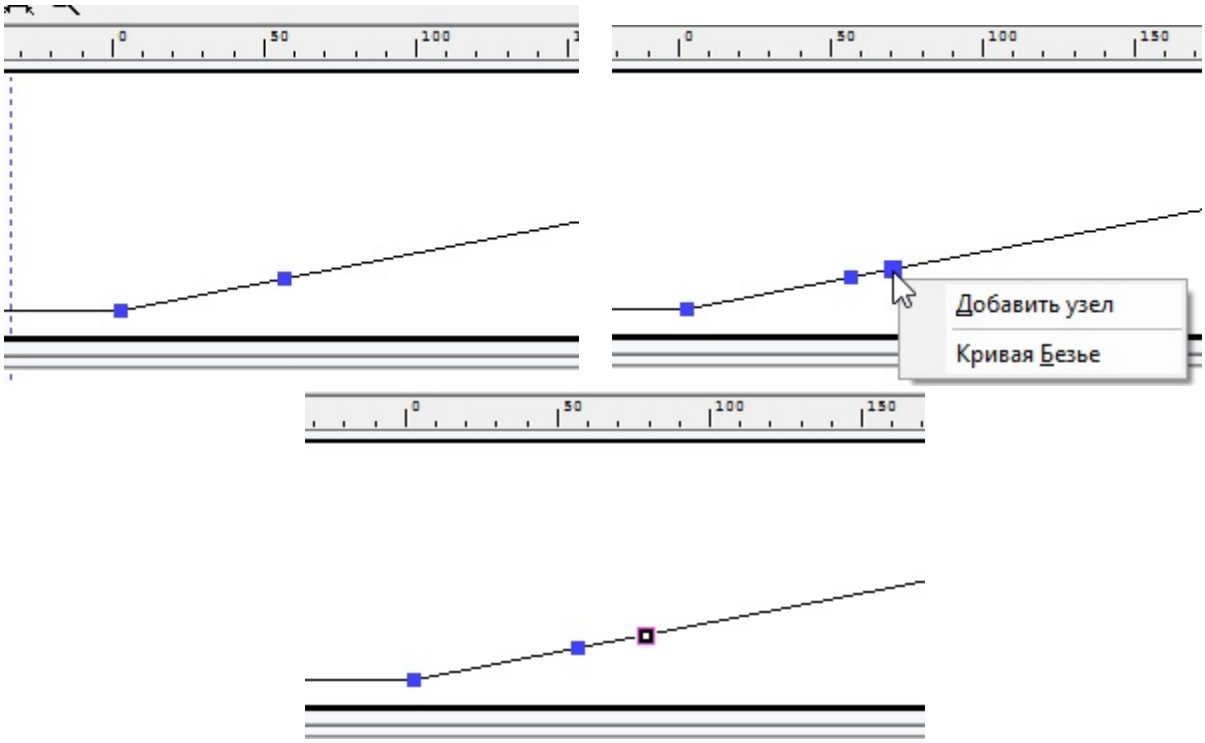


Данная опция вызывает диалоговое окно, в котором можно изменить **Цвет фокуса окон** и **Текущее имя сценария.** Если после изменения имени нажать **OK**, сценарий будет переименован. Если после изменения имени нажать **Сохранить как**, будет создана копия сценария под новым именем.
Для изменения текущего окна укажите курсором в область нужного графика и нажмите левую кнопку мыши. Опция добавления переменной в текущее окно позволяет совместить несколько графиков в одном координатном пространстве. При наличии нескольких графиков в одном окне один из них считается выбранным(это последний изменявшийся график). Его линия имеет большую толщину, а в списке переменных подсвечивается соответствующая ему строка. График, расположенный в одном окне с другими, можно переместить в отдельное окно с помощью следующей опции, доступной в разделе **График** главного меню и на верхней инструментальной панели:

Новое окно

Добавление/изменение точек графика

При перемещении курсора внутри окна графика в правом нижнем углу отображаются его текущие координаты. При нажатии в точке указания курсора создаётся новый узел, который соединяется отрезками с соседними точками графика. Создать узел, разбивающий существующий участок графика на два отрезка, можно указав курсором на линию графика и выбрав из контекстного меню пункт **Добавить узел**.

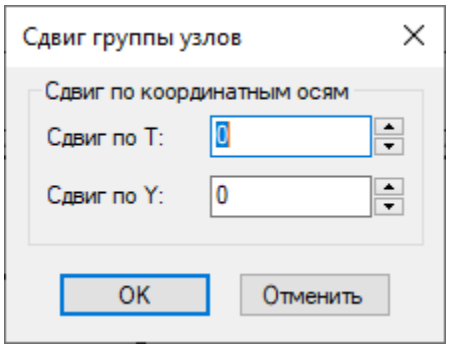


Для изменения положения узла укажите на него курсором (курсор изменит свою форму). После этого перемещая мышь с нажатой левой кнопкой вы можете расположить узел графика в другом месте. Для задания точных координат узла нажмите правую кнопку мыши, выберите в появившемся меню пункт **Свойства** и введите значения T и Y координат.

При **множественном выборе узлов** графика появляется возможность переноса выделенной группы точек с помощью опции **Сдвинуть...,** доступной в разделе **Правка** > **График** главного меню или следующей опции на верхней инструментальной панели:

<M> Перенести

После выбора данной опции появляется окно диалога для ввода значений смещения по осям T и Y. В результате выделенная группа точек изменит своё положение в соответствии с указанными значениями.



Использование буфера обмена

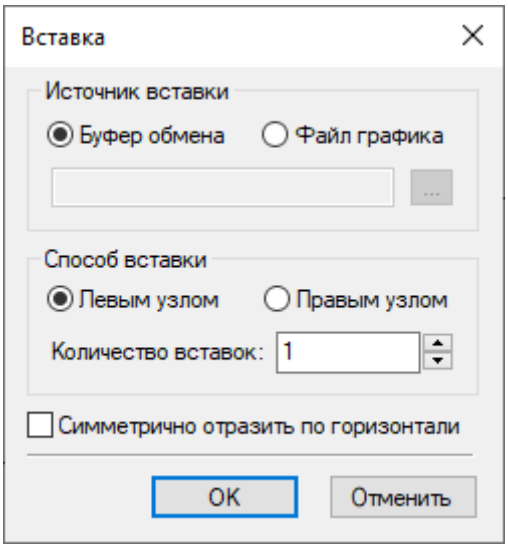
Добавление точек графика также может производится с помощью следующих опций, доступных в разделе **Правка** главного меню и на верхней инструментальной панели:

<Ctrl>+<X> Вырезать

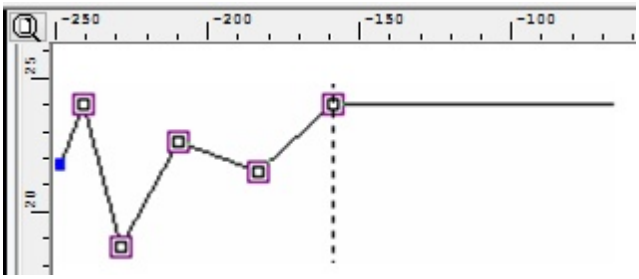
<Ctrl>+<C> Копировать

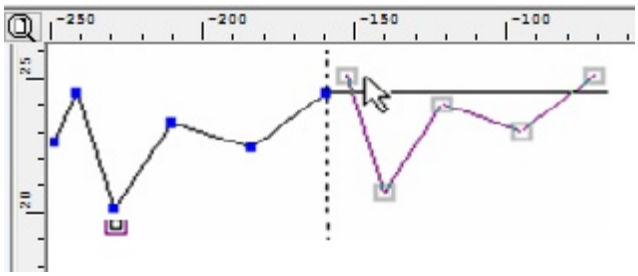
<Ctrl>+<V> Вставить

Использование перечисленных опций предполагает наличие в сценарии как минимум одного графика с двумя узлами. Выберите несколько узлов (они подсветятся) и нажмите на панели управления одну из опций **Вырезать** или **Копировать**. Затем укажите узел для вставки выделенного фрагмента графика и укажите опцию **Вставить**. После этого появляется окно диалога **Вставка:**



Кроме буфера обмена источником вставки может быть назначен график, сохранённый в файле (*.tfg). **Способ вставки** позволяет определить узел привязки вставляемого фрагмента графика (левый, правый) и количество вставок. При установке флага **Симметрично отразить по горизонтали** вставляемый участок графика будет являться копией исходного относительно вертикальной линии, проходящей через узел привязки.





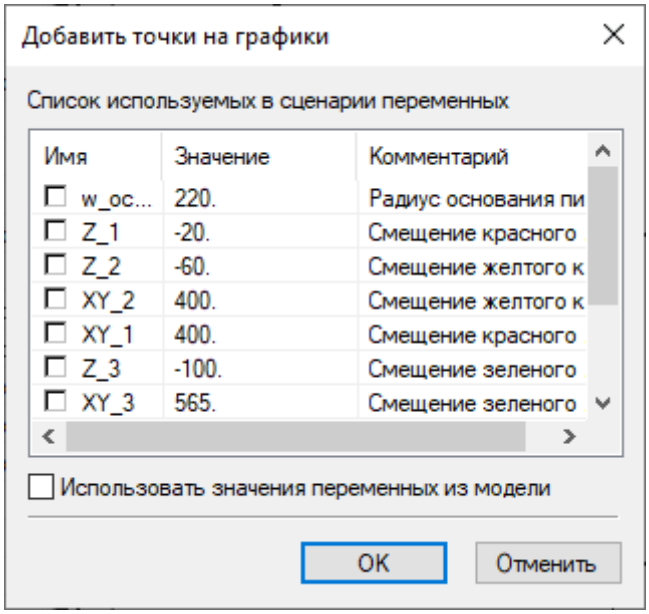
На первом рисунке подсвечены точки копируемого в буфер участка графика. На втором рисунке производится вставка с параметрами **По левому узлу**, на третьем - добавлен флаг **Симметрично отразить по горизонтали**.

В случае, когда разница между значениями времени в крайних точках вставляемого участка графика больше чем интервал времени, занимаемый отрезком, расположенным справа от узла вставки (для привязки по левому узлу), или расположенным слева (для привязки по правому узлу), система отказывается выполнить операцию вставки, т.к. в этом случае нарушается последовательность временных отрезков.

Добавить узлы на выбранные графики в точке их пересечения с бегунком, задающим текущий момент времени (он выделен голубым цветом) можно с помощью следующей опции, доступной в разделе **Правка** > **График** главного меню или на верхней инструментальной панели:

Добавить точки...

После вызова опции появляется окно, содержащее список переменных, для которых графики уже существуют:



Колонка **Значение** содержит значения переменных на текущий момент времени. Отметьте в списке те переменные, на графики которых требуется добавить узлы. После нажатия кнопки **OK** на соответствующих графиках в точке их пересечения с линией главного бегунка времени будут созданы новые точки. Если установить флаг **Использовать значения переменных из модели**, то положение новых узлов будет определяться главным бегунком времени и значением переменных, заданных в модели (при этом новый узел соединяется отрезками с соседними точками графика). Данная возможность позволяет задавать графики изменяя переменные в модели, а затем добавляя узлы с их значениями для определённого момента времени.

Выбор узлов графика

Укажите на требуемый узел курсором мыши и нажмите - точка графика подсветится прямоугольной рамкой. Множественный выбор производится одним из способов:

- при нажатой клавише **<Shift>** выбирается последовательность узлов между двумя указанными;
- при нажатой клавише **<Ctrl>** выбираются только указываемые узлы.

Выбор всех узлов графика выполняется с помощью следующей опции, доступной в разделе **Правка** главного меню:

<Ctrl>+<A> Выделить все

Выбор группы узлов при помощи окна осуществляется при помощи опции Селектор в контекстном меню окна графика или следующей опции в верхней инструментальной панели:

<S> Выделение узлов

Удаление узлов графика

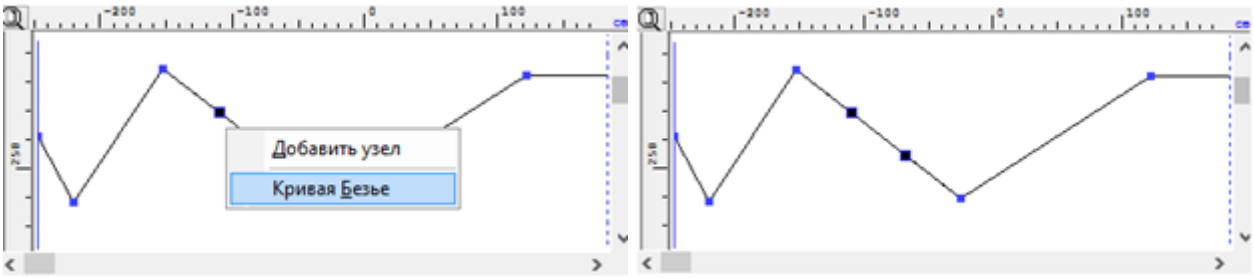
Опция **Удалить**, доступная в разделе **Правка** главного меню, и следующая опция на верхней инструментальной панели предназначена для удаления выбранных узлов:

<D> Удалить узел(ы)

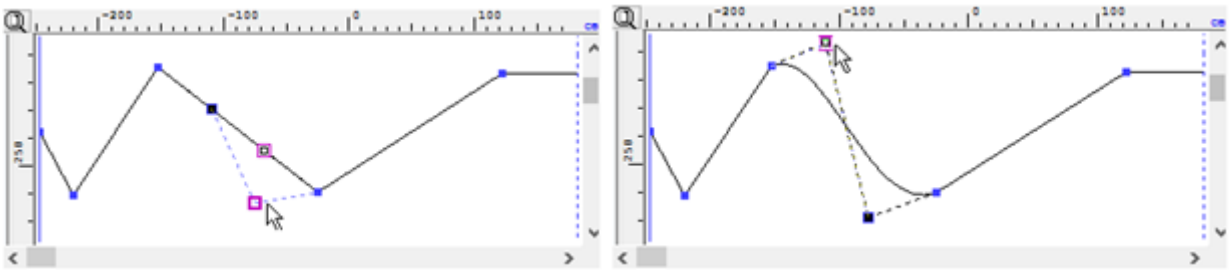
При удалении узла (узлов) близлежащие точки графика соединяются отрезком.

Сглаживание графика

При добавлении новых узлов график формируется в виде ломаной. При необходимости вы можете получить гладкую кривую, заменяя отрезки ломаной участками кривой. Для этого укажите курсором мыши на требуемый отрезок графика, нажмите и выберите пункт **Кривая Безье**. На указанном отрезке появятся два узла, делящие его на равные части.



Изменяя положение каждого из них можно преобразовать исходный отрезок в кривую.

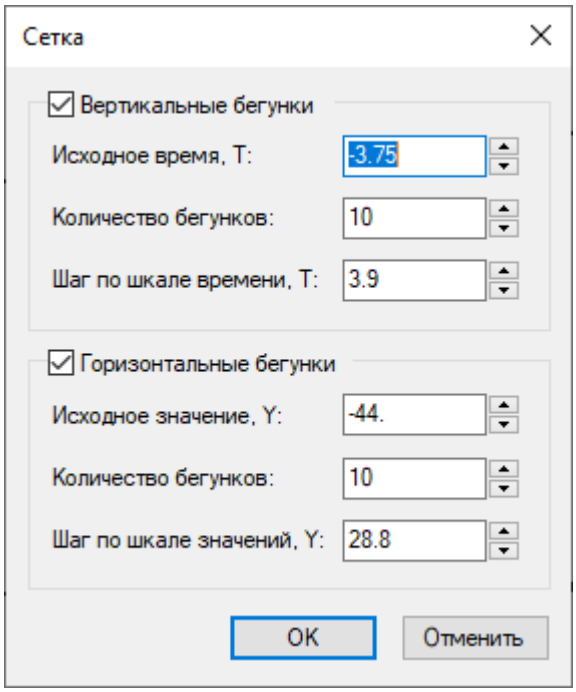


Обратное преобразование участка кривой в отрезок выполняется командой **Выпрямить**, доступной в контекстном меню при его выборе.

Сетка

Опция **Сетка бегунков**, доступная в разделе **Вид** главного меню, а также следующая опция, доступная на верхней инструментальной панели, позволяет нанести в окно графиков набор вертикальных и/или горизонтальных линий, облегчающих ориентацию в координатном пространстве при построении точек графика:

<Ctrl>+<R> Сетка

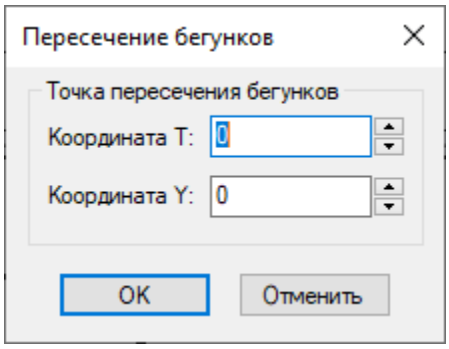


В окне диалога **Сетка** соответствующими флажками отмечается наличие **вертикальных и горизонтальных бегунков**. Для каждого типа разметки задаются следующие параметры:

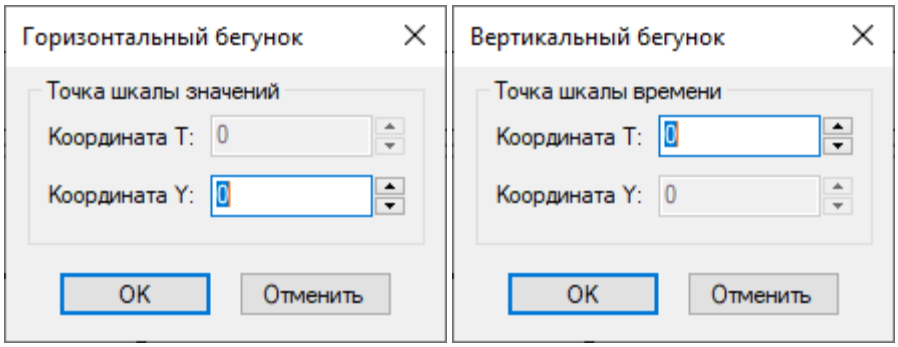
- **Исходное время** или **Исходное значение**
  Определяет положение первого бегунка;
- **Количество бегунков**
  Определяет количество линий сетки;
- **Шаг по шкале**
  Определяет расстояние между линиями сетки.

Для установки линий сетки, пересечение которых находится в точке с определёнными значениями координат, используется опция **Пересечение бегунков** в разделе **Правка** главного меню или следующая опция в контекстном меню окна графика.

<R> Пересечение...



Для добавления отдельной вертикальной или горизонтальной линии установите курсор мыши на изображение шкалы значений времени или переменной и нажмите правую кнопку. В появившемся меню выберите пункт **Бегунок** и задайте точку шкалы, через которую должна проходить создаваемая линия.



Ведомые графики

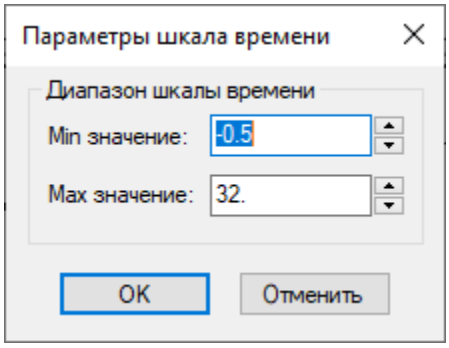
При наличии в модели переменных, заданных функциями или выражениями, появляется возможность получить отдельный тип графиков - 'ведомые'. Т.к. значения таких переменных являются зависимыми величинами, то система строит их графики автоматически. В окне сценария анимации строки, содержащие зависимые переменные, выделены серым фоном. **Ведомый график** невозможно редактировать, он только демонстрирует изменение значения соответствующей переменной в процессе анимации. Следует отметить, что ведомый график перестраивается после запуска анимации. Данный тип графика можно использовать для анализа взаиморасположения различных элементов модели. Для этого создаётся переменная, значение которой является функцией измерения расстояния между телами, вершинами и т.п. (см. команду Измерить). При изменении параметров модели график такой переменной отразит изменения указанного расстояния.

Общие параметры анимации

Помимо опций, перечисленных выше, на верхней инструментальной панели и в разделе Правка главного меню также доступны следующие опции:

<T> Шкала времени

Устанавливает границы видимой в окне графика временной оси координат.



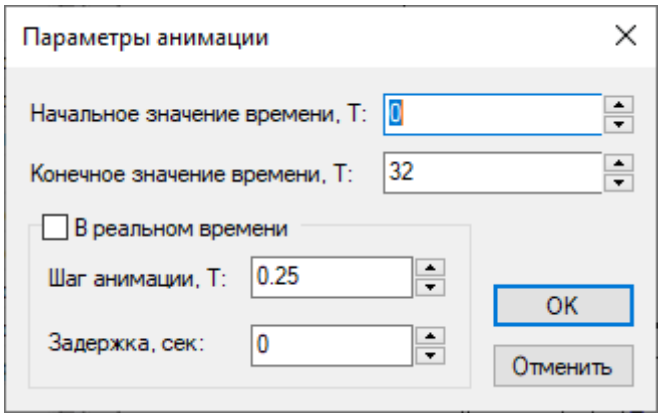
<Ctrl>+<S> Сохранить график

Позволяет записать текущий график или выделенные узлы в ***.tfg** файл. В дальнейшем содержимое файла может быть вставлено в другой график или другой сценарий.

<F7> Обновить список

Считывает изменения в составе переменных модели.

<Alt>+<A> Параметры анимации



Вызывает диалоговое окно, в котором можно задать значения следующих параметров:

- **Начальное значение времени**
  Момент времени, с которого начинается формирование анимации;
- **Конечное значение времени**
  Момент времени, в который заканчивается анимация;
- **В реальном времени**
  При установленном флаге процесс анимации производится в реальном времени. Т.е. с графиков считываются значения переменных, заданные в точке начального значения времени и пересчитывается модель, а следующий набор значений берётся через промежуток, равный отрезку времени, затраченному системой на выполнение первого шага анимации. В этом случае шагом анимации практически является время регенерации модели.
- **Шаг анимации**
  Промежутки времени, через которые определяются значения переменных;
- **Задержка**
  Время задержки на каждом шаге анимации.

Заблокировать график

Позволяет не учитывать заданное графиком изменение значения переменной при формировании анимации (в этом случае в списке переменных слева от имени переменной появляется изображение данной иконки). Повторный вызов опции отменяет блокирование графика.

Масштабирование окна графика

При работе с графиком нередко бывает удобным изменить масштаб его изображения. Перечисленные ниже опции позволяют различным образом изменять изображение графика.

<Ctrl>+<T> Увеличить по T

При помощи курсора мыши указываются две точки, определяющие границы нового диапазона шкалы времени.

<Alt>+<T> Сжать по T

Действие данной опции заключается в увеличении в два раза текущего диапазона шкалы времени.

<Ctrl>+<Y> Увеличить по Y

При помощи курсора мыши указываются две точки, определяющие границы нового диапазона шкалы значений.

<Alt>+<Y> Сжать по Y.

Действие данной опции заключается в увеличении в два раза текущего диапазона шкалы значений.

<Z> Рамка

При помощи курсора мыши указываются две точки, определяющие диагональные углы прямоугольника. Вертикальный и горизонтальный размер выделенной области окна задаёт отображаемые диапазоны шкалы значения и шкалы времени.

<Ctrl>+<PgUp> Увеличить

Увеличивает значения текущих диапазонов по осям T и Y в два раза.

<Ctrl>+<PgDn> Уменьшить

Уменьшает значения текущих диапазонов по осям T и Y в два раза.

<Ctrl>+<G> Все графики

Опция масштабирует текущее окно таким образом, чтобы отобразить все заданные в нем графики.

Работа с анимацией

В нижней части окна редактора кадров анимации расположены графические кнопки (их вызов также доступен в пункте текстового меню **График** или из контекстного меню, вызванного в области списка переменных):

<Del> Удалить

Данная опция доступна для переменных с созданным графиком. Удаляет график текущей переменной.

<Ins> Добавить

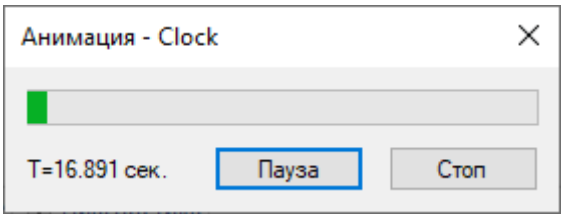
Данная опция доступна для переменных без графика. Создаёт график текущей переменной в новом окне.

<P> Применить

Вызывает пересчёт модели в T-FLEX CAD со значениями переменных, заданными графиками, для текущего момента времени. Текущий момент времени устанавливается с помощью бегунка времени (на шкале времени он выделен голубым цветом). При перемещении бегунка времени автоматически обновляются значения переменных в списке.

<A> Анимация

Инициализирует выполнение анимации. На экране отображается последовательность изменений 3D модели (чертежа) в результате пересчёта с заданными в сценарии значениями переменных. Управление анимацией осуществляется кнопками **Пауза/Продолжить** (<**Space**>) и **Стоп** в окне **Анимация**.

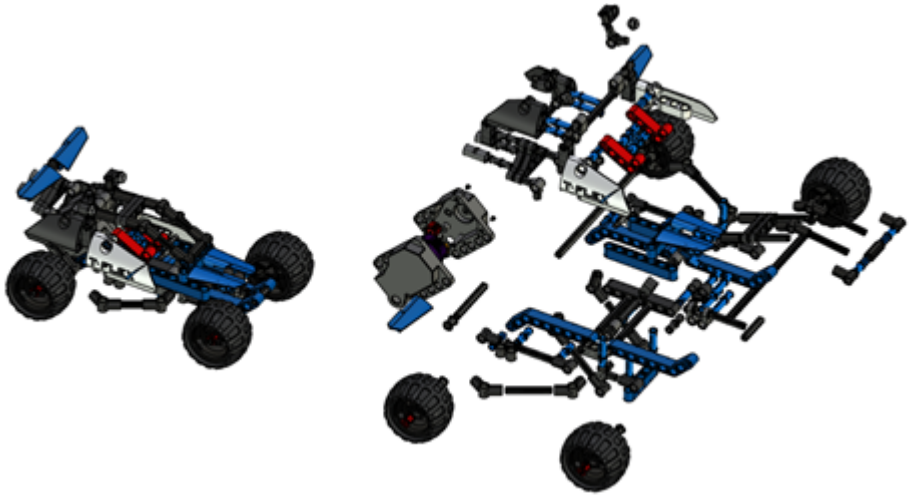


<F> Запись в видео файл

Выполнение записи *.avi или *.wmv файла. Перед началом записи система предлагает выбрать программу сжатия видеоинформации. Окно диалога **Сжатие видео** позволяет выбрать одну из установленных на вашем компьютере программ и настроить их параметры (см. Параметры анимации).

Сценарий разборки

Сценарий разборки позволяет создавать анимации разборки сборочных 3D моделей путём последовательного применения преобразований к фрагментам сборки. Сценарии разборки создаются и редактируются с помощью команды **Управление разборкой**
Созданный сценарий можно воспроизвести с помощью вкладки ленты **Управление разборкой**. Данная вкладка вызывается командой **Разборка**. Также сценарий разборки можно записать на видео или экспортировать в форматы других систем.
Если у фрагмента, вставленного в сборку, есть свой сценарий разборки, то можно воспроизвести его в сборке, не затрагивая остальные фрагменты, т.е. осуществить так называемую локальную разборку.
При создании проекций по 3D модели по умолчанию модель проецируется в неразобранном виде. Однако, при необходимости можно спроецировать состояние модели на любой из стадий разборки.



Основные темы в этом разделе:

- Создание и редактирование сценария разборки
- Воспроизведение сценария разборки

- Локальная разборка фрагмента в сборке
- Запись сценария разборки на видео
- Экспорт сценария разборки

См. также:

- Использование сценария разборки при создании проекций по 3D модели

Создание и редактирование сценария разборки

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Инструменты > Анимация > Управление разборкой
Клавиатура	Текстовое меню
<3TN>	Сервис > Управление разборкой

Команда предназначена для задания новых или редактирования установленных параметров разборки.
В команде **Управление разборкой** можно выполнять следующие действия:

- Создавать и редактировать сценарии разборки. Возможно создание сразу нескольких сценариев разборки.
- Создавать разборку фрагмента по собственному сценарию в рамках общего сценария.
- Задавать параметры воспроизведения анимации.
- Управлять видимостью тел на стадиях разборки.

Для изделия могут быть заданы несколько сценариев разборки. Например, разборка на сборочные единицы, подетальная разборка, последовательность сборки и др. Каждый сценарий может состоять из нескольких стадий. А стадия в свою очередь объединяет в себе последовательность действий. Действием называется выполнение отдельного преобразования – перемещения или поворота над выбранной группой объектов. Состав группы объектов в разных действиях может быть разным.

Создание сценария разборки

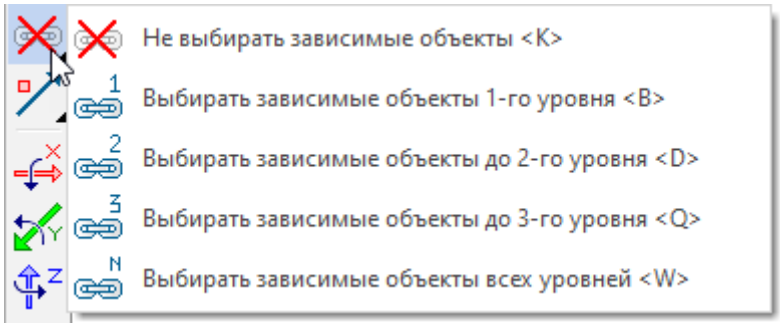
После входа в команду необходимо выбрать объекты, для которых будет производиться текущее действие разборки. Для этого используются опции:

<O> Выбрать объект для индивидуального преобразования

<M> Выбрать объекты для преобразования

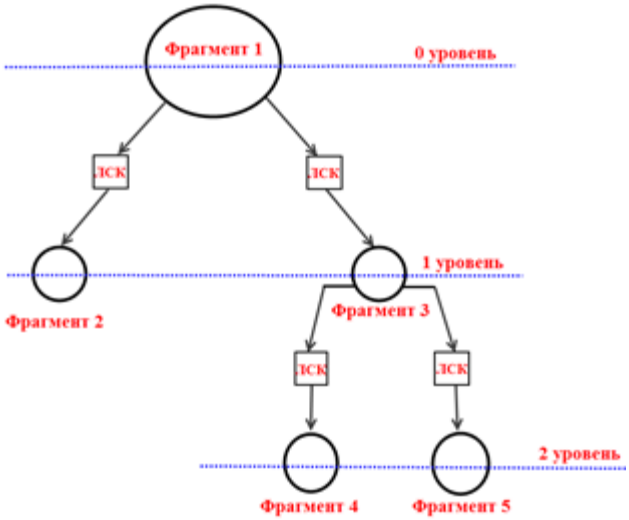
При выборе будет выбран только один объект. Выбрать несколько объектов можно с нажатой клавишей **<Shift>**.

При выборе появляется возможность выбора нескольких объектов для трансформации.
Также имеется возможность выбора зависимых объектов. Для этого на панели автоменю предусмотрена специальная опция.

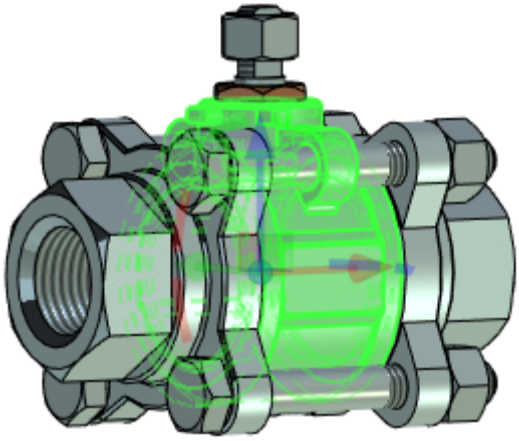


Под уровнями зависимых объектов понимается иерархическая зависимость элементов сборки.

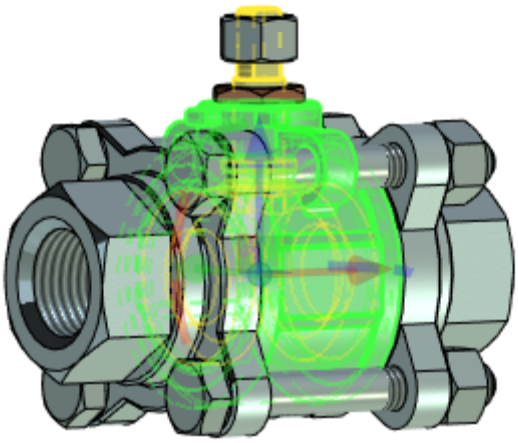
Нулевой уровень соответствует выбранному в сборке фрагменту. Первый уровень соответствует всем фрагментам сборки, которые зависят от первого.



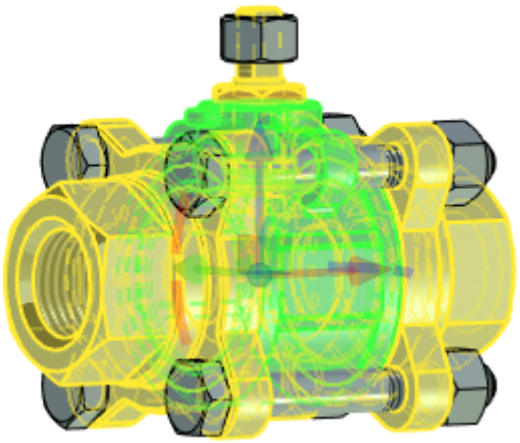
По умолчанию выключена опция **Не выбирать зависимые объекты** , поэтому выбирается только один фрагмент в сцене.



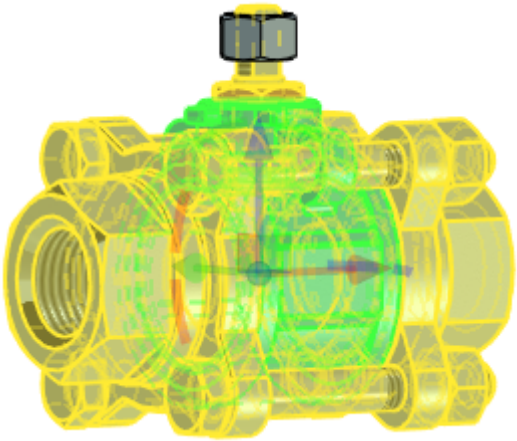
Если включить опцию **Выбирать зависимые объекты 1-го уровня** и выбрать тот же фрагмент, то будут выбраны все фрагменты, которые напрямую зависят от этого фрагмента.



Если включить опцию **Выбирать зависимые объекты 2-го уровня** , то будут дополнительно выбраны фрагменты зависящие от фрагментов первого уровня.

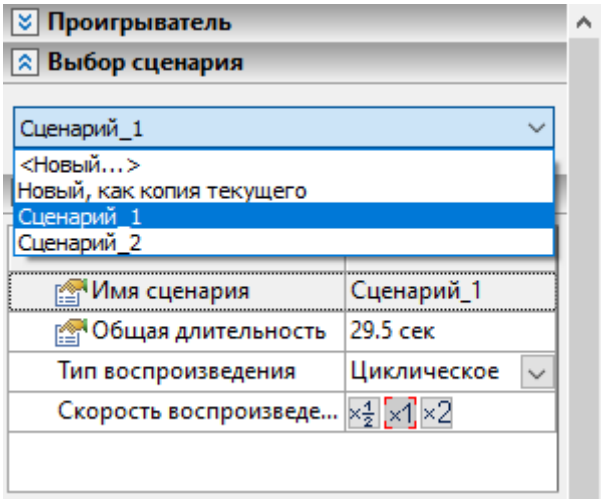


Если включить опцию **Выбирать зависимые объекты всех уровней** , то будут выбраны все элементы, напрямую или косвенно зависящие от первого выбранного фрагмента.



Использование данной опции удобно в случае больших сборок, когда нужно переместить объект вместе со всеми зависимыми от него объектами.

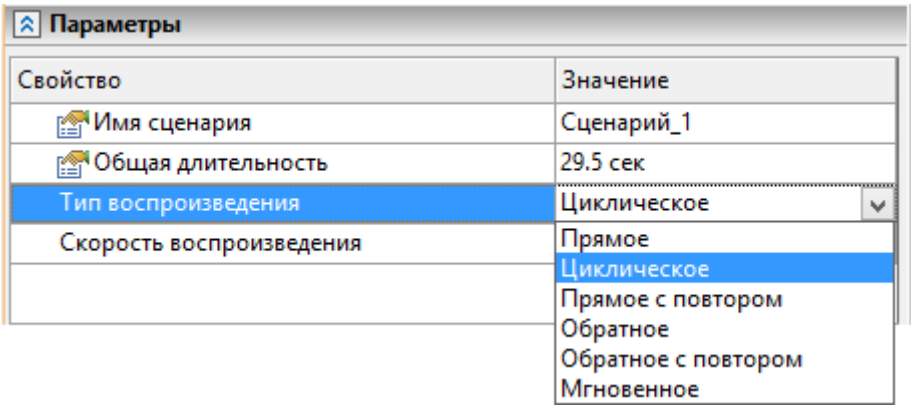
Для сборочных моделей можно создавать один или несколько сценариев разборки. Создание нового или редактирование существующего сценария осуществляется во вкладке **Выбор сценария**.



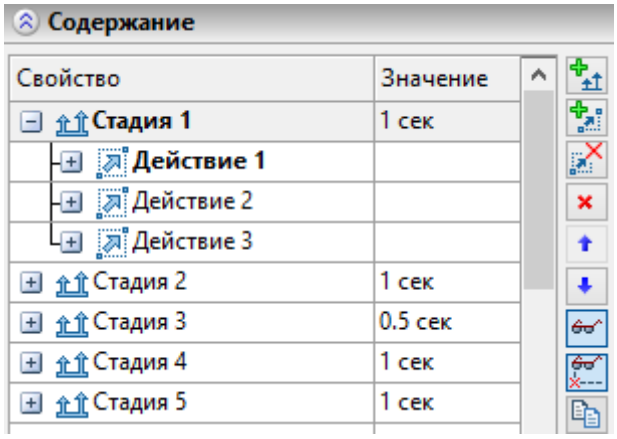
Имеется возможность создавать копию уже существующего сценария.

> Нельзя создать новый сценарий, если не закончена работа с текущим.

В качестве объектов сценария выступают: тела, фрагменты, камеры, источники света.
Вкладка **Параметры** служит для редактирования свойств сценария.

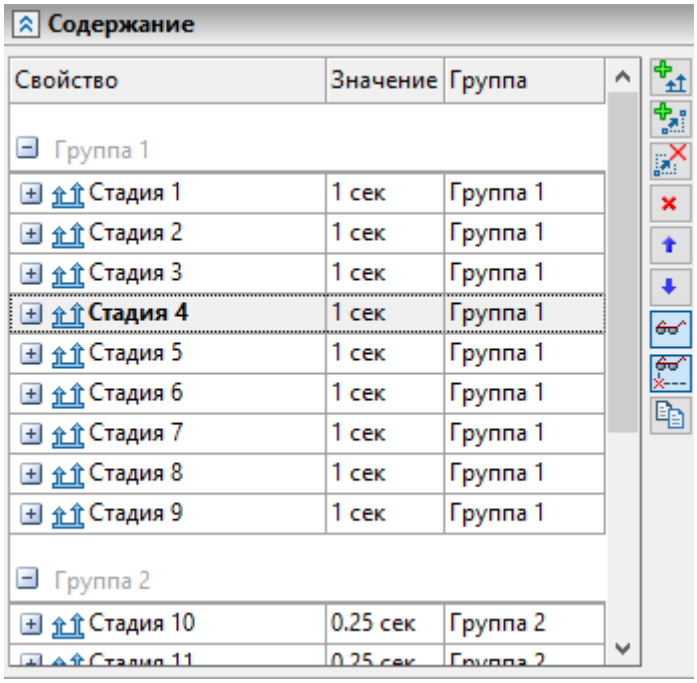


С помощью данной вкладки можно редактировать имя сценария, задавать общую длительность, тип и скорость воспроизведения анимации разборки.
Каждый сценарий содержит стадии, разбитые на действия.
С помощью нескольких стадий можно проследить всю последовательность сборки деталей и узлов в целое изделие.
Для создания и редактирования стадий разборки используется вкладка **Содержание**.



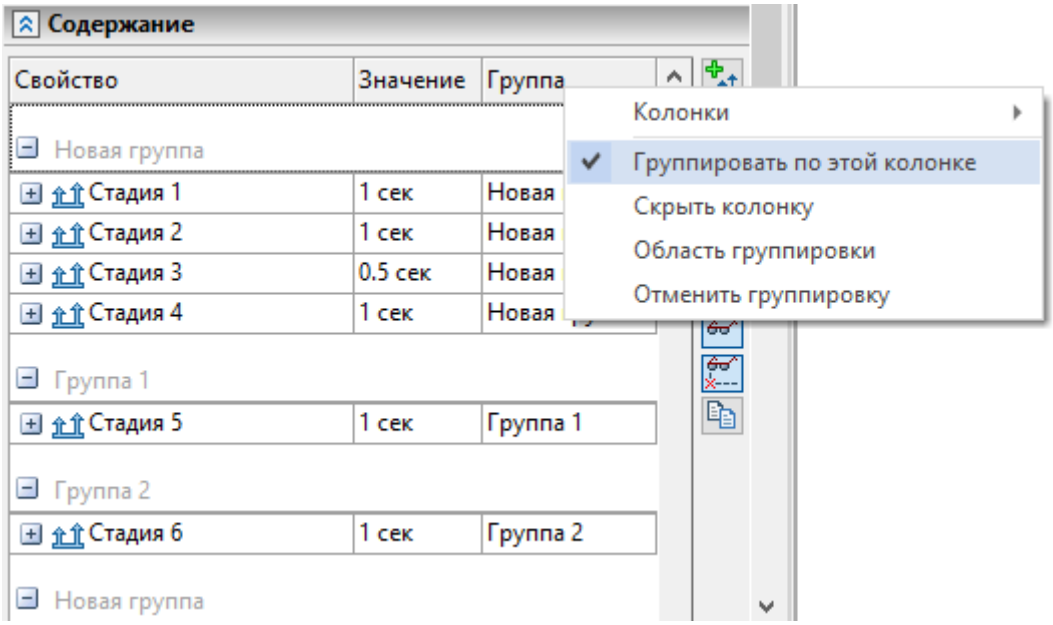
Данный диалог содержит информацию по созданным стадиям, действиям и участвующих в стадиях объектах.

При создании стадии для неё автоматически присваивается новая группа. Группы можно задавать в соответствующей колонке.



Обратите внимание, что система не группирует разнесенные во времени стадии.

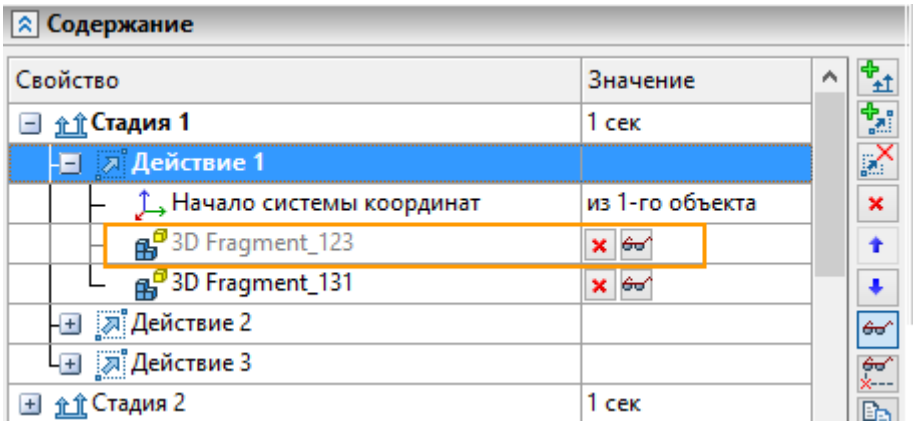
Стадии можно группировать, используя специальную колонку:



Справа от списка стадий имеются графические кнопки. Кнопка предназначена для создания новой стадии сценария разборки. При нажатии кнопки создается новое действие для выбранной стадии разборки. Кнопка используется для удаления всех преобразований на стадии. Кнопка удаляет последнюю в списке стадию разборки. Для удаления действия в стадии используется кнопка , расположенная рядом с именем действия.

При нажатии кнопок меняется последовательность воспроизведения стадий разборки. С помощью кнопки можно управлять видимостью стадий. С помощью кнопки можно управлять видимостью траекторий на стадиях. Действие **Погасить** действует не только на текущую стадию, но и на все последующие до тех пор, пока не будет выполнено действие **Показать**. По умолчанию все тела видны.

В команде имеется возможность управления видимостью и удаления отдельных объектов при помощи кнопок. Погашенные объекты в списке отображаются серым.



Управление видимостью работает только в текущем документе.

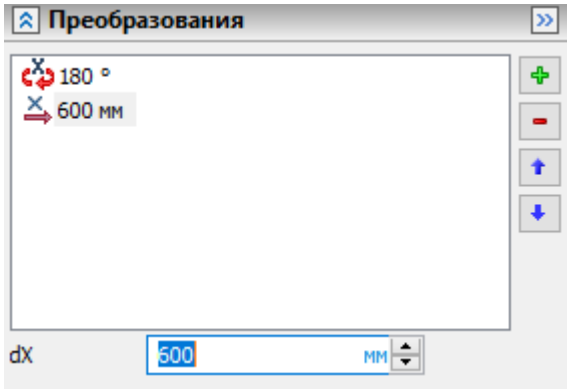
Кнопка позволяет копировать выбранную стадию. Скопированная стадия добавляется в конец списка.

Каждое действие имеет один или группу объектов и цепочку преобразований для них. В качестве системы координат цепочки преобразований выступает либо явно заданная ЛСК, либо система координат первого объекта группы (в случае групповых преобразований). Для выбора системы координат для преобразования на панели автоменю предусмотрена опция:

<L> Выбрать систему координат для текущего преобразования

На панели автоменю также можно воспользоваться функциями дополнительного определения системы координат. Они позволяют быстро поворачивать ЛСК вокруг своих осей на 90°(, ,),производить циклический разворот осей системы координат вокруг начала координат (при нажатии оси меняются местами).

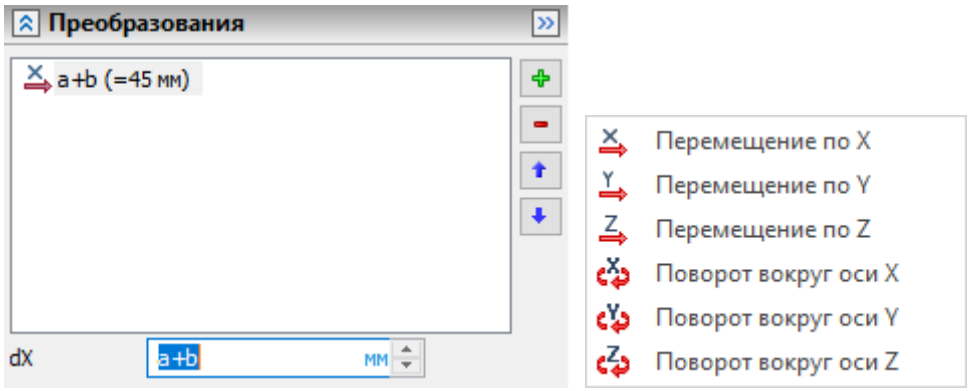
Все преобразования отображаются на вкладке **Преобразования** в окне свойств команды **Управление разборкой**.



Справа от списка преобразований находятся графические кнопки. Кнопка предназначена для добавления нового преобразования. При нажатии появляется список возможных преобразований, из которого предлагается выбрать нужный тип. Список возможных преобразований вызывается также с помощью контекстного меню при нажатии в окне **Преобразования**.

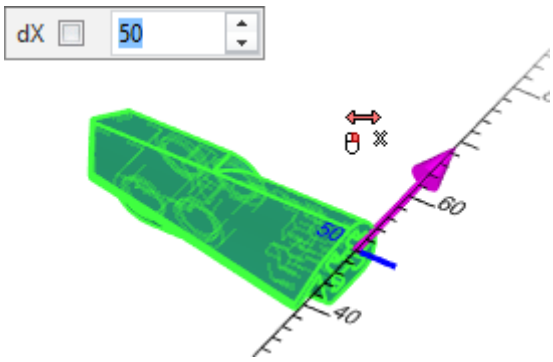
После выбора типа в списке преобразований появляется новая строка. В поле ввода значений можно ввести значение преобразования.

Значения преобразований могут быть заданы как численно, так и с помощью переменных и выражений.



При нажатии кнопки удаляется последнее в списке преобразование. При нажатии кнопок меняется последовательность выполнения преобразований.

Для сохранения преобразования нужно нажать **Enter**. Кроме этого, для задания значения можно перейти в 3D окно и использовать **манипулятор**, который перемещается в соответствии с выбранным типом преобразования.



Помимо задания преобразований относительно осей одной из имеющихся систем координат, можно перемещать перемещать или вращать объекты относительно произвольных осей с помощью следующих опций автоменю:

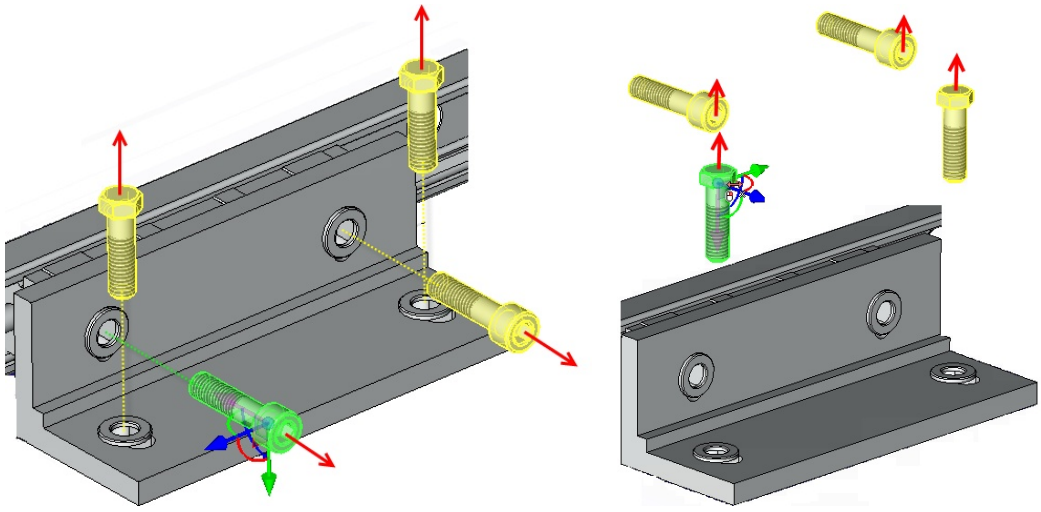
	<B>	Задать перемещение вокруг произвольной оси
	<Y>	Задать вращение вокруг произвольной оси

Активация опции включает на панели фильтров фильтры выбора осей, после чего можно выбрать нужную ось в 3D сцене. После выбора оси в сцене появляется манипулятор, при помощи которого можно задавать перемещение или вращение. Работа с данными манипуляторами аналогична работе с манипуляторами перемещения и вращения относительно оси системы координат.

Групповое преобразование может выполняться либо в «общей» системе координат, либо в собственных системах координат каждого члена группы.
После выбора нескольких объектов для преобразования по умолчанию включён режим задания преобразований в «общей» системе координат:

	<G>	Режим задания преобразований для выбранных объектов в «общей» системе координат.

В случае отключения режима задания преобразований для выбранных объектов в «общей» системе координат групповое преобразование переносится в собственные системы координат каждого члена группы. Т.е. при перемещении нескольких фрагментов вдоль оси X, каждый из них будет двигаться вдоль собственной оси X.

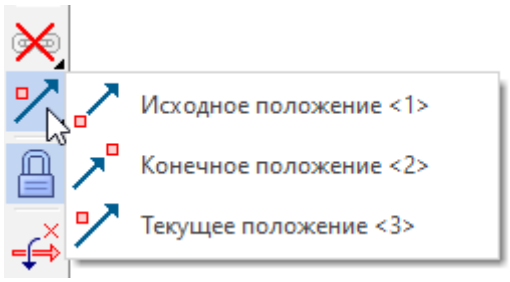


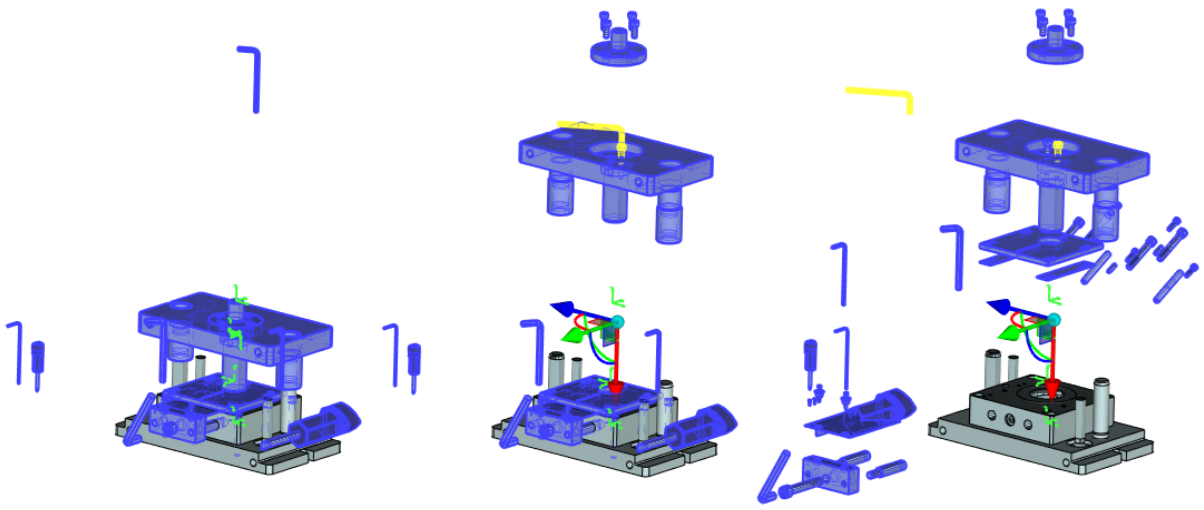
Болты перемещаются каждый в своей ЛСК *Болты перемещаются в общей системе координат*

Таким образом, используя групповые преобразования можно значительно сократить время на задание преобразований для элементов.

> В целом, работа с преобразованиями в рамках создания и редактирования сценариев разборки осуществляется так же, как и в команде **Преобразования**, за исключением того, что в сценариях разборки недоступны масштабирование, симметрия и создание новой системы координат. Подробнее см. главы Виды преобразований 3D элементов и Манипуляторы ЛСК преобразований 3D элементов.

Для каждой стадии можно включить отображение одного из трёх положений: исходного, конечного и текущего с помощью опций:





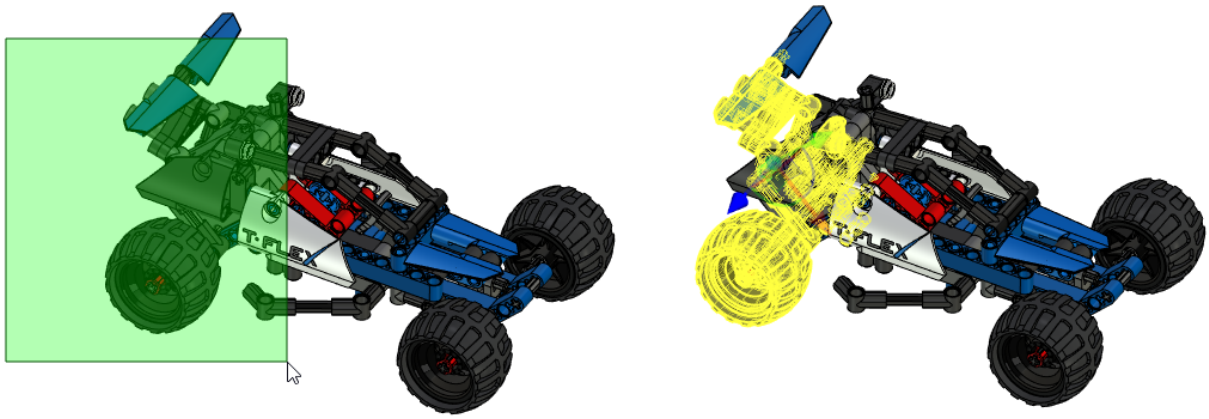
Исходное положение *Текущее положение* *Конечное положение*

Для повышения удобства выбора объектов используется опция:

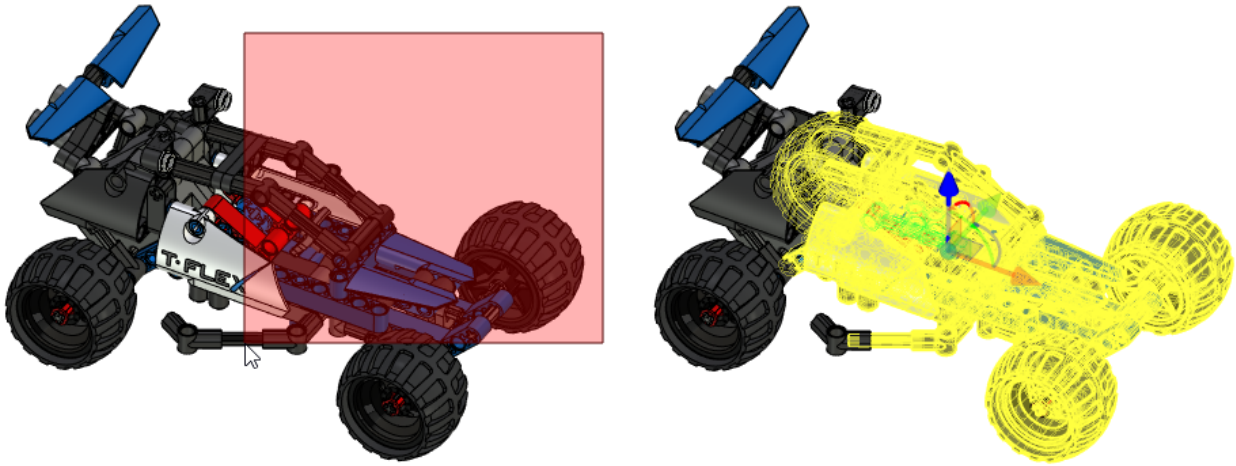
<N> Групповой выбор объектов прямоугольником

После активации, зажав , можно выбрать прямоугольную область. Существует два условия выбора.

1) Все объекты, которые полностью охватывает прямоугольная область, будут выбраны для создания преобразования и для них появится общий манипулятор. Курсор движется слева направо.



2) Все объекты, которые пересекает прямоугольник, будут выбраны. Для них также появится общий манипулятор. Курсор движется справа налево.

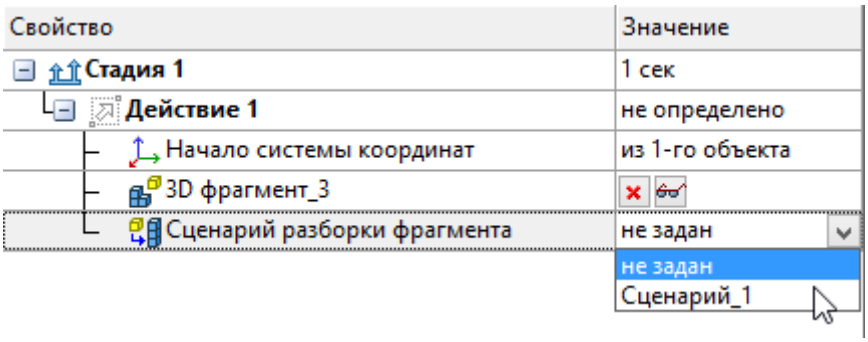


Цвет прямоугольной области отличается для каждого условия.

Разборка элементов подсборки

Если в сборке имеются подсборки, то элементы этих подсборок можно перемещать отдельно. Для этого можно воспользоваться одним из следующих способов:

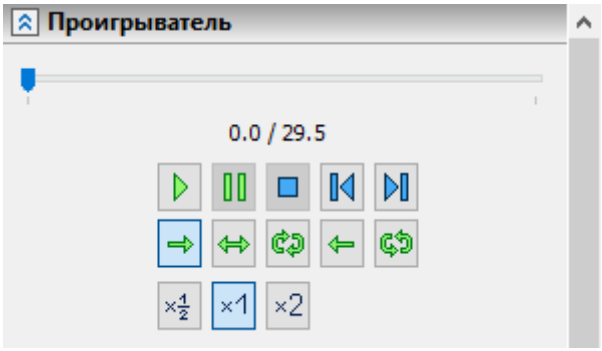
Если в документе подсборки имеется сценарий разборки, то его можно использовать в сборке. Для этого необходимо выбрать фрагмент подсборки в сцене и выбрать один из его сценариев.



Второй способ для перемещения элементов подсборки по-отдельности - это разделение подсборки с помощью команды Разделение. Этот способ не является предпочтительным, т.к. при разделении теряется связь подсборки со структурой изделия. Его можно использовать, если документ сборки используется только для визуализации.

Создание анимации

В команде **Управление разборкой** можно воспроизвести получившуюся анимацию движения сборки/разборки деталей в пространстве.
Для управления анимацией в окне параметров команды имеется вкладка **Проигрыватель**.



В верхней части вкладки расположена шкала с ползунком. Положение ползунка на шкале соответствует положению текущей стадии воспроизведения в суммарном времени сценария. Перетягивая ползунок по шкале вручную с зажатой , можно быстро перейти к желаемой стадии сценария. Под ползунком отображаются время текущей стадии и общая длительность анимации.
В нижней части вкладки расположены графические кнопки, управляющие воспроизведением анимации.

- **Запустить разборку**. Команда запускает процесс анимации.
- **Пауза**. Временно останавливает анимацию на текущей стадии.
- **Остановить разборку**. Эта команда останавливает процесс воспроизведения анимации.
- **Перейти в начало разборки**. Перемещает анимацию к началу воспроизведения.
- **Перейти в конец разборки**. Перемещает анимацию в конец воспроизведения.

Анимация запускается в одном из следующих режимов:

- **Прямолинейное воспроизведение**. Однократно воспроизводит анимацию от начала до конца.
- **Прямое воспроизведение с повтором**. Осуществляет анимацию по кругу (от начала до конца, от начала до конца и т.д.), пока не будет нажата кнопка .
- **Циклическое воспроизведение**. Воспроизводит анимацию непрерывным циклом (от начала до конца, от конца до начала и т.д.), пока не будет нажата кнопка .
- **Обратное воспроизведение**. Однократно воспроизводит анимацию от конца до начала.
- **Обратное воспроизведение с повтором**. Осуществляет анимацию по кругу(от конца до начала, от конца до начала и т.д.), пока не будет нажата кнопка .
- **Мгновенное**. Все объекты становятся в конечное положение.
- **Нормальная скорость воспроизведения**. Значение скорости по умолчанию.
- **Уменьшить скорость воспроизведения**. Воспроизведение с уменьшенной вдвое скоростью.

- **Увеличить скорость воспроизведения**. Воспроизведение с ускоренной вдвое скоростью.

Режим анимации можно выбрать либо до нажатия кнопки **Запустить разборку**, либо во время выполнения анимации.

Впоследствии созданный сценарий можно воспроизвести без входа в команду его редактирования. Для этого предназначена вкладка ленты **Управление разборкой**, вызываемая с помощью команды Разборка.

См. также:

- Использование сценария разборки при создании проекций по 3D модели

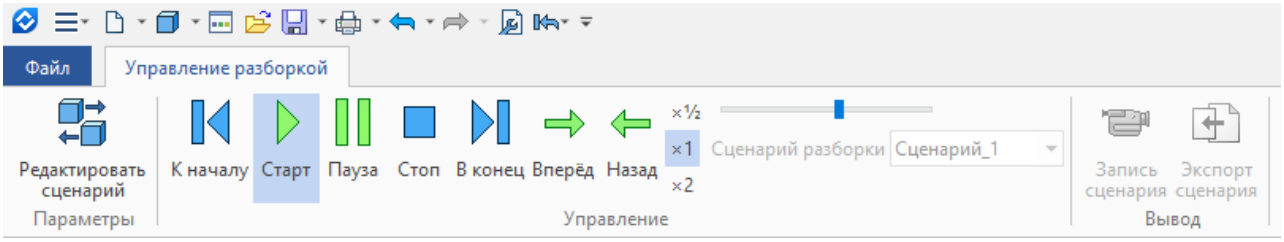
Воспроизведение сценария разборки

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Инструменты > Анимация > Разборка
Клавиатура	Текстовое меню
<3VX>	Сервис > Разборка

Команда вызывает вкладку ленты **Управление разборкой** и запускает имеющийся в документе сценарий разборки. Если имеется несколько сценариев, по умолчанию запускается сценарий, созданный первым. После вызова команды можно выбрать другой сценарий для воспроизведения и сделанный выбор запоминается для последующих вызовов команды. Если в документе нет ни одного сценария разборки, команда недоступна. Сценарии создаются с помощью команды Управление разборкой.

Вкладка автоматически закрывается после вызова команд, требующих приведения модели в собранное состояние.



Вкладка содержит следующие группы элементов управления:

Параметры

Группа содержит всего одну кнопку:

Редактировать сценарий

Запускает команду Управление разборкой для редактирования текущего сценария, т.е. сценария, выбранного в поле **Сценарий разборки** на данной вкладке.

Управление

Данная группа содержит кнопки управления воспроизведением сценария разборки, аналогично вкладке Проигрыватель в окне параметров команды Управление разборкой.

К началу
Остановка воспроизведения сценария с переходом к начальной стадии.

Старт
Запуск воспроизведения сценария.

Пауза
Приостановка воспроизведения сценария на текущей стадии. Для снятия воспроизведения с паузы нажмите данную кнопку снова.

Стоп
Остановка воспроизведения сценария с переходом к начальной или конечной стадии в зависимости от направления воспроизведения.

Также воспроизведение можно остановить нажатием <**Esc**>.

В конец
Остановка воспроизведения сценария с переходом к конечной стадии.

Вперёд
Пока активна данная кнопка, сценарий воспроизводится в прямом порядке от начальной стадии к конечной.

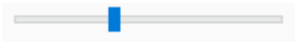
Назад
Пока активна данная кнопка, сценарий воспроизводится в прямом порядке от начальной стадии к конечной.

По окончании воспроизведения направление автоматически меняется на противоположное.

x1/2
Пока активна данная кнопка, сценарий воспроизводится с уменьшенной вдвое скоростью.

x1
Пока активна данная кнопка, сценарий воспроизводится с обычной скоростью.

x2
Пока активна данная кнопка, сценарий воспроизводится с увеличенной вдвое скоростью.

 **Текущее время разборки**
Положение ползунка на шкале соответствует положению текущей стадии воспроизведения в суммарном времени сценария. Перетягивая ползунок по шкале вручную с зажатой , можно быстро перейти к желаемой стадии сценария.

Сценарий разборки
В выпадающем списке можно выбрать сценарий для воспроизведения.

Вывод

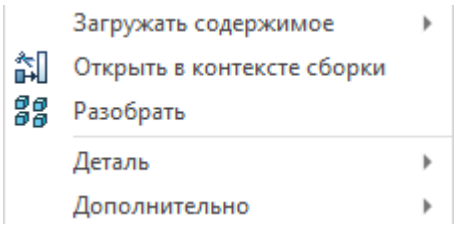
Данная группа содержит следующие команды:

Запись сценария

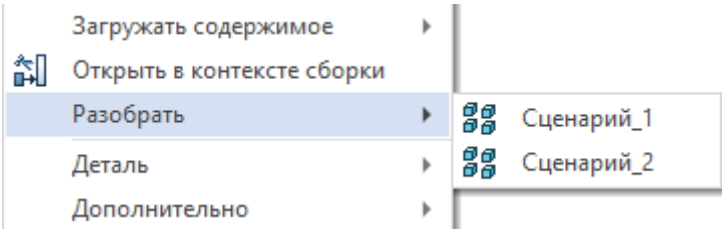
Экспорт сценария

Локальная разборка фрагмента в сборке

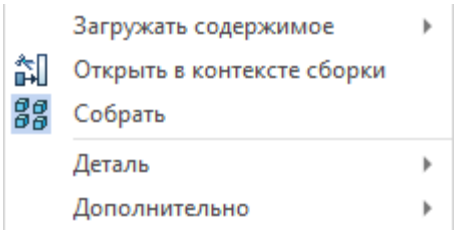
Если у фрагмента, вставленного в сборку, есть свой сценарий разборки, то можно воспроизвести его в сборке, не затрагивая остальные фрагменты, т.е. осуществить так называемую локальную разборку. Для этого необходимо выбрать пункт **Разобрать** в контекстном меню фрагмента. Для фрагментов, у которых нет сценариев разборки, данный пункт не отображается.



Если существует несколько сценариев разборки для фрагмента, то будет доступен их список, из которого можно выбрать необходимый.



Если фрагмент уже локально разобран, то появляется кнопка **Собрать**.



Если запущен сценарий разборки головной сборки, то нельзя запустить локальную разборку фрагмента параллельно.
Если для фрагмента уже осуществляется локальная разборка, то этот фрагмент не будет участвовать в сценарии разборки головной сборки.
Если при запуске команды **Управление разборкой** головная сборка собрана, но имеются разобранные фрагменты, то будет выполнена их сборка.

Запись сценария разборки на видео

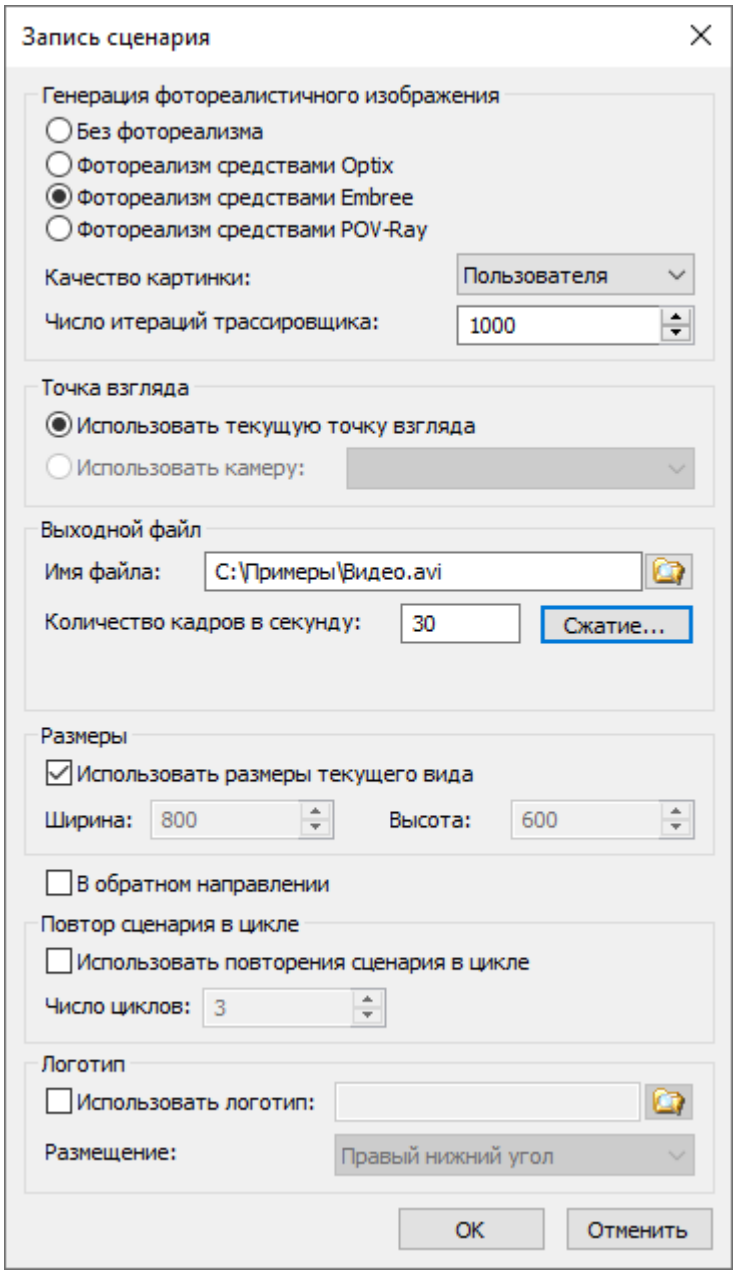
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Управление разборкой > Вывод > Запись сценария
Клавиатура	Текстовое меню

Команда **Запись сценария** позволяет записать сценарий разборки в видеофайл формата *.avi или *.wmv.

Записывается сценарий, выбранный на момент вызова команды в выпадающем списке **Сценарий разборки** на вкладке ленты **Управление разборкой**. Вкладку можно вызвать с помощью команды Разборка.

При выборе опции появляется окно **Запись сценария**. В окне можно настроить следующие параметры:



В разделе **Генерация фотореалистичного изображения** можно выбрать один из следующих вариантов:

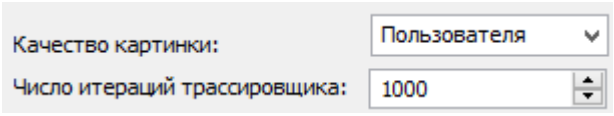
Без фотореализма – сценарий разборки будет записан в том виде, в котором он представлен в 3D сцене.

Следующие варианты используются при создании фотореалистичного видео. Это означает, что каждый кадр видео будет обработан с помощью выбранного механизма создания фотореалистичного изображения.

Фотореализм средствами Optix – видео будет создано с использованием механизма **NVidia OptiX**.

Фотореализм средствами Embree видео будет создано с помощью механизма Embree.

Для этих двух режимов можно настроить **Качество картинки** и **Число итераций трассировщика**.



Фотореализм средствами POV-Ray – видео будет создано с использованием механизма **POV-Ray**.

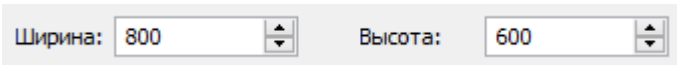
> Подробнее о создании фотореалистичных изображений можно прочитать в главе Фотореалистичный вид.

Для записи можно настроить точку взгляда в разделе **Точка взгляда**.

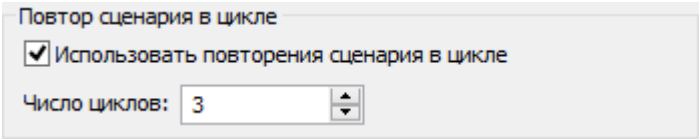
- **Использовать текущую точку взгляда**. Видео будет записано с позиции текущей точки взгляда в 3D сцене.
- **Использовать камеру**. Видео будет записано с позиции выбранной из списка камеры. Доступно, только если в сцене присутствуют камеры.

> Подробную информацию о камерах можно найти в главе Камеры.

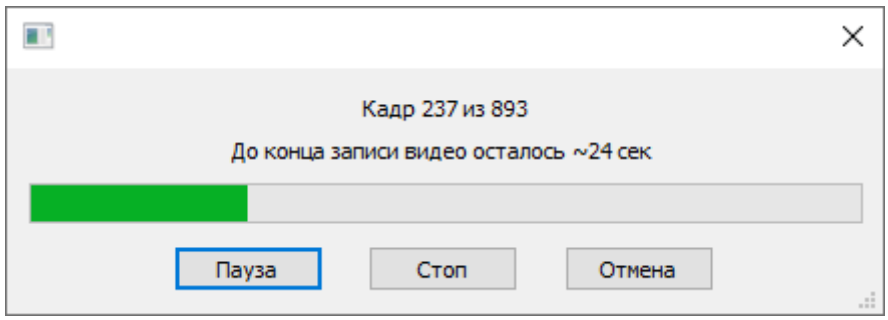
В разделе **Выходной файл** можно задать **Имя файла** и **Количество кадров в секунду**. В поле Имя файла указывается путь к создаваемому файлу. Выбрать **имя** файла, **путь к папке** для хранения и формат файла можно с помощью кнопки .
Для формата *.wmv в данном разделе доступна настройка **Качество видео**. Чем она выше , тем лучше качество видео и больше размер файла.
Если флаг **Использовать размеры текущего вида** активен, видео будет записано с разрешением равным текущему разрешению активного окна вида. В противном случае можно задать разрешение вручную.



Флаг **В обратном направлении** позволяет записать видео разборки в направлении, обратном направлению разборки из сценария.
При установленном флаге **Использовать повторения сценария в цикле** можно задать, сколько раз будет повторяться сценарий разборки при записи видео.



В разделе **Логотип** можно добавить файл изображения и поместить его в любой угол экрана.
После установки всех параметров и нажатия кнопки **ОК**, появляется окно **Запись видео**.
В нём отображается количество обрабатываемых кадров и примерное время до конца создания видео. С помощью кнопок можно приостановить процесс записи **Пауза**, завершить запись на текущем кадре **Стоп** или отменить запись **Отмена**. При завершении записи, обработанная часть видео будет сохранена.



Когда используется фотореализм, отображается окно предпросмотра создаваемых кадров.

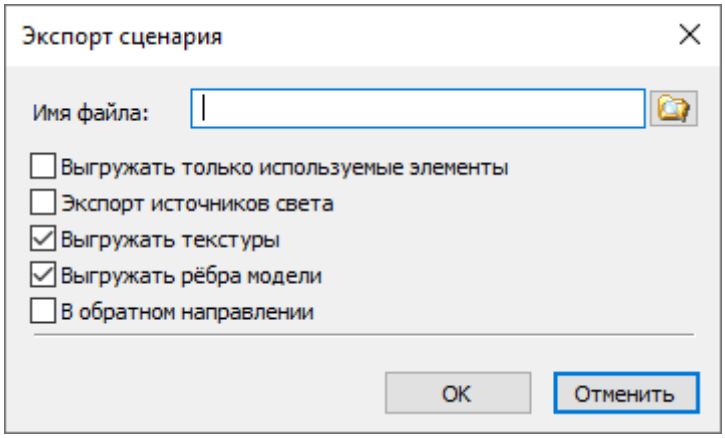
Экспорт сценария разборки

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Управление разборкой > Вывод > Экспорт сценария
Клавиатура	Текстовое меню

Команда позволяет экспортировать сценарий разборки в 3D форматы *.wrl, *.x3d, *.pov, *.u3d, *.pdf, *.gltf.
Экспортируется сценарий, выбранный на момент вызова команды в выпадающем списке **Сценарий разборки** на вкладке ленты **Управление разборкой**. Вкладку можно вызвать с помощью команды Разборка.

При вызове команды появляется окно **Экспорт сценария**.



В поле **Имя файла** отображается путь к создаваемому файлу. Выбрать имя файла, путь к папке для хранения и формат файла можно с помощью кнопки . Ниже доступны следующие флаги:

- **Выгружать только элементы, используемые в сценарии**
  При установленном флаге все не участвующие в сценарии элементы не будут загружены в файл.
- **Экспорт источников света**
  В экспортируемый файл будут включены источники света.

- **Выгружать текстуры**
  В файл будут выгружены текстуры объектов. В противном случае текстуры не будут добавлены в файл и вместо них будет отображаться материал тела.
- **Выгружать рёбра модели**
  При установленном флаге выгружаются рёбра модели. Когда флаг снят, экспортируется безрёберное изображение. Этот флаг доступен только для форматов *.wrl и *.x3d.
- **В обратном направлении**
  Сценарий будет экспортирован в обратном направлении.

Сервисные команды и инструменты

Сервисные команды предназначены для работы с готовыми моделями - подготовка и вывод изображений, работа с материалами и так далее.

Основные темы в этом разделе:

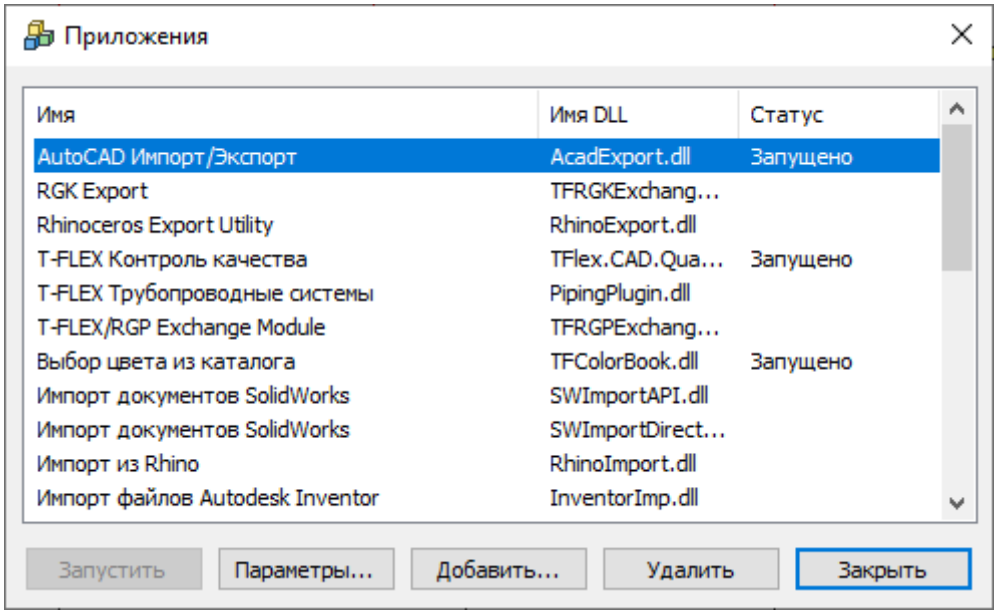
- Приложения
- Диагностика
- Структурные элементы
- Проверить наличие обновления
- Техническая поддержка
- Просмотр журнала событий
- Информация о системе

Приложения

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Приложения Приложения > Приложения > Приложения
Клавиатура	Текстовое меню
<AP>	Настройка > Приложения

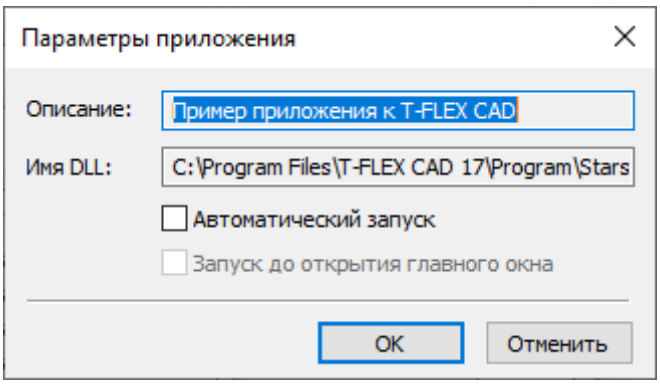
Команда предназначена для запуска внешних приложений. После запуска команды на экране появится окно, содержащее список приложений со следующими полями:
Имя - название приложения.
Имя DLL - имя файла приложения.
Статус - статус приложения (например, 'Запущено').



Для работы со списком приложений существуют следующие возможности:

- **Запустить**. Запуск неработающего приложения.

- **Параметры**. Вызов окна диалога со следующими установками:



  - **Автоматический запуск**. При установленном флаге приложение будет запущено при запуске T-FLEX CAD.
  - **Запуск до главного окна**. При установленном флаге приложение начнёт работать до загрузки главного окна системы.
- **Добавить**. Добавление пользовательских приложений.
- **Удалить**. Удаление из списка выбранного приложения.
- **Закрыть**. Закончить выполнение команды.

По умолчанию в списке доступен ряд приложений, в том числе:

- Модуль печати нескольких документов (PrintLayout.dll)
- Модуль создания сценариев анимации (TFAnimate.dll)
- Конвертация документов в новый формат (TFConv.dll)
- Модуль оформления чертежей (Titleblk.dll)
- Модуль раскроя (TFSheo.dll) Данный модуль содержит отдельный файл справки, который вызывается при запуске приложения.
- Проверка номиналов размеров (CheckDimPlugin.dll)
- Пример пользовательского приложения (StarsPlugin.dll)

Основные темы в этом разделе:

- Добавление пользовательских приложений
- Пример пользовательского приложения

Добавление пользовательских приложений

Чтобы приложение можно было добавить в T-FLEX CAD, необходимо поместить в папку с *.dll-файлом приложения текстовый файл с расширением *.tfa, содержащий данные в следующей форме:

```
[32F0C0D7-F516-4b69-837F-F146265981EB]
Dll=test.dll
Name=Имя
AutoStart=0
```

где `32F0C0D7-F516-4b69-837F-F146265981EB` - идентификатор, прописанный в исходном коде приложения;

`test.dll` - имя dll-файла приложения;

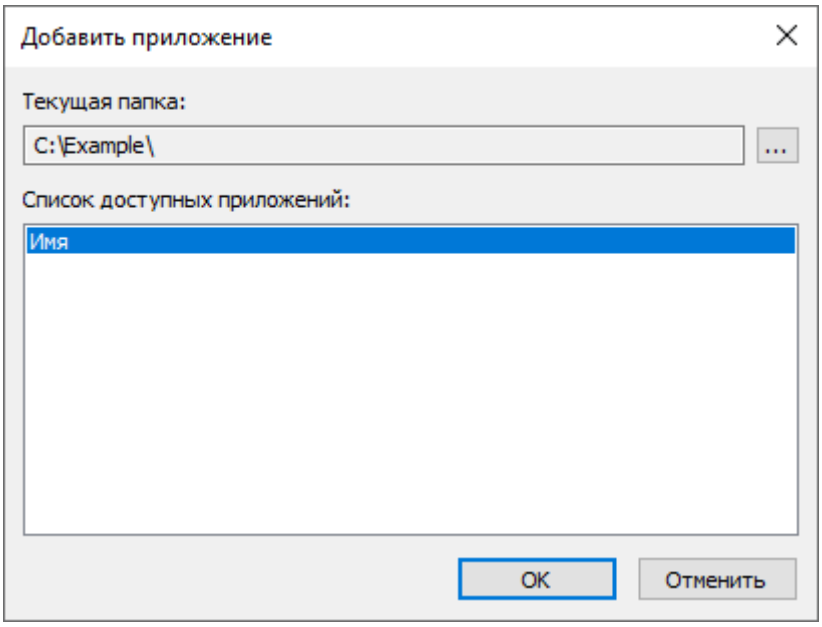
`Имя` - имя, под которым приложение будет отображаться в T-FLEX CAD;

`AutoStart=0` - параметр, отвечающий за автоматический запуск приложения при запуске T-FLEX CAD (1 - автозапуск включен, 0 - выключен).

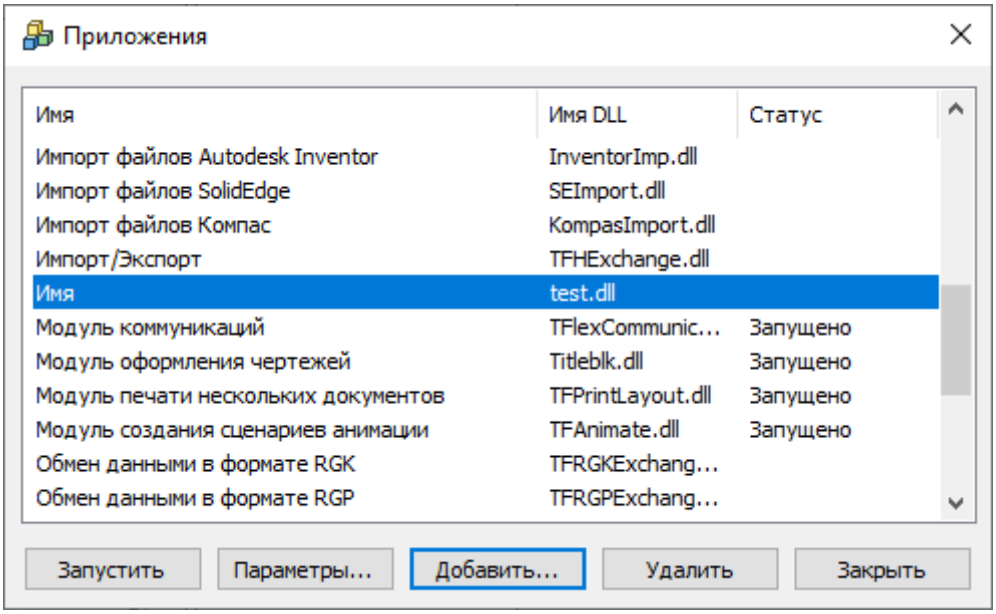
Для добавления приложения вызовите команду **Приложения** и нажмите кнопку **Добавить** в нижней части её основного диалога. Откроется диалог добавления приложения. Нажмите кнопку [...] и

укажите путь к папке приложения с помощью стандартного окна выбора папок текущей операционной системы. После указания папки в диалоге появится список расположенных в ней приложений.

Если папка не содержит необходимых файлов или в *.tfa-файле указаны неправильные данные, список будет пустым. Если приложение уже добавлено в T-FLEX CAD, оно не отображается в списке доступных для добавления.



Выберите желаемое приложение и нажмите **OK**.
Выбранное приложение появится в списке в основном диалоге команды **Приложения**, после чего его можно **Запустить** с помощью кнопки, расположенной в нижней части диалога.



Пример пользовательского приложения

В поставке T-FLEX CAD приведён пример пользовательского приложения - **StarsPlugin**. Оно предназначено для построения звёзд на чертеже.
Исходные файлы примера расположены в папке установки T-FLEX CAD (по умолчанию для ОС Windows: **C:\Program Files\T-FLEX CAD 17\API\StarsPlugin**). ***.cs**-файлы содержат исходный код

приложения и добавляемых им команд и объектов, написанный на языке C# с использованием T-FLEX CAD Open API.

Чтобы воспользоваться стандартной версией примера не требуется компилировать его исходный код, т.к. это уже сделано. Получившийся файл **StarsPlugin.dll** помещён в папку **...T-FLEX CAD 17\Program**, в файле **Applications.ini**, расположенном в той же папке, прописана информация, необходимая для добавления приложения, и приложение добавлено в T-FLEX CAD.

При необходимости вы можете создать свою версию приложения, внеся изменения в его исходный код. В этом случае после редактирования исходного кода необходимо собрать решение **StarsPlugin.sln** средствами **Microsoft Visual Studio**.

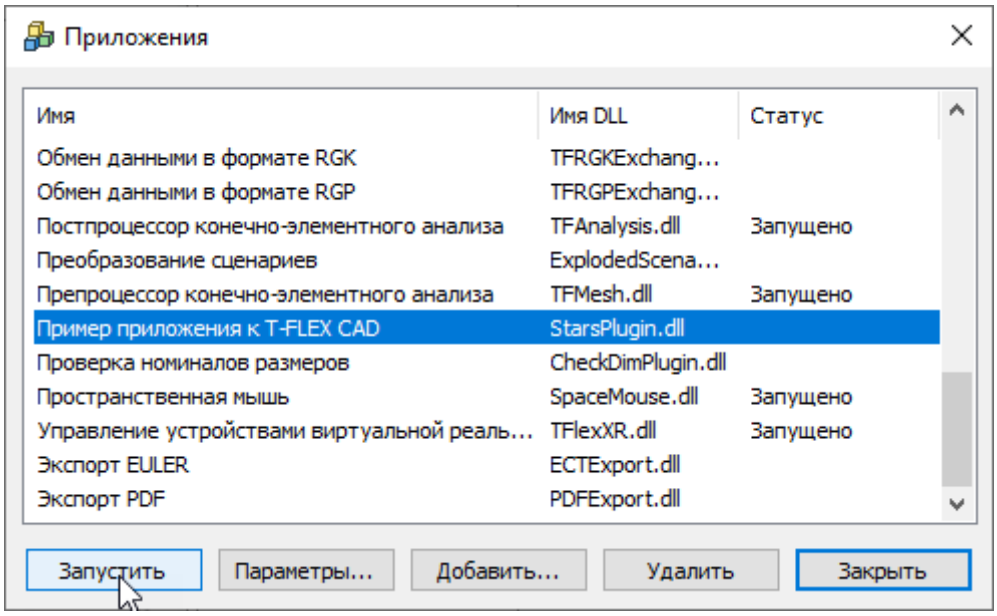
> Для работы с исходными файлами пользовательских приложений рекомендуется установить для Microsoft Visual Studio рабочую нагрузку **Разработка классических приложений .NET**.
>
> Для получения информации о программном интерфейсе T-FLEX CAD обратитесь к справке T-FLEX CAD Open API, которую можно вызвать из раздела **?** текстового меню или из меню справки.

В результате будет создан файл библиотеки **StarsPlugin.dll**. Его расположение внутри папки **StarsPlugin** зависит от выбранной конфигурации проекта (по умолчанию - ...**StarsPlugin\bin\Debug**). Замените этим файлом имеющийся файл **...T-FLEX CAD 17\Program\StarsPlugin.dll.**

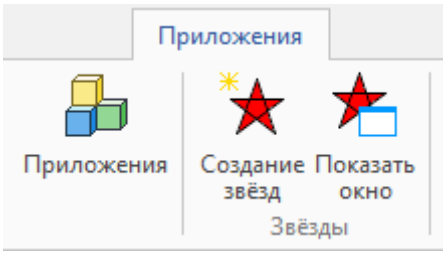
> Для редактирования содержимого папки **Program** требуются права администратора.

В папке ...**T-FLEX CAD 17\API\StarsPlugin** также присутствует ***.tfa**-файл, который необходим для добавления в T-FLEX CAD приложений, не прописанных в **Applications.ini.** С его помощью можно добавить в T-FLEX CAD приложение из произвольной папки (см. Добавление пользовательских приложений).

Для использования приложения вызовите команду Приложения, выберите пункт **Пример приложения к T-FLEX CAD (StarsPlugin.dll)** и нажмите кнопку **Запустить**.



После запуска на вкладке ленты **Приложения** появятся две новые команды: **Создание звёзд** и **Показать окно**. При необходимости можно добавить эти команды в другие вкладки ленты или инструментальные панели.



Основные темы в этом разделе:

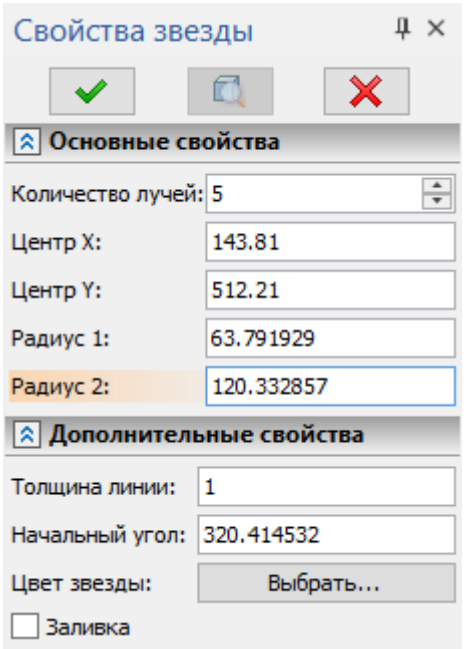
- Создание звёзд
- Окно "Звёзды"

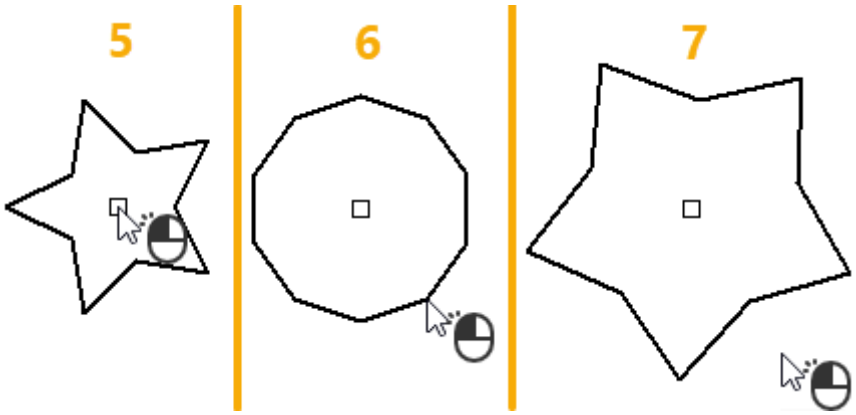
Создание звёзд

Для создания звёзд на чертеже и на активной рабочей плоскости можно использовать следующую команду:

Пиктограмма	Лента
	Приложения > Звёзды > Создание звёзд
Клавиатура	Текстовое меню
	Сервис > Примеры Open API > Звёзды > Создать

Команда становится доступной после запуска приложения StarsPlugin.





После запуска команды выполните следующие действия:

1. Указать количество лучей (необязательное действие).
   Количество лучей можно ввести с клавиатуры в одноимённое поля окна параметров или выбрать с помощью одной из следующих опций автоменю:

   <3> 3 луча

<4> 4 луча

<5> 5 лучей

<6> 6 лучей

<7> 7 лучей

<8> 8 лучей

<9> 9 лучей

<0> 10 лучей

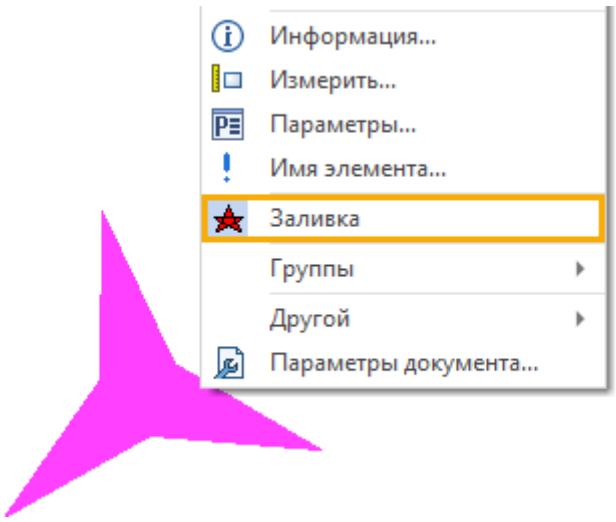
Для работы опций необходимо вручную установить фокус ввода в окне параметров в поле **Количество лучей**.

Допускаются только целые значения от 1 до 10. При значении 1 создаваемый объект имеет форму отрезка, при 2 - ромба. По умолчанию создаются пятиконечные звёзды.

2. Настроить толщину линий (необязательное действие).
   Толщину линии контура звезды можно ввести с клавиатуры в одноимённое поля окна параметров. Толщина указывается в единицах измерения длины, выбранных в параметрах документа для текущей страницы.
3. Настроить цвет звезды (необязательное действие).
   По умолчанию создаваемые звёзды имеют чёрный цвет. Для смены цвета нажмите кнопку **Выбрать** в поле **Цвет звезды** в окне параметров. Откроется стандартный диалог для выбора цвета. Выбранный цвет используется как для линий контура звезды, так и для её заливки (см. ниже).
4. Включить заливку (необязательное действие).
   Для включения заливки установите флаг **Заливка** в окне параметров или активируйте следующую опцию автоменю:

<F> Заливка

Для заливки используется тот же цвет, что и для линий контура (см. выше).
После создания звезды можно в любой момент быстро включить или выключить её заливку с помощью контекстного меню:



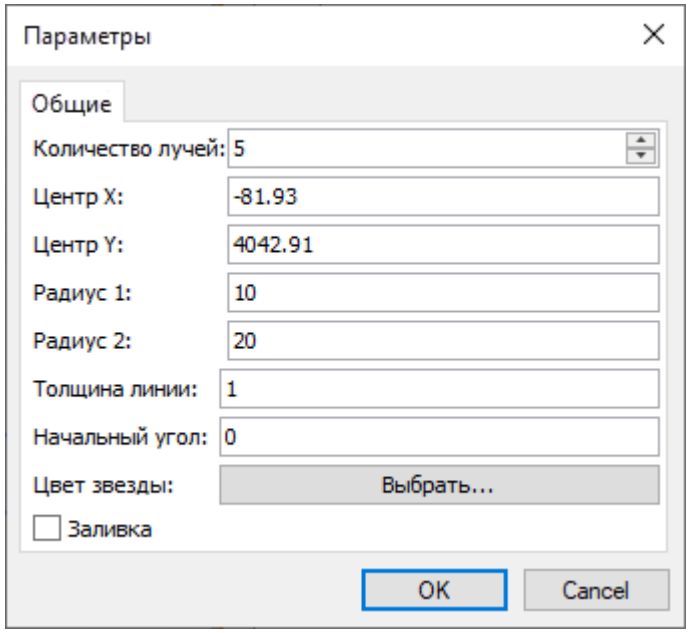
5. Указать центр.
   После вызова команды в окне чертежа появляется предварительное изображение звезды, следующее за курсором. Необходимо указать положение её центра, нажав в желаемой точке чертежа. Координаты указанной точки отображаются в полях **Центр X** и **Центр Y** в окне параметров. После первоначального указания точки координаты можно изменить, нажав в соответствующем поле и отредактировав значение с клавиатуры.
6. Указать радиус основания.
   После указания центра звезды предварительное изображение перестаёт следовать за курсором, а радиус основания и угол поворота звезды начинают динамически изменяться в зависимости от положения курсора. Установите желаемый радиус, перемещая курсор, и нажмите . Значение радиуса основания отображается в поле **Радиус 1** в окне параметров. После первоначального указания радиуса его можно изменить, нажав в соответствующем поле и отредактировав значение с клавиатуры.
7. Указать радиус лучей и угол поворота звезды.
   После указания радиуса основания звезды он фиксируется, а радиус лучей начинает динамически изменяться в зависимости от положения курсора. Установите желаемый радиус и угол поворота звезды, перемещая курсор, и нажмите . Значение радиуса лучей отображается в поле **Радиус 2,** а значение угла поворота - в поле **Начальный угол** в окне параметров. Угол отсчитывается против часовой стрелки относительно горизонтали, направленной вправо из центра звезды.
   После первоначального указания радиуса и угла их можно изменить, нажав в соответствующем поле и отредактировав значение с клавиатуры.
8. Подтвердить ввод с помощью кнопки в заголовке окна параметров или следующей опции автоменю:

   <Ctrl>+<Enter> Закончить ввод

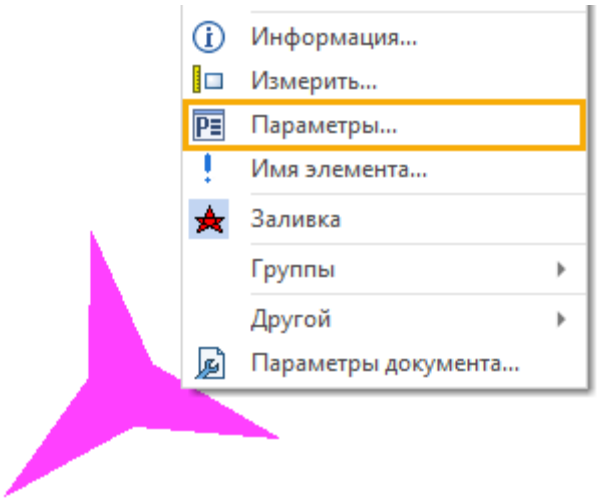
При работе с командой также доступны следующие опции:

<P> Задать параметры команды

Вызывает диалог параметров создаваемой звезды. Содержимое диалога аналогично содержимому окна параметров.



Для уже созданной звезды диалог параметров можно вызвать из контекстного меню.



<Esc> Отменить выбор всех элементов

Последовательно отменяет выбор радиуса лучей и угла, радиуса основания и центра звезды. Если центр не указан, вместо данной опции отображается опция выхода из команды (см. ниже).

<Esc> Выйти из команды

Позволяет выйти из команды, пока не указан центр звезды. После указания центра данная опция сменяется опцией отмены выбора (см. выше). Мгновенно выйти из команды в любой момент можно с помощью сочетания клавиш **<Shift>+<Esc>**.

См. также:

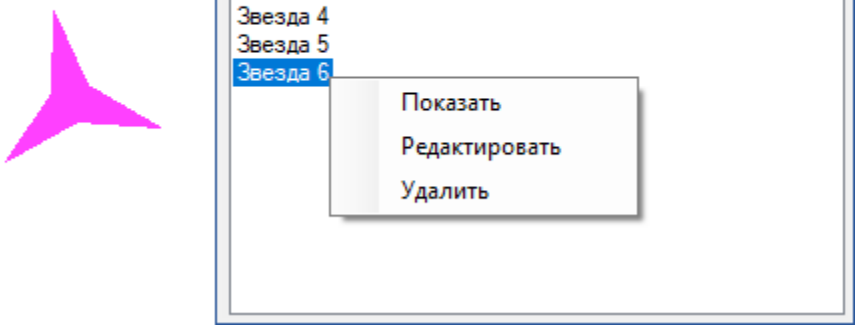
- Пример пользовательского приложения
- Окно "Звёзды"

Окно "Звёзды"

Вызов окна:

Пиктограмма	Лента
	Приложения > Звёзды > Показать окно Вид > Окно > Окна > Звёзды
Клавиатура	Текстовое меню
	Сервис > Примеры Open API > Звёзды > Показать окно Настройка > Окна > Звёзды

Команда становится доступной после запуска приложения StarsPlugin.
Окно **Звёзды** содержит список всех звезд, созданных в текущем документе с помощью приложения StarsPlugin.



При выборе звезды в окне **Звёзды**, она подсвечивается на чертеже.
Контекстное меню звезды содержит следующие команды:

- **Показать**
  Наводит камеру в 2D окне или в 3D окне в режиме черчения на РП на выбранную звезду.
- **Редактировать**
  Запускает команду редактирования выбранной звезды. Интерфейс команды редактирования аналогичен интерфейсу команды **Создание звёзд**.
- **Удалить**
  Удаляет выбранную звезду.

См. также:

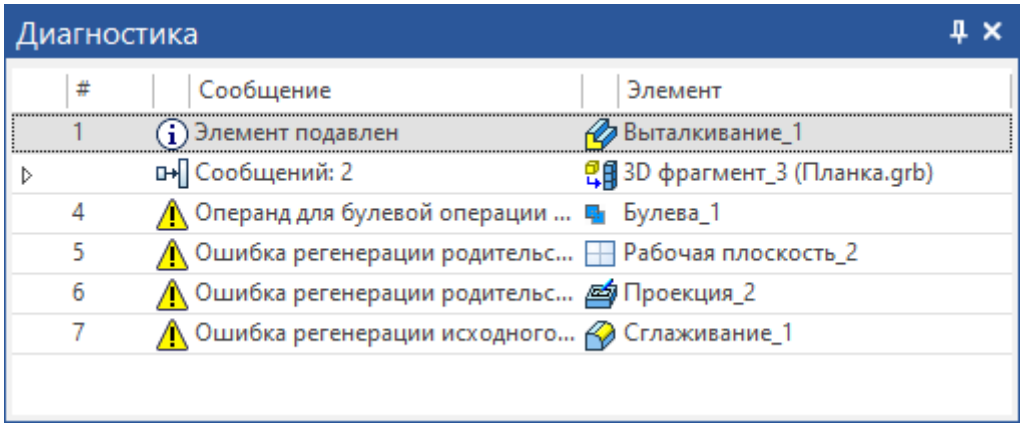
- Пример пользовательского приложения
- Создание звёзд

Диагностика

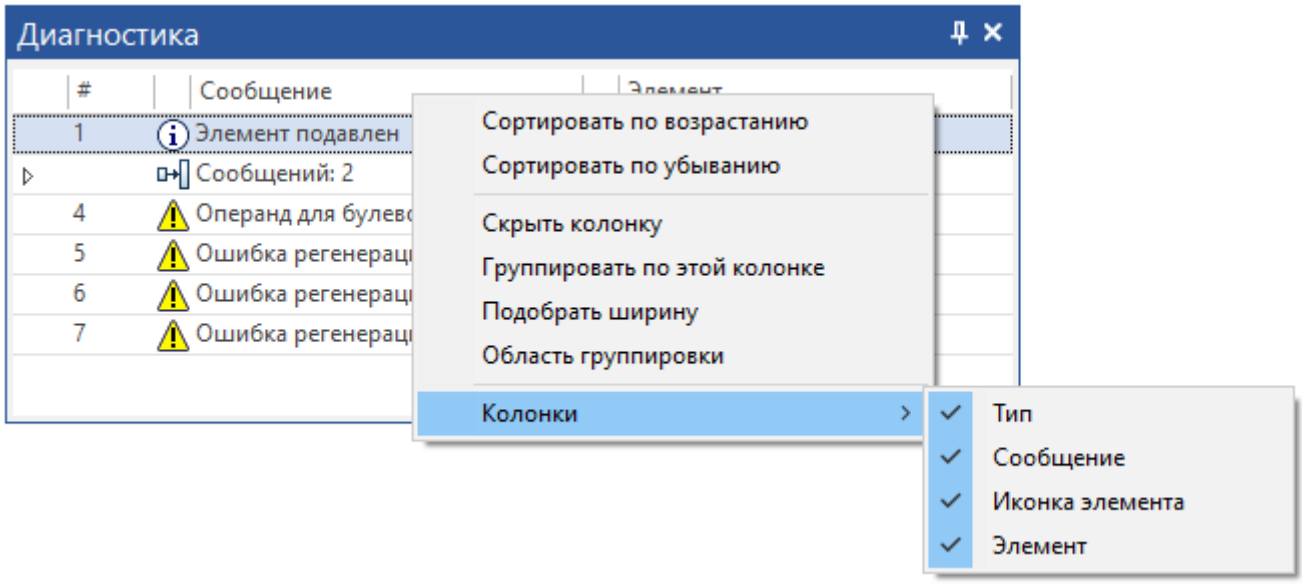
Вызов окна:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Окна > Диагностика Вид > Окно > Окна > Диагностика > Окна > Диагностика
Клавиатура	Текстовое меню
<Alt>+<2>	Настройка > Окна > Диагностика

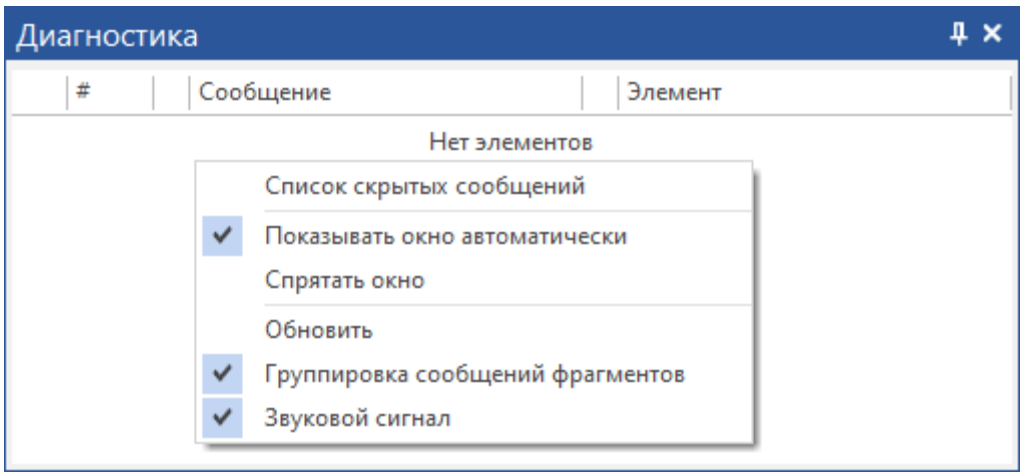
Сообщения об ошибках и различные предупреждения системы выводятся в специальном служебном окне – окне диагностики. Ошибки могут возникать при задании некорректных параметров операции, при недопустимом значении переменной, пересчёте модели с некорректными параметрами и т.д. Система постарается распознать причину ошибки и выдаст сообщение в этом окне. Окно диагностики создаётся независимо для каждого документа, открытого в приложении T-FLEX CAD.



Внешний вид таблицы сообщений в окне диагностики определяется пользователем. Можно выбирать колонки, которые будут отображаться в таблице, менять правила сортировки и группировки сообщений. Все эти действия осуществляются с помощью контекстного меню строки заголовков окна диагностики.



Контекстное меню, вызванное внутри таблицы сообщений, будет иметь другой вид. Если окно диагностики пустое (ошибок нет), то в контекстном меню доступны только служебные команды:



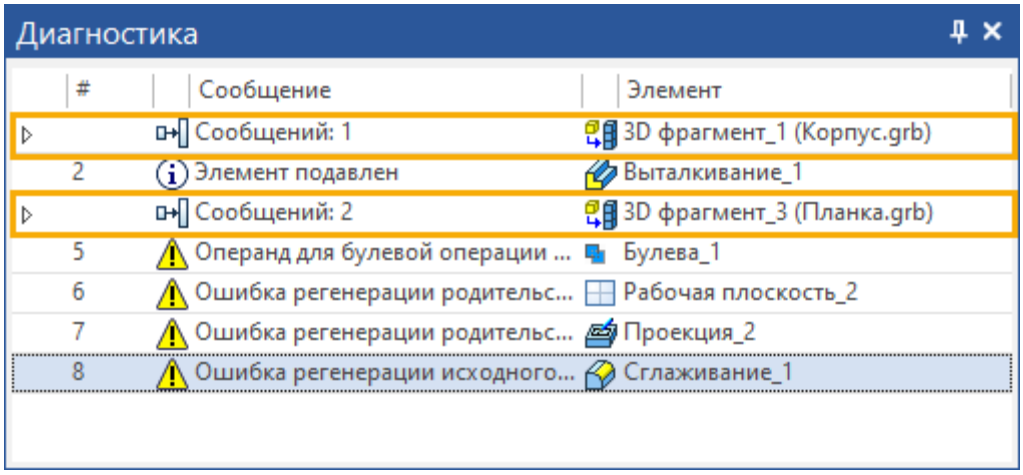
Список скрытых сообщений. Данная команда вызывает окно диалога со списком скрытых сообщений. Для того, чтобы отменить блокировку сообщений определённого типа, достаточно снять флажок справа от сообщения.

Показывать окно автоматически. Если данный флажок включен, окно диагностики автоматически открывается при возникновении новых сообщений. Этот режим может быть полезен при объединении нескольких служебных окон (в том числе окна диагностики) в общее окно с закладками.

Спрятать окно. Данная команда закрывает окно диагностики. Снова открыть окно можно командой **Настройка > Окна > Окно диагностики**.

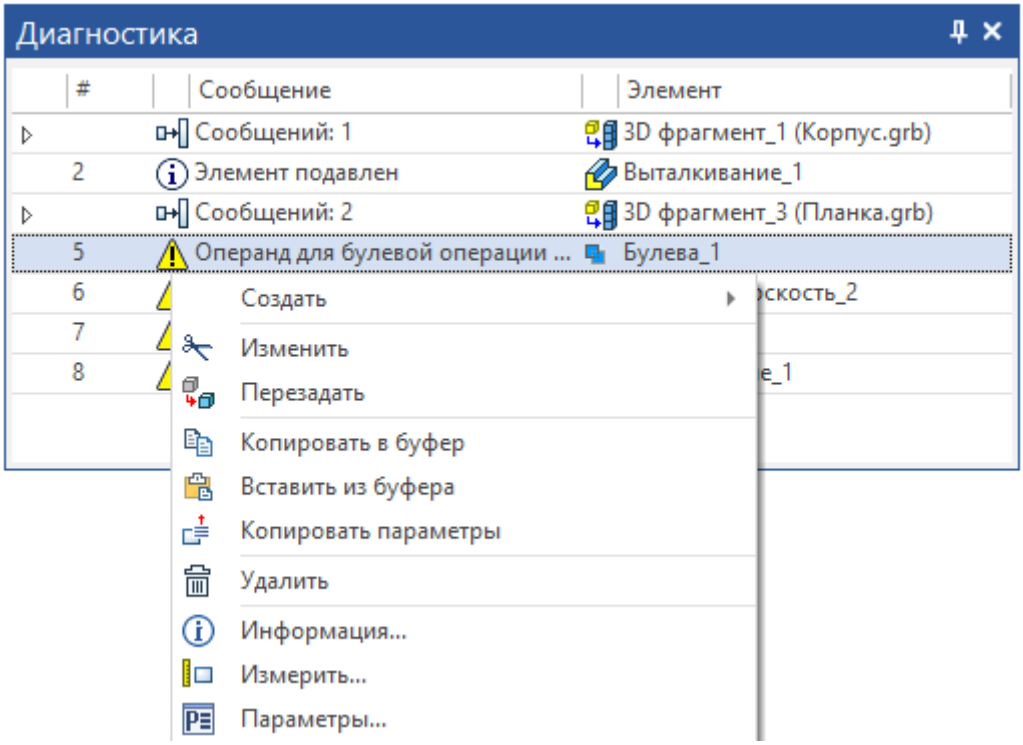
Обновить. Команда обновляет список ошибок в окне.

Группировка сообщений фрагментов. Данный флажок контекстного меню группировкой сообщений, приходящих от одного фрагмента. Когда он включен, сообщения от разных фрагментов группируются по папкам.



Звуковой сигнал. Команда включает/выключает подачу звукового сигнала при возникновении ошибки.

Контекстное меню, вызванное при нажатии на сообщении об ошибке, содержит также набор стандартных команд редактирования проблемного элемента 3D модели или 2D чертежа. Например, можно прямо из окна диагностики запустить команду **Изменить** для проблемного элемента.



Для сообщений об ошибках, связанных с переменными, в контекстном меню присутствует команда **Редактор переменных.** Она открывает окно редактора переменных и устанавливает в нём фокус ввода на соответствующую переменную.

Также в контекстном меню при выборе одного сообщения ошибке будет доступна команда:

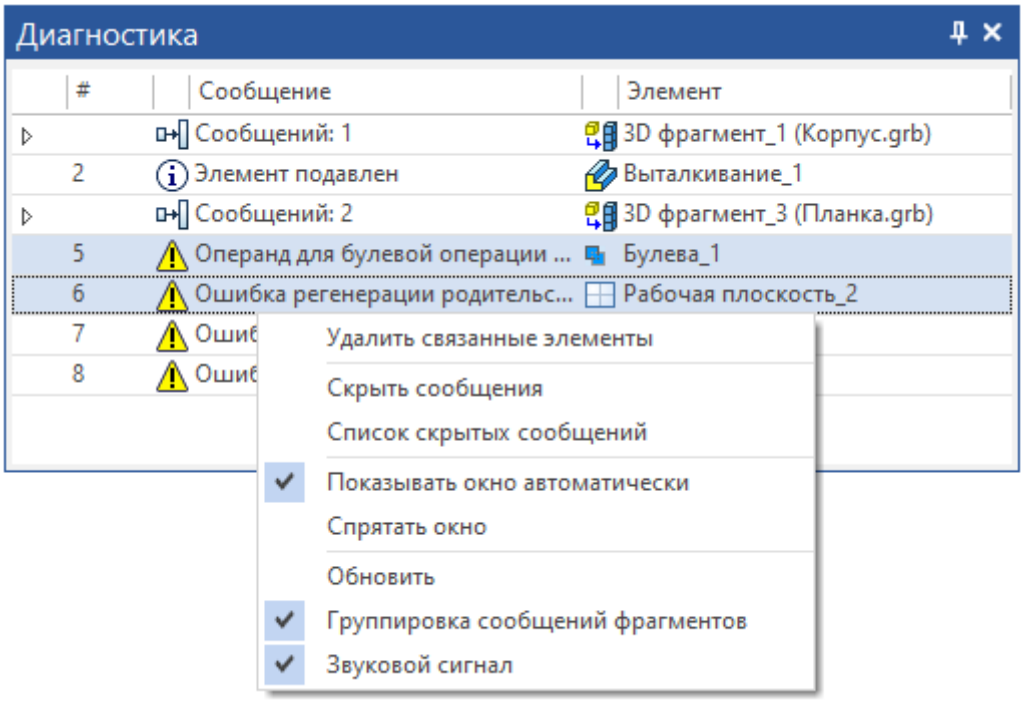
Скрыть сообщение. Данная команда позволяет скрыть сообщение в окне диагностики. При вызове команды появляется окно диалога с дополнительное запросом: **Скрыть сообщение только для выбранного объекта? Да/Нет/Отмена**. В зависимости от ответа пользователя возможны следующие варианты работы команды:

- **Да**. Будут подавлены все сообщения выбранного типа для того же объекта (2D или 3D элемента);

- **Нет**. Будут подавлены все сообщения выбранного типа для всех объектов (в рамках текущего документа T-FLEX CAD).
- **Отмена**. Отмена выполнения команды.

Скрытые сообщения заносятся в список скрытых сообщений. Они не будут отражаться в окне диагностики до отмены режима блокировки. Действие команды распространяется и на следующие сеансы работы с данным файлом/системой. Просмотреть список скрытых сообщений текущего документа и, при необходимости, отредактировать его, можно с помощью команды **Список скрытых сообщений**.

В окне диагностики можно выбрать сразу несколько сообщений, используя <**Ctrl**>+. При выборе нескольких сообщений в контекстном меню появится команда:
Удалить связанные элементы. Данная команда позволяет удалить все 2D и 3D элементы, связанные с выбранными сообщениями.



В поле **Сообщение** выводится информация о возникшей ошибке. Строка сообщений, в зависимости от вида ошибки, может обозначаться иконкой.

- ошибка открытия файла
- информационное сообщение
- ошибка, возникшая при выборе элемента чертежа
- ошибка, требующая исправления
- предупреждение

Поле **Элемент** при необходимости содержит имя или идентификатор того элемента чертежа, с которым связана возникшая ситуация. Строка в данном поле также может сопровождаться пиктограммой, отражающей тип элемента . Ошибка пересчёта узла «0x200000D» фрагмента «f1.grb». Узел 0x2000006
Рассмотрим ниже наиболее типичные ошибки, возникающие при пересчёте модели:

Текст сообщения	Пояснения

⚠ Геометрия слишком сложная	Указанный в свойствах операции геометрический параметр (например, радиус сглаживания) не позволяет получить корректный результат в текущих условиях. Для устранения ошибки нужно исследовать окружающую геометрию вокруг места проведения операции, либо изменить значение геометрического параметра.
⚠ Ошибка регенерации исходного/родительского элемента	Один или несколько элементов, на основе которых построена указанная в сообщении операция, по каким-то причинам выпал из процесса регенерации. Из-за отсутствия исходного элемента операция не может быть пересчитана. Для исправления ошибки нужно либо попытаться восстановить исходный элемент, либо перестроить операцию.
⚠ Вырожденный элемент	Исходные данные, использованные при построении элемента (обычно 3D профиля или 3D пути), по каким-либо причинам исключают возможность корректного построения элемента. Для исправления этой ошибки нужно проверять исходные 2D построения (самопересекающиеся штриховки, нарушение целостности контура и т.п.).
⚠ Ошибка открытия файла фрагмента Ссылка на несуществующий файл	Система не смогла обнаружить требуемый файл ни по указанной ссылке, ни в папке файла сборки.
⚠ Ошибка регенерации элемента	Система обнаружила прочие ошибки при пересчёте элемента, приводящие к невозможности получить результат.
⚠ Задан некорректный набор входных данных	Исходные параметры операции не позволяют получить результат. Требуется изменить исходные элементы либо геометрические параметры операции.
⚠ Операнд для булевой операции отсутствует	Исчезновение операнда булевой операции может быть связано с ошибкой его регенерации либо с параметрическими изменениями модели, приводящими к исчезновению тела. В этом случае остается только один операнд, и наличие булевой операции в цепочке операций модели теряет смысл. Однако при создании различных параметрических исполнений детали может понадобиться создание «мигающих» элементов. В параметрах Булевой операции есть опция, позволяющая допускать отсутствие операндов.
⚠ Ошибка пересчёта модели фрагмента	Сообщение общего плана, информирующее о том, что при регенерации Детали или 3D фрагмента в его модели возникли ошибки. Для исправления ошибки нужно исследовать модель фрагмента.

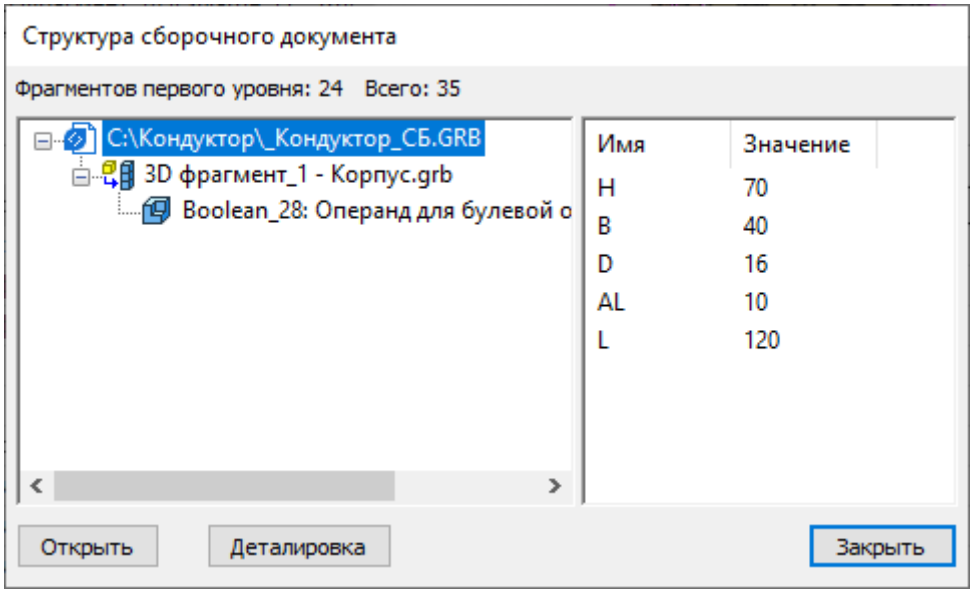
⚠ Рекурсия при задании элемента	В большинстве случаев система заранее предупреждает таким сообщением пользователя о попытке создания рекурсивных связей (т.е. зависимостей элемента от самого себя). Появление такого сообщения при регенерации модели означает, что в модели уже имеются рекурсивные связи. Для продолжения нормальной работы обязательно следует найти и разорвать рекурсию путём перестроения элементов, имеющих неверные связи.

При возникновении ошибки внутри файла-фрагмента в окне диагностики появляются ссылки на те операции из модели фрагмента, которые вызвали ошибку, а из контекстного меню становится доступна команда **Показать структуру фрагмента**.

Показать структуру фрагмента

Фрагмент, внутри которого выявлена ошибка, выделен автоматически. В правом окне можно наблюдать информацию о переменных фрагментов: имена переменных, их значения и комментарии. Для устранения ошибки вы можете открыть файл фрагмента нажатием на кнопку **Открыть**.

Ошибка в модели фрагмента может быть вызвана, если задано некорректное значение переменной фрагмента. Для того чтобы открыть фрагмент с текущими значениями переменных, служит кнопка **Деталировка**.

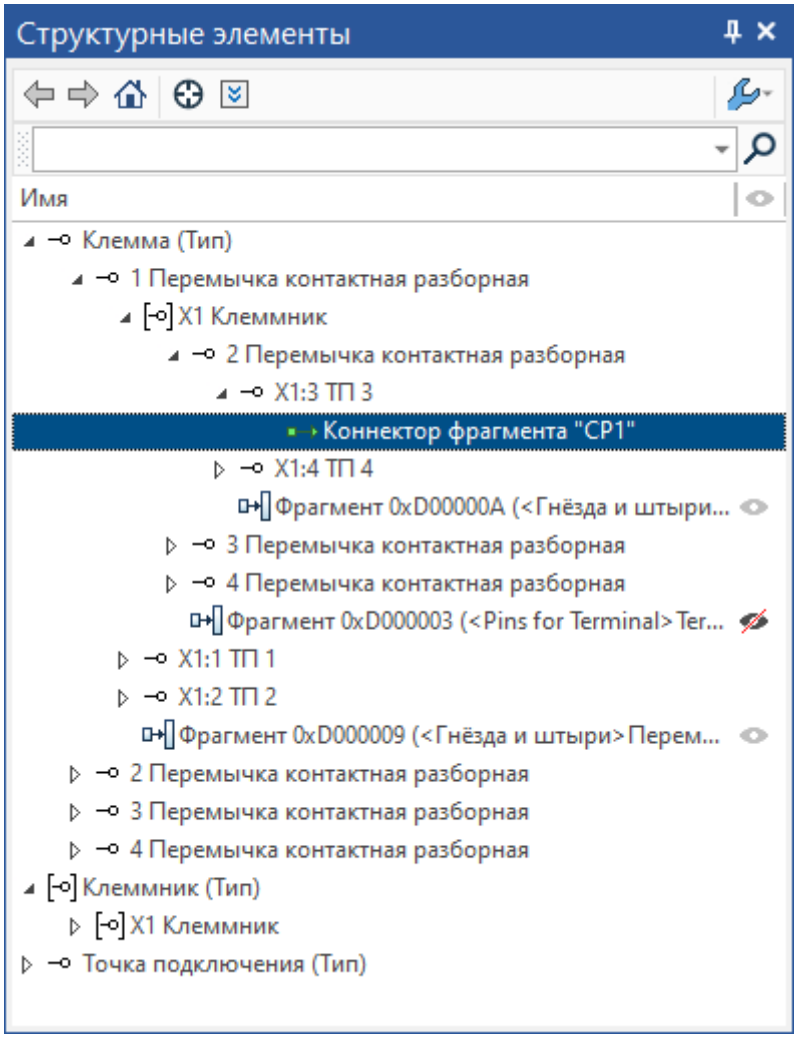


Структурные элементы

Вызов окна:

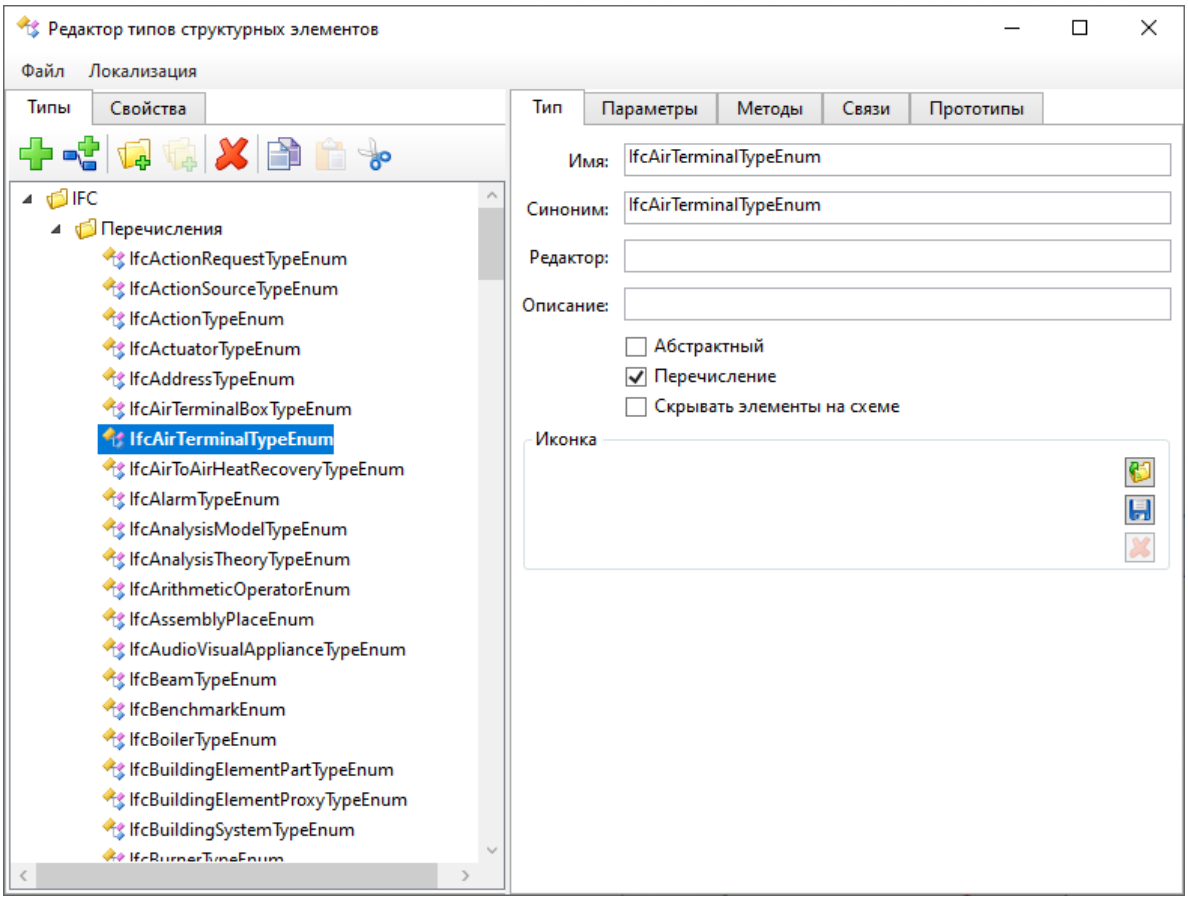
Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Окна > Структурные элементы Вид > Окно > Окна > Структурные элементы Структурные элементы > Структурные элементы > Окно элементов > Окна > Структурные элементы
Клавиатура	Текстовое меню
<Shift>+<F2>	Настройка > Окна > Структурные элементы

Это окно предназначено для отображения существующих структурных элементов.



Структурные элементы — это элементы модели данных T-FLEX CAD, позволяющие описать прикладную информационную модель данных и отношения между объектами модели независимо от их геометрических и параметрических взаимосвязей. Они формируют «параллельную» прикладную структуру модели со своими параметрами и отношениями. Каждый элемент имеет тип (класс), в описании которого хранится состав параметров, связей, а также методы, позволяющие реализовывать какие-либо прикладные функции таких объектов.

Для описания данных, хранящихся в структурных элементах, а также взаимосвязей между структурными элементами и другими объектами модели в системе доступен специальный инструмент — **Редактор типов структурных элементов.**



В нем можно сформировать дерево типов структурных элементов и описать их состав. С помощью механизма структурных элементов можно решать следующие задачи:

- моделирование коммуникаций различного типа;
- моделирование металлоконструкций;
- моделирование электротехнических изделий;
- описание структуры конструкторско-технологических элементов для последующего использования в процессе технологической подготовки производства;
- дополнение геометрической модели пользовательскими данными для передачи в сторонние прикладные системы.

Для работы со структурными элементами предусмотрен специальный программный интерфейс в составе Open API T-FLEX CAD. Он позволяет разрабатывать приложения, использующие структурные элементы в качестве носителей прикладной информации. Структурные элементы могут создаваться не только при помощи приложений, но и вручную — посредством соответствующих команд.

Имеющиеся в модели структурные элементы отображаются в составе дерева модели. Они группируются по типам и показывают отношения с другими объектами модели в виде дерева.

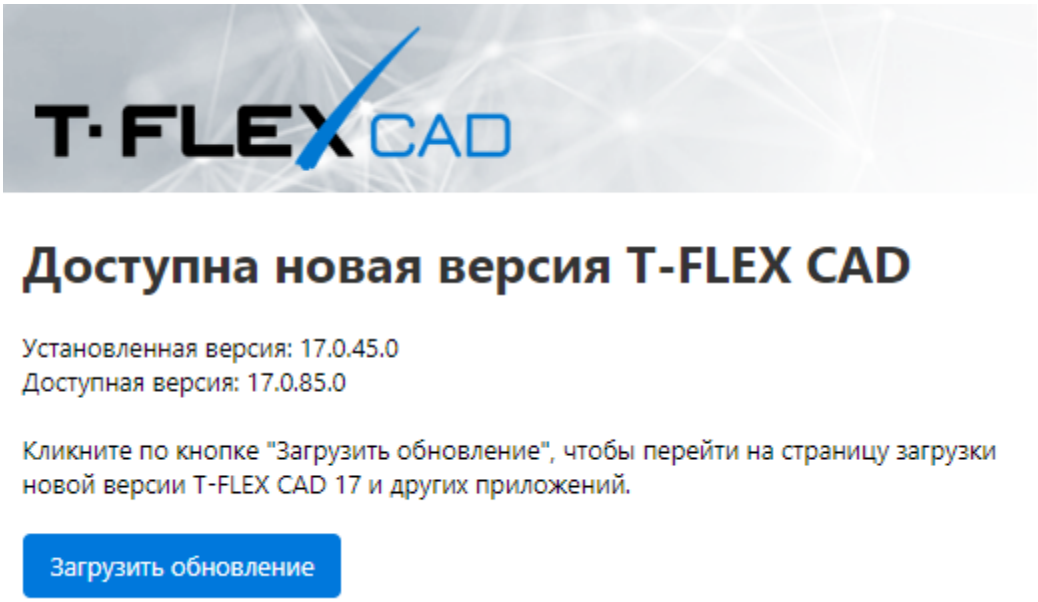
Проверить наличие обновления

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Ресурсы > Проверка обновлений > Проверить наличие обновления
Клавиатура	Текстовое меню
	? > Проверить наличие обновления

Команда открывает в интернет-браузере, используемом по умолчанию, веб-ссылку на страницу, сравнивающую установленную у вас версию T-FLEX CAD с наиболее свежей из доступных к загрузке. Если доступна новая версия будет предоставлена кнопка, позволяющая **Загрузить обновление**.

> Команда учитывает только текущие обновления системы и не позволяет перейти на новую базовую версию. Например, если у вас установлена система T-FLEX CAD 16, то обновление возможно только до версии 16.0.88.0, тогда как для перехода на T-FLEX CAD 17 следует обратиться в компанию "Топ Системы".



Техническая поддержка

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	> Техническая поддержка...
Клавиатура	Текстовое меню
	? > Техническая поддержка...

Команда открывает приложение, используемое в вашей системе по умолчанию для обработки сообщений электронной почты, и передаёт в него шаблон обращения в техническую поддержку.

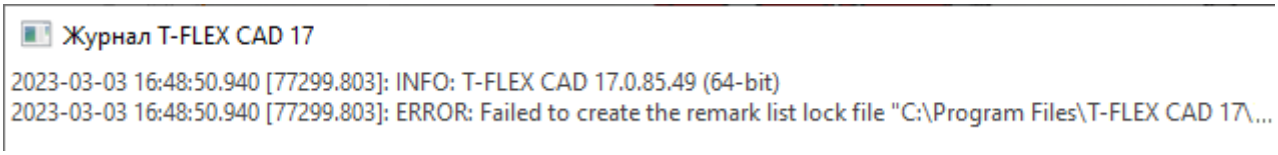
Шаблон содержит информацию о системе, номер вашего лицензионного ключа и рекомендации по составлению текста обращения.

Просмотр журнала событий

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	> Просмотр журнала
Клавиатура	Текстовое меню
	? > Просмотр журнала

Команда открывает окно журнала, в который система записывает информацию об ошибках, возникающих в текущем сеансе работы с T-FLEX CAD. Содержимое журнала может быть полезным при обращении в техническую поддержку.

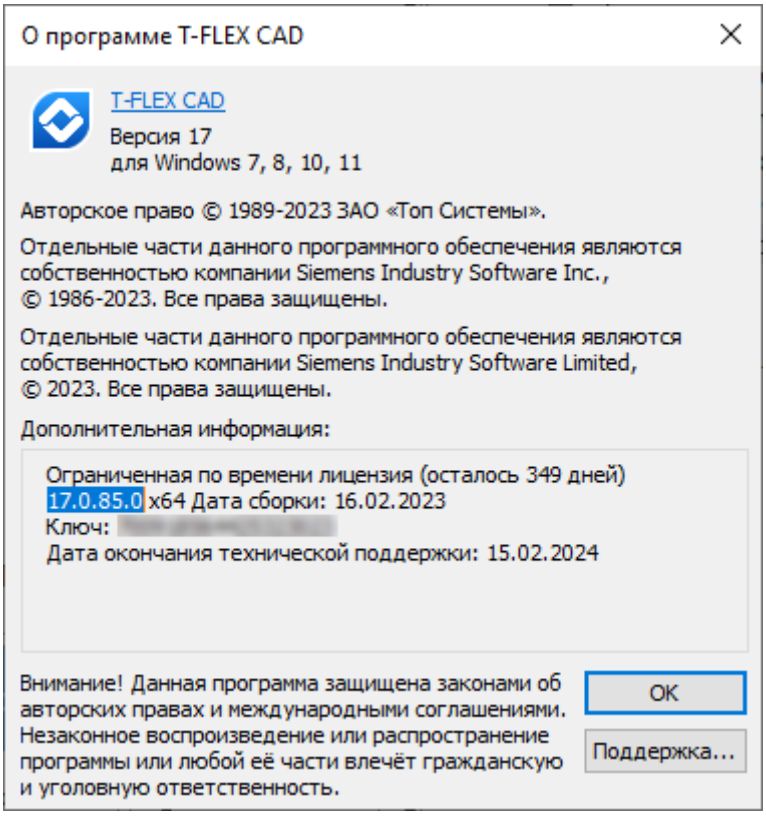


Информация о системе

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	> О системе...
Клавиатура	Текстовое меню
	? > О системе...

Команда открывает окно с информацией об используемой версии T-FLEX CAD, номером лицензионного ключа и датой окончания технической поддержки.


О программе T-FLEX CAD
T-FLEX CAD
Версия 17
для Windows 7, 8, 10, 11
Авторское право © 1989-2023 ЗАО «Топ Системы».
Отдельные части данного программного обеспечения являются собственностью компании Siemens Industry Software Inc., © 1986-2023. Все права защищены.
Отдельные части данного программного обеспечения являются собственностью компании Siemens Industry Software Limited, © 2023. Все права защищены.
Дополнительная информация:
Ограниченная по времени лицензия (осталось 349 дней)
17.0.85.0 x64 Дата сборки: 16.02.2023
Ключ:
Дата окончания технической поддержки: 15.02.2024
Внимание! Данная программа защищена законами об авторских правах и международными соглашениями. Незаконное воспроизведение или распространение программы или любой её части влечёт гражданскую и уголовную ответственность.
OK
Поддержка...

Редактирование

В данной главе даются основные принципы и рекомендации по редактированию 3D модели и связанных с ней элементов двумерного чертежа в T-FLEX CAD. Под редактированием понимаются определённые действия пользователя, направленные на внесение различных изменений в существующую 3D модель. Цели редактирования могут быть различными:

1) исправление ошибок в модели при наличии критических сигналов окна диагностики;
2) внесение усовершенствований в исходную геометрию модели, перестроение, доработка модели, встраивание цепочек операций в дерево модели;
3) перестроение элементов изображения чертежа и 2D построений, замена элементов, обход рекурсивных ситуаций;
4) переопределение геометрических или иных свойств отдельных элементов модели;
5) изменение значений переменных;
6) изменение структуры модели, перемещение операций по дереву модели;
7) изменение способов привязки и взаимодействия элементов 3D сборки, оптимизация сопряжений и настройка работы модели-механизма;
8) удаление элементов, исключение объектов модели из цепочки зависимых элементов. Удаление цепочек зависимых элементов, удаление «лишних» элементов. И др.

Модель T-FLEX CAD, как правило, является параметрической. Поэтому в ряде случаев приходится проводить целый комплекс мероприятий по редактированию модели, так как внесение одних изменений зачастую требует коррекции других взаимосвязей. В связи с этим, перед началом серьёзного редактирования обычно требуется провести некоторую исследовательскую работу и подготовить оптимальный порядок действий. При проведении такой подготовительной работы может возникать потребность в решении следующих задач:

1) определение (исследование) структуры модели, этапов и способов её создания;
2) определение цепочки связанных родителей и потомков для заданного элемента модели;
3) поиск элементов:
   - операций;
   - 3D элементов построения;
   - 2D элементов построения или изображения;
   - переменных, отвечающих за управление заданных параметров;
4) поиск параметрических зависимостей: геометрических связей и зависимостей элементов от переменных;
5) измерение и проверка геометрии;
6) выявление некорректных элементов и причин ошибок регенерации модели.

В главе рассмотрены инструменты системы, которые могут понадобиться в различных ситуациях процесса редактирования. Также некоторые нюансы редактирования отдельных элементов рассмотрены в специализированных главах документации, описывающих работу с этими элементами.

> Перед внесением существенных изменений в структуру модели рекомендуется отложить резервную копию исходного файла.

Также дано описание общих опций команд редактирования 2D и 3D элементов.

Основные темы в этом разделе:

- Подготовка к редактированию
- Приёмы редактирования
- Изменение и перезадание элементов
- Удаление элементов

- Команды редактирования элементов

Подготовка к редактированию

Исследование структуры модели, выбор элементов

Нередко перед пользователем встаёт задача определения последовательности создания модели, порядка пересчёта элементов и операций, выявления зависимостей между элементами модели. Особенно часто пользователь встречается с этой проблемой, когда требуется внести изменения в модель, созданную другим автором. Приёмы исследования модели могут быть следующие:

- Просмотр структуры модели в окне дерева модели;
- Использование функции отката для определения последовательности создания операций, а также анализ методов создания операций на различных этапах создания модели;
- Разрушающий метод. Последовательное удаление операций и детальное исследование модели на определенных этапах создания, определение методов создания отдельных операций, проведение различных экспериментов на ранних этапах создания модели. Рекомендуется такого рода исследования проводить с копией исходного файла;
- Вход в редактирование операции с последующей отменой с тем чтобы увидеть, на основе каких элементов и каким образом она создавалась. При входе в редактирование затрачивается время только на расчёт состояния отката, а при отмене происходит быстрое возвращение в исходное состояние.

Дерево модели

Служебное окно **3D модель** предназначено для отображения информации о структуре 3D модели, истории её создания, а также для выбора и работы с элементами модели. В дереве 3D модели отражаются все 3D построения и операции, присутствующие в модели. Эта информация отображается в виде дерева. Выбирать 3D элементы можно как из ветвей дерева, иллюстрирующих историю создания Тел данной модели, так и из вспомогательных ветвей **Построения**, **Операции**, где они отсортированы по типам.

Структуру модели можно проследить, раскрывая ветки дерева модели и просматривая порядок создания операций. Каждая ветка дерева модели представляет собой историю создания одного Тела модели. При наведении курсора на имя 3D элемента в дереве модели этот элемент подсвечивается в 3D сцене. При выборе операции, находящейся в глубине структуры модели, система попытается подсветить в 3D окне те топологические элементы модели (ребра, грани, вершины), которые были созданы данной операцией. Это возможно при условии, что такие элементы еще можно обнаружить на конечном Теле. Такая подсветка помогает определить, за какую часть модели ответственна та или иная операция. Последовательно перебирая операции в дереве модели, можно понять порядок и назначение операций. Таким образом проводится первый общий анализ структуры модели.

При анализе структуры полезно знать, что операции, являющиеся последними в истории создания Тела модели, то есть те, что расположены в 3D окне, указываются в дереве модели по умолчанию чёрным цветом. Для отображения остальных операций используется голубой цвет. Имена видимых 3D элементов построения также отображаются в дереве 3D модели чёрным цветом. Невидимые (т.е. скрытые с помощью уровней, команды погашения и другими способами) элементы отображаются в дереве 3D модели серым цветом. При выборе их в дереве 3D модели и даже просто при подведении к ним курсора скрытые 3D элементы подсвечиваются в 3D сцене.

> Более подробную информацию о работе с деревом модели см. в разделе 3D модель.

Откат

В системе имеется возможность отката трёхмерной модели на уровень определённой операции. Эта функция является полезной в тех случаях, когда необходимо произвести доработку модели где-то в середине дерева модели, то есть вернуть её на более ранний этап создания.

> Более подробную информацию об откате см. в разделе Откат 3D модели.

> Иногда с целью детального исследования структуры модели и проведения экспериментов полезно использовать последовательное удаление элементов и операций из 3D модели. При этом система не будет тратить время на сохранение и перестроение связей, как во время отката. Сама модель может быть при этом испорчена, поэтому такой метод желательно использовать при работе с копией исходного файла.

Поиск параметрических зависимостей и связей переменных

Часто требуется определить, какие элементы непосредственно зависят от той или иной переменной, какая геометрическая или параметрическая связь имеется у выбранного элемента с другими объектами модели. В окне **3D модель** эта информация не отображается.

Команда **Информация** выводит специальное диалоговое окно, в котором отображается полная структура модели с указанием всех элементов модели. Цепочки зависимых элементов отображаются в виде дерева. В отличие от окна **3D модель** в окне **Информация** структура дана более подробно, здесь отображаются не только 3D элементы, но также элементы чертежа и все служебные объекты.

Данную команду удобно вызывать из контекстного меню, выбрав конкретный элемент. В этом случае структура модели в окне команды даётся относительно выбранного элемента или группы элементов. Структура модели может выводиться в двух направлениях связей: **Родители-Потомки** или **Потомки-Родители**.

> Подробная информация о данной команде доступна в разделе Информация.

Команда **Связи** позволяет определить элементы, которыми непосредственно управляют каждая переменная или выражение системы с участием переменной. Диалоговое окно команды аналогично окну команды **Информация**. Здесь показаны все переменные и выражения системы и относительно них построены структурные цепочки зависимых элементов.

> Подробная информация о данной команде доступна в разделе Связи

Поиск элементов

Поиском можно воспользоваться для выбора элемента, если известно его персональное имя или идентификатор (**ID**). Для поиска элемента существует специальная команда **Найти.**

> Подробная информация о данной команде доступна в разделе Поиск элементов.

Выбор элементов в 3D сцене

Способы выбора элементов в 3D подробно описаны в разделе Выбор 3D элементов.

Измерение и проверка геометрии

В системе существует несколько различных инструментов для проведения разного рода измерений и проверок геометрии.

> Подробная информация о данных инструментах доступна в разделе Измерение.

Иногда для проведения серии измерений расстояний между различными элементами детали удобно построить где-нибудь на 2D странице временную 2D проекцию и проставить необходимые

размеры. После проведения измерений эту проекцию можно удалить, если она для других целей больше не нужна.

Определение сбойных элементов и причин ошибок регенерации модели

Ошибки, возникающие во время пересчёта модели, отображаются в служебном окне **Диагностика**. Пользователь должен уметь их правильно интерпретировать с тем чтобы впоследствии грамотно и быстро устранить причину ошибок, восстановить корректность модели.

> Подробная информация о работе с окном диагностики доступна в разделе Диагностика.

По причине того, что элементы модели связаны между собой, сбой в одном элементе может одновременно повлечь за собой цепочку ошибок в других элементах. В таких случаях надо начинать устранять проблемы, начиная с самого первого сбойного элемента. Поэтому при наличии нескольких сообщений следует обратить внимание в первую очередь на начало списка в верхней части окна диагностики.

Иногда корректировки требует не тот элемент, при пересчёте которого выдана ошибка, а один из его «родителей». Например, 3D профиль сам по себе не вызывает ошибок регенерации, но его геометрия не позволяет корректно рассчитать дальнейшую операцию. В таком случае нужно искать причину изменения 3D профиля. Возможно, она кроется на странице рабочей плоскости, где выполнены построения исходных данных для профиля. Ошибка в 3D элементе-потомке в результате может исчезнуть автоматически.

Параллельно с диагностикой пользователь может работать с деревом модели для поиска нужного элемента. Элементы модели, в которых обнаружена ошибка, помечаются специальными значками:

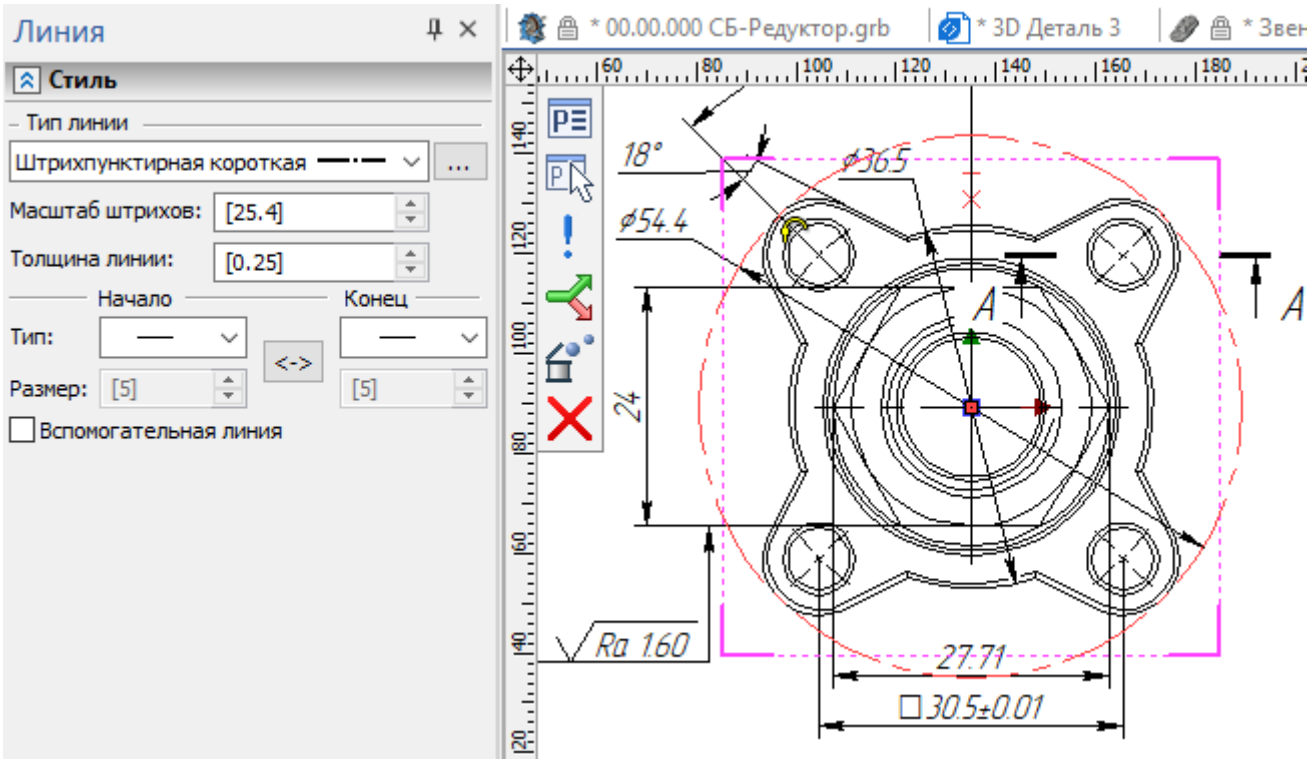
- Красный крест на иконке элемента (, ,) означает, что сбой произошел именно в нем.
- Красная стрелка на иконке элемента (, , , ,) означает, что ошибка обнаружена среди родителей. Если по ветке дерева модели проследить историю создания элемента, то можно добраться до первого сбойного элемента. При наличии ошибок красная стрелка также выводится на специальные папки дерева модели со списками элементов (,).
- Синий крест на иконке элемента ( ) означает, что операция была подавлена пользователем. Это не ошибка, а информационное сообщение.

Чтобы добраться до сбойного элемента надо раскрывать ветки дерева модели, следовать по структуре дерева и находить элементы с пометками.

Приёмы редактирования

Прозрачное редактирование

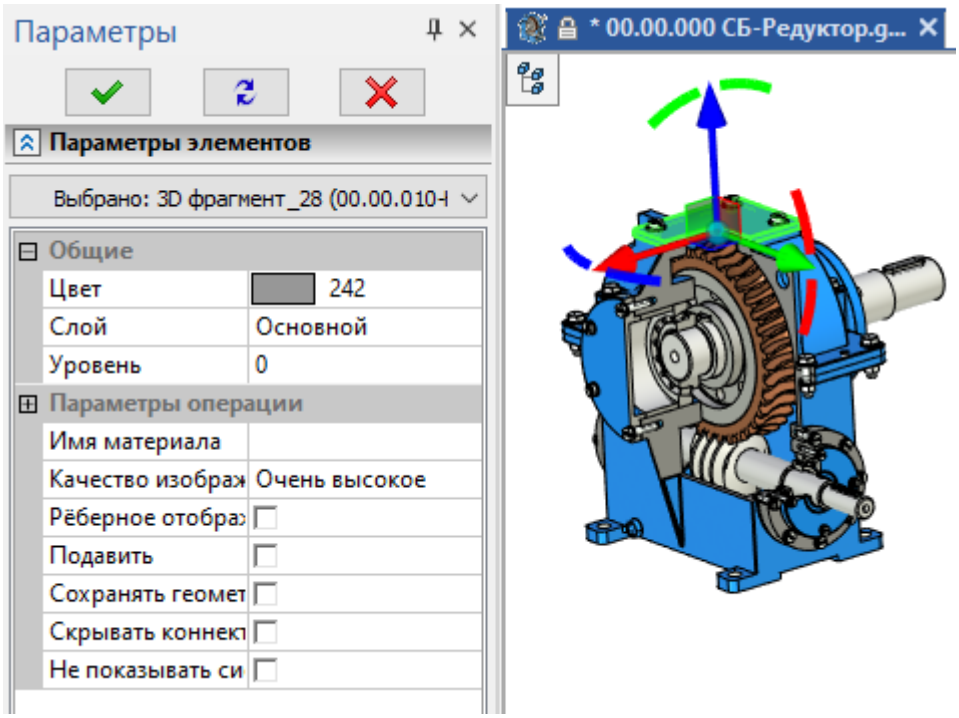
По умолчанию в T-FLEX CAD включено прозрачное редактирование всех 2D элементов и некоторых 3D элементов. Для 2D элементов прозрачное редактирование означает, что при нажатии на элементе в 2D окне автоматически вызывается команда его редактирования, аналогично выбору пункта **Изменить** в контекстном меню элемента.



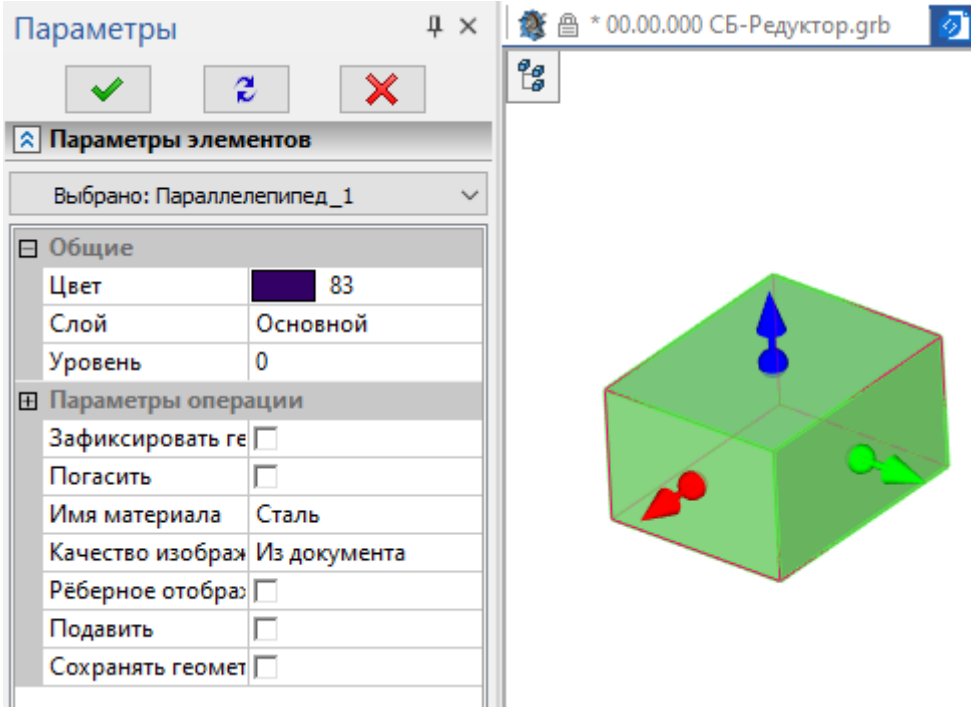
Прозрачное редактирование линии изображения

Прозрачное редактирование 2D элементов можно отключить, сняв флаг **"Прозрачное" редактирование элементов (Установки > 2D).**

Для 3D элементов прозрачное редактирование доступно лишь в некоторых случаях и работает иначе. Команда редактирования элемента не вызывается, но в 3D сцене появляются манипуляторы, с помощью которых можно изменить элемент (например, манипуляторы преобразований 3D фрагментов или манипуляторы размеров примитивов).



Прозрачное редактирование 3D фрагмента



Прозрачное редактирование параллелепипеда

Прозрачное редактирование 3D элементов можно отключить, сняв флаг **Разрешить команды прозрачного редактирования (Установки > Управление)**.

Изменение параметров элемента без отката

Каждый элемент системы имеет определённый набор параметров. Эти параметры можно видеть и изменять в диалоговом окне параметров элемента. Этим удобно пользоваться, когда нет

необходимости запускать команду редактирования, при работе которой система вынуждена производить пересчёт до редактируемого элемента, на что может потребоваться время.

Для вызова диалога параметров элемента нужно выбрать элемент. Сделать это можно в окне **элементов модели**, в **дереве модели**, непосредственно в 3D или 2D окне, либо воспользовавшись командой **Найти**. После выбора элемента следует нажать на нём и в появившемся контекстном меню выбрать команду **Параметры**. Также диалог параметров элемента можно вызвать просто двойным нажатием на элементе.

> Подробная информация о диалоге параметров 3D элементов приведена в разделе Общие параметры 3D элементов. Информация о диалогах параметров прочих элементов приведена в разделах с описаниями каждого конкретного типа элементов. Информация о некоторых параметрах, общих для элементов всех типов, приведена в разделе Общее управление элементами.

При выборе элемента в служебном окне **Параметры** отображаются некоторые параметры, которые можно изменить, не вызывая диалог параметров. Таким же образом можно обрабатывать общие параметры нескольких выбранных одновременно элементов.

> Информация о редактировании параметров элементов данным способом приведена в разделе Задание параметров элемента.

> Если включено прозрачное редактирование 2D элементов, то для них этот способ доступен только при множественном выборе.

Команды Изменить и Перезадать

См. раздел Изменение и перезадание элементов.

Команды редактирования элементов

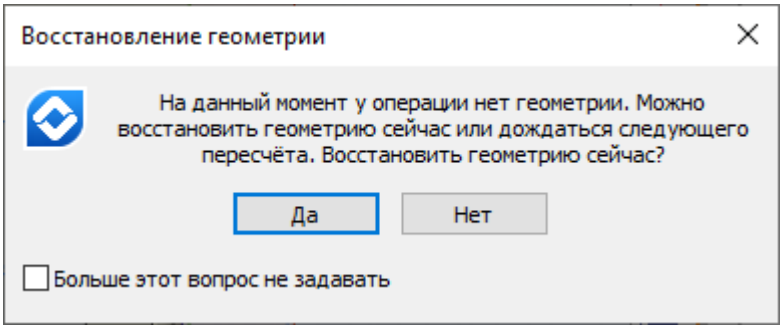
См. раздел Команды редактирования элементов.

Сохранение геометрии операции при пересчёте

При входе изменении и перезадании элементов система выполняет откат модели до состояния, в котором она находилась на момент создания элемента. В сцене остаются только те элементы, которые не являются зависимыми от редактируемого. При выполнении отката требуется регенерация части модели, поэтому вход в команду может занимать некоторое время.

Для ускорения процесса входа в команду редактирования за счёт исключения фазы регенерации можно включить сохранение промежуточной геометрии для какой-то определенной операции. Это несколько увеличит объем используемой памяти и размер файла модели, но позволит более оперативно осуществлять редактирование. В принципе, сохранение геометрии может использоваться и как временный инструмент во время экспериментов по редактированию модели.

Для включения сохранения геометрии нужно выбрать операцию (например, в дереве модели) и в контекстном меню выбрать пункт **Дополнительно** > **Сохранять геометрию при пересчёте**. Система выдаёт пользователю запрос, когда ей выполнить регенерацию для расчёта сохраняемой геометрии – немедленно или подождать очередного пересчёта:



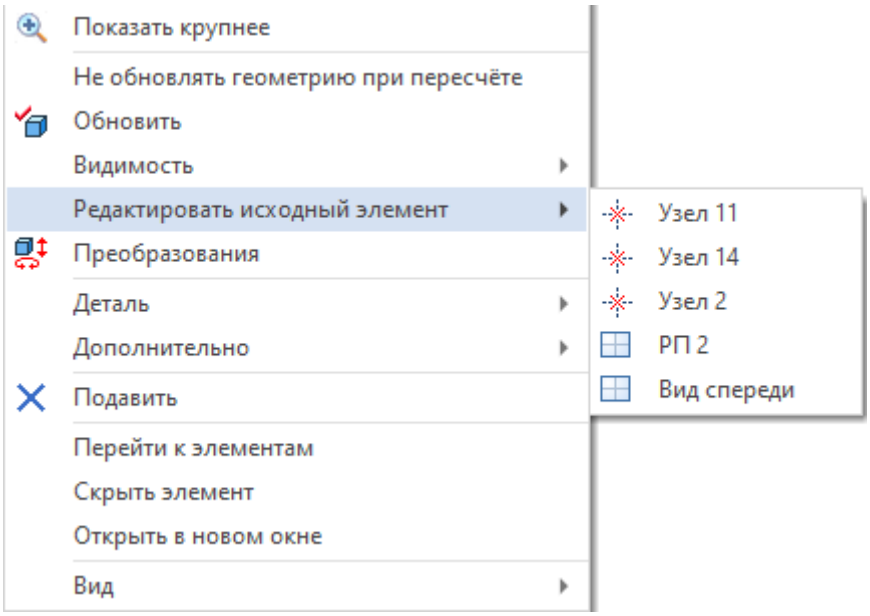
При включенном сохранении геометрии, иконка операции в дереве модели помечается значком в виде зелёной булавки.

Удаление элементов

См. раздел Удаление элементов

Команда редактирования исходной геометрии

С помощью данной команды можно быстро выбрать для редактирования геометрические элементы, использовавшиеся при создании выбранного 3D элемента. В список включаются 2D объекты (штриховки, 2D пути, 2D узлы и т.п.), использованные при создании выбранного 3D элемента или его родительских элементов. Если 3D элемент, например, 3D профиль, был создан по набору линий изображения на рабочей плоскости, то в список геометрии включается сама рабочая плоскость.



При выборе 2D элемента в списке исходной геометрии открывается нужная страница чертежа, включается режим черчения на рабочей плоскости и запускается команда редактирования выбранного элемента. Таким образом, данную команду можно также использовать и для оперативного перехода на страницу исходной рабочей плоскости для какого-либо 3D объекта.

В контекстном меню операций, созданных на основе 3D профиля (например, выталкивания и вращений), и рабочих плоскостей, на которых построены 3D профили, также доступна дополнительная команда **Редактировать профиль**. При её вызове для операции происходит активация рабочей плоскости, на которой расположен исходный 3D профиль данной операции.

Работа с элементами чертежа при редактировании

Для изменения 3D модели приходится часто работать с элементами чертежа, поскольку на их основе могут строиться базовые элементы 3D модели (3D профили, 3D пути, 3D узлы и т.д.). Пользователь может применять те же приёмы редактирования 2D элементов, которые он использует при работе с

обычным чертежом. Для изменения формы 3D элемента, построенного на основе 2D элементов, нужно соответствующим образом перестроить исходные 2D элементы. Некоторые из них, например, штриховки, имеющие непосредственную связь с 3D профилями, нельзя удалять и строить заново, если только не требуется удалить всю ветку дерева модели вместе с потомками этой штриховки. Для перестроения таких штриховок требуется использовать режим редактирования контуров штриховки. Иначе может быть нарушена структурная целостность модели. Если 3D профиль создавался на основе набора линий изображения рабочей плоскости, то эти линии можно изменять свободно, включая удаление и повторное создание. При завершении сеанса черчения на активной рабочей плоскости или при очередном пересчёте система перестроит 3D профиль в соответствии с изменениями в линиях изображения.

Если какой-то элемент 2D построения, требующий перестроения, не может быть удален, то его можно перестроить заново, определив ему другой способ задания в команде редактирования. Опция для перестроения 2D элементов построения есть в автоменю команды редактирования линий построения.

Иногда полезно использовать команду **Заменить элемент**. Она позволяет перенести все связи родителей и потомков с одного 2D элемента построения на другой и удалить исходный элемент. При этом другой элемент построения может иметь иной способ построения, свои собственные связи или зависимые элементы.

Обход рекурсии

Создавая сложные цепочки зависимостей между элементами, иногда в процессе изменений пользователь может попытаться задать рекурсивную зависимость, т.е. зависимость какого-либо элемента от самого себя. В подавляющем большинстве случаев система самостоятельно проверяет создаваемые связи и не позволяет сохранять изменения, приводящие к рекурсиям. Однако, изредка рекурсия все же может возникать. Обычно получаются такие зависимости в сложных цепочках связей типа "3D элементы - 2D элементы - 3D - 2D и т.д.". Для пользователя ситуация опасна тем, что он может сохранить файл с рекурсией и при последующем открытии потерять возможность отмены своих ошибочный действий. После этого нормально работать с файлом, в котором система обнаружила рекурсию, невозможно до тех пор, пока она не будет устранена.

Редактировать элементы в данной ситуации нужно особым образом. Как уже отмечалось, при попытке внесения каких-либо изменений система будет проверять наличие неверных связей в изменённой цепочке зависимых элементов. Если они обнаружатся, система не даст применить изменения. Это создаёт для пользователя определённые сложности при попытках удаления или при редактировании элементов.

Задача пользователя состоит в том, чтобы обнаружить рекурсивную связь и разорвать цепочку зависимостей в любом удобном месте за одну процедуру редактирования. Обычно достаточно изменить способ задания определённого элемента в рекурсивной цепочке. Это может быть как 2D так и 3D элемент. Можно перезадать элемент, изменив способ его задания – например, определить его привязку в абсолютных координатах или связать его с какими-либо другими независимыми элементами.

Обнаружить такие элементы помогает окно диагностики – в строке предупреждения о рекурсии сообщаются имена элементов. Далее нужно изучить зависимости между элементами – для этого можно вызвать окно **Информация**. После определения причин рекурсии можно переходить к редактированию. После внесения исправлений в качестве проверки нужно запустить пересчёт модели и убедиться в отсутствии новых предупреждений.

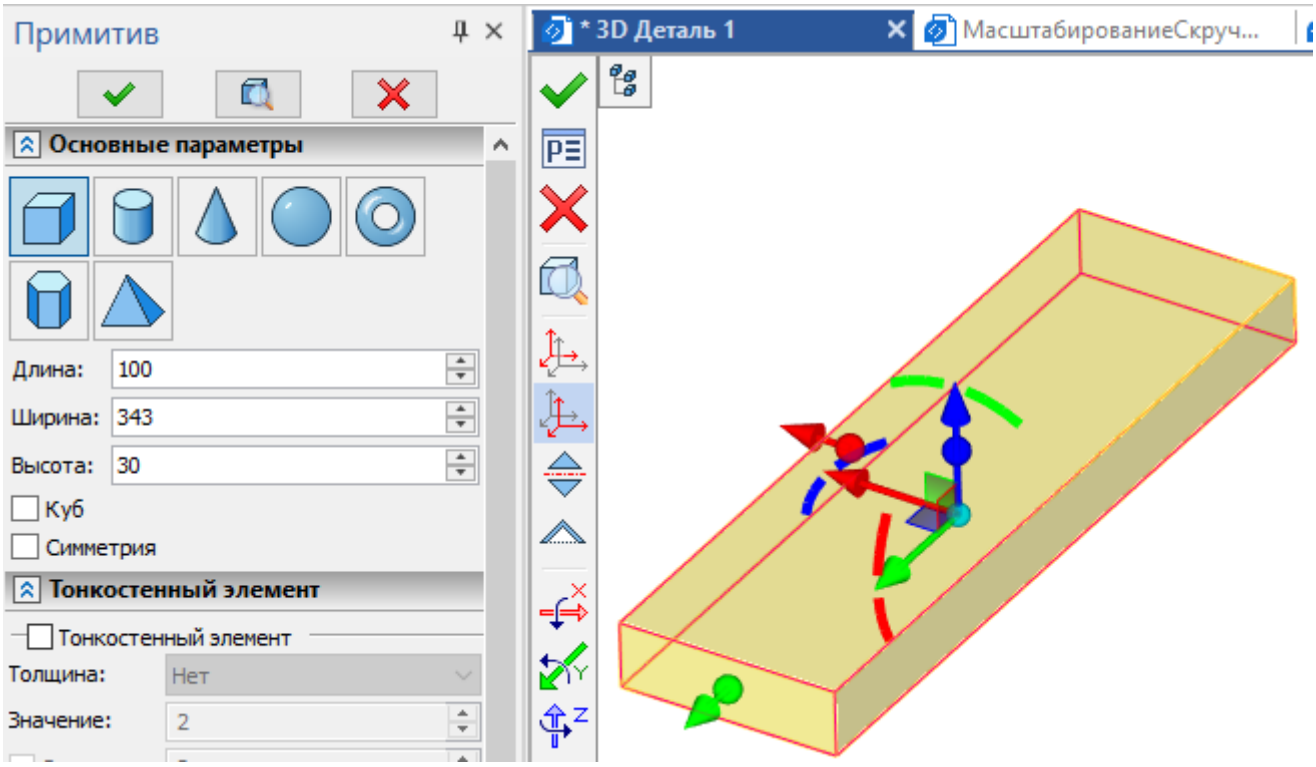
Способы упрощения структуры модели и её отображения в 3D окне

В системе T-FLEX CAD имеются средства для ускорения основных рабочих процессов за счёт освобождения дополнительных ресурсов компьютера при временном исключении из работы некоторых второстепенных процессов и деталей модели.

1. Упрощение визуализации:
   - Включение режима рёберного отображения в большинстве случаев позволяет системе быстрее просчитывать объекты сцены, ускоряется вращение сцены, выбор объектов;
   - Понижение качества изображения влияет на отображение 3D объектов в сцене. Объекты выглядят более грубо, но быстрее рисуются. Регулировать качество изображения можно как с помощью команды **Качество изображения**, так и в параметрах документа **(Параметры документа > Документ > 3D > Качество сетки)**;
   - Изменение общесистемных параметров 3D визуализации (**Установки > 3D > Параметры графики**).
   - Любой элемент в 3D сцене можно сделать невидимым. Уменьшение количества элементов в сцене ускоряет прорисовку изображения. Погасить элемент можно, изменив настройки уровня, слоя или выбрав команду **Погасить** в выпадающем подменю **Видимость** контекстного меню, вызываемого нажатием на элементе.
2. Подавление элементов. Подавляя отдельные операции, пользователь не только гасит их в 3D сцене, но и исключает их из процесса регенерации. Это также позволяет сократить общее время пересчёта модели. Подавить операцию можно, вызвав команду **Подавить** через контекстное меню или задав подавление элемента в диалоговом окне параметров на закладке **Общие**.
3. Автоматическое отключение отображения элементов, чей размер не превышает заданного значения. Активируется с помощью параметра **Минимальный размер** (**Параметры документа > Документ > Управление большой сборкой**).
4. Изменение параметров производительности системы (**Установки > Производительность**), а также индивидуальных параметров производительности отдельного документа (**Параметры документа > Документ > Производительность**).

Изменение и перезадание элементов

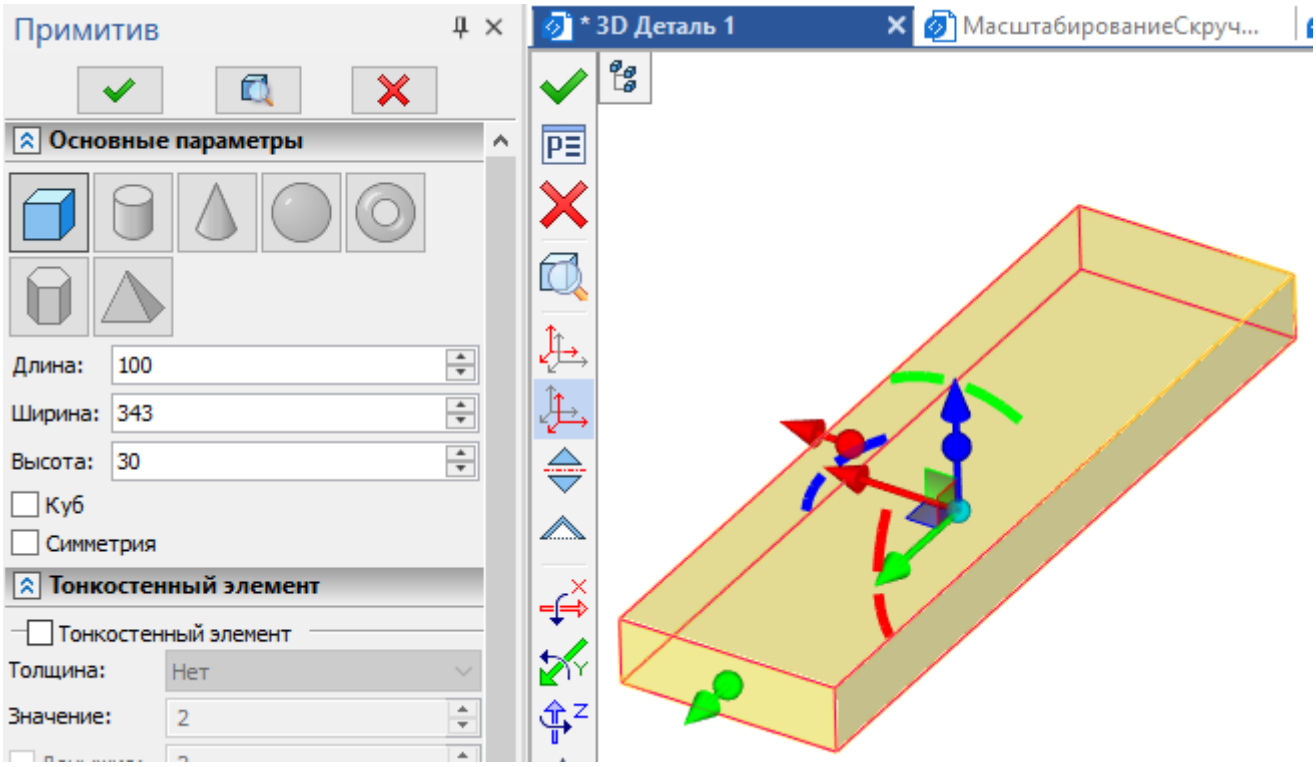
В системе доступны команды **Изменить** и **Перезадать.** Разница между ними будет показана на примере параллелепипеда, представленного на рисунке ниже.



Изначальное создание параллелепипеда

Изменение элементов

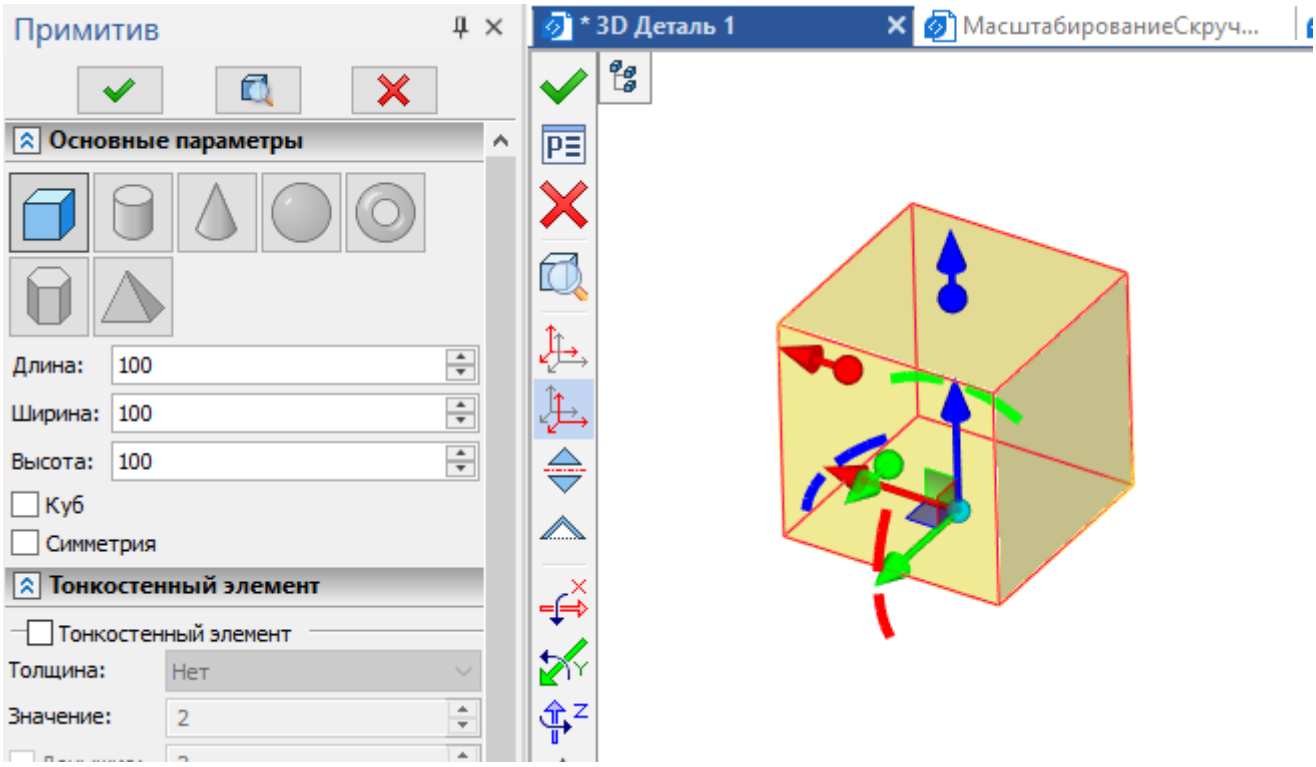
В контекстном меню 2D и 3D элементов имеется команда **Изменить**. Данная команда временно откатывает модель до состояния, существовавшего на момент создания выбранного элемента, и запускает команду, использовавшуюся для создания этого элемента. При этом параметры команды создания элемента изначально соответствуют изменяемому элементу.



Результат применения команды **Изменить** к ранее созданному параллелепипеду

Перезадание элементов

В контекстном меню любого 3D элемента имеется команда **Перезадать**. Данная команда временно откатывает модель до состояния, существовавшего на момент создания выбранного элемента, и запускает команду, использовавшуюся для создания этого элемента. При этом параметры команды создания элемента изначально сбрасываются к значениям по умолчанию. Обычно эта команда применяется вместо того, чтобы просто удалить элемент и создать новый, если требуется сохранить его старый идентификатор, имя и последующие связи, поскольку он может еще где-то использоваться.

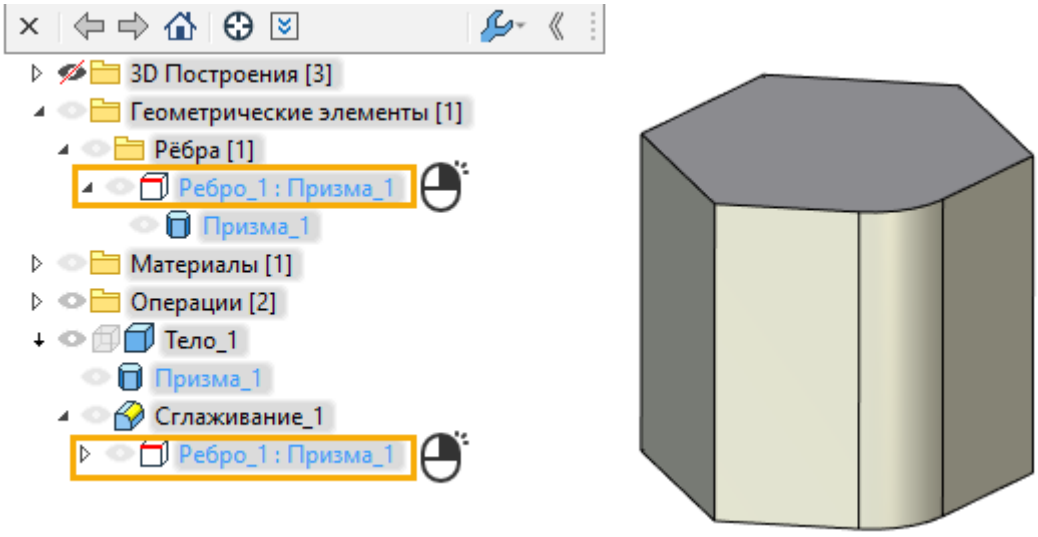


Результат применения команды **Перезадать** к ранее созданному параллелепипеду

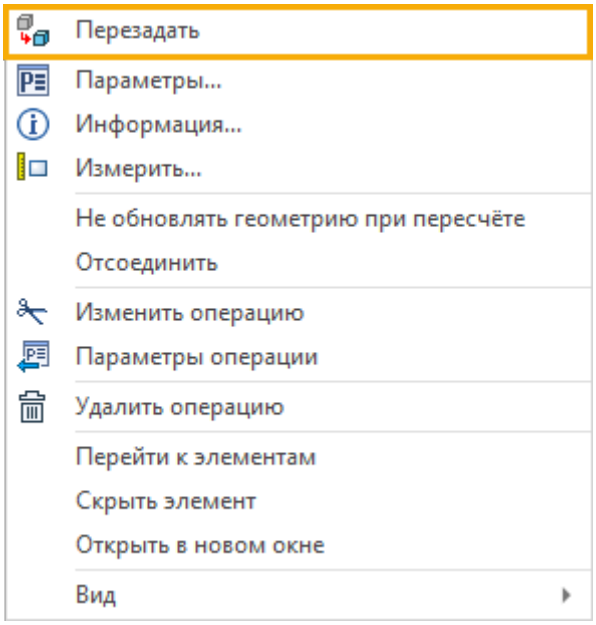
Перезадать можно не только операции и построения, но и геометрические элементы.

Перезадание геометрических элементов

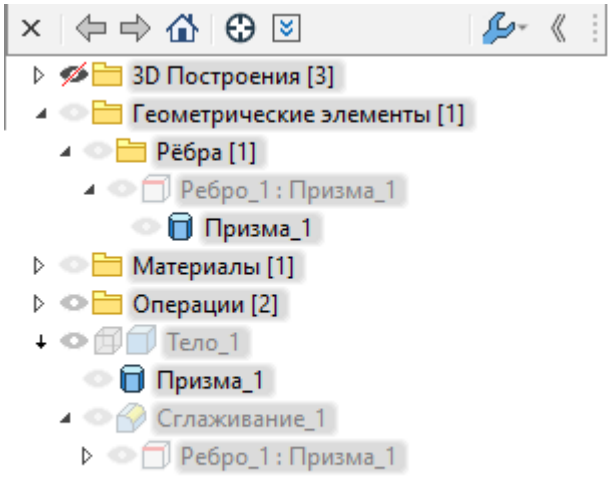
При использовании в операциях 3D моделирования граней, рёбер и вершин в качестве опорной геометрии ссылки на выбранные элементы добавляются в дерево модели. Они отображаются как в составе созданной на их основе операции, так и отдельно в папке **Геометрические элементы**.

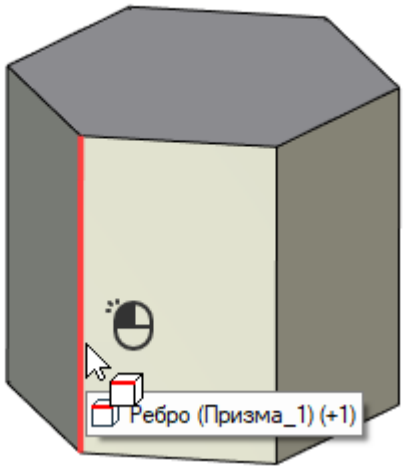


Если после создания операции необходимо заменить выбранный ранее геометрический элемент на другой, то это можно сделать без непосредственного изменения созданной операции. Для этого предназначена команда **Перезадать**, доступная в контекстном меню геометрического элемента.

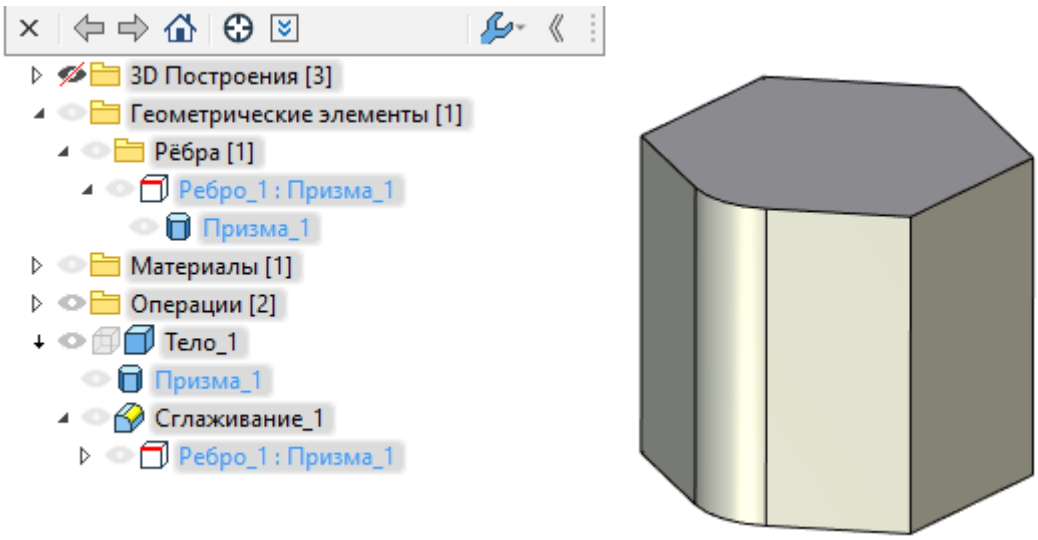


После вызова команды **Перезадать** модель временно откатывается до состояния, существовавшего на момент создания ссылки на перезадаваемый элемент. На панели фильтров активируется фильтр выбора геометрических элементов соответствующего типа, после чего следует выбрать нажатием новый элемент в 3D сцене и подтвердить перезадание .





После подтверждения перезадания откат модели завершается, а операция перестраивается на основе нового выбранного геометрического элемента.

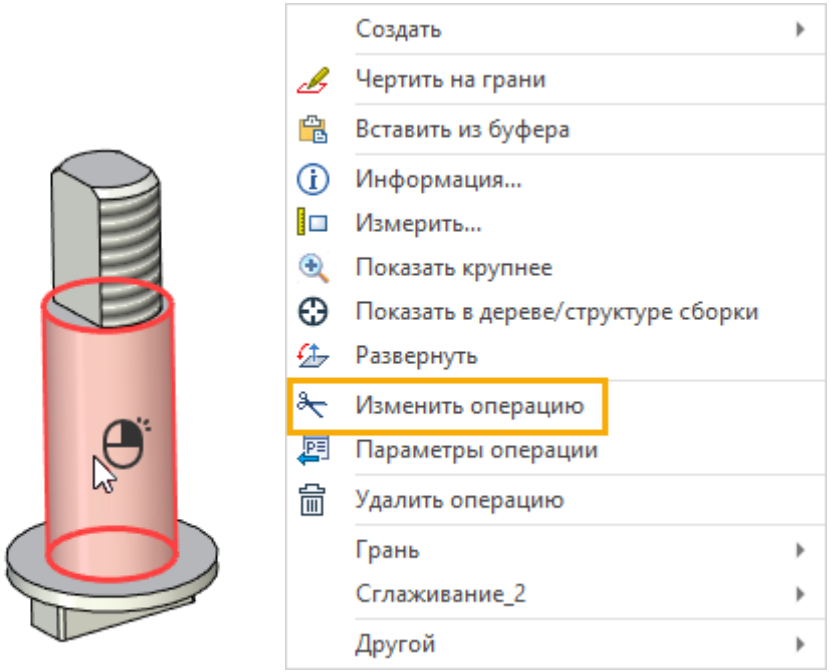


Также можно Отсоединить геометрический элемент, превратив его в ссылочный.

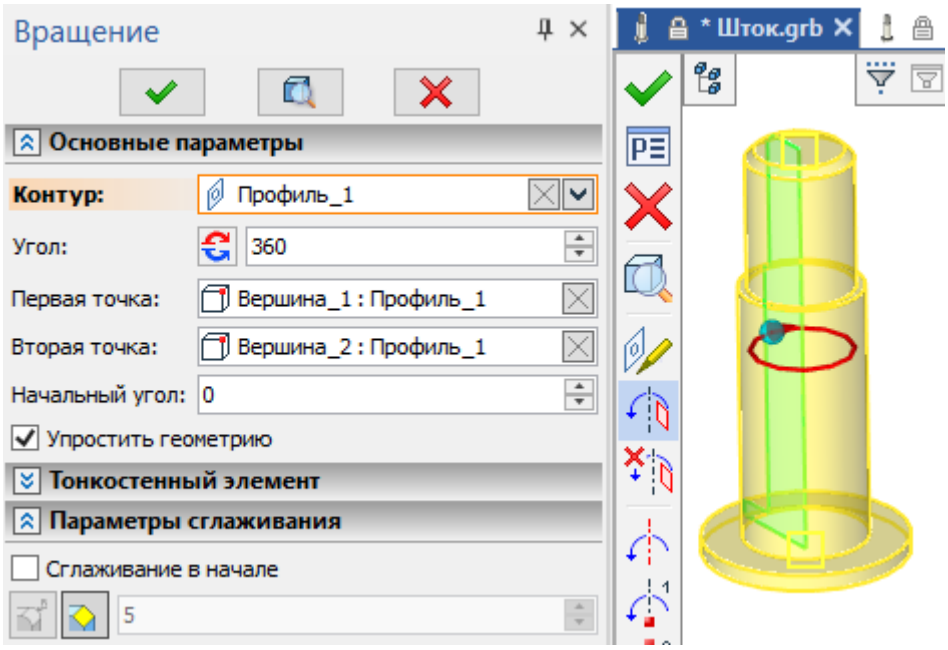
Изменить операцию

В контекстном меню граней, рёбер, вершин, циклов доступна команда **Изменить операцию**. Данная команда аналогична применению команды **Изменить** к операции, образовавшей выбранный элемент.

Нажмём в 3D сцене на грани, образованной операцией **Вращение** и выберем в появившемся контекстном меню пункт **Изменить операцию.**



В результате запускается команда изменения операции **Вращение**.



Удаление элементов

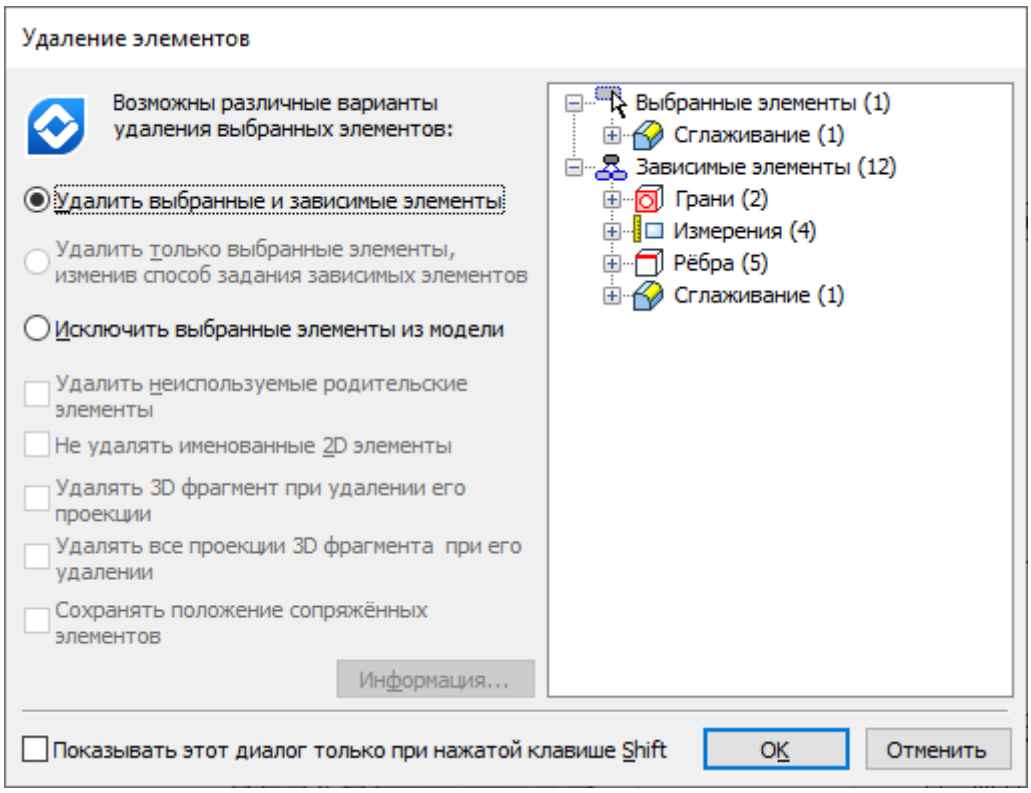
Для удаления элементов из модели в системе имеется несколько возможностей. В зависимости от ситуации можно удалять группы зависимых объектов или исключать отдельные объекты из структуры модели, если это возможно. Также система позволяет автоматически найти неиспользуемые в моделировании объекты и удалить их.

Команда Удалить

Команда доступна при выборе элемента или группы элементов.

Пиктограмма	Лента
	Редактирование > Редактирование > Удалить
Клавиатура	Текстовое меню
<Del>	Правка > Удалить

Также её можно вызвать из контекстного меню выбранных элементов.
Команда позволяет удалить выбранные элементы (как 3D, так и 2D). При удалении выбранных элементов возможно автоматическое удаление их родительских элементов, при условии, что в 3D модели они больше нигде не используются.
После вызова команды для выбранного элемента(-ов) возможны два варианта развития событий.
Если выбранный элемент(-ы) не имеет зависимых элементов и более нигде не используемых родительских элементов, то удаление произойдёт сразу, без вывода на экран каких-либо сообщений.
Когда это условие не выполняется, после вызова команды на экране появится окно диалога **Удаление элементов**.



В левой части окна диалога можно выбрать один из возможных вариантов работы команды:

- **Удалить выбранные и зависимые элементы**.

  При выборе этого режима будут удалены и выбранные элементы, и все от них зависящие.

  - Для удаления неиспользуемых родительских элементов (если они есть у выбранного элемента) следует установить флаг **Удалить неиспользуемые родительские элементы**. Если среди них окажутся рабочие плоскости, то они будут удалены со своими страницами.
  - Если среди выбранных или зависимых 2D объектов есть именованные, будет доступен флаг **Не удалять именованные 2D элементы**. При установке данного флага найденные именованные 2D объекты будут исключены из списка удаляемых.
  - При удалении элементов планировки (схематичных изображений 3D фрагментов на плоскостях сборки) будет доступен флаг **Удалять 3D фрагмент при удалении его проекции**, позволяющий удалить 3D фрагмент, связанный с удаляемым элементом планировки.
  - При удалении 3D фрагмента, для которого создана планировка, будет доступен флаг **Удалять все проекции 3D фрагмента при его удалении**, позволяющий удалить его схематичные изображения сразу на всех плоскостях.
  - При удалении сопряжений доступен флаг **Сохранять положение сопряжённых элементов**. Если он установлен, положение элементов не изменится после удаления сопряжения. В противном случае сопряжённые элементы вернутся в положения, существовавшие до создания удаляемого сопряжения.

  В ряде случаев при удалении фрагментов может сохраняться часть их геометрии или отдельные элементы. Например, если есть внешний профиль, поднятый из документа фрагмента, и по этому профилю построено выталкивание, то при удалении фрагмента, профиль и построенное на нём выталкивание останутся в сборке.

  Другой пример, если два фрагмента соединены с помощью ЛСК-коннектора, то при удалении одного из них, коннектор останется в сборке.

  Если удаляется элемент, на основе которого были созданы рабочие плоскости, узлы или ЛСК, то такие потомки остаются в документе. Их положение сохраняется с учётом всех

преобразований. Если такой объект создан на основе нескольких других объектов, то при удалении одного из них, связь с другими родительскими объектами также разрывается.

Исключение составляют 2D узлы, задающие границы рабочей плоскости. Разрыв связи рабочей плоскости с ними невозможен.

- **Удалить только выбранные элементы, изменив способ задания зависимых элементов**.
  Этот вариант доступен только при выборе 2D элементов (например, линий изображения на рабочей плоскости), имеющих зависимые 2D объекты. В результате использования данного варианта удаляются только выбранные 2D элементы. Для потомков удаленных элементов система изменяет способ задания.
- **Исключить выбранные элементы из модели** (переназначив связи зависимых элементов на другие элементы).
  При использовании данного способа система попытается переключить связи зависимых элементов на другие объекты модели. При удалении операции у зависимых от неё 3D элементов связи переназначаются на операцию, стоящую в дереве 3D модели перед удаляемой. Данный пункт доступен только в тех случаях, когда у удаляемого 3D элемента одновременно есть родительская операция и зависимый 3D элемент.

В правой части окна диалога отображается список удаляемых элементов. Элементы отсортированы по типам и разложены в соответствующие папки. Чтобы посмотреть информацию о зависимостях элемента, выбранного в списке, можно нажать на кнопку **Информация...**.
Если установить флаг **Показывать этот диалог только при нажатой клавише Shift**, то при следующих вызовах команды диалог **Удаление элементов** по умолчанию показываться не будет. Для его отображения при вызове команды придётся дополнительно нажимать **<Shift>**. Данный режим работы команды будет действовать до изменения пользователем состояния флажка или окончания текущего сеанса работы T-FLEX CAD.

Команда Удалить Тело

При выборе тела (это можно сделать в дереве 3D модели) вместо команды **Удалить** в контекстном меню доступна команда **Удалить Тело**. Данная команда удалит из 3D модели сразу все операции, входящие в историю создания данного тела. Кроме того, команда позволяет удалить родительские элементы, используемые в операциях данного тела.
Аналогично команде удаления элементов, описанной выше, после вызова команды **Удалить Тело** может отображаться диалоговое окно **Удаление элементов**.

Команда Удалить лишнее

С помощью команды **Удалить лишнее** можно удалить все 2D или 3D элементы построения, которые не использовались для создания линий изображения 2D чертежа или операций.

Работа с данной командой подробно описана в разделе Удалить лишнее.

Команды редактирования элементов

В системе T-FLEX CAD есть специальные команды для редактирования уже созданных элементов. Они доступны в пункте **Правка** текстового меню и сгруппированы в три группы:

- **Построения**
  В данной группе представлены команды редактирования как 2D (линия построения, узел, вектор привязки) так и 3D построений (рабочая плоскость, рабочая поверхность, 3D узел, 3D профиль, 3D путь, трасса, 3D сечение, система координат, источник света, камера).

- **Чертёж**
  В данной группе представлены команды редактирования 2D элементов. Элементы для редактирования могут быть выбраны как на чертеже, так и на рабочей плоскости.
- **Операции**
  В данной группе представлены команды редактирования операций 3D моделирования.

Описание каждой отдельной команды дано в разделах, посвящённых соответствующим элементам. По набору доступных опций данные команды можно разделить на две группы:

- команды редактирования 2D элементов;
- команды редактирования 3D элементов.

Помимо отдельных команд для редактирования каждого конкретного типа 3D элементов доступна общая команда редактирования 3D операций всех типов. Команды для редактирования отдельных типов 3D элементов совпадают по функционалу с общей командой редактирования 3D операций. Отличия состоят лишь в фильтрах выбора элементов для редактирования.

С помощью вышеперечисленных команд можно редактировать как один элемент, так и несколько сразу. Особенности использования команд редактирования 2D элементов при множественном выборе приведены в разделе Множественное редактирование 2D элементов.

В большинстве случаев последовательность клавиш для вызова команды редактирования 3D элемента отличается последовательность клавиш для вызова команды его создания одной буквой «**E**» (**Edit**). Например: «**3N**» – «**3EN**» – команды построения и редактирования 3D узлов, «**3X**»– «**3EX**» – команды создания и редактирования операции выталкивания. Иконка таких команд отличается от команд создания наличием изображения ножниц .

Команды редактирования 2D элементов

Как правило, после вызова команд редактирования 2D элементов в автоменю становятся доступны следующие опции:

<*> Выбрать все элементы

<R> Выбрать элемент из списка

<Esc> Выйти из команды

Далее следует выбрать один или несколько элементов соответствующего типа при помощи вышеуказанных опций или . Для множественного выбора может использоваться комбинация **<Shift>** + , комбинация **<Ctrl>** + исключает элемент из выбора.

После выбора одного или нескольких элементов в автоменю становятся доступны следующие опции:

<P> Установить параметры выбранных элементов

<Alt+P> Скопировать параметры с существующего элемента

<I> Выбрать другой ближайший элемент

<Del> Удалить выбранные элементы

<Esc> Отменить выбор всех элементов

При использовании опции **Установить параметры выбранных элементов** открывается диалог параметров выбранного элемента. Если выбрано несколько элементов, то перед открытием диалога параметров потребуется выбрать параметры для редактирования.

При использовании опции **Скопировать параметры с существующего элемента** необходимо выбрать элемент, параметры которого будут применены к элементу, выбранному перед использованием данной опции. Кроме того, копируемые параметры можно установить как параметры по умолчанию для всех вновь создаваемых элементов этого типа с помощью опции:

<S> Запомнить параметры в параметрах по умолчанию

Если выбран только один элемент также может быть доступна опция:

Задать имя для выбранного элемента

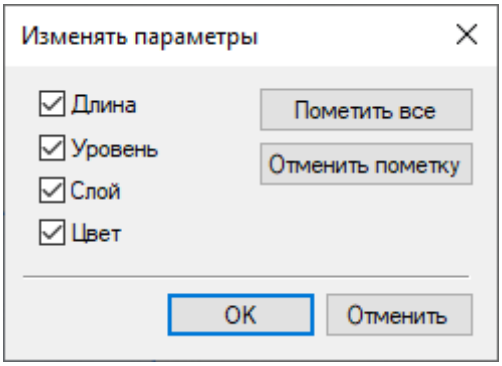
Кроме вышеуказанных общих опций в командах редактирования присутствуют опции, специфические для отдельных типов элементов. Описание таких опций приведено в разделах с описанием каждой конкретной команды редактирования.

Множественное редактирование 2D элементов

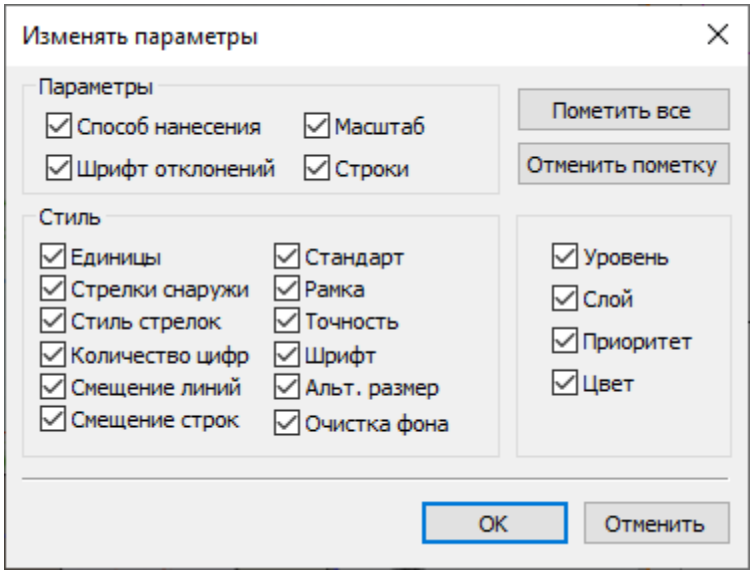
В командах редактирования 2D элементов можно одновременно менять параметры сразу нескольких выбранных однотипных элементов одновременно при помощи опции автоменю:

<P> Установить параметры выбранных элементов.

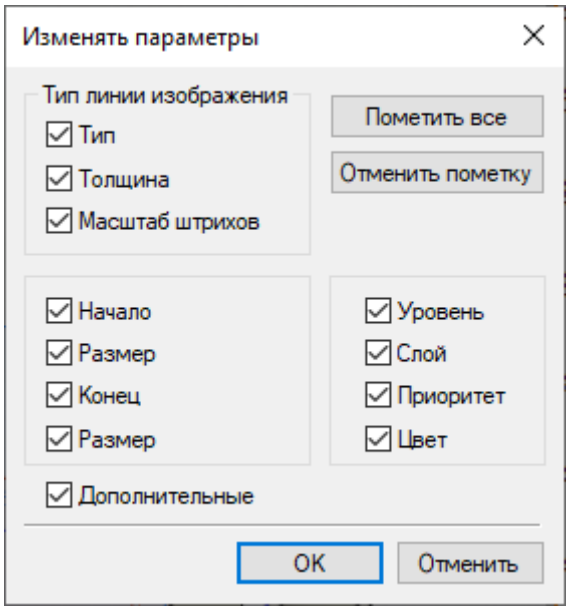
В таком случае после активации данной опции появляется диалоговое окно **Изменять параметры**, в котором можно выбрать, какие из параметров будут подлежать редактированию.



Окно **Изменять параметры** для линий построения



Окно **Изменять параметры** для размеров



Окно **Изменять параметры** для линий изображения

По умолчанию редактированию подлежат все параметры выбранных элементов. Можно устанавливать или снимать флаги для каждого отдельного параметра вручную с помощью или использовать кнопки **Пометить все** (устанавливает все флаги) и **Отменить пометку** (снимает все флаги).
После того, как вы указали набор параметров для редактирования и нажали **OK**, вам становится доступным стандартное окно задания параметров выбранных элементов. При этом параметры, для которых был снят флаг в предыдущем диалоге, не доступны для редактирования.

Общая команда редактирования 3D операций всех типов

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
<3EE>	Правка > Операции > Все типы

Команда предназначена для редактирования операций любого типа.
После вызова команды в автоменю становятся доступны следующие опции:

<Esc> Отменить выбор всех элементов

Опция сбрасывает выбор элементов.

<A> Выбрать все элементы

Опция позволяет выбрать все имеющиеся в модели элементы, подходящие по типу под фильтр данной команды редактирования. По умолчанию выбираются только видимые элементы. При необходимости можно также разрешить выбор невидимых элементов (**Параметры документа** > **Документ** > **3D** > **Вид** > **Выбор** > **Выбор элементов**)

<Z> Выбрать элемент по имени

Предлагается список доступных для выбора элементов.

<P> Задать параметры элемента

<F4>, **<Ctrl>+<E>** Редактировать элемент

<R> Изменить способ задания

<Del> Удалить элемент

<X> Выйти из команды

<M> Преобразование

При множественном выборе элементов вы можете лишь удалить их или применить преобразования. Для множественного выбора может использоваться комбинация <Shift>+ (комбинация <Ctrl>+ отменяет выбор).

Помимо данной команды существуют также отдельные команды для редактирования каждого типа операций и 3D построений. Функционал данных команд совпадает. Отличия состоят лишь в фильтрах выбора элементов для редактирования.

Импорт чертежей и моделей

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Файл > Импорт
Клавиатура	Текстовое меню
<IM>, <Ctrl>+<R>	Файл > Импорт

После вызова команды на экране появится стандартное окно выбора файла. В данном окне необходимо указать имя импортируемого файла и его формат. Далее появляется окно диалога для задания дополнительных параметров импорта.
Вызов команды указанными выше способами доступен только из открытого окна документа. При этом, в зависимости от типа импорта, данные импортируются в дополнение к уже имеющимся данным либо в текущий документ, либо в копию текущего документа под новым именем.

Команда **Импорт** также запускается при попытке открытия файла стороннего формата с помощью команды **Открыть.** При этом данные импортируются в новый документ, автоматически создаваемый на основе прототипа (см. ниже). В диалоге команды **Открыть** доступно два варианта открытия:

- **Открыть**
  Диалог параметров импорта не отображается. Импорт запускается сразу с параметрами по умолчанию.
- **Открыть с параметрами**
  Открывается диалог параметров импорта. Импорт запускается после указания параметров.

T-FLEX CAD можно задать как программу по умолчанию для форматов, которые можно открыть с помощью команды **Открыть**.

Кроме того, можно импортировать файл в новый документ, перетянув его с зажатой в любое место окна T-FLEX CAD, кроме окна текущего документа. Если перетянуть файл, содержащий 3D данные, в 3D окно, запускается команда **Внешняя модель**.

Прототипы для импорта

При импорте данных в новый документ для создания этого документа используется один из прототипов, указанных в установках системы (**Установки** > **Файлы** > **Прототипы**):

- Прототип **3D Сборка для импорта** используется, если формат импортируемых данных позволяет выбрать **Тип импорта** и выбран тип **Сборка**.
- Прототип **3D Деталь для импорта** используется, если формат импортируемых данных не позволяет выбрать **Тип импорта**, либо если выбран тип **Набор тел** или **Одно тело**. Если выбран тип **Сборка**, то этот прототип используется для создания документов фрагментов, входящих в сборку, в т.ч. и при импорте данных в текущий документ или его копию.

По умолчанию для импорта используются прототипы из общего списка прототипов, используемого несколькими командами. Информация о списке доступна в описании команды **Сохранить как прототип**. Однако, вы можете указать в качестве прототипа для импорта любой ***grb.**-файл, находящийся в любой папке, доступной на текущем компьютере.

Форматы импорта

Импорт в T-FLEX CAD возможен для следующих форматов:

Только для 2D чертежей

- AutoCAD (*.dwg, *.dxf, *.dxb);
- Catia V5 (*.CATDrawing);
- КОМПАС-3D (*.cdw, *.frw, *.spw, *.kdw).

Только для 3D моделей

- Parasolid (*.xmt_txt, *.x_t, *.x_b, *.xmt_bin);
- AutoCAD DXF 3D/DWG 3D (*.dxf, *.dwg);
- STEP (*.stp, *.step);
- IGES 3D (*.igs, *.iges);
- ACIS (*.sat, *.sab);
- SolidWorks (*.sldprt, *.sldasm, *.sldlfp, *.asm);
- Autodesk Inventor (*.ipt, *.iam);
- Siemens NX (Unigraphics) (*.prt);
- Creo (ProE) (*.prt.*, *.neu.*, *.asm.*, *.xas, *.xpr);
- Catia V5/V6 (*.3dxml);
  - Catia V5 (*.CATPart, *.CATProduct, *.CATShape);
  - Catia V4 (*.model, *.dlv, *.exp, *.session);
  - Solid Edge (*.asm, *.par, *.psm, *.pwd);
  - Rhino (*.3dm);
  - Revit (*.rvt, *.rfa);
  - I-Deas (*.arc, *.unv, *.mf1, *.prt, *.pkg);
  - VDA-FS (*.vda);
  - JT (*.jt);
  - PRC (*.prc);
  - CGR (*.cgr);
  - U3D (*.u3d);
  - FBX (*.fbx);
  - IFC (*.ifc);
  - КОМПАС-3D (*.m3d, *.a3d);
  - Файлы печатных плат IDF (*.brd, *.emn).

3D изображения

- TF3D (*.tf3d);
- Open Inventor (*.iv);
- AutoCAD (*.dwg, *dxf, *.dxb),
- VRML 2.0 (*.wrl);
- X3D (*.x3d);
- 3DS (*.3ds);
- 3MF (*.3mf);
- PLY (*.ply);
- OBJ (*.obj);

- STL (*.stl);
- GLTF (*.gltf);
- GLB (*.glb);
- Autodesk Navisworks (*.nwd).

Для импорта форматов Creo/ProE, Catia V5, Catia V5/V6, Catia V4, I-DEAS требуется дополнительная лицензия.

Также можно импортировать файлы форматов *.x3d, *.3mf, *.ply, *.obj, *.glb, *.gltf, *.3ds, *.dxf, *.tf3d, *.stl, *.wrl, *.iv, *.dwg, *dxf, *.dxb, *.nwd с помощью команды **3D изображение**.

Кроме того, возможен импорт файлов формата IDF (P-CAD) (*.brd, *.emn) с помощью отдельно устанавливаемого внешнего приложения **Печатные платы**.

Форматы растровых изображений (*.bmf, *.bmp, *.jpg, *.jpeg, *.gif, *.dib, *.pcx, *.tga, *.tif, *.tiff, *.png), чертежи в формате (*.grb), метафайлы форматов (*.wmf) и (*.emf) могут быть импортированы на 2D чертёж с помощью команды **Картинка.**

Основные темы в этом разделе:

- Импорт из AutoCAD (DXF, DXB, DWG)
- Импорт из Parasolid
- Импорт из IFC
- Импорт из КОМПАС-3D
- Импорт из нейтральных форматов и форматов других систем
- Импорт переменных и атрибутов с помощью конфигурационного файла

Импорт из AutoCAD (DXF, DXB, DWG)

При импорте в T-FLEX CAD документов AutoCAD необходимо задать следующие параметры:
Создать новый документ. Данный параметр указывает, куда должен быть помещён результат импорта: в текущий документ T-FLEX CAD или в новый документ.
Конвертировать текст в кодировку Windows. При установке данного параметра все импортируемые тексты будут преобразованы в кодировку Windows. Данный флажок следует использовать в том случае, когда осуществляется импорт документа AutoCAD из одной из его старых версий, работающих под DOS.
Конвертировать блоки во фрагменты. Данный параметр позволяет выбрать способ конвертации блоков AutoCAD. По умолчанию флажок снят и блоки преобразуются в набор обычных 2D элементов T-FLEX CAD. Когда же флажок установлен, блоки конвертируются во фрагменты T-FLEX CAD.
Масштабировать толщину линий на страницах. Данный параметр управляет флажком масштабирования линий на чертёжных видах, отображающих страницы из AutoCAD.
Импортировать толщину линий вместо веса. Параметр указывает, откуда брать толщину импортируемых линий. Если флаг снят, то вес линии в AutoCAD будет определять толщину линии в T-FLEX CAD.
Разбивать полилинии на линии. Позволяет масштабировать толщину линий для чертёжных видов. Параметр полезен после импорта из AutoCAD.
Создавать узлы. Импортирует точки в свободные узлы.
Следующие две группы параметров (**Конвертировать размеры в** и **Конвертировать штриховки в**) определяют способ преобразования элементов AutoCAD (размеров и штриховок) в элементы T-FLEX

CAD. Дополнительный флажок для штриховок **Автоматический поиск штриховки** включает автоматический поиск штриховки (по значениям точек, заданных в AutoCAD при создании штриховки - Pick points). Его рекомендуется устанавливать в тех случаях, когда импорт штриховки в обычном режиме (при снятом флажке) проходит неудачно.
Доступен импорт градиентных заливок.
При импорте точки исходного чертежа AutoCAD преобразуются (там, где это возможно) в свободные 2D узлы T-FLEX CAD. Большое количество созданных узлов может осложнить дальнейшую работу с импортированным чертежом. Избежать этого можно, установив флажок:
Оптимизировать элементы построения. При установке данного параметра узлы, расположенные на расстоянии, меньшем, чем заданный **радиус слияния**, будут объединяться в один узел.
Если флажок снят, то совпадение узлов не проверяется. Это позволяет ускорить процесс импорта, но может сильно усложнить чертёж.

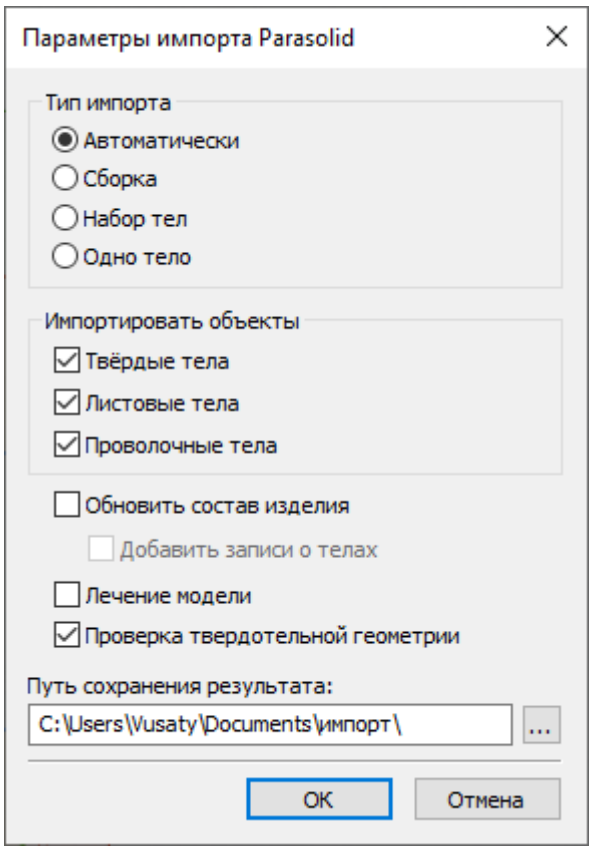
> Необходимо отметить, что поскольку чертежи в форматах DXF и DWG не являются параметрическими, в системе T-FLEX они также остаются непараметрическими.

Изображение. При наличии изображения в исходном документе оно импортируется без указания специальной опции.
3D геометрия. Этот параметр используется в случае, когда исходный файл AutoCAD содержит твердотельную 3D геометрию:
Игнорировать 3D данные. При выборе данного варианта 3D геометрия игнорируется при конвертации;
Импортировать 3D как 2D. В этом случае 3D тела из исходной модели AutoCAD при конвертации проецируются на 2D чертёж, 3D геометрия в результирующем файле T-FLEX CAD отсутствует;
Импортировать только 3D. 3D геометрия исходного файла преобразуется в 3D геометрию T-FLEX CAD.

- Тела и поверхности – импорт стандартной геометрии тел и поверхностей.
- 3D линии в 3D пути – импорт 3D линий AutoCAD в 3D пути T-FLEX.
- 3D точки в 3D узлы - импорт 3D точек AutoCAD в 3D узлы T-FLEX.
- 3D сетки в 3D изображения – модель AutoCAD будет импортирована как 3D изображение.

Импорт из Parasolid

При импорте файлов в формате Parasolid можно настроить следующие параметры:



Тип импорта

Доступны следующие типы:

- **Сборка**
  Модель будет импортироваться с созданием структуры сборки. Для хранения фрагментов и самой сборки на диске создаются новые документы, содержащие элементы сборки. После окончания импорта в окне T-FLEX CAD будет открыт созданный файл сборки.
- **Набор тел**
  Модель будет импортирована как набор независимых внешних моделей, соответствующих отдельным деталям сборки. Импортированная модель добавляется в текущий документ T-FLEX CAD.
- **Одно тело**
  Результатом импорта будет одно тело, которое вставляется в текущий документ T-FLEX CAD. Результат аналогичен результату использования команды **Внешняя модель**.

Импортировать объекты

В этой группе параметров можно выбрать объекты, которые будут импортированы в документ: **Твёрдые тела, Листовые тела** и **Проволочные тела**.

Прочие параметры

Обновить состав изделия

Опция управляет созданием состава изделия на основе данных в файле Parasolid: Наименования (Имени продукта) и Обозначения (ID продукта). Опцию следует использовать, только если в импортируемом файле есть данные для структуры изделия.

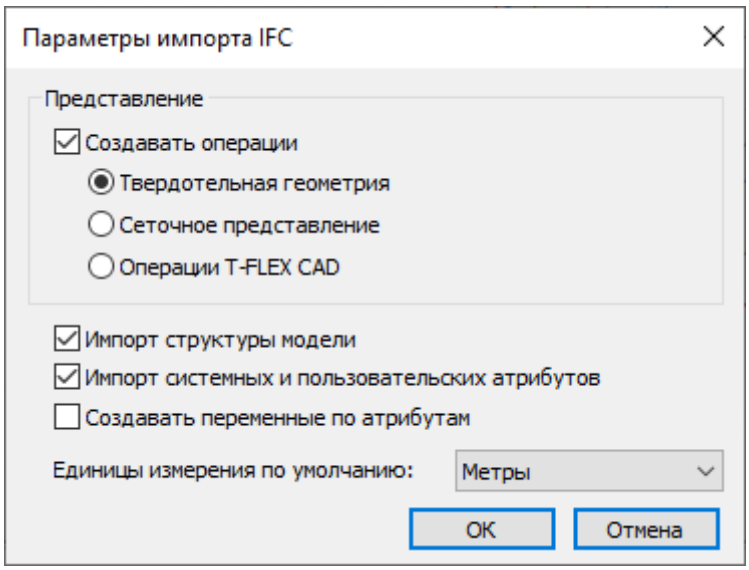
Добавить записи о телах

Если опция активна, то при импорте в структуру изделия будут добавлены записи о телах.

Лечение модели
При обнаружении проблем с импортируемой геометрией система постарается их исправить.
Проверка твердотельной геометрии
Если опция активна, то при импорте будет проверена корректность импортируемой геометрии, и будут выведены сообщения в окне диагностики при обнаружении ошибок.
Путь сохранения результата
В данном поле можно задать папку, в которую будут записаны создаваемые документы. Кнопка справа от поля открывает стандартный диалог выбора папки.

Импорт из IFC

При импорте файлов в формате IFC можно настроить следующие параметры:



Представление
Данная группа параметров определяет тип 3D геометрии, создаваемой в документе T-FLEX CAD при импорте. Если флаг **Создавать операции** снят, 3D геометрия не импортируется. Если флаг установлен, можно выбрать один из следующих типов геометрии:

- **Твердотельная геометрия**
  Геометрия импортируется как **Внешняя модель**, если это возможно. В противном случае используется сеточное представление.
- **Сеточное представление**
  Геометрия импортируется как **3D изображение**, если это возможно. В противном случае используется твердотельная геометрия.
- **Операции T-FLEX CAD**.
  Геометрия импортируется как операции 3D моделирования T-FLEX CAD, если это возможно. В противном случае используется сеточное представление или твердотельная геометрия, в зависимости от типа исходных данных. Данная опция является наиболее ресурсоёмкой, поэтому импорт будет проходить медленнее, чем при использовании других типов геометрии, однако позволяет получить модель, наиболее удобную для последующего редактирования в T-FLEX CAD.

Импорт структуры модели
При установленном флаге структура модели импортируется в виде структурных элементов.
Импорт системных и пользовательских атрибутов
При установленном флаге импортированным структурным элементам назначаются такие же системные и пользовательские атрибуты, как в исходном файле. Данная опция доступна только при включенном импорте структуры модели.

Создавать переменные по атрибутам
При установленном флаге создаются переменные, соответствующие импортированным системным и пользовательским атрибутам. Данная опция доступна только при включенном импорте атрибутов.
Единицы измерения по умолчанию
Единицы измерения тех элементов импортируемой геометрии, для которых единицы не были заданы в исходном файле.

Импорт из КОМПАС-3D

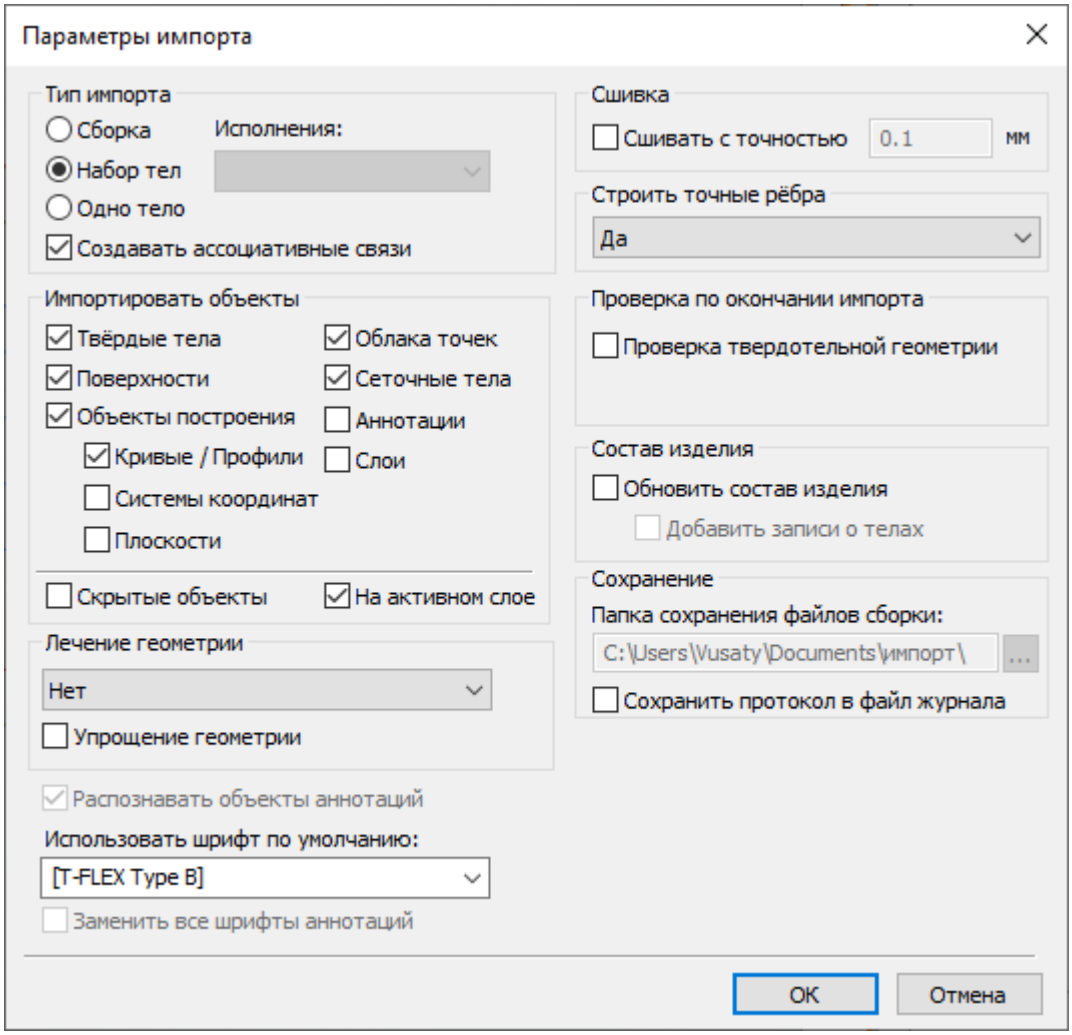
Модуль импорта КОМПАС-3D полноценно импортирует все типы элементов КОМПАС-3D, включая 3D модель, чертёжные виды, обозначения, фрагменты, текстовые данные и др.

> Импорт файлов форматов системы КОМПАС-3D (*.cdw, *.frw, *.spw, *.kdw, *.m3d, *.a3d) поддерживается только в том случае, если на компьютере установлен КОМПАС-3D. Это может быть как официальная версия, так и система, работающая в деморежиме.

Импорт документов КОМПАС-3D не требует задания каких-либо параметров, кроме папки для сохранения результата импорта.
Все файлы формируемых документов помещаются в указанную папку. Для файлов документов фрагментов при необходимости формируются вложенные папки.
Результат импорта автоматически открывается в окне T-FLEX CAD.

Импорт из нейтральных форматов и форматов других систем

Для форматов 3DXML, ACIS, Autodesk Inventor, Catia V4, Catia V5, CGR, Creo/ProE, I-Deas, IGES, JT, PRC, Rhino, Siemens NX (Unigraphics), Solid Edge, SolidWorks, STEP, U3D, VDA-FS используется одинаковый диалог параметров импорта.



Тип импорта

Доступны следующие типы:

- **Сборка**
  Модель будет импортироваться с созданием структуры сборки. Для хранения фрагментов и самой сборки на диске создаются новые документы, содержащие элементы сборки. После окончания импорта в окне T-FLEX CAD будет открыт созданный файл сборки.
- **Набор тел**
  Модель будет импортирована как набор независимых внешних моделей, соответствующих отдельным деталям сборки. Импортированная модель добавляется в текущий документ T-FLEX CAD.
- **Одно тело**
  Результатом импорта будет одно тело, которое вставляется в текущий документ T-FLEX CAD. Результат аналогичен результату использования команды **Внешняя модель**.

Создавать ассоциативные связи

При установленном флаге система попытается воспроизвести ассоциативные связи между импортируемыми объектами, аналогичные имеющимся в исходном файле.

Исполнения

Если система обнаружит исполнения импортируемой детали или сборки, то в выпадающем списке можно будет выбрать конкретное исполнение для импорта или импортировать все исполнения.

> Чтобы исполнения были доступны для импорта, может требоваться наличие дополнительных файлов. Набор необходимых файлов зависит от формата импорта.

Для импорта исполнений из **Creo** необходимо, чтобы в папке с импортируемой деталью или сборкой находились её исполнения в формате ***.xpr** или ***.xas** и таблица семейств в формате ***.ptd**.

Импортировать объекты

В этой группе параметров можно выбрать типы объектов, которые будут импортированы в документ:

- **Твёрдые тела**
- **Поверхности**
- **Объекты построения** (эскизы, оси, точки)
  При включенном импорте объектов построения также можно импортировать объекты следующих типов:
  - **Кривые / Профили**
  - **Системы координат**
  - **Плоскости**
- **Облака точек**
  Точки импортируются в виде 3D узлов
- **Сеточные тела** (полигональная сеточная геометрия)
- **Аннотации** (3Д элементы оформления)
- **Слои**

Ниже также можно отфильтровать объекты по параметрам видимости:

- **Скрытые объекты**
  При снятом флаге скрытые объекты любых типов не импортируются. При установленном флаге импортируются скрытые объекты тех типов, флаги которых установлены.
- **На активном слое**
  При установленном флаге объекты на слоях, не соответствующих активному фильтру, не импортируются.

Материалы импортируются при импорте геометрии, к которой они применены.

При импорте из ряда форматов также могут быть импортированы переменные и атрибуты. Для этого перед импортом необходимо указать импортируемые данные в специальном файле (см. Импорт переменных и атрибутов с помощью конфигурационного файла).

Лечение геометрии

Можно выбрать один из следующих вариантов: **Авто, Да, Нет**.

- **Да**
  Система старается исправить ошибочную геометрию в импортируемой модели и получить корректное тело. Потенциальные ошибки могут быть связаны с наличием в исходной модели самопересечений или не сшитых поверхностей. Полученное в результате лечения тело может отличаться от исходного.

Опция **Лечение геометрии** не гарантирует получения абсолютно корректных данных.

- **Да (включая ориентацию граней)**
  Данная опция доступна только для формата **STEP**. По сравнению с предыдущей опцией, она дополнительно позволяет инвертировать нормали граней при необходимости.
- **Авто**
  Система сама решает, следует предпринимать попытку лечения или нет.
- **Нет**
  Лечение модели не производится, что ускоряет процесс импорта.

Упрощение геометрии. Опция по возможности удаляет избыточную топологию у импортируемых тел.

Аннотации

Опции данной группы применимы, только если в группе **Импортировать объекты** включен импорт аннотаций.

Распознавать объекты аннотации

При снятом флаге импортированные аннотации представляют собой 3D изображения.

При установленном флаге система попытается сконвертировать их в соответствующие объекты T-FLEX CAD (размеры, надписи и т.п.), а 3D изображениями будут лишь те объекты, которые не удалось сконвертировать.

Использовать шрифт по умолчанию

Если шрифт, используемый для аннотаций в исходном файле, не поддерживается T-FLEX CAD, при импорте он будет заменён на выбранный в данном выпадающем списке. В противном случае замена шрифта управляется флагом, расположенным ниже.

Заменить все шрифты аннотаций

При установленном флаге все шрифты импортируемых аннотаций заменяются на выбранный в расположенном выше выпадающем списке.

При снятом флаге заменяются только те шрифты, которые не поддерживаются T-FLEX CAD.

Сшивка

Сшивать с точностью

Если поверхности могут образовать твёрдое тело с заданной точностью, они будут сшиты в твёрдое тело. В противном случае поверхности останутся поверхностями.

Строить точные ребра.

Доступны варианты **Да, Нет, Авто**. Включать опцию рекомендуется только для попытки исправить геометрию, если в модели возникают ошибки.

Проверка по окончании импорта

Проверка твердотельной геометрии

Если опция активна, то импортированная геометрия будет проверена. В окне диагностики и в верхней части экрана будут выведены сообщения при обнаружении ошибок. Проблемные объекты будут помечены в дереве.

> Чтобы получить более подробное описание проблемы можно воспользоваться командой Проверка модели».

> Для пунктов **Лечение геометрии**, **Строить точные ребра** и **Проверка твердотельной геометрии** по умолчанию выставлены оптимальные с точки зрения производительности и результата варианты. Рекомендуется изменять их, только если возникают проблемы.

Состав изделия

Обновить состав изделия

Опция управляет созданием структуры изделия на основе данных в файле: Наименования (Имени продукта) и Обозначения (ID продукта). Опцию следует использовать, только если в импортируемом файле есть данные для структуры изделия.

Добавить записи о телах

Если опция активна, то при импорте в структуру изделия будут добавлены записи о телах.

Сохранение

В поле **Папка сохранения файлов сборки** можно задать папку, в которую будут записаны создаваемые детали и документы сборки.
Кроме того, доступна опция **сохранения протокола в файл журнала**.

См. также:

- Импорт из AutoCAD
- Импорт из Parasolid
- Импорт из IFC
- Импорт из КОМПАС-3D
- Импорт переменных и атрибутов с помощью конфигурационного файла

Импорт переменных и атрибутов с помощью конфигурационного файла

Чтобы импортировать переменные и атрибуты при импорте из нейтральных форматов и форматов других систем, перед вызовом команды импорта необходимо вручную описать связи между объектами импортируемого документа и создаваемыми при импорте объектами T-FLEX CAD. Связи указываются в конфигурационном файле **ImportSettings.xml** располагающемся в папке **C:\Users\username\AppData\Local\Top Systems\T-FLEX CAD 3D 17\Rus**, где **C** - диск, на который установлена ОС, а **username** - имя текущего пользователя ОС. Если файл не существует в указанной папке, его можно вручную скопировать из папки установки CAD (по умолчанию - **C:\Program Files\T-FLEX CAD 17\Program**).

Конфигурационный файл может содержать следующие элементы:

```
<ImportSettings>
    <SW>
        <Attributes>
            <Variable Name="Масса_импорт" Unit="кг">
                <Attribute Name="Mass"/>
            </Variable>
            <Variable Name="$Материал">
                <Attribute Name="Основные">
                    <Field Name="Material"/>
                </Attribute>
            </Variable>
            <ProductStructureName>
                <Attribute Name="Наименование"/>
                <Attribute Name="Наименование_ВП"/>
            </ProductStructureName>
            <ProductStructurePartNumber>
                <Attribute Name="Обозначение_ДНП"/>
                <Attribute Name="Обозначение"/>
                <Attribute Name="BOM Part Number"/>
            </ProductStructurePartNumber>
        </Attributes>
    </SW>
<ImportSettings>
```

- **<ImportSettings>**
  Корневой элемент, внутри которого располагаются все остальные.
- **<SW>**
  Формат импорта. Внутри **<ImportSettings>** можно прописать несколько форматов.

Доступны следующие форматы: **<SW>** (SolidWorks), **<NX>**, **<STEP>**, **<CatiaV5>**, **<Creo>**, **<SolidEdge>**, **<Inventor>**, **<PRC>**, **<JT>**.

При импорте из Creo импортируются только **главные** параметры. Для импорта параметров, относящихся к прочим категориям (**альтернативные массовые свойства, отчётные массовые свойства, наследование**), необходимо приравнять к ним главные параметры с помощью уравнений и указать в конфигурационном файле имена этих главных параметров.

Связи между объектами импортируемого документа и создаваемыми при импорте объектами T-FLEX CAD описываются индивидуально для каждого формата с помощью элементов **<Variable>**, **<ProductStructureName>** и **<ProductStructurePartNumber>** внутри соответствующего формату элемента.

- **<Variable>**
  Переменная T-FLEX CAD, которой будет присвоено импортируемое значение. Для переменной необходимо указать имя в виде параметра **Name**. Опционально можно указать единицы измерения в виде параметра **Unit**. Имена единиц измерения указываются в соответствии с тем, как они заданы в параметре **ShortName** в файле **TFUnits.xml**, располагающемся в папке установки T-FLEX CAD (по умолчанию - **C:\Program Files\T-FLEX CAD 17\Program**).

Конвертация единиц не производится. Т.е., если например импортируемая переменная имеет значение **1000** и единицы измерения **г**, а для соответствующей переменной T-FLEX CAD указаны единицы измерения **кг**, то в итоге переменная T-FLEX CAD примет значение **1000** в **кг**.

  - **<Attribute>**
    В элементе **<Attribute>** внутри элемента **<Variable>** указывается импортируемый атрибут или переменная, значение которой будет присвоено переменной **<Variable>.** Способ указания зависит от формата импорта:
    - **все форматы, кроме NX и Inventor**
      Имя импортируемого атрибута или переменной указывается непосредственно в элементе **<Attribute>** в виде параметра **Name.**
      В примере, показанном ниже, в T-FLEX CAD будет создана вещественная переменная **Масса_импорт** и этой переменной будет присвоено значение импортируемого атрибута или переменной **Mass** и единицы измерения **кг**:

```
<Variable Name="Масса_импорт" Unit="кг">
   <Attribute Name="Mass"/>
</Variable>
```

    - **NX и Inventor**
      Импортируемые атрибуты или переменные принадлежат к именованным группам. Параметр **Name** элемента **<Attribute>** обозначает имя группы, а имя атрибута или переменной указывается в виде параметра **Name** элемента **<Field>**, располагающегося внутри **<Attribute>.**
      Если не указывать **Name** для **<Attribute>**, поиск атрибута или переменной, указанного в **<Field>,** будет произведён во всех группах.
      Если не использовать элемент **<Field>**, аналогично другим форматам, будет импортирован первый найденный атрибут или переменная с любым именем, принадлежащий группе **<Attribute>**.
      В примере, показанном ниже, в T-FLEX CAD будет создана текстовая переменная **$Материал** и этой переменной будет присвоено значение импортируемого атрибута или переменной **Material**, относящейся к группе **Основные**:

```
<Variable Name="$Материал">
   <Attribute Name="Основные">
         <Field Name="Material"/>
   </Attribute>
</Variable>
```

Внутри одного элемента **<Variable>** может располагаться несколько элементов **<Attribute>**. В таком случае при импорте система будет пытаться найти указанные **<Attribute>** в импортируемом файле в том порядке, в котором они указаны в конфигурационном файле. Первый найденный **<Attribute>** будет импортирован, остальные проигнорированы.

В примере, показанном ниже:

- Если в импортируемом файле есть атрибут или переменная **Обозначение_ДНП**, то переменной T-FLEX CAD **$Обозначение** будет присвоено значение атрибута или переменной **Обозначение_ДНП.**
- Если в импортируемом файле нет атрибута или переменной **Обозначение_ДНП**, но есть атрибут или переменная **Обозначение,** то переменной T-FLEX CAD **$Обозначение** будет присвоено значение атрибута или переменной **Обозначение.**
- Если в импортируемом файле нет атрибутов или переменных **Обозначение_ДНП** и **Обозначение**, но есть атрибут или переменная **BOM Part Number,** то переменной T-FLEX CAD **$Обозначение** будет присвоено значение атрибута или переменной **BOM Part Number.**
- Если в импортируемом файле нет атрибутов или переменных **Обозначение_ДНП, Обозначение** и **BOM Part Number**, то переменная T-FLEX CAD **$Обозначение** создана не будет.

```
<Variable Name="$Обозначение">
   <Attribute Name="Обозначение_ДНП"/>
   <Attribute Name="Обозначение"/>
   <Attribute Name="BOM Part Number"/>
</Variable>
```

- **<ProductStructureName>**
  Данный элемент используется, чтобы присвоить импортируемое значение служебной переменной $**Наименование**, которая по умолчанию связана с содержимым одноимённой колонки головной записи состава изделия T-FLEX CAD. Источник значения указывается в элементе **<Attribute>** внутри элемента **<ProductStructureName>**, аналогично описанному выше.
- **<ProductStructurePartNumber>**
  Данный элемент используется, чтобы присвоить импортируемое значение служебной переменной $**Обозначение,** которая по умолчанию связана с содержимым одноимённой колонки головной записи состава изделия T-FLEX CAD. Источник значения указывается в элементе **<Attribute>** внутри элемента **<ProductStructurePartNumber>**, аналогично описанному выше.

См. также:

- Импорт из нейтральных форматов и форматов других систем

Экспорт чертежей и моделей

Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Файл > Экспорт Листовой металл (2D) > Экспорт > Экспорт
Клавиатура	Текстовое меню
<EX>, **<Ctrl>+<W>**	Файл > Экспорт

Команда также доступна на панели быстрого доступа.
T-FLEX CAD позволяет **экспортировать** свои 2D чертежи и 3D модели в следующие форматы:

Только для 2D чертежей

- Windows Metafiles (*.wmf);
- Enhanced Windows Metafiles (*.emf);
- Файл AutoCAD (*.dwg);
- Файл AutoCAD DXF (*.dxf);
- Файл AutoCAD DXB (*.dxb);
- Метафайлы T-FLEX CAD (*.bmf);
- Метафайлы T-FLEX CAD с удалением невидимых линий (*.bmf).

Для 2D чертежей и 3D моделей

- Растровое изображение (*.bmp, *.jpg, *.gif, * tif, *.tiff, *.png),
- Файлы формата PDF (*.pdf).

Только для 3D моделей

3D документы

- Файл Parasolid (*.x_t, *.xmt_txt);
- Бинарный файл Parasolid (*.x_b, *.xmt_bin);
- STEP (*.stp, *.step);
- IGES 3D (*.igs, *.iges);
- JT (*.jt);
- ACIS (*.sat, *.sab);
- Формат RGK Zip (*.RGK_ZIP);
- Формат RGK (*.RGK_XML);
- Файлы формата PRC (*prc);
- Файлы RGP (*.RGP).

Сеточная геометрия

- Файл AutoCAD DXF 3D (*.dxf);
- Стереолитография (*.stl);
- Файлы PLY (*.ply);
- Файлы формата OBJ (*.obj);
- Файлы VRML 2.0 (*.wrl);
- Файлы формата U3D (*.u3d);
- Файлы X3D (*.x3d);
- POV-Ray (*.pov);

- Файлы формата Open Inventor (*.iv);
- Rhino Model (*.3dm);
- IFC (*.ifc);
- 3MF (*.3mf);
- Файлы сцены T-FLEX - TF3D (*.tf3d);
- GLTF (*.gltf, *.gld);
- Файлы системы «EULER» (*.ect).

При переносе моделей из T-FLEX CAD в другие системы и из других систем в T-FLEX CAD настоятельно рекомендуется, при наличии выбора между форматами IGES и STEP, использовать формат STEP как более развитый.

Выберите требуемый формат и нажмите кнопку **Экспорт** в верхней части окна.
После вызова команды, в системном окне **Параметры** отобразятся соответствующие параметры для экспорта форматов.

В зависимости от выбранного формата экспорта далее либо сразу происходит сохранение файла (форматы Windows Metafiles, Enhanced Windows Metafiles, метафайлы T-FLEX CAD, метафайлы без удаления невидимых линий), либо требуется задать дополнительные параметры, описанные в подразделах данного раздела.

Экспорт полигональных сеточных форматов

Когда модели экспортируются в полигональные сеточные форматы, их геометрическая форма преобразуется в набор треугольных элементов. Можно задавать точность полигональной модели. При повышении точности увеличивается число треугольников и размер конечного файла.

Основные темы в этом разделе:

- Экспорт в AutoCAD (DXF, DXB, DWG)
- Экспорт растрового изображения
- Экспорт в PDF

- Экспорт в Parasolid
- Экспорт в Rhino Model
- Экспорт в STEP и IGES
- Экспорт в JT, ACIS, PRC
- Экспорт в IFC
- Экспорт в DRAGON
- Экспорт в EIA
- Экспорт в X3D, IV, VRML 2.0, TF3D, PLY, OBJ
- Экспорт в 3D PDF, U3D
- Экспорт в POV-Ray
- Экспорт в STL (Стереолитография)
- Экспорт в DXF 3D
- Экспорт в 3MF
- Экспорт в GLTF и GLB
- Экспорт в формат ECT системы Euler

См. также:

- Экспорт сценария разборки

Экспорт в AutoCAD (DXF, DXB, DWG)

При экспорте 2D чертежа в один из форматов системы AutoCAD (DXF, DXB или DWG) необходимо указать следующие параметры:

Версия AutoCAD.

Конвертировать линии в, Конвертировать штриховки в. Данные параметры определяют, в какие элементы системы AutoCAD будут преобразованы линии и штриховки T-FLEX CAD;

Конвертировать размеры в. Для размеров T-FLEX CAD можно выбрать один из следующих вариантов экспорта:

- **Размеры.** В этом случае при конвертации размеров производится перевод параметров размера T-FLEX CAD в параметры размера AutoCAD. При этом возможны некоторые потери текстовой информации размера, не поддерживаемой AutoCAD (например, допусков, содержащих буквенное обозначение). При конвертации некоторых размеров, не поддерживаемых AutoCAD, могут также быть созданы дополнительные линии, надписи и тексты, не связанные с размером AutoCAD – для точного воспроизведения изображения размера T-FLEX CAD. Например, такое возможно при экспорте некоторых размеров с текстом на полке-выноске или на продолжении размерной линии.
- **Размеры и тексты.** При выборе данного варианта также создаются размеры AutoCAD (иногда с дополнительными линиями). Но текстовая информация получившихся размеров AutoCAD скрывается. Вместо неё вставляются объекты типа **Текст**, отражающие вид размера T-FLEX CAD, но при этом не связанные с размером AutoCAD.
- **Линии и тексты.** В данном случае при конвертации размеры AutoCAD не создаются. Изображение размера T-FLEX CAD передаётся в виде линий и текстов.

Конвертация текстов. Группа параметров, определяющая способ экспорта текстов:

- **Тексты**. Данный параметр определяет способ конвертации элементов типа **Строчный текст**: **в тексты** или **в линии AutoCAD**;
- **Мультитексты.** Параметр, определяющий способ конвертации текстов типа **Многострочный текст**, **Параграф-текст**, **Таблица**. Из выпадающего списка можно выбрать три варианта:
  - **В мультитексты**. Тексты T-FLEX CAD указанных типов преобразуются в мультитексты (mtext) AutoCAD. Нижние или верхние индексы, допуски, посадки, входящие в содержимое текста T-FLEX CAD, в AutoCAD не передаются. Содержимое таблиц T-FLEX CAD записывается в

один столбец. Дроби, содержащиеся в тексте T-FLEX CAD, конвертируются корректно при условии, что они не имеют вложенных дробей;

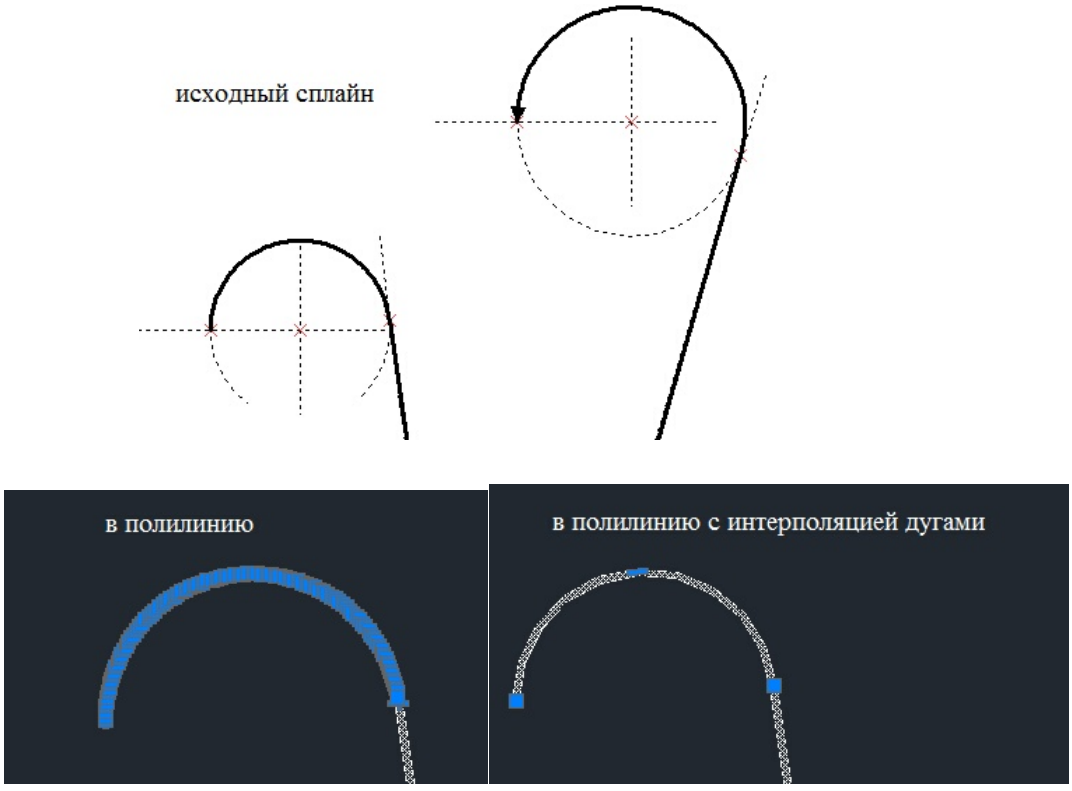
- **В тексты и линии**. Тексты T-FLEX CAD экспортируются в виде обычных текстов и линий AutoCAD;
- **Выборочно**. При конвертации производится проверка текста T-FLEX CAD на наличие таблиц, дробей, индексов, допусков, шероховатостей и т.п. Если какой-либо из этих объектов присутствует, то данный текст экспортируется в виде обычных текстов и линий AutoCAD. В противном случае текст преобразуется в мультитекст AutoCAD.

- **Кодировка**. Данный параметр позволяет выбрать требуемую кодировку текста. По умолчанию установлена кодировка, соответствующая языку, используемому в T-FLEX CAD. При экспорте файла, содержащего символы языка, отличного от языка T-FLEX CAD, может потребоваться изменить кодировку.

Помимо вышеописанных параметров, можно также выбрать, какие страницы исходного чертежа T-FLEX CAD необходимо экспортировать в документ AutoCAD (группа **Страницы**). Выбор страниц осуществляется так же, как и при печати документа.

Конвертировать сплайны - параметр управляющий переносом линий изображения-сплайнов из GRB файла в файл AutoCAD

- **в полилинии -** сплайн создаётся как полилиния с разбиением на сегменты
- **в полилинии с интерполяцией дугами** - участки сплайна заменяются дугами, там, где это возможно.



Допустимое отклонение - параметр задаёт допустимое отклонение положения точек полилинии от исходного сплайна.

Изображения. В случае наличия изображений они экспортируются без указания дополнительной опции.

Группа **Экспортировать** позволяет указать, какие страницы исходного чертежа T-FLEX CAD необходимо экспортировать в документ AutoCAD. Выпадающий список режимов экспорта предлагает следующие варианты.

- **Все страницы**;

- **Текущую страницу;**
- **Выбранные объекты.** В данном случае экспортируются только объекты, которые были выбраны на чертеже;
- **Выбранные страницы.** Будут экспортироваться только страницы, выбранные в списке ниже. Выбор страниц осуществляется так же, как и при печати документа.

Экспортировать только в пространство модели. При установленном параметре экспорт выполняется на закладку «Model», но в файле не создаются страницы (Layouts).

> Если в экспортируемом чертеже использованы shx-шрифты, отсутствующие в AutoCAD, можно добавить их в AutoCAD, скопировав эти шрифты в его рабочую директорию.

Не создавать блоки для страниц. Чертёж будет создан без разделения на блоки.

См. также:

- Экспорт в DXF 3D

Экспорт растрового изображения

В диалоге экспорт растрового изображения задаются следующие параметры:
Группа параметров **Файл** отображает, а также позволяет изменить выбранные на предыдущем шаге имя и формат результирующего файла.

Группа параметров Экспортировать

Группа определяет экспортируемое изображение.
Текущее окно. При установке данного варианта экспортируется изображение текущего окна;
Текущая страница. При установке данного варианта экспортируется изображение текущей 2D страницы;
Прямоугольная область. Данный вариант позволяет вручную задать прямоугольную область 2D страницы, содержимое которой будет записано в результирующий файл. Область можно указать двумя способами:

- Задав координаты **левого нижнего** и **правого верхнего** угла области. Координаты задаются в соответствующих полях;
- Выбрав прямоугольную область в 2D окне. Для выбора области следует нажать кнопку **Выбрать**. Окно диалога временно исчезнет с экрана и можно будет с помощью курсора указать требуемую область. Для возвращения в диалог надо нажать в автоменю.

> Обратите внимание, что группа **Экспортировать** доступна только при вызове команды экспорта из 2D окна. При вызове команды из 3D окна принудительно устанавливается вариант **Текущее окно**, и вся данная группа для редактирования недоступна.

Дополнительный флажок **Скрыть построения** (по умолчанию установлен) влияет на экспорт 2D и 3D построений. Когда флажок установлен, элементы построения не экспортируются.

> Обратите внимание, что параметр Область вывода, а также поля для задания прямоугольной области доступны только при вызове команды экспорта из 2D окна. При вызове команды из 3D окна принудительно устанавливается вариант Текущее окно. Кроме того, при вызове из 3D окна в диалоге команды появляется ещё один флажок – Скрыть элементы оформления. Когда этот флажок установлен, не экспортируются 3D элементы оформления.

Флажок **Скрыть экранные слои** также доступен только при экспорте из 2D окна. Данный параметр определяет, будут ли экспортироваться элементы чертежа, принадлежащие слоям, для которых установлен параметр **Экранный**.

Группа параметров Изображение

Служит для задания параметров создаваемого файла: размеров изображения, разрешения, цвета фона.

Ширина, **Высота**. Ширина и высота изображения в результирующем файле. При задании этих параметров система будет принудительно сохранять пропорции изображения;

Единицы. Данный параметр определяет единицы, в которых указываются высота и ширина изображения: **Пиксели**, **Миллиметры**, **Сантиметры**, **Дюймы**.

Разрешение. Параметр определяет разрешение создаваемого файла. Дополнительно можно выбрать размерность разрешения: **Пикселей на дюйм** или **Пикселей на сантиметр**.

Справочный параметр **Размеры в пикселях** позволяет оценить размер получающегося файла.

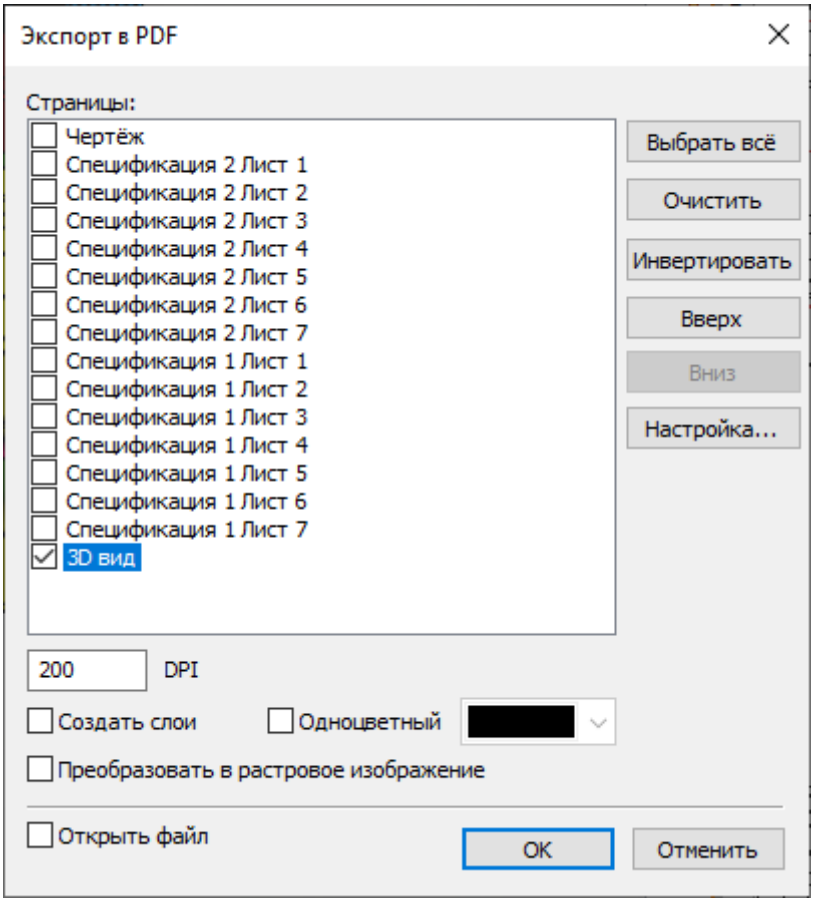
Цвет фона. Данный параметр задаёт цвет фона создаваемой картинки: **Авто** (такой же, как цвет фона активного окна), **Белый**, **Чёрный**, **Выбрать** (любой цвет из выпадающего списка справа).

Если экспортируется 3D сцена, то для формата PNG дополнительно доступен вариант **Прозрачный**, который позволяет задать прозрачный фон для картинки.

Качество. Данный параметр доступен только при экспорте в формат ***.jpg**. Он задаёт степень сжатия файла. Чем выше установленное качество сжатия, тем меньше потерь в изображении и больше размер файла.

Экспорт в PDF

После вызова команды появится стандартное окно выбора файлов, в котором необходимо указать папку для сохранения результата экспорта и название создаваемого файла. После этого появляется диалоговое окно, в котором можно настроить параметры экспорта.



Страницы

В поле **Страницы** пользователь указывает страницы, которые нужно экспортировать.

Кнопки справа от поля позволяют управлять выбором страниц для экспорта.
Кнопки **Вверх** и **Вниз** позволяют расположить 3D вид в начале документа PDF или в конце.
Также для 3D вида доступна кнопка **Настройка**, которая вызывает диалог экспорта в 3D PDF.

Параметры

В нижней части диалога доступны следующие параметры:

Преобразовать в растровое изображение.

Если флаг установлен, все страницы будут преобразованы в растровые изображения. В поле **DPI** можно указать разрешение изображения.

Создать слои

Если флаг установлен, то в документе PDF будут созданы слои, аналогичные слоям в документе T-FLEX CAD.

Одноцветный

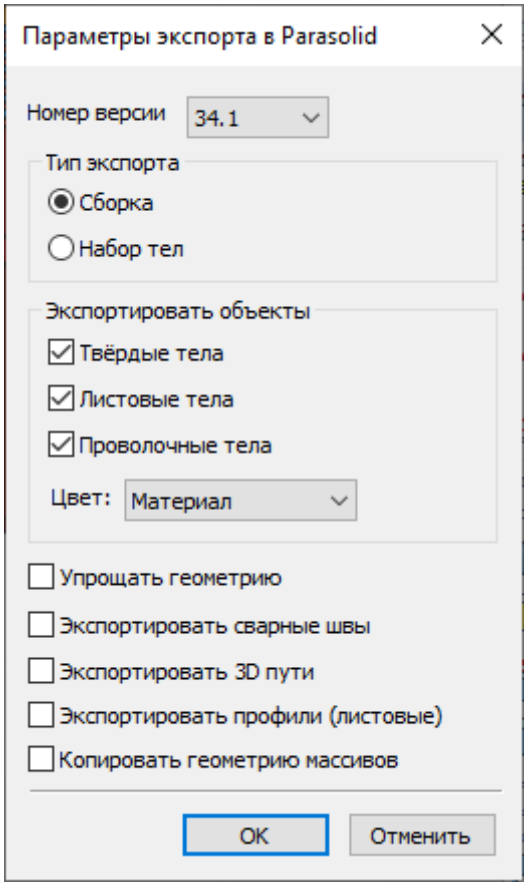
Если флаг установлен, все элементы чертежа на всех страницах будут иметь цвет, выбранный в выпадающем списке справа от флага. По умолчанию задан чёрный цвет.

Открыть файл

Если флаг установлен, документ PDF будет открыт после завершения экспорта.

Экспорт в Parasolid

После вызова команды появится стандартное окно выбора файлов, в котором необходимо указать папку для сохранения результата экспорта и название создаваемого файла. После этого появляется диалоговое окно, в котором можно настроить параметры экспорта.



Номер версии

Номер версии Parasolid.

По умолчанию указан номер версии Parasolid, на которой работает система T-FLEX CAD.

Тип экспорта

Доступны следующие типы:

- **Сборка**
  Модель экспортируется с сохранением сборочной структуры, если она существует.
- **Набор тел**
  Модель экспортируется без сохранения сборочной структуры.

Экспортировать объекты

В данной группе параметров следует установить флаги тех типов объектов, которые вы хотите экспортировать. Доступны следующие основные типы:

- **Твёрдые тела**
  Тип объекта сохраняется.
- **Листовые тела**
  Экспорт тел-поверхностей. Тип объекта сохраняется.
- **Проволочные тела**
  Если во внешней операции лежит проволочное тело – оно будет экспортировано.

Для некоторых типов объектов доступны дополнительные флаги (см. ниже).

Прочие параметры

Цвет

Можно выбрать один из следующих источников цвета тел:

- **Материал**
  Основной цвет материала тела.
- **Тоновая закраска**
  Цвет, заданный в параметрах тела или его граней.

Упрощать геометрию

Опция по возможности удаляет избыточную топологию у экспортируемых тел модели. В результате уменьшается размер выходного файла. Опция не изменяет качество модели. К примеру, это могут быть «лишние» рёбра, разбивающие цилиндрическую поверхность на сегменты. По умолчанию эта опция отключена, так как при её использовании растут время экспорта и потребление памяти.

Экспортировать сварные швы

Управляет экспортом сварных швов.

Экспортировать 3D пути

Управляет экспортом 3D путей и трасс.

Экспортировать профили (листовые)

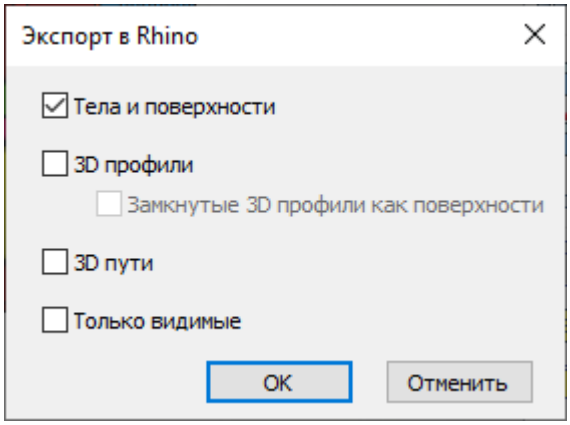
Управляет экспортом замкнутых 3D профилей.

Копировать геометрию массивов

Если флаг установлен, то будут создаваться копии для всех элементов массива. Размер файла в этом случае увеличивается.

Экспорт в Rhino Model

После вызова команды появится стандартное окно выбора файлов, в котором необходимо указать папку для сохранения результата экспорта и название создаваемого файла. После этого появляется диалоговое окно, в котором можно настроить параметры экспорта.

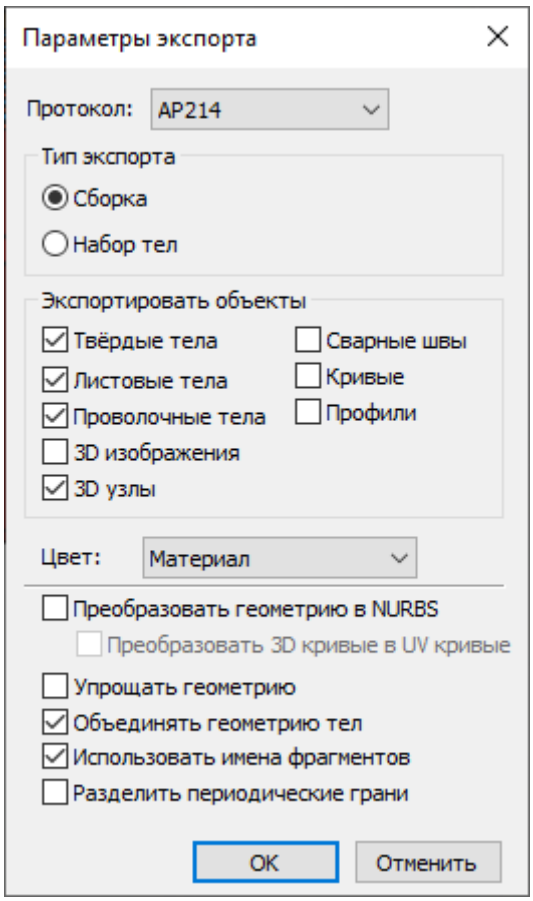


Параметры экспорта в данный формат определяют, какие 3D объекты исходной модели T-FLEX CAD необходимо перенести в результирующую модель Rhino:

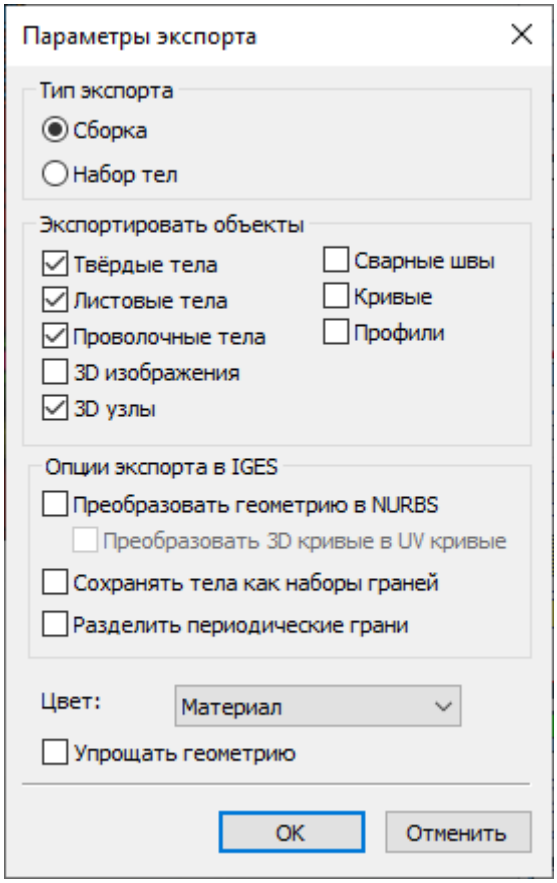
- **Тела и поверхности**
  Если данный флаг установлен, будут сохранены все видимые твердые тела и тела-поверхности.
- **3D профили**
  При установленном флажке в модель Rhino переносятся 3D профили. При этом доступен дополнительный флаг:
  - **Замкнутые 3D профили как поверхности**
    Если флаг установлен, то замкнутые 3D профили сохраняются как поверхности, в противном случае сохраняются только кривые, составляющие их внешние границы.
- **3D пути**
  При установке флага в модель Rhino экспортируются 3D пути и трассы.
- **Только видимые**
  Если данный флаг установлен, экспортируются только видимые 3D объекты модели T-FLEX CAD. Данный параметр влияет только на экспорт 3D путей, трасс и 3D профилей (тела и поверхности всегда выгружаются только видимые).

Экспорт в STEP и IGES

После вызова команды появится стандартное окно выбора файлов, в котором необходимо указать папку для сохранения результата экспорта и название создаваемого файла. После этого появляется диалоговое окно, в котором можно настроить параметры экспорта. Для данных форматов используются похожие диалоги.



STEP



IGES

Протокол (только для STEP)

По умолчанию включён новый протокол **AP214**. Старая версия протокола **AP203** не поддерживает передачу цвета, но обеспечивает совместимость STEP файлов со старыми версиями CAD систем.

Тип экспорта

Доступны следующие типы:

- **Сборка**
  Модель экспортируется с сохранением сборочной структуры, если она существует.
- **Набор тел**
  Модель экспортируется без сохранения сборочной структуры.

Экспортировать объекты

В данной группе параметров следует установить флаги тех типов объектов, которые вы хотите экспортировать. Доступны следующие типы:

- **Твёрдые тела**
  Тип объекта сохраняется.
- **Листовые тела**
  Экспорт тел-поверхностей. Тип объекта сохраняется.
- **Проволочные тела**
  Если во внешней операции лежит проволочное тело – оно будет экспортировано.
- **3D изображения**
  Объект будет экспортирован как сетка.

- **3D узлы**
  Тип объекта сохраняется.
- **Сварные швы**
  Сварные швы преобразуются в тела.
- **Кривые**
  Экспорт 3D путей и трасс. Они преобразуются в проволочную геометрию.
- **Профили**.
  Экспорт 3D профилей. Замкнутые профили преобразуются в тела-поверхности. Незамкнутые профили преобразовываются в проволочную геометрию.

Прочие параметры

Цвет

Можно выбрать один из следующих источников цвета тел:

- **Материал**
  Основной цвет материала тела.
- **Тоновая закраска**
  Цвет, заданный в параметрах тела или его граней.

Преобразовать геометрию в NURBS

Преобразует полиномиальные сплайны в рациональные (NURBS) сплайны. Позволяет использовать экспортированный файл в системах, не поддерживающих полиномиальные сплайны.

Преобразовать 3D кривые в UV кривые

Преобразует 3D кривые в кривые, определяемые 2D кривой, лежащей на 3D поверхности. Данная опция доступна только при использовании опции **Преобразовать геометрию в NURBS.** Позволяет использовать экспортированный файл в системах, не поддерживающих 3D кривые. Может повысить качество модели.

Упрощать геометрию

По возможности удаляет избыточную топологию у экспортируемых тел модели. К примеру, это могут быть «лишние» рёбра, разбивающие цилиндрическую поверхность на сегменты. В результате уменьшается размер выходного файла. Опция не изменяет качество модели. По умолчанию эта опция отключена, так как при её использовании растут время экспорта и потребление памяти.

Объединять геометрию тел (только для STEP)

Уменьшает объем экспортированного STEP-файла и сокращает время последующего импорта геометрии из STEP в T-FLEX CAD или другие системы, не влияя на конечный результат импорта. При использовании данной опции конвертор ищет совпадающие объекты в модели CAD и заменяет их в результатах экспорта ссылками на единственный объект. По умолчанию опция включена. Отключите её, если экспорт даёт некорректные результаты.

Использовать имена фрагментов (только для STEP)

При установленном флаге имена экспортированных тел 3D фрагментов будут основаны на параметрах операции вставки фрагмента: если для операции задан параметр **Имя фрагмента (отображаемое)**, он используется при экспорте; в противном случае используется параметр **Имя операции**. При снятом флаге имена экспортированных тел 3D фрагментов будут основаны на именах файлов фрагментов.

> Параметр **Имя фрагмента (отображаемое)** наследуется операцией вставки фрагмента из параметров документа фрагмента.

Сохранять тела как наборы граней (только для IGES)

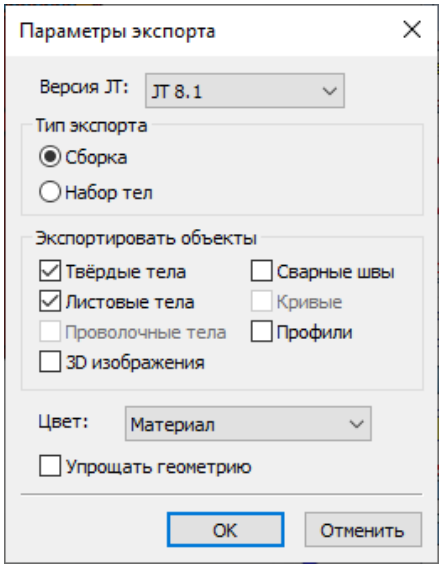
Вместо сохранения твёрдого тела, будет сохраняться набор его граней, каждая грань как отдельная поверхность.

Разделить периодические грани

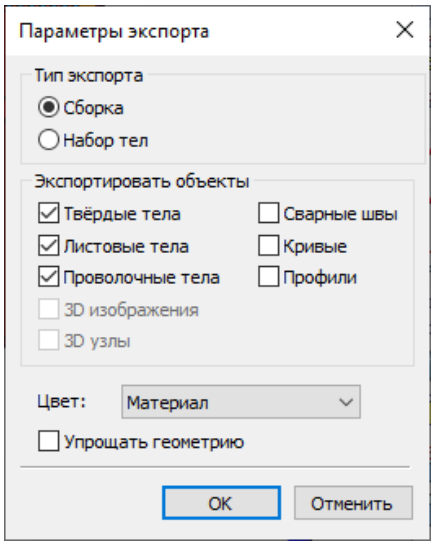
Разделяет периодические грани (например, цилиндрические), на две части. Может повысить качество модели, но увеличивает время экспорта. Позволяет использовать экспортированный файл в системах, не поддерживающих периодические грани.

Экспорт в JT, ACIS, PRC

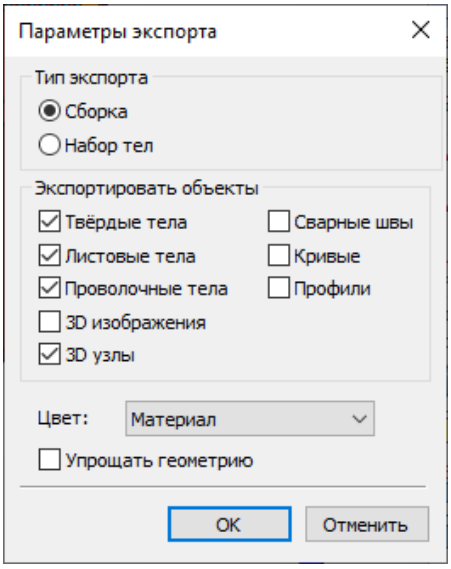
После вызова команды появится стандартное окно выбора файлов, в котором необходимо указать папку для сохранения результата экспорта и название создаваемого файла. После этого появляется диалоговое окно, в котором можно настроить параметры экспорта.. Для данных форматов используются похожие диалоги.



JT



ACIS



PRC

Версия JT

Для формата JT можно дополнительно указать версию JT.

Тип экспорта

Доступны следующие типы:

- **Сборка**
  Модель экспортируется с сохранением сборочной структуры, если она существует.
- **Набор тел**
  Модель экспортируется без сохранения сборочной структуры.

Экспортировать объекты

В данной группе параметров следует установить флаги тех типов объектов, которые вы хотите экспортировать. Доступны следующие типы:

- **Твёрдые тела**
  Тип объекта сохраняется.
- **Листовые тела**
  Экспорт тел-поверхностей. Тип объекта сохраняется.
- **Проволочные тела** (только для ACIS и PRC)
  Если во внешней операции лежит проволочное тело – оно будет экспортировано.
- **3D изображения** (только для JT и PRC)
  Объект будет экспортирован как сетка.

- **3D узлы** (только для PRC)
  Тип объекта сохраняется.
- **Сварные швы**
  Сварные швы преобразуются в тела.
- **Кривые** (только для ACIS и PRC)
  Экспорт 3D путей и трасс. Они преобразуются в проволочную геометрию.
- **Профили**.
  Экспорт 3D профилей. Замкнутые профили преобразуются в тела-поверхности. Незамкнутые профили преобразовываются в проволочную геометрию. Для формата JT доступен экспорт только замкнутых профилей.

Прочие параметры

Цвет

Можно выбрать один из следующих источников цвета тел:

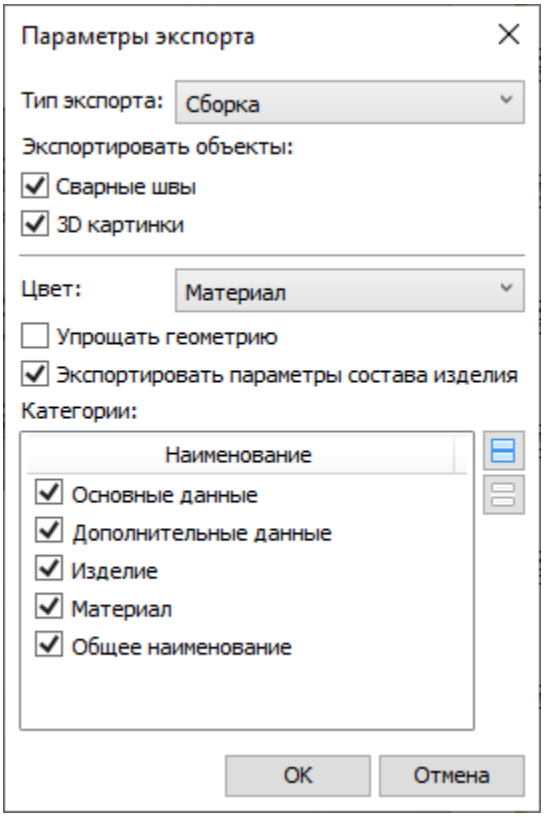
- **Материал**
  Основной цвет материала тела.
- **Тоновая закраска**
  Цвет, заданный в параметрах тела или его граней.

Упрощать геометрию

Опция по возможности удаляет избыточную топологию у экспортируемых тел модели. В результате уменьшается размер выходного файла. Опция не изменяет качество модели. К примеру, это могут быть «лишние» рёбра, разбивающие цилиндрическую поверхность на сегменты. При использовании данной опции увеличивается время экспорта и потребление памяти.

Экспорт в IFC

После вызова команды появится стандартное окно выбора файлов, в котором необходимо указать папку для сохранения результата экспорта и название создаваемого файла. После этого появляется диалоговое окно, в котором можно настроить параметры экспорта.



Тип экспорта

Доступны следующие типы:

- **Набор тел**
  3D геометрия экспортируется без сохранения иерархии сборки.
- **Сборка**
  3D геометрия экспортируется с сохранением иерархии сборки, определяемой составом изделия. Записи состава, не связанные с 3D геометрией и не имеющие дочерних записей, связанных с 3D геометрией, игнорируются.

Экспортировать объекты

Тела экспортируются всегда. Дополнительно можно включить или выключить экспорт 3D объектов следующих типов:

- **Сварные швы**
  Сварные швы преобразуются в тела.
- **3D картинки**
  Объект будет экспортирован как сетка.

Цвет

В выпадающем списке данного параметра можно выбрать источник данных о цвете экспортируемой геометрии:

- **Тоновая закраска**
  Используется цвет, заданный в параметрах тела.
- **Материал**
  Используется основной цвет, заданный в параметрах материала тела.

Упрощать геометрию

По возможности удаляет избыточную топологию у экспортируемых тел модели. К примеру, это могут быть «лишние» рёбра, разбивающие цилиндрическую поверхность на сегменты. В результате

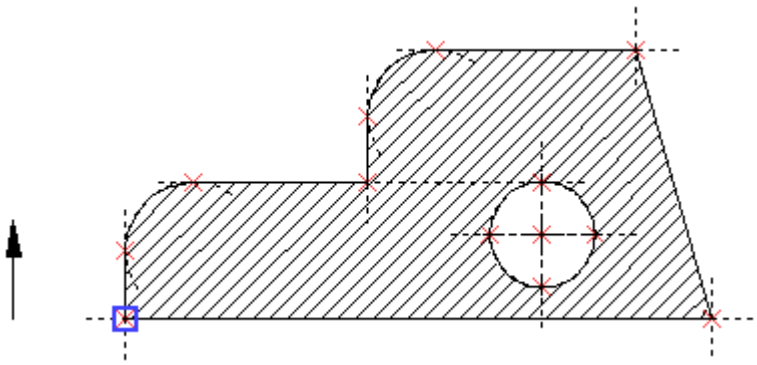
уменьшается размер выходного файла. Опция не изменяет качество модели. По умолчанию эта опция отключена, так как при её использовании растут время экспорта и потребление памяти.

Экспортировать параметры состава изделия

Данная опция доступна только для типа экспорта **Сборка**. При установленном флаге доступен выбор категорий экспортируемых параметров записей состава изделия. Выбранные параметры состава изделия экспортируются как атрибуты соответствующих объектов сборочной структуры.

Экспорт в DRAGON

Опишем для примера, приведенного ниже, параметры которые можно задать при выводе профиля штриховки в формат DRAGON.



Деталь, изображенная на примере, имеет профиль, состоящий из двух контуров (полилинии, включающей в себя отрезки и две дуги, и окружности).
На примере выделен начальный узел профиля и стрелкой показано направление обхода профиля.
При выборе данного формата создается следующий файл:

Файл Profile.drg:

```
PROFILE 1
START 205.740000 188.900000
LINE 224.180000 122.540000
LINE 79.630000 122.540000
LINE 79.630000 139.400000
ARC 96.490000 156.260000 96.490000 139.400000 -16.860000
LINE 139.540000 156.260000
LINE 139.540000 172.480000
ARC 155.960000 188.900000 155.960000 172.480000 -16.420000
LINE 205.740000 188.900000
END
PROFILE 2
START 195.470000 143.280000
ARC 195.470000 143.280000 182.490000 143.280000 12.980000
END
```

Профиль-файл состоит из последовательности строк. Каждая из строк начинается с ключевого слова и имеет определенный формат. Ключевые слова могут быть следующими:

PROFILE
START
LINE
ARC

END

Каждый новый контур имеет заголовок:
PROFILE N, где
N - номер контура по порядку.
Например:

PROFILE 1
...
...
...
PROFILE 2
...

Каждый контур начинается с ключевого слова **START** и заканчивается ключевым словом **END**.
Форматы строк:
START X1 Y1
END,
где
X1, Y1 - вещественные координаты начальной точки контура.
Например:

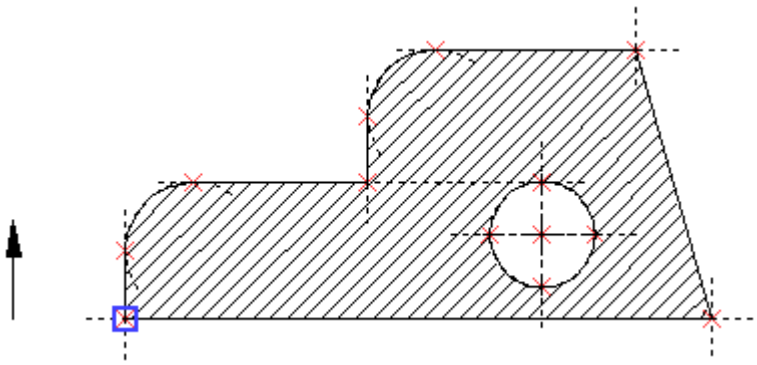
START 57.000 108.000
...
...
END

Между ключевыми словами **START** и **END** идет набор строк, состоящий из ключевых слов **LINE** (линия) и **ARC** (дуга или окружность).
Форматы строк:
LINE X2 Y2,
где
X2, Y2 - вещественные координаты конечной точки линии.
ARC X2 Y2 XC YC R, где
X2, Y2 - вещественные координаты конечной точки дуги окружности (для окружности - координаты точки на окружности).
XC YC - вещественные координаты центра окружности.
R - радиус окружности. Радиус окружности - положительный, если обход контура дуги осуществлялся против часовой стрелки, и радиус окружности - отрицательный, если по часовой стрелке.
Например:

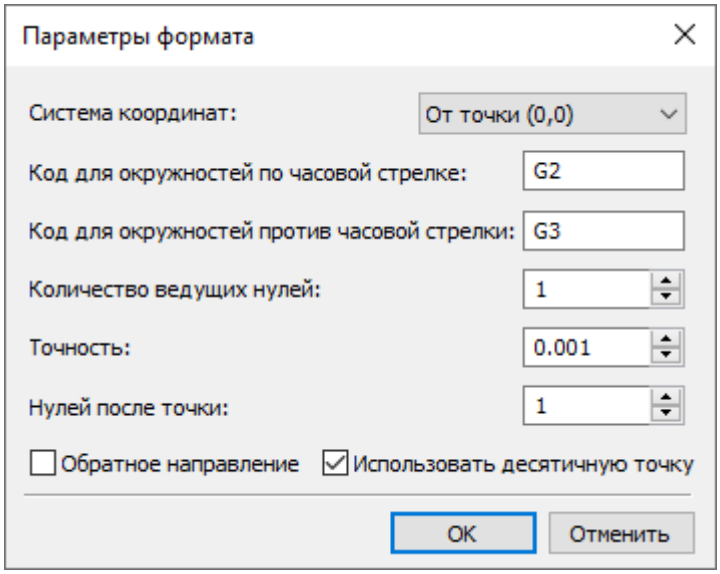
LINE 97.000 108.000
ARC 117.000 88.000 97.000 88.000 -20
LINE 117.000 68.000
ARC 127.000 58.000 127.000 68.000 10

Экспорт в EIA

Опишем для примера, приведенного ниже, параметры которые можно задать при выводе профиля штриховки в формат EIA.



Деталь, изображенная на примере, имеет профиль, состоящий из двух контуров (полилинии, включающей в себя отрезки и две дуги, и окружности).
На примере выделен начальный узел профиля и стрелкой показано направление обхода профиля.
При задании выходного формата "EIA" вы можете изменить следующие опции вывода:



Система координат. Задает точку, относительно которой будут отсчитываться координаты профиля. Вы можете выбрать из списка:

- **От точки (0,0)**
- **От начала контура**
- **В приращениях**

Код для окружности по часовой стрелке. Задает код для определения дуг, заданных по часовой стрелке.
Код для окружности против часовой стрелки. Задает код для определения дуг, заданных против часовой стрелке.
Количество ведущих нулей. Задает обязательное количество цифр до десятичной точки при записи чисел в файл.
Точность. Задает точность округления чисел при записи в файл.
Нулей после точки. Задает обязательное количество цифр после десятичной точки.
Обратное направление. Получение координат профиля в обратном направлении заданному.
Использовать десятичную точку. Параметр необходим для задания жесткого формата без десятичной точки.
При выборе формата EIA создается следующий файл:

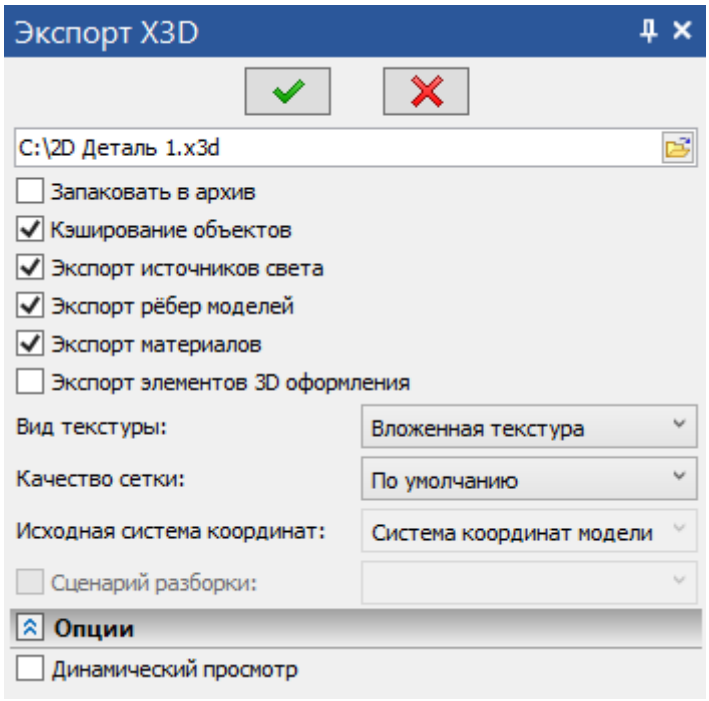
Файл Profile.eia.

X205.74 Y188.9
X224.18 Y122.54
X79.63 Y122.54
X79.63 Y139.4
G2 X96.49 Y156.26 i0.0 k16.86
X139.54 Y156.26
X139.54 Y172.48
G2 X155.96 Y188.9 i0.0 k16.42
X205.74 Y188.9

X195.47 Y143.28
G3 X195.47 Y143.28 i12.98 k0.0

Экспорт в X3D, IV, VRML 2.0, TF3D, PLY, OBJ

В данной главе описаны параметры экспорта в форматы **X3D** и **VRML 2.0.**
Для форматов **IV, TF3D, PLY, OBJ** доступны меньшие наборы параметров, но все доступные для них параметры совпадают с аналогичными параметрами форматов **X3D** и **VRML 2.0.** Кроме того, данные параметры используются в большинстве других полигональных сеточных форматов, описанных в следующих разделах.



После вызова команды появится стандартное окно выбора файлов, в котором необходимо указать папку для сохранения результата экспорта и название создаваемого файла.
Выбранные путь и название файла отображаются в поле в верхней части окна параметров. При необходимости их можно указать заново с помощью окна выбора файлов, нажав кнопку , расположенную в правой части поля, или ввести с клавиатуры.
Ниже можно задать следующие параметры:
Запаковать в архив
Сокращает объем полученного файла и позволяет хранить в одном файле все необходимые данные. Например, можно хранить вместе основной файл сцены и текстуры.
Кэширование объектов

Если в документе существует несколько одинаковых элементов, то при включённом флажке они будут сохранены в единственном экземпляре. Для получения всех элементов к этому экземпляру будут применяться преобразования. Если флаг снят, то для каждого из этих элементов будет создан отдельный экземпляр, соответственно размер файла будет больше.

Экспорт источников света

Добавление в файл источника света активного вида.

Экспорт рёбер моделей

Позволяет добавлять в файл рёбра моделей в виде отдельных графических элементов.

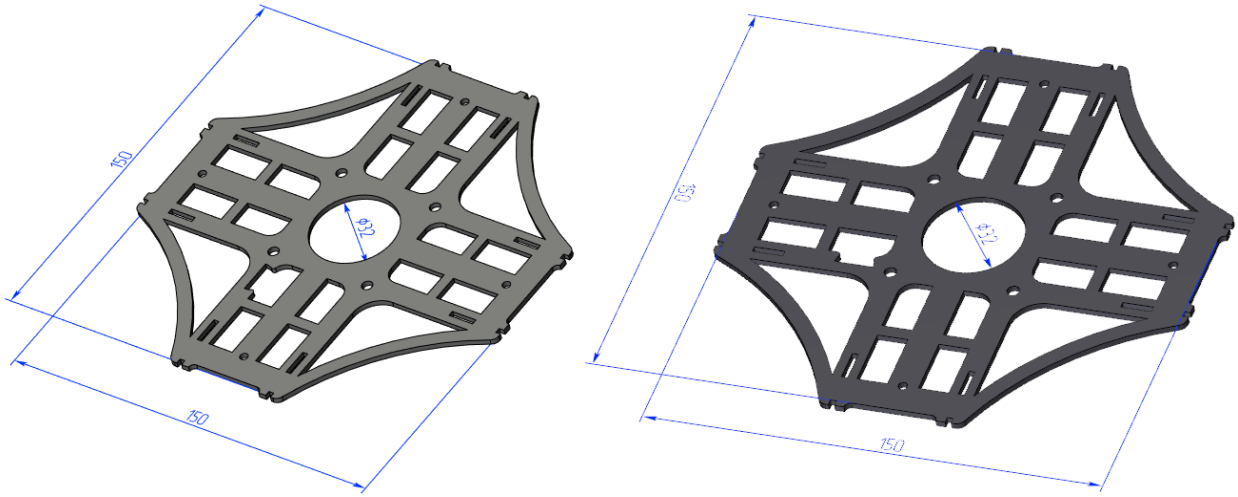
Модель в T-FLEX CAD Результат экспорта

Экспорт материалов

Позволяет экспортировать материалы.

Экспорт элементов 3D оформления

Позволяет экспортировать 3D элементы оформления, такие как размеры и допуски.



T-FLEX CAD Результат экспорта

Вид текстуры:

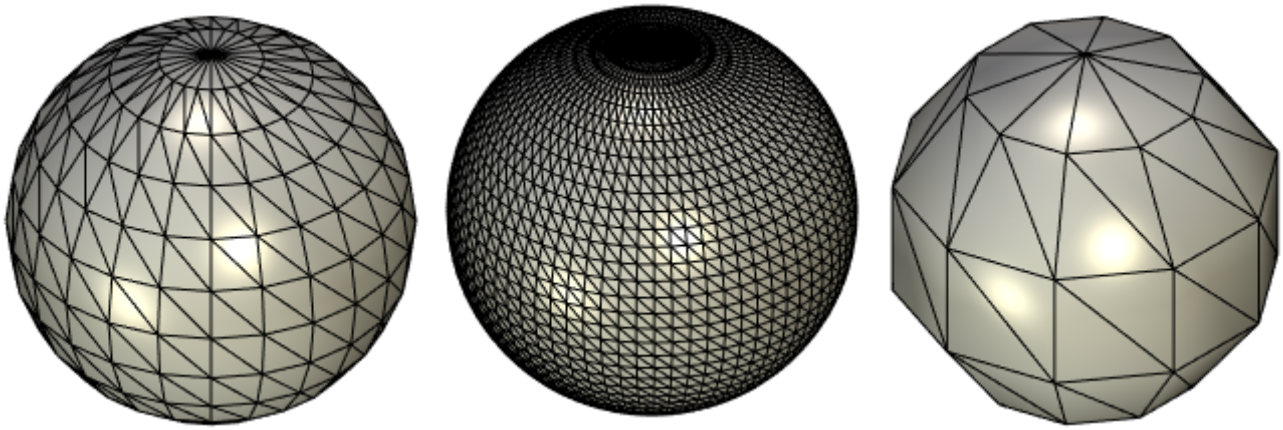
- **без текстур** - файл сохраняется без данных о текстурах,
- **внешняя структура** - в файл добавляется только ссылка на текстуру,
- **вложенная текстура** - текстура хранится внутри файла модели.

Качество сетки

Качество поверхностей экспортируемой модели. Чем выше качество, тем больше размер файла.

В выпадающем списке доступны такие же наборы стандартных параметров качества, как и в команде, управляющей качеством изображения в 3D сцене.

Для отображения создаваемой сетки в 3D окне можно пользоваться динамическим просмотром (см. ниже).

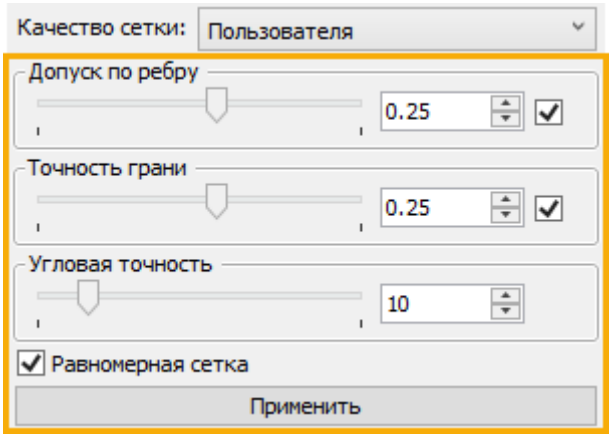


По умолчанию
3,27 МБ

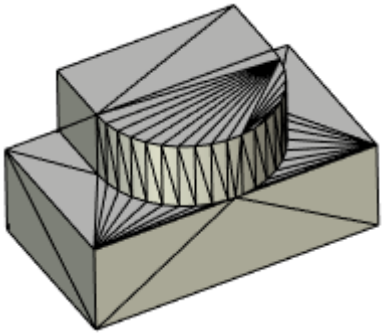
Увеличенная точность
13,1 МБ

Уменьшенная точность
21,7 КБ

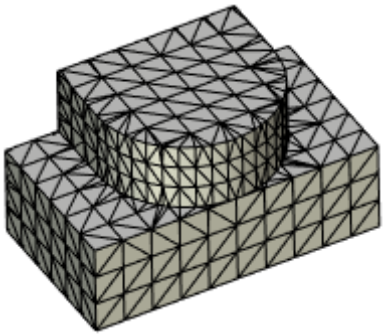
При выборе набора **Пользователя** можно вручную настроить каждый параметр генерации сетки. Геометрический смысл данных параметров описан в описании вкладки **3D** диалога **Параметры документа.**



При задании пользовательских настроек качества сетки также доступна опция **Равномерная сетка**. По умолчанию плотность сетки неравномерна - криволинейные поверхности разбиваются на большее количество полигонов, чем плоские, и чем сложнее форма поверхности тем больше число образующих её полигонов. При включении опции **Равномерная сетка** плотность сетки будет одинаковой для всех поверхностей модели.



Неравномерная сетка



Равномерная сетка с теми же параметрами качества

Исходная система координат
В выпадающем списке можно выбрать одну из ЛСК модели, которая будет считаться основной. Это означает, что при импорте файла эта ЛСК будет совмещена с началом координат.
Сценарий разборки
Позволяет выбрать сценарий разборки, который будет добавлен в экспортируемый файл.

Динамический просмотр
В нижней части окна параметров команды располагается вкладка **Опции**, содержащая флаг **Динамический просмотр**. При установленном флаге экспортируемая полигональная сетка отображается в 3D окне. Это позволяет получить точное представление о том, в каком виде будет экспортирована геометрия.
Параметры сетки задаются выше в выпадающем списке **Качество сетки**.

Экспорт в 3D PDF, U3D

Для данных форматов доступны опции, описанные в разделе Форматы X3D, IV, VRML 2.0, TF3D, PLY, OBJ, а также несколько дополнительных опций.
Создавать слои. При активации флага в файле будут созданы все имеющиеся в документе T-FLEX CAD слои.
Экспорт атрибутов. Атрибуты могут быть заданы для объектов 3D модели. При экспорте эти атрибуты будут сохранены в файл.
Имеется возможность экспорта резьб в формат 3D PDF. Для экспорта резьб необходимо включить экспорт текстур.
Открыть файл. Опция позволяет открыть файл в программе, с которой этот формат ассоциирован.

Экспорт в POV-Ray

Параметры для формата *.pov отличаются от параметров форматов X3D, IV, VRML 2.0, TF3D, PLY, OBJ наличием кнопки **Дополнительные настройки**.
При нажатии на кнопку **Дополнительные настройки** появляется окно настроек POV-Ray.

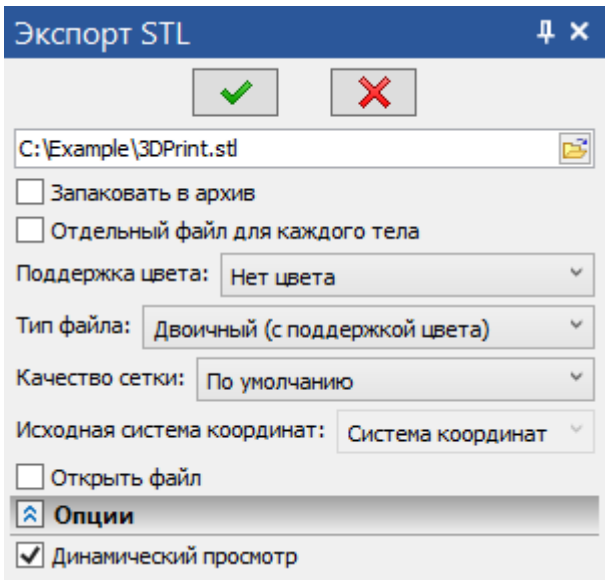
Экспорт в STL (Стереолитография)

Экспортировать модель в формат STL можно как с помощью общей для всех форматов команды экспорта, так и с помощью отдельной команды, предназначенной для экспорта именно в этот формат:

Пиктограмма	Лента
	Файл > Экспорт > 3D документы с сеточной полигональной геометрией > STL (*.stl)
Клавиатура	Текстовое меню
<P3D>	Файл > Печать 3D... Файл > Экспорт > 3D документы с сеточной полигональной геометрией > STL (*.stl)

Команда также доступна на панели быстрого доступа.

При экспорте в формат стереолитографии геометрическая форма поверхностей 3D модели передаётся с помощью разбиения поверхностей на совокупность плоских треугольных областей. Точность моделирования поверхности зависит от параметров трёхмерной сетки.



После вызова команды появится стандартное окно выбора файлов, в котором необходимо указать папку для сохранения результата экспорта и название создаваемого .stl-файла.

Выбранные путь и название файла отображаются в поле в верхней части окна параметров. При необходимости их можно указать заново с помощью окна выбора файлов, нажав кнопку , расположенную в правой части поля, или ввести с клавиатуры.

Ниже можно задать следующие параметры:

Запаковать в архив

Файл **.stl** будет запакован в формат **.7z**.

Отдельный файл для каждого тела

Для каждого тела в сборке будет создан отдельный файл выбранного формата с сеткой.

Поддержка цвета

Можно выбрать один из двух стандартных форматов: **Формат VisCAM и SolidView** или **Формат Materialise Magics**. Также можно выбрать пункт **Нет цвета**.

Тип файла:

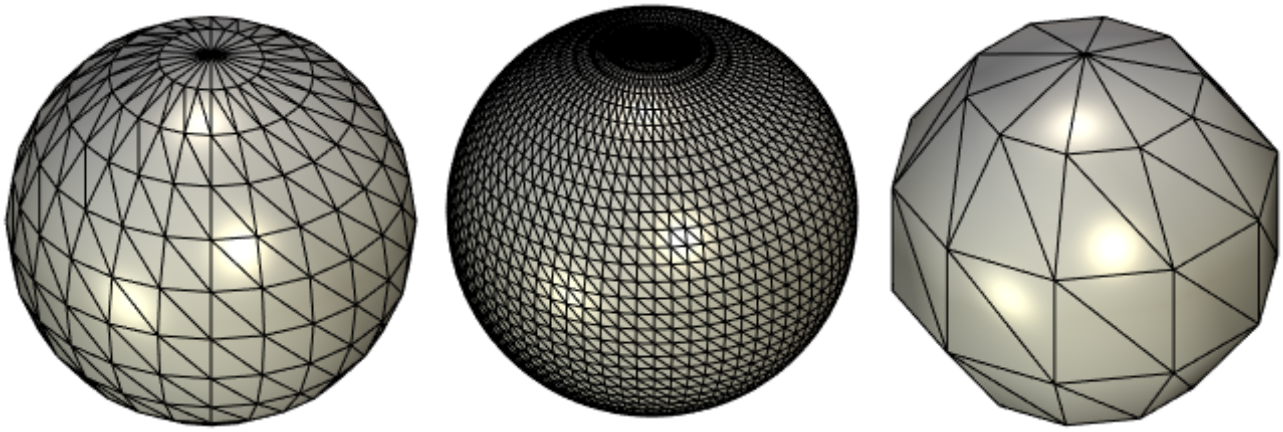
- **Двоичный (с поддержкой цвета)** – бинарный формат с поддержкой цвета. Тела хранятся в виде одной большой сетки.
- **ASCII (многотельность)** – текстовый формат без поддержки цвета. Тела разделены на отдельные сетки.

Качество сетки

Качество поверхностей экспортируемой модели. Чем выше качество, тем больше размер файла.

В выпадающем списке доступны такие же наборы стандартных параметров качества, как и в команде, управляющей качеством изображения в 3D сцене.

Для отображения создаваемой сетки в 3D окне можно пользоваться динамическим просмотром (см. ниже).

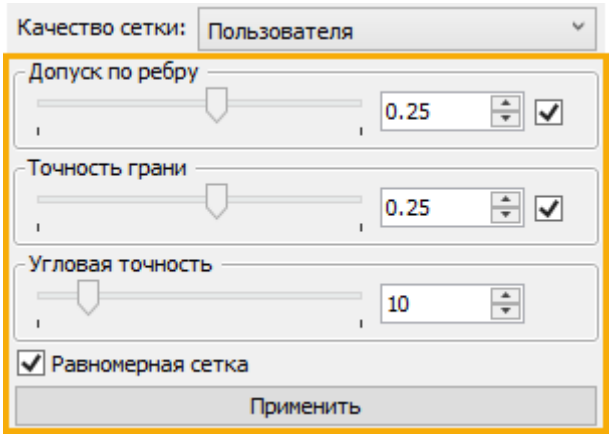


По умолчанию
3,27 МБ

Увеличенная точность
13,1 МБ

Уменьшенная точность
21,7 КБ

При выборе набора **Пользователя** можно вручную настроить каждый параметр генерации сетки. Геометрический смысл данных параметров описан в описании вкладки **3D** диалога **Параметры документа.**



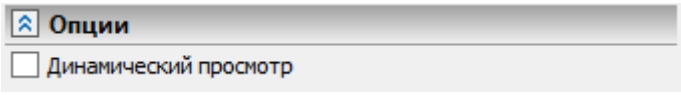
При задании пользовательских настроек качества сетки также доступна опция **Равномерная сетка**. По умолчанию плотность сетки неравномерна - криволинейные поверхности разбиваются на большее количество полигонов, чем плоские, и чем сложнее форма поверхности тем больше число образующих её полигонов. При включении опции **Равномерная сетка** плотность сетки будет одинаковой для всех поверхностей модели.

Исходная система координат

В выпадающем списке можно выбрать одну из ЛСК модели, которая будет считаться основной. Это означает, что при импорте файла эта ЛСК будет совмещена с началом координат.

Открыть файл

Опция позволяет по окончании экспорта открыть экспортированный файл в программе, с которой этот формат ассоциирован.



Динамический просмотр

В нижней части окна параметров команды располагается вкладка **Опции**, содержащая флаг **Динамический просмотр**. При установленном флаге экспортируемая полигональная сетка отображается в 3D окне. Это позволяет получить точное представление о том, в каком виде будет экспортирована геометрия.

Параметры сетки задаются выше в выпадающем списке **Качество сетки**.

Экспорт в DXF 3D

Часть параметров экспорта данного формата уже описана в разделе Форматы X3D, IV, VRML 2.0, TF3D, PLY, OBJ.

Единственным отличием параметров для DXF 3D формата является наличие поля **Назначение слоёв**. В выпадающем списке можно выбрать один из вариантов:

- **Один слой** - все тела будут помещены на один слой.
- **Каждому телу свой слой** - каждому телу будет присвоен свой слой.
- **Выгружать слои T-FLEX CAD** – будут использованы слои, созданные в T-FLEX CAD.

Экспорт в 3MF

3MF - сеточный формат на основе XML, созданный для использования в аддитивном производстве и 3D-печати, включающий в себя дополнительную информацию (например, о материале и цвете модели).

Все параметры экспорта данного формата аналогичны параметрам, описанным в разделе Форматы JT, ACIS, PRC. Единственным отличием является то, что результатом экспорта является сеточная геометрия.

Экспорт в GLTF и GLB

GLTF — это формат файла для хранения 3D сцен и моделей, структура которого записана в стандарте JSON. Данный формат хорошо сжимает трёхмерные сцены и минимизирует обработку во время выполнения приложений, использующих WebGL и другие API. Также доступна бинарная версия данного формата, которая называется GLB, единственное различие которого в том, что все хранится в одном файле с расширением GLB.

Все параметры экспорта формата ***.gltf** аналогичны параметрам, описанным в разделе Форматы X3D, IV, VRML 2.0, TF3D, PLY, OBJ.

Все параметры экспорта формата ***.glb** аналогичны параметрам, описанным в разделе Форматы Parasolid.

Экспорт в формат ECT системы Euler

Формат .ect (Euler CAD Text Format) используется для передачи геометрии модели в сеточном виде и массово-инерционных характеристик (МИХ) из T-FLEX CAD в систему динамического анализа многокомпонентных механических систем Euler.

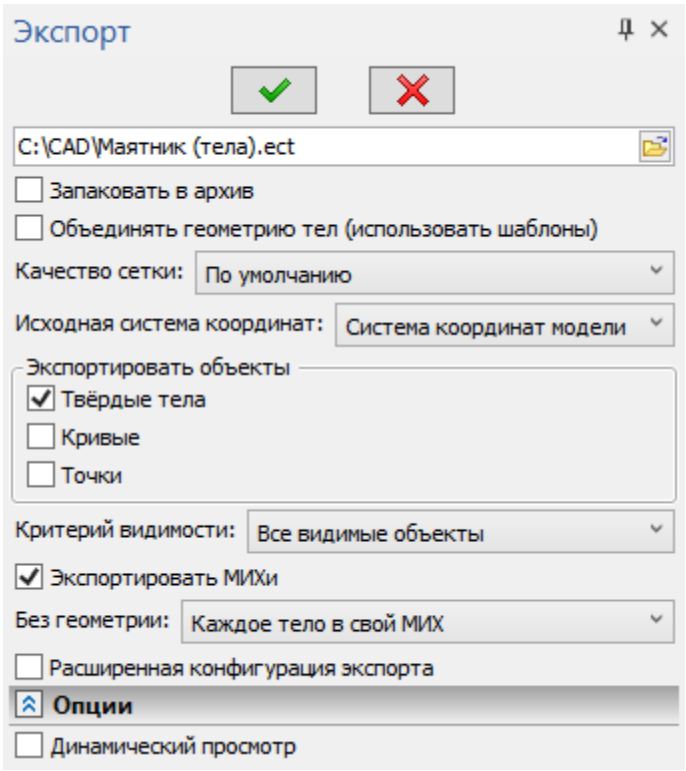
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	Файл > Экспорт > 3D документы с сеточной полигональной геометрией > ECT (*.ect)
Клавиатура	Текстовое меню
	Файл > Экспорт > 3D документы с сеточной полигональной геометрией > ECT (*.ect)

После вызова команды появится стандартное окно выбора файлов, в котором необходимо указать папку для сохранения результата экспорта и задать название создаваемого .ect-файла.
Далее необходимо задать параметры экспорта. По умолчанию доступны только базовые параметры. При необходимости можно также задать расширенные параметры.

После того, как все параметры заданы, необходимо подтвердить экспорт нажатием кнопки , расположенной в верхней части окна параметров. В момент подтверждения экспорта создаётся результирующий .ect-файл, а команда экспорта закрывается. Если отменить экспорт нажатием кнопки , также расположенной в верхней части окна параметров, то команда экспорта закроется без создания .ect-файла.

Базовая конфигурация экспорта



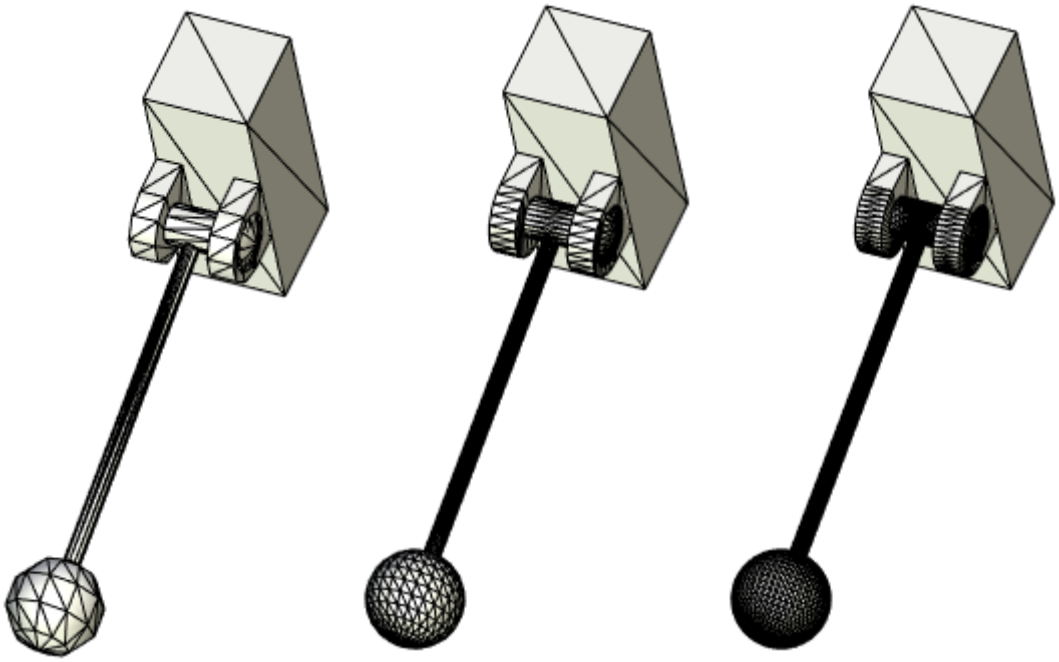
Выбранные путь и название файла отображаются в поле в верхней части окна параметров. При необходимости их можно указать заново с помощью окна выбора файлов, нажав кнопку , расположенную в правой части поля, или ввести с клавиатуры.

Запаковать в архив

Если установить данный флаг, то результирующий .ect-файл будет помещен в архив формата 7z. Это позволяет сократить объем полученного файла. Для использования в Euler файл необходимо будет потом извлечь из архива с помощью программы архиватора 7-Zip. Архиватор можно скачать с сайта https://www.7-zip.org/.

Объединять геометрию тел (использовать шаблоны)
Шаблоны используются для уменьшения объема .ect-файла. Это также ускоряет загрузку файла в Euler. Использование шаблонов не влияет на конечный результат, который видит пользователь в Euler после загрузки .ect-файла. При экспорте с использованием шаблонов конвертор ищет совпадающие подэлементы в модели CAD (путь к файлу подэлемента, видимость подэлементов и другие атрибуты). Найденные совпадающие подэлементы помещаются в специальный объект типа «шаблон» и все совпадающие подэлементы в результирующем .ect-файле ссылаются на этот шаблон.
Качество сетки
Качество поверхностей экспортируемой модели. Чем выше качество, тем больше размер файла.
В выпадающем списке доступны такие же наборы стандартных параметров качества, как и в команде, управляющей качеством изображения в 3D сцене.
Для отображения создаваемой сетки в 3D окне можно пользоваться динамическим просмотром.

При использовании динамического просмотра недоступна расширенная конфигурация экспорта.

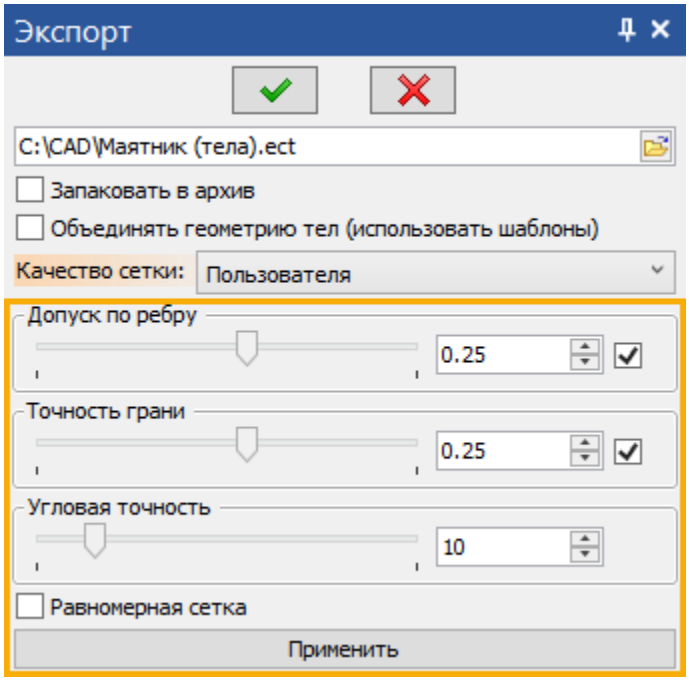


Очень грубое
14 КБ

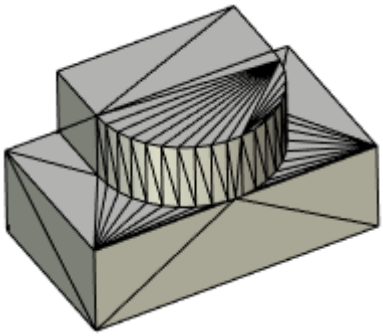
Стандартное
39 КБ

Очень высокое
109 КБ

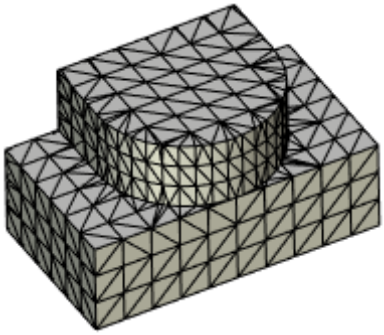
При выборе набора **Пользователя** можно вручную настроить каждый параметр генерации сетки. Геометрический смысл данных параметров описан в описании вкладки **3D** диалога **Параметры документа.**



При задании пользовательских настроек качества сетки также доступна опция **Равномерная сетка**. По умолчанию плотность сетки неравномерна - криволинейные поверхности разбиваются на большее количество полигонов, чем плоские, и чем сложнее форма поверхности тем больше число образующих её полигонов. При включении опции **Равномерная сетка** плотность сетки будет одинаковой для всех поверхностей модели.



Неравномерная сетка



Равномерная сетка с теми же параметрами качества

Исходная система координат

В данном списке можно выбрать любую из доступных в модели систем координат. Выбранная система будет экспортирована в .ect-файл и использована в качестве системы координат проекта в Euler.

Экспортировать объекты

В .ect-файл будут экспортированы объекты тех типов, флаги которых установлены в данной группе параметров. Доступны следующие типы объектов:

- **Твёрдые тела**
  Все тела модели, включая тела вложенных 3D фрагментов,
- **Кривые**
  3D пути, трассы, 3D профили (кроме профилей, используемых для построения геометрии).

- **Точки**
  3D узлы.

Критерий видимости

В выпадающем списке доступны следующие опции:

- **Все видимые объекты**
  Будут экспортированы только видимые объекты 3D сцены. Таким образом, при выборе данной опции можно исключать объекты из экспорта, погасив их в 3D сцене.
- **Все объекты (невидимые как видимые)**
  Будут экспортированы все объекты 3D сцены, соответствующие типам, выбранным выше, независимо от их видимости. Все экспортированные объекты будут видимы в Euler.
- **Все объекты (с атрибутом видимости)**
  Будут экспортированы все объекты 3D сцены, соответствующие типам, выбранным выше, независимо от их видимости. Для объектов, погашенных в T-FLEX CAD, в Euler будет установлен атрибут невидимости.

Экспортировать МИХи

При установленном флаге в атрибутах объектов в .ect-файле будут прописаны их массово-инерционные характеристики (масса, центр масс, тензор инерции).

Без геометрии

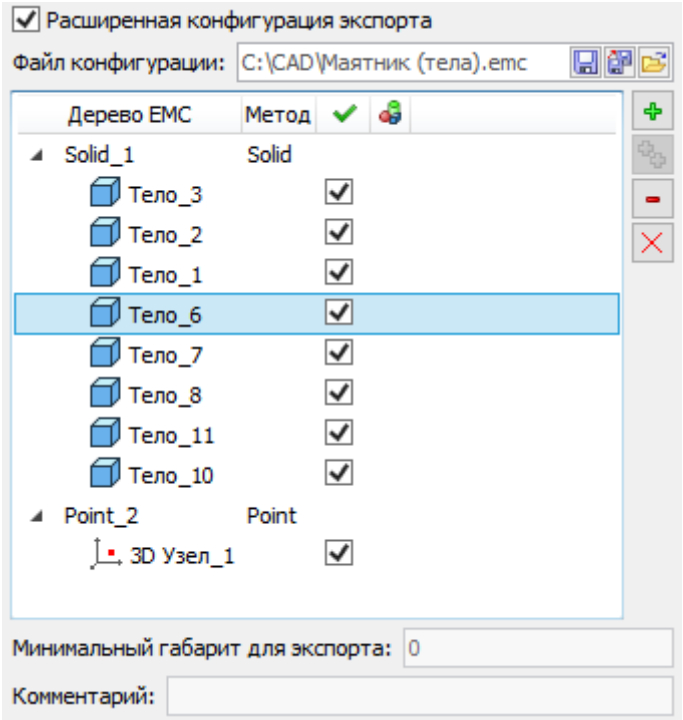
При использовании расширенной конфигурации экспорта можно исключать из экспорта тела, габариты которых меньше заданного значения. При этом, если исключаемые тела включены в дерево ЕМС, то будут экспортированы только их массово-инерционные характеристики. В выпадающем списке **Без геометрии** можно выбрать принцип экспорта массово-инерционных характеристик таких тел:

- **Каждое тело в свой МИХ**
  В дереве проекта в Euler для каждого тела без геометрии будет создан отдельный объект типа массово-инерционная характеристика (MIP).
- **Все тела в один МИХ**
  В дереве проекта в Euler будет создан объект типа MIP, содержащий суммарные массово-инерционные характеристики всех тел без геометрии.

Расширенная конфигурация экспорта

Расширенная конфигурация экспорта недоступна при включенном динамическом просмотре.

При установленном флаге **Расширенная конфигурация экспорта** в нижней части окна параметров отображаются дополнительные элементы управления:



Файл конфигурации

В данном поле отображается путь к используемому .emc-файлу.

Формат .emc (EULER Model Configuration) используется для хранения в виде так называемого дерева EMC информации об интерфейсной структуре модели Euler и ее соответствии структуре геометрической модели T-FLEX CAD. При создании дерева можно индивидуально выбирать, какие объекты будут экспортированы в .ect-файл, а также группировать их для более удобного использования в Euler.

По умолчанию .emc-файл не создаётся, в результате чего дерево EMC, созданное в текущем сеансе экспорта не сохраняется. С помощью кнопок, расположенных в правой части поля **Файл конфигурации** можно выполнить следующие действия:

Сохранить

Сохранить дерево EMC, отображаемое в данный момент в окне параметров, в .emc-файл с именем и путём, отображаемыми слева. По умолчанию, если не был загружен другой ранее созданный файл .emc-файл, новый файл будет иметь то же имя и располагаться в той же папке, что и экспортируемый .ect-файл.

Сохранить как

Сохранить дерево EMC, отображаемое в данный момент в окне параметров, в .emc-файл с именем и путём, задаваемыми вручную с помощью стандартного окна Проводника Windows.

Открыть

Загрузить в T-FLEX CAD дерево EMC из ранее созданного .emc-файла.

Дерево EMC

Под полем выбора файла конфигурации располагается само дерево EMC. По умолчанию дерево пустое. Дерево может содержать элементы следующих типов:

- **Группа**

  Группа элементов CAD. В тексте .emc-файла группа обозначается как элемент типа M_obj. Для группы можно задать Имя, Метод экспорта и Комментарий. Группы всегда располагаются в корне дерева EMC.

- **Элемент CAD**
  В качестве элементов данного типа выступают тела и точки экспортируемой CAD-модели. Помимо информации о геометрии тел, в составе элементов данного типа также могут экспортироваться массово-инерционные характеристики. В тексте .emc-файла элементы CAD обозначаются как элементы типа CAD_obj. В дереве EMC они всегда располагаются в составе какой-либо группы элементов.

Сборочные единицы отображаются в дереве EMC как единое тело, но экспортируются как элемент типа CAD_obj, содержащий несколько тел.

3D кривые могут экспортироваться в .ect-файл, но не отображаются в дереве EMC.

Если дерево не содержит элементов CAD, или для всех имеющихся в нём элементов сняты флаги **Включать элемент**, то модель будет экспортирована в базовой конфигурации без учёта дерева.

Элементы, добавленные в дерево, можно выбирать в нём с помощью . Для выбора можно также пользоваться сочетаниями клавиш **<Shift>** + (выбирает все элементы включительно между элементом, выбранным в данный момент и элементом, на котором применено данное сочетание) и **<Ctrl>** + (добавляет элемент к выбранным или исключает элемент из выбранных).
Для добавления элементов в дерево необходимо воспользоваться кнопками, расположенными справа:

Добавить группу
Добавляет на верхний уровень дерева пустую группу элементов. При нажатии данной кнопки появляется выпадающее меню, в котором необходимо выбрать метод экспорта для создаваемой группы.

Добавить все элементы
Добавляет в состав выбранной группы все элементы экспортируемой модели, соответствующие выбранному методу, т.е. тела или точки. Если тело или точка уже добавлено в другую группу, они не будут добавлены в текущую.
Также, когда выбрана группа, можно вручную добавлять в её состав отдельные тела и точки, выбирая их с помощью в 3D окне или дереве модели.
Если в дереве EMC выбран элемент CAD, то добавление элементов в его состав недоступно.

 Удалить группу или элемент
Удаляет из дерева любой выбранный в нём элемент.

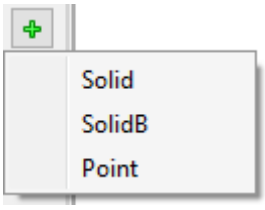
Очистить
Удаляет из дерева все элементы.

Дерево EMC отображается в окне параметров табличном виде. Каждая строка таблицы соответствует отдельному элементу дерева. В столбцах таблицы для каждого элемента отображаются его параметры. Доступны следующие столбцы:

- **Дерево EMC**
  Содержит имя элемента дерева. Имена групп по умолчанию состоят из названия выбранного метода и порядкового номера элемента. При необходимости группы можно переименовывать, нажав в поле имени и введя новое имя с клавиатуры. Имена элементов CAD - это имена соответствующих тел и точек модели, и их нельзя изменить в

дереве EMC. Для элементов CAD также отображается иконка, соответствующая типу этого элемента.

- **Метод**
  Метод экспорта элементов CAD, входящих в данную группу. Выбирается при создании группы. Доступны следующие методы:



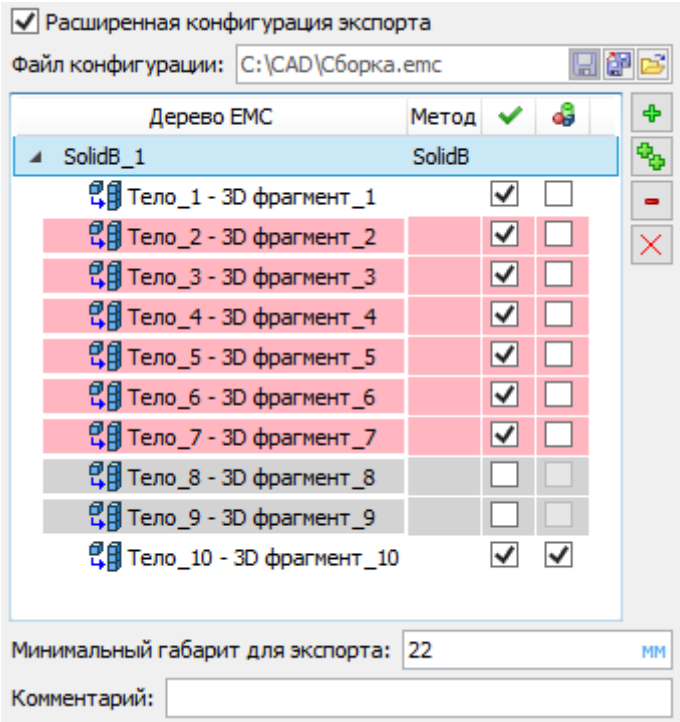
  - **Solid**
    В группу, созданную с использованием данного метода, можно включать тела модели.
  - **SolidB**
    В группу, созданную с использованием данного метода, можно включать тела модели, фильтруя их по минимальному габариту.
  - **Point**
    В группу, созданную с использованием данного метода, можно включать 3D узлы модели.

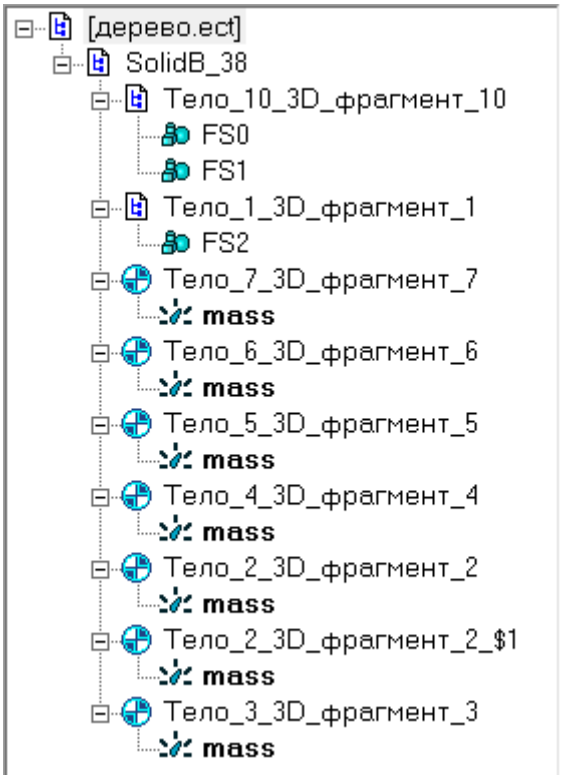
Включать элемент
В .ect-файл экспортируются только те элементы, для которых установлен данный флаг. Если флаг снят, то элемент останется в дереве при сохранении дерева в .emc-файл, но не будет экспортирован в .ect-файл. Строки элементов, для которых данный флаг снят, выделяются в дереве серым цветом.

Всегда включать геометрию
Данный флаг доступен только для тел. При установленном флаге на данное тело не будет распространяться фильтрация по минимальному габариту, т.е. геометрия тела будет экспортирована независимо от того, превышают ли его габариты значение минимального габарита для экспорта.

При выборе группы в дереве можно задать для неё следующие параметры в полях ввода, расположенных под деревом:

Минимальный габарит для экспорта
Данный параметр доступен только для групп, созданных с использованием метода экспорта SolidB. Он позволяет отфильтровать по минимальному габариту тела, входящие в группу. Габарит тела определяется как максимальная величина из длин проекций (по осям x, y, z глобальной системы координат документа) фасетной сетки тела. Если габарит тела меньше минимального габарита, заданного для родительской группы, то геометрия этого тела не экспортируется. Массово-инерционные характеристики для такого тела экспортируются по правилу, задаваемому в выпадающем списке **Без геометрии**.
Строки элементов, исключённых из экспорта фильтрацией по минимальному габариту, выделяются в дереве красным цветом.





Дерево EMC в T-FLEX CAD.
3D фрагмент_10 и **3D фрагмент_2** - сборки по две детали в каждой.

[Экспорт МИХ](#) включен.

Для тел без геометрии выбрана опция **Каждое тело в свой МИХ**.

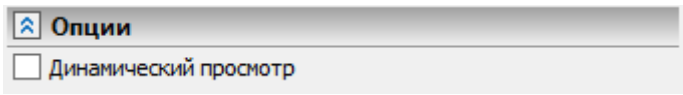
Результат импорта этого дерева в Euler
Для элемента **3D фрагмент_10** экспортировались тела обеих деталей.
Для тел, исключенных фильтрацией по габариту, экспортировались только МИХ.

Для элемента **3D фрагмент_2** экспортировались МИХ обеих деталей.

Комментарий

Данный параметр доступен только для групп, независимо от используемого метода экспорта. В данном поле можно ввести с клавиатуры произвольный текст, который будет добавлен к выбранной группе в качестве комментария в результирующем .ect-файле.

Динамический просмотр



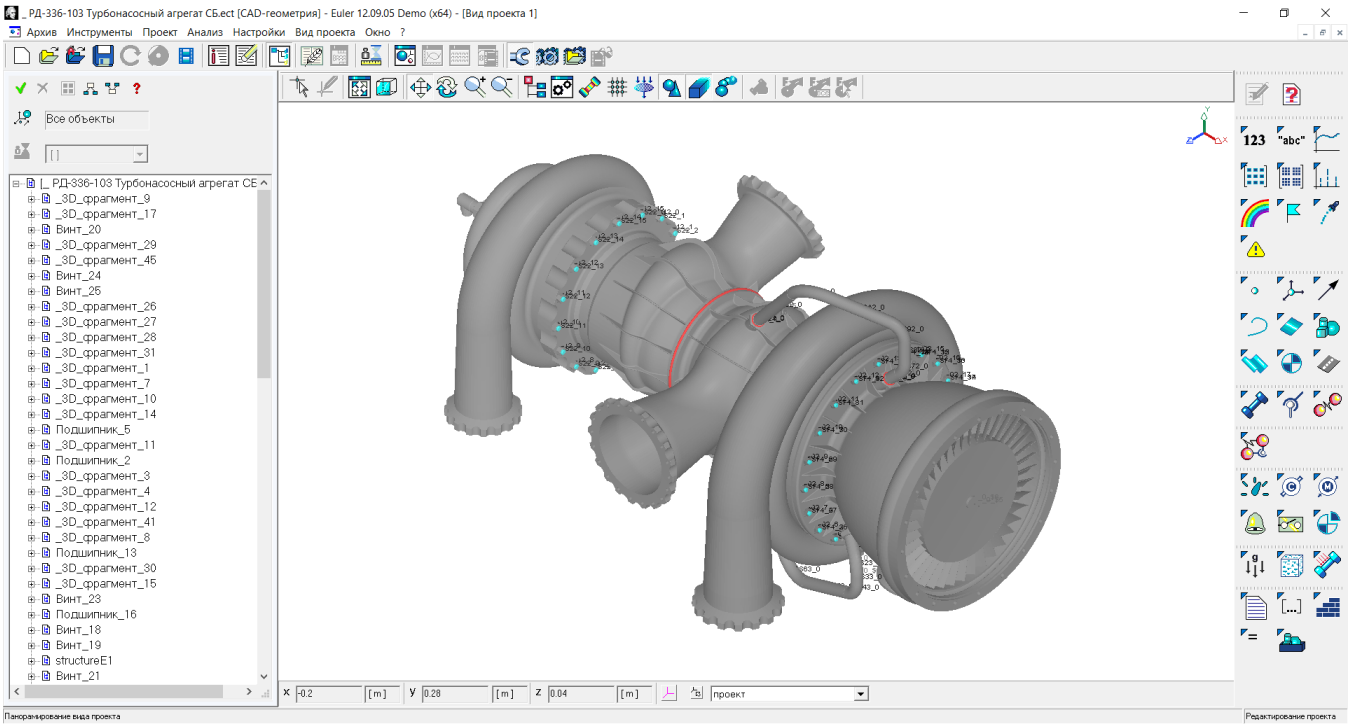
В нижней части окна параметров команды располагается вкладка **Опции**, содержащая флаг **Динамический просмотр**. При установленном флаге экспортируемая полигональная сетка отображается в 3D окне. Это позволяет получить точное представление о том, в каком виде будет экспортирована геометрия.

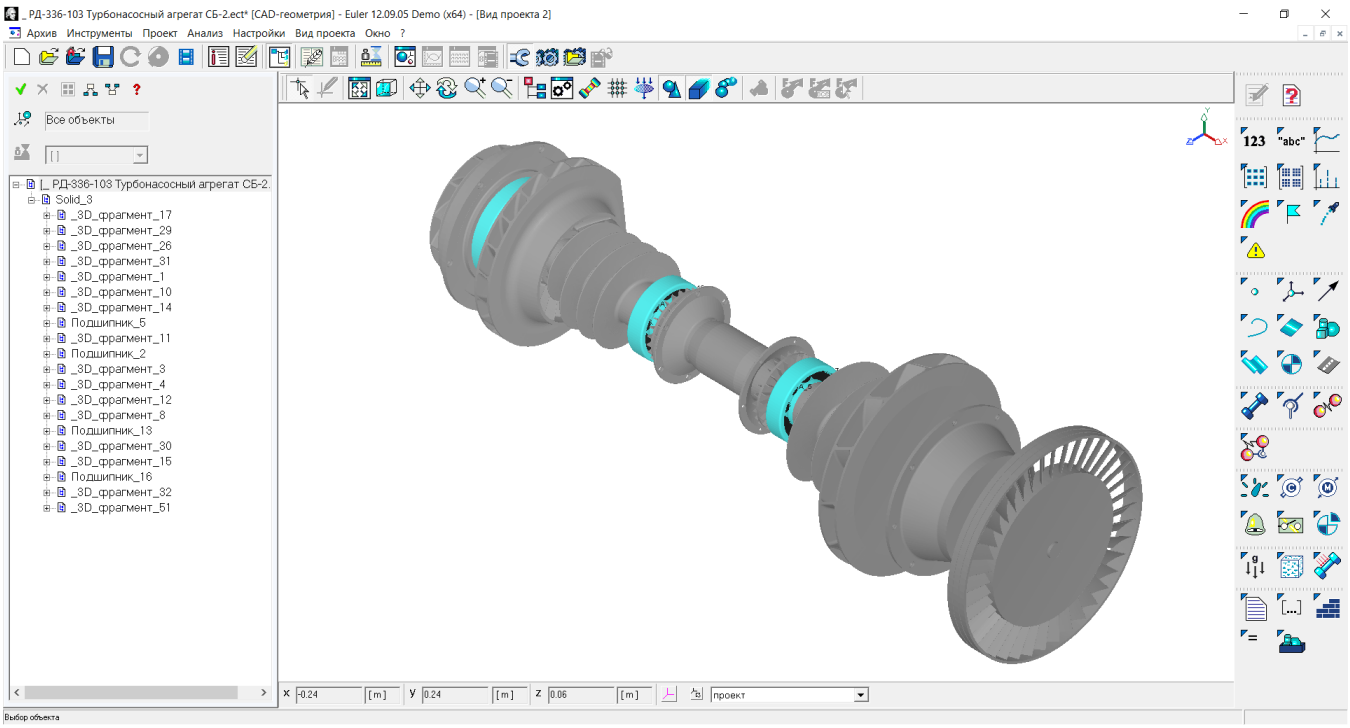
Параметры сетки задаются в выпадающем списке [Качество сетки](#).

При включенном динамическом просмотре недоступна [расширенная конфигурация экспорта](#).

Пример

Пример экспорта геометрии в Euler: выгружена модель целиком и выгружена часть модели.


_ РД-336-103 Турбонасосный агрегат СБ.ect [CAD-геометрия] - Euler 12.09.05 Demo (x64) - [Вид проекта 1]
Архив Инструменты Проект Анализ Настройки Вид проекта Окно ?
Все объекты
|_ РД-336-103 Турбонасосный агрегат СБ
_3D_фрагмент_9
_3D_фрагмент_17
Винт_20
_3D_фрагмент_29
_3D_фрагмент_45
Винт_24
Винт_25
_3D_фрагмент_26
_3D_фрагмент_27
_3D_фрагмент_28
_3D_фрагмент_31
_3D_фрагмент_1
_3D_фрагмент_7
_3D_фрагмент_10
_3D_фрагмент_14
Подшипник_5
_3D_фрагмент_11
Подшипник_2
_3D_фрагмент_3
_3D_фрагмент_4
_3D_фрагмент_12
_3D_фрагмент_41
_3D_фрагмент_8
Подшипник_13
_3D_фрагмент_30
_3D_фрагмент_15
Винт_23
Подшипник_16
Винт_18
Винт_19
structureE1
Винт_21
x -0.2 [m] y 0.28 [m] z 0.04 [m]
проект
Панорамирование вида проекта
Редактирование проекта


_ РД-336-103 Турбонасосный агрегат СБ-2.ect* [CAD-геометрия] - Euler 12.09.05 Demo (x64) - [Вид проекта 2]
Архив Инструменты Проект Анализ Настройки Вид проекта Окно ?
Все объекты
|_ РД-336-103 Турбонасосный агрегат СБ-2.
Solid_3
_3D_фрагмент_17
_3D_фрагмент_29
_3D_фрагмент_26
_3D_фрагмент_31
_3D_фрагмент_1
_3D_фрагмент_10
_3D_фрагмент_14
Подшипник_5
_3D_фрагмент_11
Подшипник_2
_3D_фрагмент_3
_3D_фрагмент_4
_3D_фрагмент_12
_3D_фрагмент_8
Подшипник_13
_3D_фрагмент_30
_3D_фрагмент_15
Подшипник_16
_3D_фрагмент_32
_3D_фрагмент_51
x -0.24 [m] y 0.24 [m] z 0.06 [m]
проект
Выбор объекта

Макросы

Процесс проектирования в T-FLEX CAD часто связан с выполнениями разного рода вычислений. Часть задач можно решить, используя редактор переменных. Но вычисления в редакторе переменных ограничены. Например, там нельзя использовать циклы. Это сужает круг задач, которые можно было бы решить непосредственно внутри T-FLEX CAD.
Ещё одной проблемой, с которой сталкиваются пользователи в процессе проектирования, является затрата большого количества времени на выполнения повторяющихся действий. Например, может возникнуть необходимость создать в одном чертеже набор слоев аналогичный набору слоев в другом чертеже и разместить объекты первого чертежа по вновь созданным слоям. Это довольно кропотливая работа, если учесть, что количество слоев в документе может быть большим.
Эти проблемы можно легко решить, используя **макросы.**

Основные темы в этом разделе:

- Работа с макросами
- Окно "Макросы"
- Создание макросов, редактор макросов
- Отладка, компиляция и запуск макросов
- Создание макросов с экранными формами
- Обработка событий документа с помощью макросов
- Запуск макроса из пользовательского диалога

Работа с макросами

Макрос в T-FLEX CAD – это программа, написанная на одном из языков программирования с использованием функций Open API T-FLEX CAD. С помощью макросов можно автоматизировать выполнение разных действий с документами T-FLEX CAD, сократив количество действий. выполняемых пользователем, до минимума.
Макрос выполняется как одна команда, т.е. при однократном запуске макроса будет выполнен весь набор действий, заложенных внутри него (расчёты, работа с объектами T-FLEX CAD, вывод результатов и т.д.).

> Подробное описание API функций приведено в справке по Open API. Вызвать справку можно в выпадающем меню **Справка** правом верхнем углу T-FLEX CAD.

Макросы можно использовать для работы как с 2D чертежом, так и с элементами 3D модели. Приведём ещё один пример. В процессе создания сборочных трёхмерных моделей, при соединении деталей, пользователю приходится создавать пазы и отверстия в местах крепления и вставлять фрагменты крепежа, с определёнными параметрами. Сократить количество действий пользователя можно, написав специальный макрос, при запуске которого пользователю будет достаточно выбрать ЛСК. А создавать отверстия в детали, выбирать нужный набор крепежа с определёнными параметрами и вставлять его в сборку будет макрос. В этом случае большое количество действий, которое пользователю приходилось выполнять вручную, заменяется двумя: запуском макроса и выбором ЛСК.
Это всего лишь небольшое количество примеров, где могут быть использованы макросы.
Макросы создаются и хранятся внутри файлов *.grb T-FLEX CAD. С точки зрения программирования, файл *.grb, в котором созданы макросы, является **Проектом**. Каждый Проект может содержать неограниченное количество макросов.
Для отображения доступных для выполнения макросов и собственно запуска на выполнение этих макросов используется специальное служебное окно **Макросы**. Для того, чтобы макрос был

доступен для использования и отображался в окне **Макросы**, документ с ним должен быть открыт в T-FLEX CAD.
Модули, формы, ссылки, проекты макросов можно копировать. При наличии в целевом проекте модуля с тем же именем, что и у вставляемого, для последнего генерируется новое имя добавлением номера в скобках. Попытки вставки форм и ссылок с уже занятыми именами игнорируются.
Хранение макроса внутри конкретного файла *.grb не означает, что этот макрос может использоваться только в данном документе. Запустить на выполнение можно любой макрос из Проектов, открытых в текущий момент в T-FLEX CAD (вне зависимости от того, какой документ активен в рабочем окне T-FLEX CAD).
Сделать макросы какого-либо Проекта доступными для выполнения можно, и не открывая файл Проекта в окне T-FLEX CAD. Для этого достаточно поместить файл Проекта в специальную папку "...T-FLEX CAD/Program/Macros/". Макросы из файлов, лежащих в этой папке, доступны всегда.

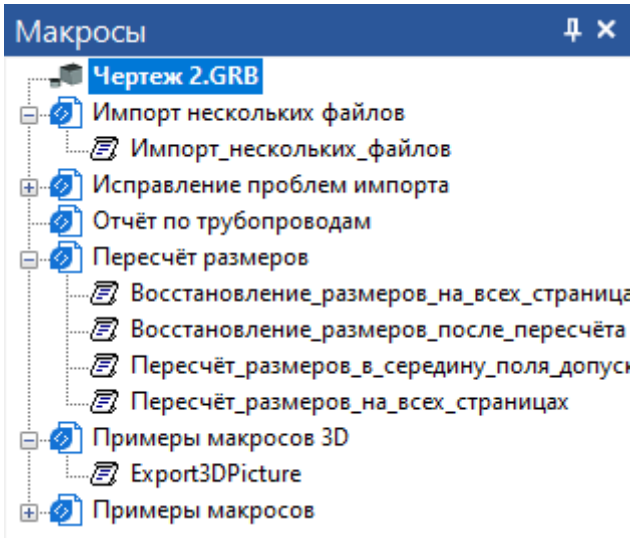
> По умолчанию в папке "...T-FLEX CAD/Program/Macros/" расположены проекты со стандартными макросами, входящими в поставку. Пользователь может создать свою библиотеку макросов, просто поместив файлы *.grb с макросами в директорию "/Program/Macros/".

Окно "Макросы"

Служебное окно для работы с макросами по умолчанию не отображается в окне T-FLEX CAD. Сделать его видимым можно с помощью следующей команды:

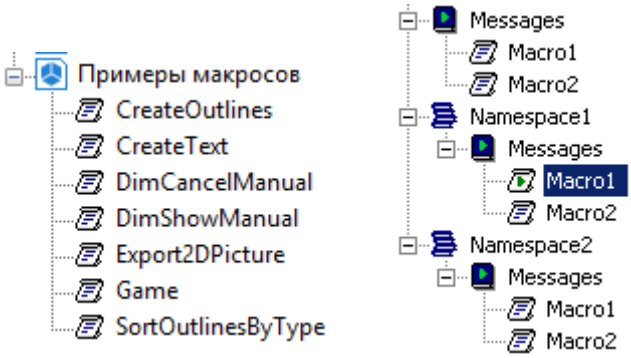
Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Настройки > Окна > Макросы Вид > Окно > Окна > Макросы > Окна > Макросы
Клавиатура	Текстовое меню
<Alt>+<5>	Настройка > Окна > Макросы

Также это окно можно вызвать из контекстного меню, нажав в области инструментальных панелей окна T-FLEX CAD.
Основное назначение окна **Макросы** – отображение доступных для выполнения макросов. Для запуска макроса необходимо выбрать его в окне и нажать .
Иконки слева от имён макросов отображают их текущее состояние.
Запустить можно любой макрос, отображённый в этом окне. Например, проект «Примеры макросов 3D» расположен в директории /Program/Macros/. Макрос Export2DPictures этого проекта экспортирует изображение активной 2D страницы текущего документа в виде внутренней картинки в новый документ T-FLEX CAD. При вызове этого макроса будет вызван диалог сохранения файла. После указания имени автоматически создаётся и открывается в окне T-FLEX CAD новый документ, содержащий внутреннюю картинку. Документ будет содержать внутреннюю картинку, изображение которой дублирует содержимое активной 2D страницы исходного документа.



Запуск макроса может также осуществляться автоматически при работе с пользовательским диалогом (если это действие назначено для элемента управления **Кнопка**). Кроме того, для запуска макроса пользователь может создать специальную пользовательскую команду и добавить её в текстовое меню или инструментальную панель. Подробнее об этом рассказано в разделах Элементы управления и Добавление пользовательских команд.

Стандартные макросы, входящие в поставку T-FLEX CAD, имеют простую структуру без использования пространств имён. В окне **Макросы** они отображаются в виде списка макросов каждого Проекта. Проекты с более сложной иерархией могут отображаться в виде многоуровневой структуры пространств имён (папки с пиктограммой), классов (папки с пиктограммой) и принадлежащих им макросов .



Создание макросов, редактор макросов

Окно редактора макросов

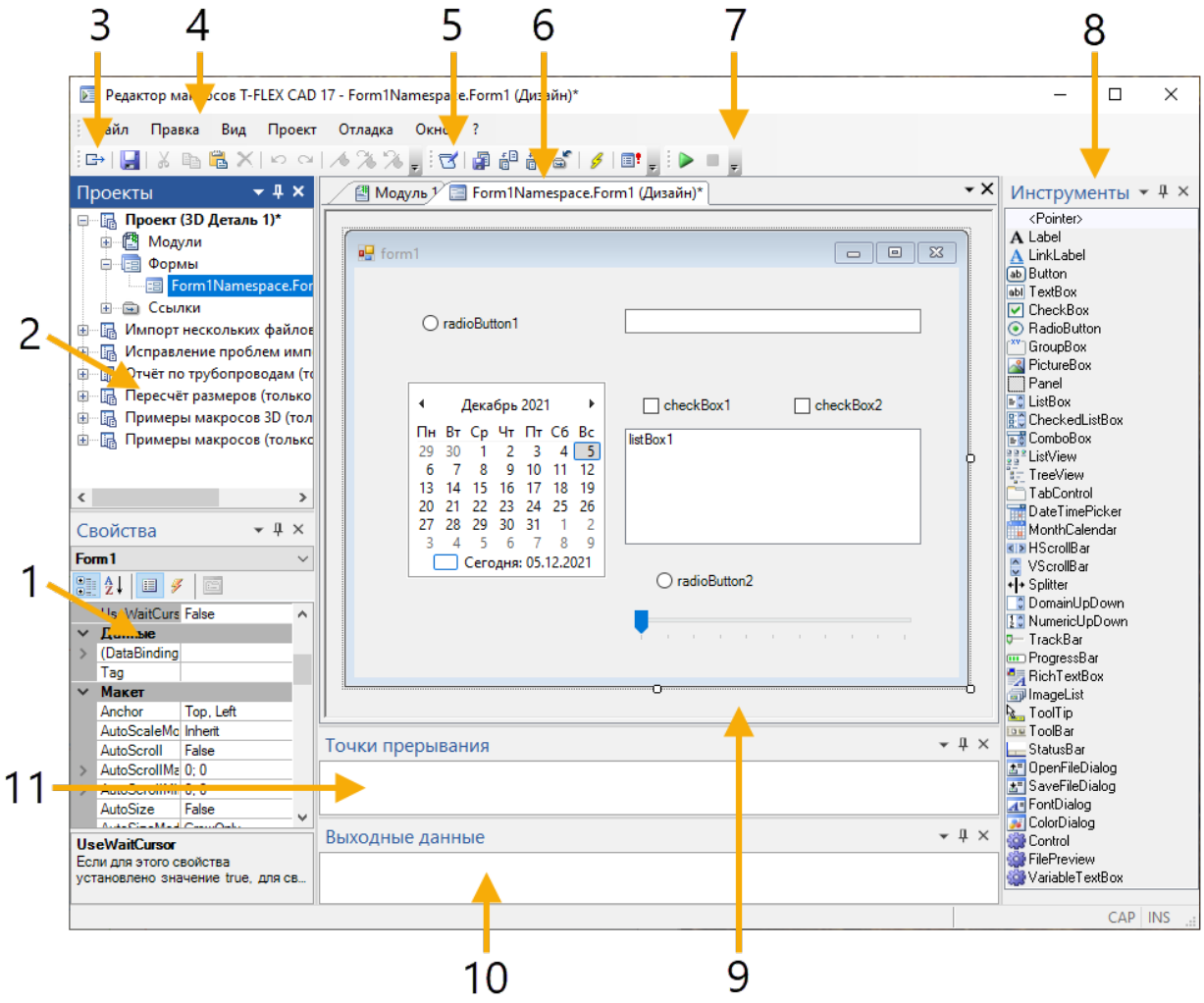
Для создания макросов предназначен специальный **Редактор макросов**. Он представляет собой интегрированную в T-FLEX среду разработки макросов, содержащую полный набор средств редактирования и отладки. Для написания макроса не нужно никаких других приложений и систем программирования. Все инструменты заложены внутри Редактора макросов.

Открыть редактор макросов можно при помощи команды:

Пиктограмма	Лента
	Инструменты > Инструменты > Редактор макросов
Клавиатура	Текстовое меню
<WM>	Сервис > Редактор макросов

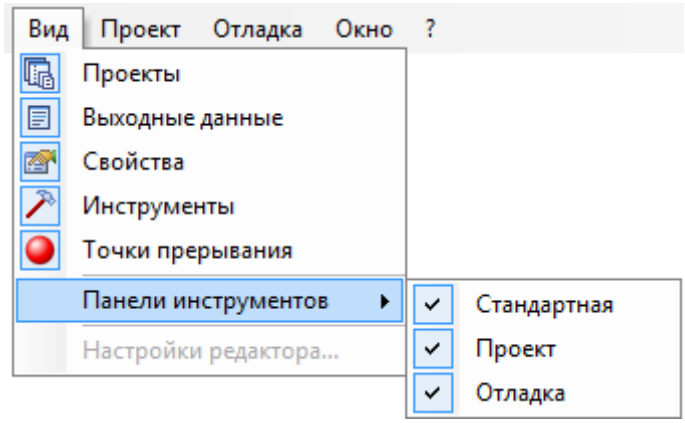
Редактор макросов работает параллельно с основным окном T-FLEX CAD. То есть при открытом окне редактора макросов можно совершать различные действия в окне самого приложения T-FLEX CAD (открывать/закрывать документы, например).

На рисунке ниже показаны основные инструменты редактора макросов.



1. Окно "Свойства"
2. Окно "Проекты"
3. Стандартная панель инструментов
4. Текстовое меню
5. Панель инструментов проекта
6. Закладки окон открытых модулей и форм
7. Панель отладки
8. Окно "Инструменты"
9. Рабочее окно редактора макросов
10. Окно "Выходные данные"
11. Окно "Точки прерывания"

Управлять отображением служебных окон и панелей инструментов редактора макросов можно с помощью текстового меню **Вид**.
Расположение всех служебных окон редактора макросов можно настраивать так же, как это делается со служебными окнами главного окна T-FLEX CAD. Их можно “привязать” к краям рабочего окна, сделать “всплывающими” или вывести в “плавающий” режим. В целях экономии рабочего места экрана часть окон можно объединить в одном групповом окне. Неиспользуемые служебные окна можно отключить.



В окне **Проекты** отображаются Проекты, доступные для редактирования. Это файлы, открытые в окне T-FLEX CAD, а также документы из директории “.../Program/Macros”. С помощью данного окна можно просматривать структуру Проектов, а также выполнять различные действия над их элементами (создавать модули/формы, открывать их на редактирование и т.п.).

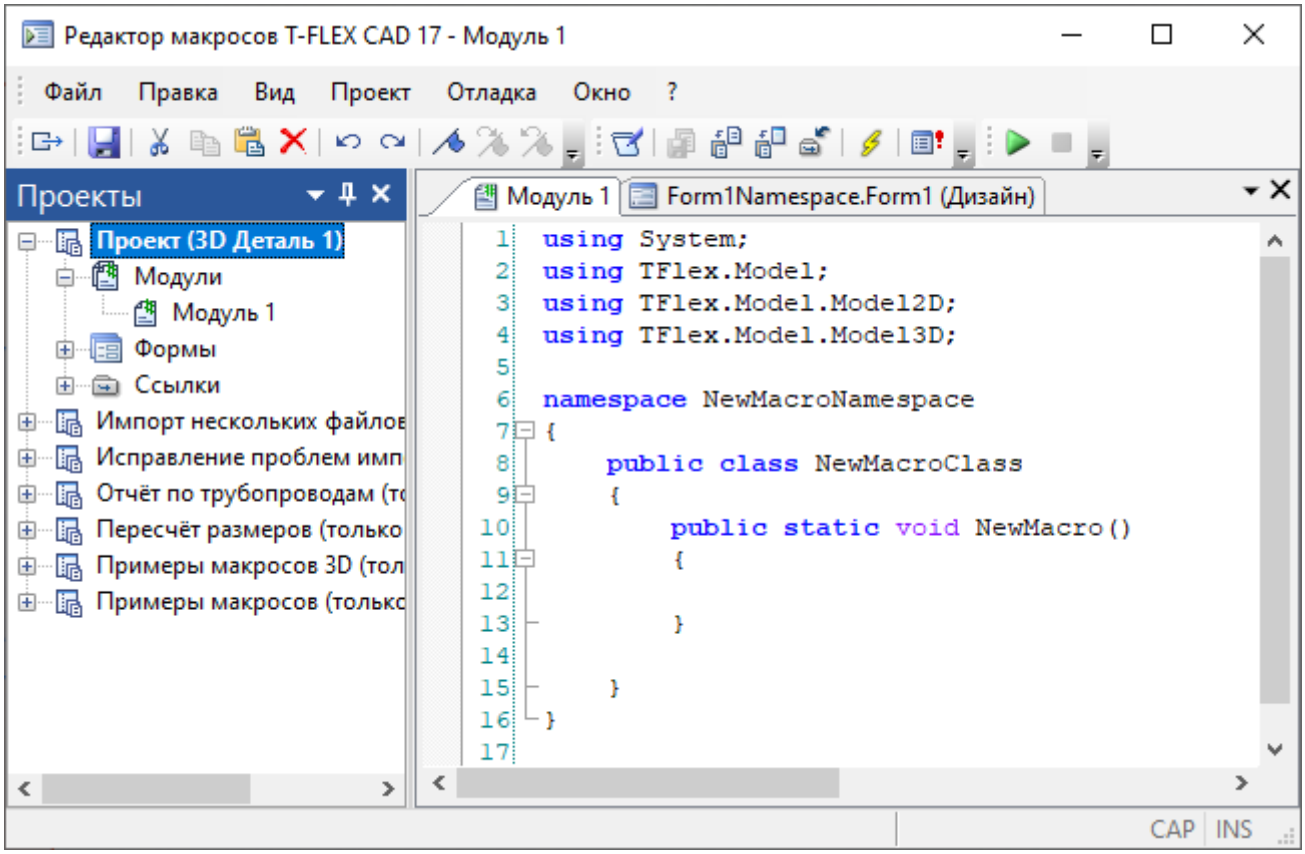
> Окно **Проекты** редактора макросов и служебное окно **Макросы** работают синхронно. Если закрыть файл Проекта (документ) в T-FLEX CAD, то он будет закрыт и в окне **Проекты** редактора макросов. Аналогично, после создания и отладки макроса в Редакторе макросов он появится в окне **Макросы** T-FLEX CAD.

Создание/редактирование кодов модулей и содержимого форм Проекта осуществляется в рабочем окне редактора макросов. Это основное окно редактора макросов. Код каждого модуля или формы Проекта открывается в отдельном окне. Для переключения между окнами модулей и форм используются закладки этих окон, расположенные в верхней части рабочего окна редактора макросов. Окна кода можно объединять в вертикальные или горизонтальные группы.
Окна **Свойства** и **Инструменты** необходимы для создания/редактирования графических форм Проектов. Окна **Точки прерывания** и **Выходные данные** используются в процессе компиляции и отладки созданного модуля.

Управление Проектами. Структура Проекта

Для управления Проектами в редакторе макросов используется окно **Проекты**. При открытии редактора макросов в данном окне отображаются все доступные на данный момент Проекты. Это все открытые в текущем приложении T-FLEX CAD документы, а также Проекты, хранящиеся в специальной папке "...T-FLEX CAD/Program/Macros/". Работа с несколькими Проектами может идти параллельно.

Каждый Проект отображается в виде иерархической структуры, включающей в себя наборы модулей, форм и ссылок.



При написании макросов в среде T-FLEX CAD используется модульное программирование. **Модульное программирование** – это организация программы как совокупности небольших независимых блоков, называемых модулями, структура и поведение которых подчиняется определённым правилам.

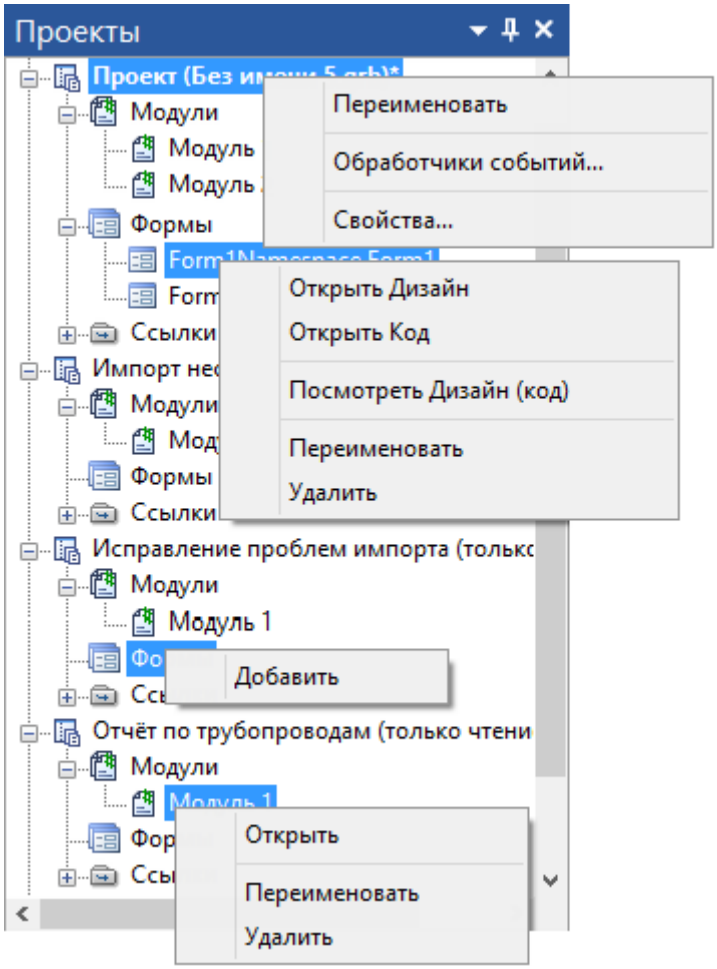
Модуль – программная единица, включающая в себя различные компоненты (типы, константы, переменные, пространства имён, классы, процедуры и функции). Макрос с точки зрения программного кода есть процедура – часть программы, предназначенная для выполнения отдельной конкретной задачи.

Форма – это диалоговое окно макроса, на котором могут быть размещены элементы управления (текст, кнопки, редакторы, переключатели и т.д.), используемые при работе макроса. Более подробно работа с этим окном будет рассмотрена далее в главе Создание макросов с экранными формами.

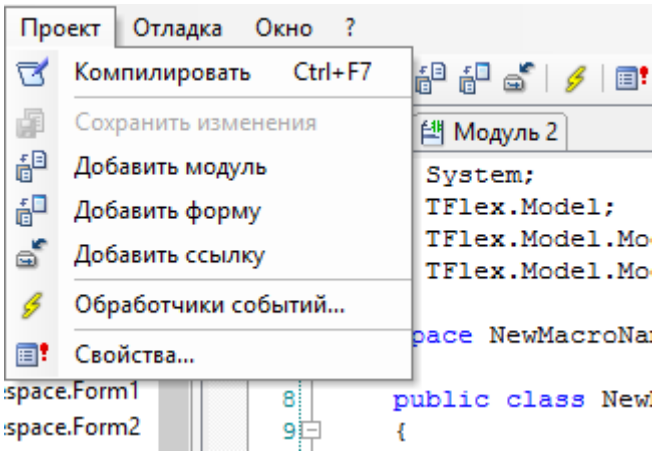
Ссылки нужны для того, чтобы получить доступ к свойствам, методам и событиям определённого объекта и использовать этот объект при программировании макроса. Например, для использования команд T-FLEX CAD в Проекте необходимо иметь ссылку на TFlexAPI.dll. При создании нового проекта в него уже добавлены основные ссылки для использования системных объектов, а также данных и объектов TFLEX CAD.

Проект может включать в себя любое количество модулей, форм и ссылок. В свою очередь, каждый модуль Проекта может содержать любое количество макросов.

Чтобы избежать проблемы повторяющихся имён макросов в сложных Проектах, можно использовать пространства имён.



Для любого объекта дерева Проектов (Проекта, папки модулей или отдельного модуля, формы, ссылки) доступно контекстное меню с набором специальных команд. Эти команды позволяют переименовать выбранный Проект, добавить в него новый модуль или форму, и т.д. Часть этих команд также можно вызвать из текстового меню **Проект** и с одноимённой инструментальной панели.



Создание Проекта. Свойства Проекта

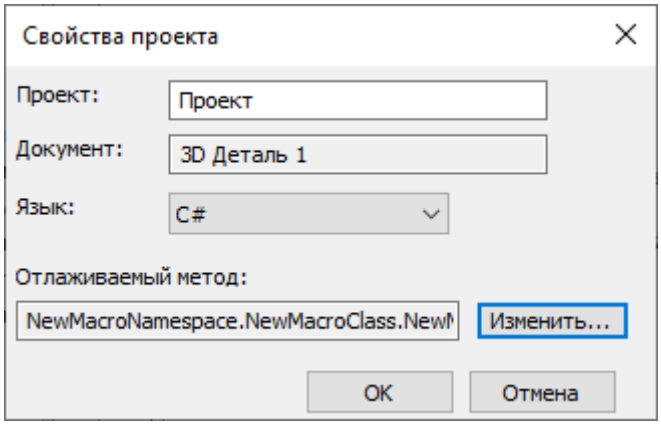
Для создания нового Проекта откройте новый документ в T-FLEX CAD. В окне **Проекты** в редакторе макросов автоматически появится новый Проект. Структура этого Проекта будет содержать только ссылки.

По умолчанию для любого нового Проекта используется язык программирования C#. Если необходимо использовать другой язык программирования, необходимо указать это сразу после создания нового Проекта. Смена языка программирования Проекта после создания модулей и форм приводит к тому к неактуальности кода уже существующих модулей и форм. В такой ситуации необходимо будет удалить все модули и формы Проекта, а затем создать их заново.

Язык программирования Проекта (макроса) указывается в диалоге свойств Проекта:

Редактор макросов		
Пиктограмма	Клавиатура	Текстовое меню
	<WM>	Проект > Свойства...

Диалог свойств Проекта также можно вызвать из контекстного меню Проекта в окне **Проекты**.



После вызова этой команды будет отображен диалог со свойствами текущего Проекта. В поле **Проект** данного диалога показывается имя Проекта. В поле **Документ** отображено имя файла T-FLEX CAD, в котором содержится данный Проект.

В выпадающем списке **Язык** можно выбрать язык программирования данного Проекта. В настоящий момент возможен выбор следующих языков программирования: Visual Basic, C#.

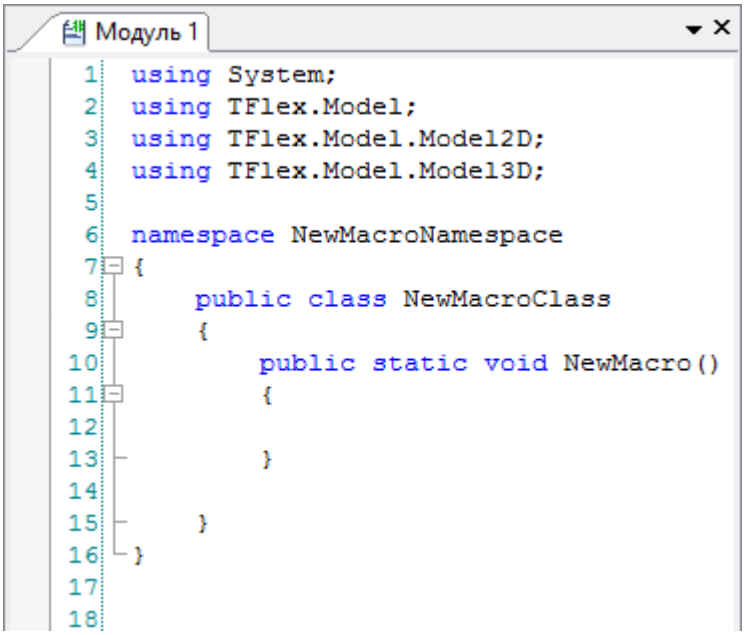
Дополнительный параметр **Отлаживаемый метод** используется только в режиме отладки макроса. Если режим отладки не используется, то метод можно не выбирать.
Для задания отлаживаемого метода необходимо нажать кнопку **Изменить**. В результате будет вызван диалог со списком методов текущего проекта. Работа с этим диалогом описана в разделе Отладка, компиляция и запуск макросов.

Создание модулей. Окно кода модуля

После выбора языка программирования Проекта можно создавать необходимые модули и формы.
Создать новый модуль в Проекте просто. Достаточно установить курсор на заголовок **Модули** в дереве Проекта (окно **Проекты**), нажать и вызвать команду **Добавить** из появившегося контекстного меню. Вызвать команду можно также из текстового меню или с инструментальной панели **Проект** редактора макросов:

Редактор макросов		
Пиктограмма	Клавиатура	Текстовое меню
		Проект > Добавить модуль

В результате в рабочем окне редактора макросов откроется новое окно с кодом модуля. В этом окне автоматически уже будет создана часть кода, объявлены ссылки, пространство имён, класс и процедура.



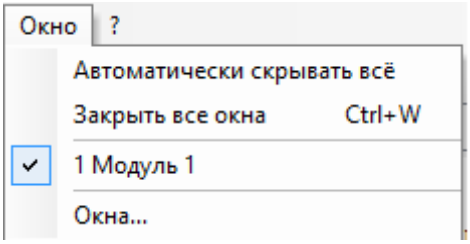
Для создания простого макроса достаточно написать одну процедуру и скомпилировать Проект.
Обратите внимание, что по умолчанию новый Проект содержит только стандартные ссылки на четыре библиотеки. Если в макросе будет использоваться библиотека, ссылки на которую нет в стандартном списке, пользователю необходимо добавить её в список ссылок самостоятельно. Для этого можно воспользоваться командой:

Редактор макросов		
Пиктограмма	Клавиатура	Текстовое меню
		Проект > Добавить ссылку

Эту команду можно вызвать и из контекстного меню окна **Проекты**. Для этого выберите в дереве текущего Проекта раздел **Ссылки** и нажмите . В появившемся контекстном меню будет доступна команда **Добавить**.

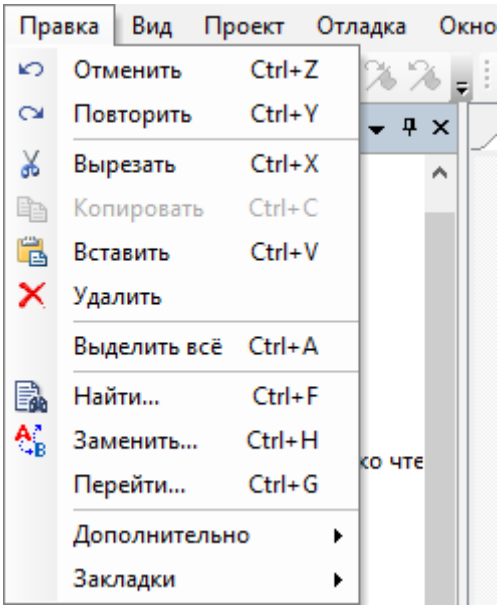
Управление окнами кода модулей

Код каждого модуля Проекта открывается в отдельном окне. Для переключения между окнами модулей используются закладки, расположенные в верхней части рабочего окна. Окна кода можно объединять в вертикальные или горизонтальные группы.
Для управления окнами модулей используются команды текстового меню **Окно**.

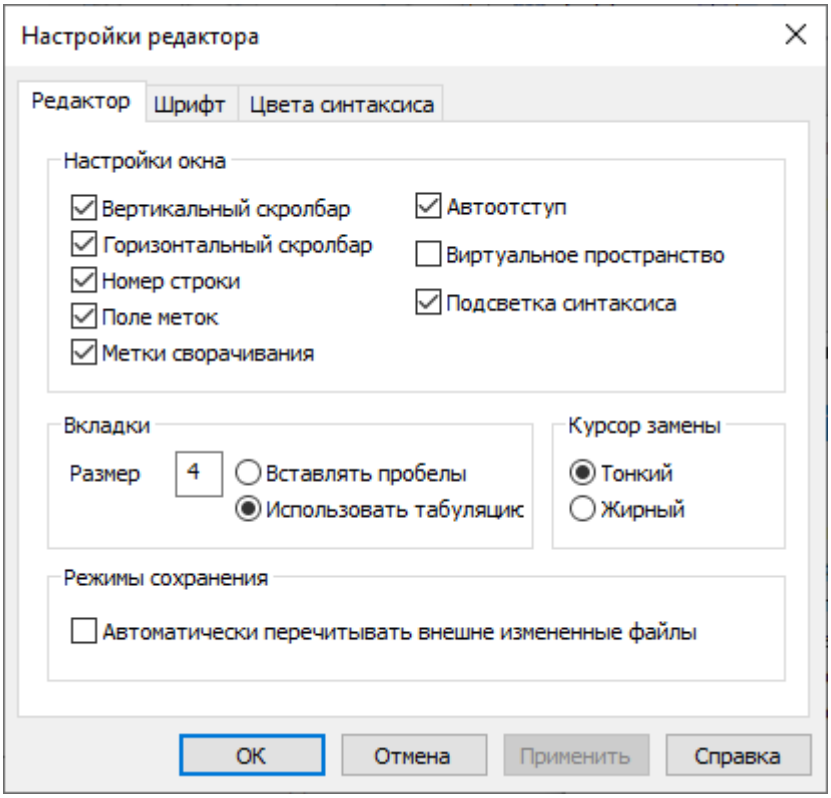


Настройки редактора кода

Окно кода модулей представляет собой текстовый редактор со стандартными возможностями по редактированию текста (Копировать, Вставить и т.д.). Команды для работы с текстом доступны в контекстном меню, на инструментальной панели **Стандартная** и в текстовом меню **Правка**. Кроме того, в диалоге настроек рабочего окна можно задать специфические настройки редактора кода: автоматическая нумерация строк, автоматическое создание отступов, выделение цветом различных синтаксических единиц кода и т.д.



Настройки редактора кода модуля задаются с помощью команды:
Вид > Настройка редактора...
При вызове команды открывается окно настроек редактора кода.



На закладке **Редактор** задаются следующие параметры:
Группа параметров **Настройки окна**:
Вертикальная линейка и **Горизонтальная линейка**. Данные параметры управляют отображением полос прокрутки в окнах кода;
Номер строки. Параметр, отвечающий за отображение номеров строк кода;
Поле меток. Данный параметр управляет отображением поля меток назначенных закладок и точек прерывания в левой части окон кода;
Collapsible Nodes. Показать\скрыть узлы, позволяющие сворачивать участки кода.
Автоотступ. Если данный флажок установлен, каждой создаваемой новой строке кода автоматически назначается такой же отступ, как у предыдущей строки;
Virtual space. Когда данный параметр включен, курсор можно поместить в любое место окна кода. При отключенном параметре курсор устанавливается только в пределах существующего текста;
Синтаксическая подсветка. Параметр разрешает выделение разными цветами различных синтаксических структур кода. Цветовая гамма выделения задаётся на закладке **Цвета синтаксиса** данного диалога;
Параметр **Tabs** > **Размер** задаёт длину символов табуляции, используемых для создания автоматического отступа строк кода. Единицей задания длины является ширина символа пробела;
Группа параметров **Курсор замены** определяет вид курсора в режиме замены текста.
Последний параметр данной закладки – **Автоматически пересчитывать внешне изменённые файлы** – используется в ситуациях, когда документ Проекта открыт одновременно в нескольких приложениях T-FLEX CAD. При установленном флажке Проект будет автоматически синхронизироваться во всех приложениях.
На двух других закладках диалога настроек – закладке **Шрифт** и закладке **Цвета синтаксиса** – задаются параметры шрифта, используемого для отображения кода, и параметры цветового выделения различных синтаксических структур кода.

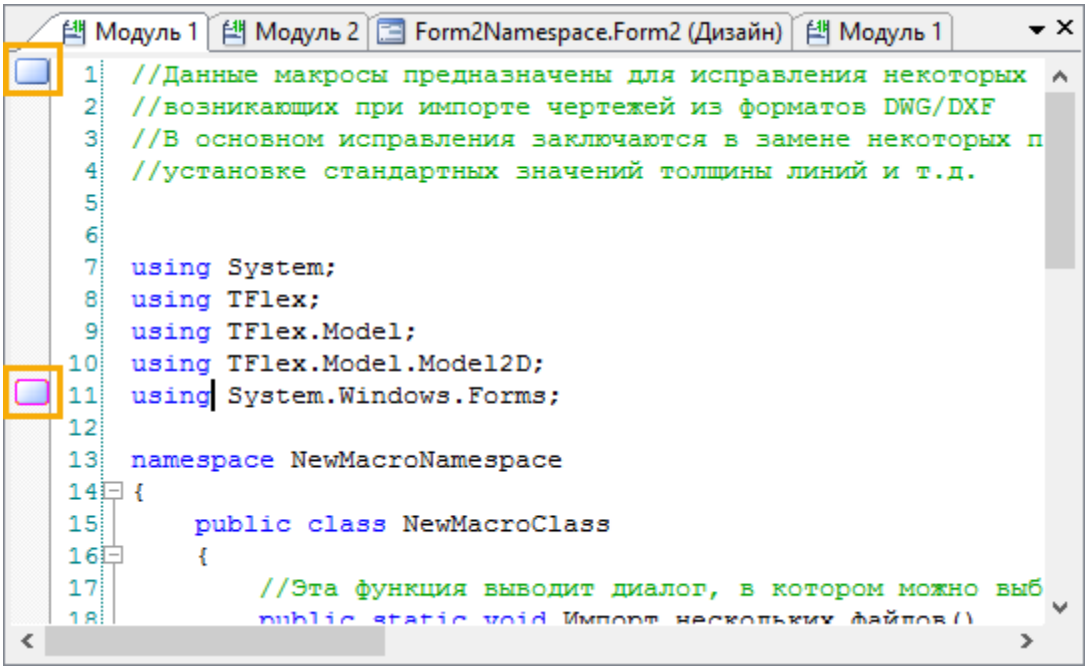
Использование закладок

Для удобства работы с большим кодом в окне редактора кода можно назначать **закладки** (метки) на отдельные строки кода. Закладки позволяют быстро перемещаться в окне кода от одной помеченной строки кода к другой.

Для добавления закладки необходимо установить курсор на нужную строку кода и вызвать команду "**Добавить/Удалить закладку**":

Редактор макросов		
Пиктограмма	Клавиатура	Текстовое меню
	<Ctrl>+<F2>	Правка > Закладка > Добавить/удалить закладку

После вызова команды в окне кода слева от выбранной строки появится метка закладки (если область меток в окне кода включена).



После "расстановки" закладок можно будет быстро перемещаться по тексту модуля с помощью команд:

Редактор макросов		
Пиктограмма	Клавиатура	Текстовое меню
	<F2>	Правка > Закладка > Перейти к следующей закладке

Редактор макросов		
Пиктограмма	Клавиатура	Текстовое меню
	<Shift>+<F2>	Правка > Закладка > Перейти к предыдущей закладке

Метка активной закладки (то есть закладки, на строке которой в данный момент находится курсор) выделяется цветом.
Удаление закладки осуществляется повторным вызовом команды “Добавить/Удалить закладку” для помеченной строки кода.

Пример макроса 1

В качестве примера создадим макрос, который будет автоматически строить линию построения – окружность и строчный текст, привязанный к узлу и этой окружности.
Для этого создайте в T-FLEX CAD новый 2D документ. В редакторе макросов выберите его Проект в дереве проектов (окно “Проект”) и в нём создайте новый модуль. В окно кода модуля вставьте следующий текст.

```
// Объявление ссылок
using System;
using TFlex;
using TFlex.Model;
using TFlex.Model.Model2D;

// Объявление класса
    public class NewMacroClass
    {
// Объявление процедуры (имя макроса)
    public static void CreateText()
    {
// Создание объекта document – документ, активный в текущий момент времени
        Document document = TFlex.Application.ActiveDocument;
// Открытие блока изменения документа
        document.BeginChanges("Создание текста");
// Создание объекта text – строчный текст
        LineText text = new LineText(document);
// Создание свободных узлов в документе с координатами (150,100) и (150,140)
        FreeNode node1 = new FreeNode(document,150,100);
        FreeNode node2 = new FreeNode(document,150,140);
// Построение окружности по центру и точки, через которую она проходит
        CircleConstruction circle = new CircleConstruction(document);
        circle.SetCenterAndNode(node1,node2);
// Задание параметров объекта text
        text = new LineText(document);
        FontStyle style = text.FontStyle;
        style.FontName = "Arial";
        style.Bold = true;
        style.Italic = true;
        text.Color = 1;
        text.Node = node2;
        text.Circle = circle;
        text.TextValue = "Текст по окружности";
        text.HorizontalAlignment = TextHorizontalAlignment.Center;
```

```
//Закрытие блока изменения документа
        document.EndChanges();
    }
  }
```

После написания кода макроса необходимо скомпилировать его Проект.

Отладка, компиляция и запуск макросов

Компиляция проекта

Для запуска компиляции используется следующая опция:

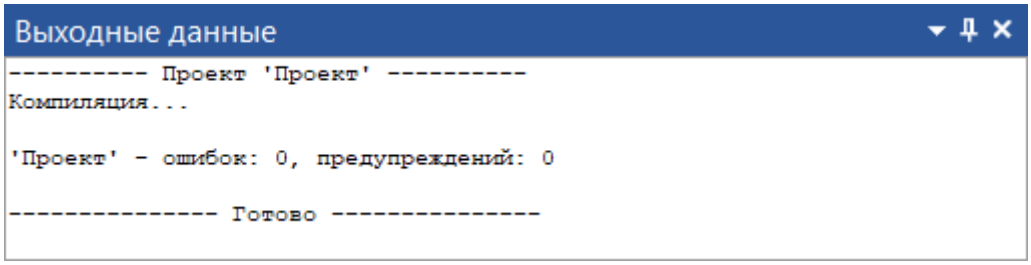
Редактор макросов		
Пиктограмма	Клавиатура	Текстовое меню
	<Ctrl> + <F7>	Проект > Компилировать

Компиляция проекта является необходимым действием перед запуском макроса на выполнение. В процессе компиляции система анализирует код макроса и выявляет ошибки. Сообщения об обнаруженных ошибках выводятся в окне **Выходные данные**.

Ошибки компиляции возникают, если система не может интерпретировать введённый текст. Эти ошибки могут быть связаны с неправильным синтаксисом инструкции или заданием неверного метода или свойства.

Окно «Выходные данные»

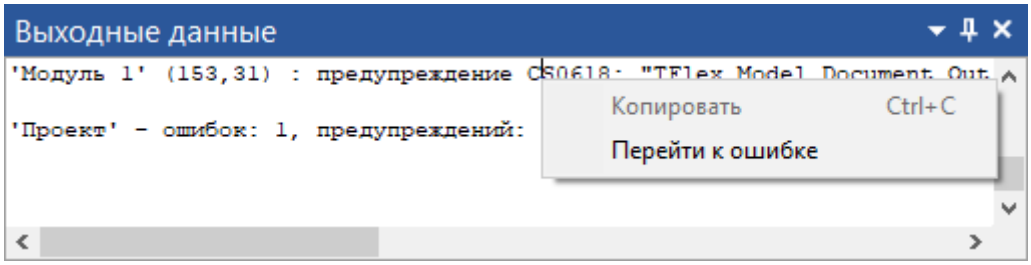
Окно “Выходные данные” расположено в нижней части редактора макросов. Оно предназначено для отображения сообщений о текущем состоянии проекта. В этом окне отображаются ошибки и предупреждения, выявленные в процессе компиляции проекта.



Сообщение об ошибке в этом окне содержит информацию о месте ошибки в окне кода (номер строки и колонки), а также номер ошибки.

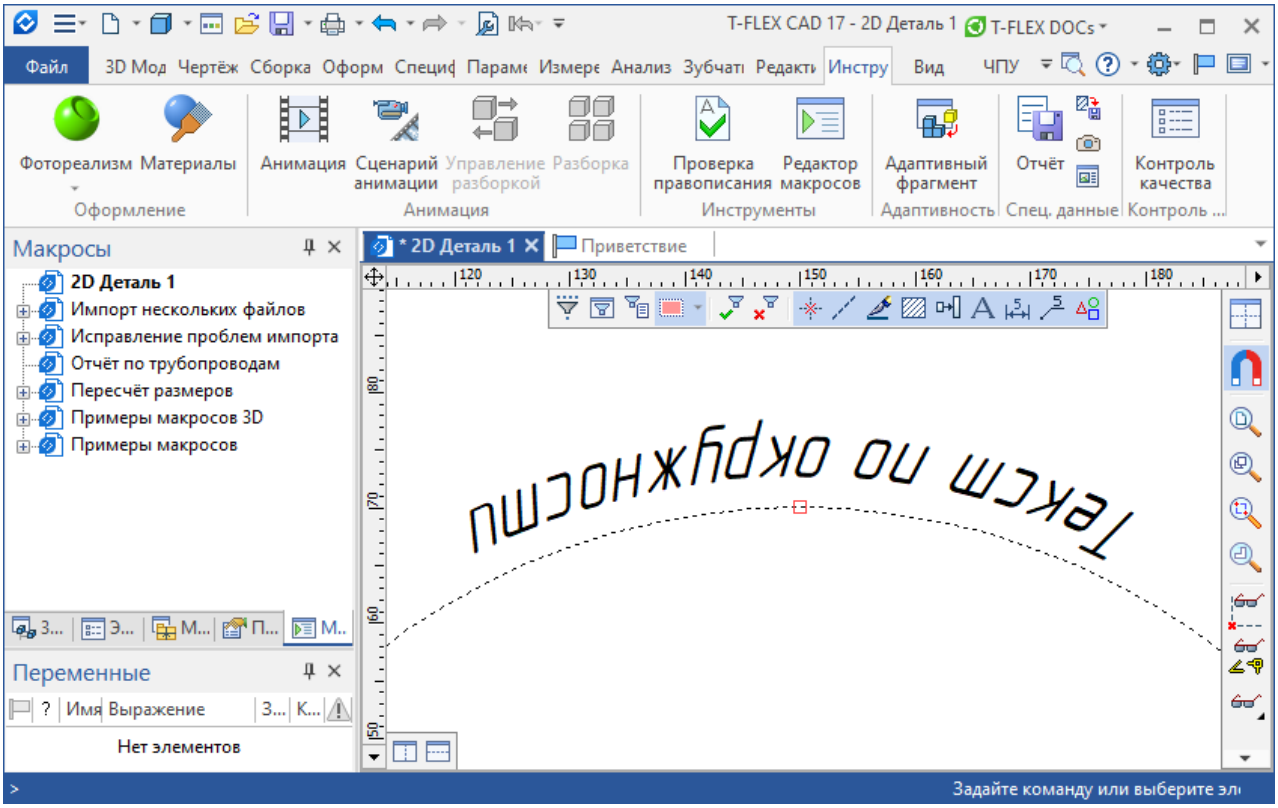
Перейти к месту ошибки в окне кода можно по , либо из контекстного меню для ошибки по можно вызвать команду “**Перейти к ошибке**”.

Тип ошибки и информацию о ней можно посмотреть в руководстве разработки приложений Microsoft Developer Network (MSDN) по коду, который отображен в сообщении об ошибке в окне **Выходные данные.**



В случае успешной компиляции проекта макрос будет добавлен в окно Макросы T-FLEX CAD и может быть запущен на выполнение.

На рисунке ниже показан результат выполнения макроса, создающего линию построения - окружность и строчный текст, привязанный к этой окружности. Код этого макроса был приведен выше при описании окна кода модуля.



Отладка макроса. Точки прерывания

Если после запуска макроса на выполнение стало очевидно, что макрос работает неправильно, можно воспользоваться режимом **отладки макроса** для обнаружения ошибок кода.

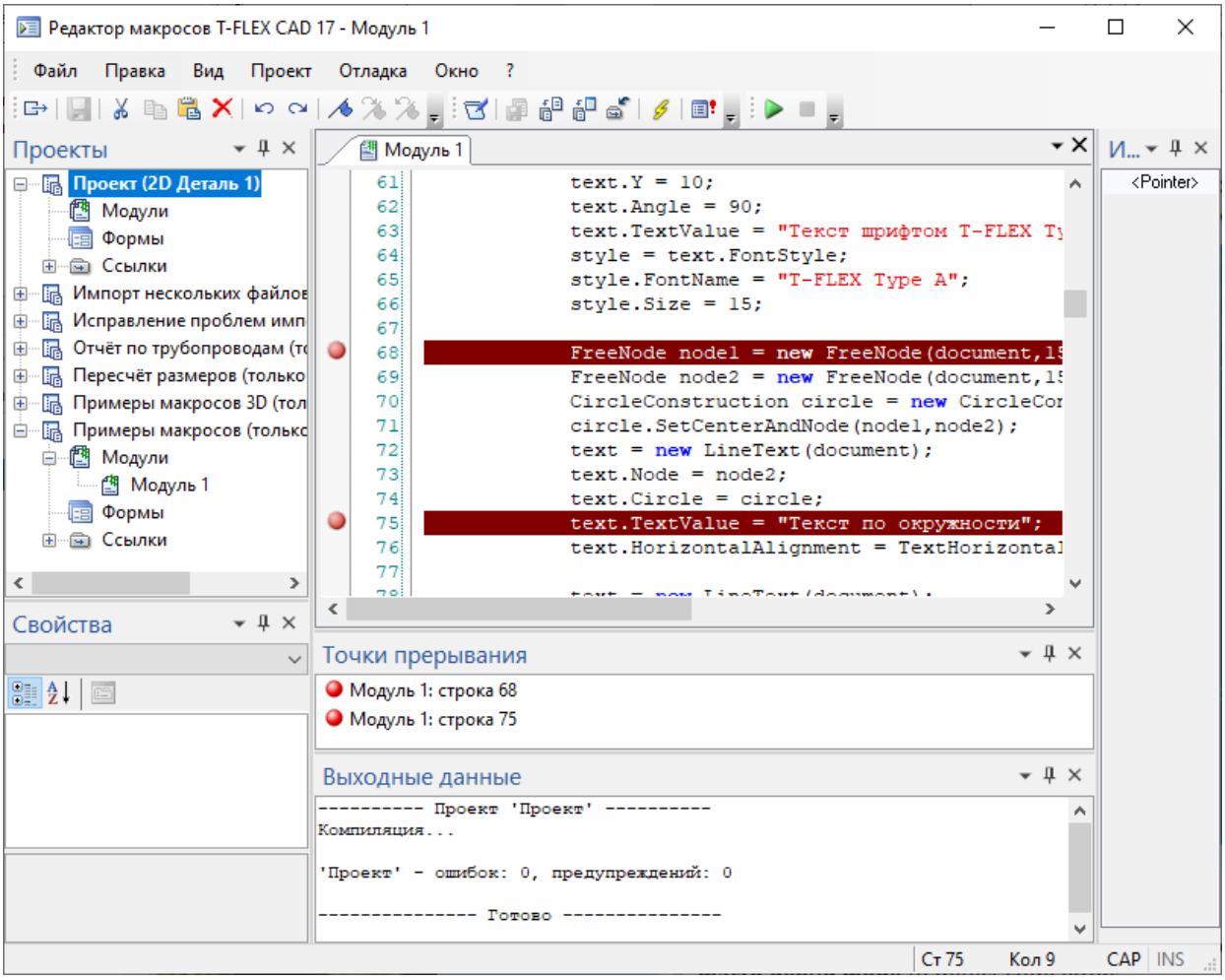
В режиме отладки макрос компилируется (при необходимости) и затем запускается на выполнение с возможностью остановок в промежуточных точках - точках прерывания. В момент остановки можно проверить текущие состояния объектов макроса с помощью команды **Вычислить выражение**.

Задание точек прерывания

Создать точки прерывания можно с помощью команды **Точка прерывания:**

Редактор макросов		
Пиктограмма	Клавиатура	Текстовое меню
	<F9>	Отладка > Точка прерывания

Точка прерывания назначается на ту строку кода, где находился курсор на момент вызова команды. То есть для создания точки прерывания нужно установить курсор на ту строку кода, перед которой необходимо остановить выполнение макроса, и нажать <F9> (или вызвать команду другим способом). В области меток слева от выбранной строки кода появится пометка точки прерывания – , а сама строка будет выделена цветом. Для создания ещё одной точки прерывания необходимо установить курсор на следующую строку и снова вызвать команду **Точка прерывания**, и т.д.
Список всех назначенных точек прерывания отображается в окне **Точки прерывания**.



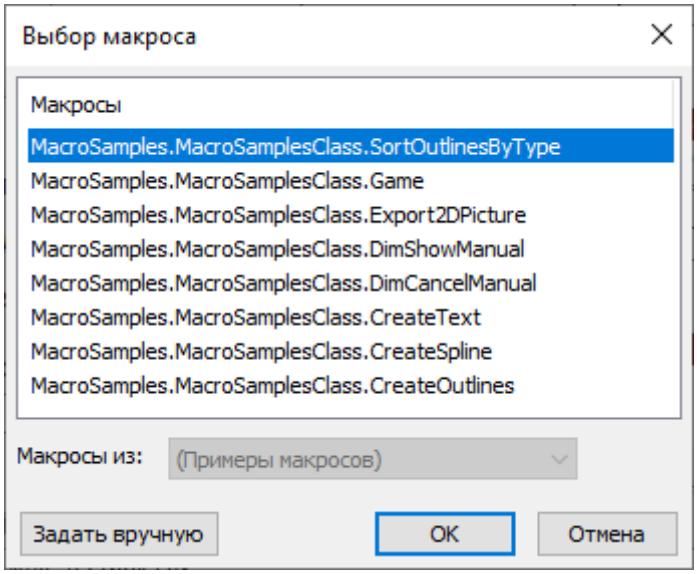
Для удаления точки прерывания достаточно установить курсор в строку с точкой прерывания и повторно вызвать команду – **Точка прерывания**.

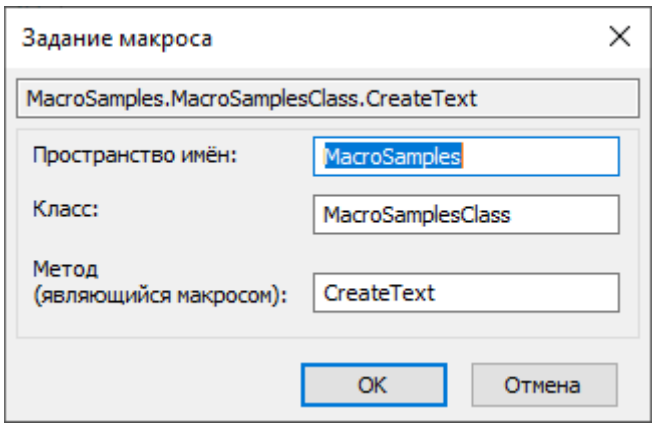
Запуск режима отладки

Запустить режим отладки макроса можно с помощью следующей команды:

Редактор макросов		
Пиктограмма	Клавиатура	Текстовое меню
	<F5>	Отладка > Начать отладку

Так как модуль может содержать несколько макросов (процедур), то предварительно нужно указать, какая процедура должна быть запущена. Для этого в команде **Свойства проекта** (до запуска режима отладки) необходимо выбрать метод по умолчанию (макрос).
Если метод по умолчанию заранее не задан, то после запуска режима отладки на экране появится диалог **Выбор макроса**, в котором предлагается выбрать отлаживаемый метод (макрос). Метод можно выбрать либо из предлагаемого списка методов текущего проекта, либо вписать его имя вручную, нажав кнопку **Задать вручную**. При нажатии кнопки открывается диалог **Задание макроса**, в котором надо задать пространство имён, класс и имя процедуры, которая будет запущена.





После выбора метода он будет запущен. Если с момента последней компиляции код модуля был изменён, перед запуском режима отладки система предложит перекомпилировать проект.

Работа в режиме отладки

После запуска выполнение макроса доходит до первой точки прерывания в коде и останавливается. Выполнения макроса передаётся в редактор макросов в строку с кодом, идущую до точки прерывания. Основное окно T-FLEX CAD становится неактивным. В этот момент можно вызвать команду **Вычислить выражение**:

Редактор макросов		
Пиктограмма	Клавиатура	Текстовое меню
	<Ctrl> + <Alt> + <Q>	Отладка > Вычислить выражение

Данная команда позволяет проверить значение любого объекта кода на момент остановки макроса. Объект может быть как системного типа (строкового, целого, вещественного и т.д.), так и пользовательского.
Возобновить работу выполнение макроса (до следующей точки прерывания) можно, повторно вызвав команду **Начать отладку**. Для полного выполнения макроса данную команду придётся вызывать столько раз, сколько точек прерывания создано в коде.
Для ускоренного завершения работы макроса (без остановок в точках прерывания) используется команда **Остановить отладку**:

Редактор макросов		
Пиктограмма	Клавиатура	Текстовое меню
		Отладка > Остановить отладку

Создание макросов с экранными формами

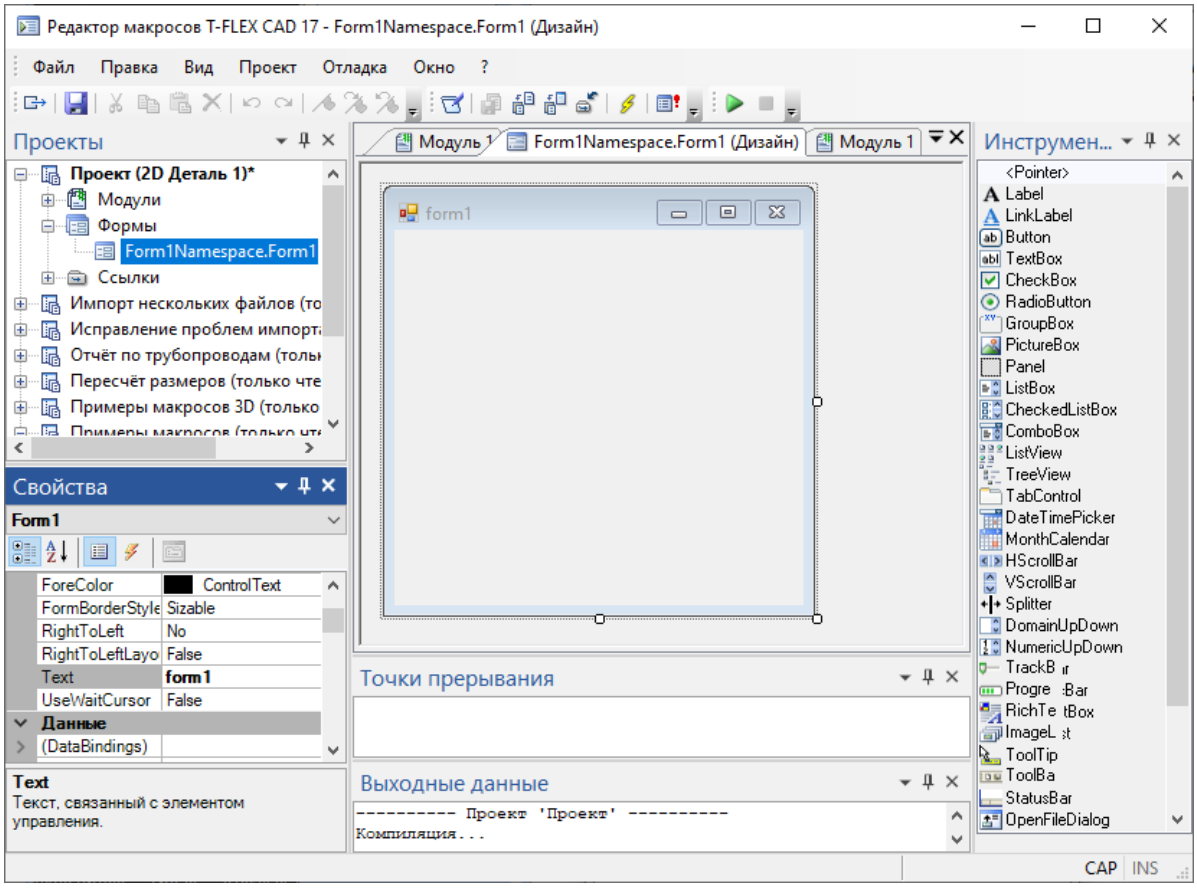
Иногда бывает необходимо предоставить пользователю возможность задавать некоторые параметры в процессе выполнения макроса с помощью специально созданного графического диалога. Для этих целей в Редакторе макросов реализована возможность создания экранных форм с элементами управления. Ниже будут рассмотрены инструменты Редактора макросов, позволяющие создавать макросы с экранными формами.

Создание формы

Для создания формы в текущем Проекте используется команда:

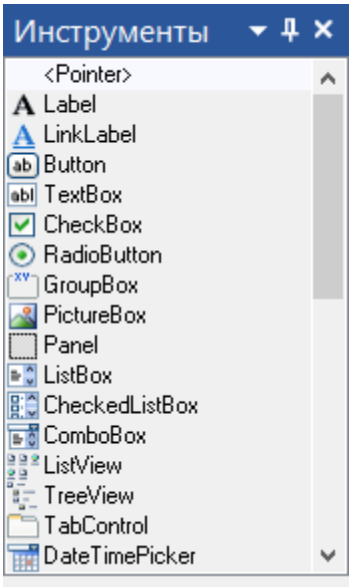
Редактор макросов		
Пиктограмма	Клавиатура	Текстовое меню
		Проект > Добавить форму

Команду можно также вызвать из окна **Проект**. Для этого необходимо установить курсор на заголовок раздела **Формы** в дереве текущего Проекта и нажать . В открывшемся контекстном меню будет доступна команда "**Добавить**.
После добавления новой формы в Проект в рабочем окне редактора макросов автоматически откроется окно новой формы. Оно содержит пустой макет формы, готовый для заполнения элементами управления. В заголовке окна стоит название формы с уточнением в скобках – "(Дизайн)".
Кроме того, при открытии окна формы автоматически открываются служебные окна **Свойства** и **Инструменты**.



При добавлении формы в Проект в список ссылок автоматически добавляются две новые ссылки: “Systems.Windows.Form” и “Systems.Drawing”.

Окно «Инструменты»



Окно **Инструменты** открывается автоматически при создании новой формы. Самостоятельно вызвать окно**Инструменты** можно из текстового меню редактора макросов: **Вид** > **Инструменты**.
Окно **Инструменты** содержит набор элементов управления, которые могут быть размещены в форме. Элементы в этом окне появляются только тогда, когда активна форма. В противном случае окно пустое.

Окно «Свойства»

Вызвать окно можно из текстового меню редактора макросов: **Вид > Свойства**. Оно предназначено для просмотра и задания свойств и событий (методов) для формы и элементов, расположенных в форме. Это окно остаётся пустым, пока не выбрана форма или элемент, расположенный на форме.

Свойства элемента управления – это параметры, определяющие характеристики объекта (название, цвет, положение и т.д.).

События элемента управления – это действия, совершаемые над объектом элемента управления, например, нажатие на элемент управления **Кнопка**. В процессе выполнения программы (макроса) событие элемента управления связано с выполнением определенных команд. Например, событие нажатия на элемент управления **Кнопка** можно связать с созданием объекта в T-FLEX CAD.

В верхней части окна **Свойства** размещён список с элементами формы. Для просмотра и изменения свойства элемента формы нужно выбрать его в списке или с помощью выбрать элемент на самой экранной форме.

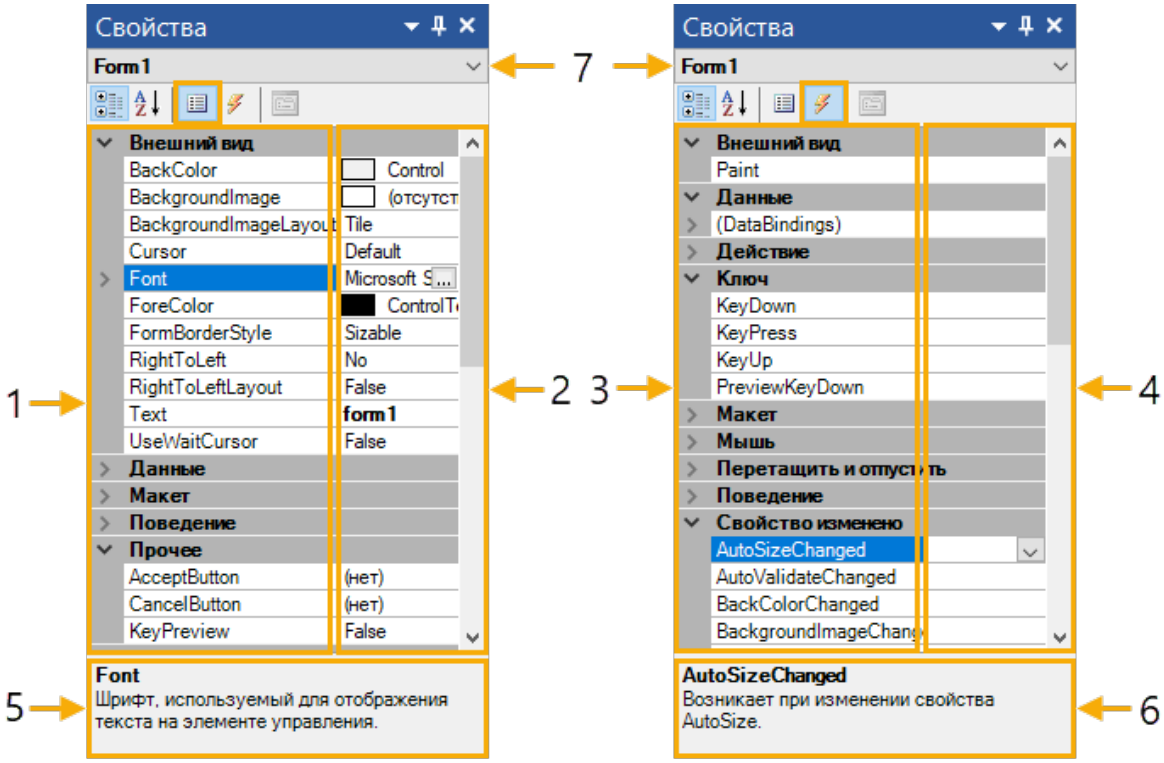
Окно **Свойства** работает в двух режимах:

- Если на панели окна активна опция **Свойства**, то в окне будут отображаться свойства элемента.
- Если активна опция **События**, то в окне отображаются события.

Окно **Свойства** разделено на две части. В левом столбце отображаются имена свойств объекта. В правом столбце отображаются значения свойств.

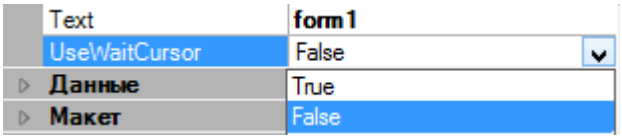
Если окно находится в режиме показа событий, то в правом столбце окна отображаются события, возможные для данного типа элемента. В левом столбце имена функций, используемые в текущий момент времени для данного элемента и события.

При помощи кнопок и можно отсортировать список свойств объекта либо по алфавиту, либо по типу соответственно.

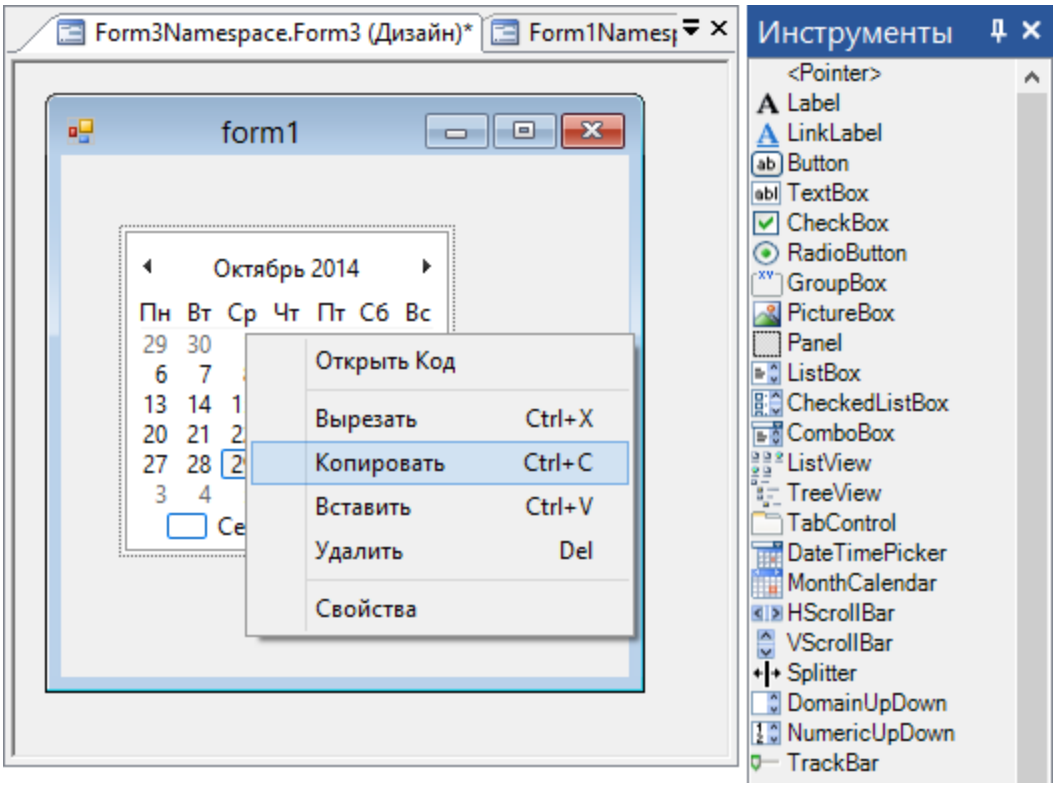


1. Имена свойств
2. Значения свойств
3. Имена событий
4. Имена процедур обработки событий
5. Описание свойства
6. Описание события
7. Список элементов

Для некоторых свойств могут быть установлены строго определённые значения. При этом поле для ввода значения будет представлять собой комбинированный список, при раскрытии которого отображаются значения свойства, допустимые для выбора.



Размещение элементов управления в форме. Задание параметров элементов



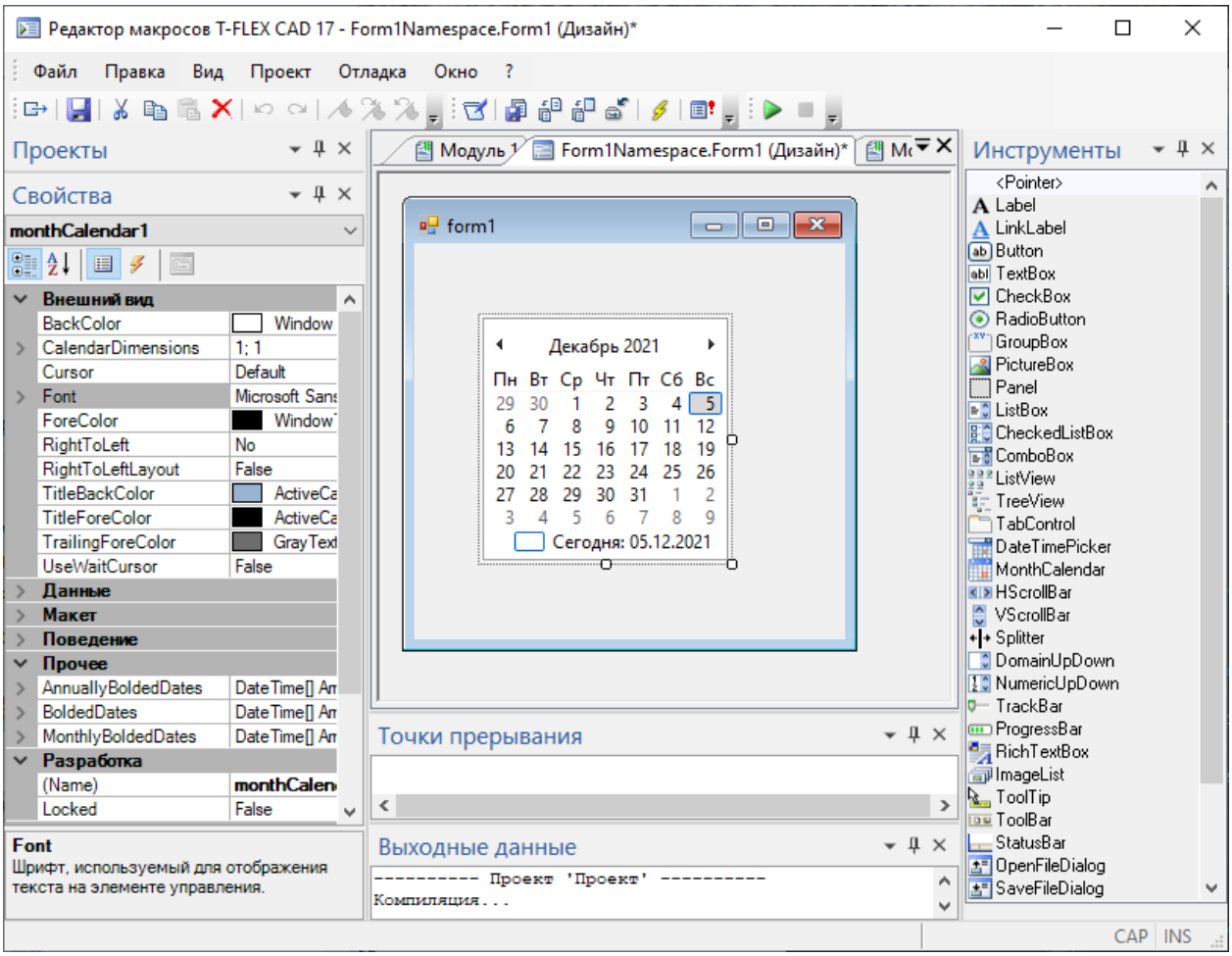
Для размещения элементов управления в форме нужно сделать следующие действия:

- Выбрать форму, в которую требуется добавить элемент управления.
- Выбрать в окне **Инструменты** нужный элемент.

Затем можно действовать двумя путями. Первый вариант – нажать на любом месте формы. При этом в форму будет добавлен выбранный элемент управления стандартного размера. Затем можно перетащить элемент управления в нужное место формы и изменить его размеры.

Второй вариант – указать двумя нажатиями положение противолежащих диагональных углов прямоугольника элемента управления. Тем самым сразу задаётся положение и размеры элемента управления.

Задать параметры нанесённым на форму элементам управления можно с помощью окна **Свойства**. Выбрать редактируемый элемент можно прямо в этом окне (в выпадающем списке сверху) или в форме с помощью . После выбора элемента в окне **Свойства** будут отражаться именно его параметры.



При необходимости можно просмотреть автоматически генерируемый код создания графического изображения формы. Это можно сделать с помощью команды **Открыть Код (Дизайн)** в контекстном меню для данной формы в окне **Проект**. Окно кода дизайна формы открывается также в рабочем окне редактора макросов. Заголовок окна включает в себя название формы с уточнением в скобках – "(Дизайн)".

> Название окна кода дизайна формы совпадает с названием окна формы. Различаются они иконками: – у окна формы, – у окна кода дизайна формы.

После размещения всех необходимых элементов формы можно переходить к заданию кода формы.

Написание процедур для элементов управления в формах

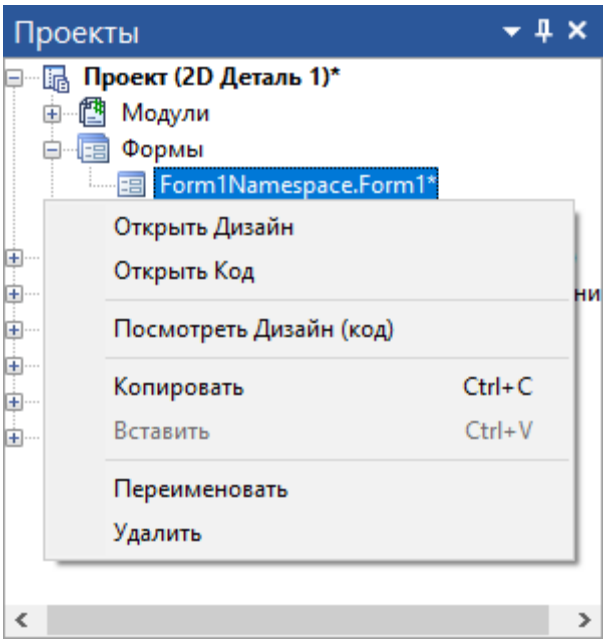
После размещения элементов управления в формах необходимо связать эти элементы с кодом.
Код формы создаётся в отдельном окне, аналогичном окну кода модуля. В заголовке окна указано имя формы с уточнением в скобках – "(Код)".
Вызвать это окно можно тремя способами:

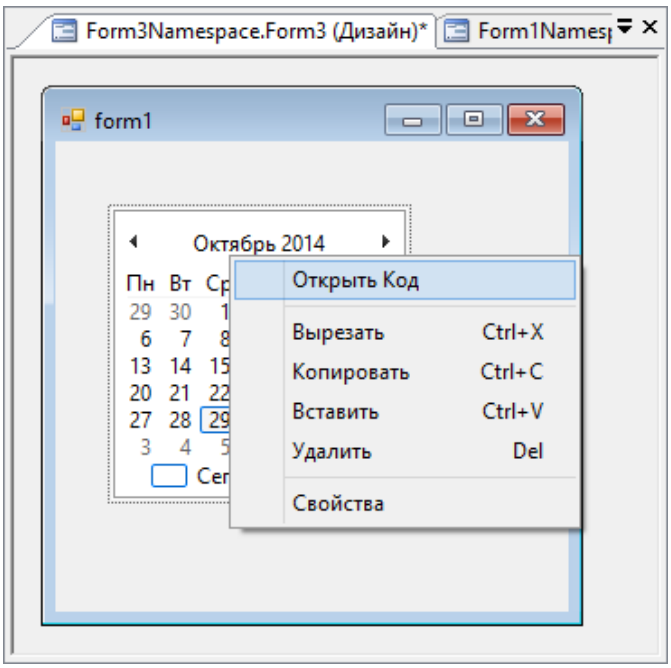
- В окне **Проекты** из контекстного меню для выбранной формы вызвать команду **Открыть код.** При этом будет открыто окно с кодом формы, в которое можно добавлять процедуры обработки событий для элементов управления в этой форме.
- Вызвав команду **Открыть код** из контекстного меню для любого элемента управления формы.

- По на элементе управления в форме. При этом в открывшемся окне будет автоматически создана процедура обработки управляющего метода для соответствующего элемента. События для каждого элемента управления задаются по умолчанию.

Переключаться между окном формы и окном кода можно либо при помощи команд контекстного меню для этой формы (**Открыть дизайн, Открыть код**), либо при помощи соответствующих закладок, расположенных вверху рабочего окна редактора макросов.

Как и окна кода модулей, окно кода формы представляет собой текстовый редактор. По умолчанию окно кода формы содержит только процедуру инициализации формы.





Код формы обычно состоит из процедуры инициализации формы (она создаётся автоматически при первом открытии окна кода формы) и процедур обработки событий элементов управления формы.

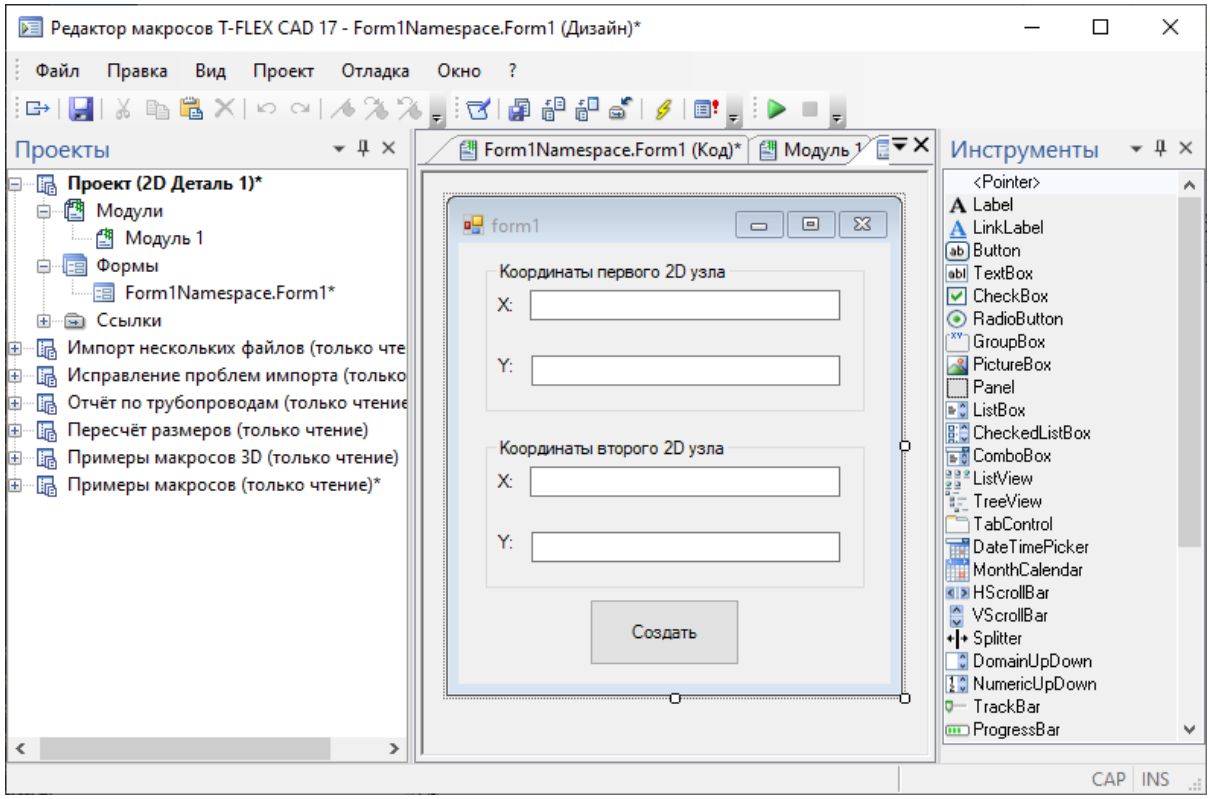
Для создания процедуры обработки события для объекта формы необходимо выбрать требуемый элемент, переключить окно “Свойства” в режим “События”, выбрать в списке нужное событие и нажать . В окно кода автоматически добавится пустая процедура обработки выбранного события для данного элемента формы. Тело процедуры пустое, его заполняет пользователь.

Для некоторых элементов управления можно использовать также просто двойное нажатие на элементе в форме. При этом в код формы добавляется процедура обработки основного события данного элемента управления.

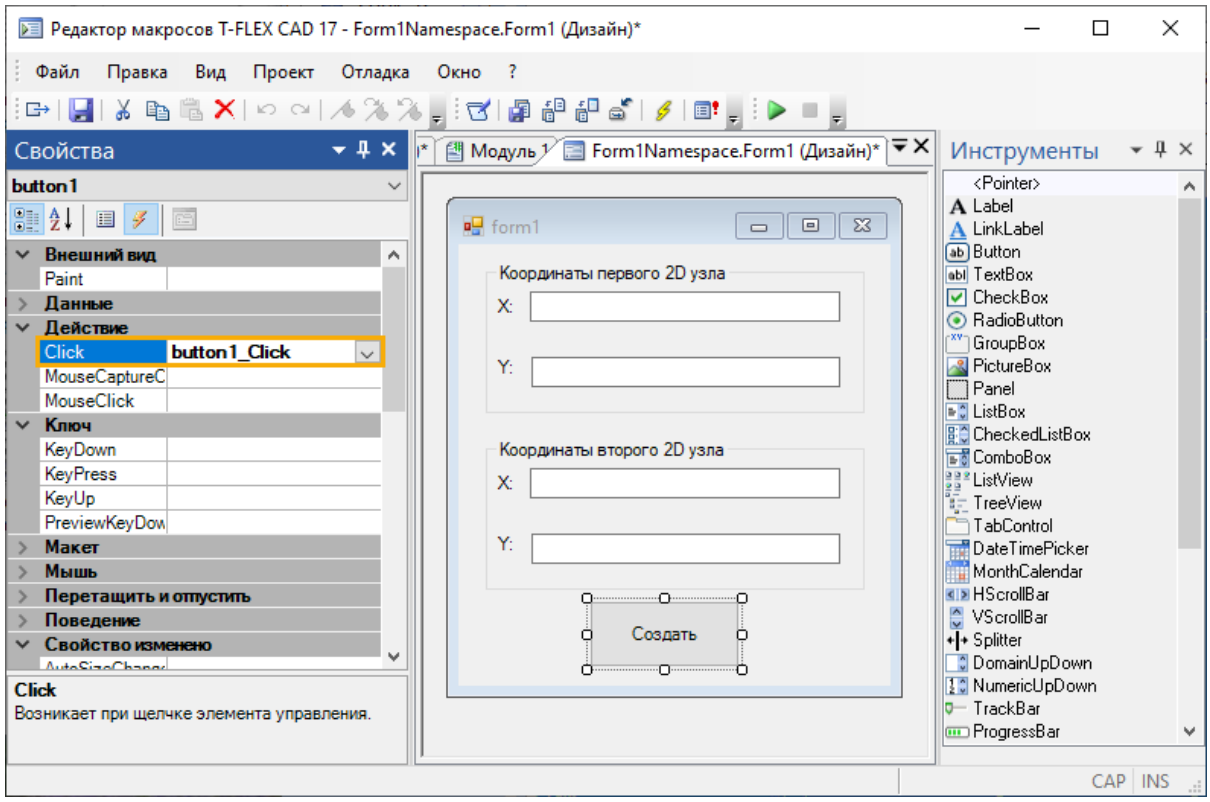
Пример макроса с экранной формой

Рассмотрим пример макроса, написанного на языке программирования Visual Basic. При выполнении макроса создаётся отрезок между двумя 2D узлами. Координаты этих узлов задаются в диалоге.

Первоначально, в проекте “CreateLine.grb” была создана форма “LineForm” и на ней размещены элементы управления, в которых будут задаваться координаты 2D узлов. В форму был добавлен элемент управления – кнопка, при нажатии на которую будет запускаться функция, создающая 2D узлы и отрезок между ними.

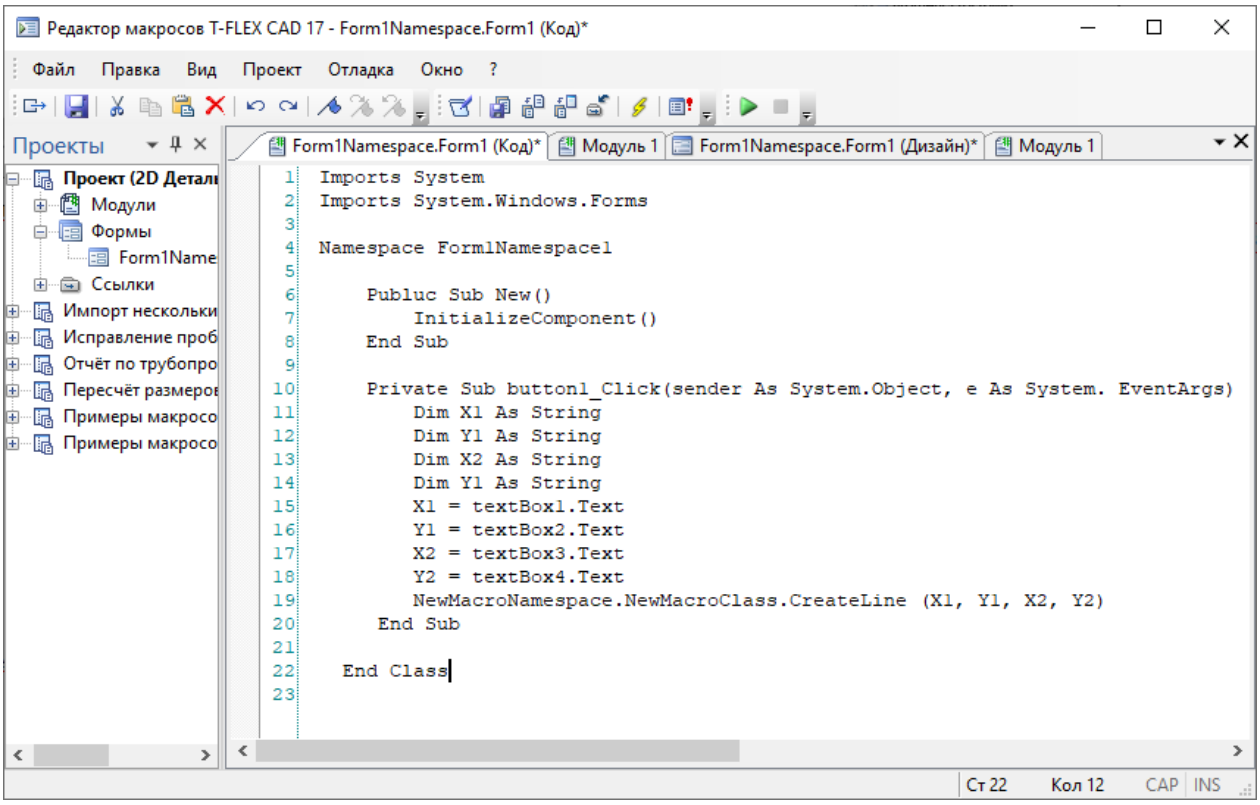


После размещения элементов управления на форме нужно создать обработку события нажатия на элемент управления – кнопку. Для этого следует выбрать этот элемент в форме, перейти в окно **Свойства** и в этом окне установить режим событий . В правой колонке события “Click” нажмите , при этом будет создана процедура “button1_Click”. Такого же эффекта можно было добиться, нажав на элементе управления – кнопка.



В открывшемся окне кода формы нужно написать процедуру “button1_Click”.

На рисунке ниже показано окно кода формы, с функцией “button1_Click”, в которой переменным “X1”, “Y1”, “X2” и “Y2” присваиваются значения из элементов управления – редакторов textBox1, textBox2, textBox3 и textBox4, и вызывается функция (макрос) “CreateLine”.

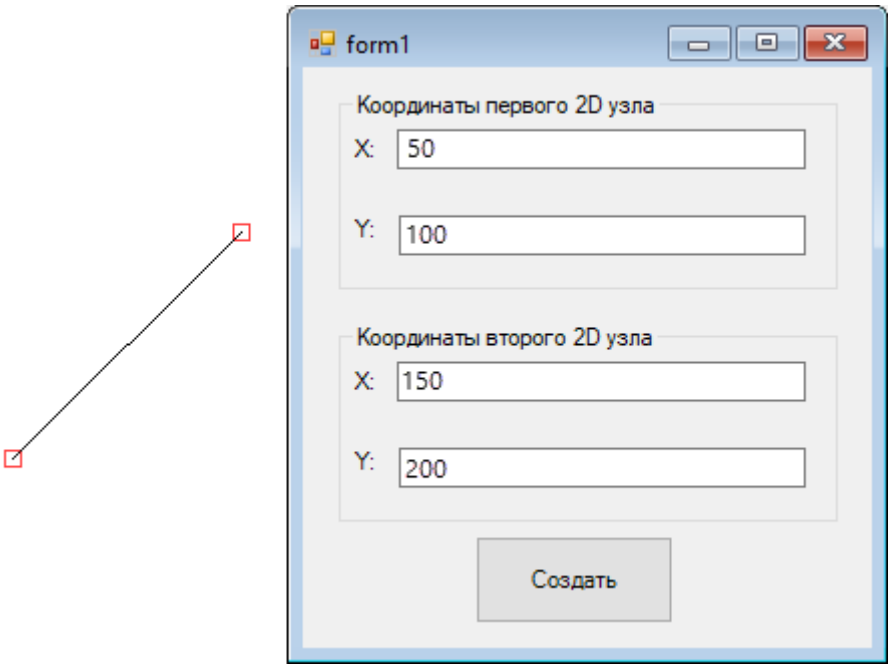


После этого создайте в Проекте модуль. Код модуля будет состоять из двух функций. Функция “ShowDialog” (стандартная функция среды разработки) будет отображать экранную форму после запуска макроса. Функция “CreateLine”, которая была определена, создаёт 2D узлы, координатами которых являются значения, заданные пользователем через диалог формы “LineForm”, и отрезок между этими узлами. Код этого модуля представлен ниже.

```
'Объявление ссылок
Imports System
Imports TFlex
Imports TFlex.Model
Imports TFlex.Model.Model2D

‘Объявление пространства имён
  Namespace NewMacroNamespace

‘Объявление класса
  Public Class NewMacroClass

‘Функция, которая будет отображать экранную форму “form” после запуска
    Public Shared Sub ShowDialog()
       Dim form As Form1Namespace.LineForm
       form = new Form1Namespace.LineForm()
       form.ShowDialog()
    End Sub

‘Функция с параметрами (макрос), создающая линию изображения между двумя 2D узлами.
‘Координаты этих узлов приходят в функцию как параметры из диалога
```

```
    Public Shared Sub CreateLine(ByVal NodeX1 As String, ByVal NodeY1 As String, ByVal
                                                 NodeX2 As String, ByVal NodeY2 As String)
        Dim document As Document
        document = TFlex.Application.ActiveDocument
'Открытие блока изменения документа
        document.BeginChanges("Создание линий изображения")

'Создание объектов линии изображения и 2D свободных узлов
        Dim line As ConstructionOutline
        Dim node1 As FreeNode
        Dim node2 As FreeNode
        Dim X_1, Y_1, X_2, Y_2 As Double

        X_1 = System.Convert.ToDouble(NodeX1)
        Y_1 = System.Convert.ToDouble(NodeY1)
        X_2 = System.Convert.ToDouble(NodeX2)
        Y_2 = System.Convert.ToDouble(NodeY2)

'Создание 2D свободных узлов
        node1 = new FreeNode(document,new Parameter(X_1),new Parameter(Y_1 ))
        node2 = new FreeNode(document,new Parameter(X_2),new Parameter(Y_2 ))
'Создание линии изображение между двумя узлами
        line = new ConstructionOutline(document,node1,node2)
'Закрытие блока изменения документа
        document.EndChanges()
    End Sub
  End Class
  End Namespace
```

После запуска макроса в T-FLEX CAD будет вызван диалог “LineForm”. При нажатии на элемент управления – кнопку **OK** в поле чертежа будет нарисован отрезок между двумя узлами.

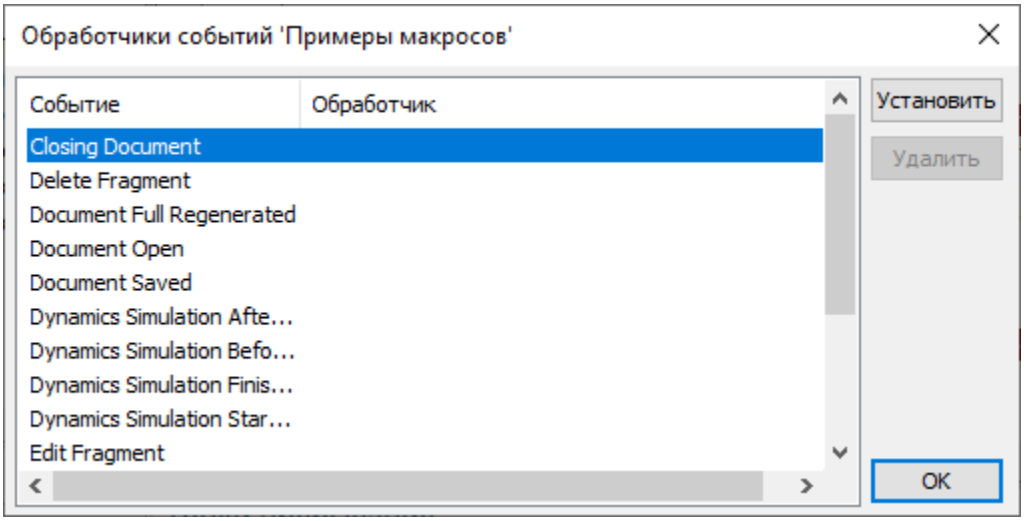


Обработка событий документа с помощью макросов

Макросы могут выполняться не только по команде пользователя, но и при наступлении какого-либо события документа. Для задания связи событий документа с макросами используется диалог команды **Обработчики событий:**

Редактор макросов		
Пиктограмма	Клавиатура	Текстовое меню
		Проект > Обработчики событий

При вызове данной команды открывается диалог **Обработчики событий**. В данном диалоге представлены события, с наступлением которых можно связать выполнение макроса:

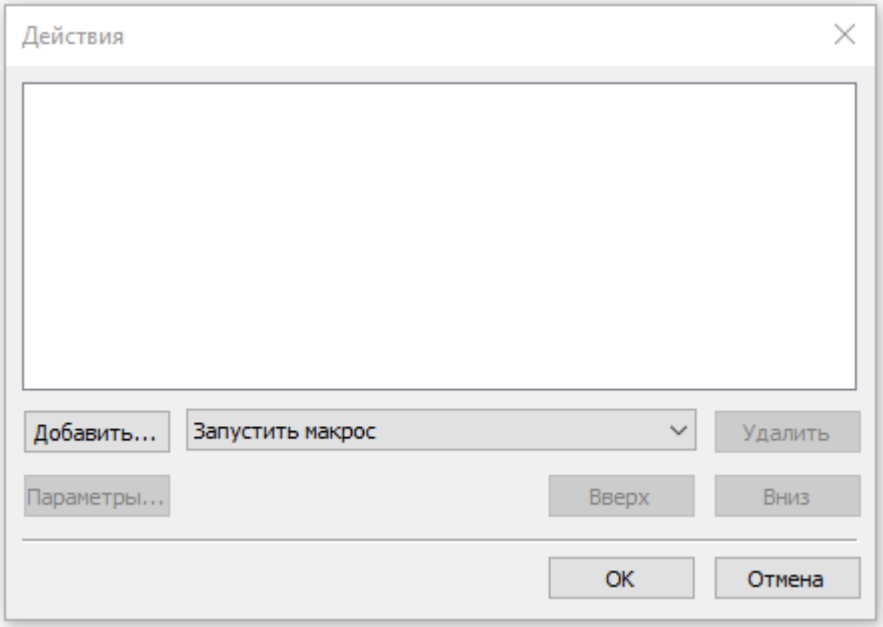


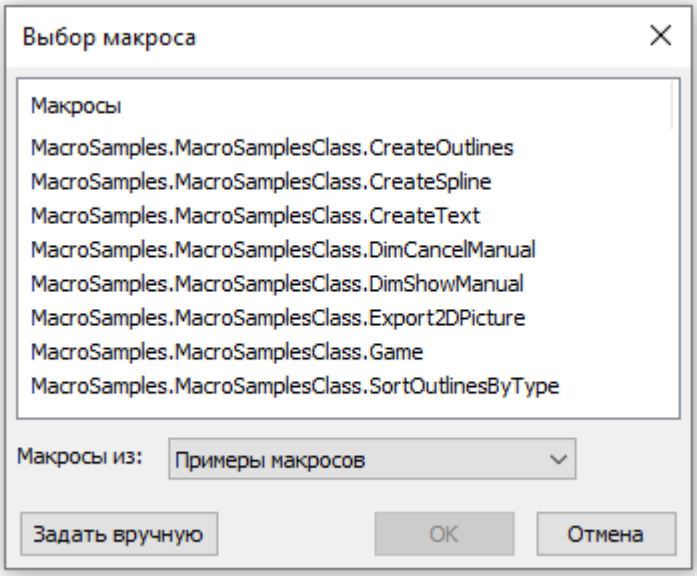
Closing Document – событие, возникающее до закрытия документа;
Delete Fragment – событие, возникающее при удалении текущего документа из сборки;
Document Full Regenerated – событие, возникающее после пересчета документа;
Document Open – событие, возникающее после открытия документа;
Document Saved – событие, возникающее после сохранения документа;
Dynamic Simulation After Step – событие, возникающее после выполнения шага решения задачи динамического анализа;
Dynamic Simulation Before Step – событие, возникающее до выполнения шага решения задачи динамического анализа;
Dynamic Simulation Finished – событие, возникающее после окончания решения задачи динамического анализа;
Dynamic Simulation Started – событие, возникающее после начала решения задачи динамического анализа;
Edit Fragment – событие, возникающее при запуске команды редактирования фрагмента для текущего документа в сборке;
Edit Fragment Variables – событие, возникающее при запуске команды редактирования переменных фрагмента для текущего документа в сборке;
Insert As Fragment – событие, возникающее при вставке текущего документа в сборку;
New Document Created – событие, возникающее после создания нового документа;
Saving Document – событие, возникающее до сохранения документа;
Saving Product to T-FLEX DOCs – событие, возникающее после вызова команды **Сохранить состав изделия в T-FLEX DOCs**.

View Activated – событие, возникающее после активации 2D или 3D окна документа;
View Deactivated – событие, возникающее после деактивации вида документа.
Для задания обработчика какого-либо события необходимо выбрать нужное событие в списке и нажать кнопку **Установить** или . На экране появится диалог со списком макросов данного документа.

Запуск макроса из пользовательского диалога

Как уже упоминалось выше, макрос может быть запущен на выполнение из окна **Макросы**, из редактора макросов в режиме отладки или автоматически при наступлении какого-либо события документа. Однако существует ещё один способ запустить макрос на выполнение. Это можно сделать из пользовательского диалога документа, если назначить функцию запуска макроса элементу управления **Кнопка**.





Более подробно о действиях элемента управления **Кнопка** можно посмотреть в главе Элементы управления.

Интеграция с T-FLEX DOCs

Интеграция позволяет осуществлять обмен данными между T-FLEX DOCs и T-FLEX CAD, синхронизировать параметры изделия в T-FLEX CAD с его параметрами в T-FLEX DOCs, вести коллективную разработку изделия в составе команды из нескольких конструкторов, работающих одновременно.
Для осуществления интеграции необходимо, чтобы на текущем устройстве были установлены T-FLEX CAD и клиент T-FLEX DOCs, подключенный к серверу T-FLEX DOCs.

> Описание установки клиента DOCs и подключения его к серверу доступно в справке T-FLEX DOCs.

В режиме интеграции в T-FLEX CAD доступны дополнительные команды и окна для работы с данными на сервере T-FLEX DOCs, описанные в последующих главах данного раздела.
В любой момент в режиме интеграции можно открыть клиент T-FLEX DOCs из T-FLEX CAD с помощью следующей команды:

Пиктограмма	Лента
	T-FLEX DOCs > T-FLEX DOCs > Запустить клиент
Клавиатура	Текстовое меню

По умолчанию параметры новых документов T-FLEX CAD, а также типы различных 2D элементов, берутся из файлов, расположенных в папке установки CAD. В режиме интеграции можно использовать для этих целей файлы, хранящиеся на сервере DOCs. Подробнее см. главу Файлы. Установки системы.

Основные темы в этом разделе:

- Настройка параметров интеграции и подключение к T-FLEX DOCs
- Отображение окон T-FLEX DOCs в T-FLEX CAD
- Работа с файлами T-FLEX DOCs
- Сохранение состава изделия в T-FLEX DOCs
- Использование в сборках фрагментов из T-FLEX DOCs
- Экспорт/импорт файлов в T-FLEX DOCs
- Применение внесённых изменений в T-FLEX DOCs
- Создание ревизии объекта T-FLEX DOCs
- Сохранение исполнений в T-FLEX DOCs
- Замечания в режиме интеграции с T-FLEX DOCs
- Работа с пользовательскими библиотеками T-FLEX DOCs
- Использование материала T-FLEX DOCs
- Коллективная разработка изделий в T-FLEX DOCs
- Связь параметров T-FLEX DOCs с переменными T-FLEX CAD
- Вставка текста из словаря T-FLEX DOCs

Настройка интеграции и подключение к T-FLEX DOCs

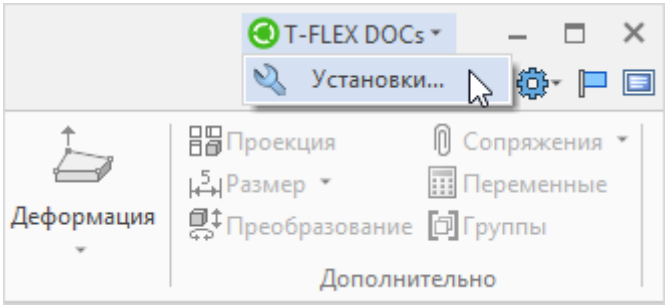
Для подключения T-FLEX CAD к T-FLEX DOCs необходимо настроить параметры интеграции. После того, как параметры интеграции настроены можно в любой момент подключиться к DOCs или отключиться от него.

Настройка параметров интеграции

Если текущий экземпляр T-FLEX CAD никогда не использовался в режиме интеграции с DOCs, то сначала необходимо настроить параметры интеграции.

Настройка параметров интеграции осуществляется в диалоге установок системы T-FLEX CAD на вкладке **T-FLEX DOCs**. Чтобы открыть диалог сразу на нужной вкладке можно воспользоваться командой **Установки**, доступной в меню панели интеграции в правом верхнем углу главного окна T-FLEX CAD.

> Подробную информацию о доступных параметрах интеграции можно найти в разделе с описанием вкладки **T-FLEX DOCs** диалога установок системы.



На одном устройстве может быть установлено несколько клиентов DOCs, при этом один и тот же клиент можно переподключать к разным серверам.

В ходе настройки параметров интеграции выбирается клиент T-FLEX DOCs, с которым будет осуществлена интеграция. В результате T-FLEX CAD использует текущие параметры подключения (имя сервера, логин, пароль и т.п.) выбранного клиента. Сам клиент DOCs при этом запускать не требуется.

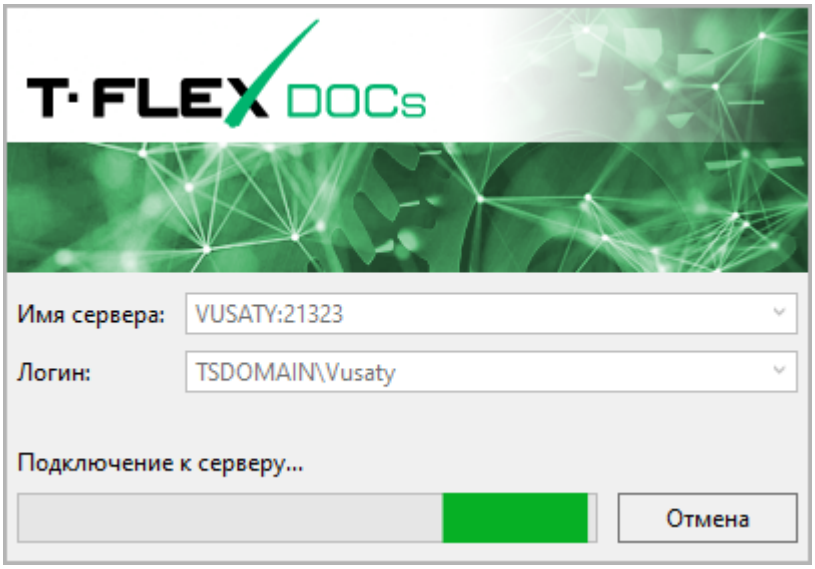
После настройки интеграции во всех последующих сеансах работы с текущим приложением T-FLEX CAD можно в любой момент подключаться к серверу T-FLEX DOCs или отключаться от него в пару кликов мыши.

Для выключения интеграции необходимо в её параметрах выбрать значение **Нет** в поле выбора клиента DOCs.

Подключение к серверу T-FLEX DOCs

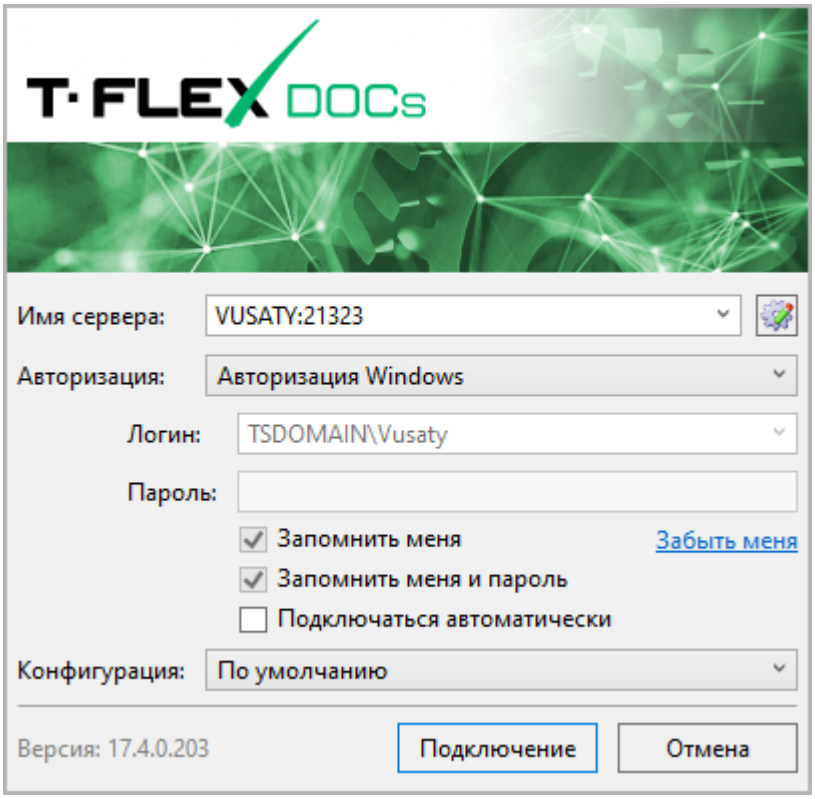
Если в параметрах интеграции выбран клиент T-FLEX DOCs, то T-FLEX CAD использует параметры подключения к серверу, установленные для этого клиента.

Если в параметрах подключения установлен флаг **Подключаться автоматически**, то при запуске T-FLEX CAD будет автоматически производиться подключение к последнему использованному серверу. В процессе подключения отображается окно T-FLEX DOCs в котором можно отменить подключение.

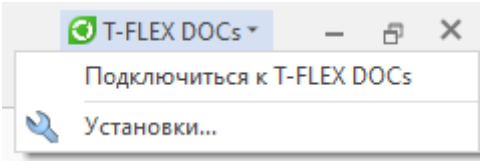


Если флаг **Подключаться автоматически** не установлен, то при запуске T-FLEX CAD будет отображаться окно T-FLEX DOCs, в котором можно изменить параметры подключения, подключиться с заданными параметрами или отменить подключение.

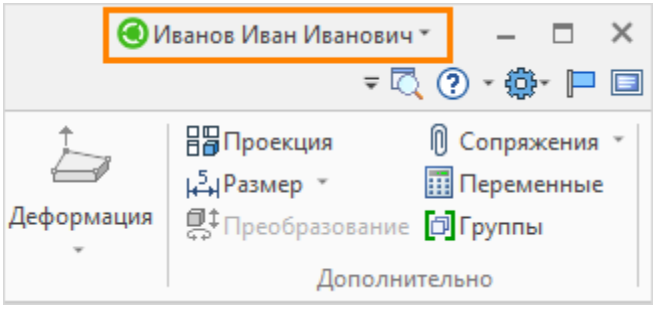
Подробная информация о параметрах подключения доступна в справке T-FLEX DOCs.



Если подключение не было осуществлено при запуске CAD, то в дальнейшем можно подключиться к серверу T-FLEX DOCs с помощью команды, доступной в меню панели интеграции. После вызова данной команды либо сразу осуществляется подключение, либо выводится окно параметров подключения в зависимости от состояния флага **Подключаться автоматически.**

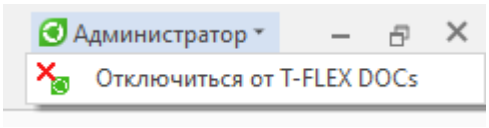


После подключения там же отображается имя подключённого пользователя.



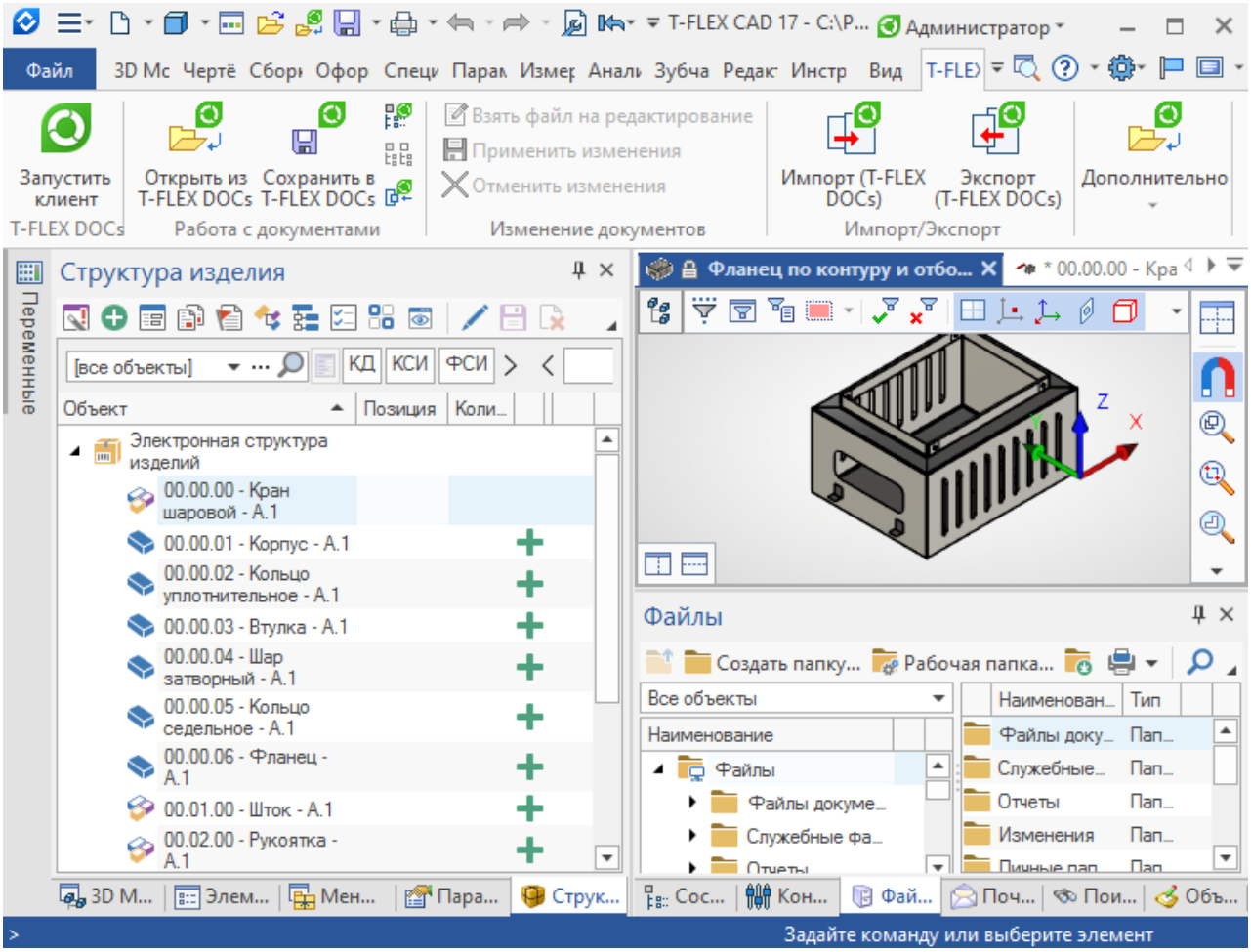
Отключение от сервера T-FLEX DOCs

При нажатии на имя подключённого пользователя становится доступна команда **Отключиться от T-FLEX DOCs**. С помощью данной команды текущий пользователь может осуществить выход из T-FLEX DOCs. Главное окно T-FLEX CAD при этом останется открытым.



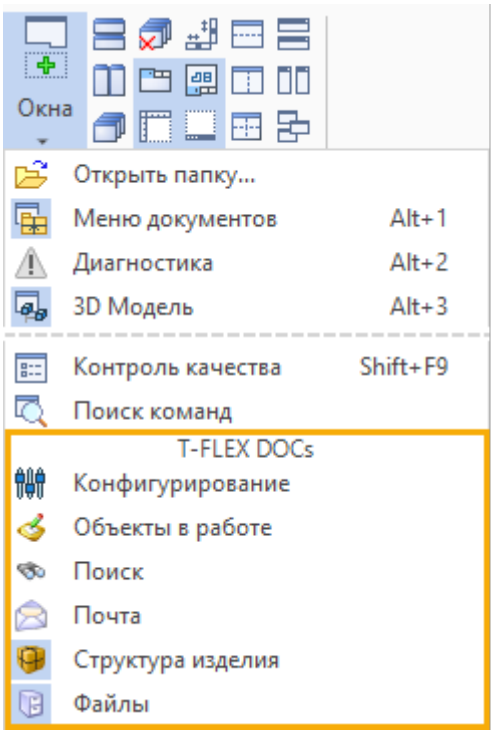
Отображение окон T-FLEX DOCs в T-FLEX CAD

В режиме интеграции наиболее часто используемые системные окна T-FLEX DOCs могут отображаться в T-FLEX CAD в качестве дополнительных служебных окон. Кроме того, в T-FLEX CAD можно добавить окно любого справочника T-FLEX DOCs. Управление данными окнами осуществляется аналогично управлению другими служебными окнами T-FLEX CAD.



Дополнительные служебные окна в режиме интеграции с T-FLEX DOCs

В режиме интеграции в выпадающем списке служебных окон T-FLEX CAD становятся доступны следующие окна T-FLEX DOCs:



Конфигурирование

Системное окно T-FLEX DOCs **Изделие**.

Объекты в работе

Системное окно T-FLEX DOCs **Объекты в работе**.

Поиск

Системное окно T-FLEX DOCs **Поиск**.

Почта

Системное окно T-FLEX DOCs **Почта**.

Структура изделия

Если в окне текущего документа T-FLEX CAD открыт объект справочника T-FLEX DOCs **Электронная структура изделий**, то в окне **Структура изделия** отображается структура этого объекта.

Если в окне текущего документа T-FLEX CAD открыт любой другой объект, то в окне **Структура изделия** отображается всё содержимое справочника T-FLEX DOCs **Электронная структура изделий.**

Файлы

Окно справочника T-FLEX DOCs **Файлы**.

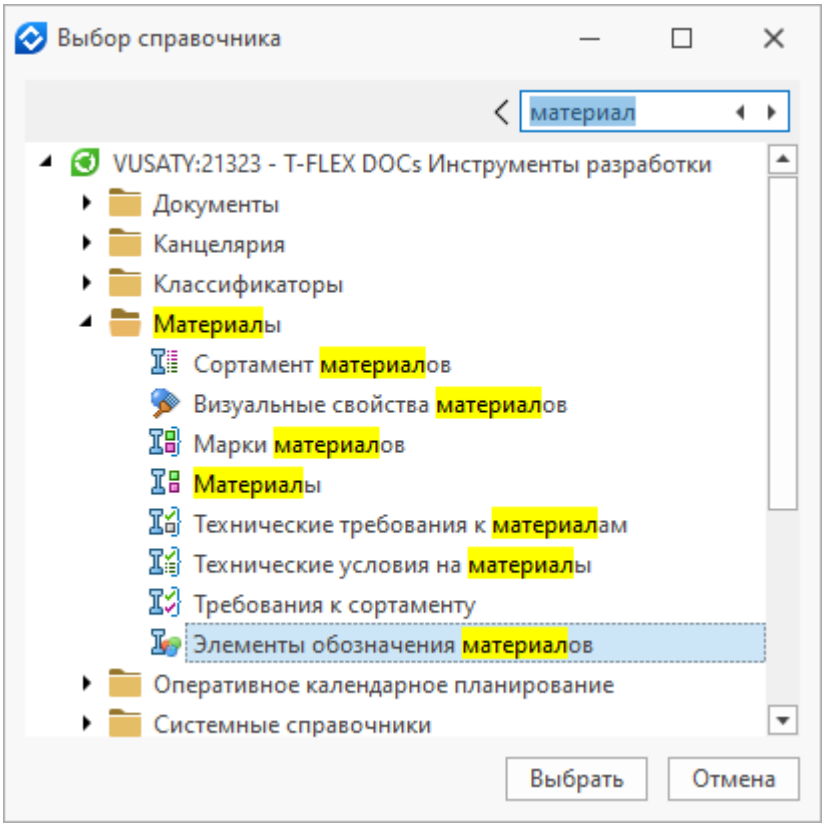
Подробная информация о работе с данными окнами доступна в справке T-FLEX DOCs.

Открытие в T-FLEX CAD окна справочника T-FLEX DOCs

Окна любых справочников T-FLEX DOCs могут быть открыты в T-FLEX CAD с помощью команды:

Пиктограмма	Лента
	T-FLEX DOCs > Дополнительно> Открыть справочник
Клавиатура	Текстовое меню
	Сервис > Открыть справочник из T-FLEX DOCs...

Команда вызывает окно, в котором необходимо выбрать желаемый справочник.
В верхней части окна доступно поле для поиска по названиям справочников, в нижней части окна - дерево справочников. Кнопка в левой части поля поиска разворачивает его на всю ширину окна. Кнопки в правой части поля поиска служат для перехода к предыдущему или следующему найденному результату.



Выбранный справочник откроется в плавающем окне, которое пользователь может закрепить в главном окне T-FLEX CAD удобным для себя образом.

Использование рабочей страницы T-FLEX DOCs в качестве приветствия

В установках системы T-FLEX CAD можно включить отображение любой из доступных в DOCs рабочих страниц при запуске CAD вместо страницы приветствия или вместе с ней (**Установки** > **Запуск** > **Запуск** > **Показывать страницы**)

Работа с файлами T-FLEX DOCs

Работа в режиме интеграции позволяет конструктору использовать для хранения файлов чертежей и 3D-моделей единое файловое хранилище T-FLEX DOCs, а также организовать связь файлов со структурой изделия из справочника **Электронная структура изделий**. Это обеспечивает целостность и актуальность конструкторских данных.

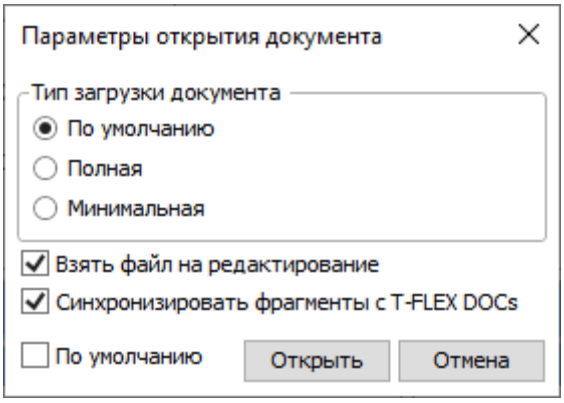
Можно открыть файл из DOCs, сохранить файл в DOCs и просмотреть свойства, заданные в DOCs для файла.

Открыть файл из T-FLEX DOCs

Открыть файл T-FLEX CAD, хранящийся в справочнике T-FLEX DOCs **Файлы**, можно следующими способами:

Перетягивание

Зажмите на объекте, связанном с файлом CAD, в окне любого справочника, и, удерживая, переместите курсор в любую часть главного окна T-FLEX CAD, кроме окна чертежа, 3D сцены и текущего справочника, после чего отпустите. Появится окно в котором доступны следующие **Параметры открытия документа:**

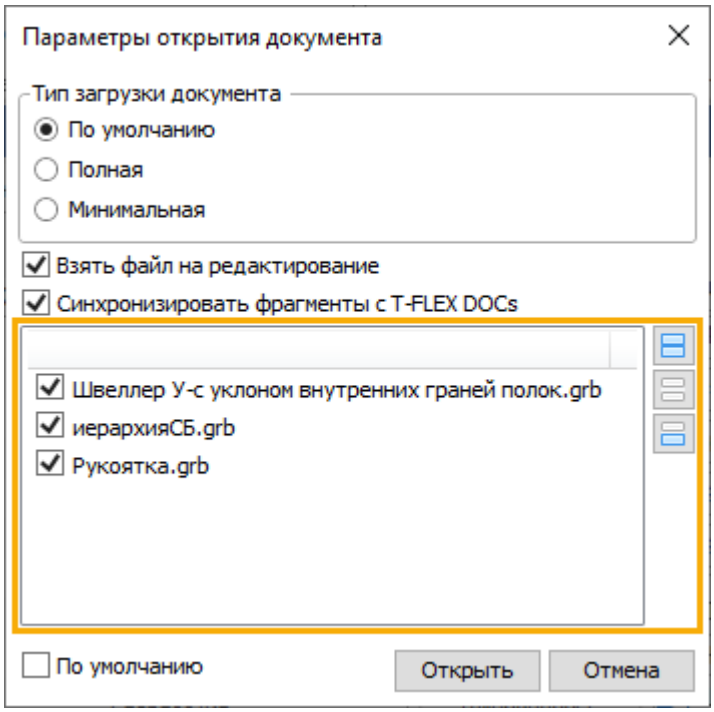


- **Тип загрузки документа**:
  - **По умолчанию**
    Загружается дерево модели, опорная геометрия и сеточное представление тел. Сеточное представление позволяет снизить нагрузку на систему, но используется только для визуализации. Полноценное твердотельное представление, требующее больших ресурсов системы будет подгружаться автоматически по мере необходимости в процессе редактирования документа.
  - **Полная**
    Загружается дерево модели, опорная геометрия, сетки и твёрдые тела.
  - **Минимальная**
    Загружается дерево, опорная геометрия, а также сеточное представление только тел, созданных в данном документе. Тела фрагментов не отображаются в 3D сцене.
- **Взять файл на редактирование**
  При установленном флаге файл будет открыт для редактирования, при снятом - только для чтения. Если файл уже взят на редактирование, данный флаг будет заблокирован в установленном состоянии.
- **Синхронизировать фрагменты с T-FLEX DOCs**
  Если открываемый файл содержит сборку, структура которой сохранена в справочнике **Электронная структура изделий,** то при установленном флаге структура сборки в файле будет автоматически приведена в соответствие со структурой изделия DOCs.

Установите желаемые параметры и нажмите кнопку **Открыть.** Будет открыт файл T-FLEX CAD, связанный с выбранным объектом.

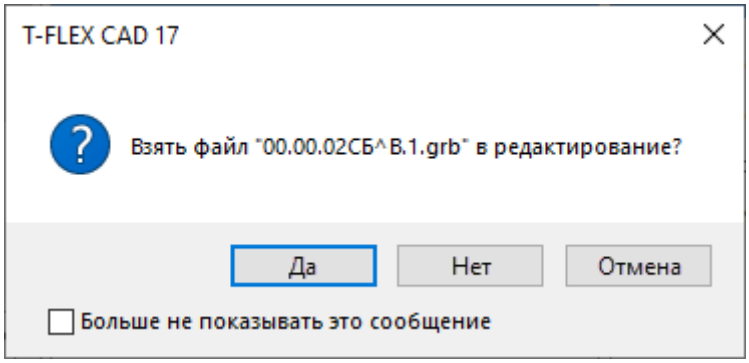
Если выбран объект, с которым связано более одного файла, то в окне **Параметры открытия документа** помимо вышеописанных элементов управления будет доступен список связанных файлов. У каждого файла в списке есть свой флаг. После нажатия кнопки **Открыть** будут открыты те файлы, флаги которых установлены. Флаги можно снимать и устанавливать как поодиночке, нажимая

непосредственно на каждом флаге, так и с помощью кнопок, расположенных справа от списка: **Выбрать всё**, **Снять выбор**, **Инвертировать выбор**.



Двойной клик

Дважды нажмите на файле в окне справочника **Файлы**. Если файл не взят в редактирование, то система спросит, хотите ли вы взять файл в редактирование. После ответа появится окно параметров открытия документа, описанное выше. В зависимости от ответа на предыдущий вопрос, флаг **Взять на редактирование** будет снят или установлен.

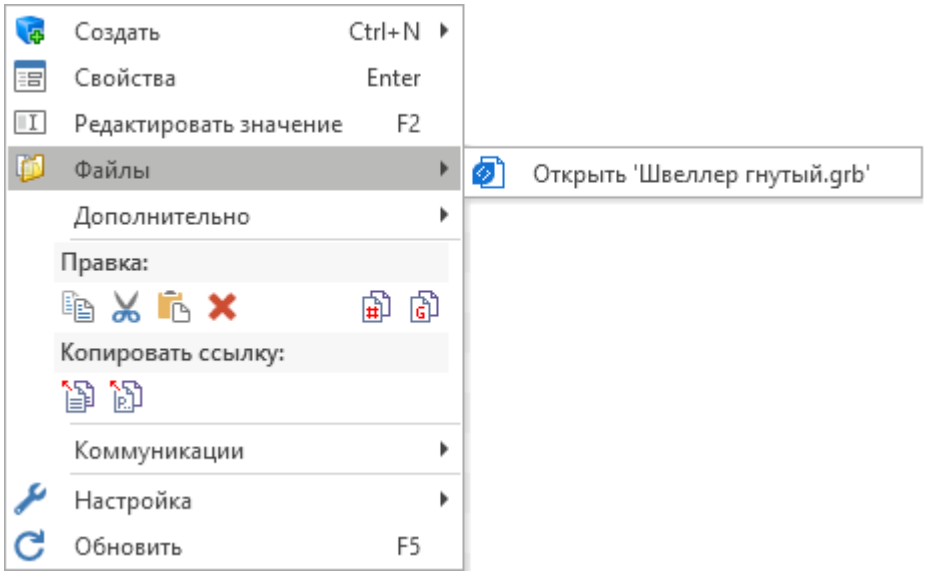


Команда Открыть в редактирование

Данная команда доступна в контекстном меню элементов справочника **Электронная структура изделия**. Она берёт объект на редактирование, и открывает файл объекта в T-FLEX CAD. При открытии таким способом отображается окно параметров открытия документа.

Пункт Файлы в контекстном меню

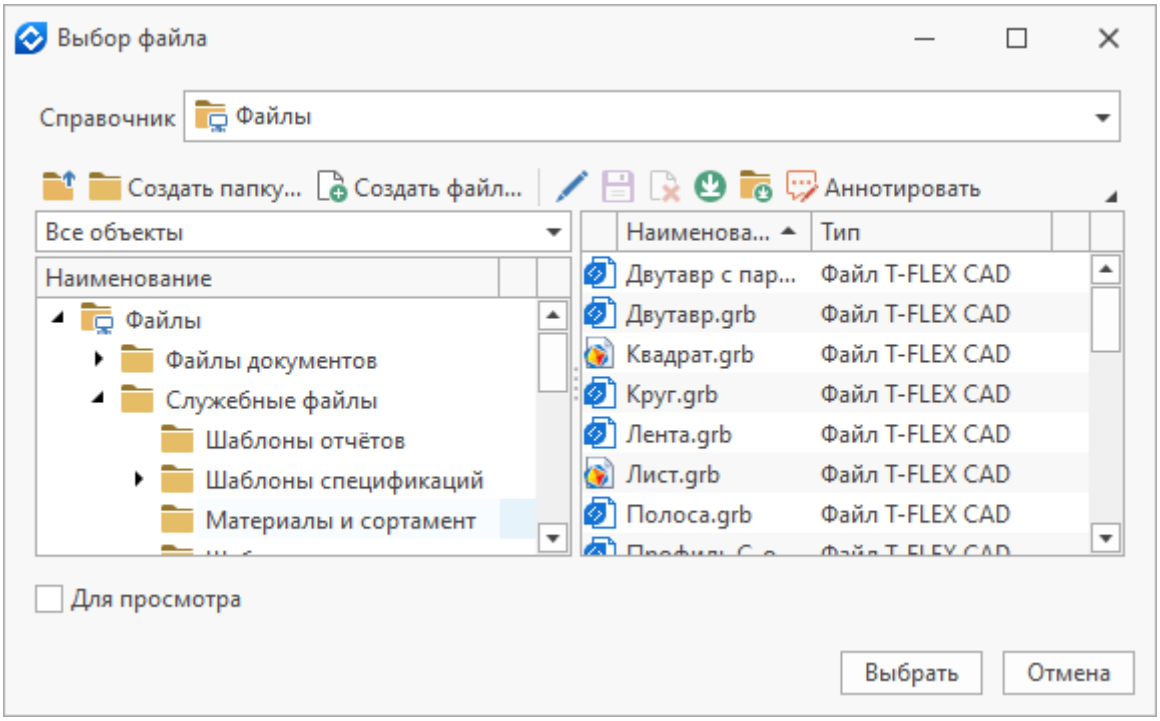
Список файлов, прикреплённых к объекту какого-либо справочника DOCs, отображается при наведении курсора на пункт **Файлы** в контекстном меню объекта. Нажав на файл в списке, можно его открыть. При открытии таким способом отображается окно параметров открытия документа.



Команда Открыть из T-FLEX DOCs

Пиктограмма	Лента
	Начало работы > Файлы > Открыть из T-FLEX DOCs T-FLEX DOCs > Работа с документами > Открыть из T-FLEX DOCs
Клавиатура	Текстовое меню
	Файл > Открыть из T-FLEX DOCs

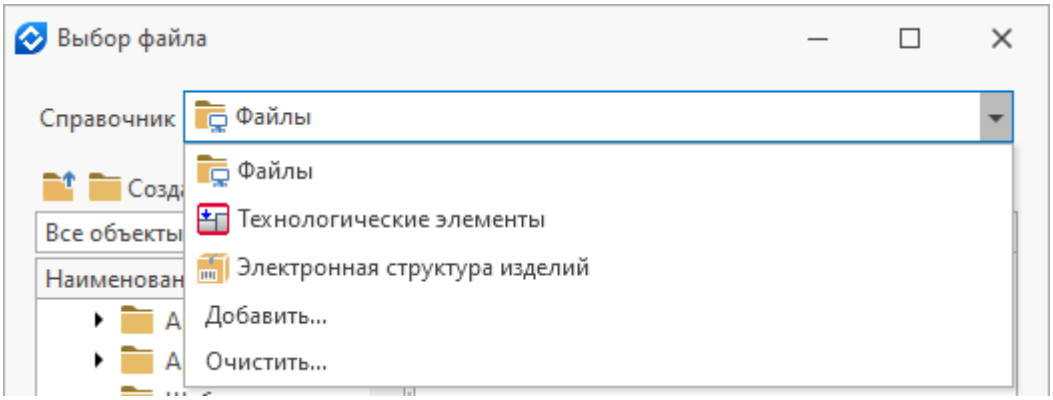
После вызова команды появляется окно, в котором необходимо выбрать файл для открытия.



По умолчанию файлы выбираются из справочника **Файлы**. В верхней части окна находится выпадающий список **Справочник,** в котором доступны следующие пункты:

- **Добавить...**
  Открывает окно выбора справочника для добавления в список. Следует выбирать только те справочники, объекты которых имеют связи с объектами справочника **Файлы**. В результате выбора объекта из такого справочника открывается связанный с ним файл, хранящийся в справочнике **Файлы**. При выборе других справочников выбор объекта будет невозможен, а в окне выбора появится сообщение: "**У объекта нет связи на справочник файлов**".

Помимо команды **Открыть из T-FLEX DOCs** данное окно также используется другими командами. Содержимое списка справочников совпадает для всех команд.

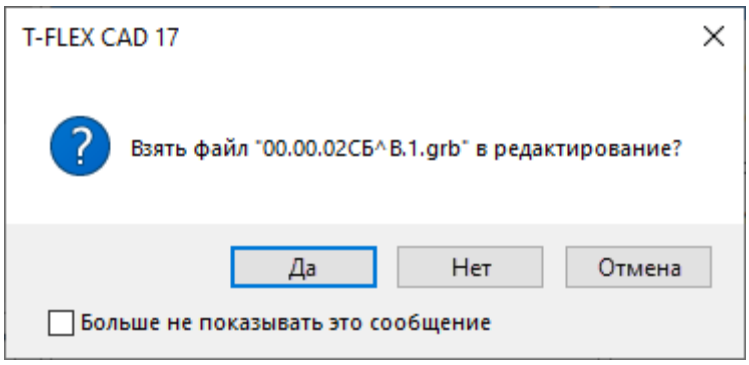


- **Очистить...**
  Удаляет из списка все справочники, добавленные пользователем вручную.

Команда позволяет выбирать как файлы T-FLEX CAD, так и файлы сторонних форматов, импорт из которых поддерживается T-FLEX CAD.

Выберите желаемый файл и нажмите кнопку **Выбрать**. Система спросит, хотите ли вы взять файл в редактирование. При выборе файла T-FLEX CAD в зависимости от ответа, он будет открыт для чтения или для редактирования. При выборе файла стороннего формата содержимое выбранного файла будет импортировано в новый документ.

Для импорта данных из файлов сторонних форматов в текущий документ используйте команду Импорт (T-FLEX DOCs).



Сохранить файл в T-FLEX DOCs

Любые локальные файлы или всё содержимое любой локальной папки можно импортировать в T-FLEX DOCs с помощью команд Импортировать файл и Импортировать папку, доступных в окне справочника **Файлы** в контекстном меню элементов и на панели инструментов.

При сохранении состава изделия в DOCs файлы всех объектов состава автоматически сохраняются в DOCs и связываются с создаваемыми объектами справочника **Электронная структура изделия**.
Если файл открыт в T-FLEX CAD из T-FLEX DOCs для редактирования, то сохранить внесённые в него изменения можно с помощью обычной команды сохранения документа - **Сохранить** . Если файл имеет связанный объект в справочнике **Электронная структура изделий**, то при сохранении откроется окно сохранения структуры изделия, в котором будут показаны изменения структуры, вызванные изменением текущего файла.

> Подробная информация о сохранении структуры изделия доступна в главе Сохранение состава изделия в T-FLEX DOCs.

Если открытый файл сохранён в справочник, поддерживающий отслеживание истории изменений объектов (к таким в частности относится справочник **Файлы**, используемый для сохранения файлов по умолчанию), то после сохранения изменений их можно будет применить или отменить.

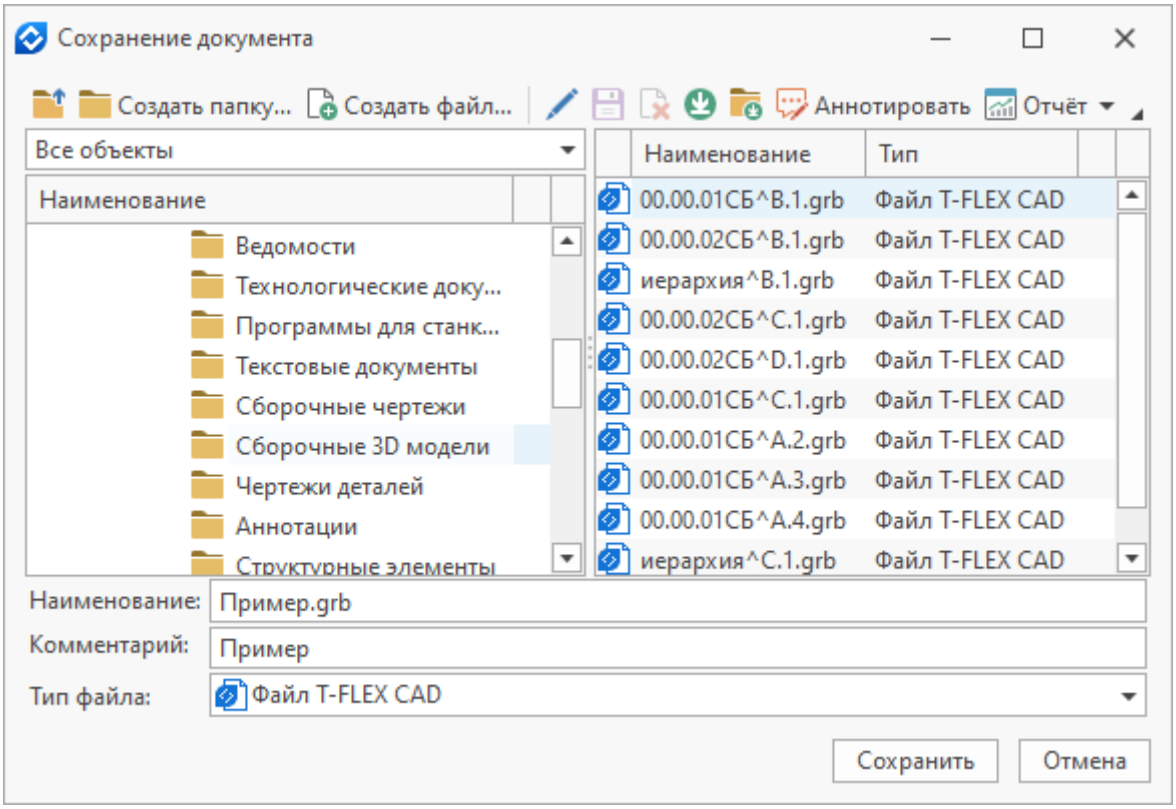
> Подробная информация об отслеживании истории изменений объектов DOCs доступна в главе Применение внесённых изменений в T-FLEX DOCs и в справке DOCs.

Если файл открыт в T-FLEX CAD из T-FLEX DOCs только для чтения, то при применении команды **Сохранить** изменения не будут сохранены. В таком случает изменения можно сохранить только в другой файл DOCs с помощью команды **Сохранить в T-FLEX DOCs** или в локальный файл с помощью команды **Сохранить как**.

Текущий документ T-FLEX CAD можно сохранить как новый файл в справочник T-FLEX DOCs **Файлы** с помощью следующей команды:

Пиктограмма	Лента
	T-FLEX DOCs > Работа с документами > Сохранить в T-FLEX DOCs
Клавиатура	Текстовое меню
	Файл > Сохранить в T-FLEX DOCs

После вызова команды откроется окно справочника **Файлы**, где надо указать папку для сохранения файла.



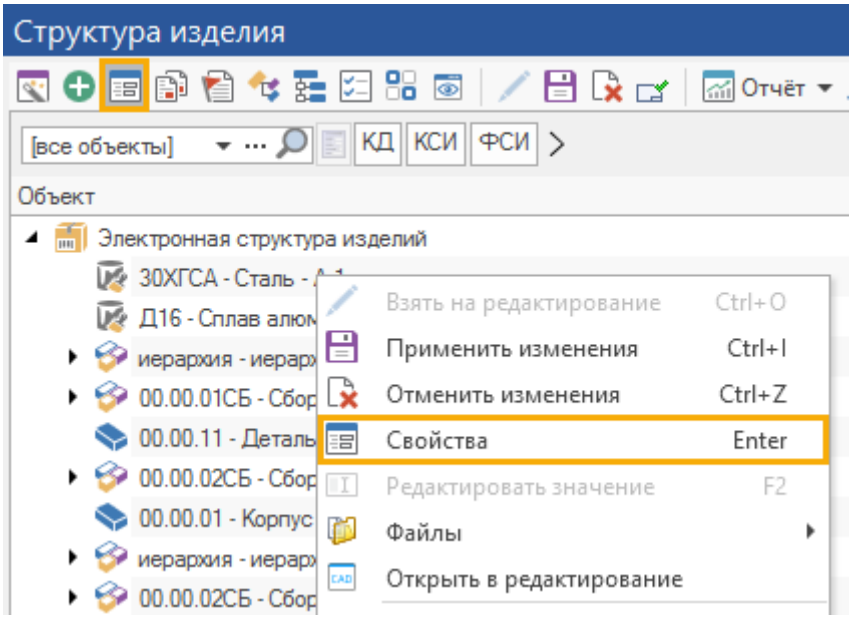
В нижней части окна доступны следующие поля:

- **Наименование**
  В это поле вводится имя создаваемого файла.
- **Комментарий**
  В это поле вводится дополнительная информация, которую потом можно будет увидеть в поле **Комментарий** в свойствах файла.
- **Тип файла**
  В этом поле отображается тип файла. В данном случае его нельзя сменить. Для сохранения в форматах других систем используйте команду Экспорт (T-FLEX DOCs).

Свойства файла T-FLEX DOCs

Окно свойства файла или любого другого объекта, сохранённого в DOCs можно вызвать с помощью команды **Свойства**, доступной в контекстном меню объекта в окнах DOCs. Содержимое окна свойств зависит от типа объекта. Клавиша **<Enter>** вызывает данную команду только в окнах DOCs, кроме окна справочника **Файлы**

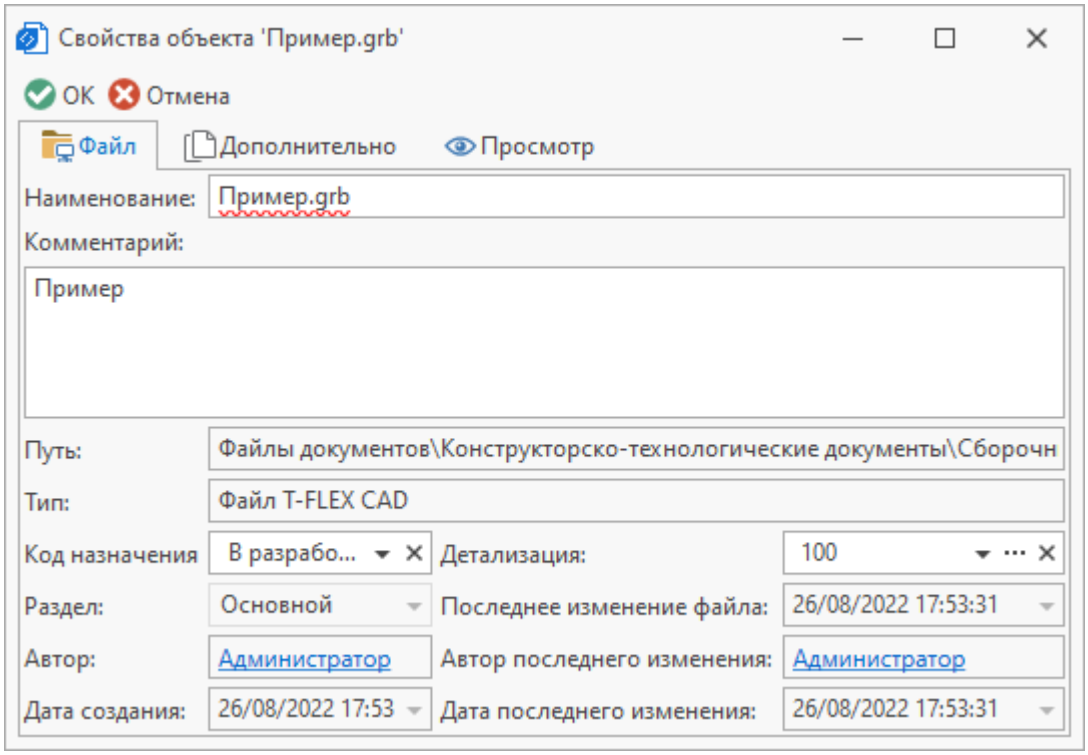
В справочнике **Электронная структура изделий** также доступна панель свойств, вызываемая нажатием кнопки **Свойства** на панели инструментов. Содержимое панели свойств идентично содержимому окна свойств. При этом, в отличие от окна, панель не блокирует работу с другими окнами, а её содержимое автоматически обновляется в зависимости от выбранного объекта.



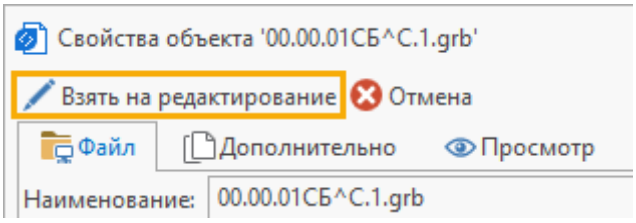
Окно свойств, заданных в T-FLEX DOCs для файла, открытого в данный момент в T-FLEX CAD, можно вызвать с помощью следующей команды:

Пиктограмма	Лента
	T-FLEX DOCs > Дополнительно > Свойства в DOCs
Клавиатура	Текстовое меню
	Файл > Свойства в DOCs

Команды вызывает окно следующего вида:



Если файл открыт только для чтения, то в верхней части окна будет доступна команда **Взять на редактирование**.



> Подробная информация о свойствах различных объектов в T-FLEX DOCs доступна в справке T-FLEX DOCs.

Сохранение состава изделия в T-FLEX DOCs

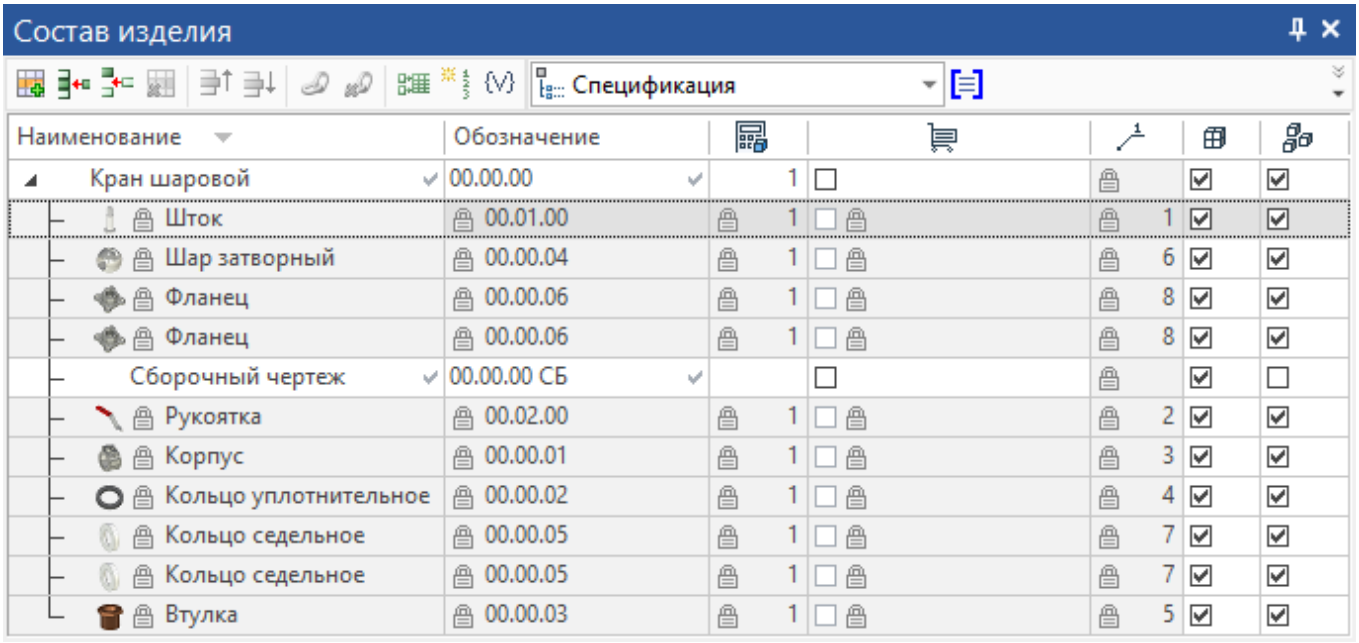
Вызов команды:

Пиктограмма	Лента
	T-FLEX DOCs > Работа с документами > Сохранить состав изделия в T-FLEX DOCs
Клавиатура	Текстовое меню
	Файл > Сохранить состав изделия в T-FLEX DOCs

Также команда доступна на панели инструментов в окне **Состав изделия**.
С помощью данной команды состав изделия, созданный в T-FLEX CAD, может быть сохранён в T-FLEX DOCs как объект справочника **Электронная структура изделий** со своей структурой.

> При сохранении состава изделия в DOCs поддерживается только **один корневой элемент**.

Рассмотрим простой пример. На картинке ниже пример состава изделия сборочной единицы.



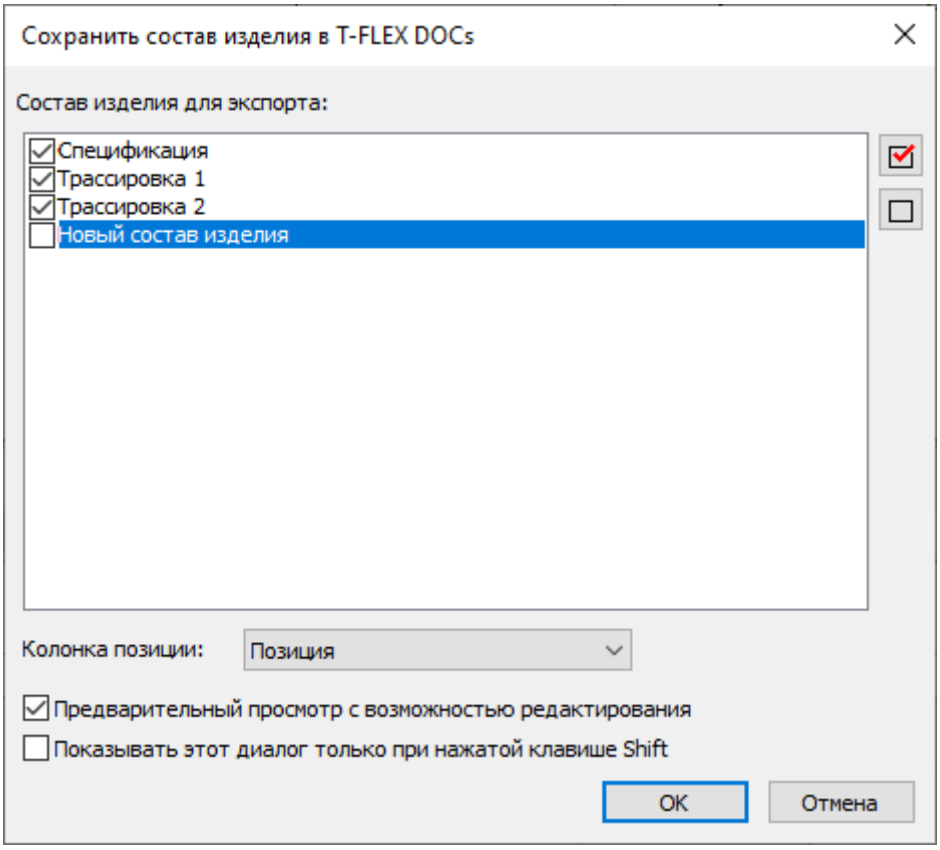
После вызова команды **Сохранить состав изделия в T-FLEX DOCs** откроется окно выбора составов для экспорта в T-FLEX DOCs. В окне отображается список всех составов, имеющихся в текущем документе T-FLEX CAD.

Установите флаги желаемых составов и нажмите **OK**.

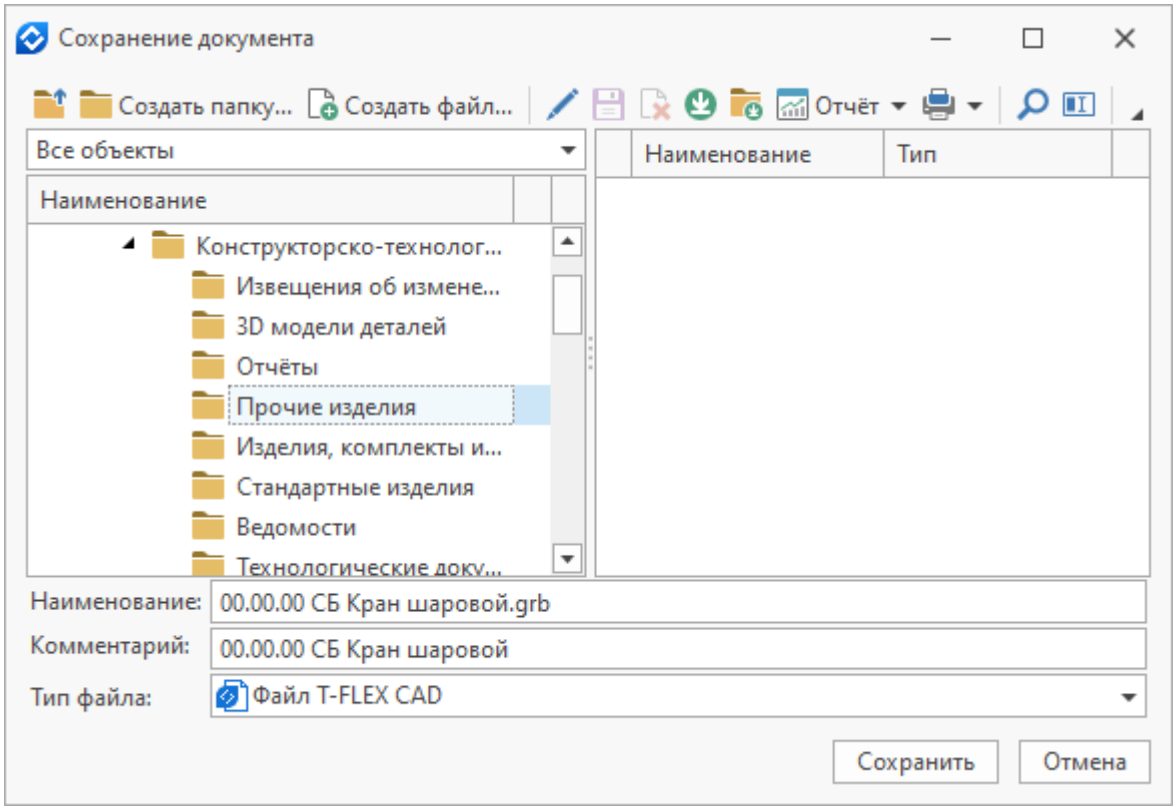
Если установить флаг **Новый состав изделия**, то будет создан новый состав изделия T-FLEX CAD. В параметрах данного состава будет автоматически установлен флаг **Состав изделия для экспорта в T-FLEX DOCs**. Это означает, что в дальнейшем при сохранении сборки в T-FLEX DOCs будет сохраняться этот состав.

> Список **Колонка позиции** используется при сохранении в T-FLEX DOCs сборки, имеющей исполнения.

Выберите желаемый состав и нажмите **OK**.



Далее откроется окно, где надо указать папку справочника **Файлы** для сохранения текущего документа. Укажите желаемую папку и нажмите **Сохранить**. Файл будет сохранён в этот момент. Последующая отмена сохранения фрагментов или структуры изделия не отменяет сохранение текущего документа.



После этого появляется окно со списком файлов фрагментов, входящих в текущий документ.

Те файлы, у которых установлен флаг в первом столбце списка (**Импортировать**), будут сохранены в DOCs вместе с текущим документом и связаны с соответствующими объектами структуры изделия, создаваемыми на следующем шаге. По умолчанию флаг установлен для всех файлов, но вы можете снять его для отдельных файлов при необходимости.

По умолчанию все файлы сохраняются в ту же папку, что и текущий документ. Путь сохранения файла можно изменить вручную в поле **Папка**. Кнопка ▾ в правой части поля открывает выпадающее меню выбора пути. Флаг **Положить в одну папку** в нижней части окна возвращает пути всех файлов к значению по умолчанию.

Контекстное меню файла в списке позволяет:

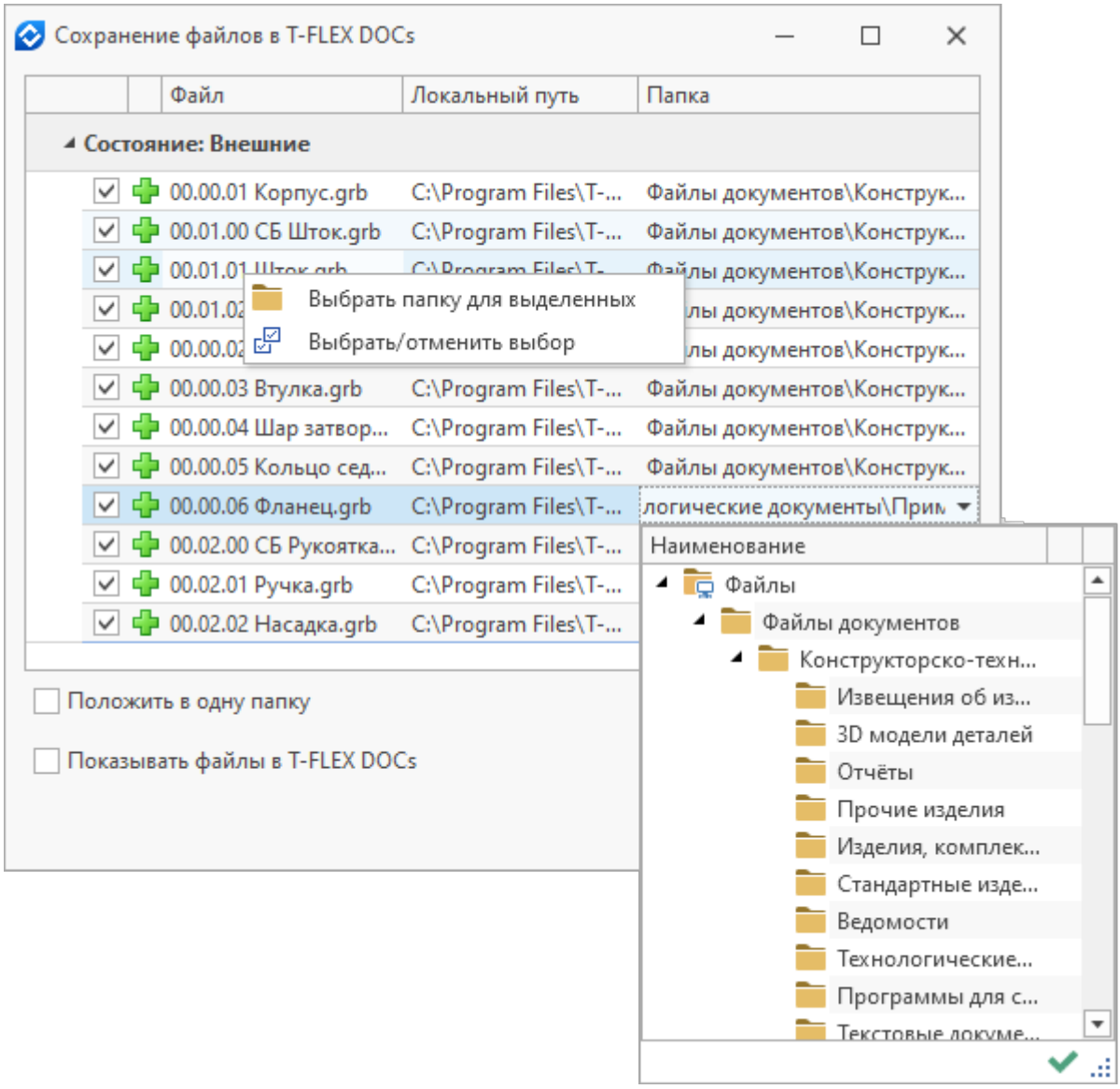
Выбрать папку для выделенных

Открыть окно выбора пути сохранения для всех выделенных в списке файлов.

Выбрать/отменить выбор

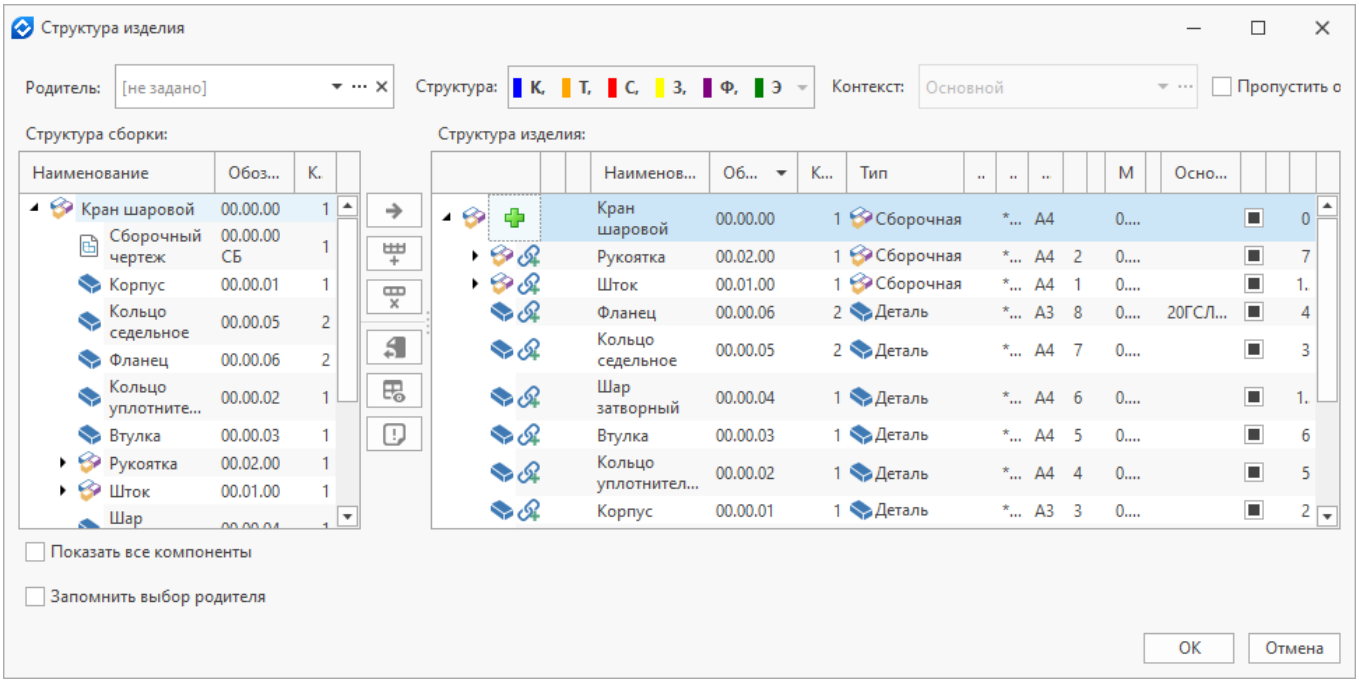
Переключить состояния флага в столбце **Импортировать** для всех выделенных в списке файлов.

Задайте желаемые параметры сохранения и нажмите **OK**. Файлы фрагментов будут сохранены в этот момент. Последующая отмена сохранения структуры изделия не отменяет сохранение файлов.



После этого на экране появится окно сохранения структуры изделия. В левой части окна отображается структура сохраняемой сборки T-FLEX CAD, в правой – сформированная на её основе структура изделия T-FLEX DOCs.

При первом открытии окна изделия порядок колонок в нём повторяет порядок записей в правиле настройки интеграции. При необходимости можно изменить установленный порядок колонок, перетягивая их мышью с зажатой или используя команду **Выбор колонок**, доступную в контекстном меню заголовков колонок. Эти настройки сохраняются для текущего пользователя при последующих вызовах окна сохранения структуры изделия.



В окне сохранения структуры изделия не будут отображаться фрагменты сборки с незаполненными данными состава изделия. Для их отображения в структуре сборки следует установить флаг **Показать все компоненты**, а затем сформировать структуру изделия T-FLEX DOCs вручную. В этом случае фрагменту сборки в качестве наименования автоматически присваивается имя его файла.

Способ сохранения в T-FLEX DOCs элементов библиотеки **Стандартные изделия**, входящих в текущую сборку, зависит от положения флага **Не проверять путь файла на принадлежность конфигурации "Стандартные изделия" при сохранении СИ в T-FLEX DOCs** в параметрах выбранного состава изделия CAD. При снятом флаге элементы вышеуказанной библиотеки будут сохранены в справочник T-FLEX DOCs **Электронная структура изделий** с типом **Стандартное изделие** независимо от значения параметра T-FLEX CAD **Раздел**. Если данный флаг установлен, тип элемента библиотеки при сохранении в T-FLEX DOCs будет определяться значением параметра **Раздел**.

Управлять создаваемой структурой изделия можно с помощью кнопок:

– добавляет выбранный объект структуры сборки в структуру изделия.

– создаёт новый объект в структуре изделия.

– удаляет объект из структуры изделия.

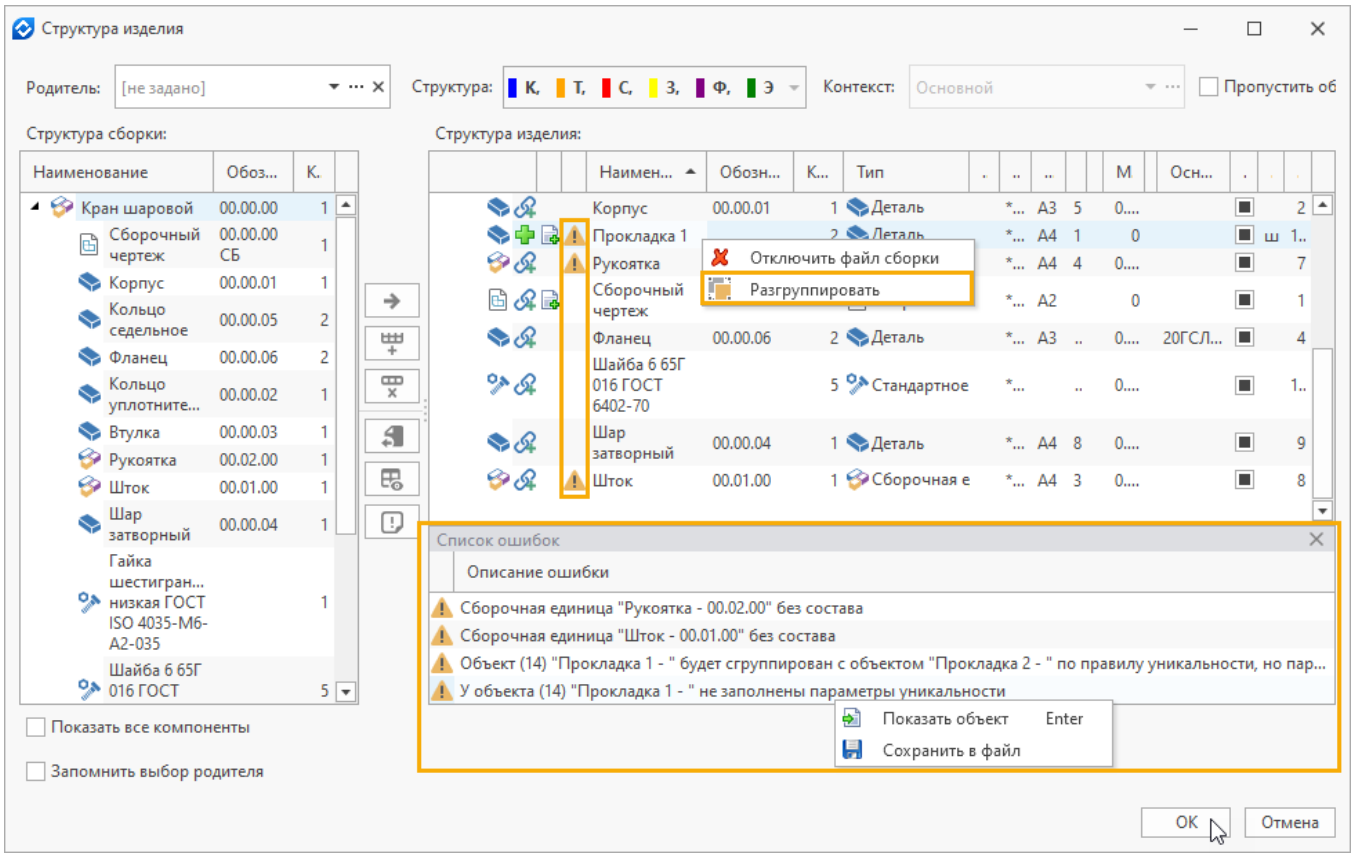
– показывает объект структуры сборки, соответствующий выбранному объекту структуры изделия.

– показывает объект структуры изделия, соответствующий выбранному объекту структуры сборки.

– управляет отображением списка ошибок (см. ниже).

Значения передаваемых в T-FLEX DOCs параметров при необходимости могут быть отредактированы вручную в правой части окна сохранения структуры изделия.

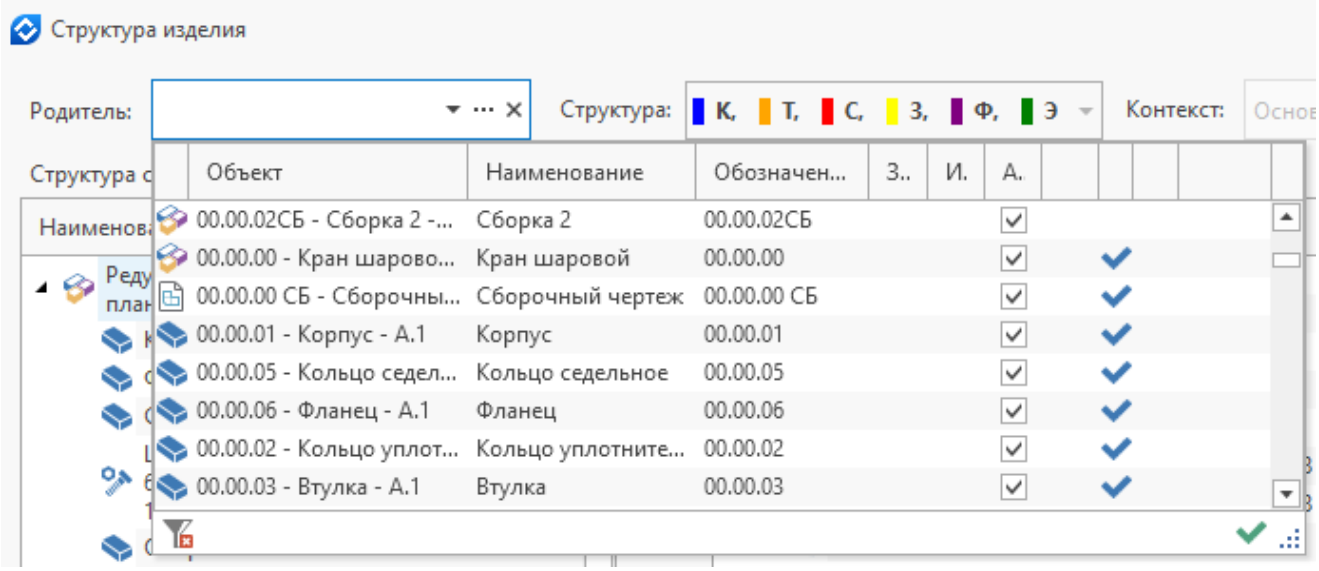
Система проверяет структуру изделия, сформированную в правой части окна сохранения структуры, на наличие ошибок, на которые следует обратить внимание пользователю, например, когда объект, входящий в структуру изделия, взят на редактирование другим пользователем или для него не задано значение параметра, использующегося в условии уникальности. Список обнаруженных ошибок отображается в правой нижней части окна. Контекстное меню, вызываемое нажатием на описании ошибки позволяет **Сохранить в файл** отчёт об ошибках и **Показать объект**, к которому относится ошибка. Последнее можно также сделать нажатием на описании. В столбце **Предупреждение** для объектов с ошибками отображается значок, а в их контекстном меню могут быть доступны команды, позволяющие исправить ошибку. Например, по умолчанию, при сохранении структуры объекты с совпадающими или незаполненными значениями параметров, входящих в правило уникальности, группируются, но их можно **Разгруппировать** с помощью контекстного меню..



В верхней части окна сохранения структуры изделия доступны следующие поля:

- **Родитель**

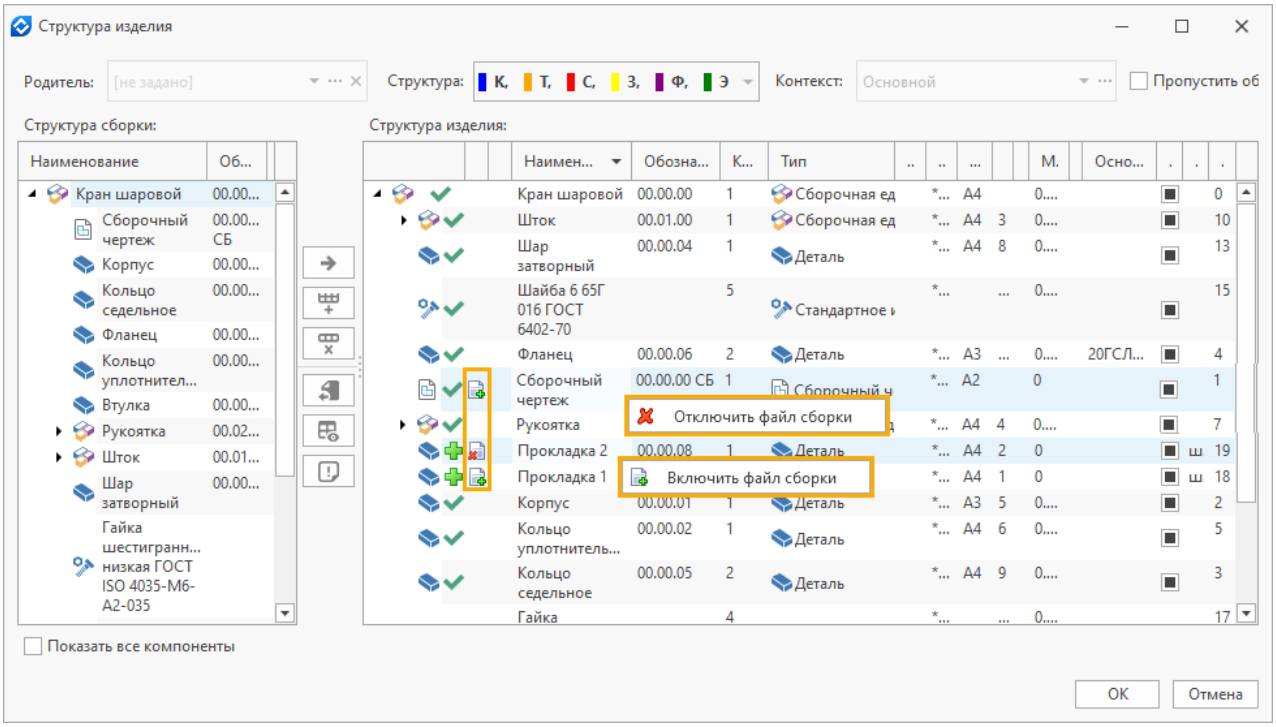
  Позволяет выбрать объект справочника **Электронная структура изделий**, дочерним к которому будет являться сохраняемая структура. Для выбора родительского объекта из выпадающего меню нажмите кнопку . Для выбора родительского меню из отдельного диалогового окна нажмите кнопку ***. Если установить флаг **Запомнить выбор родителя** в нижнем левом углу окна сохранения структуры изделия, то при сохранении следующей структуры тот же родительский объект будет выбран по умолчанию.

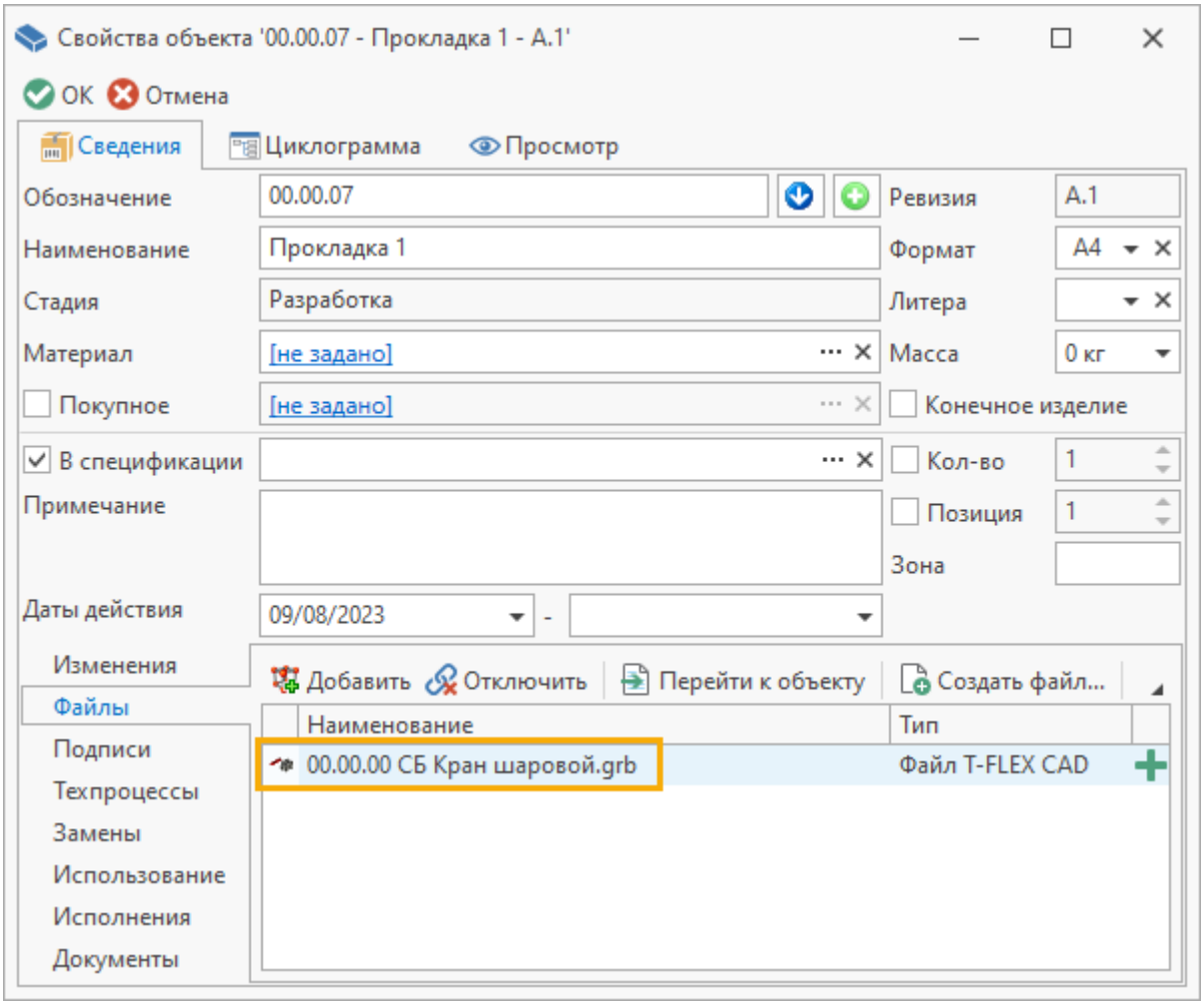


- **Структура**
  В данном поле можно выбрать тип электронной структуры изделия, который будет присвоен сохранённой сборке.
- **Контекст**
  Отображает наименование контекста проектирования, с учётом которого будет отображаться структура сохранённой сборки. Выбор контекста проектирования осуществляется в окне DOCs **Конфигурирование** и не может быть изменён при сохранении структуры изделия в T-FLEX DOCs.
- **Пропустить объекты нередактируемых типов структур**
  При установленном флаге объекты, относящиеся к нередактируемым типам структур не будет обновлены при сохранении структуры.

Информация о типах структур изделия и контекстах проектирования доступна в справке T-FLEX DOCs.

Если в составе изделия присутствует запись, не связанная ни с каким элементом модели или чертежа, то к объекту структуры изделия, основанному на такой записи, по умолчанию прикрепляется файл сборки, о чём свидетельствует иконка в колонке **Статус подключения сборки к детали без чертежа**. Чтобы отключить файл сборки от такого объекта, необходимо с помощью вызвать контекстное меню объекта и выбрать пункт **Отключить файл сборки**. Иконка в колонке **Статус подключения сборки к детали без чертежа** сменится на , а при последующем вызове контекстного меню для того же объекта будет доступна команда **Включить файл сборки**.





Задайте желаемые параметры в окне сохранения структуры и нажмите **OK**. Структура будет сохранена в справочнике DOCs **Электронная структура изделий**.

При изменении состава изделия T-FLEX CAD требуется его повторное сохранение в T-FLEX DOCs. В результате произойдёт корректировка структуры изделия в справочнике **Электронная структура изделий** (добавление или удаление объектов, изменение параметров вхождения).

Использование в сборках фрагментов из T-FLEX DOCs

Вставить файл из T-FLEX DOCs в текущий документ T-FLEX CAD в качестве фрагмента можно следующими способами:

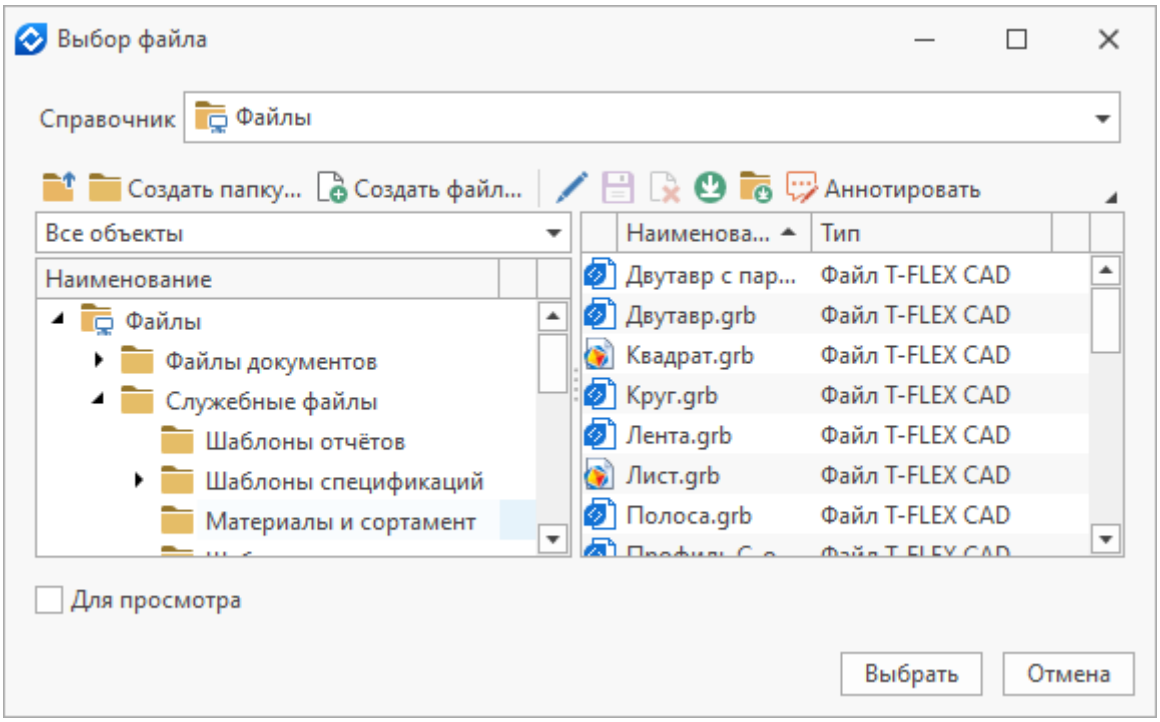
Перетягивание

Зажмите на объекте, связанном с файлом CAD, в окне любого справочника DOCs, и, удерживая, переместите курсор в окно чертежа или 3D сцены, после чего отпустите. Будет автоматически запущена команда 3D Фрагмент или 2D Фрагмент (в зависимости от того, в какое окно был перетянут файл) в которой в качестве фрагмента будет автоматически выбран файл, связанный с выбранным объектом DOCs.

Команда Вставить документ

Пиктограмма	Лента
	T-FLEX DOCs > Работа с документами > Вставить документ
Клавиатура	Текстовое меню

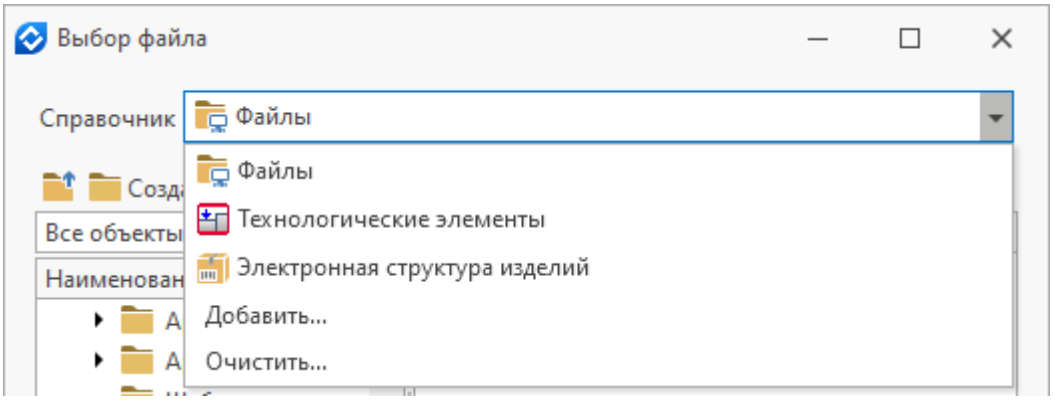
После вызова команды появляется окно, в котором необходимо выбрать файл.



По умолчанию файлы выбираются из справочника **Файлы**. В верхней части окна находится выпадающий список **Справочник,** в котором доступны следующие пункты:

- **Добавить...**
  Открывает окно выбора справочника для добавления в список. Следует выбирать только те справочники, объекты которых имеют связи с объектами справочника **Файлы**. В результате выбора объекта из такого справочника используется связанный с ним файл, хранящийся в справочнике **Файлы**. При выборе других справочников выбор объекта будет невозможен, а в окне выбора появится сообщение: "**У объекта нет связи на справочник файлов**".

Помимо команды **Вставить документ** данное окно также используется другими командами. Содержимое списка справочников совпадает для всех команд.



- **Очистить...**
  Удаляет из списка все справочники, добавленные пользователем вручную.

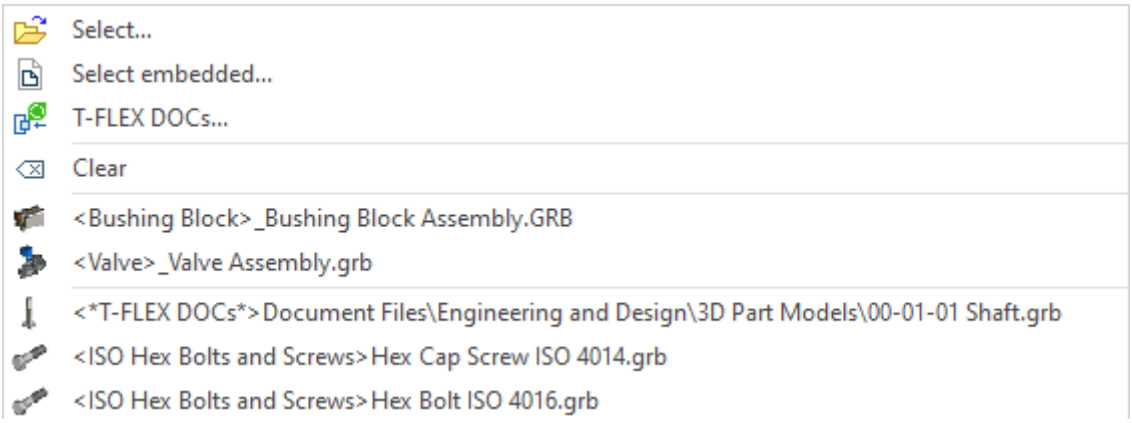
Выберите желаемый файл и нажмите кнопку **Выбрать**. Будет автоматически запущена команда **3D Фрагмент**, в которой в качестве фрагмента будет автоматически использован выбранный файл.

Команда 3D Фрагмент

В режиме интеграции в команде **3D Фрагмент** можно вручную выбрать в качестве фрагмента файл из T-FLEX DOCs. Для этого следует воспользоваться опцией **T-FLEX DOCs** в выпадающем списке выбора фрагмента, вызываемом по нажатию кнопки **Выбрать в диалоге**, или следующей опцией автоменю, доступной пока никакой фрагмент не выбран:

<D> Выбрать документ T-FLEX DOCs

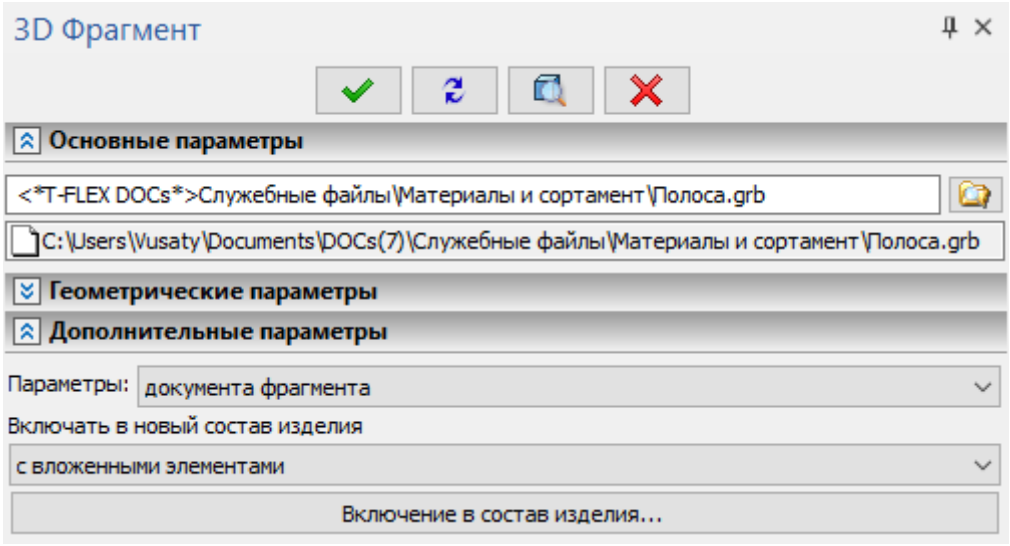
Если при предыдущем использовании команды была использована другая опция выбора файла, то вышеуказанная опция будет спрятана в выпадающий список, раскрывающийся при зажатии на последней использованной опции выбора файла в автоменю.



В обоих случаях откроется окно выбора файла DOCs, аналогичное описанному выше для команды [Вставить документ](#).

Если в текущем сеансе работы с CAD уже использовались фрагменты из DOCs, то ссылки на последние использованные фрагменты будут доступны в выпадающих списках выбора фрагмента (как в автоменю, так и в окне параметров).

После выбора файла фрагмента на вкладке **Основные параметры** окна параметров будут показаны ссылка на выбранный файл в справочнике **Файлы** DOCs и ссылка на локальную версию этого файла в локальной папке DOCs. В ссылке на файл DOCs элемент **<*T-FLEX DOCs*>** означает верхний уровень справочника **Файлы**, а дальше в стандартном формате отображается путь к выбранному файлу в структуре папок справочника. При выборе объекта из другого справочника в команду будет подставлен связанный с этим объектом файл из справочника **Файлы**. Ссылку на файл в DOCs можно также ввести вручную с клавиатуры. При вводе неверной ссылки система выдаст сообщение "**Файл не существует. Продолжить?**". При отрицательном ответе будет продолжен ввод ссылки, при положительном - ссылка будет сброшена.



После выбора файла фрагмента дальнейшая работа с командой осуществляется так же как и вне режима интеграции с DOCs.

Команда 2D Фрагмент

В режиме интеграции в команде **2D Фрагмент** можно вручную выбрать в качестве фрагмента файл из T-FLEX DOCs. Выбор файла осуществляется так же, как описано выше для команды [3D

Фрагмент. Разница состоит лишь в том, что опция выбора документа DOCs имеет другую горячую клавишу:

<S> Выбрать документ T-FLEX DOCs

После выбора файла фрагмента дальнейшая работа с командой осуществляется так же как и вне режима интеграции с DOCs.

См. также:

- Сохранение состава изделия в T-FLEX DOCs
- Проектирование сборок "Снизу вверх"
- Нанесение фрагментов на чертёж

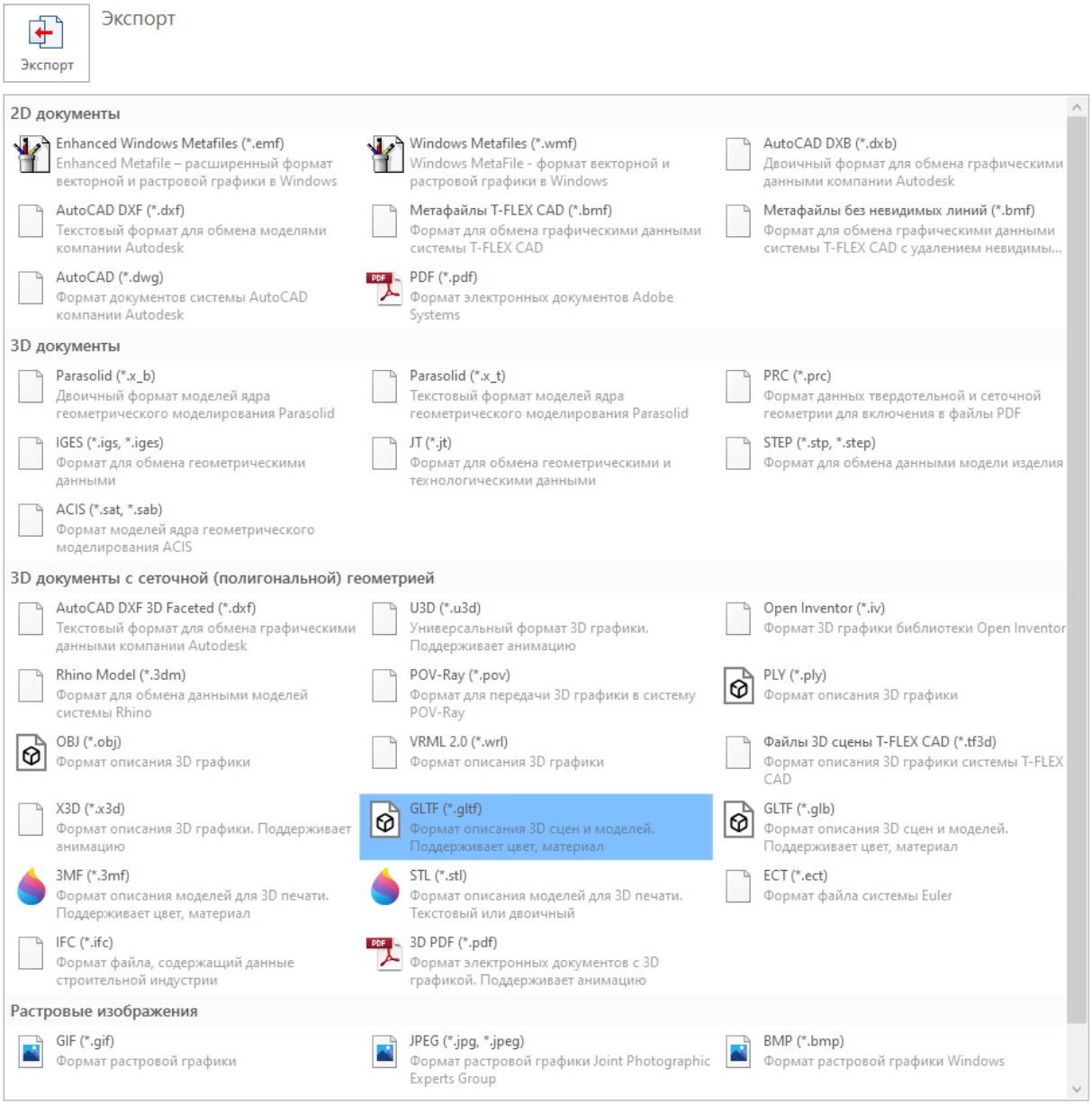
Экспорт/импорт файлов в T-FLEX DOCs

В режиме интеграции в T-FLEX CAD доступны функции экспорта в T-FLEX DOCs и импорта из T-FLEX DOCs файлов в форматах сторонних приложений.

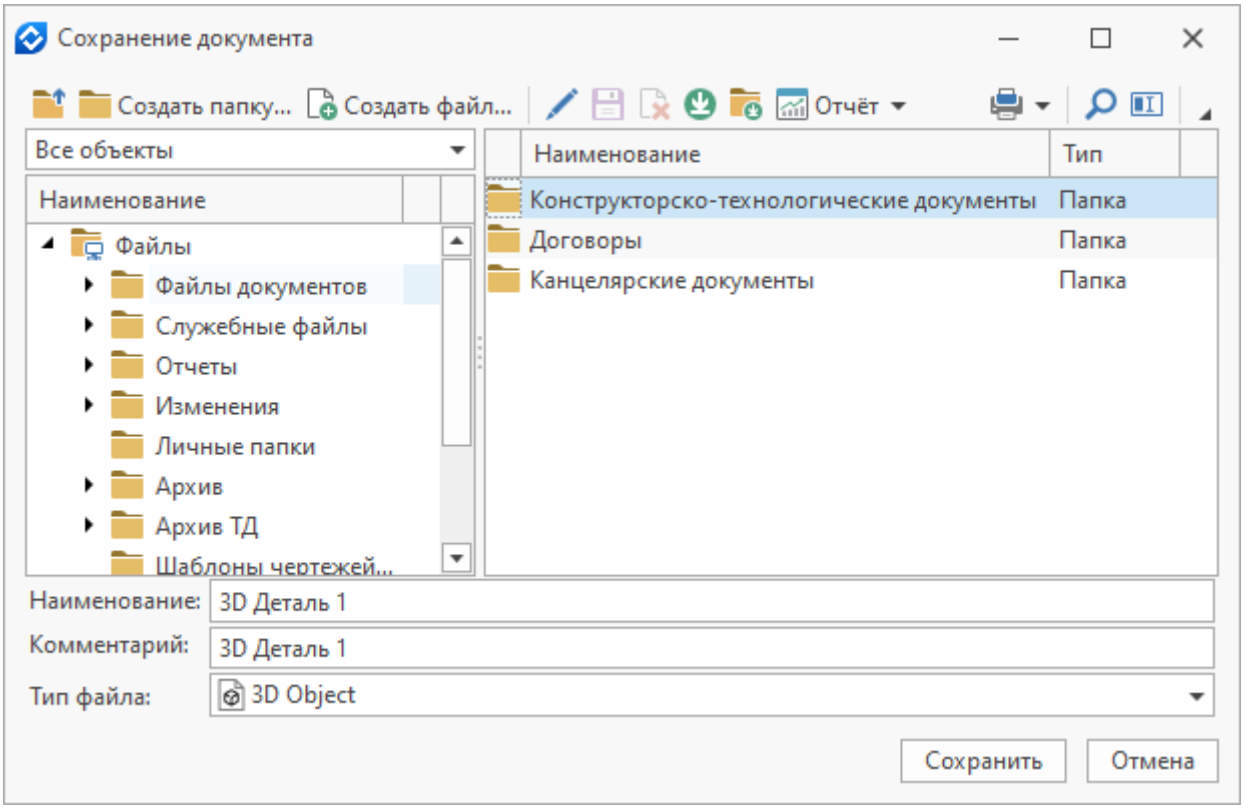
Экспорт в DOCs

Пиктограмма	Лента
	T-FLEX DOCs > Импорт/Экспорт > Экспорт (T-FLEX DOCs)
Клавиатура	Текстовое меню
	Файл > Экспорт (T-FLEX DOCs)

Команда позволяет сохранить текущий документ T-FLEX CAD в справочник **Файлы** T-FLEX DOCs в стороннем формате.
После вызова команды откроется список форматов, доступных для экспорта, аналогичный списку, отображаемому при экспорте вне режима интеграции с DOCs. Выберите нужный формат двойным нажатием .



Откроется окно справочника **Файлы**, где надо указать папку для сохранения экспортируемого файла.



В нижней части окна доступны следующие поля:

- **Наименование**
  В это поле вводится имя файла, создаваемого в результате экспорта. По умолчанию имя совпадает с именем исходного файла T-FLEX CAD.
- **Комментарий**
  В это поле вводится дополнительная информация, которую потом можно будет увидеть в поле **Комментарий** в свойствах файла.
- **Тип файла**
  В этом поле можно сменить формат экспорта.

После нажатия кнопки **Сохранить** в служебном окне параметров станут доступными параметры экспорта. Набор параметров зависит от выбранного формата. При экспорте в DOCs доступны те же параметры, что и при экспорте вне режима интеграции.

> Подробную информацию о параметрах экспорта для каждого формата можно найти в разделе Экспорт чертежей и моделей.

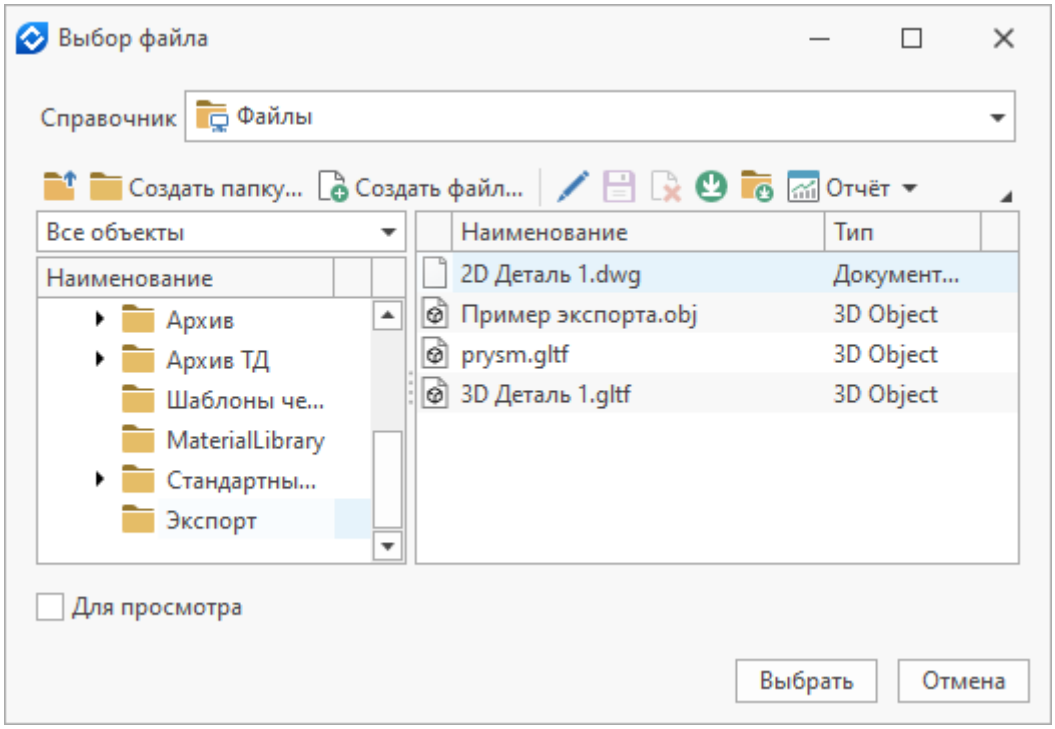
Импорт из DOCs

Пиктограмма	Лента
	T-FLEX DOCs > Импорт/Экспорт > Импорт (T-FLEX DOCs)
Клавиатура	Текстовое меню
	Файл > Импорт (T-FLEX DOCs)

Команда позволяет импортировать в текущий документ T-FLEX CAD данные из файла стороннего формата, сохранённого в T-FLEX DOCs.

Для импорта в новый документ используйте команду Открыть из T-FLEX DOCs.

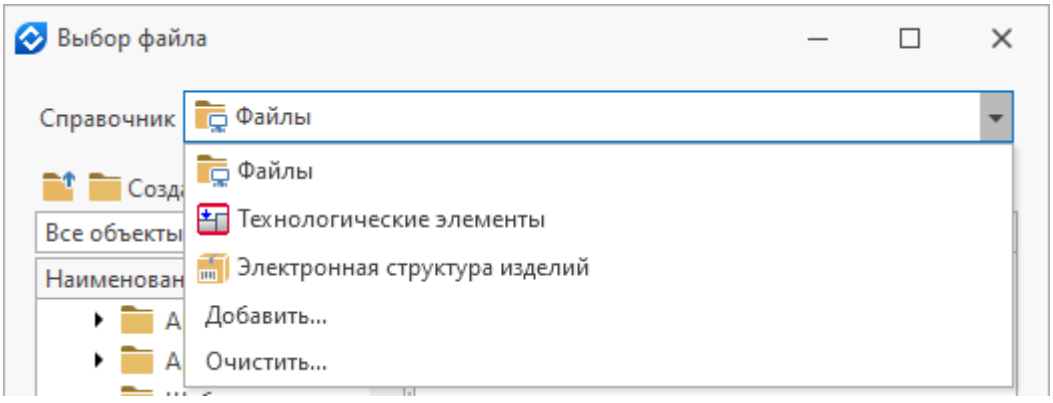
После вызова команды появляется окно, в котором необходимо выбрать импортируемый файл.



По умолчанию файлы выбираются из справочника **Файлы**. В верхней части окна находится выпадающий список **Справочник,** в котором доступны следующие пункты:

- **Добавить...**
  Открывает окно выбора справочника для добавления в список. Следует выбирать только те справочники, объекты которых имеют связи с объектами справочника **Файлы**. В результате выбора объекта из такого справочника импортируется связанный с ним файл, хранящийся в справочнике **Файлы**. При выборе других справочников выбор объекта будет невозможен, а в окне выбора появится сообщение: "**У объекта нет связи на справочник файлов**".

Помимо команды **Импорт (T-FLEX DOCs)** данное окно также используется другими командами. Содержимое списка справочников совпадает для всех команд.



- **Очистить...**
  Удаляет из списка все справочники, добавленные пользователем вручную.

После выбора импортируемого файла открывается окно параметров импорта. Набор параметров зависит от выбранного формата. При импорте из DOCs доступны те же параметры, что и при импорте вне режима интеграции.

Подробную информацию о параметрах импорта для каждого формата можно найти в разделе Импорт чертежей и моделей.

Применение внесённых изменений в T-FLEX DOCs

В целях обеспечения коллективной работы и отслеживания истории изменений объектов, прежде чем редактировать файл T-FLEX DOCs, необходимо сначала взять его на редактирование. После взятия на редактирование одним пользователем файл становится недоступен для редактирования другими пользователями. Если открыть файл без взятия на редактирование, то вносимые изменения могут быть сохранены только в другой файл. После взятия файла на редактирование и внесения в него изменений, эти изменения можно применить или отменить.

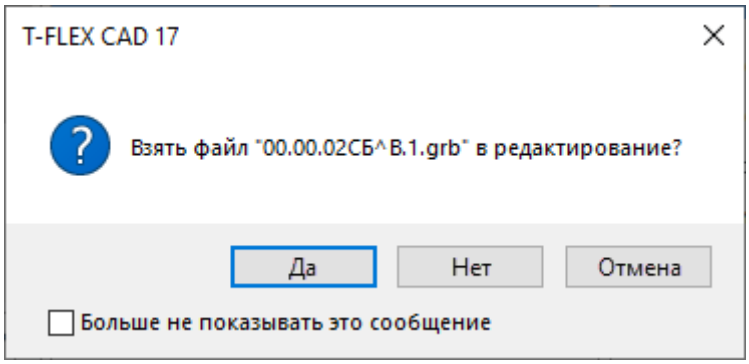
Взять на редактирование

Взять файл T-FLEX DOCs на редактирование можно следующими способами:

- С помощью команды **Взять на редактирование**, доступной в контекстном меню элементов и на инструментальной панели в справочнике **Файлы,** а также в окне свойств файла. Сочетание клавиш <**Ctrl**>+<**O**> для вызова данной команды работает только в окнах DOCs. Для непосредственного редактирования файл нужно будет потом открыть.

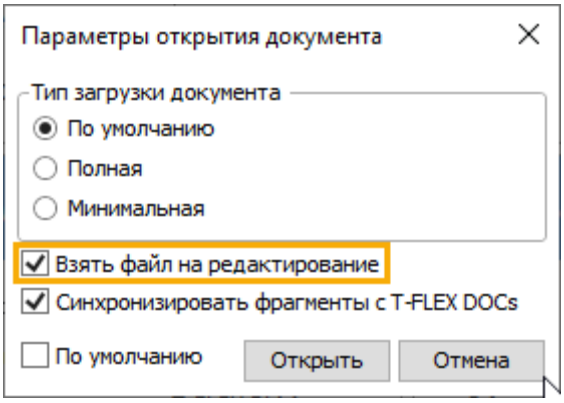
Имейте в виду, что эта же команда в справочнике **Электронная структура изделия** берёт на редактирование только объект данного справочника, т.е. запись структуры изделия DOCs, но не берет на редактирование связанный с записью файл T-FLEX CAD.

- С помощью команды **Открыть в редактирование**, доступной в контекстном меню элементов справочника **Электронная структура изделия**. Данная команда не только берёт объект на редактирование, но и открывает файл объекта в T-FLEX CAD.
- Положительно ответив на вопрос о взятии на редактирование, задаваемый при открытии файла.



- Установив флаг взять **Взять на редактирование** в диалоге параметров открытия документа.

Диалог вызывается при перетягивании объекта из окна DOCs в любую часть главного окна CAD, кроме окна чертежа или 3D сцены.



- Если файл T-FLEX DOCs открыт в T-FLEX CAD без взятия на редактирование, то взять его на редактирование можно с помощью следующей команды:

Пиктограмма	Лента
	T-FLEX DOCs > Изменение документов > Взять файл на редактирование
Клавиатура	Текстовое меню

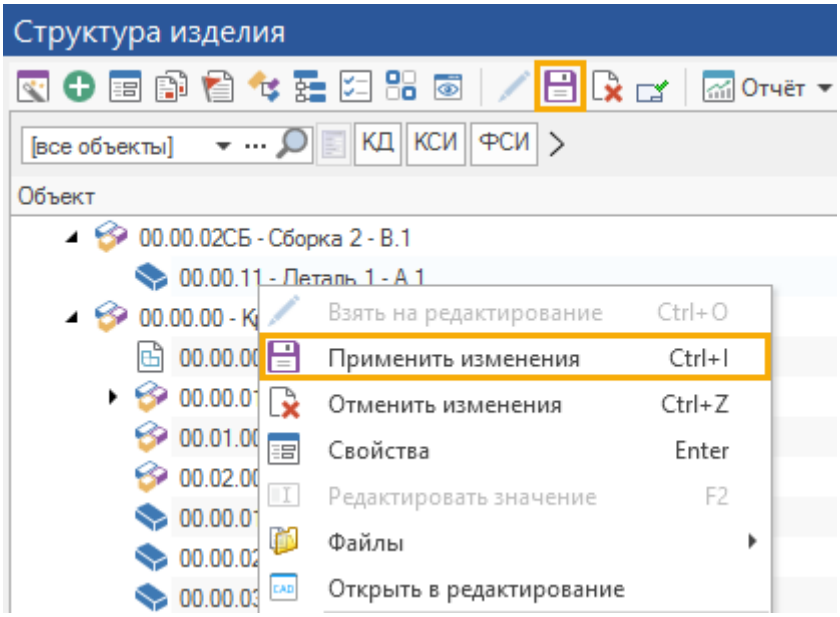
Если открытый файл уже взят на редактирование текущим или другим пользователем, то данная команда будет недоступна.

Применить изменения

Применить изменения, внесённые в объект T-FLEX DOC, можно с помощью команды **Применить изменения**:

Пиктограмма	Лента
	T-FLEX DOCs > Изменение документов > Применить изменения
Клавиатура	Текстовое меню

Команда также доступна в различных окнах DOCs и в контекстных меню элементов, имеющих неприменённые изменения. Сочетание клавиш **<Ctrl>+<I>** для вызова данной команды работает только в окнах DOCs.

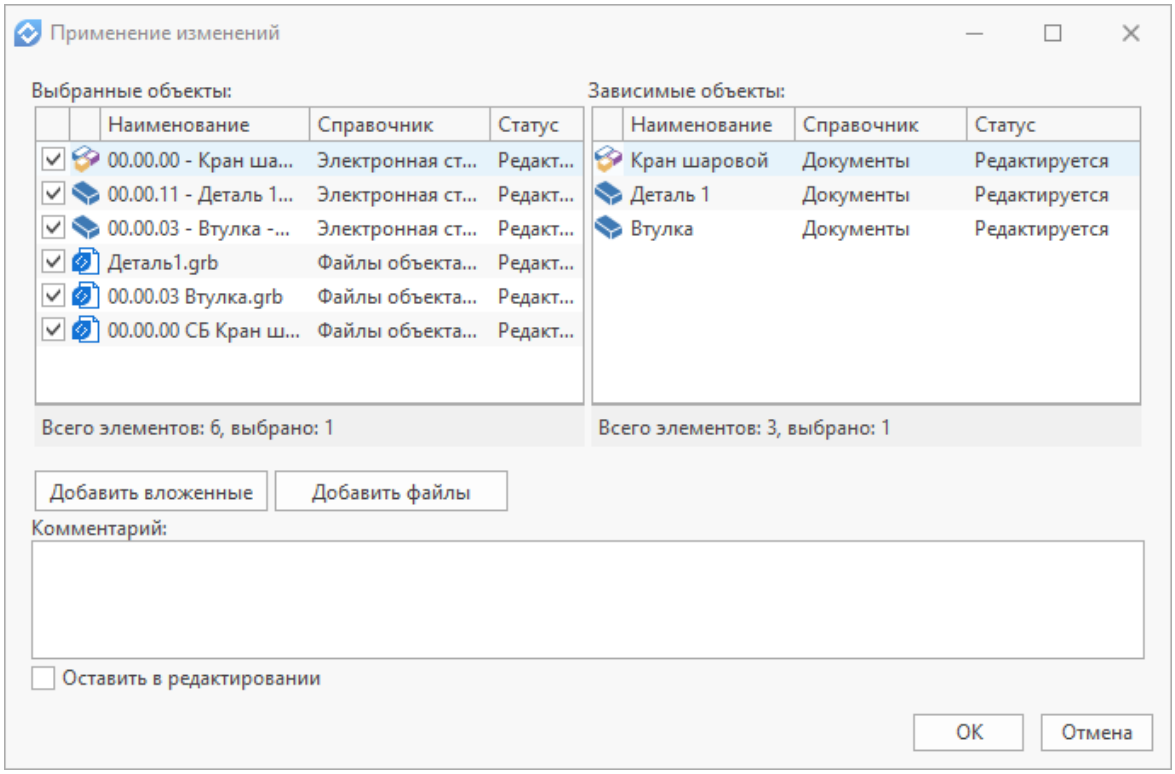


После вызова команды появляется окно DOCs **Применение изменений** в котором необходимо ввести **Комментарий** к изменению и нажать **OK**.
Объект, для которого вызвана команда показан в левой верхней части окна в списке **Выбранные объекты**.

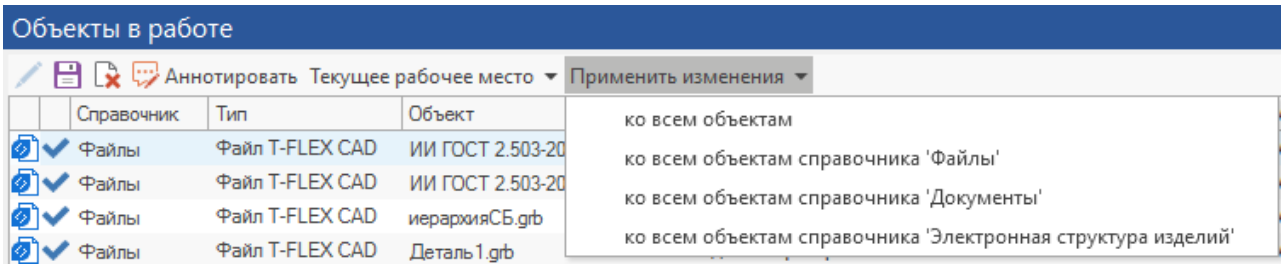
При вызове команды из ленты T-FLEX CAD или из окна справочника **Файлы** изменения применяются только к текущему файлу. После применения изменений файл остается открыт в CAD только для чтения.

При вызове команды из окна справочника **Электронная структура изделия** изменения по умолчанию не применяются к файлам, прикреплённым к выбранному объекту, но применяются к связанным объектам других справочников. Такие объекты показываются в правой верхней части окна в списке **Зависимые объекты**.
Для применения изменений к файлам, прикреплённым к выбранному объекту, необходимо нажать кнопку **Добавить файлы**.

Если в иерархии справочника **Электронная структура изделия** у выбранного объекта есть дочерние объекты, то для применения изменений к дочерним объектам и связанным с ними файлам необходимо нажать кнопку **Добавить вложенные**.



В окне **Объекты в работе** можно применить изменения сразу ко всем объектам или к объектам конкретного справочника.

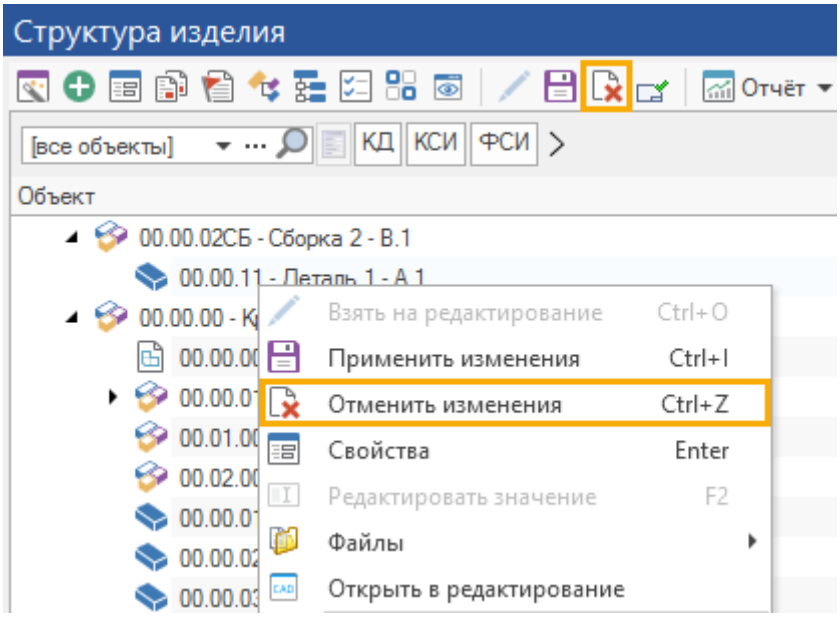


Отменить изменения

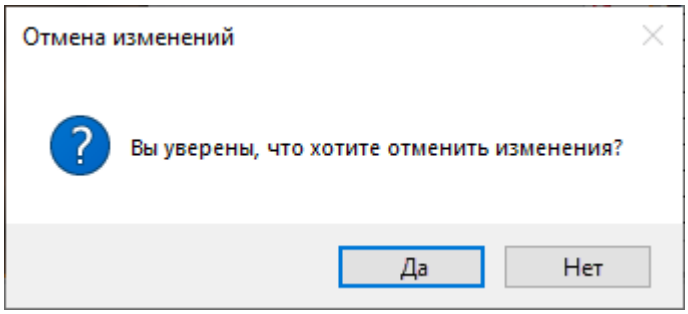
Отменить изменения, внесённые в объект T-FLEX DOC, можно с помощью команды **Отменить изменения**:

Пиктограмма	Лента
	T-FLEX DOCs > Изменение документов > Отменить изменения
Клавиатура	Текстовое меню

Команда также доступна в различных окнах DOCs и в контекстных меню элементов, имеющих неприменённые изменения. Сочетание клавиш **<Ctrl>+<Z>** для вызова данной команды работает только в окнах DOCs.



После вызова команды система потребует подтвердить действие:



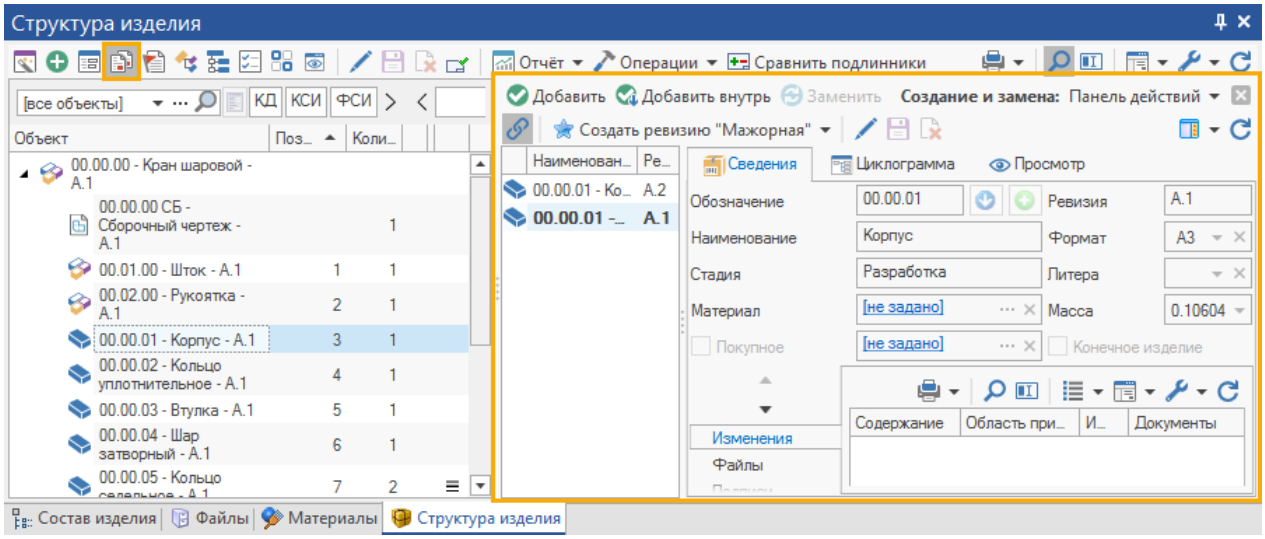
После положительного ответа все неприменённые изменения выбранного объекта будут утрачены. При вызове команды из ленты T-FLEX CAD отменяются изменения текущего файла (в том числе внесённые в предыдущих сеансах работы) и файл закрывается. Изменения объектов, связанных с текущим файлом, (например, объекта структуры изделия DOCs) при этом не отменяются.

Создание ревизии объекта T-FLEX DOCs

В T-FLEX CAD в режиме интеграции доступны следующие способы создания ревизии элемента, сохранённого в справочнике **Электронная структура изделия**:

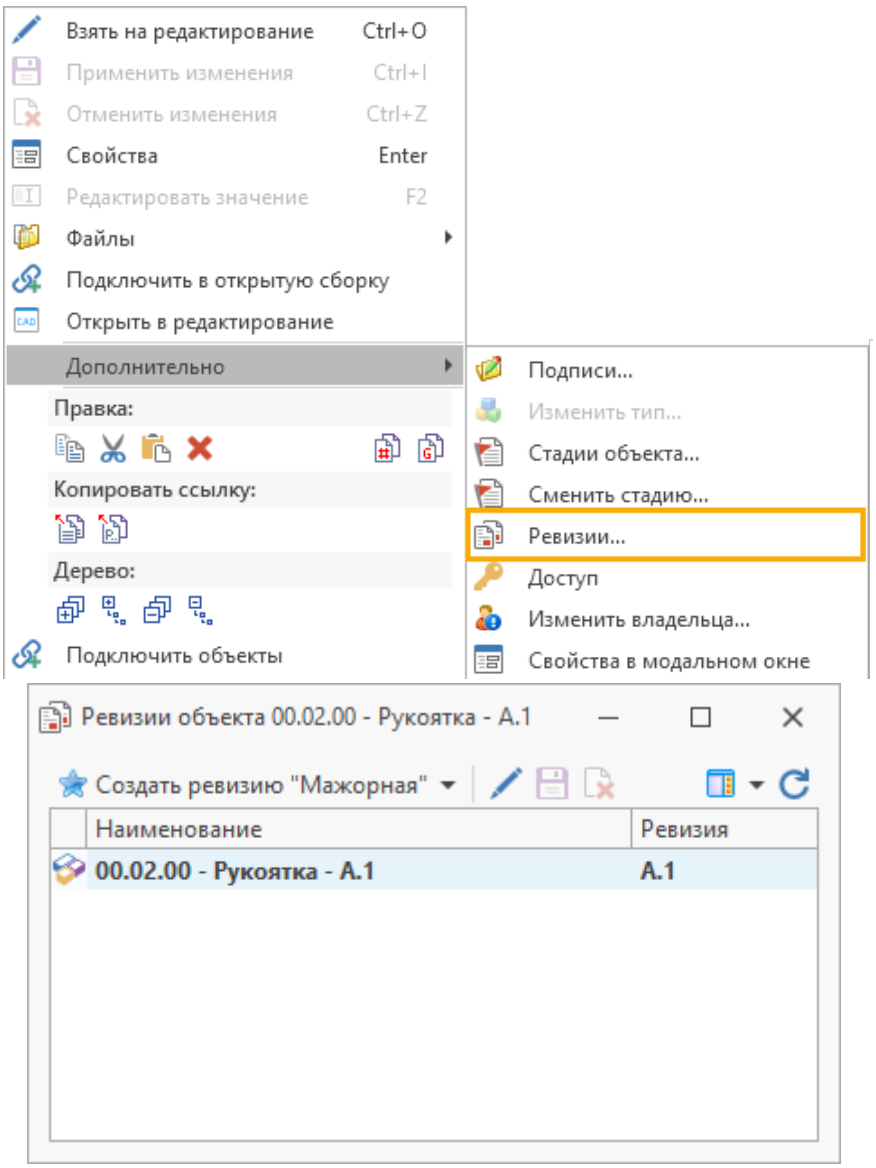
- С помощью панели **Ревизии**, вызываемой из панели инструментов в окне справочника **Электронная структура изделия**.

Создание ревизии в CAD данным способом осуществляется так же, как и в DOCs. Подробная информация доступна в справке DOCs.



- С помощью окна **Ревизии объекта**, вызываемого из контекстного меню объекта справочника **Электронная структура изделия**.

Создание ревизии в CAD данным способом осуществляется так же, как и в DOCs. Подробная информация доступна в справке DOCs.

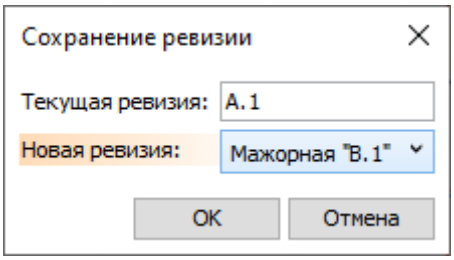


- С помощью команды **Создать ревизию**.

Пиктограмма	Лента
	T-FLEX DOCs > Работа с документами > Создать ревизию
Клавиатура	Текстовое меню
	Файл > Создать ревизию

Команда создаёт новую ревизию открытого в данный момент в T-FLEX CAD объекта справочника **Электронная структура изделия**. Если в CAD открыт документ, не имеющий записи в справочнике **Электронная структура изделия,** то команда недоступна. Если объект открыт вне контекста его родительской сборки, то старая ревизия останется в составе этой сборки. Если объект открыт в контексте сборки , то старая ревизия заменяется в сборке на новую в момент выхода из контекста с сохранением изменений .

После вызова команды появляется окно, в котором необходимо выбрать тип создаваемой ревизии: **Мажорная** (меняется буква ревизии) или **Минорная** (меняется номер ревизии).



После выбора типа ревизии нажмите **OK**. Появится окно выбора состава изделия для сохранения в T-FLEX DOCs. Далее сохранение состава для новой ревизии происходит аналогично первоначальному сохранению состава изделия. Если при сохранении состава не выбирать родительский объект, то новая ревизия будет добавлена на верхний уровень справочника **Электронная структура изделия.** Если объект был открыт в контексте сборки, то в момент выхода из контекста с сохранением изменений созданная ревизия переместится с верхнего уровня справочника в состав родительской сборки. Если же при сохранении состава был выбран родительский объект, отличный от сборки, в контексте которой производится создание ревизии, то в момент выхода из контекста с сохранением изменений новая ревизия копируется в текущую сборку с заменой старой ревизии.

Сохранение исполнений в T-FLEX DOCs

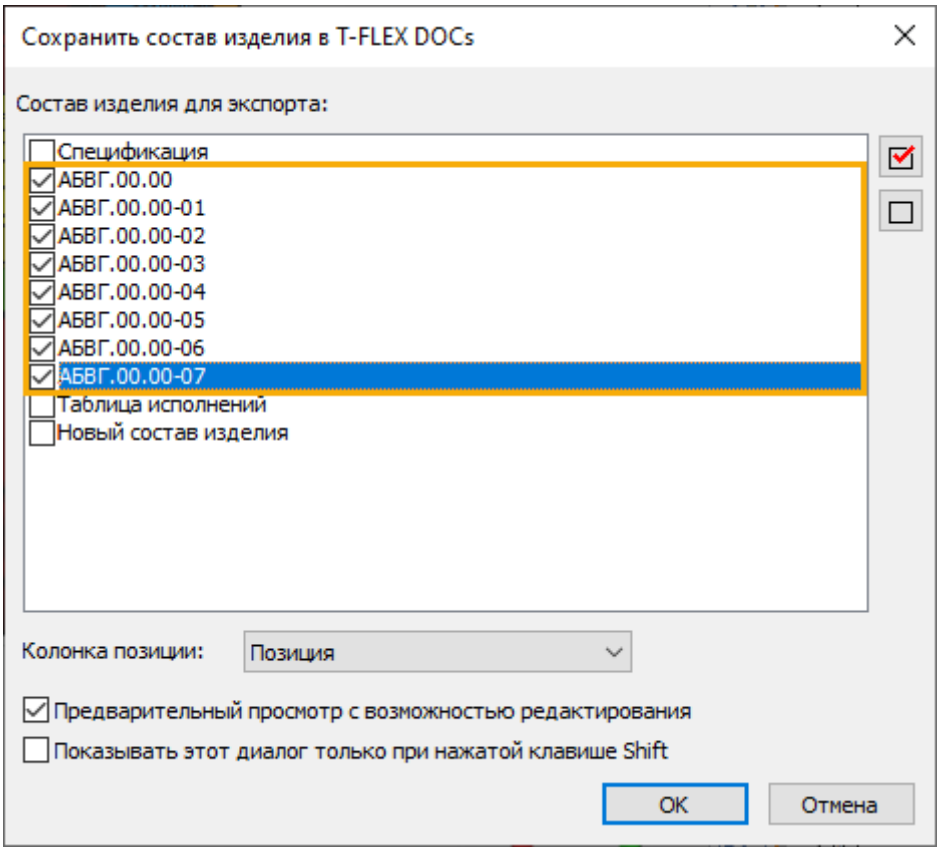
Исполнения сборки, созданные в T-FLEX CAD, могут быть сохранены в виде отдельных структур изделия в справочнике **Электронная структура изделий**.

Для корректного переноса обозначения исполнения необходимо создать соответствующее правило настройки интеграции, связывающее параметр T-FLEX DOCs **Обозначение** с параметром T-FLEX CAD **Обозначение полное**. Данную операцию выполняет пользователь с правами администратора.

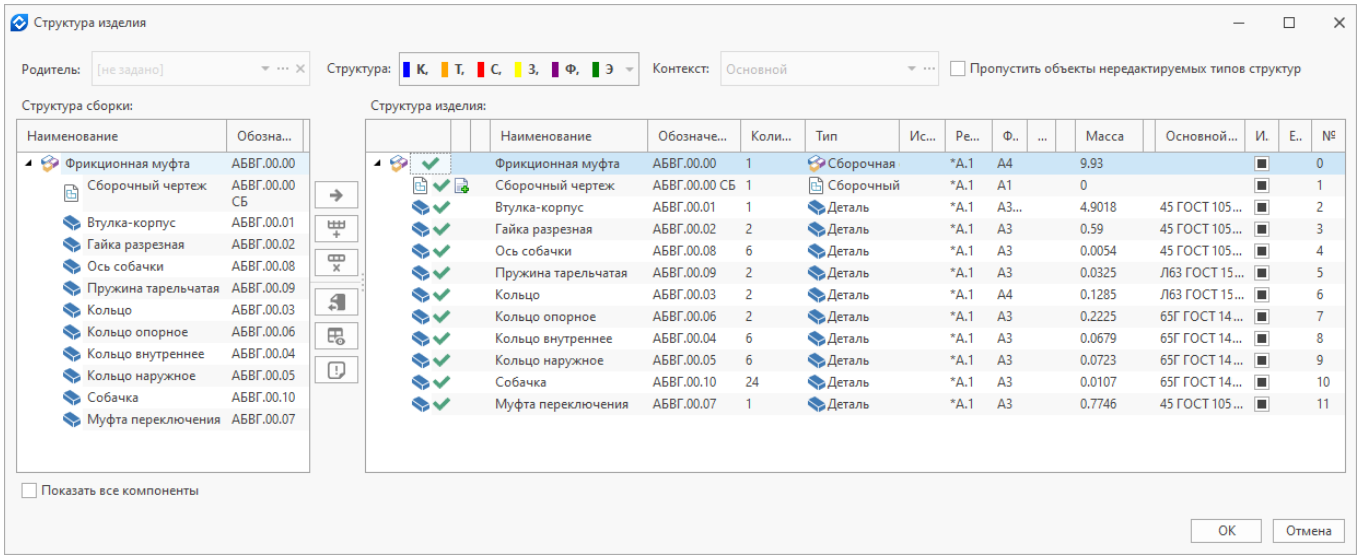
Сохранение в исполнений T-FLEX DOCs производится командой **Сохранить состав изделия в T-FLEX DOCs**.

В окне выбора состава изделия для экспорта в T-FLEX DOCs нужно указать составы требуемых исполнений.

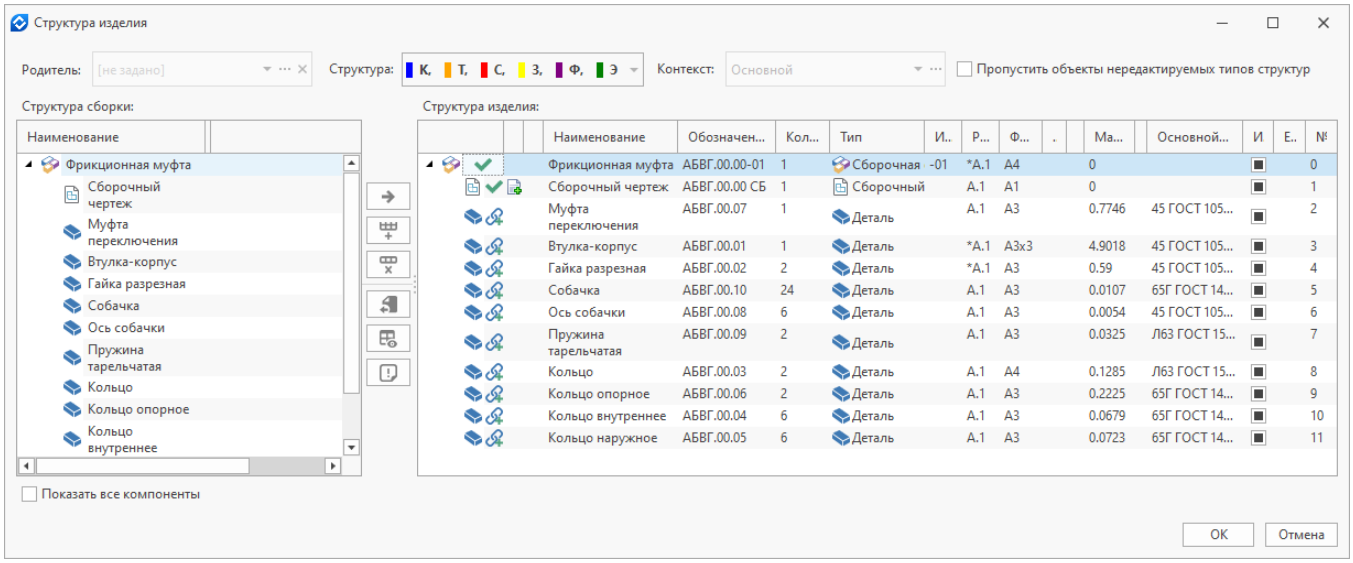
Одна и та же составная часть изделия может иметь различный номер позиции в групповых спецификациях, выполненных в вариантах А и Б. Для корректной передачи в T-FLEX DOCs номера позиции следует из списка **Колонка позиции** выбрать имя колонки в окне T-FLEX CAD **Состав изделия**, значения которой будут присвоены параметру **Позиция** соответствующего объекта справочника T-FLEX DOCs **Электронная структура изделий**. Если в T-FLEX DOCs требуется использовать оба варианта групповой спецификации для одного и того же изделия или его составной части, необходимо в справочнике **Электронная структура изделий** для каждого из вариантов групповой спецификации создать отдельный вариант объекта электронной структуры изделия.



Сначала будет сохранена структура базового исполнения.



После сохранения базового исполнения будут поочерёдно сохранены структуры исполнений **-01**, **-02** и др.



При сохранении структур исполнений **-01**, **-02** и др. в справочнике **Электронная структура изделий** будут автоматически созданы соответствующие номенклатурные объекты и связаны с базовым исполнением.

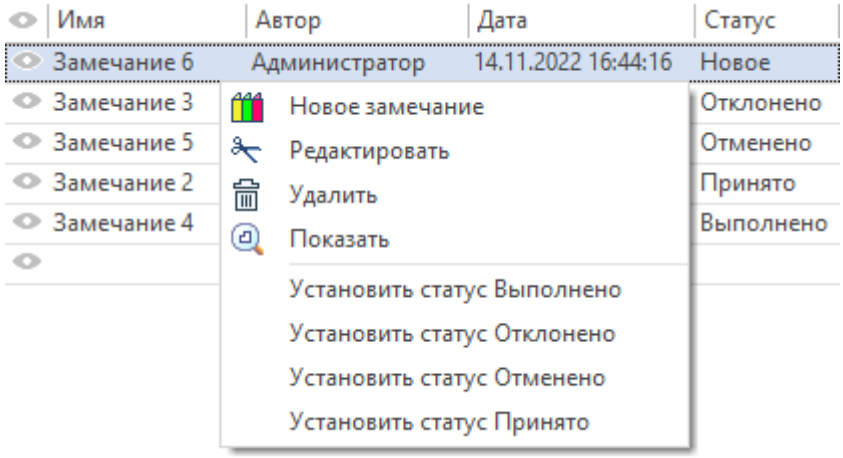
Замечания в режиме интеграции с T-FLEX DOCs

При работе с данными T-FLEX DOCs может возникать необходимость в рецензировании объектов системы. Например, в процессе корректировки и согласования документа сотрудникам может понадобиться инициировать процесс выдачи замечаний по документу, а руководителю подразделения - выдать задания подчинённым на создание замечаний. Таким образом, механизм управления замечаниями T-FLEX DOCs помогает организовать коллективную работу с данными системы в части их согласования и рецензирования. Механизм управления замечаниями T-FLEX DOCs позволяет создавать замечания для объектов системы, а также формировать запросы на создание замечаний. Замечания могут создаваться для любых объектов системы, в том числе для файлов T-FLEX CAD.

Создание замечаний к файлам T-FLEX CAD в режиме интеграции осуществляется через инструменты панели просмотра. Необходимо выбрать объект, связанный с файлом T-FLEX CAD, либо сам файл, и открыть вкладку **Просмотр** на панели свойств.

Если замечание создано в режиме интеграции с T-FLEX DOCs замечания сохраняются в виде объектов T-FLEX DOCs без использования файлов, представляющих собой фрагмент-замечание.

В режиме интеграции в окне **Замечания** T-FLEX CAD отображается **Статус** замечания в T-FLEX DOCs (**Новое/Отклонено/Принято/Выполнено/Отменено**). Статус можно изменить с помощью контекстного меню.



Подробная информация о работе с замечаниями доступна в разделе Замечания.

Работа с пользовательскими библиотеками T-FLEX DOCs

Стандартные библиотеки T-FLEX CAD не могут быть использованы в режиме интеграции, так как в этом случае последующий перенос данных в T-FLEX DOCs будет некорректным. Однако, на основе библиотеки T-FLEX CAD можно создать общую библиотеку, обеспечивающую взаимосвязь двух систем.

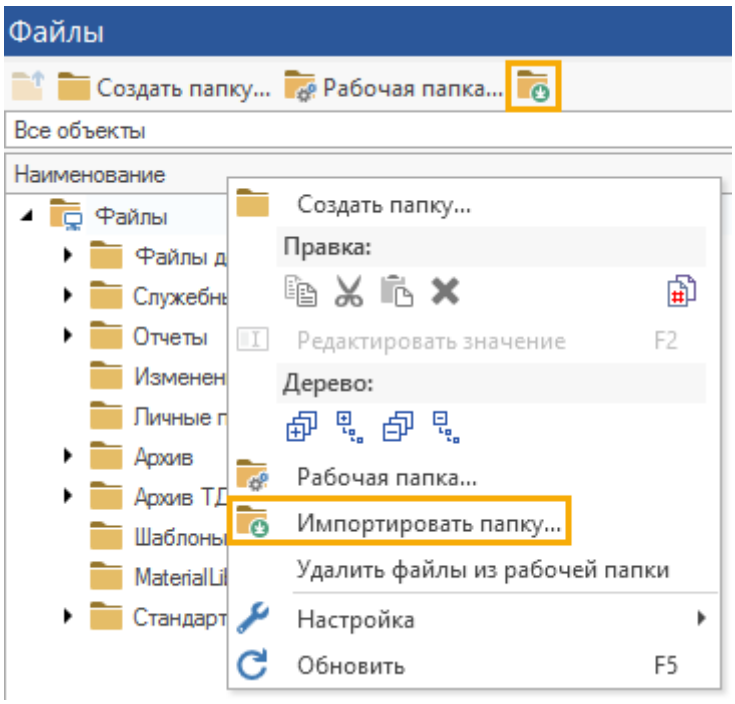
Использование единой корпоративной библиотеки всеми пользователями также обеспечивает уникальность применяемых библиотечных элементов.

Сначала необходимо импортировать библиотеку CAD в DOCs, после чего её можно будет подключить к CAD для последующего использования.

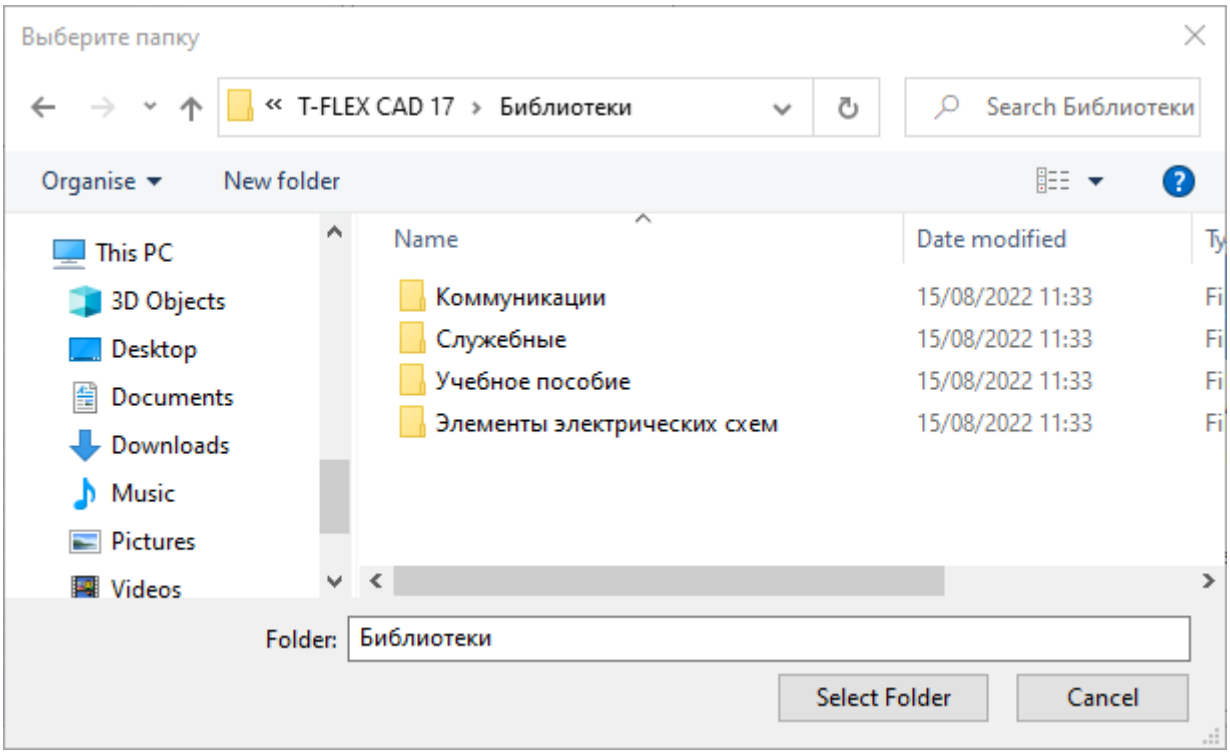
Библиотека, импортированная в DOCs не имеет связи с исходной библиотекой CAD, т.е. последующие изменения исходной библиотеки CAD не будут отражаться на содержимом библиотеки DOCs и наоборот.

Импорт библиотеки T-FLEX CAD в T-FLEX DOCs

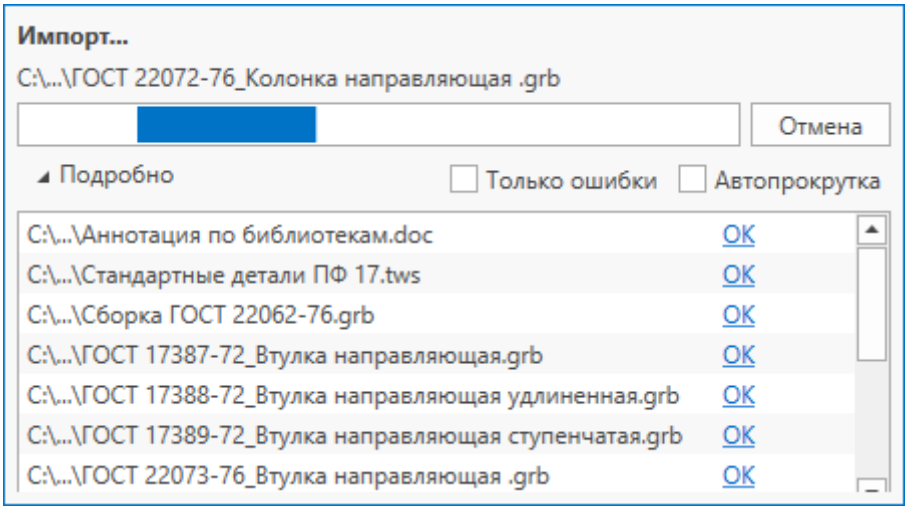
В окне справочника **Файлы** выберите в дереве папку, в которую будет добавлена библиотека, и затем вызовите из панели инструментов или из контекстного меню команду **Импортировать папку.**



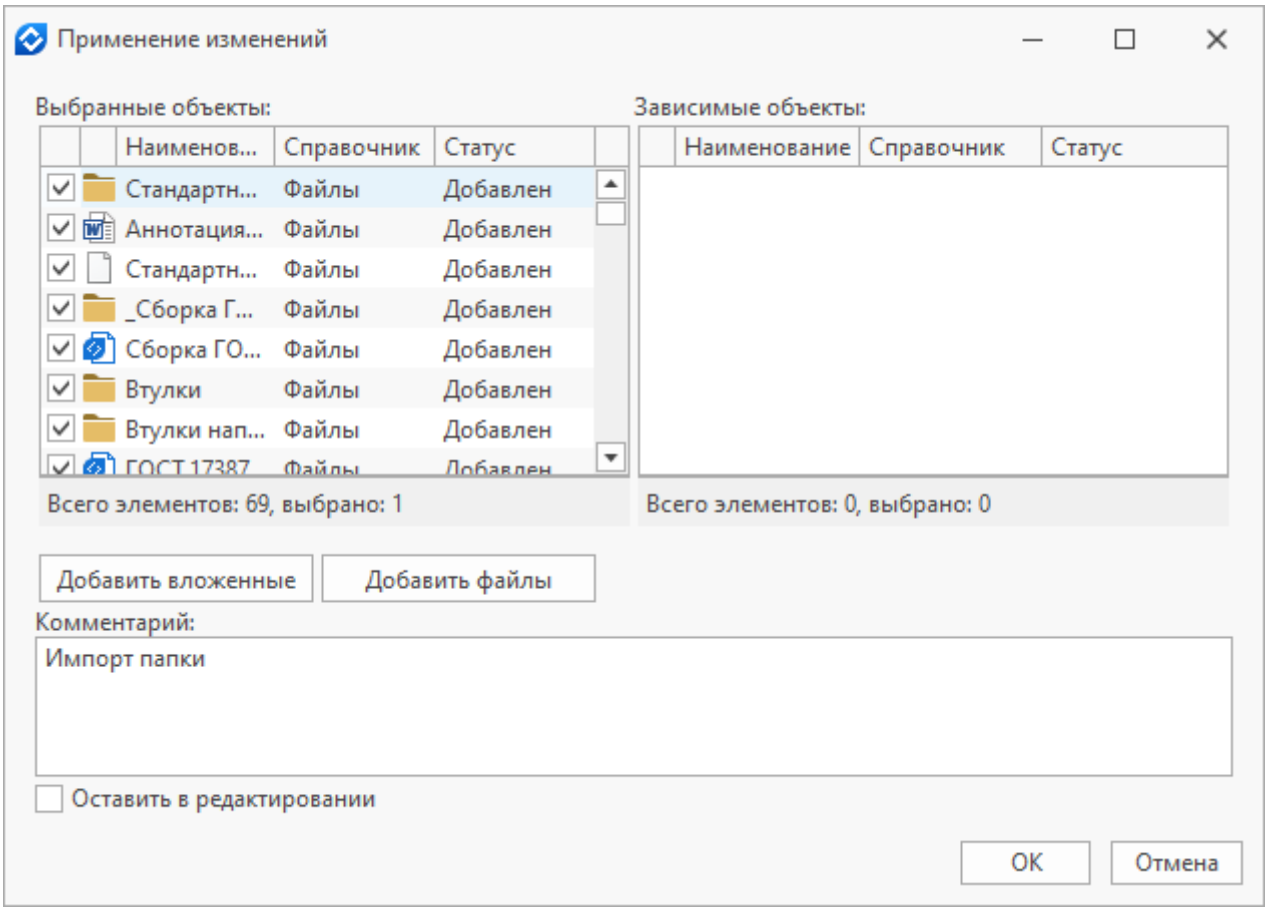
В появившемся окне Проводника Windows укажите путь к папке библиотеки T-FLEX CAD и нажмите кнопку **Выбрать папку**.



Дождитесь окончания импорта. В процессе импорта показывается окно, отображающее прогресс импорта.



По окончании импорта появится окно применения изменений, в котором необходимо нажать **OK**. Опционально можно добавить дополнительные комментарии.

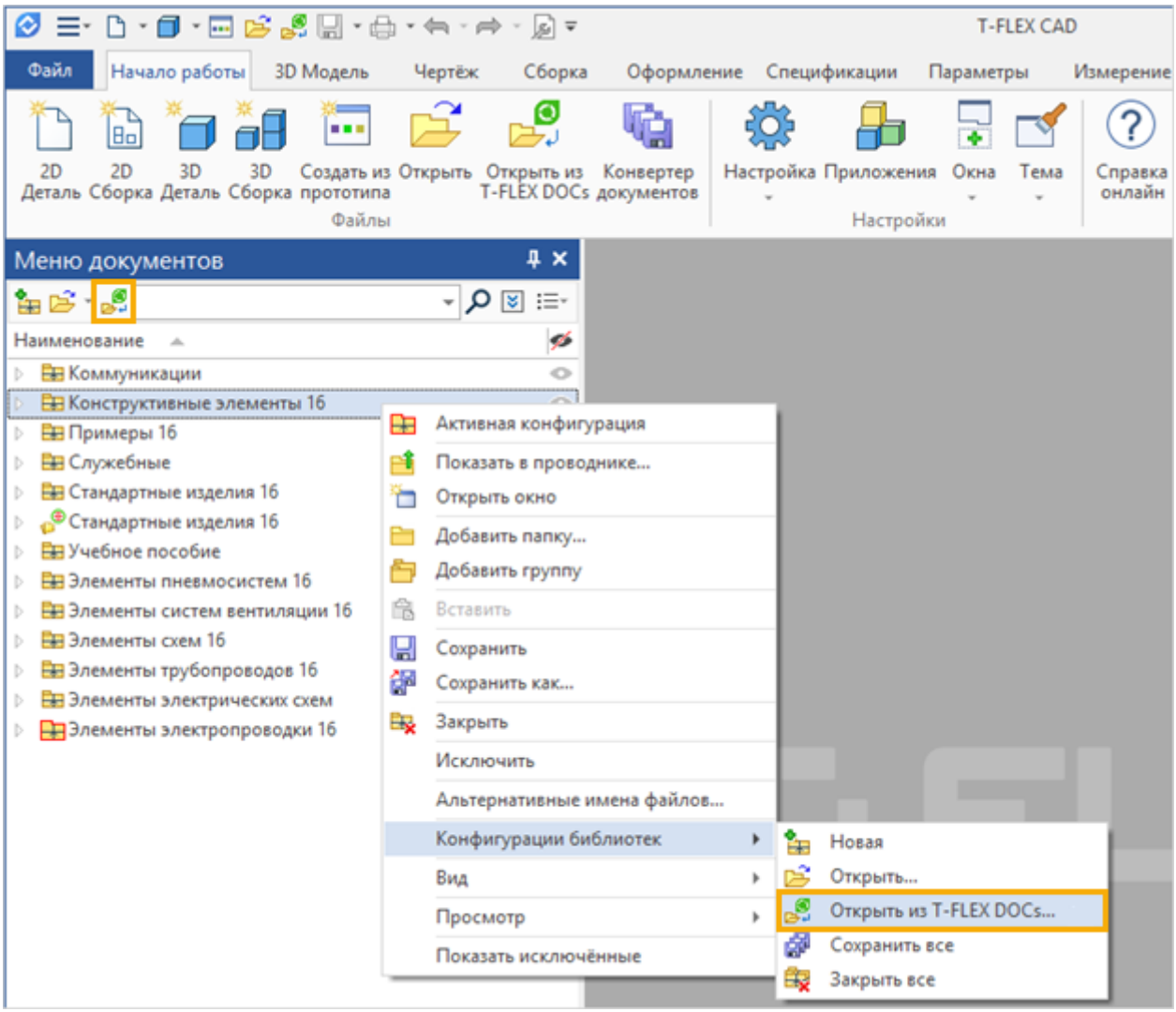


Подключение библиотеки T-FLEX DOCs к T-FLEX CAD

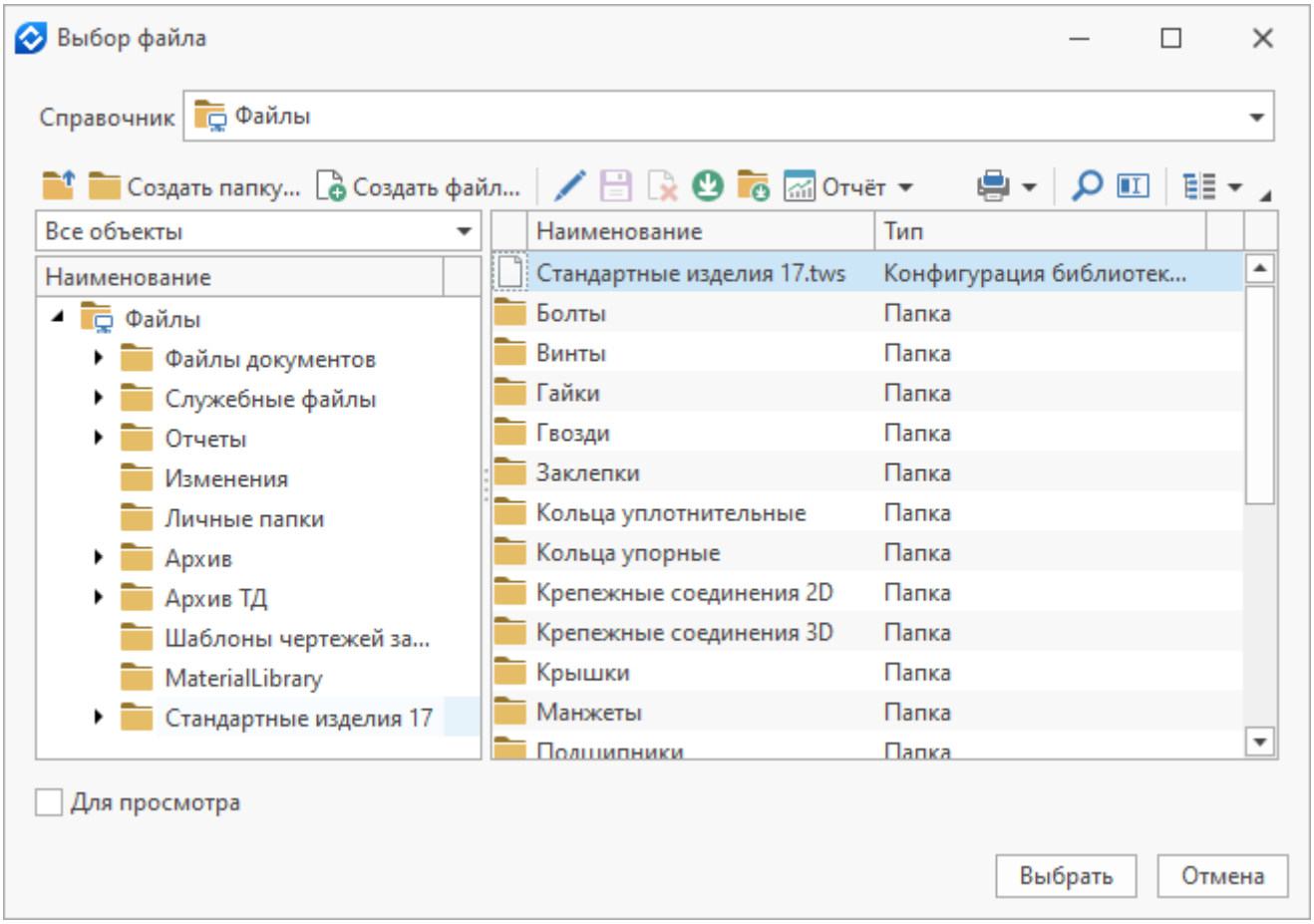
Библиотека, импортированная в DOCs, подключается к CAD с помощью следующей команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
	Файл > Библиотеки > Открыть конфигурацию из T-FLEX DOCs

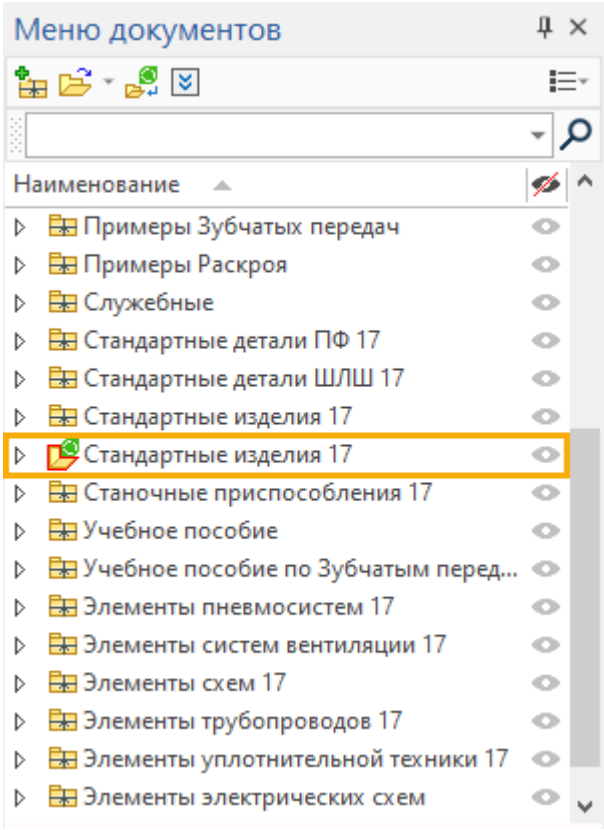
Эту команду также можно вызвать из панели инструментов или из контекстного меню в служебном окне T-FLEX CAD **Меню документов:**



В открывшемся окне выберите из импортированной папки T-FLEX DOCs файл конфигурации библиотеки (формата **.tws**).



В результате импортированная в T-FLEX DOCs библиотека будет подключена к T-FLEX CAD и отобразится в служебном окне **Меню документов**. Библиотеки, связанные с T-FLEX DOCs, обозначаются иконкой .



Пользователь также может подключить к T-FLEX CAD не всю библиотеку, а отдельные её элементы. В таком случае при подключении библиотеки вместо выбора файла конфигурации библиотеки следует выбрать в справочнике **Файлы** требуемый файл формата GRB.

Локальные библиотеки T-FLEX CAD, полностью или частично совпадающие с подключёнными библиотеками T-FLEX DOCs, рекомендуется закрыть во избежание путаницы.

Использование библиотеки T-FLEX DOCs аналогично использованию библиотеки T-FLEX CAD: необходимо перетащить выбранный элемент библиотеки в нужное место рабочей области окна и отредактировать его параметры.

Помимо подключения стандартных библиотек, T-FLEX DOCs позволяет создавать различные пользовательские библиотеки, например, библиотеку деталей и узлов для заимствования. В режиме интеграции конструктор может использовать эти данные при проектировании изделия, при этом последующий перенос в T-FLEX DOCs данных из T-FLEX CAD будет корректным.

Использование материала T-FLEX DOCs

В T-FLEX DOCs доступны следующие ключевые справочники материалов:

Марки материалов

Содержит данные о физических и химических свойствах материала независимо от его формы выпуска. Также в данном справочнике каждой марке материала можно назначить необходимый набор параметров отображения, хранящихся в справочнике **Визуальные свойства материалов**.

Визуальные свойства материалов

Содержит данные о параметрах отображения в CAD моделей, к которым применен материал той или иной марки. Одни и те же свойства могут применяться для разных марок материала.

Сортамент материалов

Содержит данные о формах и размерах в которых материалы доступны к поставке. Один и тот же сортамент может применяться для разных марок материала и наоборот.

Материалы

Содержит полные данные о материалах. Материалы в данном справочнике является сочетанием данных из других справочников (марка материала, сортамент, требования к материалу, требования к сортаменту, технические условия).

Справочники **Материалы** и **Марки материалов** могут быть подключены в T-FLEX CAD в качестве библиотек материалов в режиме интеграции. Кроме того, можно подключить в CAD библиотеки материалов, импортированные в справочник DOCs **Файлы** . В обоих случаях подключенные библиотеки используются одинаковым образом, аналогично стандартным библиотекам материалов CAD.

Кроме того, доступен старый механизм назначения материалов из DOCs.

Также, при сохранении структуры изделия, в DOCs передаются данные об основном материале детали.

Подключение справочников Материалы и Марки материалов в качестве библиотеки материалов CAD

Чтобы подключить справочник **Материалы** или **Марки материалов** к T-FLEX CAD, необходимо вызвать команду **Открыть справочник T-FLEX DOCs** с помощью кнопки, расположенной в верхней части служебного окна **Материалы**.

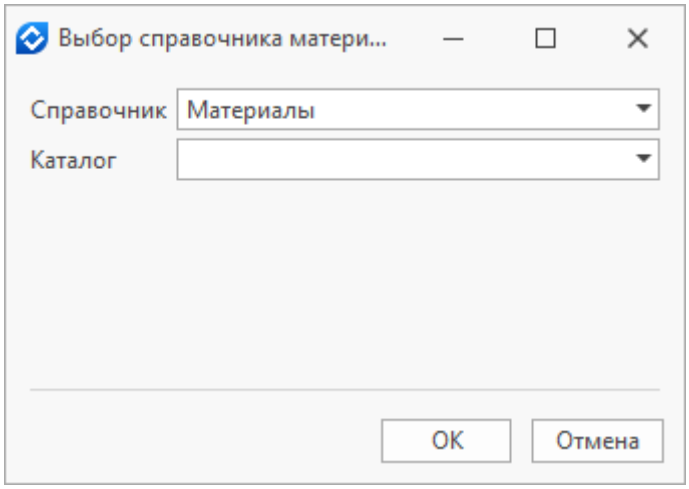
Появится окно, в котором доступны два выпадающих списка:

- **Справочник**

  Здесь следует выбрать, какой из справочников будет подключен - **Материалы** или **Марки материалов**.

- **Каталог**

  Если выбранный справочник содержит каталоги, то здесь можно выбрать каталог для подключения. Если оставить это поле пустым, будет подключен весь справочник. В противном случае будет подключен только выбранный каталог.

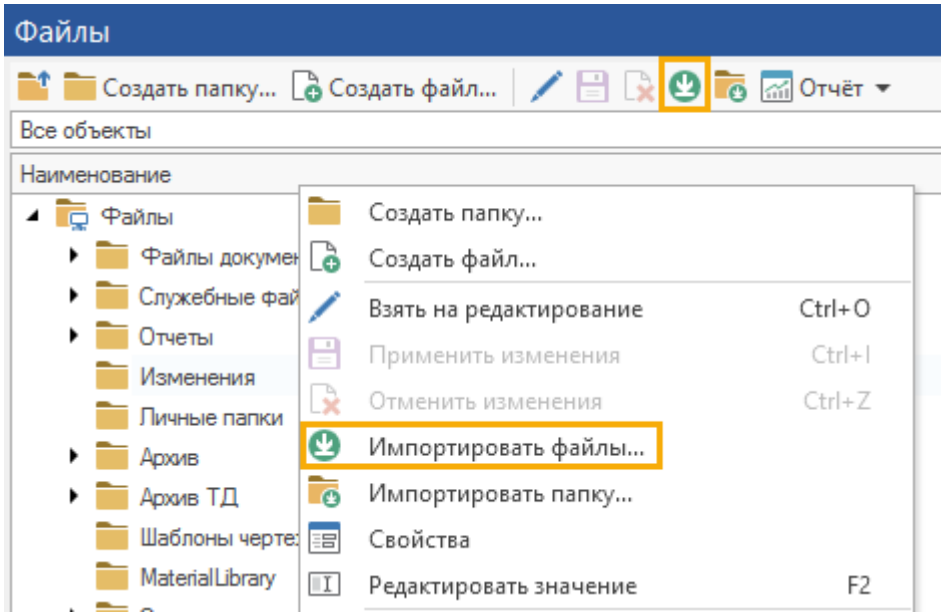


После нажатия **OK** выбранный справочник или каталог будет отображаться в CAD в качестве библиотеки материалов в служебном окне **Материалы.**

Подключение библиотеки материалов, импортированной в справочник Файлы DOCs, в качестве библиотеки материалов CAD

Библиотеку материалов CAD в формате **.mtr** можно импортировать в справочник **Файлы** DOCs.

Для импорта отдельных фалов следует в окне справочника **Файлы** выбрать в дереве папку, в которую будут добавлены файлы, и затем вызвать из панели инструментов или из контекстного меню команду **Импортировать файлы**:

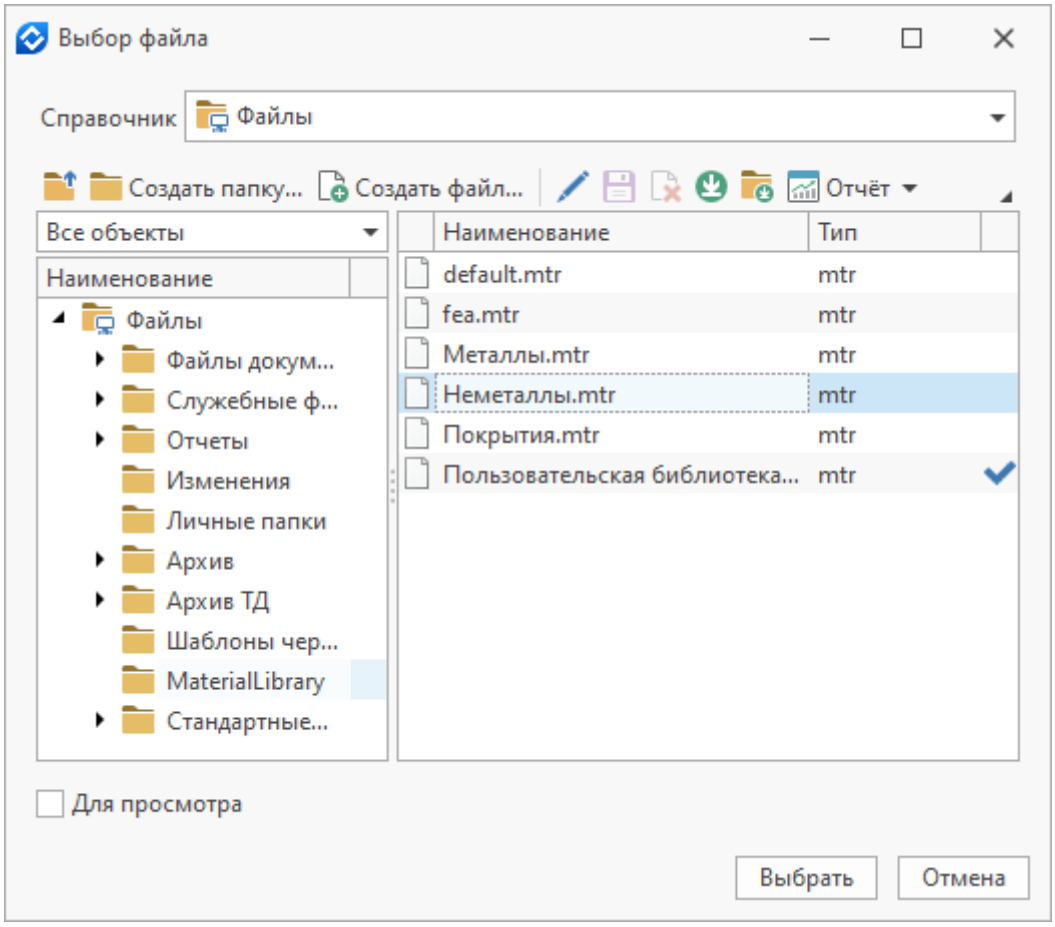


Далее появится окно проводника Windows, в котором необходимо выбрать файлы для импорта. Укажите путь к нужным файлам, нажмите кнопку **Открыть** и дождитесь окончания процесса импорта.

Также можно сразу импортировать всё содержимое определённой папки с помощью команды **Импортировать папку**, как описано в главе Работа с пользовательскими библиотеками.

По окончании импорта, чтобы подключить импортированный файл к T-FLEX CAD, необходимо вызвать команду **Открыть библиотеку из T-FLEX DOCs** с помощью кнопки, расположенной в верхней части служебного окна **Материалы**.

Далее появится окно выбора файла из справочника **Файлы**. Укажите импортированный файл библиотеки материалов в формате **.mtr** и нажмите **Выбрать**.

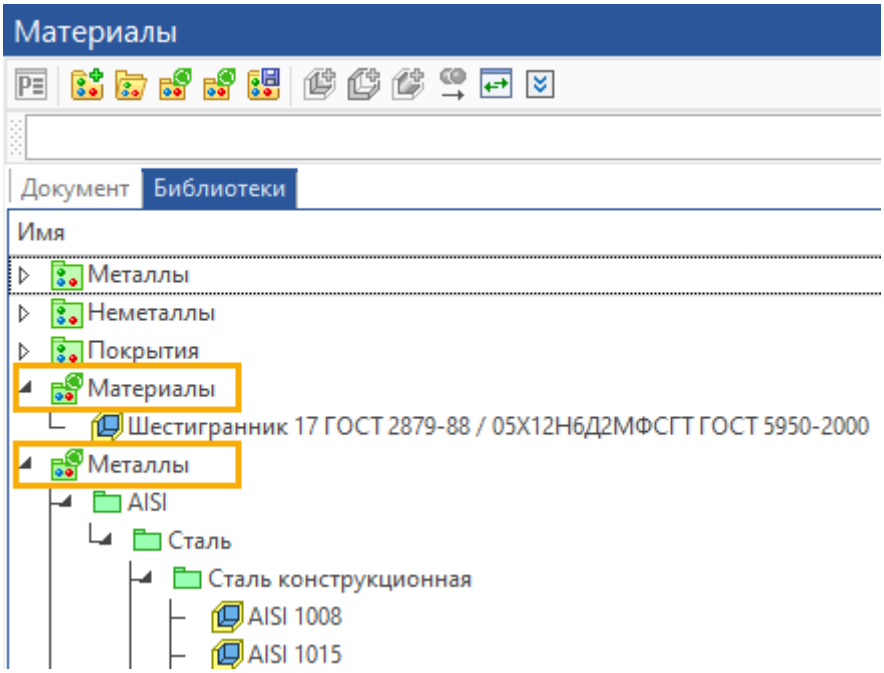


Выбранная библиотека будет отображаться в CAD служебном окне **Материалы**.

Использование библиотек материалов CAD, подключенных из DOCs

Библиотеки материалов, подключенные из DOCs вышеописанными способами, обозначаются в CAD иконкой .

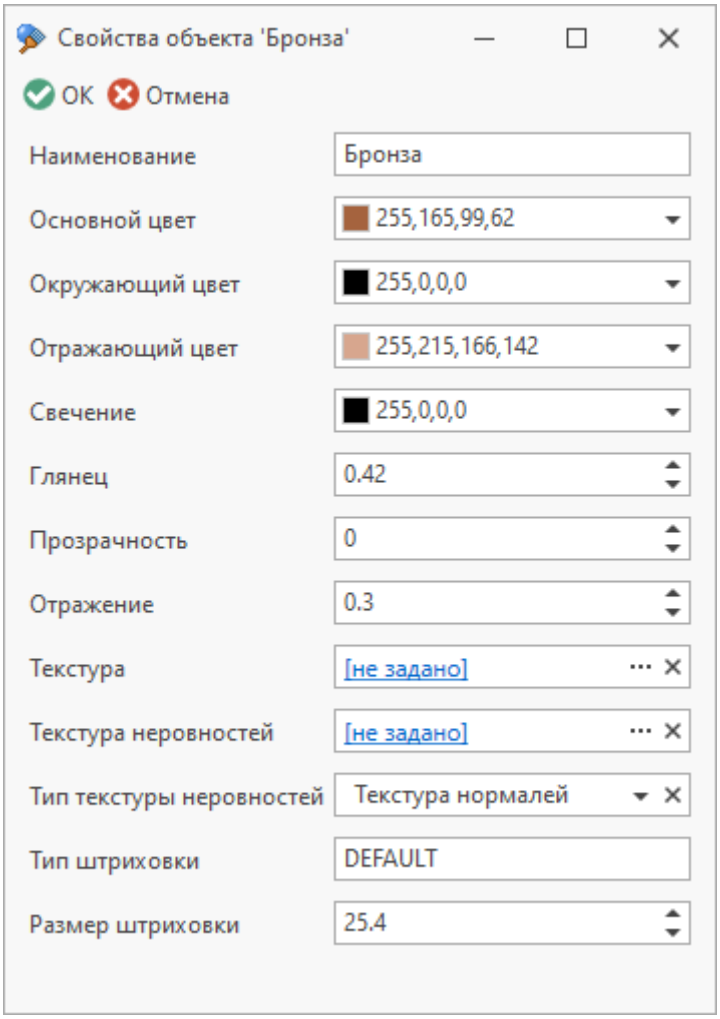
Одноимённые библиотеки материалов T-FLEX CAD рекомендуется закрыть во избежание путаницы.



Материалы из этих библиотек используются так же, как и при работе со стандартными библиотеками материалов CAD.

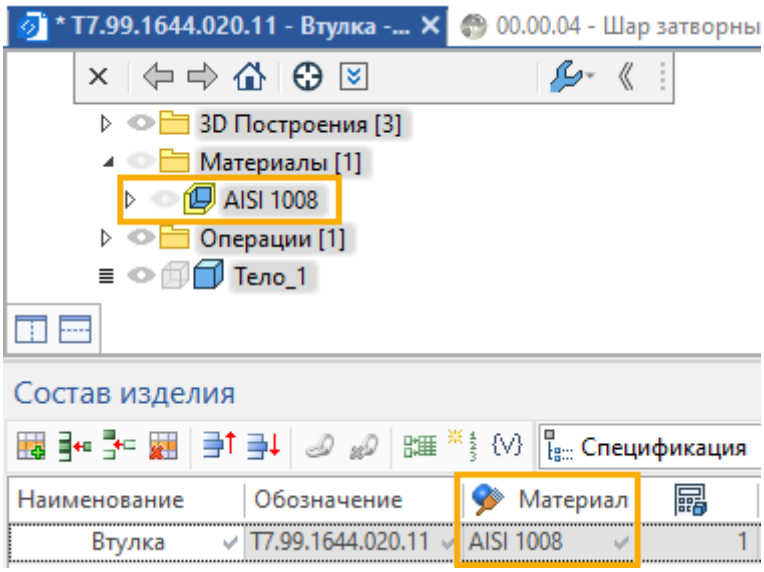
Подробная информация о работе с материалами в T-FLEX CAD доступна в разделе Материалы.

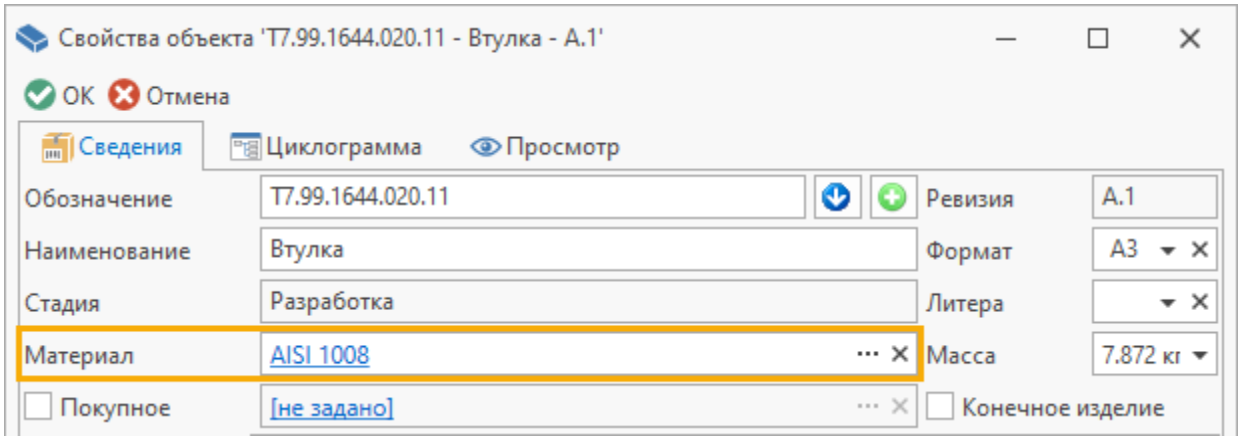
Если для материала в T-FLEX DOCs заданы визуальные свойства из справочника **Визуальные свойства материалов**, они будут использованы для его отображения в T-FLEX CAD. В числе прочих параметров при необходимости могут быть указаны и параметры текстуры, а также параметры штриховки, изображающей данный материал на сечениях детали.



Передача материала из CAD в DOCs при сохранении структуры изделия

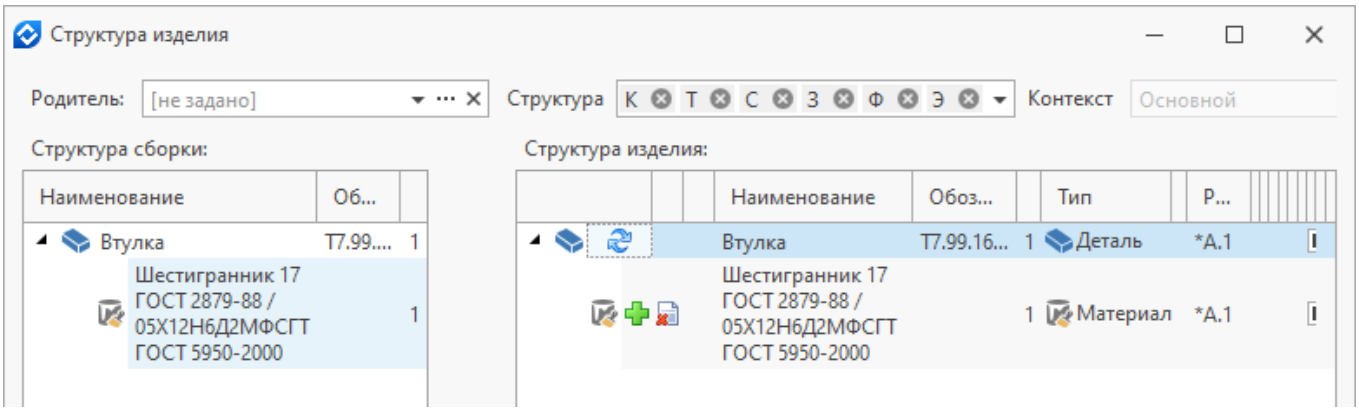
Сведения о материале, который задан как основной, при сохранении состава изделия T-FLEX CAD в качестве структуры изделия в T-FLEX DOCs попадают в поле **Основной материал** окна свойств детали в справочнике T-FLEX DOCs **Электронная структура изделий**.





Если в качестве основного материала детали используется материал из библиотеки T-FLEX CAD, то при сохранении структуры изделия в T-FLEX DOCs такой материал будет создан в справочнике **Материалы**, но при этом заполняется только поле **Сводное наименование**.

При добавлении материала в структуру изделия он отображается в качестве дочернего объекта детали.



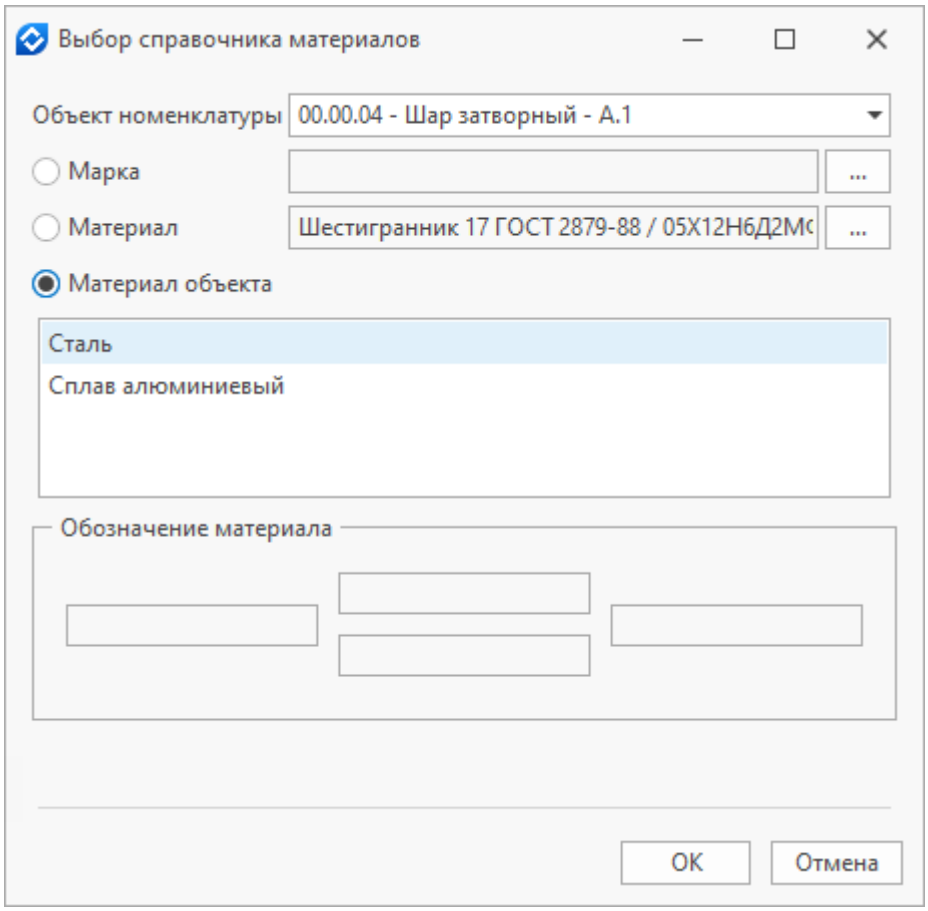
Команда Материал T-FLEX DOCs

Также, назначить для детали в T-FLEX CAD материал из T-FLEX DOCs можно с помощью команды:

Пиктограмма	Лента
Клавиатура	Текстовое меню
	Сервис > Отчёты/Спецификации > Материал T-FLEX DOCs

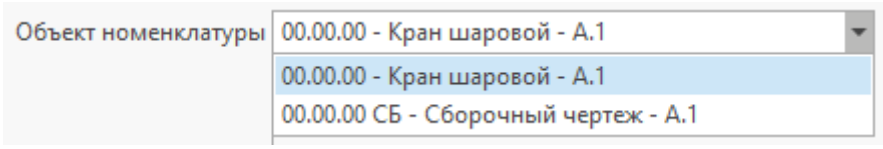
Данный способ используется только для совместимости с предыдущими версиями T-FLEX DOCs.

После вызова команды появляется окно, в котором доступны следующие элементы управления:



Объект номенклатуры

Выбор записи структуры изделия, которой будет назначен материал. В списке доступны все записи структуры изделия DOCs текущего документа, которые не ассоциированы с другими документами. Если у документа нет структуры, сохранённой в DOCs, то выбор **Объекта номенклатуры**, а следовательно и материала, будет недоступен.



Марка

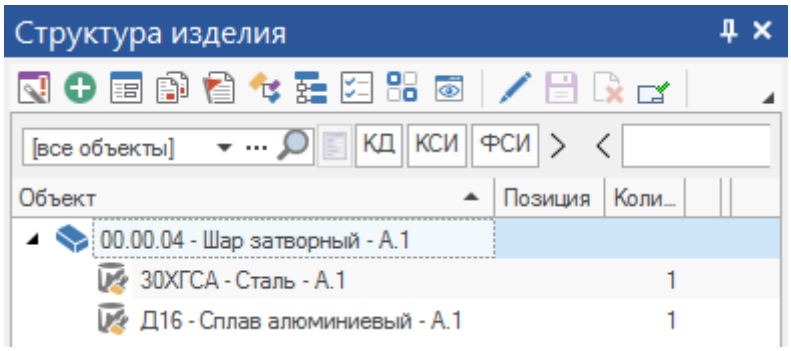
Поле для выбора материала из справочника **Марки материалов.**

Материал

Поле для выбора материала из справочника **Материалы.**

Материал объекта

Если в структуре изделия DOCs у выбранного выше **Объекта номенклатуры** есть дочерние элементы типа **Материал**, то в данном списке можно будет выбрать один из этих материалов.



Обозначение материала

В зависимости от материала, выбранного в одном полей выше, здесь будет показано сводное обозначение выбранного материала.

Данное поле формируется автоматически и не подлежит ручному редактированию.

См. также:

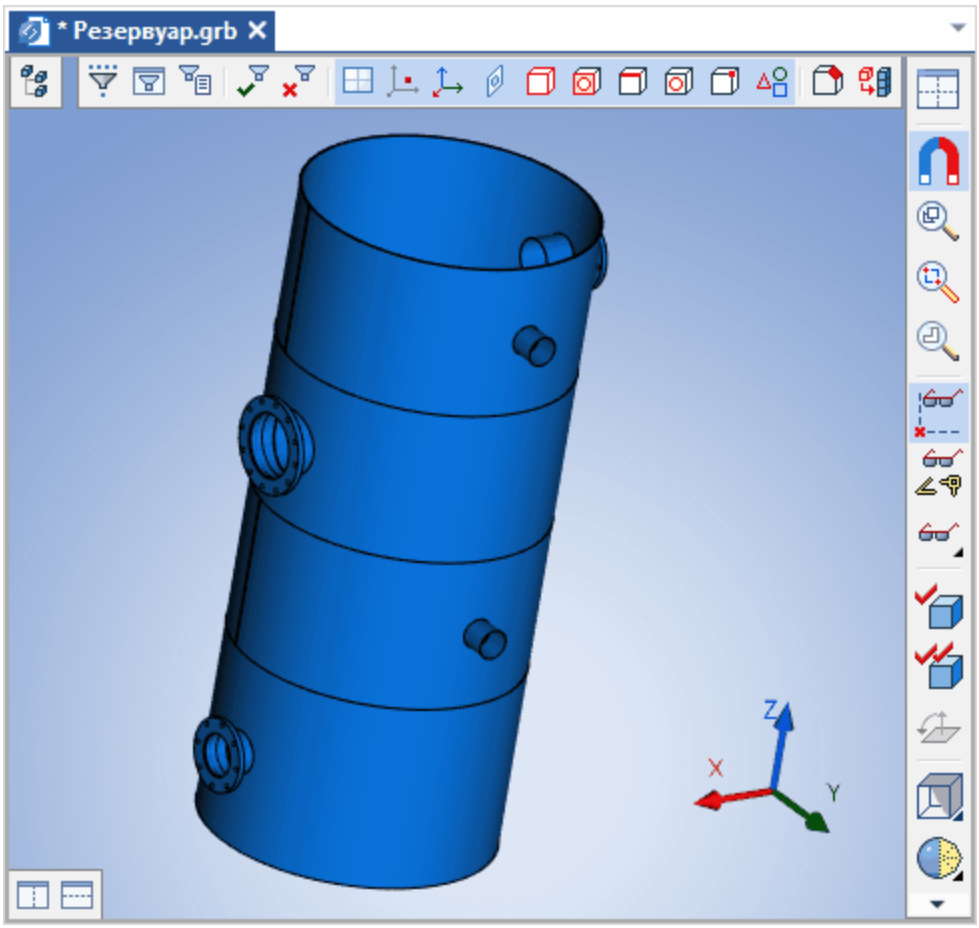
- Материалы
- Применение материала к телам, отображение в составе изделия и основной надписи

Коллективная разработка изделий в T-FLEX DOCs

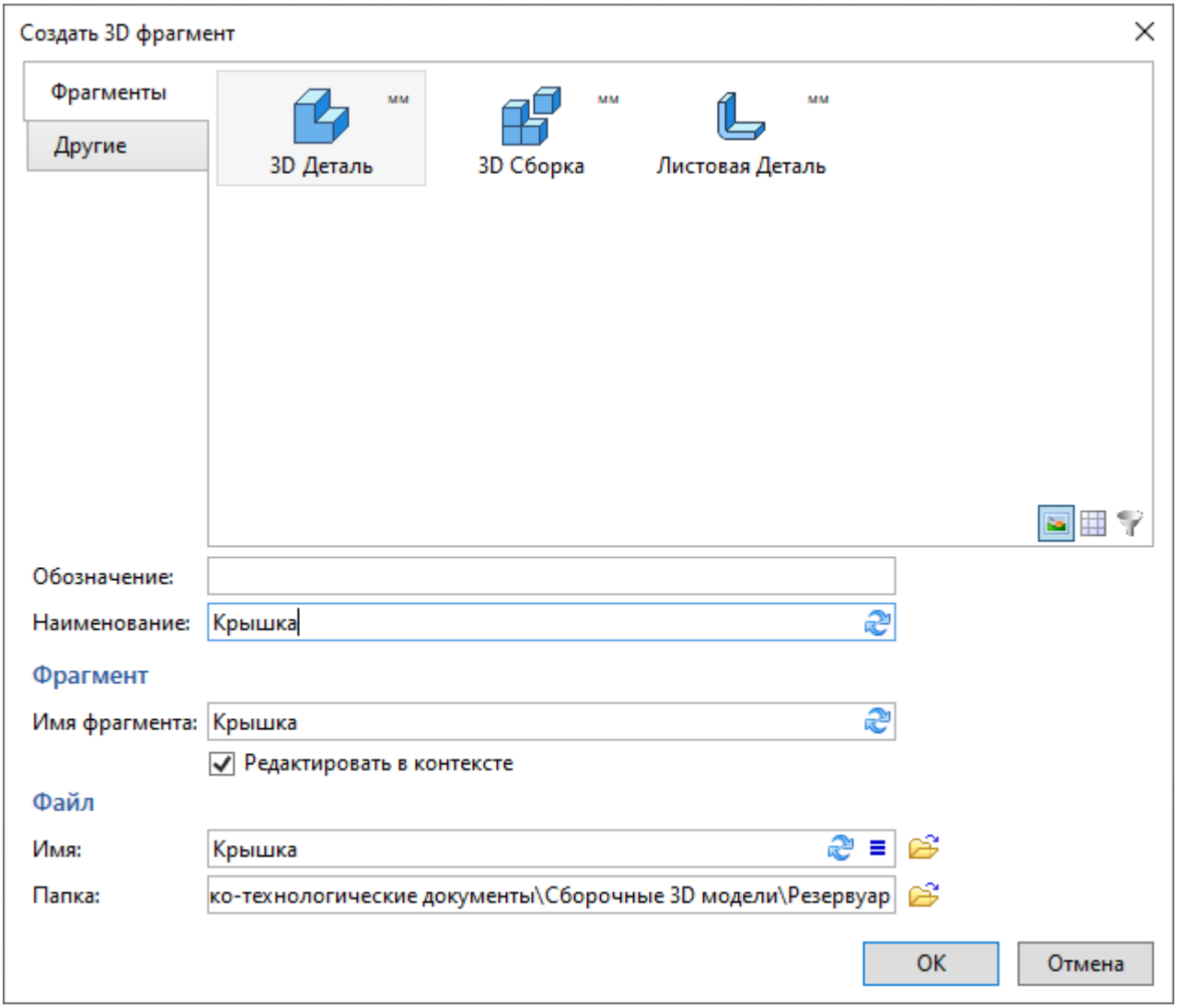
T-FLEX DOCs позволяет вести коллективную разработку изделия. Это означает, что один сборочный узел может параллельно проектировать несколько конструкторов. При этом каждый из них получает в свою часть модели данные от остальных конструкторов по компоновке.

Порядок действий следующий:

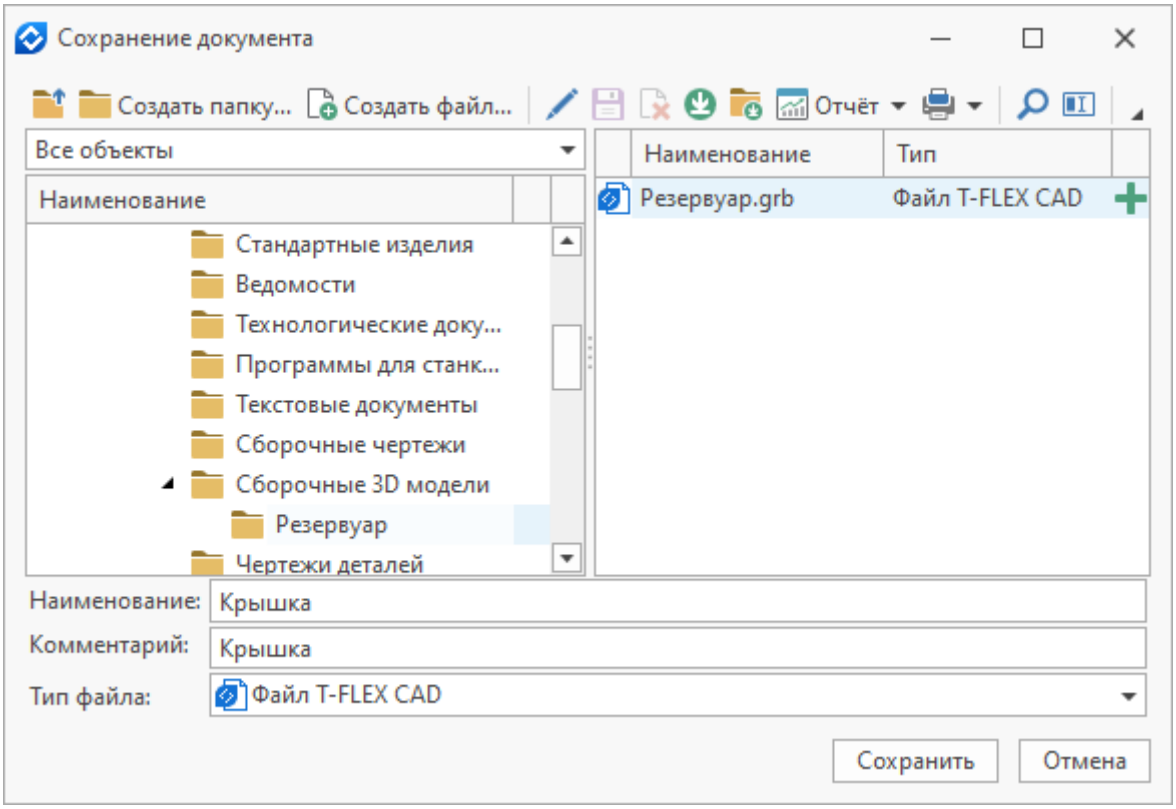
1. Ответственный за разработку ведущий конструктор создаёт файл головной 3D-сборки. Данный файл будет доступен конструкторам только для просмотра.



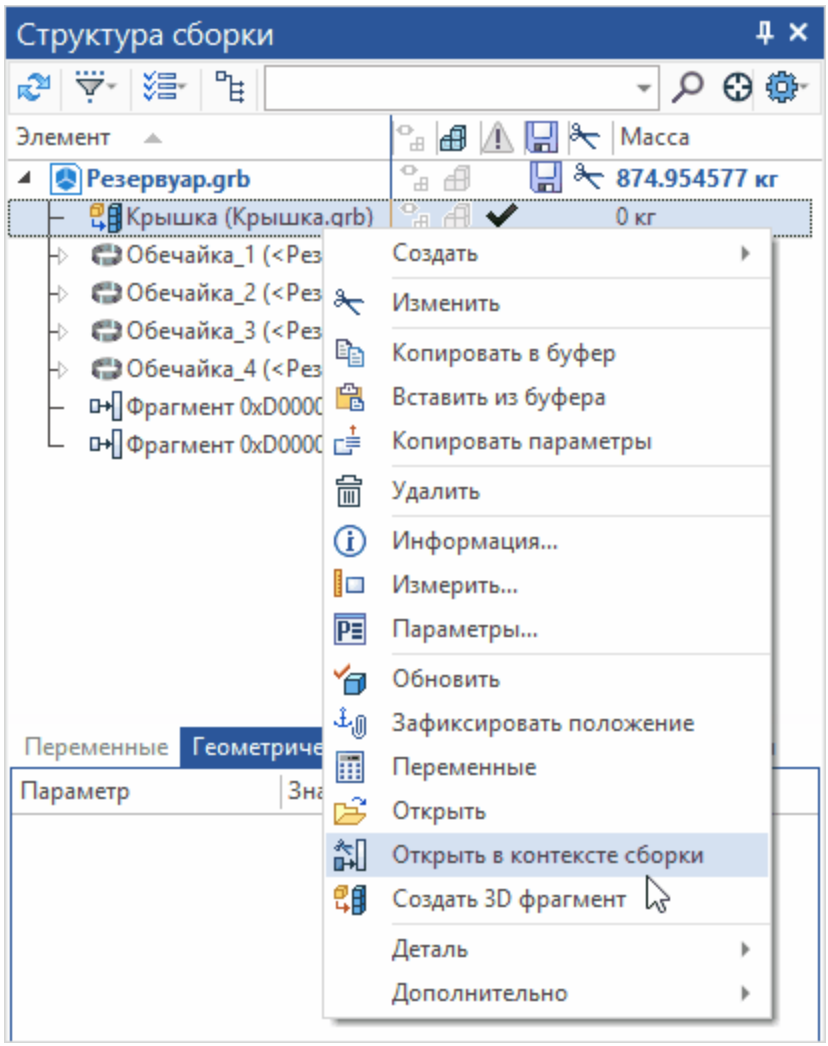
2. Далее ведущий конструктор из файла головной сборки создаёт отдельные файлы-фрагменты для первого и второго конструктора с помощью команды **Создать 3D фрагмент.** Сначала в диалоге команды указывается локальная папка, в которую будет помещён файл фрагмента на текущем компьютере.



Затем после нажатия **OK** автоматически открывается диалог сохранения документа в DOCs, в котором следует указать папку справочника **Файлы,** в которую будет помещён файл фрагмента на сервере DOCs.



Чтобы по геометрии головной сборки создать необходимые элементы построения, связанные с ней, следует открыть созданный файл фрагмента в контексте сборки. Для этого необходимо выбрать фрагмент в окне **Структура сборки** и вызвать команду контекстного меню **Открыть в контексте сборки**. В этом случае в файле-фрагменте головная сборка будет видна в полупрозрачном режиме.



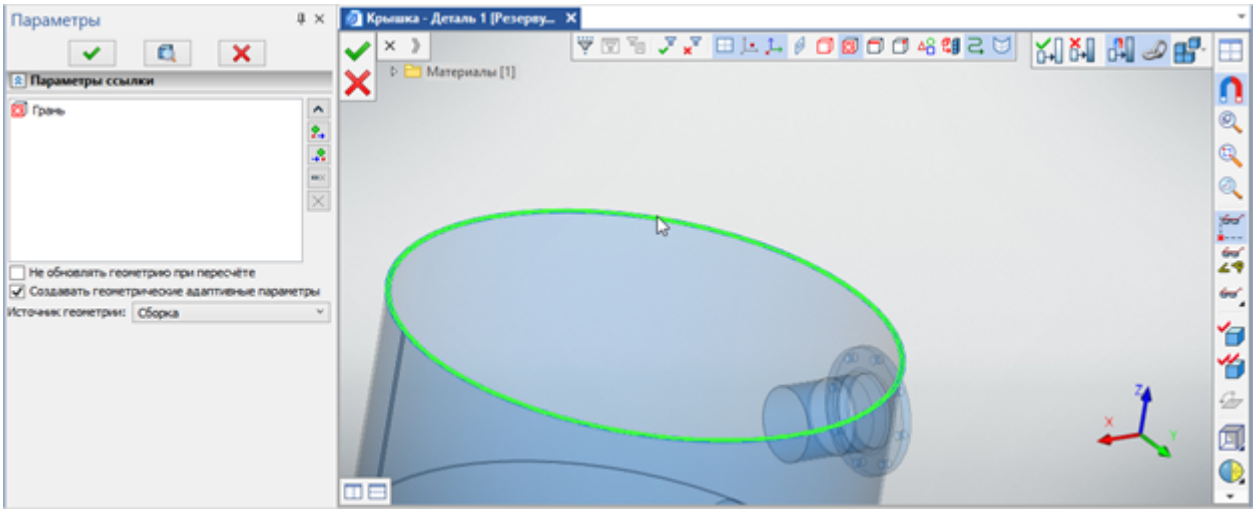
Если установить флаг **Редактировать в контексте** в окне создания 3D фрагмента, его файл будет открыт в контексте сборки сразу после создания.

3. Для файла-фрагмента, открытого в составе сборки, включить режим **Выбирать элементы сборки**.

4. Добавить в файл-фрагмент ссылки на необходимые элементы построения и тела сборки с помощью команды **Ссылочный элемент**.

Пиктограмма	Лента
	Сборка > Сборка > Ссылочный элемент
Клавиатура	Текстовое меню
<3RE>	

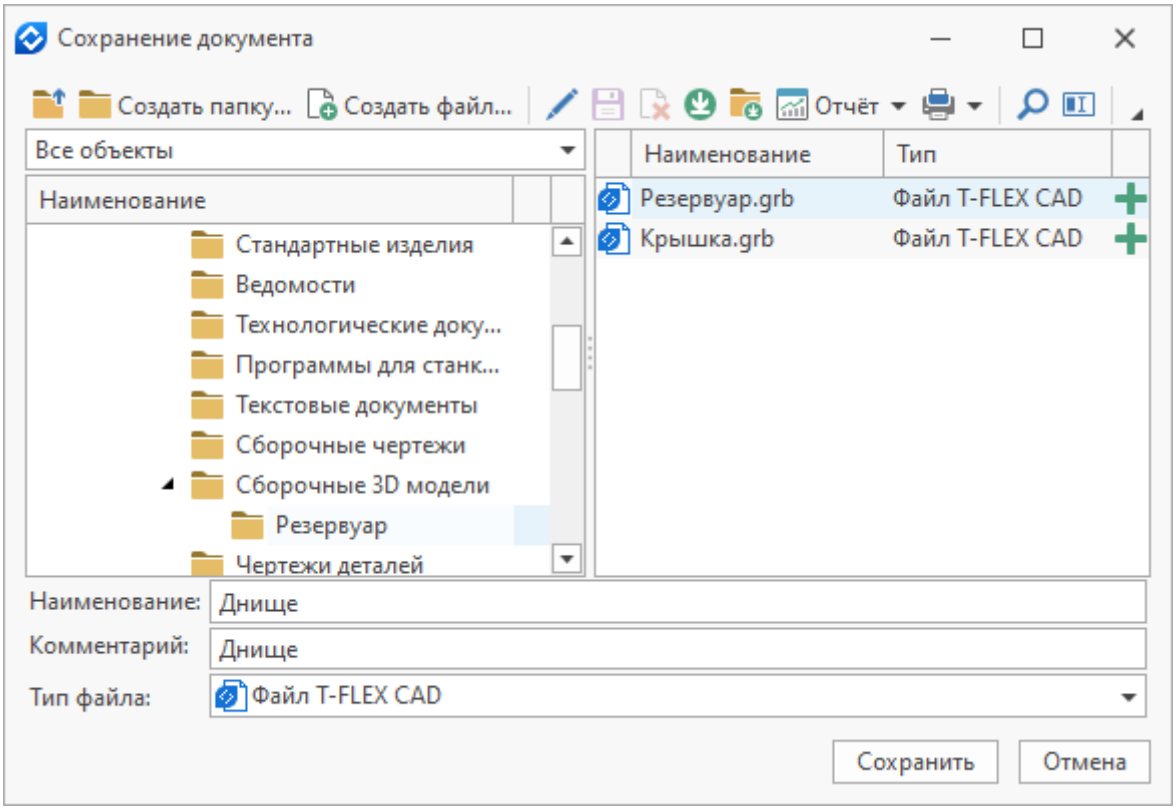
В служебном окне **Параметры** следует задать требуемые параметры ссылочного элемента. Если флаг **Создавать геометрические адаптивные параметры** установлен, то созданный ссылочный элемент будет помещён в геометрические параметры фрагмента, и редактируемый фрагмент станет адаптивным. В этом случае при изменении исходной геометрии головной сборки будет изменяться геометрия, связанная с ней в файле фрагмента.



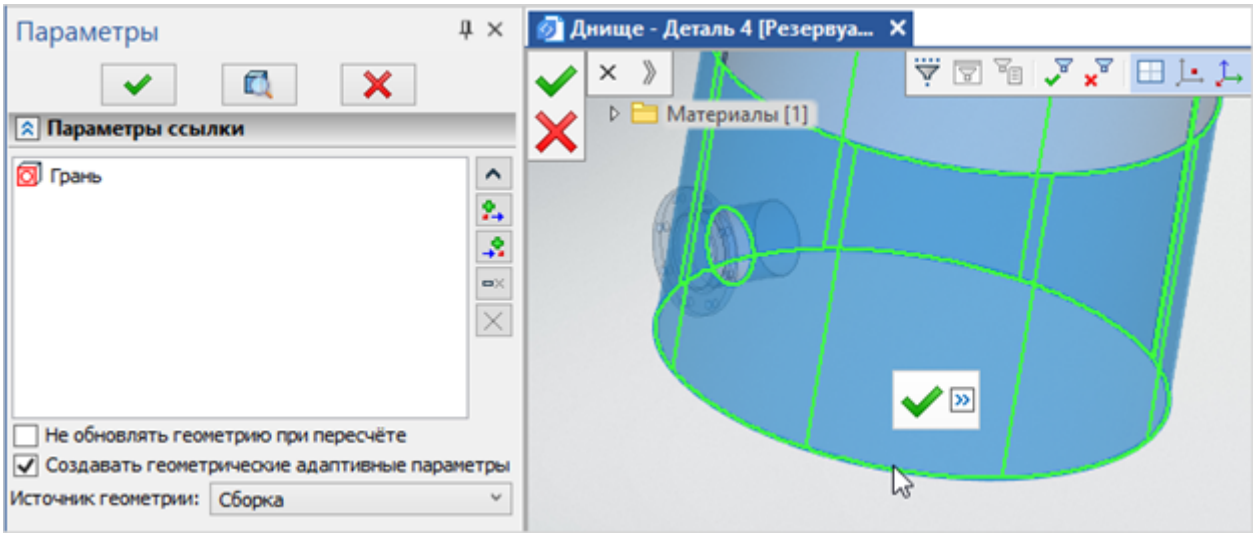
5. Когда файл-фрагмент подготовлен, ведущий конструктор выполняет команду **Сохранить фрагмент.**

В результате файл сохранится в справочник **Файлы**.

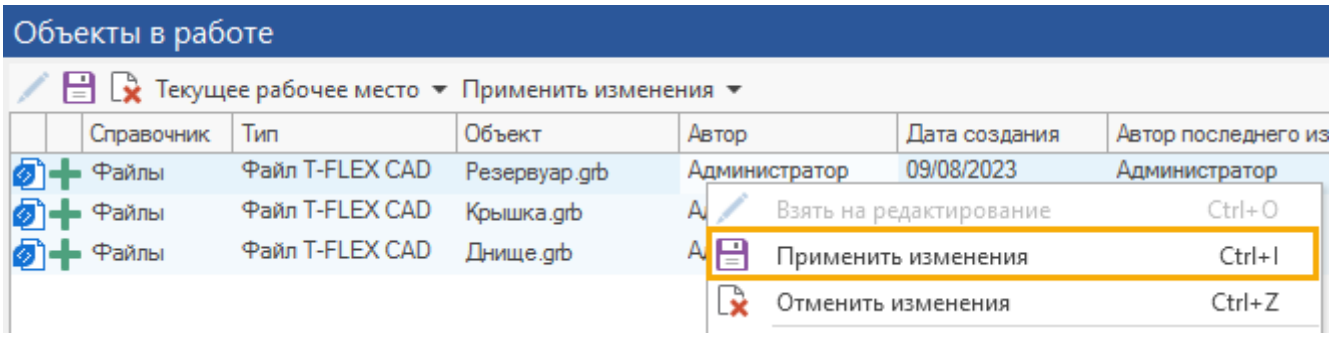
6. Аналогично создаётся файл-фрагмент для второго конструктора.



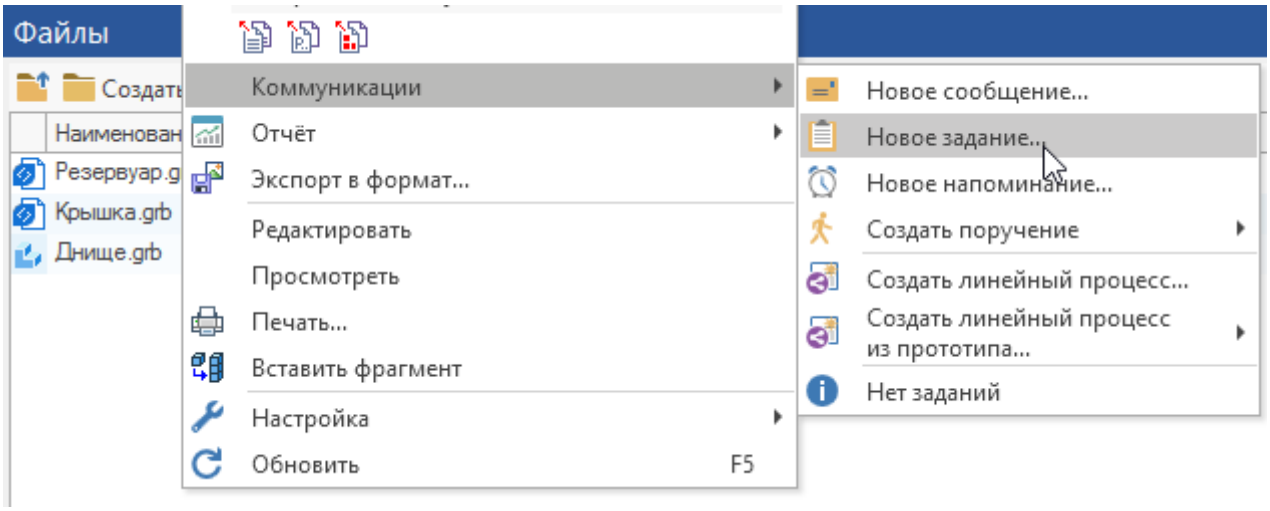
В файле-фрагменте создаётся соответствующий ссылочный элемент.



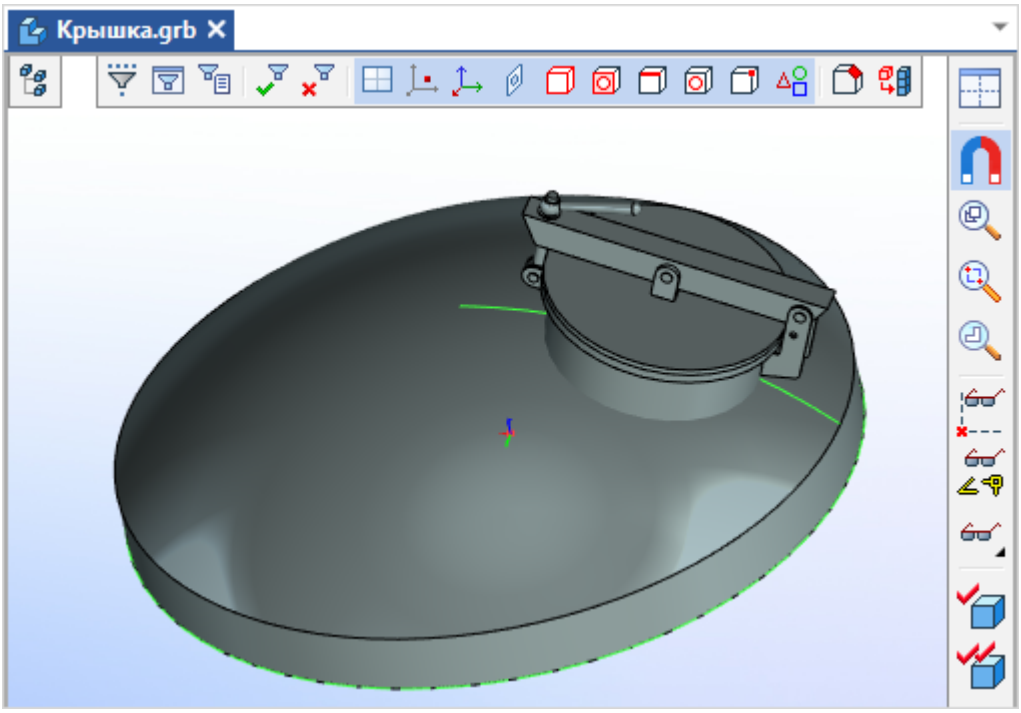
7. Для того, чтобы файлы-фрагменты стали доступны конструкторам, ведущий конструктор должен применить к ним произведённые изменения.



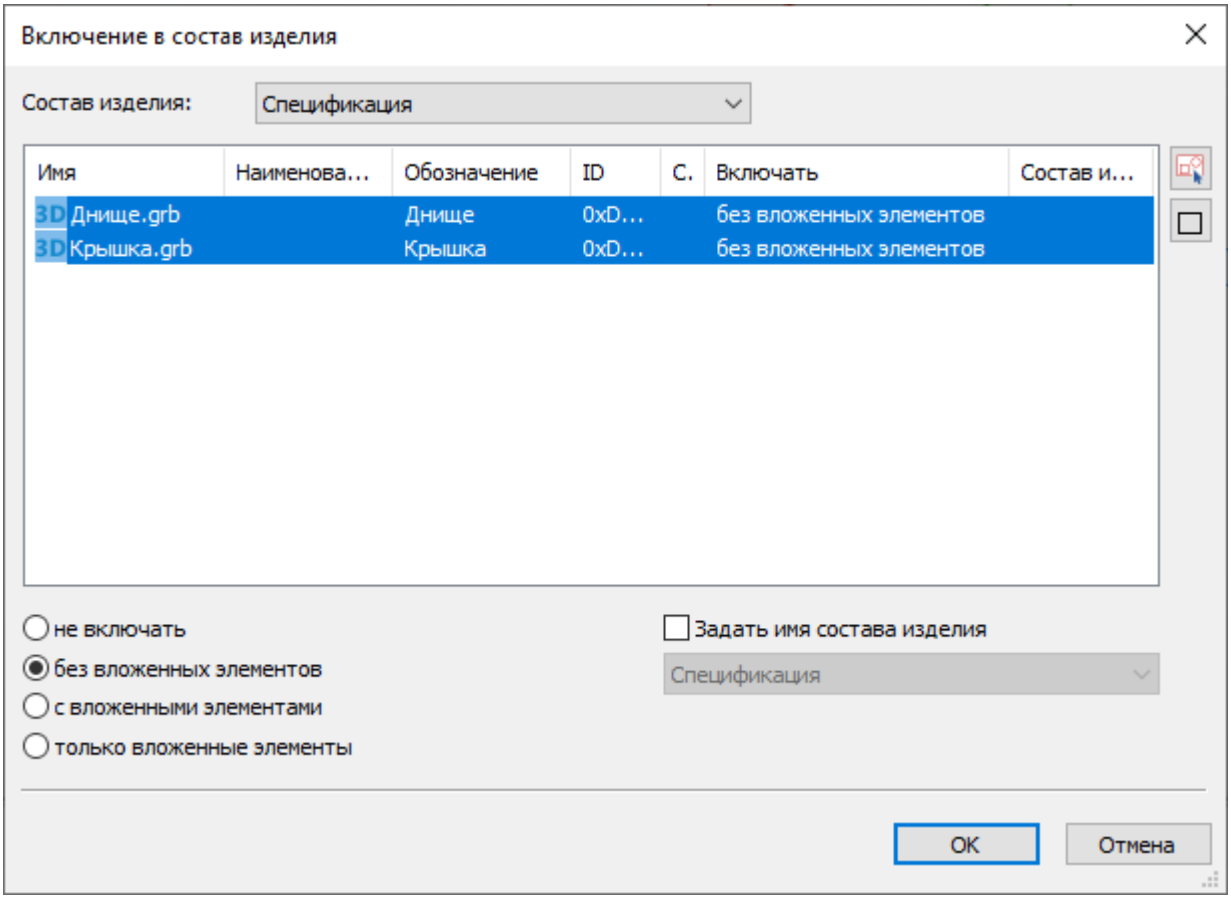
8. Созданные файлы ведущий конструктор прикрепляет к заданиям на разработку и отправляет конструкторам. Для этого можно использовать команду **Коммуникации** > **Новое задание** контекстного меню файла-фрагмента.



9. Далее первый и второй конструкторы ведут разработку параллельно в выданных файлах.



10. Изменения в файлах-фрагментах отображаются в головной сборке.
11. Для каждого файла-фрагмента формируется свой состав изделия.
12. Сформированный состав изделия фрагмента добавляется в состав головной сборки с помощью команды **Включение фрагментов в состав изделия**.



13. После окончания разработки необходимо применить изменения ко всем объектам.

Связь параметров T-FLEX DOCs с переменными T-FLEX CAD

В режиме интеграции может осуществляться связь переменных T-FLEX CAD с параметрами T-FLEX DOCs.

Таким способом данные могут передаваться:

- из T-FLEX CAD в T-FLEX DOCs,
- из T-FLEX DOCs в T-FLEX CAD,
- в обоих направлениях.

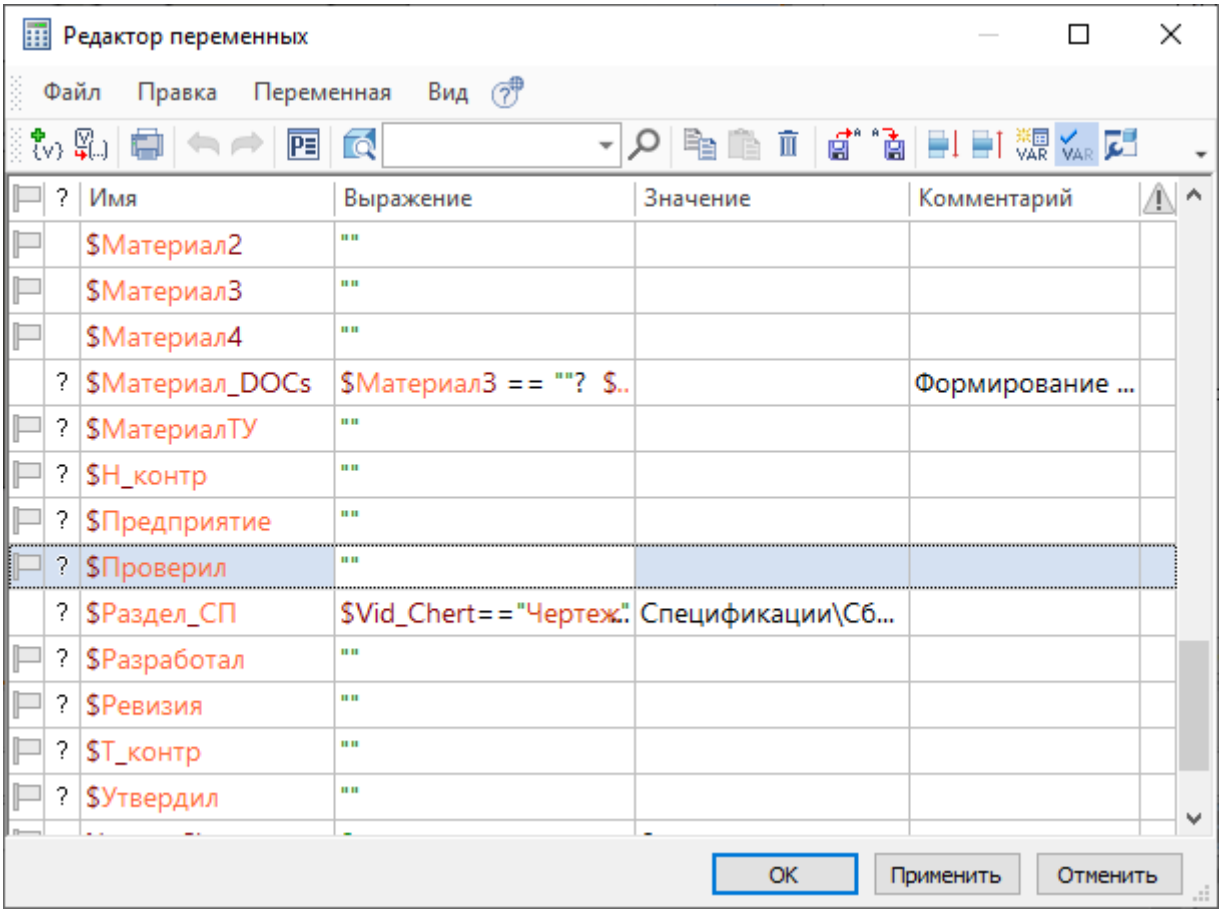
Работу данной функции можно рассмотреть на следующих примерах:

- Передача подписи из DOCs в основную надпись чертежа CAD
- Задание переменных CAD базой данных на основе справочника DOCs
- Создание объектов DOCs с разной геометрией на основе одного файла CAD

Передача подписи из DOCs в основную надпись чертежа CAD

Рассмотрим связь параметров T-FLEX DOCs с переменными T-FLEX CAD на примере передачи подписи, установленной на объект справочника **Документы**, в соответствующую графу основной надписи прикреплённого к нему файла чертежа T-FLEX CAD.

1. Создайте чертёж с основной надписью в T-FLEX CAD.
2. Вызовите редактор переменных T-FLEX CAD с помощью команды **Переменные.**

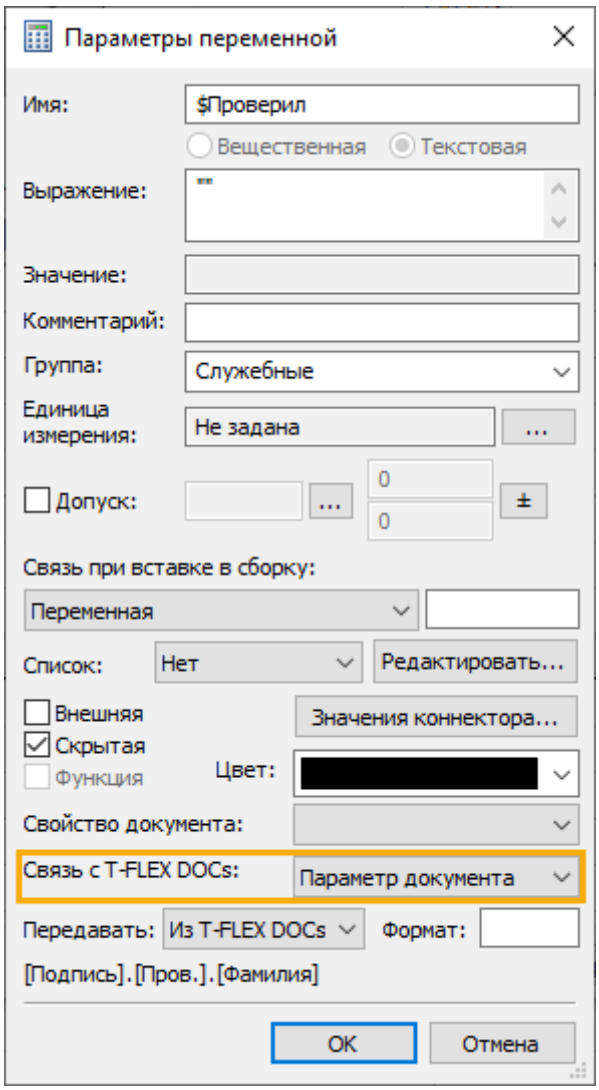


3. Выберите переменную, для которой необходимо установить связь с T-FLEX DOCs, и откройте диалог её параметров с помощью команды **Параметры.** В рассматриваемом примере используется переменная **$Проверил**. Эта переменная является скрытой по умолчанию, поэтому

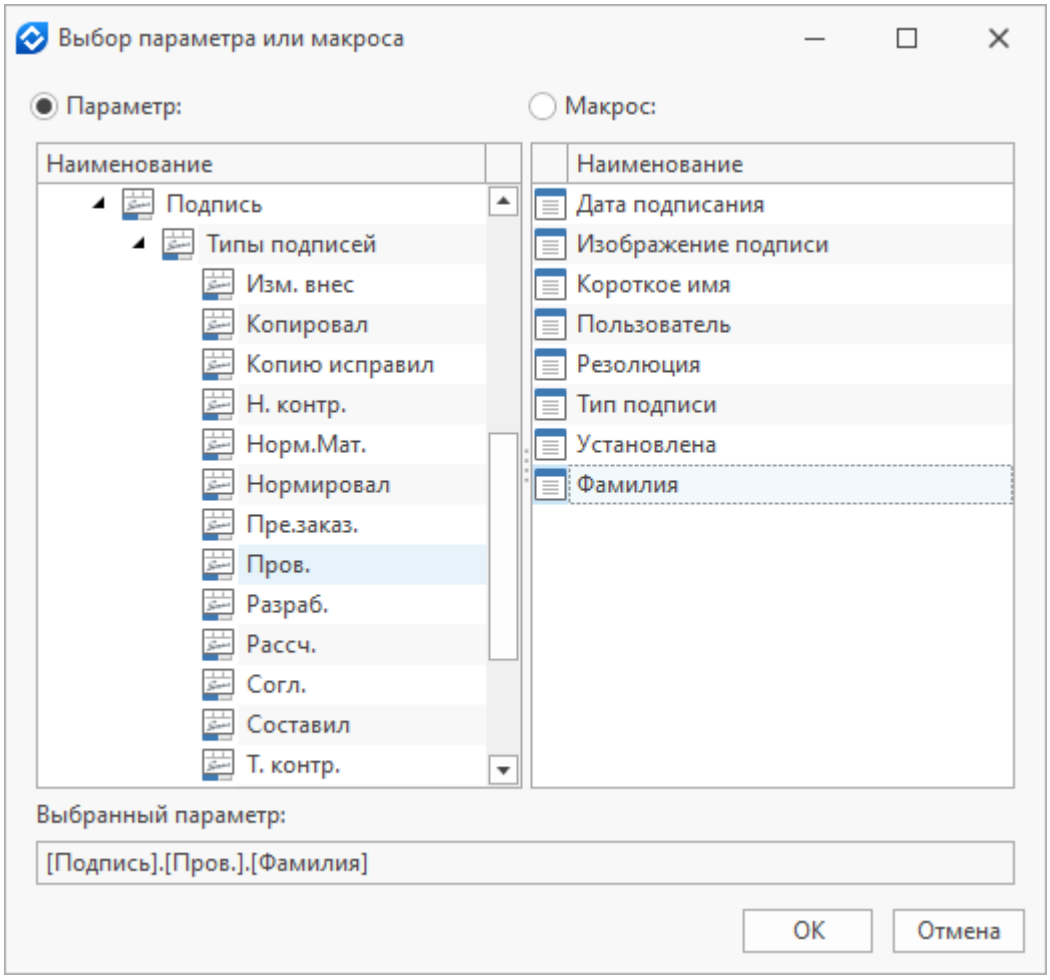
для её отображения необходимо воспользоваться командой **Показать/Спрятать скрытые переменные**.

4. В диалоге параметров переменной задайте параметры связи. В поле **Связь с T-FLEX DOCs** выберите значение **Параметр документа**.

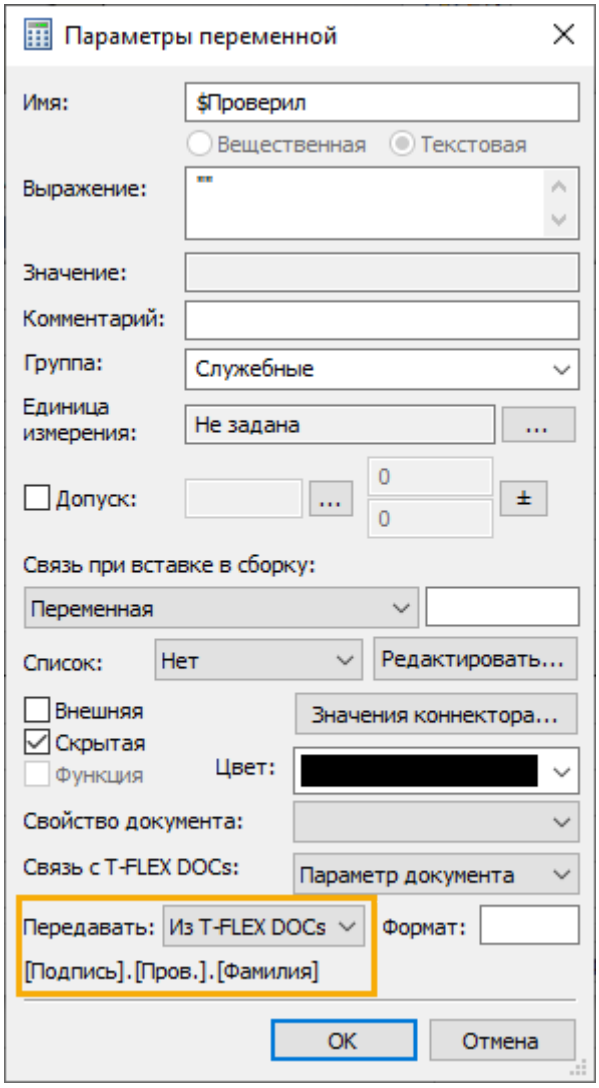
> При подключении к переменной T-FLEX CAD параметра объекта справочника **Электронная структура изделий** используется пункт **Параметр сборки**, объекта справочника **Файлы** – пункт **Параметр файла**.



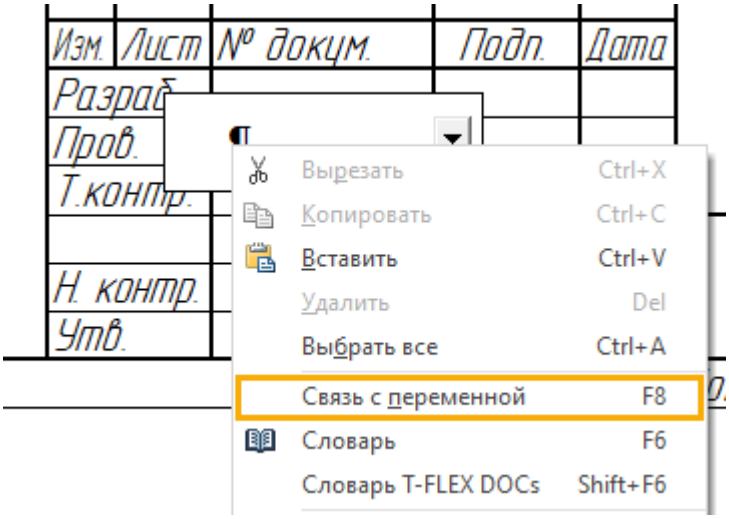
5. Откроется окно выбора требуемого параметра объекта T-FLEX DOCs. Выберите параметр как показано ниже и нажмите OK. Система вернётся к диалогу параметров переменной.



6. Укажите направление передачи данных в поле **Передавать** диалога параметров переменной. В данном примере выбран вариант **Из T-FLEX DOCs**.

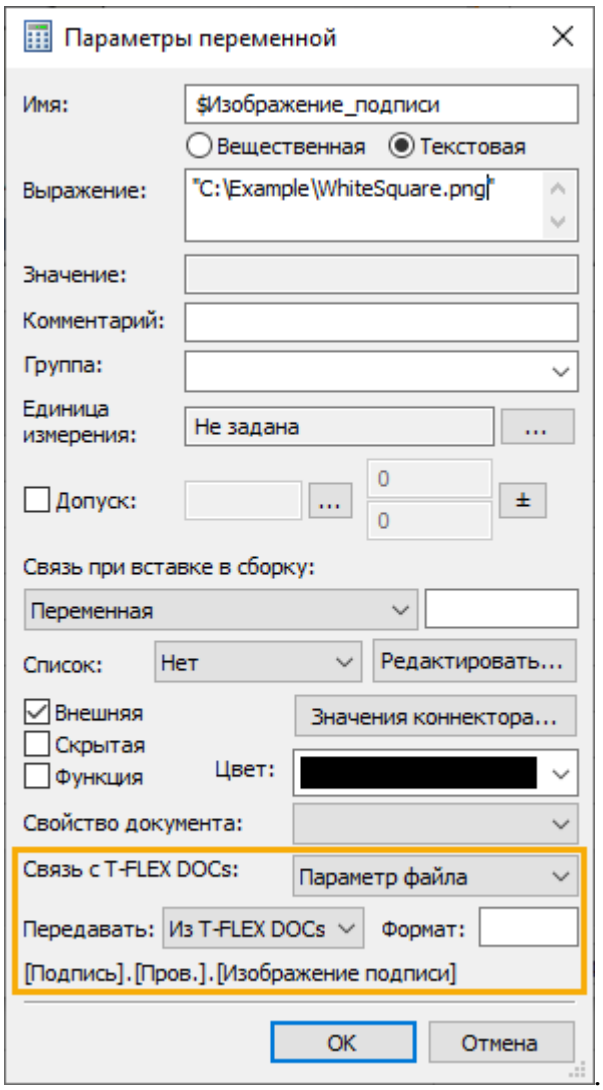


7. Свяжите содержимое графы основной надписи чертежа со значением переменной.



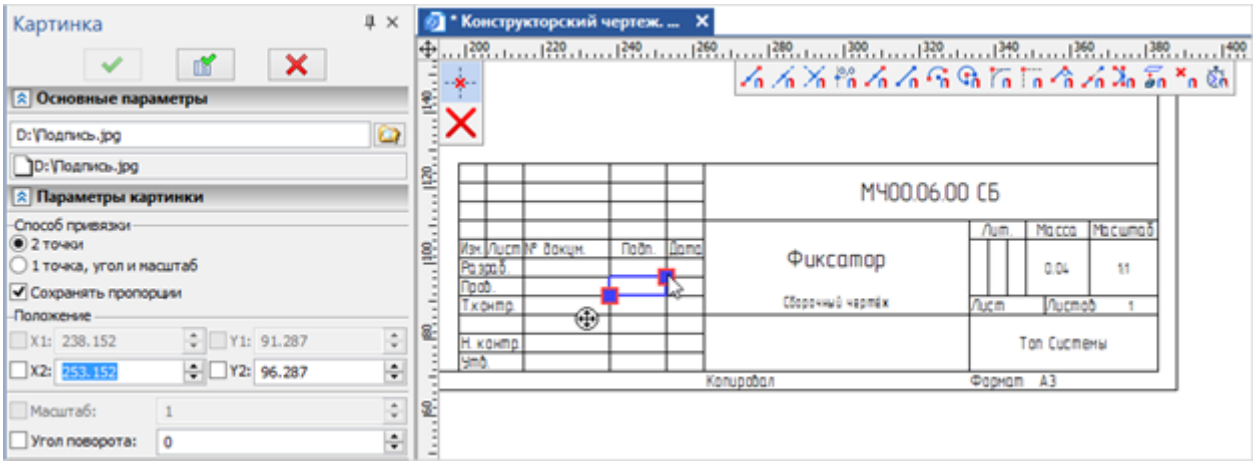
Таким образом после установки подписи **Проверил** в T-FLEX DOCs фамилия пользователя, установившего подпись, автоматически появится в графе основной надписи чертежа T-FLEX CAD.

Изображение подписи передаётся из T-FLEX DOCs в графу основной надписи аналогично:
1. В файле чертежа создаётся внешняя текстовая переменная, для которой, как описано выше, устанавливается связь с параметром **Изображение подписи** требуемого типа подписи.



2. Вызовите команду **Картинка.** Вместо выбора файла изображения вызовите команду **Конструктор выражения** из контекстного меню поля ввода пути к файлу и вставьте переменную ,созданную на предыдущем шаге. Если для чертежа ещё не установлена подпись в DOCs, CAD выдаст сообщение **"Файл не существует. Продолжить?"**. Нажмите **OK,** затем задайте область чертежа, в которой должно располагаться изображение подписи, и завершите создание картинки.

Формат изображения подписи должен входить в число поддерживаемых командой **Картинка.**

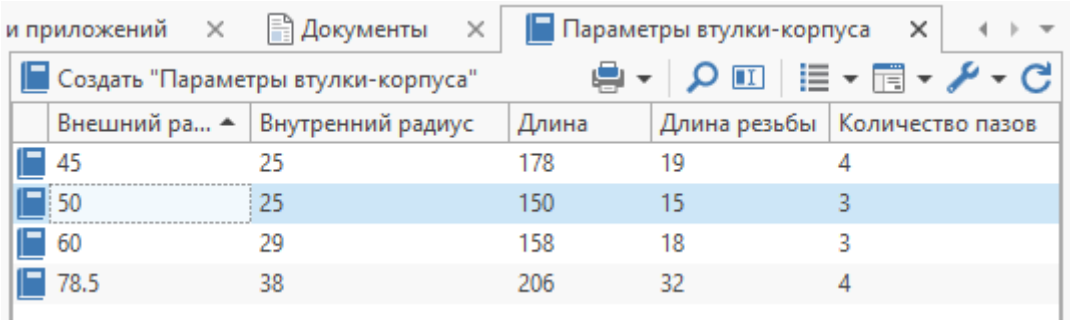


3. Сохраните файл чертежа в T-FLEX DOCs и примените изменения. Как только на файле будет установлена требуемая подпись, её изображение отобразится в графе основной надписи.

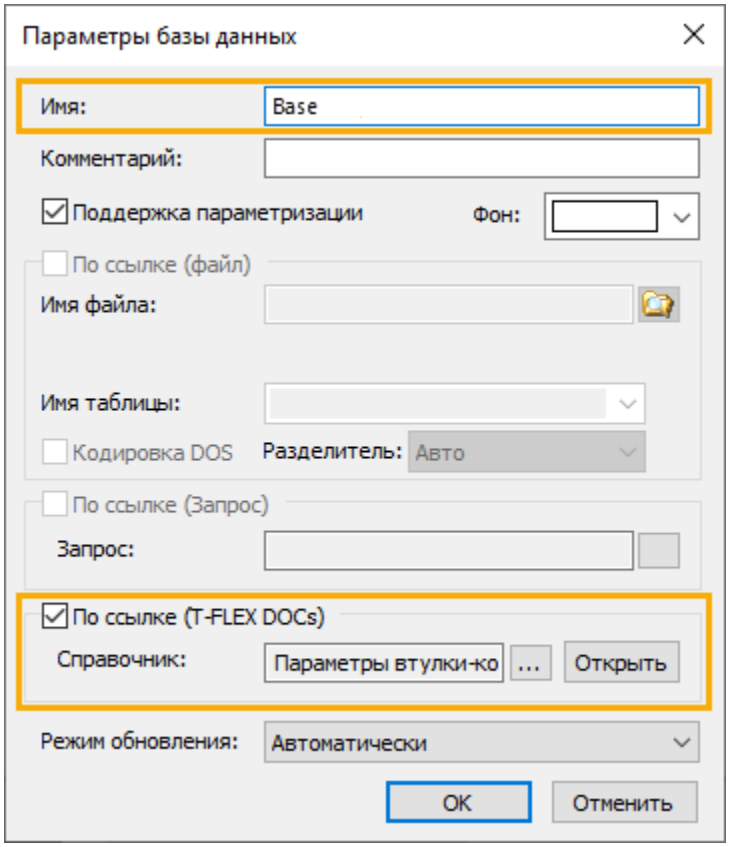
Задание переменных CAD базой данных на основе справочника DOCs

Для задания значений переменной T-FLEX CAD могут быть использованы базы данных на основе справочников T-FLEX DOCs.

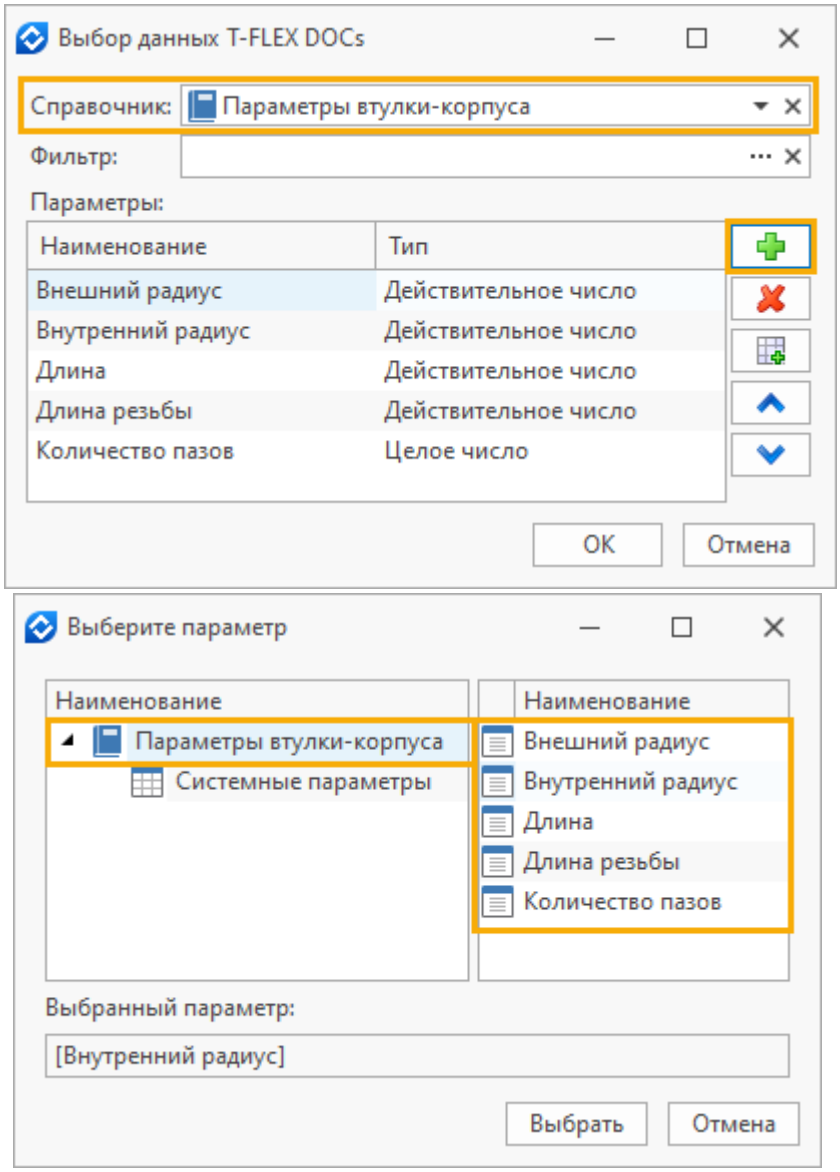
Установка связи базы данных T-FLEX CAD со справочником T-FLEX DOCs будет рассмотрена на примере детали **Втулка-корпус**, параметры которой задаются пользовательским справочником T-FLEX DOCs **Параметры втулки-корпуса**.



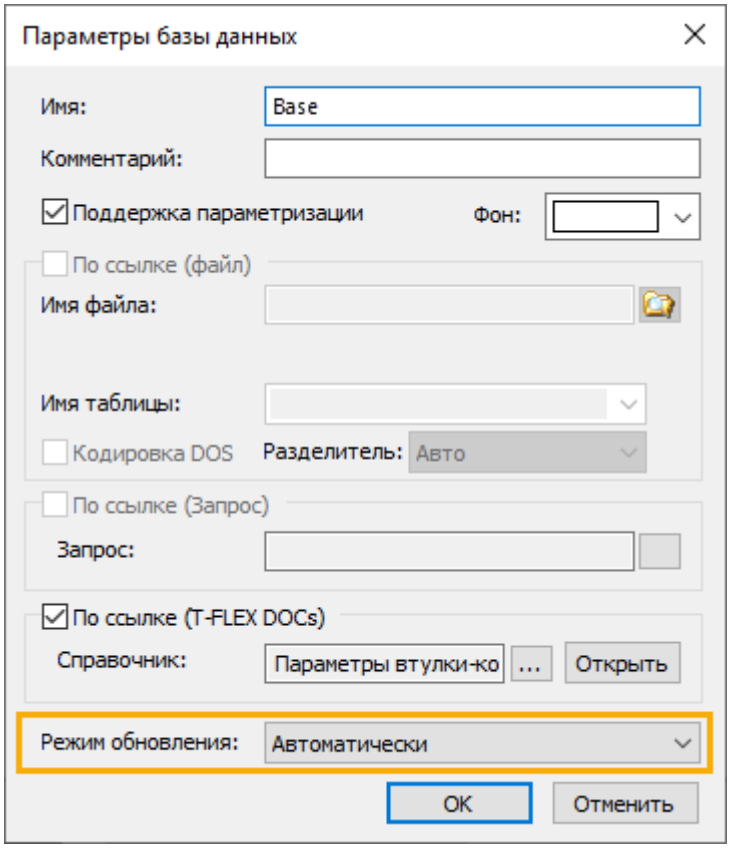
1. Создайте документ детали в T-FLEX CAD.
2. Вызовите окно редактора базы данных с помощью команды **База данных.**
3. Создайте новую базу данных с помощью команды **Создать базу данных.**
4. В открывшемся окне параметров создаваемой базы данных введите **Имя** и установите флаг **По ссылке (T-FLEX DOCs)**.



5. Откроется окно выбора справочника T-FLEX DOCs. Укажите имя справочника, выберите параметры, на основании которых будет сформирована база данных, и нажмите **OK** для возврата к диалогу параметров базы данных CAD.



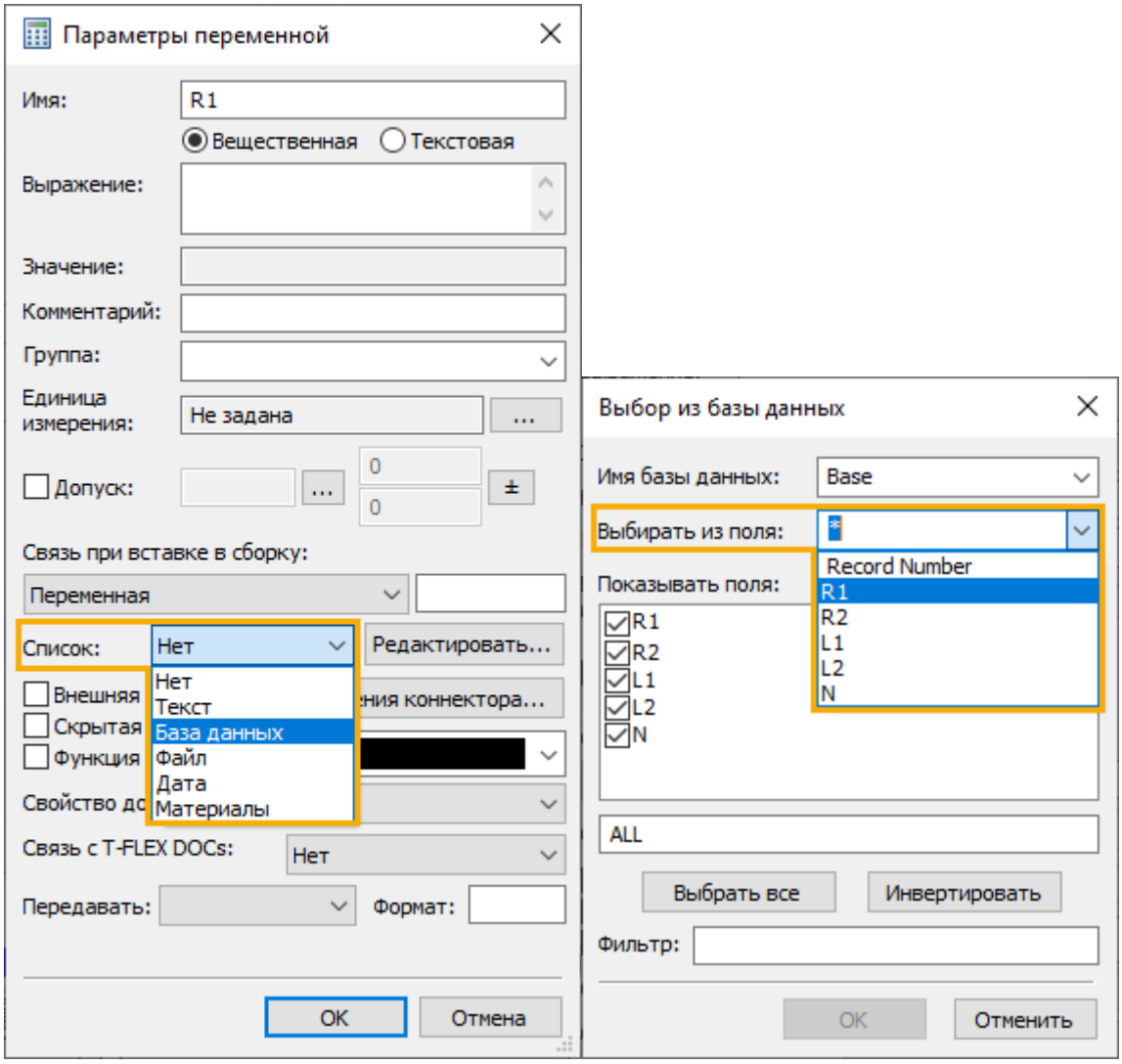
6. В поле **Режим обновления** укажите желаемый вариант режима синхронизации данных между T-FLEX DOCs и T-FLEX CAD. При выборе значения **Автоматически** данные в базе данных T-FLEX CAD будут обновляться автоматически при их изменении в справочнике T-FLEX DOCs. Значение **При полном пересчёте** позволит обновлять данные только при вызове команды **Полный пересчёт** в T-FLEX CAD, а значение **Только вручную** – при вызове команды обновления базы данных. Затем нажмите **OK** для завершения создания базы данных.



7. В результате в T-FLEX CAD будет создана база данных с заданными параметрами.

№	Vnesh_radius	Vnutr_radius	Dlina	Dlina_rezby	Kol_pazov
1	50	25	150	15	3
2	60	29	158	18	3
3	45	25	178	19	3
4	78.5	35	206	32	4
5	80	38	206	32	4

8. Данные из созданной базы могут быть применены для задания значений переменных T-FLEX CAD.



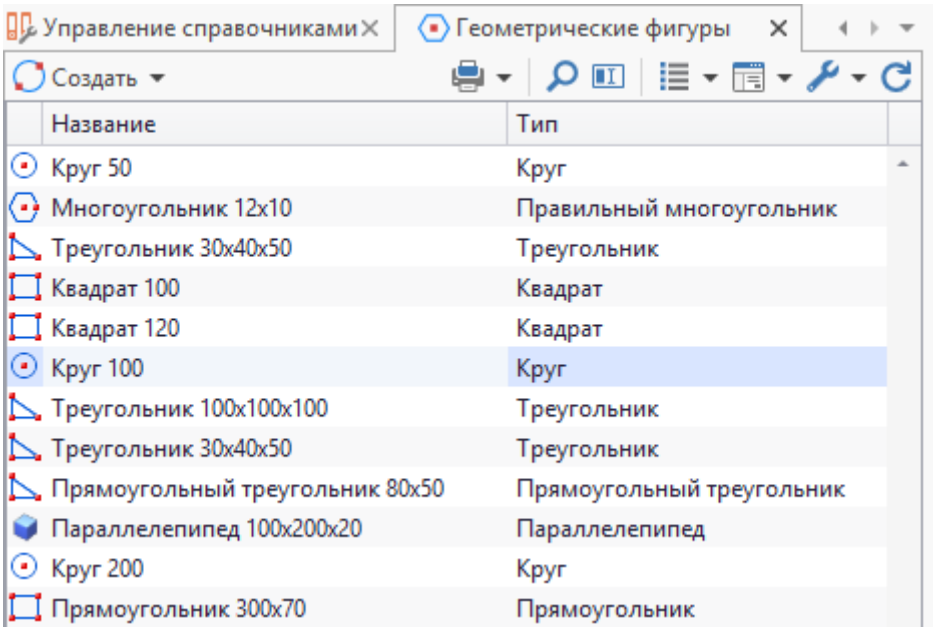
Создание объектов DOCs с разной геометрией на основе одного файла CAD

Связь параметров T-FLEX DOCs с переменными T-FLEX CAD может использоваться также при работе с параметрическими моделями в окне T-FLEX DOCs. В этом случае один и тот же файл параметрической модели T-FLEX CAD связывается с несколькими объектами справочника T-FLEX DOCs и при изменении значения параметра T-FLEX DOCs в окне просмотра будет изменяться внешний вид модели.

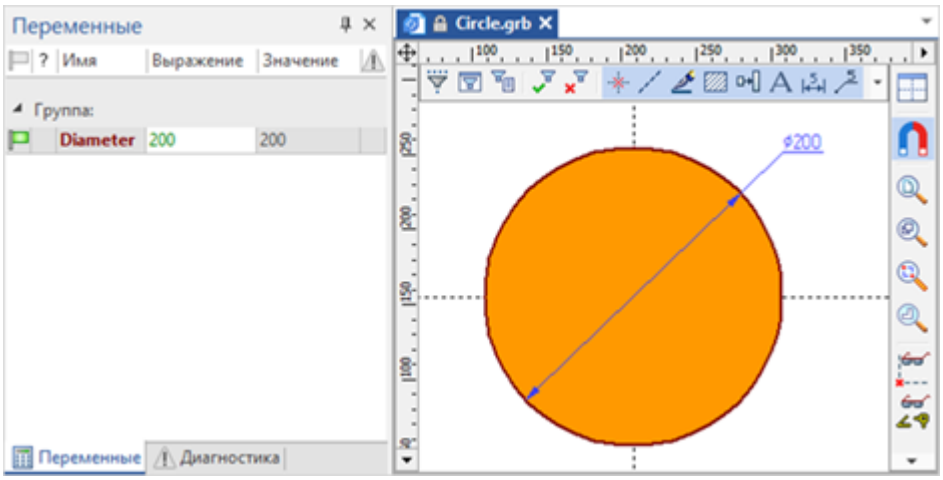
Для того, чтобы в окне свойств объекта T-FLEX DOCs произошло такое изменение, имя переменной T-FLEX CAD должно совпадать с именем поля базы данных, которое соответствует требуемому параметру T-FLEX DOCs.

Имена полей баз данных T-FLEX DOCs доступны для просмотра пользователю с правами администратора.

В качестве примера можно рассмотреть пользовательский справочник **Геометрические фигуры**. В данном справочнике могут быть созданы на основе прототипов различные фигуры требуемых размеров: прямоугольник, квадрат, круг и др.

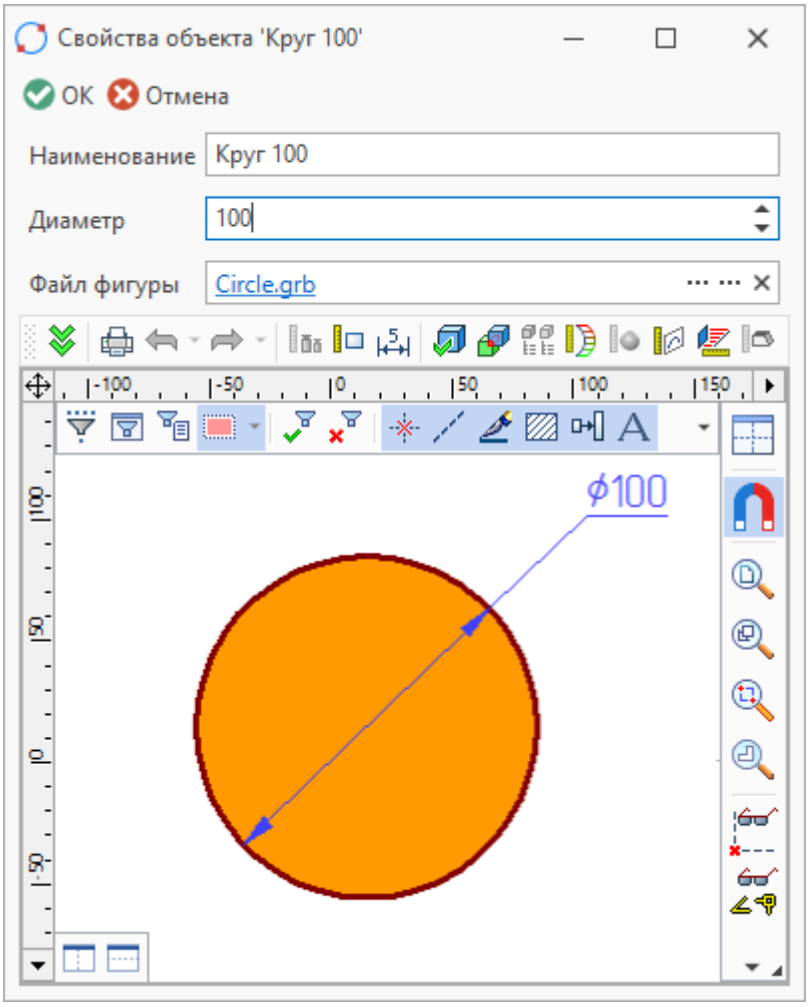


Каждый прототип имеет прикреплённый файл T-FLEX CAD с соответствующим эскизом. Размер фигуры в T-FLEX CAD задаётся переменной. Например, для объекта типа **Круг** указывается диаметр в виде переменной **Diameter**, которая по умолчанию имеет значение **200**. Имя переменной в этом случае совпадает с именем поля базы данных, которому соответствует параметр T-FLEX DOCs **Диаметр**.



При создании на основе прототипа нового объекта справочника типа **Круг** к нему также будет прикреплён данный файл, но в окне свойств объекта пользователь введёт новое значение диаметра круга. После этого круг отобразится в окне T-FLEX DOCs с новым значением диаметра.

Прикреплённый файл T-FLEX CAD при этом останется неизменным.



Данная функция T-FLEX DOCs может использоваться при формировании графических изображений и моделей для каталогов. Например, каталога инструмента или продукции с базовыми размерами.

Вставка текста из словаря T-FLEX DOCs

В режиме интеграции с T-FLEX DOCs можно вставлять в документы T-FLEX CAD тексты из словаря T-FLEX DOCs или из любого другого справочника T-FLEX DOCs.

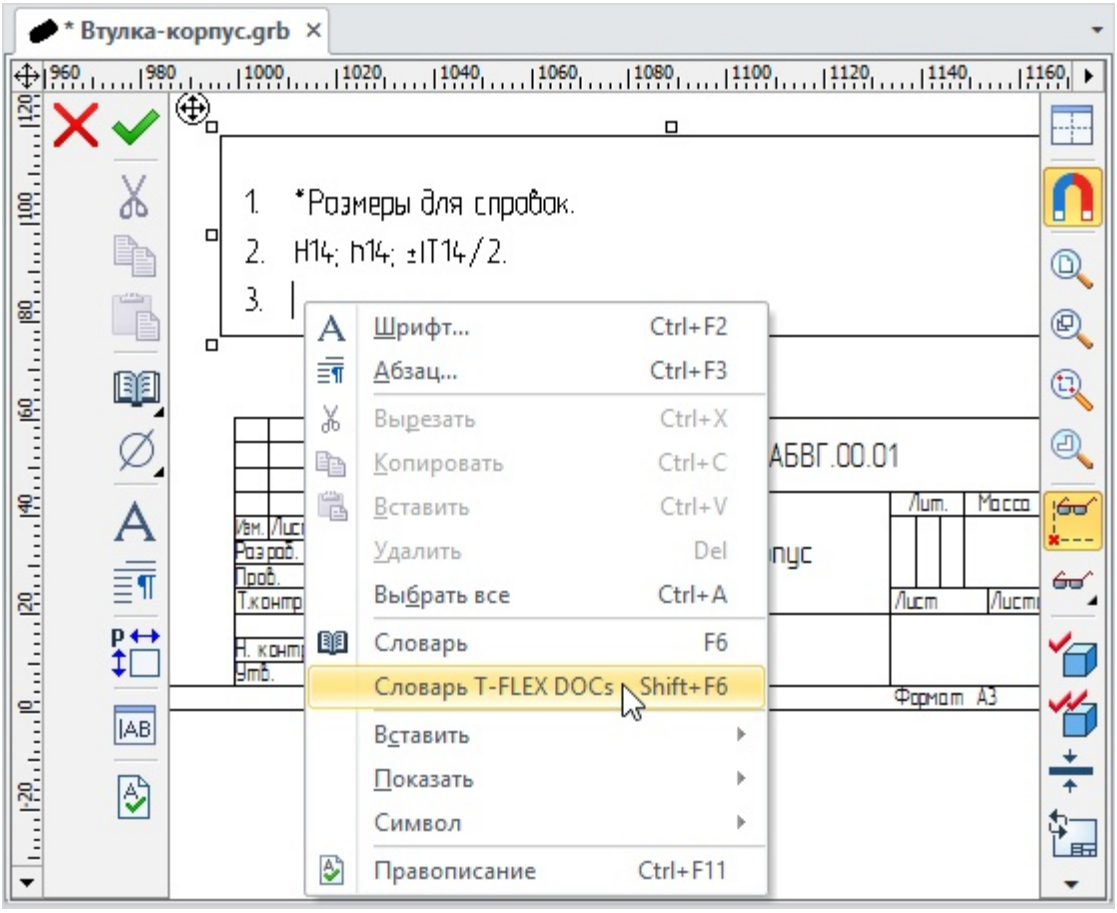
Для этого необходимо выполнить следующую последовательность действий:

1. Вызвать команду **Текст** и разместить на чертеже текст любого типа, кроме строчного (после размещения текста на чертеже автоматически запустится режим редактирования содержимого этого текста); либо запустить команду редактирования для существующего текста любого типа, кроме строчного, и войти в режим редактирования его содержимого.
2. В режиме редактирования содержимого текста вызвать команду **Словарь T-FLEX DOCs**. При редактировании содержимого в 2D окне или 3D окне эта команда может быть вызвана из автоменю:

	<Shift>+<F6>	Вставка текста из словаря T-FLEX DOCs

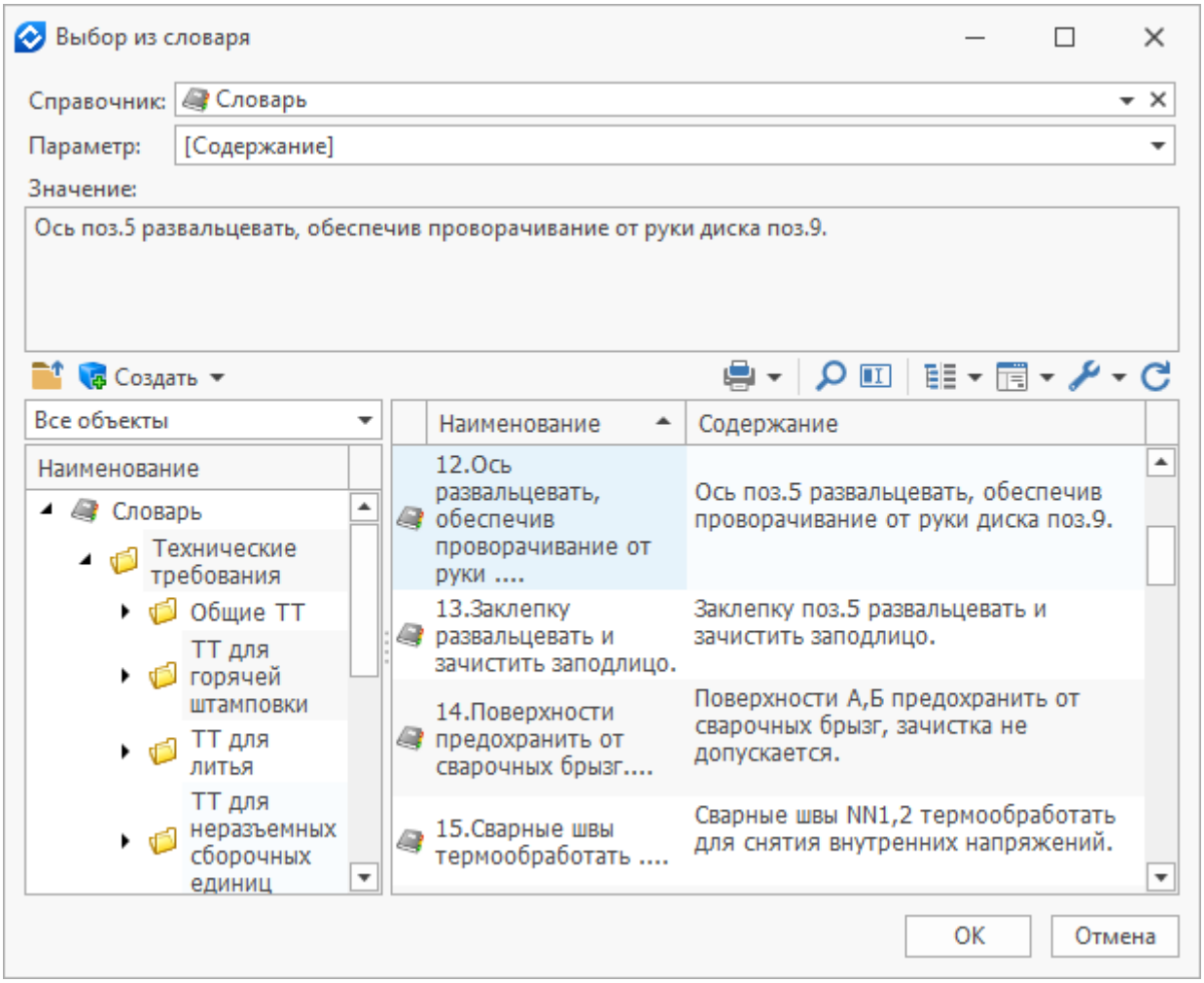
Также команда доступна в контекстном меню содержимого текста: **Словарь T-FLEX DOCs <Shift>+<F6>**.

При редактировании содержимого текста в редакторе эта команда доступна на панели инструментов **Стандартная**, а также в выпадающем меню (**Вставка > Текст из словаря DOCs...**).



3. В открывшемся окне в поле **Справочник** выбрать справочник T-FLEX DOCs, который будет служить источником вставки текста.

По умолчанию в диалоге выбирается справочник T-FLEX DOCs **Словарь**, специально предназначенный для хранения и классификации используемых в чертежах надписей.



4. В поле **Параметр** указать параметр объекта справочника, значение которого будет передаваться в T-FLEX CAD.
5. В нижней части окна выбрать нужный объект справочника.

После вставки текста в чертёж его связь с источником данных (справочником) не поддерживается. Следовательно, при изменении значений параметров объектов в T-FLEX DOCs созданные на их основе надписи чертежей не изменяются. По этой же причине для редактирования таких чертежей не требуется наличия T-FLEX DOCs на компьютере пользователя.

Команды по названиям

Выберите первую букву или цифру названия команды:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

А Б В Г Д Е Ё Ж З И Й

К Л М Н О П Р С Т У Ф

Х Ц Ч Ш Щ Ь Ъ Ы Э Ю Я

В списке представлены только те команды базового модуля T-FLEX CAD, которые могут быть вызваны из ленты, текстового меню, панели фильтров, панели вид и панели работы в контексте сборки в 2D и 3D окнах в режиме ожидания, в т.ч. при черчении на активной РП. Для перехода к описанию команды нажмите на её названии. Названия команд даны в соответствии с тем, как их точки вызова подписаны в интерфейсе T-FLEX CAD. Для команд, подписанных по-разному или имеющих разные иконки в разных точках вызова, представлены все варианты названий и иконок, за исключением точек вызова внутри других команд. В скобках даны пояснения к названиям, где это необходимо. Под названием мелким шрифтом указана сфера применения команды.

Для получения информации о командах специализированных приложений (**T-FLEX Анализ**, **T-FLEX Динамика** и т.п.) обратитесь к справке соответствующего приложения.

См. также:

- Последние команды
- Команды по клавишам вызова

Команды, не вошедшие в список:

- Команды перехода к выбранному элементу
- Команды управления видимостью выбранных 3D элементов
- Команды окна печати документов
- Команды конвертера документов
- Команды управления генерацией фотореалистичного изображения
- Команды контекстного меню ассоциативной копии 2D элемента
- Команды контекстного меню размера
- Команды редактирования текстов и таблиц:
  - таблицы
  - отображение содержимого текста при редактировании

  - параметры шрифта
  - параметры абзаца
- Команды контекстного меню содержимого текста
- Команды редактора текста
- Команды контекстного меню обозначений и заголовков чертёжных видов
- Команды контекстного меню чертёжного вида
- Команды дерева 3D модели
- Команды редактора стандартов трубопровода
- Команды редактора стилей коммуникаций
- Команды окна Материалы
- Команды окна Структура сборки
- Команды контекстных меню проекции и её элементов
- Команды проектирования сборок "Сверху-вниз"
  - Создать деталь
  - Создать сборочную единицу
  - Выгрузить деталь
  - Создать дубликат детали
- Команды окна Состав изделия
- Команды редактирования спецификаций предыдущих версий
- Команды окна Конфигурации модели
- Команды редактора переменных
- Команды редактора баз данных
- Команды редактора графиков
- Изменение и перезадание элементов
- Команды окна Контроль качества
- Команды окна Меню документов
- Команды редактора кадров анимации
- Команды управления воспроизведением сценария разборки
- Команды редактора макросов

2...

2D деталь
работа с документами

2D Сборка
работа с документами

2D Сварной шов
сварка

3...

3D деталь
работа с документами

3D изображение
создать операцию 3D моделирования на основе данных стороннего формата

3D изображение
редактировать операцию 3D моделирования

3D кривая смещения к 3D пути
создать 3D элемент построения

3D Модель
открыть служебное окно

3D ось
создать 3D элемент построения

3D профиль
создать 3D элемент построения

3D профиль
редактировать 3D элемент построения

3D профиль по 2D элементам
создать 3D элемент построения

3D профиль по 3D элементам
создать 3D элемент построения

3D путь
создать 3D элемент построения

3D путь
редактировать 3D элемент построения

3D путь на пересечении элементов
создать 3D элемент построения

3D путь по 2D элементам
создать 3D элемент построения

3D путь по двум проекциям
создать 3D элемент построения

3D путь по формуле
создать 3D элемент построения

3D Сборка
работа с документами

3D Сварной шов
сварка

3D сечение
создать 3D элемент построения

3D сечение
редактировать 3D элемент построения

3D узел
создать 3D элемент построения

3D узел
редактировать 3D элемент построения

3D узел в координатах
создать 3D элемент построения

3D узел в центре масс
создать 3D элемент построения

3D узел на пересечении трёх плоскостей
создать 3D элемент построения

3D узел на пересечении элементов
создать 3D элемент построения

3D узел на поверхности
создать 3D элемент построения

3D узел на пути
создать 3D элемент построения

3D узел по граням и смещениям
создать 3D элемент построения

3D узел по двум проекциям
создать 3D элемент построения

3D узел по наименьшему расстоянию
создать 3D элемент построения

3D фрагмент
создать операцию 3D моделирования на основе существующего документа

3D фрагмент
редактировать операцию 3D моделирования

A...

Автомасштабирование
управление отображением 3D сцены

Автоматическое вращение
управление отображением 3D сцены

Автоменю
управление отображением элементов интерфейса

Автоматическое создание ограничений
ограничение степеней свободы 2D элементов

Автоматическое создание размеров
создать 2D элемент оформления

Адаптивный фрагмент
параметризация

Активировать
работа с чертёжными видами

Активировать лицензию
служебные инструменты

Активна (плоскость обрезки)
управление отображением 3D сцены

Анимация
анимация и управление разборкой

Ассоциативная привязка
работа в контексте сборки

Б...

База
создать 2D элемент оформления

База данных
параметризация

Библиотеки
работа с библиотеками

Булева
создать операцию 3D моделирования

Булева операция
редактировать операцию 3D моделирования

В...

В плоскости экрана (плоскость обрезки)
управление отображением 3D сцены

В системе координат экрана (вращение)
управление отображением 3D сцены

Вверх
управление видом на плоскости

Вектор привязки
создать 2D элемент построения

Вектор привязки
редактировать 2D элемент построения

Вентиляция
переключение режима создания коммуникаций

Вернуть вертикаль камеры в исходное состояние
работа с активной камерой

Вертикальная прямая
создать 2D элемент построения

Вертикальность
ограничение степеней свободы 2D элементов

Взять файл на редактирование
интеграция с T-FLEX DOCs

Вид по стрелке
создать чертёж по 3D модели

Вид сверху
управление отображением 3D сцены

Вид сверху (плоскость обрезки)
управление отображением 3D сцены

Вид сзади
управление отображением 3D сцены

Вид слева
управление отображением 3D сцены

Вид снизу
управление отображением 3D сцены

Вид спереди
управление отображением 3D сцены

Вид спереди (плоскость обрезки)
управление отображением 3D сцены

Вид справа
управление отображением 3D сцены

Вид справа (плоскость обрезки)
управление отображением 3D сцены

Видео уроки
справочная информация

Включение фрагментов в состав изделия
управление составом изделия

Включить плоскость обрезки
работа в режиме черчения на активной РП

Влево
управление видом на плоскости

Внешние переменные
параметризация

Внешняя модель
создать операцию 3D моделирования на основе данных стороннего формата

Внешняя модель
редактировать операцию 3D моделирования

Вниз
управление видом на плоскости

Воздуховод
создать операцию 3D моделирования для работы с коммуникациями

Вокруг оси X (вращение)
управление отображением 3D сцены

Вокруг оси Y (вращение)
управление отображением 3D сцены

Вокруг оси Z (вращение)
управление отображением 3D сцены

Восстановление
управление 2D элементами построения

Вправо
управление видом на плоскости

Вращение
создать операцию 3D моделирования

Вращение
редактировать операцию 3D моделирования

Вращение сцены
работа в режиме черчения на активной РП

Все типы
редактировать операцию 3D моделирования

Всё изображение
управление видом на плоскости

Вставить документ
интеграция с T-FLEX DOCs

Вставить из буфера
общее управление элементами

Выбирать элементы всех типов
фильтры выбора элементов

Выбирать элементы сборки
работа в контексте сборки

Выбор 3D узлов
фильтры выбора 3D элементов

Выбор вершин
фильтры выбора 3D элементов

Выбор вложенных подсборок по телам
фильтры выбора 3D элементов

Выбор граней
фильтры выбора 3D элементов

Выбор других элементов
фильтры выбора 2D элементов

Выбор других элементов
фильтры выбора 3D элементов

Выбор конфигурации селектора
фильтры выбора элементов

Выбор линий изображения
фильтры выбора 2D элементов

Выбор линий построения
фильтры выбора 2D элементов

Выбор ЛСК
фильтры выбора 3D элементов

Выбор операций
фильтры выбора 3D элементов

Выбор операций по созданным граням
фильтры выбора 3D элементов

Выбор профилей/путей
фильтры выбора 3D элементов

Выбор рабочих плоскостей
фильтры выбора 3D элементов

Выбор размеров
фильтры выбора 2D элементов

Выбор рёбер
фильтры выбора 3D элементов

Выбор текстов
фильтры выбора 2D элементов

Выбор узлов
фильтры выбора 2D элементов

Выбор фрагментов
фильтры выбора 2D элементов

Выбор цвета из каталога цветов
общее управление элементами

Выбор циклов
фильтры выбора 3D элементов

Выбор штриховок
фильтры выбора 2D элементов

Выбор элементов оформления
фильтры выбора 2D элементов

Выбранные эл-ты
управление видом на плоскости

Выбрать все
управление 2D элементами

Выбрать камеру
управление отображением 3D сцены

Выбрать центр вращения
управление отображением 3D сцены

Выделить фрагмент
создать новый документ на основе 2D элементов текущего документа

Выносной вид
создать чертёжный вид

Выравнивание по вертикали
ограничение степеней свободы 2D элементов

Выравнивание по горизонтали
ограничение степеней свободы 2D элементов

Вырез по нормали
создать операцию листового металла

Выталкивание
создать операцию 3D моделирования

Выталкивание
редактировать операцию 3D моделирования

Выход
выйти из T-FLEX CAD

Вычитание
создать операцию 3D моделирования

Выштамповка
создать операцию листового металла

Выштамповка
редактировать операцию листового металла

Г...

Гибка
редактировать операцию листового металла

Гибка по сечениям
создать операцию листового металла

Главная панель
управление отображением элементов интерфейса

Гладкость модели
измерение

Глобальные переменные
параметризация

Горизонтальная прямая
создать 2D элемент построения

Горизонтальность
ограничение степеней свободы 2D элементов

Графики
параметризация

Группы
общее управление элементами

Д...

Данные для таблицы отверстий
управление составом изделия

Данные для таблицы сгибов
управление составом изделия

Деформация по кривой
создать операцию 3D моделирования

Деформация по кривой
создать операцию 3D моделирования

Деформация по поверхности
создать операцию 3D моделирования

Деформация по поверхности
создать операцию 3D моделирования

Диагностика
открыть служебное окно

Допуск
создать 2D элемент оформления

Допуск
редактировать 2D элемент оформления

Дуга
создать 2D элемент изображения

Дуга касательная к двум элементам
создать 2D элемент изображения

Дуга касательная к элементу
создать 2D элемент изображения

Дуга по двум точкам
создать 2D элемент изображения

Дуга эллипса
создать 2D элемент изображения

Ж...

Жгут
создать 3D элемент построения для работы с коммуникациями

Жгут
создать 3D элемент построения для работы с коммуникациями

Жгут
создать 3D элемент построения для работы с коммуникациями

З...

Завершить (черчение на активной рабочей плоскости)
работа в режиме черчения на активной РП

Завершить редактирование (фрагмента)
работа в контексте сборки

Заготовка
создать операцию листового металла

Заготовка
редактировать операцию листового металла

Загрузить из фрагментов (структурные элементы)
служебные инструменты

Задать значение (размера)
параметризация

Задачи
открыть служебное окно

Зазор между гранями
измерение

Закладки документов
управление отображением элементов интерфейса

Закладки режимов (главной панели)
управление отображением элементов интерфейса

Закладки страниц
управление отображением элементов интерфейса

Закрепить окна
управление отображением элементов интерфейса

Закрыть
работа с документами

Закрыть
работа с чертёжными видами

Закрыть все
работа с чертёжными видами

Закрыть все (окна документов)
управление окнами документов

Закрыть все конфигурации
работа с библиотеками

Закрыть все чертёжные виды
работа с чертёжными видами

Закрытый сплайн
создать 2D элемент изображения

Закрытый сплайн по ломанной
создать 2D элемент изображения

Замена граней
создать операцию 3D моделирования

Замена граней
редактировать операцию 3D моделирования

Заменить
редактировать 2D элемент построения

Замечание
работа с замечаниями

Замечания
открыть служебное окно

Замкнутая кривая («лассо»)
режимы выбора элементов

Замкнутая полилиния
создать 2D элемент изображения

Заполнение области
создать операцию 3D моделирования

Заполнение области
редактировать операцию 3D моделирования

Заполнить трассу по стилю
создать операцию 3D моделирования для работы с коммуникациями

Заполнить трассу по стилю
создать операцию 3D моделирования для работы с коммуникациями

Заполнить трассу по стилю
создать операцию 3D моделирования для работы с коммуникациями

Запустить клиент
интеграция с T-FLEX DOCs

Зафиксировать (направление взгляда)
управление отображением 3D сцены

Зафиксировать (набор главной панели)
управление отображением элементов интерфейса

Защита документов
работа с документами

И...

Из прототипа
работа с документами

Изменение граней
создать операцию 3D моделирования

Изменение граней
редактировать операцию 3D моделирования

Изменить (плоскость обрезки)
управление отображением 3D сцены

Изменить длину 3D пути
редактировать 3D элемент построения

Изменить параметры (таблицы исполнений)
редактировать 2D элемент оформления

Изменить тип (основной надписи)
редактировать 2D элемент оформления

Измерить
измерение

Изображение
создать 2D элемент изображения

Изображение
редактировать 2D элемент изображения

Изометрия сзади
управление отображением 3D сцены

Изометрия снизу
управление отображением 3D сцены

Изометрия снизу сзади
управление отображением 3D сцены

Изометрия спереди
управление отображением 3D сцены

Изопараметрическая кривая
создать 3D элемент построения

Иконка
настройка текущего документа

Импорт
работа с данными сторонних форматов

Импорт (T-FLEX DOCs)
интеграция с T-FLEX DOCs

Инвертировать видимость
управление видимостью 3D элементов

Информация
общее управление элементами

История изменений
работа с документами

Источник света
создать 3D элемент построения

Источник света
редактировать 3D элемент построения

К...

Камера
создать 3D элемент построения

Камера
редактировать 3D элемент построения

Картинка
создать 2D элемент оформления на основе данных стороннего формата

Картинка
редактировать 2D элемент оформления

Касание
ограничение степеней свободы 2D элементов

Касательная дуга
создать 2D элемент изображения

Касательная к поверхности в точке плоскость
создать 3D элемент построения

Касательная окружность
создать 2D элемент изображения

Касательный отрезок
создать 2D элемент изображения

Качество изображения
управление отображением 3D сцены

Коллинеарность
ограничение степеней свободы 2D элементов

Команды пользователя
настройка интерфейса системы

Конвертер документов
работа с документами

Коническая кривая
создать 3D элемент построения

Коннектор (2D)
создать 2D элемент построения

Контроль качества
открыть служебное окно

Контроль отклонений
измерение

Конус
создать операцию 3D моделирования

Конфигурации модели
открыть служебное окно

Конфигурирование
открыть окно T-FLEX DOCs

Концентрическая окружность
создать 2D элемент построения

Концентричность
ограничение степеней свободы 2D элементов

Координаты
управление видом на плоскости

Копировать в буфер
общее управление элементами

Копировать с точкой
управление 2D элементами

Копия
редактировать операцию копирования 2D элементов

Копия
создать операцию 3D моделирования

Копия
редактировать операцию 3D моделирования

Копия 3D пути
создать 3D элемент построения

Копия с масштабом
перенос и копирование 2D элементов

Копия с перемещением
перенос и копирование 2D элементов

Копия с перемещением и поворотом
перенос и копирование 2D элементов

Копия с поворотом
перенос и копирование 2D элементов

Копия с симметрией
перенос и копирование 2D элементов

Красный карандаш
работа с замечаниями

Кривая смещения
создать 2D элемент построения

Кривая смещения
создать 2D элемент изображения

Кривая смещения к 3D кривой на поверхности
создать 3D элемент построения

Кривая смещения к плоскому 3D пути
создать 3D элемент построения

Кривизна кривых
измерение

Кривизна поверхностей
измерение

Кривизна поверхностей по сечениям
измерение

Круговой (массив)
редактировать операцию 3D моделирования

Круговой массив
перенос и копирование 2D элементов

Круговой массив
создать операцию 3D моделирования

Л...

Линейка
управление отображением элементов интерфейса

Линейный (массив)
редактировать операцию 3D моделирования

Линейный массив
перенос и копирование 2D элементов

Линейный массив
создать операцию 3D моделирования

Линейчатая поверхность
создать операцию 3D моделирования

Линия очерка
создать 3D элемент построения

Линия построения
редактировать 2D элемент построения

Листовая деталь
работа с документами

Локальная система координат
создать 2D элемент построения

ЛСК
создать 3D элемент построения

М...

Макросы
открыть служебное окно

Манипуляторы
параметризация

Массив по кривой
перенос и копирование 2D элементов

Массив по образцу
создать операцию 3D моделирования

Массив по пути
создать операцию 3D моделирования

Массив по таблице
перенос и копирование 2D элементов

Массив по таблице
создать операцию 3D моделирования

Массив по точкам
создать операцию 3D моделирования

Масштаб листа
настройка текущего документа

Масштабирование/Скручивание
создать операцию 3D моделирования

Масштабирование/Скручивание
редактировать операцию 3D моделирования

Материал
управление 3D элементами

Материал T-FLEX DOCs
интеграция с T-FLEX DOCs

Материалы
открыть служебное окно

Менеджер лицензий Guardant
служебные инструменты

Менеджер лицензий Sentinel
служебные инструменты

Меню документов
открыть служебное окно

Местный разрез
создать чертёж по 3D модели

Многоугольник
создать 2D элемент изображения

Мостик
создать операцию 3D моделирования

Н...

Надписи по Тех. требованиям
создать 2D элемент оформления

Надпись
создать 2D элемент оформления

Надпись
редактировать 2D элемент оформления

Найти
общее управление элементами

Наложить материал
создать операцию 3D моделирования

Наложение материала
создать операцию 3D моделирования

Наложение материала
редактировать операцию 3D моделирования

Настройка (инструментальных панелей)
настройка интерфейса системы

Настройка (окружений)
настройка интерфейса системы

Настройка (основной надписи)
редактировать 2D элемент оформления

Новая вертикальная группа
управление окнами документов

Новая горизонтальная группа
управление окнами документов

Новая конфигурация
работа с библиотеками

Новое главное окно
управление окнами документов

Новое окно документа
управление окнами документов

О...

О системе
служебные инструменты

Обновить
общее управление элементами

Обновить всё
старый механизм работы со спецификациями

Обновить коммуникации
работа с коммуникациями

Обновить позиции
старый механизм работы со спецификациями

Обновить связанные детали
управление сборками

Обновить ссылки
управление сборками

Обновить файлы
управление сборками

Обновить элементы оформления
управление 2D элементами оформления

Обозначение вида
создать 2D элемент оформления

Обозначение вида
редактировать 2D элемент оформления

Обозначение линии сгиба
создать 2D элемент оформления

Обозначение сварного шва
создать 2D элемент оформления

Оболочка
создать операцию 3D моделирования

Оболочка
редактировать операцию 3D моделирования

Обрезка
управление 2D элементами построения

Обрезка
редактировать 2D элемент изображения

Общий вид
открыть служебное окно

Объектная привязка
общее управление элементами

Объекты в работе
открыть окно T-FLEX DOCs

Ограничение
ограничение степеней свободы 2D элементов

Окна
открыть служебное окно

Окно состава изделия
открыть служебное окно

Окно элементов
открыть служебное окно

Окружение
настройка интерфейса системы

Окружность
создать 2D элемент построения

Окружность
создать 2D элемент изображения

Окружность касательная к 2-м элементам
создать 2D элемент изображения

Окружность по 2-м точкам
создать 2D элемент изображения

Окружность с узлом в центре
создать 2D элемент построения

Окружность через узел
создать 2D элемент построения

Оптимизация
параметризация

Ориентация листа
настройка текущего документа

Ориентация листа
настройка текущего документа

Осевая линия
создать 2D элемент изображения

Осевая линия изображения
создать 2D элемент изображения

Осевые
создать 2D элемент изображения

Оси
создать 2D элемент изображения

Отбортовка
создать операцию листового металла

Отверстие
создать операцию 3D моделирования

Отверстие
редактировать операцию 3D моделирования

Отгиб
создать операцию листового металла

Отделение граней
создать операцию 3D моделирования

Отделение граней
редактировать операцию 3D моделирования

Отклонение граней
измерение

Отключиться от T-FLEX DOCs
интеграция с T-FLEX DOCs

Открыть
работа с документами

Открыть 2D окно
работа в режиме черчения на активной РП

Открыть библиотеку
работа с библиотеками

Открыть из T-FLEX DOCs
интеграция с T-FLEX DOCs

Открыть конфигурацию
работа с библиотеками

Открыть конфигурацию из T-FLEX DOCs
интеграция с T-FLEX DOCs

Открыть папку
открыть служебное окно

Открыть справочник из T-FLEX DOCs
интеграция с T-FLEX DOCs

Отменить
общее управление элементами

Отменить (черчение на активной рабочей плоскости)
работа в режиме черчения на активной РП

Отменить выбор элементов всех типов
фильтры выбора элементов

Отменить изменения
интеграция с T-FLEX DOCs

Отношения
параметризация

Отправить по почте
работа с документами

Отрезок
создать 2D элемент изображения

Отрезок касательный в точке
создать 2D элемент изображения

Отсечение
создать операцию 3D моделирования

Отсечение
редактировать операцию 3D моделирования

Отчёт
параметризация

Отчёты/Спецификации
работа с отчётами/спецификациями

П...

Паз
создать 2D элемент изображения

Паз - габариты
создать 2D элемент изображения

Паз по центру
создать 2D элемент изображения

Паз по центру - габариты
создать 2D элемент изображения

Панорама
управление отображением 3D сцены

Параллелепипед
создать операцию 3D моделирования

Параллелограмм
создать 2D элемент изображения

Параллельная проекция
управление отображением 3D сцены

Параллельная экрану плоскость
создать 3D элемент построения

Параллельность
ограничение степеней свободы 2D элементов

Параллельный (отрезок)
создать 2D элемент изображения

Параметрический (массив)
редактировать операцию 3D моделирования

Параметрический массив
создать операцию 3D моделирования

Параметрическое изменение 3D узла
создать 3D элемент построения

Параметры
открыть служебное окно

Параметры (листового металла)
управление операциями листового металла

Параметры 3D вида
управление отображением 3D сцены

Параметры документа
настройка текущего документа

Параметры по умолчанию
общее управление элементами

Перекос
создать операцию 3D моделирования

Перекос
редактировать операцию 3D моделирования

Переменные
открыть редактор переменных

Переменные
открыть служебное окно

Переместить (основную надпись)
редактировать 2D элемент оформления

Переместить (сопряжённые элементы)
ограничение степеней свободы 3D элементов

Переместить лицензию
служебные инструменты

Переместить форматку
редактировать 2D элемент оформления

Перемещение граней
создать операцию 3D моделирования

Перемещение граней
редактировать операцию 3D моделирования

Перемещение элементов
ограничение степеней свободы 3D элементов

Перемычка
создать операцию листового металла

Перенести в главное окно
управление окнами документов

Перенести сборку
управление сборками

Перенос с масштабом
перенос и копирование 2D элементов

Перенос с перемещением
перенос и копирование 2D элементов

Перенос с перемещением и поворотом
перенос и копирование 2D элементов

Перенос с поворотом
перенос и копирование 2D элементов

Перенос с симметрией
перенос и копирование 2D элементов

Перерисовать
управление 2D элементами

Пересечение
создать операцию 3D моделирования

Пересечение линий
создать 2D элемент изображения

Пересечение тел
измерение

Пересохранить фрагменты
управление сборками

Пересчёт полей допусков
параметризация

Пересчитать
параметризация

Переход Сборка/Спецификация
старый механизм работы со спецификациями

Переходная поверхность
создать операцию 3D моделирования

Переходный 3D путь
создать 3D элемент построения

Перпендикуляр
создать 2D элемент изображения

Перпендикулярность
ограничение степеней свободы 2D элементов

Перпендикулярные прямые
создать 2D элемент построения

Перспективная проекция
управление отображением 3D сцены

Печать
работа с документами

Печать 3D...
работа с данными сторонних форматов

Печать документов
работа с документами

Пирамида
создать операцию 3D моделирования

Планировка
создать операцию 3D моделирования на основе существующего документа

Плоскость (рабочая)
создать 3D элемент построения

Плоскость в координатах
создать 3D элемент построения

Плоскость замечаний
работа с замечаниями

Плоскость на основе системы координат
создать 3D элемент построения

Плоскость между двумя плоскостями
создать 3D элемент построения

Плоскость на основе 2D проекции
создать 3D элемент построения

Плоскость перпендикулярно пути
создать 3D элемент построения

Плоскость через плоское ребро или точки
создать 3D элемент построения

По габаритам (основная надпись)
редактировать 2D элемент оформления

По параметрам
создать операцию 3D моделирования

По параметрам
редактировать операцию 3D моделирования

По пути (массив)
редактировать операцию 3D моделирования

По размеру листа
управление видом на плоскости

По сечениям
создать операцию 3D моделирования

По сечениям
редактировать операцию 3D моделирования

По текущему окну (основная надпись)
редактировать 2D элемент оформления

По точкам (массив)
редактировать операцию 3D моделирования

По траектории
создать операцию 3D моделирования

По траектории
редактировать операцию 3D моделирования

Поверхность (рабочая)
создать 3D элемент построения

Поверхность смещения
создать операцию 3D моделирования

Повторить
общее управление элементами

Повторная гибка
создать операцию листового металла

Повторная гибка
редактировать операцию листового металла

Погасить/Показать
управление видимостью 2D и 3D элементов

Погасить/показать гиперссылки
управление видимостью 2D элементов

Погасить/показать манипуляторы
управление видимостью 3D элементов

Погасить/показать ограничения
управление видимостью 2D элементов

Погасить/показать отношения
управление видимостью 2D элементов

Погасить/показать построения
управление видимостью 2D и 3D элементов

Погасить/показать сетку рабочих плоскостей
управление видимостью 3D элементов

Погасить/показать системы координат
управление видимостью 2D элементов

Погасить/показать элементы
управление видимостью 2D элементов

Погасить/показать элементы оформления
управление видимостью 3D элементов

Под углом (отрезок)
создать 2D элемент изображения

Подключиться к T-FLEX DOCs
интеграция с T-FLEX DOCs

Подсечка
создать операцию листового металла

Подписи под кнопками (главной панели)
управление отображением элементов интерфейса

Поиск
открыть окно T-FLEX DOCs

Поиск команд
открыть служебное окно

Поиск ограничений
ограничение степеней свободы 2D элементов

Показать всё
управление видимостью 3D элементов

Показать всё изображение
управление видом на плоскости

Показать выбранные элементы
управление видом на плоскости

Показать крупнее
управление видом на плоскости

Показать очерковые линии
управление отображением 3D сцены

Показать по размеру листа
управление видом на плоскости

Показать рёбра
управление отображением 3D сцены

Показать скрытые линии
управление отображением 3D сцены

Покрытие
управление 3D элементами

Полилиния
создать 2D элемент изображения

Полноэкранный режим
настройка интерфейса системы

Полный пересчёт
общее управление элементами

Полосы прокрутки
настройка интерфейса системы

Полупрозрачное изображение
управление отображением 3D сцены

Последние команды
показать список последних использованных команд

Почта
открыть окно T-FLEX DOCs

Предыдущее
управление видом на плоскости

Предыдущие файлы
работа с документами

Преобразование тела в лист
создать операцию листового металла

Преобразование тела в листовой металл
редактировать операцию листового металла

Преобразования
управление 3D элементами

Приветствие
управление отображением элементов интерфейса

Привязка к сетке
настройка текущего документа

Призма
создать операцию 3D моделирования

Приложения
служебные инструменты

Применить изменения
интеграция с T-FLEX DOCs

Применить сечение
управление отображением 3D сцены

Приоритет
общее управление элементами

Проверить наличие обновления
служебные инструменты

Проверка обновлений
служебные инструменты

Проверка изменений
измерение

Проверка контуров
измерение

Проверка модели
измерение

Проверка правописания
служебные инструменты

Провод, кабель
создать операцию 3D моделирования для работы с коммуникациями

Продолжение по закону
создать операцию 3D моделирования

Проекция
создать чертёж по 3D модели

Проекция
редактировать чертёж по 3D модели

Проекция 3D профиля
создать 3D элемент построения

Проекция 3D пути на грань или тело
создать 3D элемент построения

Проекция развёртки
создать чертёж по 3D модели

Проекция элементов
работа в режиме черчения на активной РП

Произвольный вид
создать чертёж по 3D модели

Прокладка трассы
создать 3D элемент построения для работы с коммуникациями

Просмотр
настройка текущего документа

Просмотр журнала
служебные инструменты

Проставить позиции
создать 2D элемент оформления

Профиль
работа в режиме черчения на активной РП

Профиль
служебные инструменты

Пружина
создать операцию 3D моделирования

Пружина
редактировать операцию 3D моделирования

Прямая
создать 2D элемент построения

Прямоугольник
создать 2D элемент изображения

Прямоугольник
режимы выбора элементов

Прямоугольник по центру
создать 2D элемент изображения

Прямоугольник под углом
создать 2D элемент изображения

Прямые с узлом в (0, 0)
создать 2D элемент построения

Путь (2D)
создать 2D элемент построения

P...

Рабочая плоскость
создать 3D элемент построения

Рабочая плоскость
редактировать 3D элемент построения

Рабочая поверхность
создать 3D элемент построения

Рабочая поверхность
редактировать 3D элемент построения

Равенство радиусов
ограничение степеней свободы 2D элементов

Равная длина
ограничение степеней свободы 2D элементов

Разбить
редактировать 2D элемент изображения

Разбить на части
редактировать 2D элемент изображения

Разборка
анимация и управление разборкой

Развернуть перпендикулярно
работа в режиме черчения на активной РП

Развернуть по нормали к выбранному элементу
управление отображением 3D сцены

Развёртка 3D профиля
создать 3D элемент построения

Разгибание
создать операцию листового металла

Разгибание
редактировать операцию листового металла

Разделение
создать операцию 3D моделирования

Разделение
редактировать операцию 3D моделирования

Разделение граней
создать операцию 3D моделирования

Разделение граней
редактировать операцию 3D моделирования

Разделение пути
создать 3D элемент построения

Разделить на тела
создать операцию 3D моделирования

Разделить по вертикали
управление окнами документов

Разделить по горизонтали
управление окнами документов

Разделы (спецификаций)
управление составом изделия

Разделы спецификаций
управление составом изделия

Размер
создать 2D элемент оформления

Размер
редактировать 2D элемент оформления

Размеры страницы
настройка текущего документа

Размещение видов
управление окнами документов

Разнимаемость формы
измерение

Рамка
управление видом на плоскости

Расположить вертикально
управление окнами документов

Расположить горизонтально
управление окнами документов

Расположить каскадом
управление окнами документов

Расхождение нормалей
измерение

Расширение поверхности
создать операцию 3D моделирования

Расширение поверхности
редактировать операцию 3D моделирования

Реалистичное изображение (POV-Ray)
управление отображением 3D сцены

Реальный размер
управление видом на плоскости

Ребро
создать операцию 3D моделирования

Ребро
редактировать операцию 3D моделирования

Ребро жёсткости
создать операцию листового металла

Рёберное изображение
управление отображением 3D сцены

Редактировать (основную надпись)
редактировать 2D элемент оформления

Редактировать (технические требования)
редактировать 2D элемент оформления

Редактировать (неуказанную шероховатость)
редактировать 2D элемент оформления

Редактировать (спецификацию)
старый механизм работы со спецификациями

Редактировать содержимое (таблицы исполнений)
редактировать 2D элемент оформления

Редактировать типы документа (структурные элементы)
служебные инструменты

Редактор макросов
служебные инструменты

Редактор типов (структурных элементов)
служебные инструменты

Режим презентации
настройка интерфейса системы

Резьба
создать операцию 3D моделирования

Резьба
редактировать операцию 3D моделирования

С...

С точным удалением невидимых линий
управление отображением 3D сцены

С удалением невидимых линий
управление отображением 3D сцены

Сброс настроек
настройка интерфейса системы

Сбросить центр вращения
управление отображением 3D сцены

Сварной шов (2D)
сварка

Сварной шов (3D)
сварка

Сварные швы
открыть служебное окно

Свободное (вращение)
управление отображением 3D сцены

Свободное рисование
изменить режим создания 2D элементов построения

Свойства в DOCs
интеграция с T-FLEX DOCs

Свойства
настройка текущего документа

Свойства в T-FLEX DOCs
интеграция с T-FLEX DOCs

Связи
параметризация

Сгиб
создать операцию листового металла

Сгибание
создать операцию 3D моделирования

Сгибание
редактировать операцию 3D моделирования

Сгладить 3D путь
редактировать 3D элемент построения

Сглаживание граней
создать операцию 3D моделирования

Сглаживание граней
редактировать операцию 3D моделирования

Сглаживание рёбер
создать операцию 3D моделирования

Сглаживание рёбер
редактировать операцию 3D моделирования

Сглаживание трёх граней
создать операцию 3D моделирования

Сглаживание трёх граней
редактировать операцию 3D моделирования

Секущая кривая
режимы выбора элементов

Селектор
фильтры выбора элементов

Середина
ограничение степеней свободы 2D элементов

Сетка
настройка текущего документа

Сечение
создать чертёж по 3D модели

Сечение (применить)
управление отображением 3D сцены

Симметричность
ограничение степеней свободы 2D элементов

Симметрия
создать операцию 3D моделирования

Симметрия
редактировать операцию 3D моделирования

Симметрия линий
создать 2D элемент изображения

Система координат (сделать текущей)
управление 2D элементами

Система координат
создать 3D элемент построения

Система координат
редактировать 3D элемент построения

Системная панель
управление отображением элементов интерфейса

Скругление
создать 2D элемент изображения

Скульптурная деформация
создать операцию 3D моделирования

Скульптурная деформация
редактировать операцию 3D моделирования

Сложение
создать операцию 3D моделирования

Слои
общее управление элементами / открыть служебное окно

Слой
общее управление элементами

Смещённая плоскость
создать 3D элемент построения

Совпадение
ограничение степеней свободы 2D элементов

Создать (документ из прототипа)
работа с документами

Создать (основную надпись)
создать 2D элемент оформления

Создать (технические требования)
создать 2D элемент оформления

Создать (неуказанную шероховатость)
создать 2D элемент оформления

Создать (таблицу исполнений)
создать 2D элемент оформления

Создать (отчёт/спецификацию)
работа с отчётами/спецификациями

Создать (сопряжение)
ограничение степеней свободы 3D элементов

Создать (таблицу сварных швов)
создать 2D элемент оформления

Создать (таблицу сгибов)
создать 2D элемент оформления

Создать (таблицу отверстий)
создать 2D элемент оформления

Создать (структурный элемент)
служебные инструменты

Создать 2D фрагмент
создать 2D элемент изображения на основе нового документа

Создать 3D фрагмент
создать операцию 3D моделирования на основе нового документа

Создать из прототипа
работа с документами

Создать камеру
создать 3D элемент построения

Создать ревизию
интеграция с T-FLEX DOCs

Создать сечение
создать 3D элемент построения

Создать структурный элемент
служебные инструменты

Сопряжение
ограничение степеней свободы 3D элементов

Состав изделия
открыть служебное окно

Составной 3D путь
создать 3D элемент построения

Сохранить (текущий документ)
работа с документами

Сохранить в T-FLEX DOCs
интеграция с T-FLEX DOCs

Сохранить все (открытые документы)
работа с документами

Сохранить все конфигурации
работа с библиотеками

Сохранить как
работа с документами

Сохранить как прототип
работа с документами

Сохранить копию
работа с документами

Сохранить состав изделия в T-FLEX DOCs
интеграция с T-FLEX DOCs

Сохранить текущее состояние в модельной камере
работа с активной камерой

Сохранить фрагмент (и вернуться в сборку)
работа в контексте сборки

Специальная вставка
общее управление элементами

Спираль
создать операцию 3D моделирования

Спираль
редактировать операцию 3D моделирования

Спиральный 3D путь
создать 3D элемент построения

Список (отчётов/спецификаций)
работа с отчётами/спецификациями

Список окон
управление окнами документов

Сплайн
создать 2D элемент построения

Сплайн
создать 2D элемент изображения

Сплайн по 3D точкам
создать 3D элемент построения

Сплайн по ломанной
создать 2D элемент изображения

Справка
справочная информация

Справка онлайн
справочная информация

Справка по Open API
справочная информация

Ссылочный элемент
работа в контексте сборки

Стандартная (основная надпись)
редактировать 2D элемент оформления

Стандартная плоскость
создать 3D элемент построения

Стандартные виды
создать чертёж по 3D модели

Статусная строка
управление отображением элементов интерфейса

Стерео
управление отображением 3D сцены

Стили
работа с коммуникациями

Стиль отображения
управление отображением 3D сцены

Страницы
настройка текущего документа

Структура изделия
открыть окно T-FLEX DOCs

Структура сборки
открыть служебное окно

Структурные элементы
открыть служебное окно

Сферическая поверхность
создать 3D элемент построения

Сценарий анимации
анимация и управление разборкой

Сшивка
создать операцию 3D моделирования

Сшивка
редактировать операцию 3D моделирования

T...

Таблица
создать 2D элемент оформления

Таблица сварных швов
создать 2D элемент оформления

Таблица сгибов
создать 2D элемент оформления

Текст
создать 2D элемент оформления

Текст
редактировать 2D элемент оформления

Тело смещения
создать операцию 3D моделирования

Тема
настройка интерфейса системы

Тех. требования документа
настройка текущего документа

Техническая поддержка
служебные инструменты

Техтребования документа
настройка текущего документа

Тип сварного шва
сварка

Типы соединений
работа с коммуникациями

Типы состава изделия
управление составом изделия

Толщина линий
управление 2D элементами

Тоновая закраска
управление отображением 3D сцены

Тоновая закраска с материалами
управление отображением 3D сцены

Тор
создать операцию 3D моделирования

Тороидальная поверхность
создать 3D элемент построения

Точка
создать 2D элемент изображения

Точка подключения
создать 3D элемент построения для работы с коммуникациями

Точка подключения
создать 3D элемент построения для работы с коммуникациями

Точка подключения
создать 3D элемент построения для работы с коммуникациями

Точки взгляда
управление отображением 3D сцены

Трасса
создать 3D элемент построения

Трасса
создать 3D элемент построения для работы с коммуникациями

Трасса
создать 3D элемент построения для работы с коммуникациями

Трасса
создать 3D элемент построения для работы с коммуникациями

Трасса
редактировать 3D элемент построения

Три стандартных вида
создать чертёж по 3D модели

Трубопровод
создать операцию 3D моделирования

Трубопровод
создать операцию 3D моделирования для работы с коммуникациями

Трубопровод
переключение режима создания коммуникаций

Трубопровод
редактировать операцию 3D моделирования

У...

Увеличенные иконки (главной панели)
управление отображением элементов интерфейса

Увеличить
управление видом на плоскости

Увеличить шаг сетки
настройка текущего документа

Увеличить шрифт
управление 2D элементами оформления

Угол
создать операцию листового металла

Удаление граней
создать операцию 3D моделирования

Удаление граней
редактировать операцию 3D моделирования

Удалить
общее управление элементами

Удалить (спецификацию)
старый механизм работы со спецификациями

Удалить лишнее
общее управление элементами

Удлинить/Укоротить
редактировать 2D элемент изображения

Узел (2D)
создать 2D элемент построения

Узел (2D)
редактировать 2D элемент построения

Уклон граней
создать операцию 3D моделирования

Уклон граней
редактировать операцию 3D моделирования

Уклон тела
создать операцию 3D моделирования

Уклон тела
редактировать операцию 3D моделирования

Уменьшить
управление видом на плоскости

Уменьшить шаг сетки
настройка текущего документа

Уменьшить шрифт
управление 2D элементами оформления

Упорядочить иконки
управление окнами документов

Управление разборкой
анимация и управление разборкой

Управляющие размеры
ограничение степеней свободы 2D элементов

Упрощение
создать операцию 3D моделирования

Уровень
общее управление элементами

Уровни
общее управление элементами

Установить камеру в начальное положение
работа с активной камерой

Установки
настройка интерфейса системы

Установки по созданию ограничений и размеров
настройка интерфейса системы

Учебное пособие
справочная информация

Учебное пособие онлайн
справочная информация

Ф...

Файлы
открыть окно T-FLEX DOCs

Фаска (на основе линий построения)
создать 2D элемент изображения

Фаска (эскиз)
создать 2D элемент изображения

Фиксация
ограничение степеней свободы 2D элементов

Фиксированная длина
ограничение степеней свободы 2D элементов

Фиксированный угол
ограничение степеней свободы 2D элементов

Фильтр
фильтры выбора элементов

Фланец
создать операцию листового металла

Фланец по контуру
создать операцию листового металла

Формат листа
настройка текущего документа

Фотореалистичный вид (CPU)
управление отображением 3D сцены

Фотореалистичный вид (GPU NVIDIA)
управление отображением 3D сцены

Фрагмент (2D)
создать 2D элемент изображения на основе существующего документа

Фрагмент (2D)
редактировать 2D элемент изображения

Функция
создать 2D элемент построения

Х...

Характеристики
измерение

Ц...

Цвет
общее управление элементами

Центральная дуга
создать 2D элемент изображения

Цилиндр
создать операцию 3D моделирования

Цилиндрическая поверхность
создать 3D элемент построения

Ч...

Чертёжный вид
создать чертёжный вид

Чертёжный вид
редактировать чертёжный вид

Чертить (на рабочей плоскости)
работа в режиме черчения на активной РП

Ш...

Шар
создать операцию 3D моделирования

Шероховатость
создать 2D элемент оформления

Шероховатость
редактировать 2D элемент оформления

Штриховка
создать 2D элемент изображения

Штриховка
редактировать 2D элемент изображения

Э...

Экспорт
работа с данными сторонних форматов

Экспорт (T-FLEX DOCs)
интеграция с T-FLEX DOCs

Экспорт спецификации
старый механизм работы со спецификациями

Электропровод
переключение режима создания коммуникаций

Элемент управления (создать)
параметризация

Элемент управления (редактировать)
параметризация

Элементы модели
открыть служебное окно

Эллипс
создать 2D элемент построения

Эллипс
создать 2D элемент изображения

Эллипс через точки
создать 2D элемент изображения

Эскиз
создать 2D элемент изображения

Эскиз
редактировать 2D элемент изображения

Команды по клавишам вызова

Выберите первую клавишу вызова команды:

Esc F1-F12 PageUp PageDown

Tab 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 Del

A B C D E F G H I J K L M

N O P Q R S T U V W X Y Z

Ctrl Shift Ctrl+Shift Alt Ctrl+Alt Space Стрелки

В списке представлены только те команды базового модуля T-FLEX CAD, которые могут быть вызваны **с клавиатуры** в 2D и 3D окнах в режиме ожидания, в т.ч. при черчении на активной РП и работе над фрагментом в контексте сборки. Для перехода к описанию команды нажмите на её названии. Команды, имеющие несколько способов вызова с клавиатуры, представлены в списке соответствующее число раз. В скобках даны пояснения к названиям, где это необходимо. Под названием мелким шрифтом указана сфера применения команды.

Для получения информации о командах специализированных приложений (**T-FLEX Анализ**, **T-FLEX Динамика** и т.п.) обратитесь к справке соответствующего приложения.

См. также:

- Последние команды
- Команды по алфавиту

Команды, не вошедшие в список:

- Команды перехода к выбранному элементу
- Команды управления видимостью выбранных 3D элементов
- Команды окна печати документов
- Команды конвертера документов
- Команды управления генерацией фотореалистичного изображения
- Команды контекстного меню ассоциативной копии 2D элемента
- Команды контекстного меню размера
- Команды редактирования текстов и таблиц:
  - таблицы

  - отображение содержимого текста при редактировании
  - параметры шрифта
  - параметры абзаца
- Команды контекстного меню содержимого текста
- Команды редактора текста
- Команды контекстного меню обозначений и заголовков чертёжных видов
- Команды контекстного меню чертёжного вида
- Команды дерева 3D модели
- Команды редактора стандартов трубопровода
- Команды редактора стилей коммуникаций
- Команды окна Материалы
- Команды проектирования сборок "Сверху-вниз"
  - Создать деталь
  - Создать сборочную единицу
  - Выгрузить деталь
  - Создать дубликат детали
- Команды окна Структура сборки
- Команды контекстных меню проекции и её элементов
- Команды окна Состав изделия
- Команды редактирования спецификаций предыдущих версий
- Команды окна Конфигурации модели
- Команды редактора переменных
- Команды редактора баз данных
- Команды редактора графиков
- Изменение и перезадание элементов
- Команды окна Контроль качества
- Команды окна Меню документов
- Команды редактора кадров анимации
- Команды управления воспроизведением сценария разборки
- Команды редактора макросов

<F1>-<F12>

<F1>		**Справка** справочная информация
<F2>		**Объектная привязка** общее управление элементами
<F3>		**Рамка** управление видом на плоскости
<F7>		**Перерисовать** управление 2D элементами
<F11>		**Полноэкранный режим** настройка интерфейса системы

<Shift>...

<Shift>+<Esc>		**Выход из всех команд любого уровня вложенности** общее управление элементами
<Shift>+<F1>		**Элементы модели** открыть служебное окно
<Shift>+<F2>		**Структурные элементы** открыть служебное окно
<Shift>+<F3>		**Замечания** открыть служебное окно
<Shift>+<F4>		**Конфигурации модели** открыть служебное окно
<Shift>+<F5>		**Слои** открыть служебное окно
<Shift>+<F6>		**Задачи** открыть служебное окно
<Shift>+<F7>		**Полный пересчёт** общее управление элементами
<Shift>+<F8>		**Сварные швы** открыть служебное окно
<Shift>+<F9>		**Контроль качества** открыть служебное окно
<Shift>+<F11>		**Режим презентации** настройка интерфейса системы
<Shift>+<End>		**Завершить** (черчение на активной рабочей плоскости) работа в режиме черчения на активной РП
<Shift>+<Ins>		**Вставить из буфера** общее управление элементами

<Ctrl>...

<Ctrl>+<F2>		**Автоматическое создание ограничений** ограничение степеней свободы 2D элементов
<Ctrl>+<F7>		**Пересчитать** параметризация
<Ctrl>+<F8>		**Развернуть по нормали к выбранному элементу** управление отображением 3D сцены
<Ctrl>+<F11>		**Проверка правописания** служебные инструменты

<Ctrl>+<A>		**Выбрать все** управление 2D элементами
<Ctrl>+<C>		**Копировать в буфер** общее управление элементами
<Ctrl>+<D>		**Найти элемент** общее управление элементами
<Ctrl>+<F>		**Свободное рисование** изменить режим создания 2D элементов построения
<Ctrl>+<G>		**Привязка к сетке** настройка текущего документа
<Ctrl>+<H>		**Заменить элемент** редактировать 2D элемент построения
<Ctrl>+<N>		**Создать документ из прототипа** работа с документами
<Ctrl>+<O>		**Открыть документ** работа с документами
<Ctrl>+<P>		**Печать** работа с документами
<Ctrl>+<R>		**Импорт** работа с данными сторонних форматов
<Ctrl>+<S>		**Сохранить текущий документ** работа с документами
<Ctrl>+<V>		**Вставить из буфера** общее управление элементами
<Ctrl>+<W>		**Экспорт** работа с данными сторонних форматов
<Ctrl>+<Y>		**Повторить** общее управление элементами
<Ctrl>+<Z>		**Отменить** общее управление элементами
<Ctrl>+<BackSpace>		**Повторить** общее управление элементами
<Ctrl>+<Ins>		**Копировать в буфер** общее управление элементами
<Ctrl>+<Up>		**Вверх** управление видом на плоскости

<Ctrl>+<Down>		**Вниз** управление видом на плоскости
<Ctrl>+<Right>		**Вправо** управление видом на плоскости
<Ctrl>+<Left>		**Влево** управление видом на плоскости
<Ctrl>+<Num0>		**Вид сзади** управление отображением 3D сцены
<Ctrl>+<Num1>		**Изометрия снизу** управление отображением 3D сцены
<Ctrl>+<Num2>		**Вид снизу** управление отображением 3D сцены
<Ctrl>+<Num3>		**Изометрия снизу сзади** управление отображением 3D сцены
<Ctrl>+<Num4>		**Вид слева** управление отображением 3D сцены
<Ctrl>+<Num5>		**Вид спереди** управление отображением 3D сцены
<Ctrl>+<Num6>		**Вид справа** управление отображением 3D сцены
<Ctrl>+<Num7>		**Изометрия спереди** управление отображением 3D сцены
<Ctrl>+<Num8>		**Вид сверху** управление отображением 3D сцены
<Ctrl>+<Num9>		**Изометрия сзади** управление отображением 3D сцены

<Ctrl>+<Shift>...

<Ctrl>+<Shift>+<B>		**Инвертировать видимость** управление видимостью 3D элементов
<Ctrl>+<Shift>+<C>		**Погасить/показать построения** управление видимостью 2D и 3D элементов
<Ctrl>+<Shift>+<N>		**Создать 3D деталь** работа с документами
<Ctrl>+<Shift>+<Home>		**Показать по размеру листа** управление видом на плоскости

<Ctrl>+<Shift>+<End>		**Показать всё изображение** управление видом на плоскости
<Ctrl>+<Shift>+<PageUp>		**Увеличить** управление видом на плоскости
<Ctrl>+<Shift>+<PageDown>		**Уменьшить** управление видом на плоскости
<Ctrl>+<Shift>+<Up>		**Повернуть камеру на 90° вверх вокруг горизонтали** управление отображением 3D сцены
<Ctrl>+<Shift>+<Down>		**Повернуть камеру на 90° вниз вокруг горизонтали** управление отображением 3D сцены
<Shift>+<Ctrl>+<Left>		**Повернуть камеру на 90° влево вокруг вертикали** управление отображением 3D сцены
<Shift>+<Ctrl>+<Right>		**Повернуть камеру на 90° вправо вокруг вертикали** управление отображением 3D сцены

<Alt>...

<Alt>+<0>		**Общий вид** открыть служебное окно
<Alt>+<1>		**Меню документов** открыть служебное окно
<Alt>+<2>		**Диагностика** открыть служебное окно
<Alt>+<3>		**3D Модель** открыть служебное окно
<Alt>+<4>		**Параметры** открыть служебное окно
<Alt>+<5>		**Макросы** открыть служебное окно
<Alt>+<6>		**Переменные** открыть служебное окно
<Alt>+<7>		**Структура сборки** открыть служебное окно
<Alt>+<8>		**Материалы** открыть служебное окно
<Alt>+<9>		**Состав изделия** открыть служебное окно

<Alt>+<F1>		**Информация** общее управление элементами
<Alt>+<F4>		**Выход** выйти из T-FLEX CAD
<Alt>+<F6>		**Сетка** настройка текущего документа
<Alt>+<F7>		**Обновить** общее управление элементами
<Alt>+<BackSpace>		**Отменить** общее управление элементами
<Alt>+<End>		**Отменить** (черчение на активной рабочей плоскости) работа в режиме черчения на активной РП
<Alt>+<Num+>		**Выбирать элементы всех типов** фильтры выбора элементов
<Alt>+<Num->		**Отменить выбор элементов всех типов** фильтры выбора элементов

<Ctrl>+<Alt>...

<Ctrl>+<Alt>+<A>		**Выбор штриховок** фильтры выбора 2D элементов
<Ctrl>+<Alt>+<C>		**Выбор линий построения** фильтры выбора 2D элементов
<Ctrl>+<Alt>+<D>		**Выбор размеров** фильтры выбора 2D элементов
<Ctrl>+<Alt>+<E>		**Выбор рёбер** фильтры выбора 3D элементов
<Ctrl>+<Alt>+<F>		**Выбор фрагментов** фильтры выбора 2D элементов
<Ctrl>+<Alt>+<G>		**Выбор линий изображения** фильтры выбора 2D элементов
<Ctrl>+<Alt>+<I>		**Выбор элементов оформления** фильтры выбора 2D элементов
<Ctrl>+<Alt>+<J>		**Выбор операций по созданным граням** фильтры выбора 3D элементов
<Ctrl>+<Alt>+<K>		**Выбор циклов** фильтры выбора 3D элементов
<Ctrl>+<Alt>+<L>		**Выбор ЛСК** фильтры выбора 3D элементов

<Ctrl>+<Alt>+<M>		**Выбор других элементов** фильтры выбора 3D элементов
<Ctrl>+<Alt>+<N>		**Выбор узлов** фильтры выбора 2D элементов
<Ctrl>+<Alt>+<O>		**Выбор других элементов** фильтры выбора 2D элементов
<Ctrl>+<Alt>+<Q>		**Выбор граней** фильтры выбора 3D элементов
<Ctrl>+<Alt>+<R>		**Выбор профилей/путей** фильтры выбора 3D элементов
<Ctrl>+<Alt>+<T>		**Выбор текстов** фильтры выбора 2D элементов
<Ctrl>+<Alt>+<U>		**Выбор вложенных подсборок по телам** фильтры выбора 3D элементов
<Ctrl>+<Alt>+<V>		**Выбор вершин** фильтры выбора 3D элементов
<Ctrl>+<Alt>+<W>		**Выбор рабочих плоскостей** фильтры выбора 3D элементов
<Ctrl>+<Alt>+<X>		**Выбор операций** фильтры выбора 3D элементов
<Ctrl>+<Alt>+<Z>		**Выбор 3D узлов** фильтры выбора 3D элементов

<PageUp>

<PageUp> в 2D окне	**Перейти на предыдущую страницу** управление 2D элементами
<PageUp> в 3D окне	**Повернуть камеру на 15° по часовой вокруг направления взгляда** управление отображением 3D сцены

<PageDown>

<PageDown> в 2D окне	**Перейти на следующую страницу или добавить новую (если текущая страница является последней)** управление 2D элементами / настройка текущего документа
<PageDown> в 3D окне	**Повернуть камеру на 15° против часовой вокруг направления взгляда** управление отображением 3D сцены

<3...>

Выберите первые две клавиши вызова команды:

3A 3B 3C 3D 3E 3F 3G 3H 3I 3J 3K 3L 3M

3N 3O 3P 3Q 3R 3S 3T 3U 3V 3W 3X 3Y 3Z

<3A...>

<3AA>
Параметрический массив
создать операцию 3D моделирования

<3AC>
Массив по образцу
создать операцию 3D моделирования

<3AD>
Массив по таблице
создать операцию 3D моделирования

<3AJ>
Вид по стрелке
создать чертёж по 3D модели

<3AL>
Линейный массив
создать операцию 3D моделирования

<3AM>
Наложить материал
создать операцию 3D моделирования

<3AN>
Массив по точкам
создать операцию 3D моделирования

<3AP>
Массив по пути
создать операцию 3D моделирования

<3AR>
Круговой массив
создать операцию 3D моделирования

<3AS>
Применить сечение
управление отображением 3D сцены

<3AT>
Резьба
создать операцию 3D моделирования

<3B...>

<3B>
Булева операция
создать операцию 3D моделирования

<3C...>

<3CA>
Создать камеру
создать 3D элемент построения

<3CB>
Инвертировать видимость
управление видимостью 3D элементов

<3CC>
Редактировать камеру
редактировать 3D элемент построения

<3CL>
Активна (плоскость обрезки)
управление отображением 3D сцены

<3CM>
Перемещение сопряжённых элементов
ограничение степеней свободы 3D элементов

<3CO>
Тело смещения
создать операцию 3D моделирования

<3CP>
Копия
создать операцию 3D моделирования

<3CS>
В плоскости экрана
управление отображением 3D сцены

<3CT>
Создать сопряжение
ограничение степеней свободы 3D элементов

<3CU>
Отсечение
создать операцию 3D моделирования

<3CV>
Манипуляторы
параметризация

<3CW>
Продолжение по закону
создать операцию 3D моделирования

<3D...>

<3DE>
Сглаживание рёбер
создать операцию 3D моделирования

<3DF>
Сглаживание граней
создать операцию 3D моделирования

<3DJ>
Местный разрез
создать чертёж по 3D модели

<3DRB>
Сгибание
создать операцию 3D моделирования

<3DRC>
Скульптурная деформация
создать операцию 3D моделирования

<3DRF>
Деформация по поверхности
создать операцию 3D моделирования

<3DRS>
Перекос
создать операцию 3D моделирования

<3DRT>
Масштабирование/Скручивание
создать операцию 3D моделирования

<3DRV>
Деформация по кривой
создать операцию 3D моделирования

<3DS>
Стандартная плоскость
создать 3D элемент построения

<3DT>
Сглаживание трёх граней
создать операцию 3D моделирования

<3E...>

<3EAA>
Редактировать параметрический массив
редактировать операцию 3D моделирования

<3EAL>
Редактировать линейный массив
редактировать операцию 3D моделирования

<3EAM>
Редактировать наложение материала
редактировать операцию 3D моделирования

<3EAN>
Редактировать массив по точкам
редактировать операцию 3D моделирования

<3EAP>
Редактировать массив по пути
редактировать операцию 3D моделирования

<3EAR>
Редактировать круговой массив
редактировать операцию 3D моделирования

<3EAT>
Редактировать резьбу
редактировать операцию 3D моделирования

<3EB>
Редактировать булеву операцию
редактировать операцию 3D моделирования

<3EC>
Редактировать копию
редактировать операцию 3D моделирования

<3EDE>
Редактировать сглаживание рёбер
редактировать операцию 3D моделирования

<3EDF>
Редактировать сглаживание граней
редактировать операцию 3D моделирования

<3EDT>
Редактировать сглаживание трёх граней
редактировать операцию 3D моделирования

<3EE>
Редактировать операции всех типов
редактировать операцию 3D моделирования

<3EF>
Редактировать 3D фрагмент
редактировать операцию 3D моделирования

<3EG>
Преобразования
управление 3D элементами

<3EH>
Редактировать отверстие
редактировать операцию 3D моделирования

<3EI>
Редактировать 3D изображение
редактировать операцию 3D моделирования

<3EJ>
Редактировать проекцию
редактировать чертёж по 3D модели

<3EL>
Редактировать источник света
редактировать 3D элемент построения

<3EMO>
Редактировать внешнюю модель
редактировать операцию 3D моделирования

<3EN>
Редактировать 3D узел
редактировать 3D элемент построения

<3EO>
Редактировать локальную систему координат
редактировать 3D элемент построения

<3EPA>
Редактировать 3D путь
редактировать 3D элемент построения

<3EPI>
Редактировать трубопровод
редактировать операцию 3D моделирования

<3EPP>
Редактировать трассу
редактировать 3D элемент построения

<3EPR>
Редактировать 3D профиль
редактировать 3D элемент построения

<3ER>
Редактировать вращение
редактировать операцию 3D моделирования

<3ESA>
Редактировать тело по параметрам
редактировать операцию 3D моделирования

<3ESD>
Редактировать разделение
редактировать операцию 3D моделирования

<3ESE>
Редактировать 3D сечение
редактировать 3D элемент построения

<3ESH>
Редактировать оболочку
редактировать операцию 3D моделирования

<3ESL>
Редактировать тело по сечениям
редактировать операцию 3D моделирования

<3ESP>
Редактировать пружину
редактировать операцию 3D моделирования

<3ESR>
Редактировать спираль
редактировать операцию 3D моделирования

<3ESS>
Редактировать сшивку
редактировать операцию 3D моделирования

<3EST>
Редактировать ребро жёсткости
редактировать операцию 3D моделирования

<3ESU>
Редактировать рабочую поверхность
редактировать 3D элемент построения

<3ESW>
Редактировать тело по траектории
редактировать операцию 3D моделирования

<3ESX>
Редактировать расширение поверхности
редактировать операцию 3D моделирования

<3ESY>
Редактировать симметрию
редактировать операцию 3D моделирования

<3ETA>
Редактировать уклон граней
редактировать операцию 3D моделирования

<3ETB>
Редактировать уклон тела
редактировать операцию 3D моделирования

<3EU>
Редактировать отсечение
редактировать операцию 3D моделирования

<3EW>
Редактировать рабочую плоскость
редактировать 3D элемент построения

<3EX>
Редактировать выталкивание
редактировать операцию 3D моделирования

<3EZC>
Редактировать изменение граней
редактировать операцию 3D моделирования

<3EZD>
Редактировать удаление граней
редактировать операцию 3D моделирования

<3EZF>
Редактировать заполнение области
редактировать операцию 3D моделирования

<3EZR>
Редактировать замену граней
редактировать операцию 3D моделирования

<3EZS>
Редактировать разделение граней
редактировать операцию 3D моделирования

<3EZT>
Редактировать перемещение граней
редактировать операцию 3D моделирования

<3EZX>
Редактировать отделение граней
редактировать операцию 3D моделирования

<3F...>

<3F>
Вставить 3D фрагмент
создать операцию 3D моделирования на основе существующего документа

<3G...>

<3G>
Обновить
общее управление элементами

<3H...>

<3H>
Отверстие
создать операцию 3D моделирования

<3I...>

<3I>
3D изображение
создать операцию 3D моделирования на основе данных стороннего формата

<3J...>

<3J>
Проекция
создать чертёж по 3D модели

<3K...>

<3KCB>
Переходный путь
создать 3D элемент построения

<3KCC>
Коническая кривая
создать 3D элемент построения

<3KCF>
Кривая смещения к плоскому 3D пути
создать 3D элемент построения

<3KCO>
Линия очерка
создать 3D элемент построения

<3KCP>
3D кривая смещения к 3D пути
создать 3D элемент построения

<3KCS>
Кривая смещения к 3D кривой на поверхности
создать 3D элемент построения

<3KCU>

Изопараметрическая кривая
создать 3D элемент построения

<3KJ>
Три стандартных вида
создать чертёж по 3D модели

<3KNC>

3D узел в координатах
создать 3D элемент построения

<3KNI>
3D узел на пересечении элементов
создать 3D элемент построения

<3KNJ>
3D узел по двум проекциям
создать 3D элемент построения

<3KNM>
3D узел в центре масс
создать 3D элемент построения

<3KNO>
3D узел по граням и смещениям
создать 3D элемент построения

<3KNP>
3D узел на пути
создать 3D элемент построения

<3KNR>
3D узел по наименьшему расстоянию
создать 3D элемент построения

<3KNS>
3D узел на поверхности
создать 3D элемент построения

<3KNT>
3D узел на пересечении трёх плоскостей
создать 3D элемент построения

<3KPB>
Сгладить 3D путь
редактировать 3D элемент построения

<3KPC>
Копия 3D пути
создать 3D элемент построения

<3KPD>
Разделение пути
создать 3D элемент построения

<3KPE>
3D путь по 2D элементам
создать 3D элемент построения

<3KPF>
Проекция 3D пути на грань или тело
создать 3D элемент построения

<3KPG>
3D путь на пересечении элементов
создать 3D элемент построения

<3KPJ>
3D путь по двум проекциям
создать 3D элемент построения

<3KPL>
Изменить длину 3D пути
редактировать 3D элемент построения

<3KPO>
Составной 3D путь
создать 3D элемент построения

<3KPP>
Параметрическое изменение 3D узла
создать 3D элемент построения

<3KPS>
Сплайн по 3D точкам
создать 3D элемент построения

<3KRF>

3D профиль по 2D элементам
создать 3D элемент построения

<3KRJ>
Проекция 3D профиля
создать 3D элемент построения

<3KRS>
Развёртка 3D профиля
создать 3D элемент построения

<3KRV>

3D профиль по 3D элементам
создать 3D элемент построения

<3KSF>
Плоскость через плоское ребро или точки
создать 3D элемент построения

<3KSJ>
Плоскость на основе 2D проекции
создать 3D элемент построения

<3KSL>
Плоскость на основе системы координат
создать 3D элемент построения

<3KSM>
Плоскость в координатах
создать 3D элемент построения

<3KSO>
Смещённая плоскость
создать 3D элемент построения

<3KSP>
Плоскость перпендикулярно пути
создать 3D элемент построения

<3KSS>
Плоскость между двумя плоскостями
создать 3D элемент построения

<3KST>
Касательная к поверхности в точке плоскость
создать 3D элемент построения

<3KSV>
Параллельная экрану плоскость
создать 3D элемент построения

<3L...>

<3L>
Источник света
создать 3D элемент построения

<3M...>

<3MP>
Характеристики
измерение

<3MO>
Внешняя модель
создать операцию 3D моделирования на основе данных стороннего формата

<3MT>
Материалы
открыть служебное окно

<3N...>

<3N>
3D узел
создать 3D элемент построения

<3O...>

<3O>
Локальная система координат
создать 3D элемент построения

<3P...>

<3PA>
3D путь
создать 3D элемент построения

<3PB>
Параллелепипед
создать операцию 3D моделирования

<3PC>
Обновить коммуникации
работа с коммуникациями

<3PF>
Проекция развёртки
создать чертёж по 3D модели

<3PH>
Спиральный 3D путь
создать 3D элемент построения

<3PI>
Трубопровод
создать операцию 3D моделирования

<3PL>

3D путь по формуле
создать 3D элемент построения

<3PO>
Конус
создать операцию 3D моделирования

<3PP>
Трасса
создать 3D элемент построения

<3PR>
3D профиль
создать 3D элемент построения

<3PS>
Шар
создать операцию 3D моделирования

<3PT>
Тор
создать операцию 3D моделирования

<3PV>
Пирамида
создать операцию 3D моделирования

<3PX>
3D ось
создать 3D элемент построения

<3PY>
Цилиндр
создать операцию 3D моделирования

<3PZ>
Призма
создать операцию 3D моделирования

<3Q...>

<3Q>

Линейчатая поверхность
создать операцию 3D моделирования

<3R...>

<3RA>

Автоматическое вращение
управление отображением 3D сцены

<3RC>

Выбрать центр вращения
управление отображением 3D сцены

<3RE>

Ссылочный элемент
работа в контексте сборки

<3RF>

Свободное вращение
управление отображением 3D сцены

<3RG>

Полный пересчёт
общее управление элементами

<3RL>

Зафиксировать точку взгляда в текущем окне
управление отображением 3D сцены

<3RO>

Вращение
создать операцию 3D моделирования

<3RP>

Панорама
управление отображением 3D сцены

<3RS>

Вращение в системе координат экрана
управление отображением 3D сцены

<3RU>

Фотореалистичный вид (CPU)
управление отображением 3D сцены

<3RV>

Фотореалистичный вид (GPU NVIDIA)
управление отображением 3D сцены

<3RX>

Вращение вокруг оси X
управление отображением 3D сцены

<3RY>

Вращение вокруг оси Y
управление отображением 3D сцены

<3RZ>

Вращение вокруг оси Z
управление отображением 3D сцены

<3S...>

<3SA>
Тело по параметрам
создать операцию 3D моделирования

<3SB>
Цилиндрическая поверхность
создать 3D элемент построения

<3SD>
Разделение
создать операцию 3D моделирования

<3SE>
3D сечение
создать 3D элемент построения

<3SH>
Оболочка
создать операцию 3D моделирования

<3SI>
Упрощение
создать операцию 3D моделирования

<3SJ>
Сечение
создать чертёж по 3D модели

<3SL>
Тело по сечениям
создать операцию 3D моделирования

<3SM>
Погасить/показать манипуляторы
управление видимостью 3D элементов

<3SN>
Тороидальная поверхность
создать 3D элемент построения

<3SO>
Поверхность смещения
создать операцию 3D моделирования

<3SP>
Пружина
создать операцию 3D моделирования

<3SR>
Спираль
создать операцию 3D моделирования

<3SS>
Сшивка
создать операцию 3D моделирования

<3ST>
Ребро жёсткости
создать операцию 3D моделирования

<3SU>
Рабочая поверхность
создать 3D элемент построения

<3SW>
Тело по траектории
создать операцию 3D моделирования

<3SV> **Сферическая поверхность**
создать 3D элемент построения

<3SX> **Расширение поверхности**
создать операцию 3D моделирования

<3SY> **Симметрия**
создать операцию 3D моделирования

<3T...>

<3TA> **Уклон граней**
создать операцию 3D моделирования

<3TB> **Уклон тела**
создать операцию 3D моделирования

<3TJ> **Стандартные виды**
создать чертёж по 3D модели

<3TN> **Управление разборкой**
анимация и управление разборкой

<3U...>

<3U> **Адаптивный 3D фрагмент**
параметризация

<3V...>

<3V1> **Показать рёбра**
управление отображением 3D сцены

<3V2> **Показать скрытые линии**
управление отображением 3D сцены

<3V3> **Показать очерковые линии**
управление отображением 3D сцены

<3VA> **Автомасштабирование**
управление отображением 3D сцены

<3VC> **Выбрать камеру**
управление отображением 3D сцены

<3VD> **Тоновая закраска с материалами**
управление отображением 3D сцены

<3VE> **Перспективная проекция**
управление отображением 3D сцены

<3VH>
С удалением невидимых линий
управление отображением 3D сцены

<3VM>
Полупрозрачное изображение
управление отображением 3D сцены

<3VN>
Развернуть по нормали к выбранному элементу
управление отображением 3D сцены

<3VO>
Параллельная проекция
управление отображением 3D сцены

<3VQ>
Погасить/показать сетку рабочих плоскостей
управление видимостью 3D элементов

<3VS>
Тоновая закраска
управление отображением 3D сцены

<3VV>
Кривизна поверхностей
измерение

<3VW>
Рёберное изображение
управление отображением 3D сцены

<3VX>
Разборка
анимация и управление разборкой

<3VY>
Реалистичное изображение (POV-Ray)
управление отображением 3D сцены

<3VZ>
С точным удалением невидимых линий
управление отображением 3D сцены

<3W...>

<3W>
Рабочая плоскость
создать 3D элемент построения

<3X...>

<3X>
Выталкивание
создать операцию 3D моделирования

<3Y...>

<3Y>
Переходная поверхность
создать операцию 3D моделирования

<3Z...>

<3ZC>
Изменение граней
создать операцию 3D моделирования

<3ZD>
Удаление граней
создать операцию 3D моделирования

<3ZF>
Заполнение области
создать операцию 3D моделирования

<3ZJ>

Произвольный вид
создать чертёж по 3D модели

<3ZR>
Замена граней
создать операцию 3D моделирования

<3ZS>
Разделение граней
создать операцию 3D моделирования

<3ZT>
Перемещение граней
создать операцию 3D моделирования

<3ZX>
Отделение граней
создать операцию 3D моделирования

<A...>

<AC>
Конвертер документов
работа с документами

<AD>
Управляющие размеры
ограничение степеней свободы 2D элементов

<AF>
Защита документов
работа с документами

<AM>
Перенести сборку
управление сборками

<AN>
Анимация
анимация и управление разборкой

<AP>
Приложения
служебные инструменты

<AX>
Оси
создать 2D элемент изображения

<B...>

<BC>
Создать отчёт/спецификацию
работа с отчётами/спецификациями

<BE>
Редактировать спецификацию
старый механизм работы со спецификациями

<BG>
Разделы спецификаций
управление составом изделия

<BI>
Включение фрагментов в состав изделия
управление составом изделия

<BL>
Проставить позиции
создать 2D элемент оформления

<BM>
Список отчётов/спецификаций
работа с отчётами/спецификациями

<BRA>
Обновить всё
старый механизм работы со спецификациями

<BRI>
Мостик
создать операцию 3D моделирования

<BRP>
Обновить позиции
старый механизм работы со спецификациями

<BRT>
Погасить/показать системы координат
управление видимостью 2D элементов

<BS>
Экспорт спецификации
старый механизм работы со спецификациями

<BT>
Переход Сборка/Спецификация
старый механизм работы со спецификациями

<BX>
Удалить спецификацию
старый механизм работы со спецификациями

<BY>
Типы состава изделия
управление составом изделия

<C...>

<C>
Окружность
создать 2D элемент построения

<D...>

<D>

Размер
создать 2D элемент оформления

<E...>

<EC>

Редактировать линии построения
редактировать 2D элемент построения

<ED>

Редактировать размер
редактировать 2D элемент оформления

<EFO>

Редактировать базу или допуск
редактировать 2D элемент оформления

<EFR>

Редактировать 2D фрагмент
редактировать 2D элемент изображения

<EFV>

Редактировать вектор привязки
редактировать 2D элемент построения

<EG>

Редактировать линии изображения
редактировать 2D элемент изображения

<EH>

Редактировать штриховку
редактировать 2D элемент изображения

<EI>

Редактировать надпись
редактировать 2D элемент оформления

<EL>

Эллипс
создать 2D элемент построения

<EMS>

Редактировать преобразование тела в листовой металл
редактировать операцию листового металла

<EN>

Редактировать 2D узел
редактировать 2D элемент построения

<EO>

Редактировать элемент управления
параметризация

<EP>

Редактировать картинку
редактировать 2D элемент оформления

<ERO>

Редактировать шероховатость
редактировать 2D элемент оформления

<ESA>

Выбрать все
управление 2D элементами

<ESD>
Редактировать чертёжный вид
редактировать чертёжный вид

<ESE>
Редактировать обозначение вида
редактировать 2D элемент оформления

<ESF>
Редактировать выштамповку
редактировать операцию листового металла

<ESK>
Редактировать эскиз
редактировать 2D элемент изображения

<ESM>
Редактировать гибку
редактировать операцию листового металла

<ESO>
Погасить/показать 2D элементы
управление видимостью 2D элементов

<ESR>
Редактировать повторную гибку
редактировать операцию листового металла

<ESU>
Редактировать разгибание
редактировать операцию листового металла

<ET>
Редактировать текст
редактировать 2D элемент оформления

<EU>
Группы
общее управление элементами

<EX>
Экспорт
работа с данными сторонних форматов

<EY>
Редактировать копию
редактировать операцию копирования 2D элементов

<F...>

<F3>
Создать 3D деталь
работа с документами

<FA>
Ассоциативная привязка
работа в контексте сборки

<FB>
Выбирать элементы сборки
работа в контексте сборки

<FCL>
Закрыть текущий документ
работа с документами

<FD>
Найти элемент
общее управление элементами

<FE>
Фаска (на основе линий построения)
создать 2D элемент изображения

<FF>
Сохранить фрагмент и вернуться в сборку
работа в контексте сборки

<FG>
Обновить файлы
управление сборками

<FH>
История изменений
работа с документами

<FI>
Выход
выйти из T-FLEX CAD

<FL>
Фильтр
фильтры выбора элементов

<FM>
Создать 3D фрагмент
создать операцию 3D моделирования на основе нового документа

<FN>
Создать 2D деталь
работа с документами

<FO>
Допуск
создать 2D элемент оформления

<FP>
Создать документ из прототипа
работа с документами

<FQ>
Завершить редактирование фрагмента
работа в контексте сборки

<FR>
Вставить 2D фрагмент
создать 2D элемент изображения на основе существующего документа

<FS>
Полноэкранный режим
настройка интерфейса системы

<FT>
Селектор
фильтры выбора элементов

<FU>
Функция
создать 2D элемент построения

<FV>
Вектор привязки
создать 2D элемент построения

<FX>
Выделить фрагмент
создать новый документ на основе 2D элементов текущего документа

<G...>

<G>

Изображение
создать 2D элемент изображения

<H...>

<H>

Штриховка
создать 2D элемент изображения

<I...>

<IC>

Иконка
настройка текущего документа

<ID>

База данных
параметризация

<II>

Пересечение линий
создать 2D элемент изображения

<IM>

Импорт
работа с данными сторонних форматов

<IN>

Надпись
создать 2D элемент оформления

<IP>

Картинка
создать 2D элемент оформления на основе данных стороннего формата

<IS>

Поиск ограничений
ограничение степеней свободы 2D элементов

<L...>

<L>

Прямая
создать 2D элемент построения

<M...>

<M>

Внешние переменные
параметризация

<N...>

<N>

2D узел
создать 2D элемент построения

<O...>

<O>

Открыть документ
работа с документами

<P...>

<P3D>

Печать 3D...
работа с данными сторонних форматов

<PA>

2D Путь
создать 2D элемент построения

<PD>

Параметры по умолчанию
общее управление элементами

<PE>

Задать значение (размера)
параметризация

<PG>

Страницы
настройка текущего документа

<PL>

Графики
параметризация

<PM>

Измерить
измерение

<PN>

Пересчёт полей допусков
параметризация

<PO>

Оптимизация
параметризация

<PR>

Профиль
служебные инструменты

<PS>

Свойства
настройка текущего документа

<PT>

Печать
работа с документами

<PU>

Удалить лишнее
общее управление элементами

<PV>
Просмотр
настройка текущего документа

<PW>
Параметры 3D вида
управление отображением 3D сцены

<PZ>
Размеры страницы
настройка текущего документа

<Q...>

<QA>
Проверка изменений
измерение

<QC>
Кривизна кривых
измерение

<QD>
Отклонение граней
измерение

<QF>
Кривизна поверхностей по сечениям
измерение

<QG>
Сетка
настройка текущего документа

<QH>
Зазор между гранями
измерение

<QI>
Пересечение тел
измерение

<QL>
Слои
общее управление элементами

<QM>
Проверка модели
измерение

<QN>
Расхождение нормалей
измерение

<QP>
Проверка контуров
измерение

<QS>
Разнимаемость формы
измерение

<QT>
Контроль отклонений
измерение

<QZ>
Гладкость модели
измерение

<R...>

<RD>
Перерисовать
управление 2D элементами

<REC>
Пересчитать
параметризация

<RED>
Повторить
общее управление элементами

<REL>
Отношения
параметризация

<REP>
Отчёт
параметризация

<RES>
Погасить/показать отношения
управление видимостью 2D элементов

<RL>
Заменить элемент
редактировать 2D элемент построения

<RO>
Шероховатость
создать 2D элемент оформления

<S...>

<SA>
Сохранить текущий документ
работа с документами

<SB>
Настройка инструментальных панелей
настройка интерфейса системы

<SC>
Ограничение
ограничение степеней свободы 2D элементов

<SD>
Чертёжный вид
создать чертёжный вид

<SE>
Обозначение вида
создать 2D элемент оформления

<SG>
Глобальные переменные
параметризация

<SH>
Уровни
общее управление элементами

<SI>
Погасить/показать построения
управление видимостью 2D и 3D элементов

<SK>
Эскиз
создать 2D элемент изображения

<SL>
Сохранить все открытые документы
работа с документами

<SM2>
Перемычка
создать операцию листового металла

<SMA>
Фланец
создать операцию листового металла

<SMB>
Сгиб
создать операцию листового металла

<SMC>
Угол
создать операцию листового металла

<SMD>
Заготовка
создать операцию листового металла

<SME>
Отгиб
создать операцию листового металла

<SMF>
Выштамповка
создать операцию листового металла

<SMG>
Ребро жёсткости
создать операцию листового металла

<SMH>
Отбортовка
создать операцию листового металла

<SMI>
Фланец по контуру
создать операцию листового металла

<SMJ>
Подсечка
создать операцию листового металла

<SML>
Гибка по сечениям
создать операцию листового металла

<SMN>
Вырез по нормали
создать операцию листового металла

<SMO>
Таблица сгибов
создать 2D элемент оформления

<SMP>
Параметры листового металла
управление операциями листового металла

<SMR>
Повторная гибка
создать операцию листового металла

<SMS>
Преобразование тела в лист
создать операцию листового металла

<SMT>
Данные для таблицы сгибов
управление составом изделия

<SMU>
Разгибание
создать операцию листового металла

<SMZ>
Обозначение линии сгиба
создать 2D элемент оформления

<SN>
Погасить/показать элементы оформления
управление видимостью 3D элементов

<SO>
Установки системы
настройка интерфейса системы

<SP>
Сплайн
создать 2D элемент построения

<SR>
Связи
параметризация

<SS>
Погасить/показать ограничения
управление видимостью 2D элементов

<ST>
Параметры документа
настройка текущего документа

<SV>
Сохранить как
работа с документами

<SY>
Сохранить как прототип
работа с документами

<T...>

<TA>
Перенос с масштабом
перенос и копирование 2D элементов

<TE>
Текст
создать 2D элемент оформления

<THR>
Создать таблицу отверстий
создать 2D элемент оформления

<THS>
Данные для таблицы отверстий
управление составом изделия

<TI>
Типы соединений
работа с коммуникациями

<TLS>
Погасить/показать гиперссылки
управление видимостью 2D элементов

<TM>
Перенос с перемещением
перенос и копирование 2D элементов

<TO>
Кривая смещения
создать 2D элемент построения

<TP>
Перенос с перемещением и поворотом
перенос и копирование 2D элементов

<TR>
Элемент управления
параметризация

<TS>
Перенос с симметрией
перенос и копирование 2D элементов

<TT>
Перенос с поворотом
перенос и копирование 2D элементов

<U...>

<UA>
Пересохранить фрагменты
управление сборками

<UN>
Отменить
общее управление элементами

<UL>
Обновить ссылки
управление сборками

<V...>

<V>
Переменные
открыть редактор переменных

<W...>

<W3>
3D Сварной шов
сварка

<WCA>
Расположить каскадом
управление окнами документов

<WCS>
Закрыть все окна документов
управление окнами документов

<WE>
2D Сварной шов
сварка

<WHT>
Расположить горизонтально
управление окнами документов

<WL>
Библиотеки
работа с библиотеками

<WM>
Редактор макросов
служебные инструменты

<WN>
Обозначение сварного шва
создать 2D элемент оформления

<WO>
Новое окно документа
управление окнами документов

<WSA>
Сохранить все конфигурации
работа с библиотеками

<WSC>
Закрыть все конфигурации
работа с библиотеками

<WSD>
Открыть папку
открыть служебное окно

<WSH>
Разделить по горизонтали
управление окнами документов

<WSL>
Открыть библиотеку
работа с библиотеками

<WSN>
Новая конфигурация
работа с библиотеками

<WSO>
Открыть конфигурацию
работа с библиотеками

<WSR>
Разделить по вертикали
управление окнами документов

<WSS>
Полосы прокрутки
настройка интерфейса системы

<WSV>
Размещение видов
управление окнами документов

<WT>
Таблица сварных швов
создать 2D элемент оформления

<WVT>
Расположить вертикально
управление окнами документов

<WW>
Сварные швы
открыть служебное окно

<X...>

<XA>
Копия с масштабом
перенос и копирование 2D элементов

<XC>
Копировать в буфер
общее управление элементами

<XD>
Массив по таблице
перенос и копирование 2D элементов

<XE>
Копия с перемещением и поворотом
перенос и копирование 2D элементов

<XI>
Копировать с точкой
управление 2D элементами

<XL>
Линейный массив
перенос и копирование 2D элементов

<XM>
Копия с перемещением
перенос и копирование 2D элементов

<XP>
Вставить из буфера
общее управление элементами

<XR>
Круговой массив
перенос и копирование 2D элементов

<XS>
Копия с симметрией
перенос и копирование 2D элементов

<XT>
Копия с поворотом
перенос и копирование 2D элементов

<XV>
Массив по кривой
перенос и копирование 2D элементов

<XZ>
Специальная вставка
общее управление элементами

<Z...>

<ZA>
Показать по размеру листа
управление видом на плоскости

<ZC>		**Координаты** управление видом на плоскости
<ZD>		**Вниз** управление видом на плоскости
<ZI>		**Увеличить** управление видом на плоскости
<ZL>		**Влево** управление видом на плоскости
<ZM>		**Показать всё изображение** управление видом на плоскости
<ZO>		**Уменьшить** управление видом на плоскости
<ZR>		**Вправо** управление видом на плоскости
<ZP>		**Предыдущее** управление видом на плоскости
<ZS>		**Показать выбранные элементы крупнее** управление видом на плоскости
<ZT>		**Реальный размер** управление видом на плоскости
<ZU>		**Вверх** управление видом на плоскости
<ZW>		**Рамка** управление видом на плоскости

Для связи с головным офисом компании «Топ Системы»
или любым нашим региональным партнером воспользуйтесь
единой формой обратной связи

tflex.ru/mail

связаться с нами

ТОП СИСТЕМЫ

Разработчик и интегратор
российского ПО для управления ЖЦИ

www.tflex.ru
www.tflexcad.ru

+7 (499) 973-20-34
+7 (499) 973-20-35

marketing@topsystems.ru