

T-FLEX CAD 16

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

© ЗАО «Топ Системы», 1992—2020

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

ЗАО «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 Parametric CAD, T-FLEX CAD являются собственностью ЗАО «Топ Системы». Parasolid является охраняемым товарным знаком Siemens PLM Software. Все другие товарные марки являются собственностью соответствующих фирм.

СОДЕРЖАНИЕ

Содержание	3
Добро пожаловать в T-FLEX CAD 16.....	5
Новые инструменты параметрического черчения	10
Вариационное проектирование. Новые возможности параметризации	11
Геометрические ограничения.....	14
Параметрические размеры.....	17
Обновлённый набор команд и инструментов черчения	21
Работа со сборками	24
Ссылочные элементы.....	24
Окно «Структура сборки».....	29
Отображение структуры сборки в окне «3D Модель»	32
Визуализация при работе в контексте сборки.....	33
3D геометрия.....	35
Трасса.....	35
Спиральный путь	37
Разделение пути.....	38
3D путь как пересечение элементов.....	38
3D путь по 2D элементам.....	39
3D ось.....	39
3D профиль.....	41
Построение 3D профиля методом развёртки	41
Моделирование деталей.....	43
Листовой металл.....	43
Операция «Мостик».....	54
Операция «Оболочка».....	54
Операция «Сглаживание рёбер»	60
Операция «Сглаживание трёх граней».....	61
Операция «Пружина»	68
Группа операций «Примитив».....	68
Создание 3D профилей в командах 3D операций.....	69
Ручное управление масс-инерционными характеристиками.....	70
Операция «Упрощение»	71
Операции редактирования граней	72
Создание чертежей.....	73
Привязки.....	73
Вспомогательные линии	74
Слайны	75
2D массивы	81
Размеры	83
Надписи.....	85
2D системы координат.....	85
2D элементы построения	90
Команда «Проецировать элементы».....	92
Увеличение и уменьшение размера шрифта	93

Редактор переменных.....	94
Нововведения в редакторе переменных.....	94
Новые функции.....	99
Заимствование переменных и баз данных.....	100
Использование переменных в диалоге ввода угла.....	103
Вставка переменной.....	103
Интерфейс и удобство работы с системой.....	105
Повтор предыдущей команды.....	105
Поиск команд.....	106
Лента.....	107
Подтверждение изменений двойным кликом.....	109
Расширенные подсказки к командам.....	109
Расширенные подсказки к элементам.....	110
Выбор элементов под курсором.....	110
Масштабирование колесом мыши.....	111
Прочие нововведения.....	112
Материалы.....	112
Измерения.....	112
Вставка фрагмента, картинки, 3D изображения.....	113
Сеточные объекты.....	114
Использование логотипов при генерации видеороликов.....	114
Графики.....	115
Измерение площади замкнутых кривых.....	116
T-FLEX Электротехника.....	117
T-FLEX Анализ.....	123
Пользовательский интерфейс.....	123
Подготовка сеточной модели.....	125
Дистанционные граничные условия.....	129
Отчёты.....	134
Виртуальная реальность.....	136

ДОБРО ПОЖАЛОВАТЬ В T-FLEX CAD 16

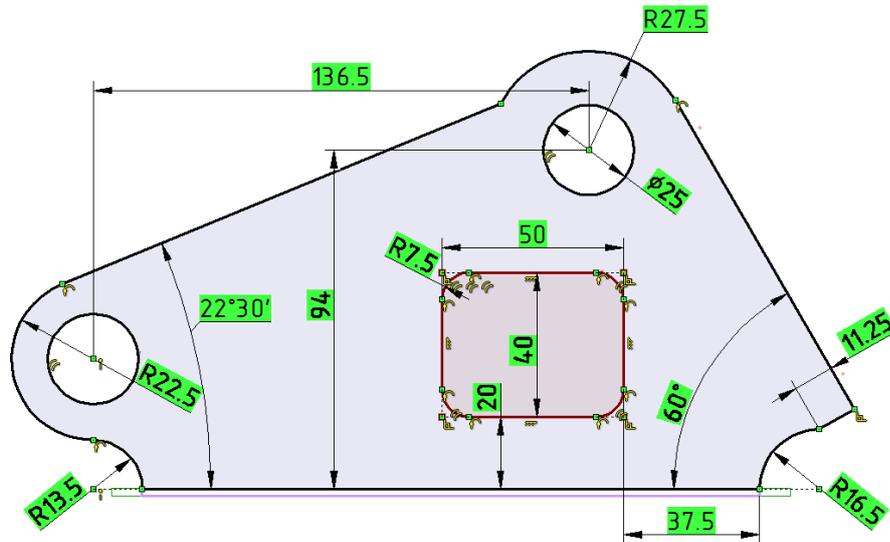
T-FLEX CAD 16



T-FLEX CAD 16 предлагает множество новинок и улучшений, многие из которых реализованы в соответствии с пожеланиями пользователей. Среди них - новые возможности параметрического черчения, эффективные инструменты работы со сложными сборочными изделиями, новые технологические решения для электротехники и листового металла, проектирование в виртуальной реальности и многое другое.

Новые инструменты параметрического черчения

Добавлен новый механизм создания параметрических чертежей на основе вариационной параметризации. Он позволяет создавать параметрические чертежи и создавать профили будущих 3D моделей без использования линий построения. На линии эскиза теперь можно накладывать различные геометрические и размерные ограничения, которые определяют геометрию проекта. Новый механизм - это ещё один способ определения взаимосвязей элементов чертежа наряду с существующим механизмом на основе линий построения.

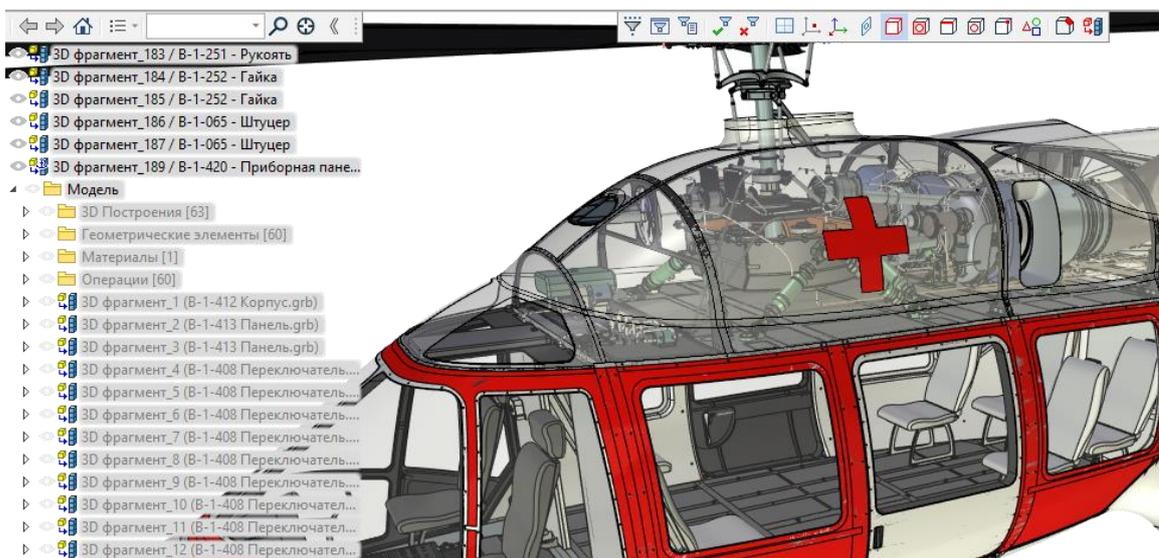


При таком способе задания взаимосвязей пользователю не нужно заранее продумывать порядок создания линий, так как их положение и связи друг с другом можно менять в любой момент.

Оба механизма могут использоваться как по отдельности, так и совместно, предоставляя пользователям широкий выбор вариантов для решения задач различного характера.

Гибкость и эффективность при работе с большими сборками

Улучшения новой версии для работы со сборочными моделями принесут большую пользу при проектировании сложных изделий, решая общие проблемы таких отраслей, как автомобилестроение, авиационно-космическая промышленность, судостроение, машиностроение и др.



Новые инструменты и усовершенствование существующих механизмов моделирования сборок позволяют удобно работать с любыми объектами по всей иерархии сложного изделия, редактировать детали непосредственно в самой сборке, удобно использовать геометрию любых объектов в качестве основы новых деталей.

Проектирование деталей из листового металла

В новой версии существенно улучшены инструменты проектирования деталей из листового металла. Добавлены операции «Угол», «Вырез по нормали», «Ребро жёсткости», «Перемычка», «Подсечка».



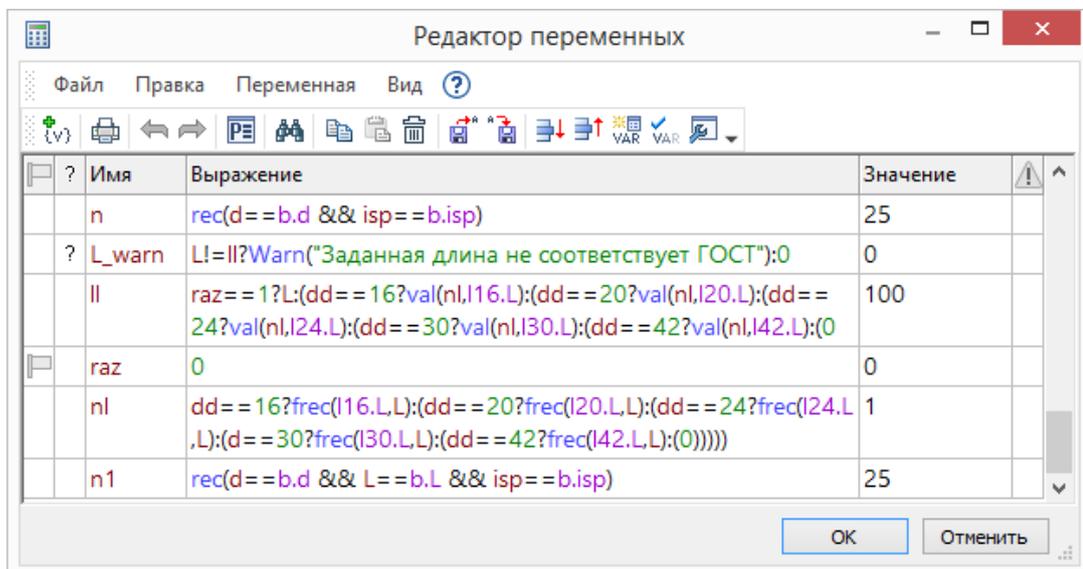
Реализована возможность создания фланцев по пользовательскому 3D Профилю.

Обновлён интерфейс операций, добавлены новые возможности в существовавшие команды, реализован полупрозрачный динамический просмотр и доработана функциональность манипуляторов.

Обновлён редактор переменных

Редактор переменных отображает выражения на экране целиком, выделяет синтаксис разными цветами, помогает найти нужные функций и переменные с помощью списка.

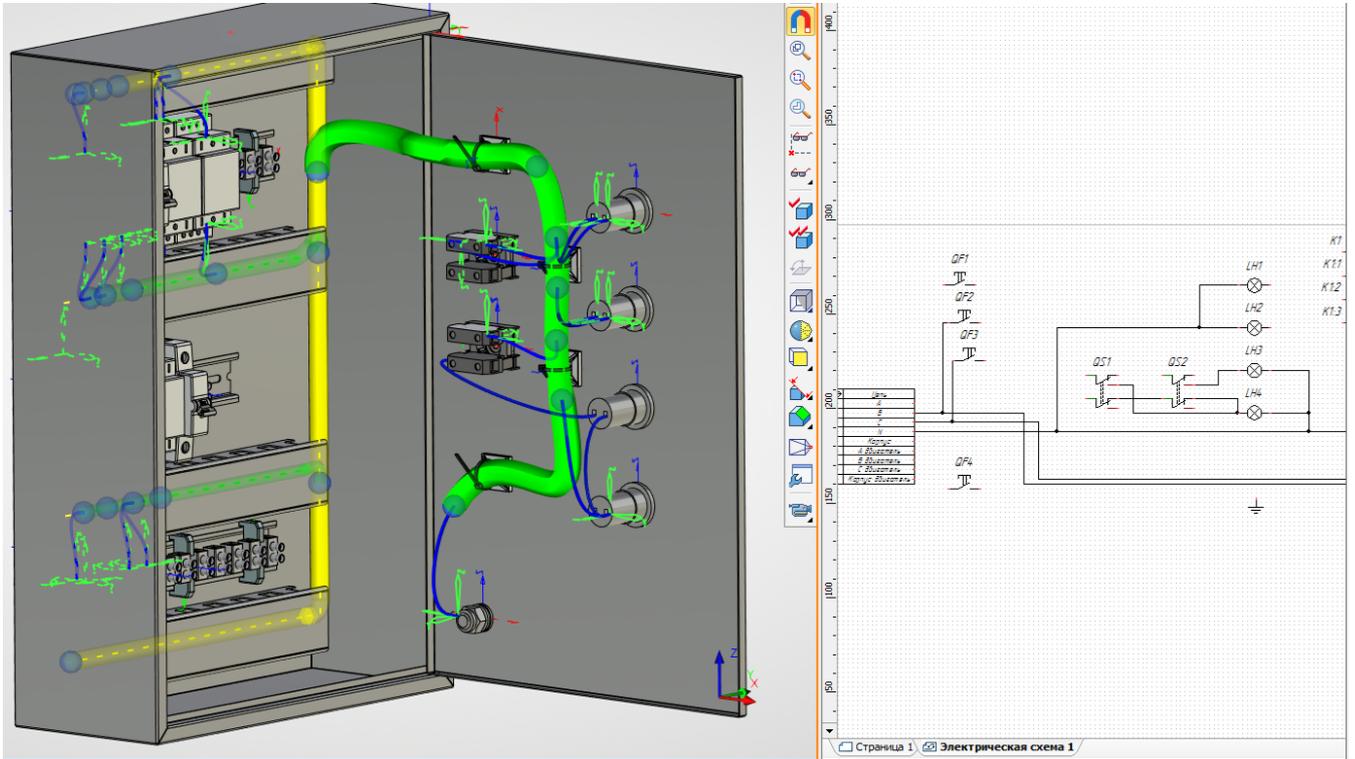
Добавлены подсказки и новые функции, а также многое другое.



Если несколько файлов используют одни и те же переменные, то теперь их можно хранить и обновлять в одном единственном файле.

Новое приложение для проектирования электрических систем

T-FLEX Электротехника - новое полностью интегрированное приложение для системы T-FLEX CAD, предоставляет широкий набор инструментов для разработки электрических систем: от построения двумерных схем до размещения 3D моделей электрических компонентов, создания проводов, кабелей и соединений, укладки в жгуты и генерации полностью интегрированных спецификаций, которые включают в себя как механические, так и электрические детали.

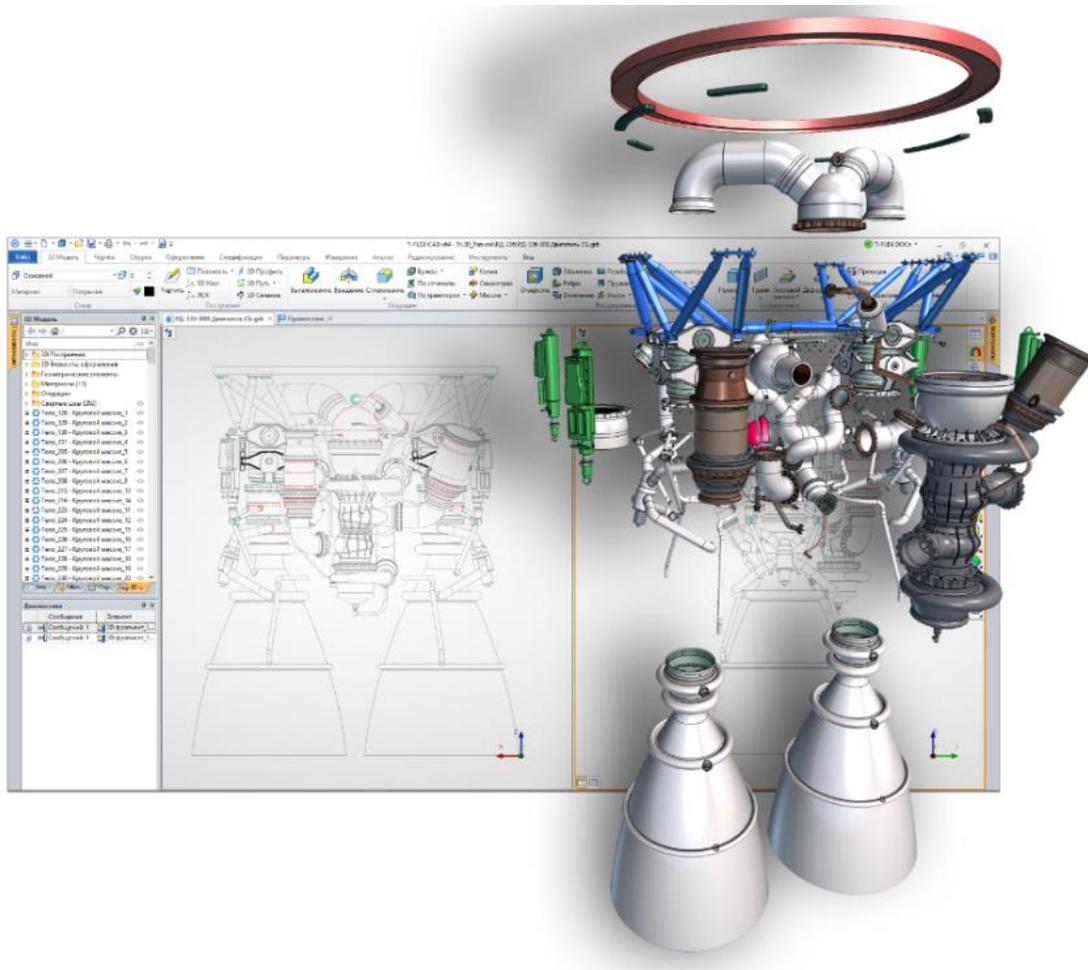


Инженерный анализ

Значительные доработки выполнены в составе функциональности интегрированного модуля **T-FLEX Анализ**. Доработки затронули пользовательский интерфейс создания сеток и граничных условий, состав опций расчёта, отчётную подсистему.

Работа в виртуальной реальности

Создано приложение T-FLEX VR, которое позволяет работать в T-FLEX CAD 16 с использованием технологий виртуальной реальности.



Пользователи могут просматривать модели с помощью шлема виртуальной реальности, а также перемещать объекты в сцене и вызывать команды с помощью манипуляторов.

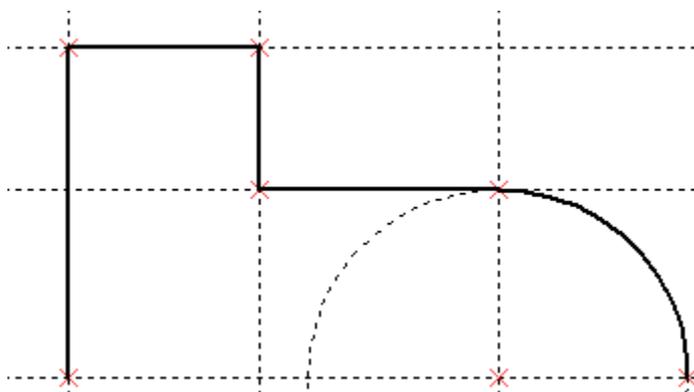
Результаты действий отображаются в реальном времени благодаря синхронному обновлению.

Подробная информация об этих и других нововведениях в T-FLEX CAD 16 и интегрированных приложениях представлена далее.

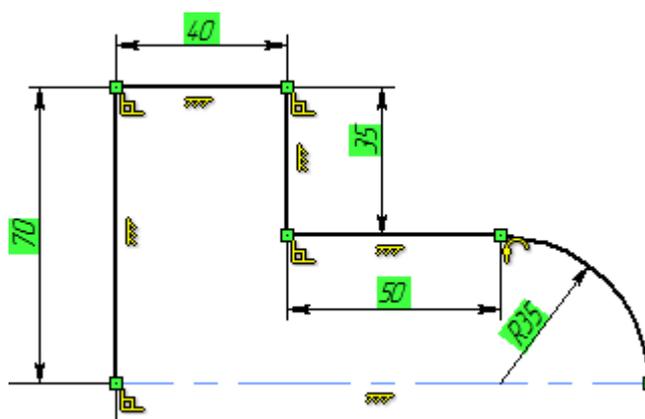
НОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ЧЕРЧЕНИЯ

В новой версии получили своё дальнейшее развитие механизмы параметрического проектирования, которые являются основой функциональности системы.

В течение долгого времени единственным механизмом параметризации в T-FLEX CAD являлся *механизм на основе истории построений*. Для формирования геометрии чертежа использовались линии построения и параметры этих линий.



Теперь наряду с этим механизмом пользователям доступен *механизм вариационной параметризации*. Новый механизм позволяет задавать геометрические и размерные зависимости непосредственно на элементах чертежа.



В первую очередь механизм удобно использовать для быстрого создания профилей будущих 3D-моделей.

Для поддержки нового механизма параметрического черчения была проделана большая доработка всего набора команд черчения, которые раньше предназначались для непараметрического черчения.

ВАРИАЦИОННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ. НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ

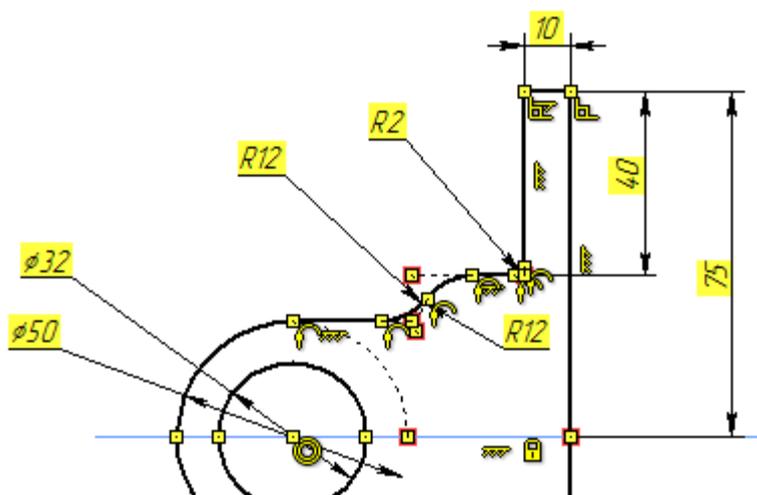
Новые функции вариационного проектирования встроены в существующие механизмы и инструменты параметризации, предоставляя пользователям ещё более гибкие параметрические возможности.

Благодаря инструментам вариационного проектирования появилась возможность задавать связи между *геометрическими элементами* (линиями, окружностями, кривыми и т.д.) посредством *ограничений* —геометрических и размерных отношений.

Использование ограничений позволяет устранить зависимость от порядка построений, предоставляя проектировщику большую свободу при работе над проектами. Задать или удалить ограничения между элементами, изменить значения параметров модели можно в любой момент проектирования.

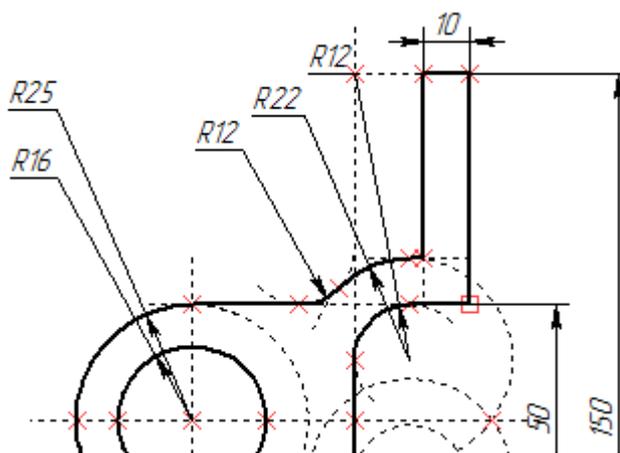
Свобода в задании ограничений также позволяет иметь дело с циклическими зависимостями. Геометрические элементы не имеют жёсткой иерархической связи и поэтому ограничения могут свободно назначаться между ними в любом порядке.

Пользователю предоставляется возможность работы с не полностью определёнными параметрическими чертежами.



Кроме того, вариационное проектирование позволяет создавать параметрические чертежи и задавать исходные данные для трёхмерного моделирования без использования элементов построения.

При этом необходимо отметить, что и «классический» для T-FLEX CAD механизм параметризации на основе линий построения, и новый, на основе ограничений, имеют свои отличительные достоинства и особенности, которые необходимо учитывать при использовании.



Обе технологии можно комбинировать в одной модели и даже на одной странице, используя при этом единые дополнительные инструменты параметризации: переменные и выражения, базы данных, пользовательские диалоги, параметрические и адаптивные фрагменты и т.д.

Ограничения (геометрические и размерные) можно также создавать между линиями построения и линиями изображения.

Проектирование на основе истории построений	Вариационное проектирование
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

Новый механизм вариационной параметризации не находится в противоречии с механизмом параметризации на основе истории построений, который много лет успешно применялся в T-FLEX CAD. Он является дополнением существующего механизма, которое позволяет:

- ✓ удобно решать параметрические задачи определённого класса, в том числе, в ситуациях неполной определённости задачи на начальном этапе;
- ✓ работать в привычном стиле пользователям, пользовавшимся другими системами;

- ✓ отказаться от работы с линиями построения тем, кто, по каким-либо причинам, не хочет их использовать.

Существующий механизм параметризации на линиях построения продолжает быть ключевой функциональностью T-FLEX CAD и будет развиваться в дальнейшем. В частности, ряд существенных новинок по нему был добавлен в 16-й версии. Подробнее о них читайте ниже.

Можно также отметить, что T-FLEX CAD является на сегодняшний день единственной системой на рынке, в которой реализовано сразу два механизма параметризации. Они даже могут быть использованы одновременно в рамках одного проекта. Этот подход предоставляет пользователям максимальный уровень гибкости в плане использования тех или иных параметрических инструментов с учётом нюансов реализации конкретных проектов и личных предпочтений.

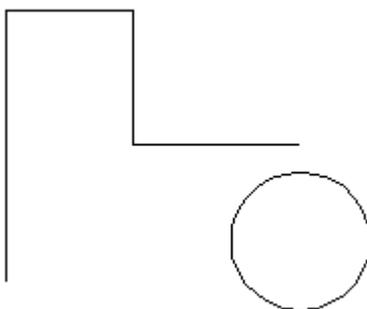
ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ОГРАНИЧЕНИЯ

Разберём основные моменты работы с новым механизмом на простом примере.

Для начала нужно создать основные геометрические элементы будущей модели с помощью команды «Эскиз».

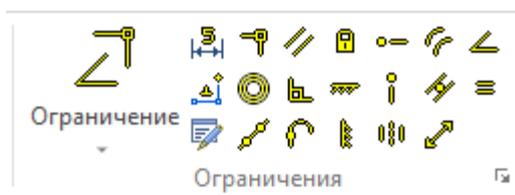
Так как механизм не зависит от последовательности построений, не обязательно сразу задавать отношения между элементами чертежа.

Ограничения и размеры для создаваемых элементов можно создавать автоматически. Автоматически созданные размеры и ограничения можно заменять на другие. Способ для их создания будет описан далее по тексту.

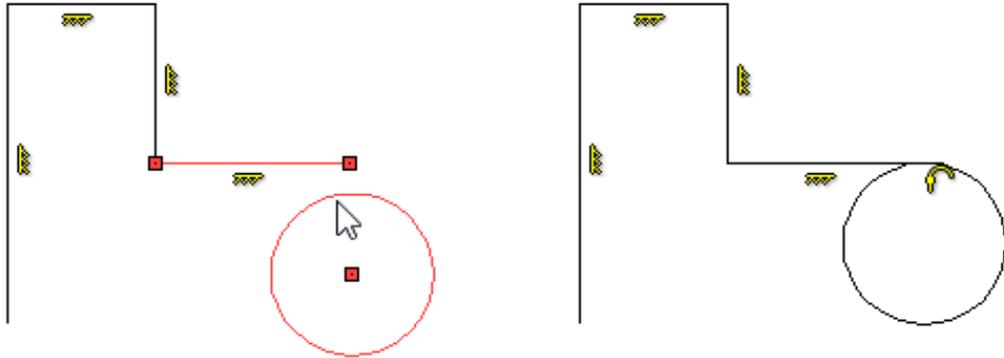


Для создания отношений служат ограничения. Они определяют, какие элементы параллельны, какие имеют равный радиус и т.д. Тем самым ограничения задают геометрию модели и позволяют ей управлять.

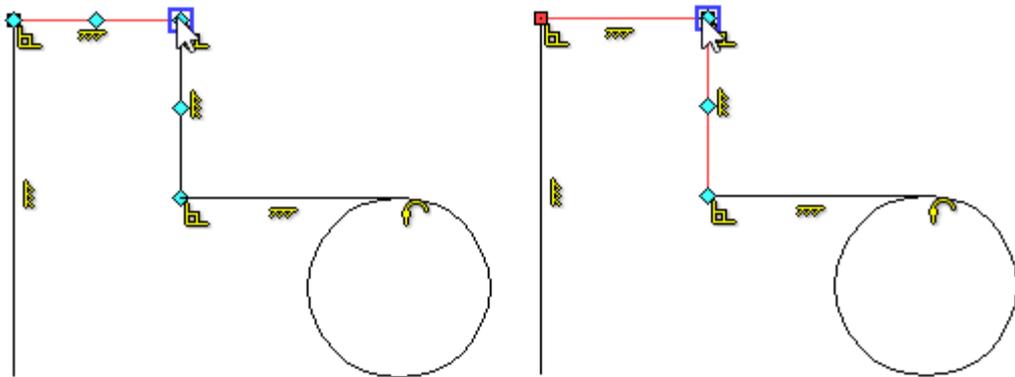
Для создания ограничения его нужно выбрать в панели «Лента» или вызвать команду «SC: Ограничение», и указать элементы, для которых ограничение будет создано. Однотипные ограничения создаются непрерывно, т.е. нужно только выбирать новые элементы для создания ограничений.



Например, для создания касания нужно указать отрезок и окружность.



Для создания совпадения двух линий нужно навести курсор на линию, а затем выбрать точку, которая будет совпадать с точкой другого элемента. Это важный момент для создания некоторых ограничений, т.к. если выбрать две линии, система не сможет точно определить будущую геометрию.

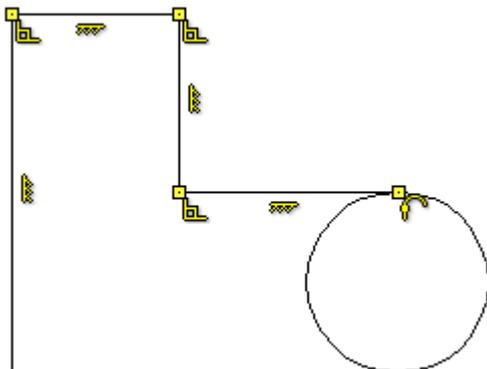


Реализован механизм привязки к характерным точкам элементов. Характерные точки можно использовать для создания ограничений. Например, зафиксировать окружность, выбрав характерную точку её центра.



Описание можно прочитать в главе «[Привязки](#)».

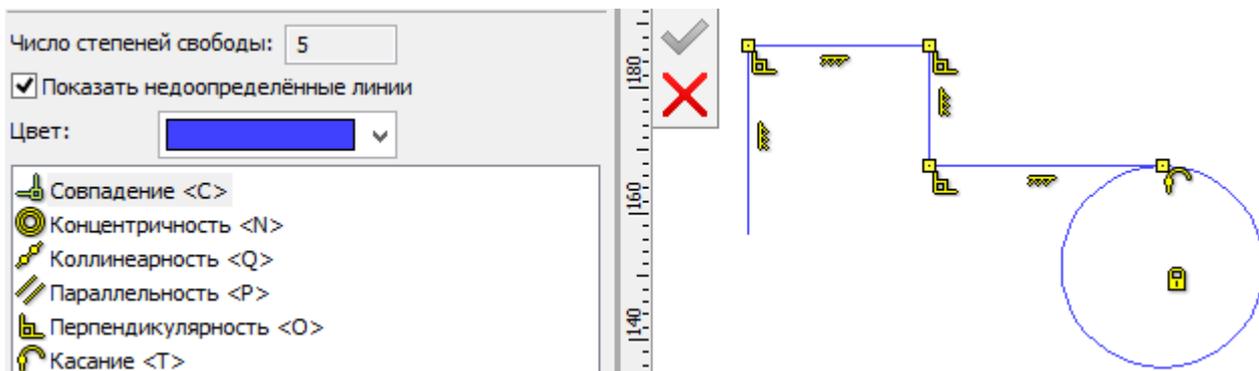
В примере созданы ограничения горизонтальности , вертикальности , перпендикулярности , совпадения  и касания . Они все отображены на чертеже в виде иконок рядом с элементами.



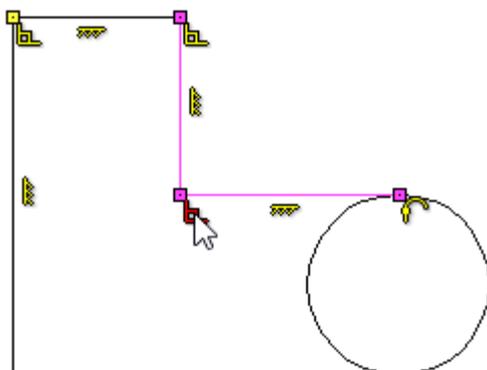
Команда «SC: Ограничение» позволяет не только создавать ограничения, но и даёт информацию о чертеже

В поле «Число степеней свободы» показано, сколько степеней свободы осталось у элементов чертежа.

Можно выделить все элементы, которые недоопределены, с помощью опции «Показать недоопределённые линии».

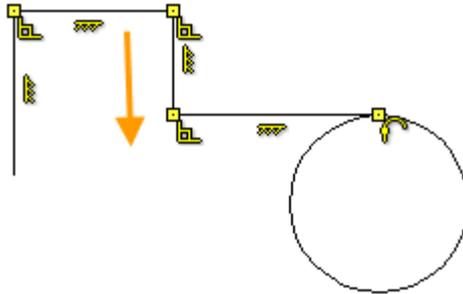


При наведении курсора на иконку, подсветятся связанные ограничением элементы. Удалить ограничение можно выбрав иконку и нажав клавишу <Delete>.



Для упрощения процесса проектирования на панели фильтров доступна опция «Автоматическое создание ограничений» . Если она активна, то основные ограничения, такие как параллельность, перпендикулярность и касание, будут созданы системой автоматически.

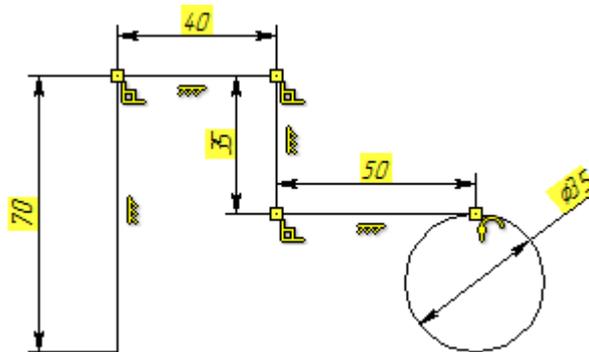
Ограничения позволяют частично определить положение элементов. Если попробовать переместить элементы, они не изменят положение друг относительно друга, однако их размер изменится.



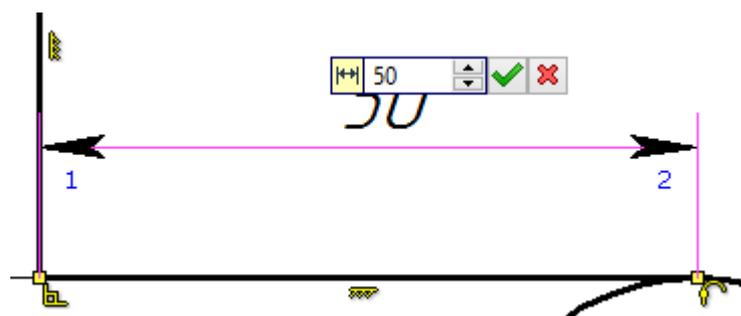
ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ РАЗМЕРЫ

Для того, чтобы полностью определить чертёж, помимо геометрических ограничений следует создать размерные ограничения.

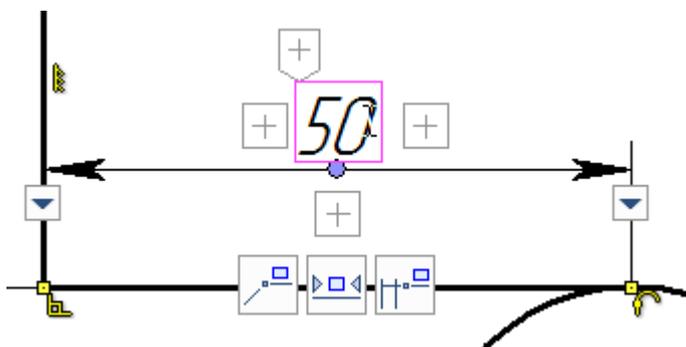
Размерные ограничения создаются с помощью команды «D: Размер».



Для повышения удобства создания управляющих размеров добавлена возможность сразу редактировать номинал размера, не выходя из команды. Для этого в параметрах размера должна быть активна опция «Редактировать значение при создании управляющего размера».



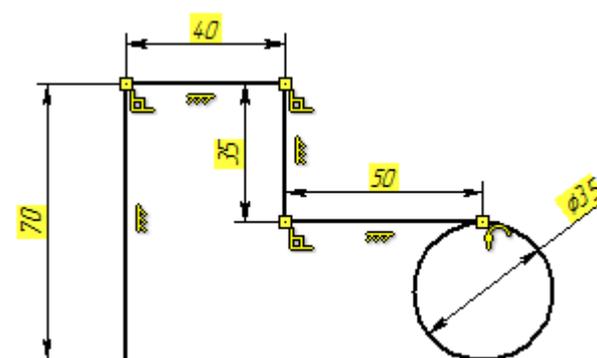
Когда размер создан, можно войти в редактирование номинала размера, кликнув по нему.



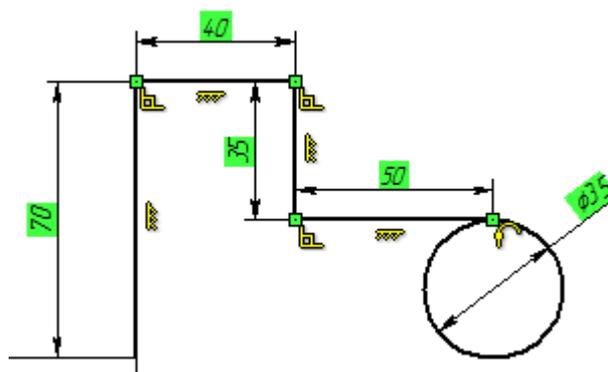
Для работы с механизмом вариационного проектирования был введён «Управляющий размер». Он отвечает за формирование геометрии, поэтому при его изменении изменяется элемент, на котором проставлен размер.

Значения управляющих размеров выделены фоном. Цвет фона размерного числа показывает различные состояния размера и геометрии в целом:

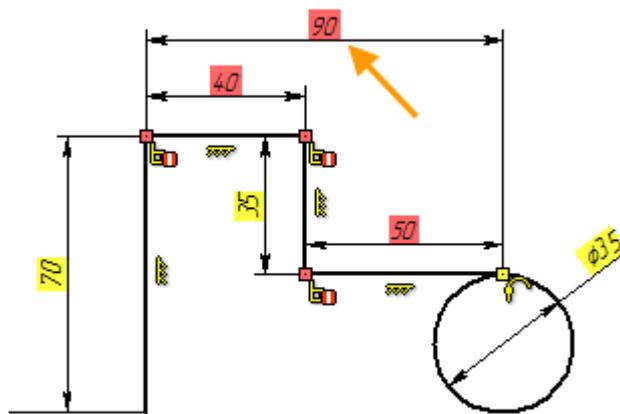
- **Система не определена** – фон жёлтый. Если система не определена, значит у некоторых элементов ещё остались степени свободы, а значит их можно изменять и тем самым воздействовать на общую геометрию модели.



- **Система определена** – фон зелёный. Если система определена, то у элементов не осталось степеней свободы, и полученная геометрия не может быть изменена. Когда работа над чертежом окончена, рекомендуется, чтобы система была определена.

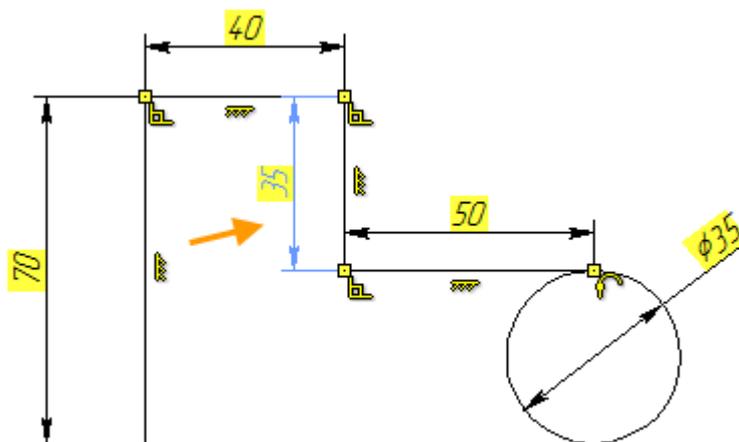


- Система переопределена, либо имеется ошибка задания значения управляющего размера – фон красный. Это случай, когда пользователь создал лишние управляющие размеры для элемента, либо задал размеры, значения которых не могут быть обеспечены.

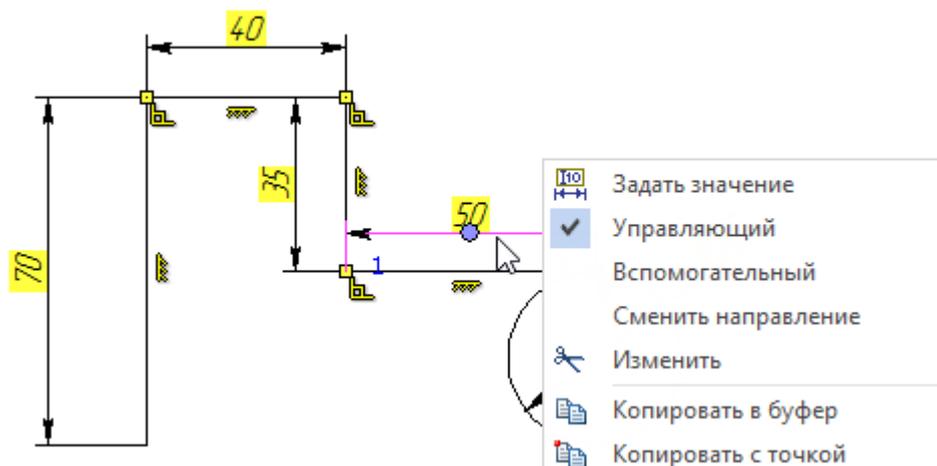


Опция  позволяет всегда создавать управляющие размеры в команде «D: Размеры».

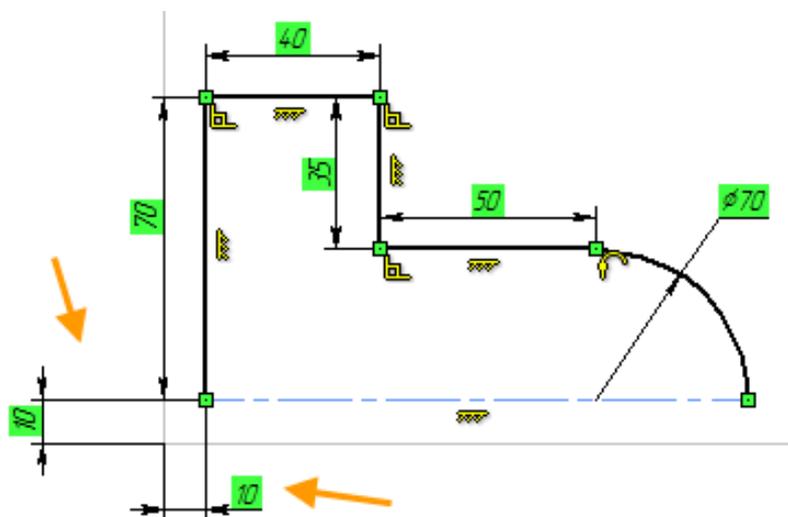
Также для линий доступен тип «Вспомогательный размер». Вспомогательные размеры могут одновременно быть управляющими, но при этом они не выводятся на печать и могут быть скрыты в сцене.



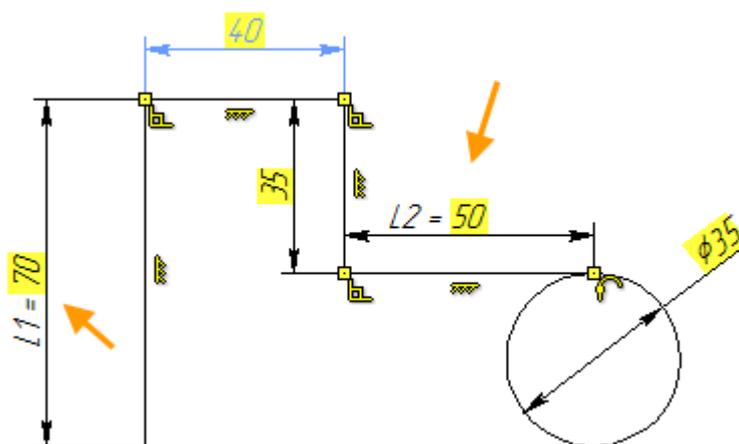
Изменить тип размера можно в его контекстном меню. При ручном задании значения размера он автоматически становится управляющим.



Пользователь также может создать размер относительно начала координат чертежа. Иногда это необходимо, чтобы полностью определить чертёж.



С помощью управляющих размеров пользователь может управлять параметризацией чертежа. Для этого нужно задать в качестве значения размера переменную или выражение. Имя введённой переменной выводится перед значением номинала размера.



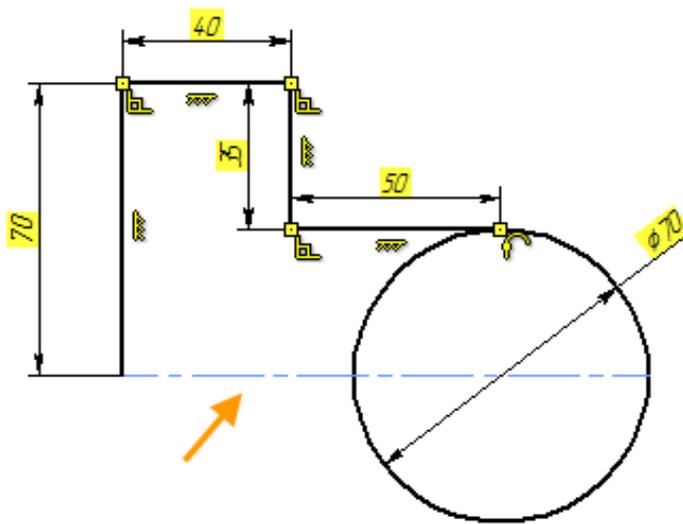
Размеры для создаваемых элементов могут быть проставлены автоматически. Для этого нужно включить опцию «Автоматическое создание размеров»  на панели фильтров.

Добавлены новые типы размеров, которые позволяют управлять параметризацией с помощью нового механизма. Подробнее об этих размерах можно прочитать в главе «[Размеры](#)».

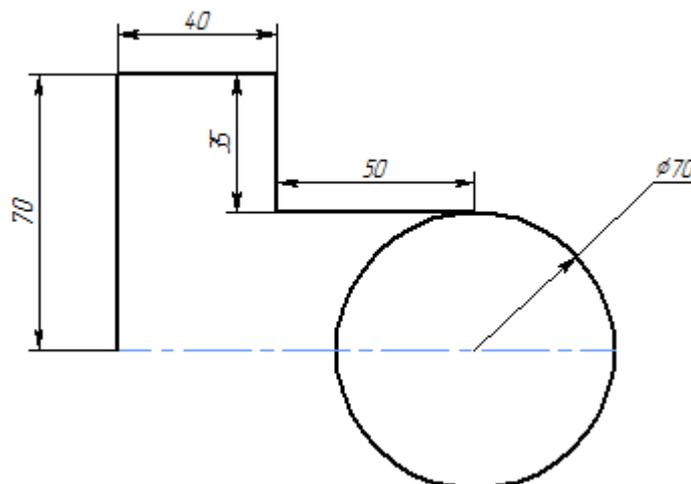
ОБНОВЛЁННЫЙ НАБОР КОМАНД И ИНСТРУМЕНТОВ ЧЕРЧЕНИЯ

Вспомогательными могут быть не только размеры, но и другие элементы (линии, окружности). Они также не выводятся на печать и могут быть скрыты с помощью опции «Погасить построения» .

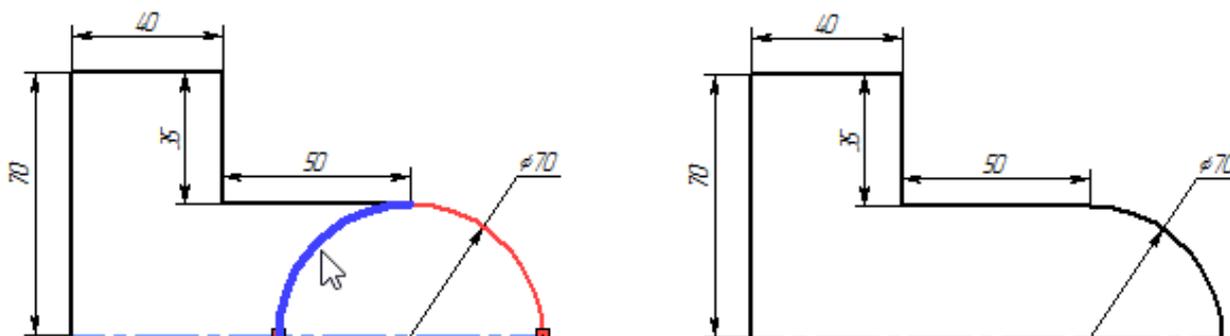
Важно помнить, что вспомогательные линии являются полноправным элементом чертежа, и для них создаются ограничения и размеры.



При необходимости все ограничения и фон для управляющих размеров можно скрыть опцией «Погасить/показать ограничения» .



Для завершения чертежа можно воспользоваться командой «Обрезка»  чтобы удалить все лишние построения.

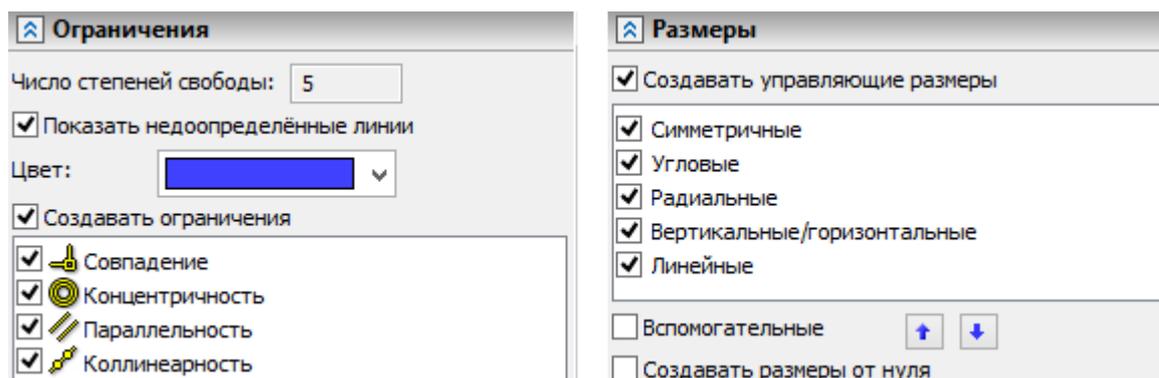


Для обрезки также доступен фильтр автоматического создания ограничений и размеров.

Ограничения для готового чертежа можно создать автоматически. Для этого нужно воспользоваться командой «Поиск ограничений»  Это удобный инструмент для быстрого создания большого числа ограничений.

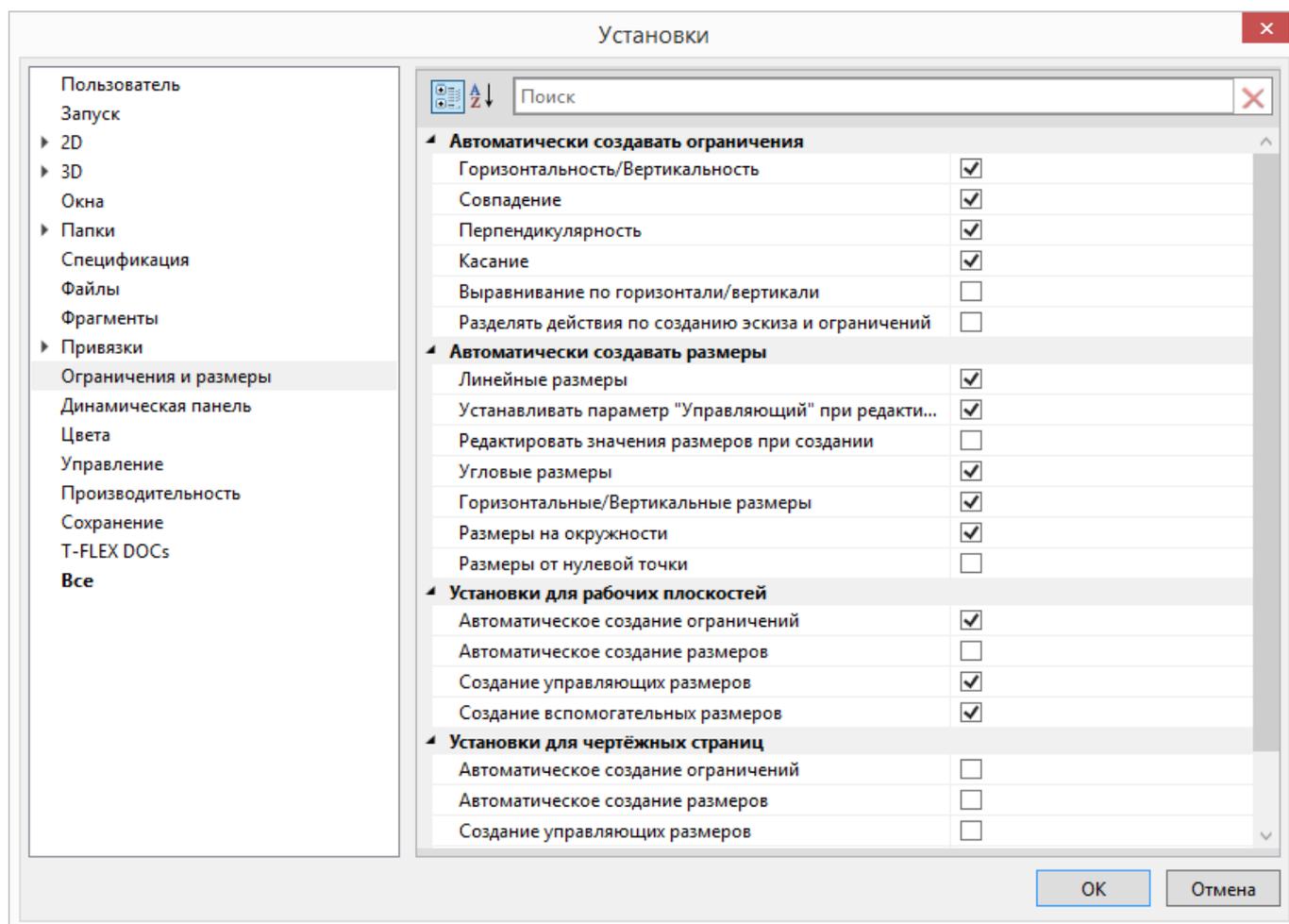
В команде отображается число степеней свободы и можно выделить недоопределённые элементы цветом.

В разделах «Ограничения» и «Размеры» можно вручную указать, какие ограничения и размеры будут созданы автоматически.



Для размеров можно назначить приоритет создания. Опция «Вспомогательные» позволяет сделать все создаваемые размеры вспомогательными, а опция «Создавать размеры от нуля» разрешает системе использовать начало координат для создания размеров.

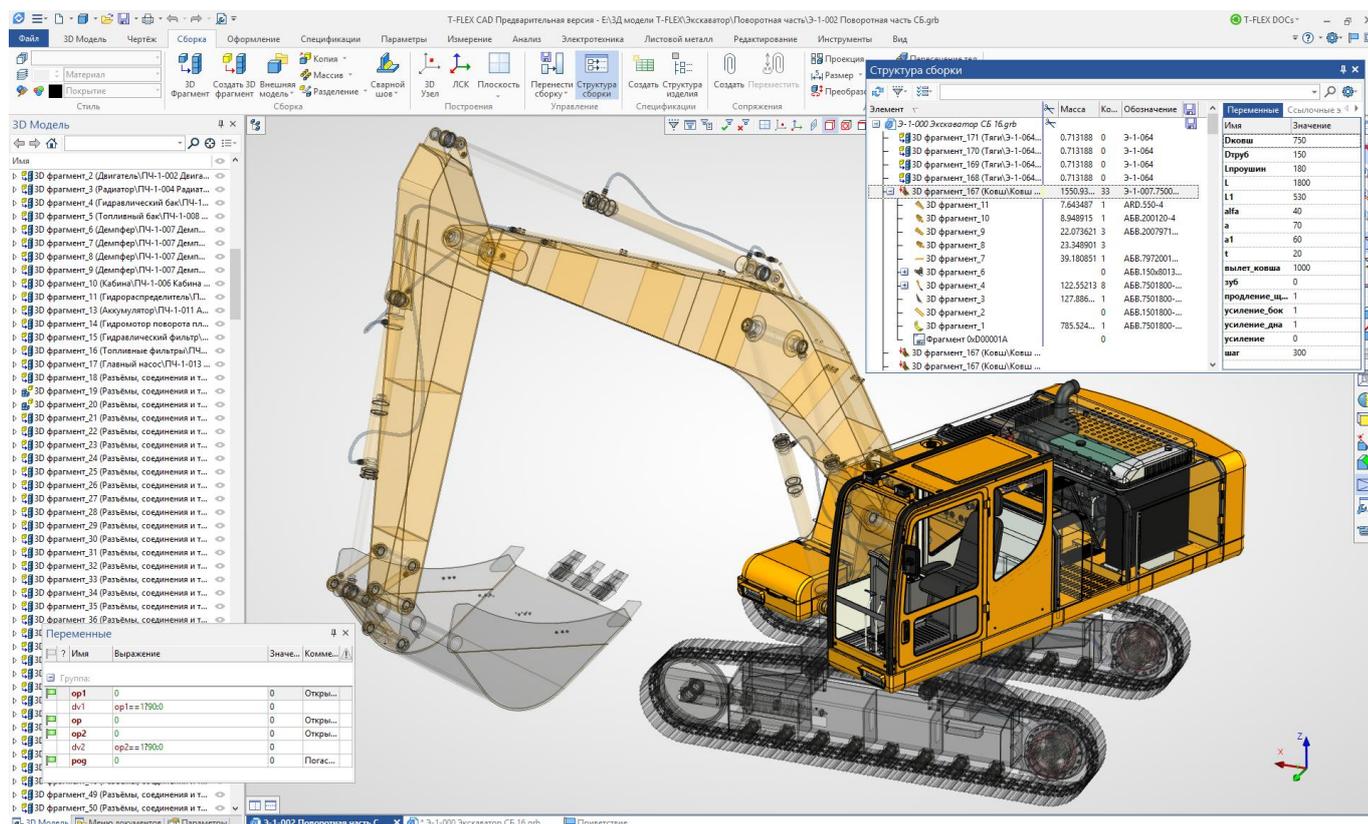
В диалоге «Установки» доступна вкладка «Ограничения и размеры», на которой пользователь может задать параметры автоматического создания ограничений.



РАБОТА СО СБОРКАМИ

При разработке новой версии T-FLEX CAD большое внимание было уделено вопросам управления геометрией объектов для повышения удобства работы со сложными сборками и деталями. Повышена эффективность работы старых механизмов и добавлен ряд новых функций.

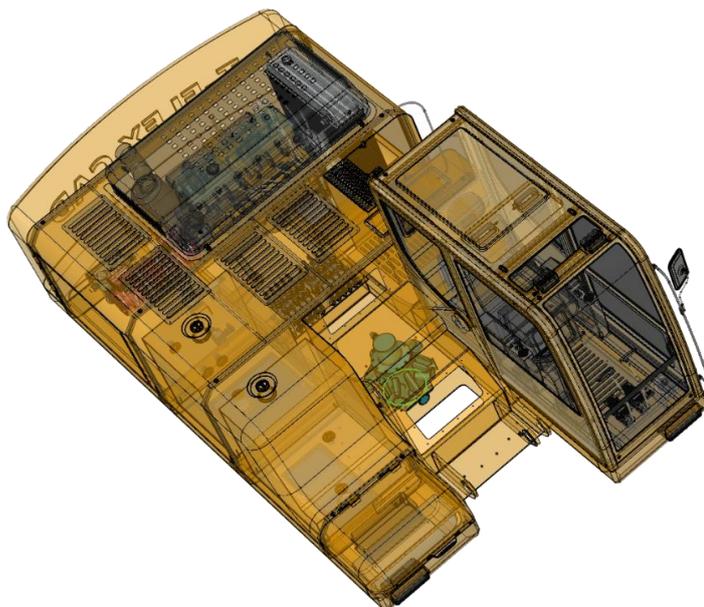
- ✓ Усовершенствован механизм заимствования геометрии для проектирования элементов в сборке. Теперь пользователь может не только создавать детали в контексте сборки на основе существующей геометрии, но даже выгружать эту геометрию в отдельный файл и отслеживать её изменение. Это открывает широкие возможности для коллективной работы над сложными проектами;
- ✓ Улучшена навигация по сборкам. В дереве модели и окне «Структура сборки» теперь отображается информация обо всех элементах подборок на всех уровнях. Пользователь может сразу же перейти к редактированию любого из этих элементов прямо в контексте сборки.



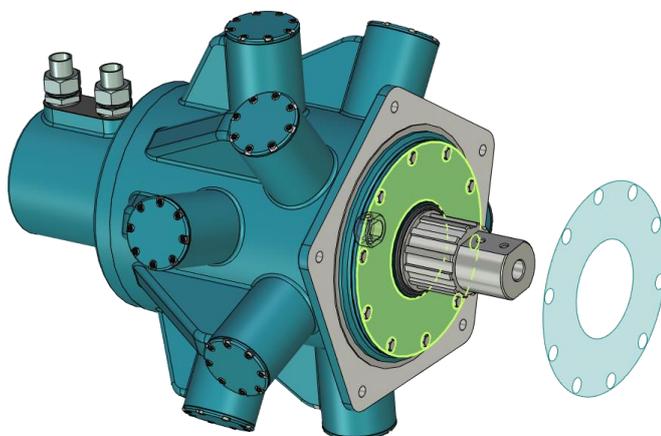
ССЫЛОЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

В системе реализован новый механизм ссылочных элементов, позволяющий заимствовать трёхмерную геометрию объектов для выполнения последующих операций. 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).

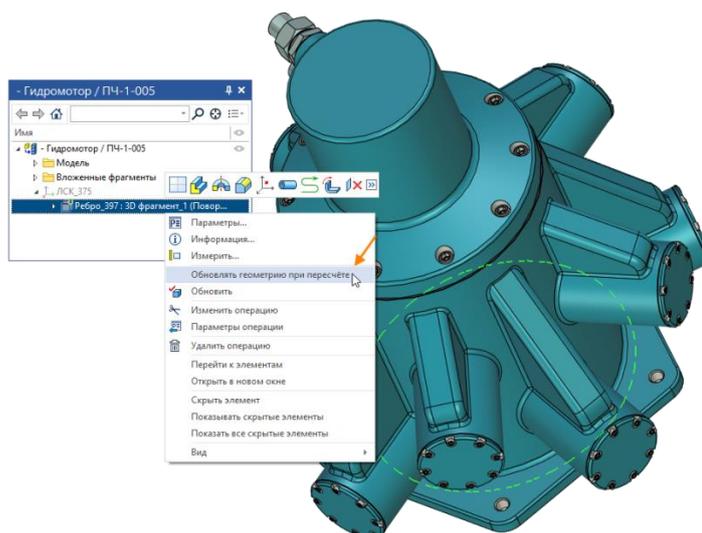
В примере ниже была заимствована грань корпуса экскаватора для привязки модели гидромотора.



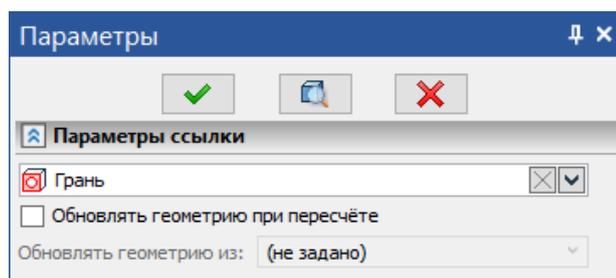
Если эта грань изменится, или потребуется переместить гидромотор/корпус в сцене, у пользователей не возникнет проблем с привязкой объектов. Корпус и гидромотор будут перемещаться и изменяться независимо друг от друга.



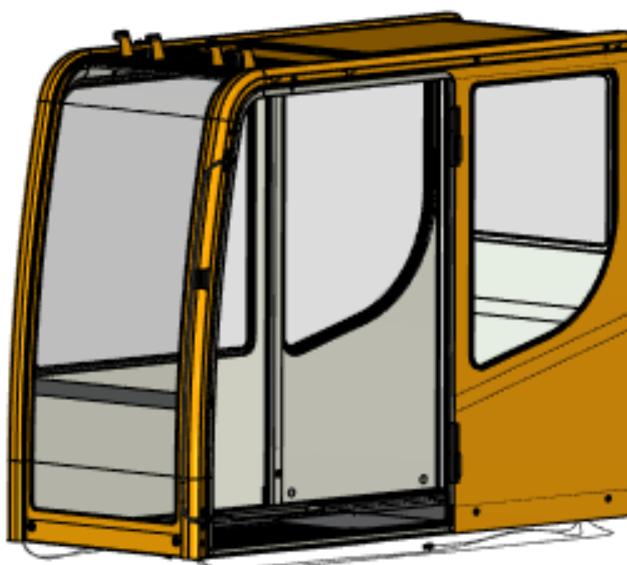
Для обновления грани корпуса, к которой привязан гидромотор, можно воспользоваться командой «Обновлять геометрию при пересчёте».



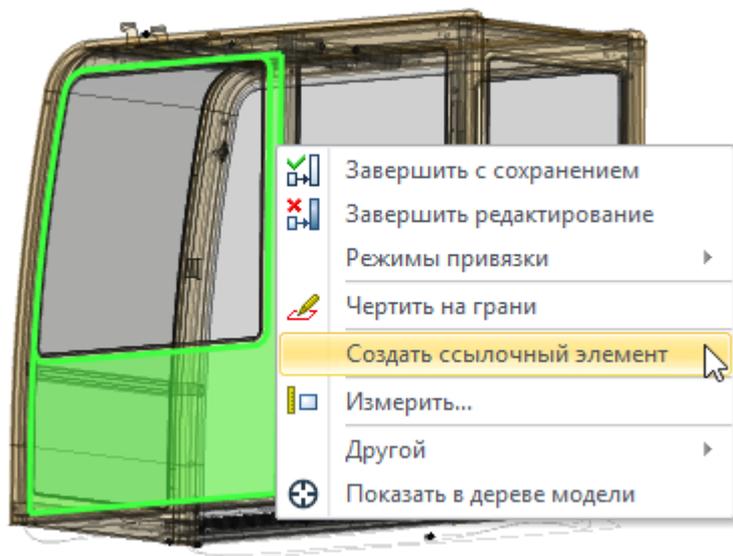
В системе появилась команда «Создать ссылочный элемент», при выполнении которой создаётся объект соответствующего типа, хранящий копию геометрии исходного элемента. Эта копия «помнит» информацию об источнике, и его геометрия может обновляться либо автоматически, либо по запросу пользователя в зависимости от соответствующего параметра ссылочного элемента.



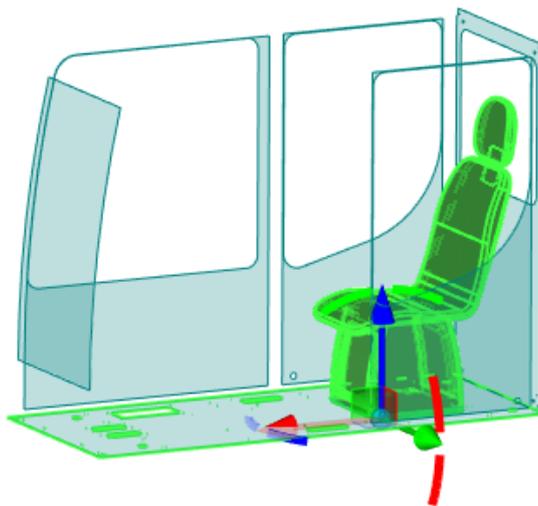
Например, нужно выгрузить кабину для её наполнения оборудованием. Кабина разрабатывается одним пользователем, и у других пользователей нет доступа к этому файлу.



Геометрию кабины можно выгрузить в отдельный файл, чтобы несколько пользователей могли работать параллельно. Для этого создаётся фрагмент в контексте сборки, и в него выгружаются ссылочные элементы.



На основе этих 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.



Механизм ссылочных элементов позволяет решить задачи, возникающие при разработке сложных сборок. Например, пользователь может заимствовать геометрию элементов с элементов вышестоящих фрагментов в структуре сборки, либо с фрагментов, расположенных в «параллельных» подсборках.

Пример схемы совместной работы:

Геометрия выгружается в отдельный файл в контексте сборки.

Выгрузка геометрии



Пользователь может в любой момент получить изменения выгруженной геометрии из исходного документа или обновить исходный документ в соответствии с изменениями в выгруженном файле.

Параллельная работа



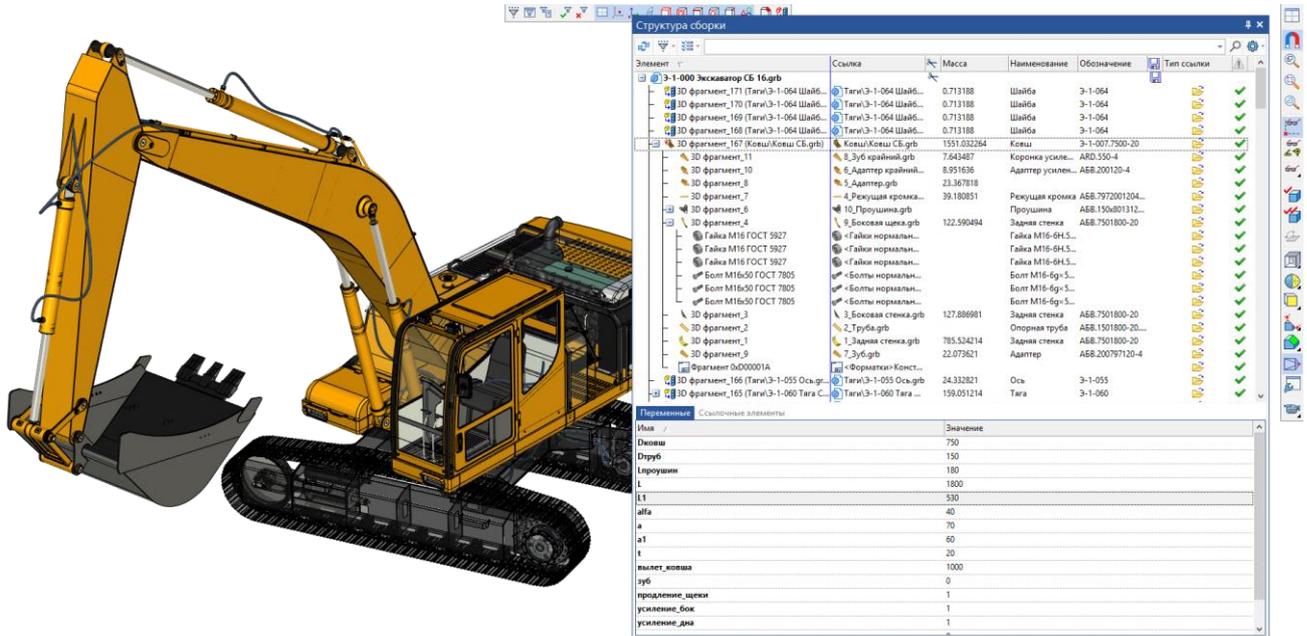
Результат параллельной разработки



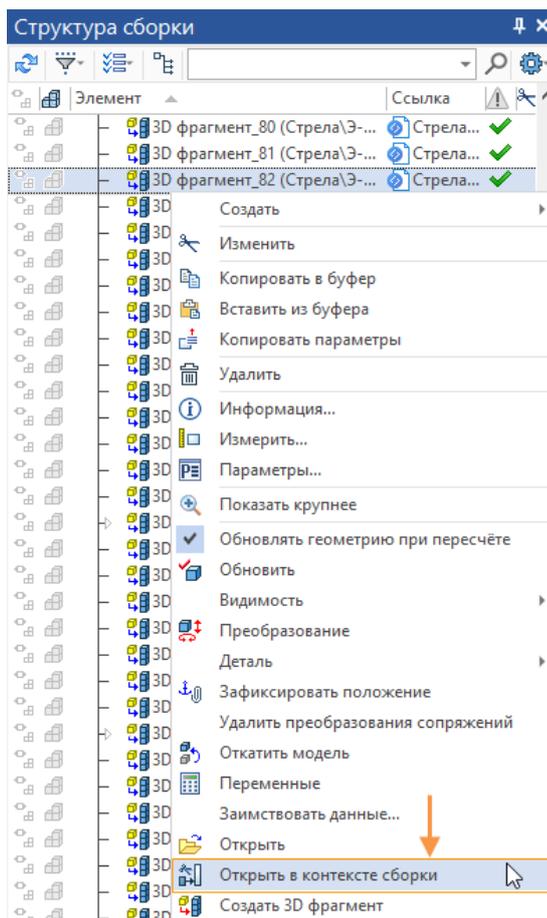
Механизм ссылочных элементов обеспечивает отсутствие потерь заимствованной геометрии, и, соответственно, целостность модели в случае отсутствия объекта-источника исходной геометрии. Например, при переименовании или удалении файла фрагмента, являющегося источником ссылочной геометрии, возникновении ошибок пересчёта тела и т.д.

ОКНО «СТРУКТУРА СБОРКИ»

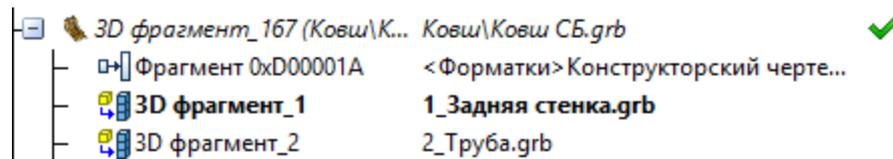
«Преемником» окна «Ссылки» в T-FLEX CAD стало окно «Структура сборки». Оно обеспечивает функциональность по управлению многоуровневой структурой сборочной модели. Информация представлена в виде древовидной структуры. При выборе фрагментов отображается список переменных этих фрагментов и ссылочная геометрия.



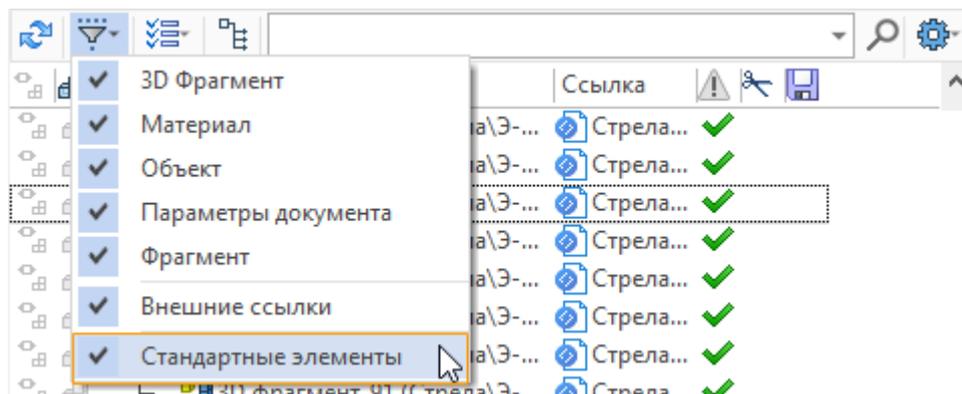
Для фрагментов любого уровня доступна опция «Открыть в контексте сборки». Переход в редактирование в контексте сборки можно также осуществить двойным кликом по фрагменту.



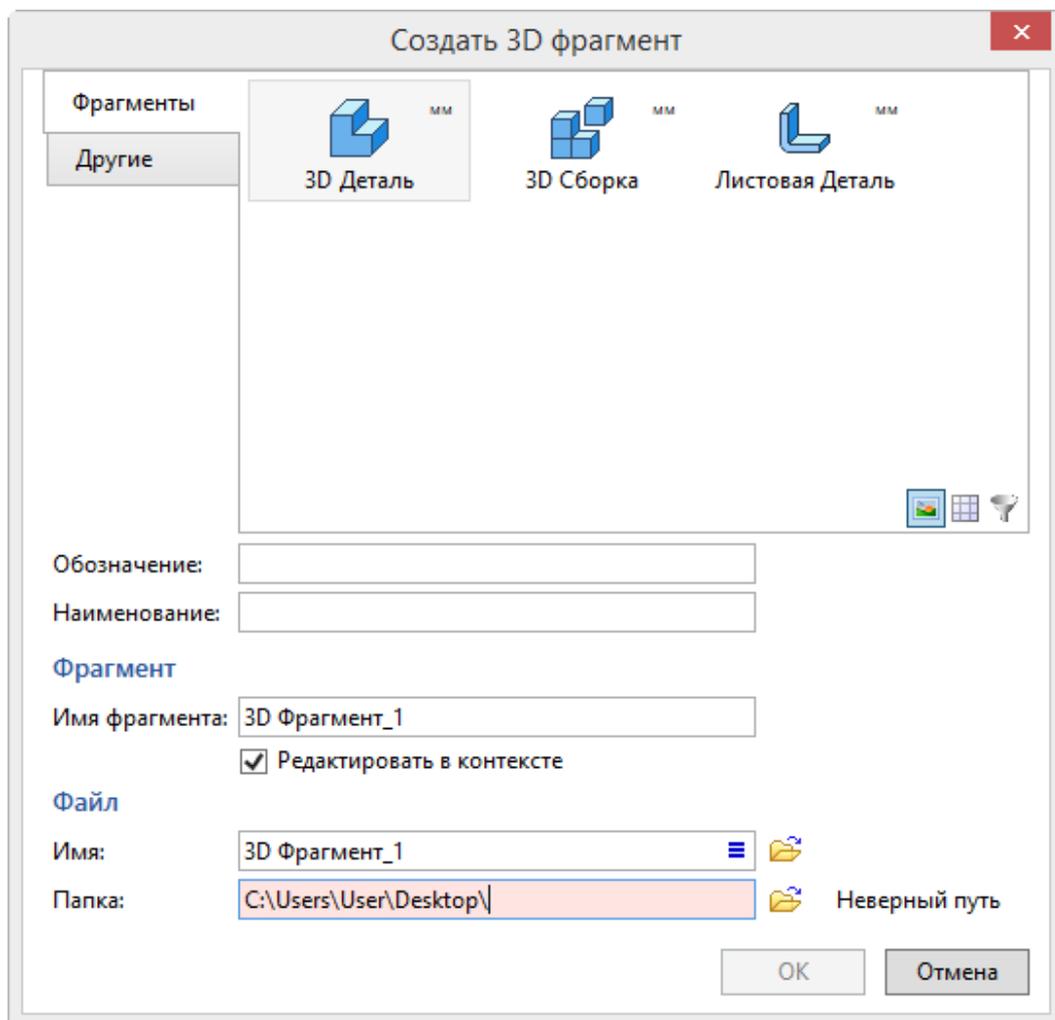
Все фрагменты верхнего уровня, в сборки которых входит редактируемый в контексте сборки фрагмент, будут помечены курсивом. Это позволит упростить поиск редактируемого фрагмента.



Добавлена возможность скрыть в списке стандартные изделия для упрощения работы с крупными сборками. Имеется также возможность фильтрации элементов структуры сборки по типам и другим признакам.

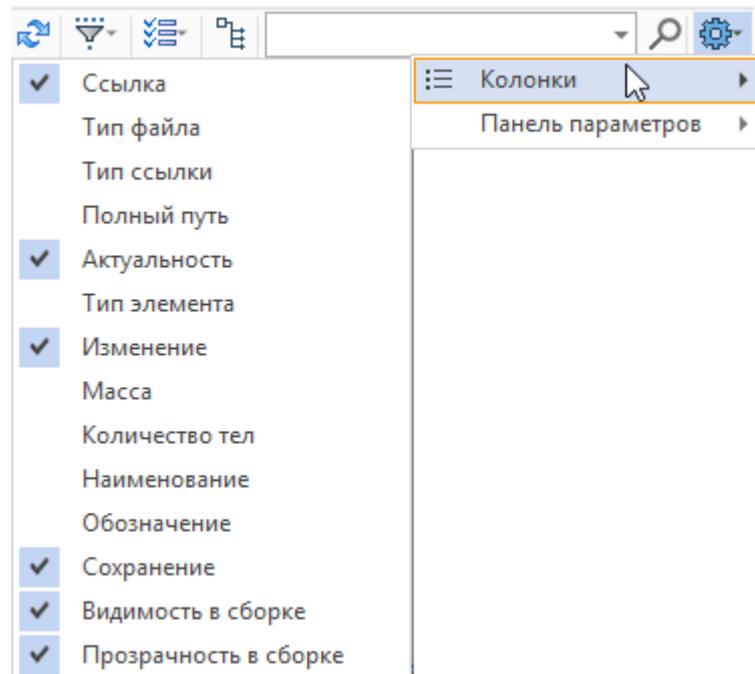


Вся заимствованная из других файлов геометрия отображается на вкладке «Ссылочная геометрия». На любом уровне структуры сборки стала доступной команда контекстного меню «Создать 3D фрагмент». Команда позволяет задать основные параметры нового компонента сборки, и, при необходимости, сразу перейти к его редактированию в контексте сборки.



Обновлённый диалог создания 3D фрагмента позволяет выбрать прототип, на основе которого будет создан новый документ фрагмента, задать его наименование и обозначение, задать имя, которое будет установлено для нового фрагмента в сборке.

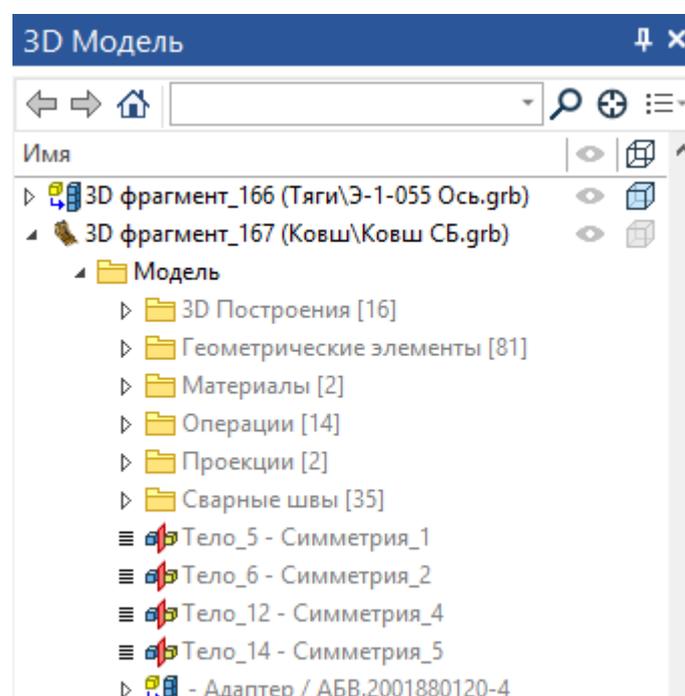
Пользователь может настроить отображаемые колонки для элементов структуры.



В режиме работы под управлением T-FLEX DOCs в перечень добавляются колонки, обеспечивающие процесс коллективной работы над изделием. К ним относятся: Автор последнего изменения, Дата последнего изменения, Комментарий последнего изменения, Актуальность локальной копии файла, а также ряд других. При работе под управлением системы документооборота, окно «**Структура сборки**» обеспечивает выполнение команд, необходимых для полноценной коллективной работы с компонентами сборочной модели.

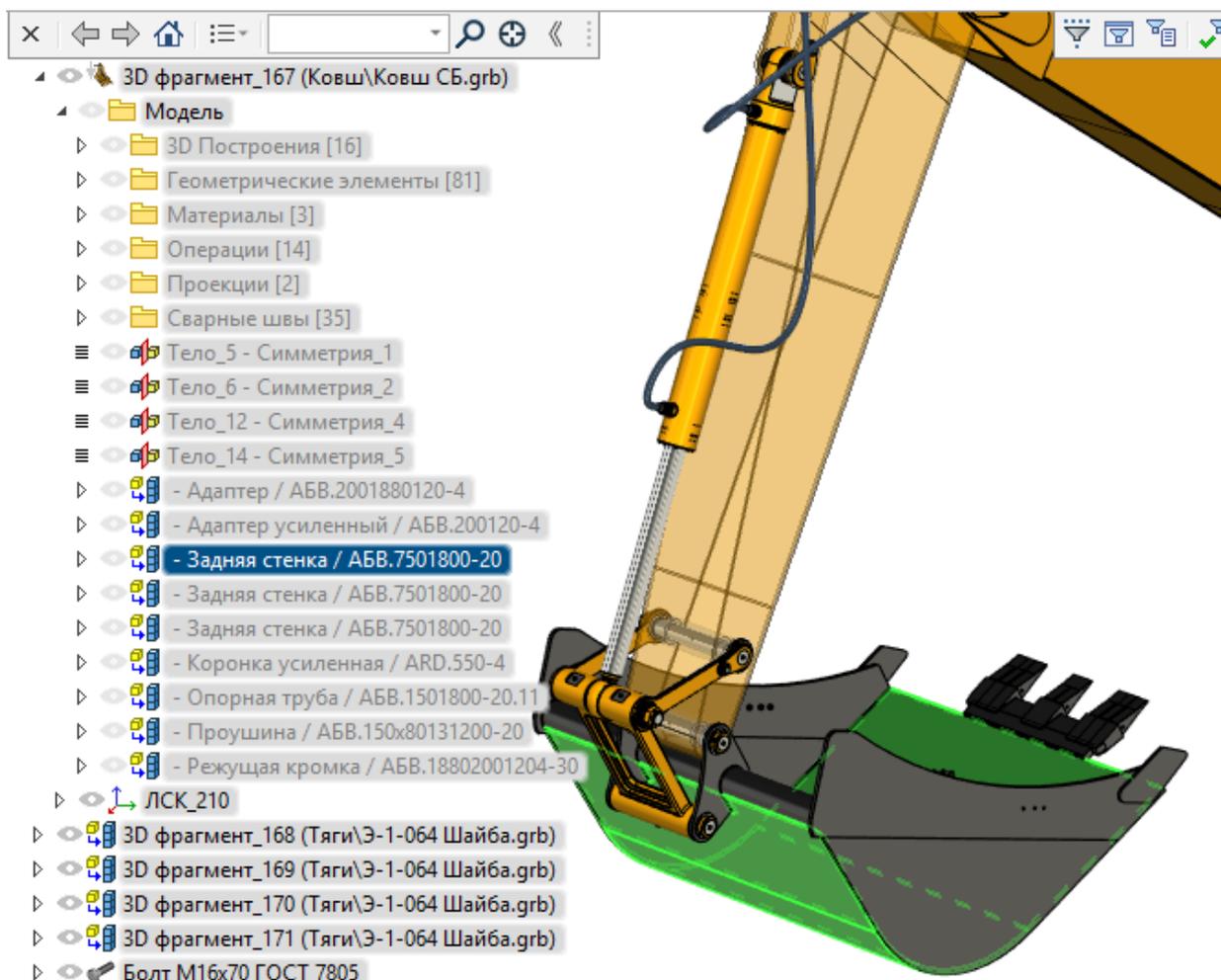
ОТОБРАЖЕНИЕ СТРУКТУРЫ СБОРКИ В ОКНЕ «3D Модель»

Окно «**3D Модель**» доработано для обеспечения управления структурой сборок. Теперь в окне отображается структура всех фрагментов и подборок, которые входят в сборку. Чтобы посмотреть эту структуру нужно открыть папку «**Модель**» для фрагмента под сборки.



Просмотр структуры доступен для всех уровней вложенности.

Пометка тел и операций также происходит на всех уровнях вложенности.



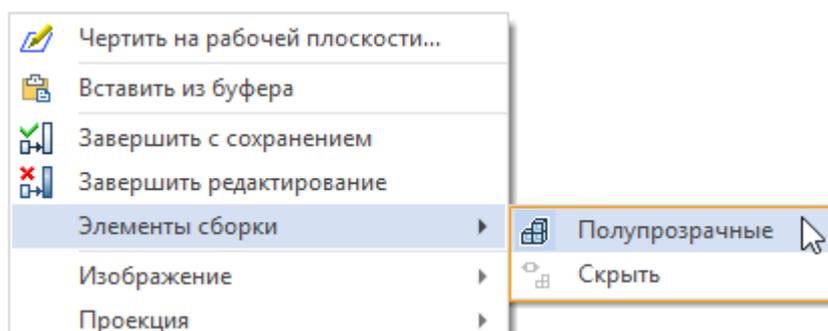
Для элементов в папке «Модель» доступна команда «Открыть в контексте сборки». Если вызвать команду для фрагмента или операции, то система перейдёт в её редактирование в контексте сборки.

Теперь все фрагменты и операции могут быть отредактированы прямо в сборке.

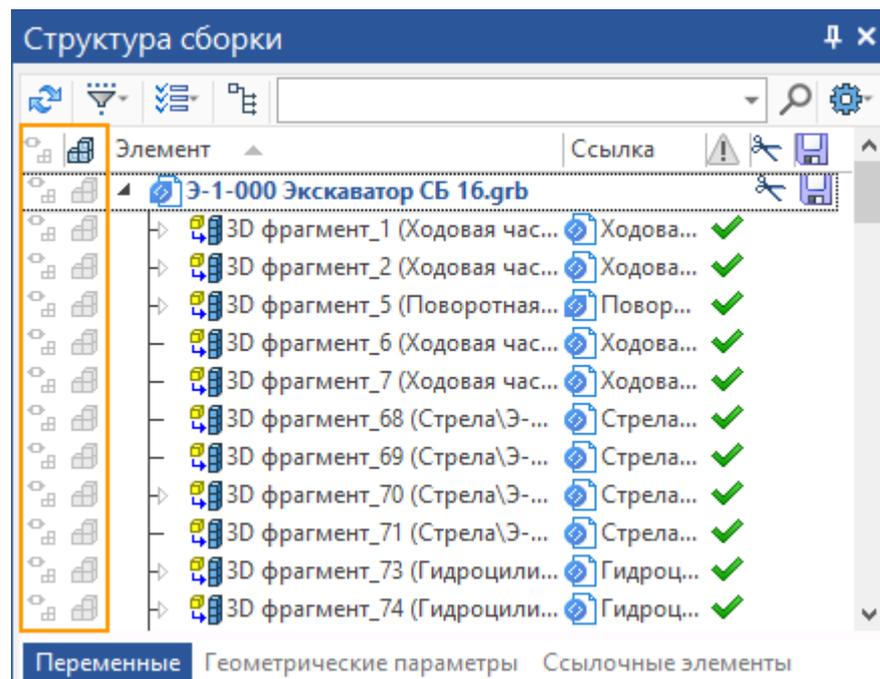
Рядом с именами папок в дереве модели отображается число объектов в этой папке.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРИ РАБОТЕ В КОНТЕКСТЕ СБОРКИ

При редактировании модели фрагмента в контексте сборки геометрия сборочной модели по умолчанию становится полупрозрачной. Система позволяет управлять режимами визуализации. Геометрия сборки может отображаться в контексте сборки без изменений или быть скрыта.



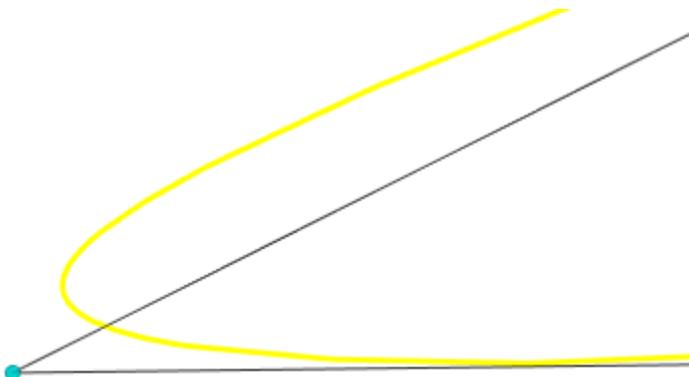
Окно «Структура сборки» позволяет управлять видимостью и режимом визуализации любых фрагментов за пределами редактируемой модели. Это касается как элементов сборки, находящихся на уровнях выше или ниже редактируемой модели, так и фрагментов, расположенных на одном уровне с ней. Для этого в окне структуры сборки имеются соответствующие команды и колонки.



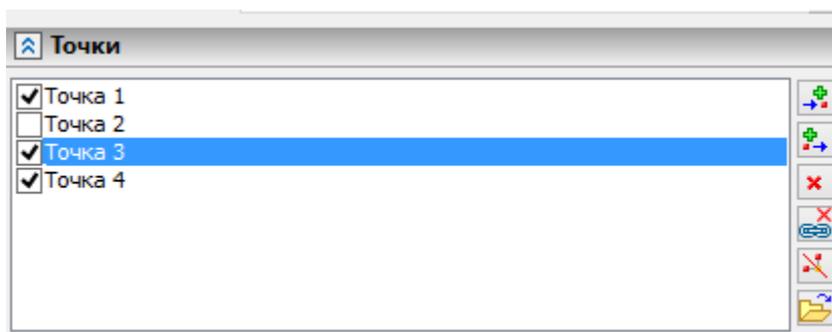
ГЕОМЕТРИЯ

ТРАССА

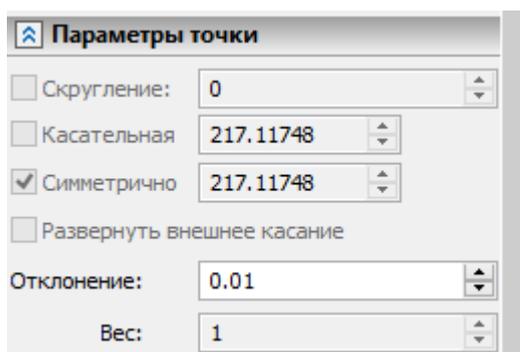
Добавлена возможность строить кривую, для которой не требуется точное прохождение через все указанные точки. Новый механизм позволяет сгладить большое число точек гладкой кривой с заданной точностью.



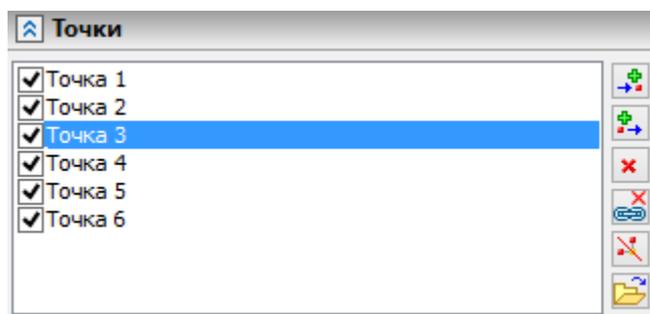
Построение такой кривой происходит в режиме «Слайн по точкам». Рядом с каждой из точек доступен флаг Точка интерполяции. Все точки по умолчанию являются точками интерполяции. Если снять флаги с точек, то для точек будет учитываться отклонение.



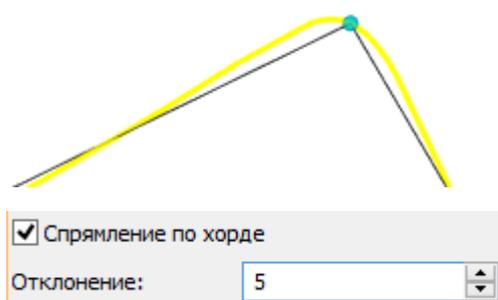
Величина отклонения кривой от точек задаётся сразу для всего сплайна в диалоге параметров.



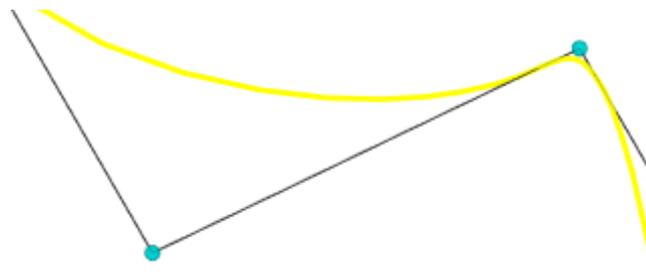
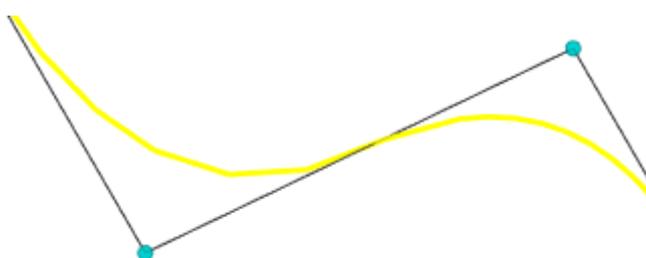
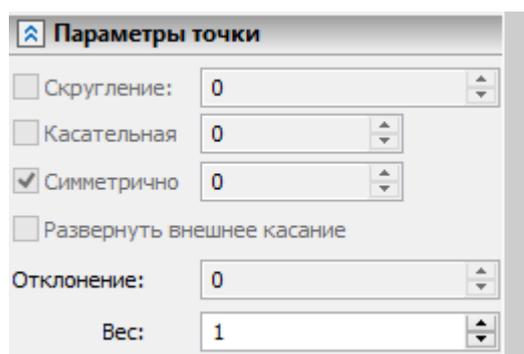
Список точек можно загрузить из файла TXT или CSV с помощью опции «Импортировать из файла». Для задания каждой точки требуется 3 координаты, которые можно указать с новой строки.



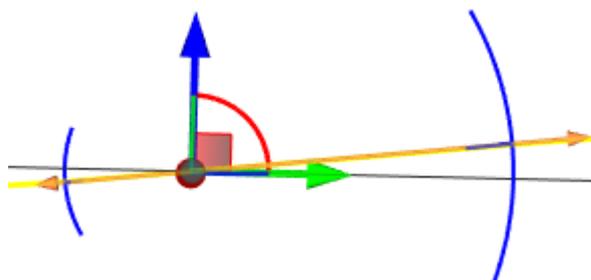
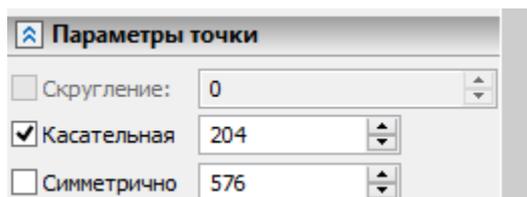
В режиме «Слайн по точкам» добавлена опция «Спрявление по хорде».



Для режима «Слайн по ломаной» добавлен параметр «Вес» точки. Чем выше вес точки, тем ближе кривая к ней проходит.



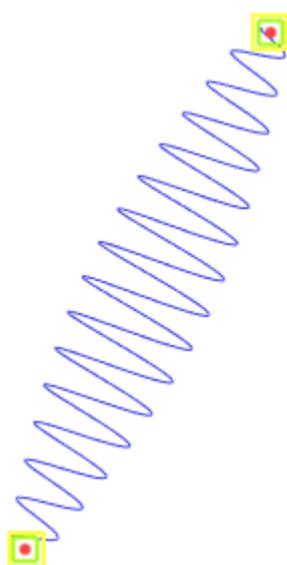
Для режима «Слайн по точкам» добавлена опция «Симметрично». Опция позволяет отдельно управлять касанием в точке.



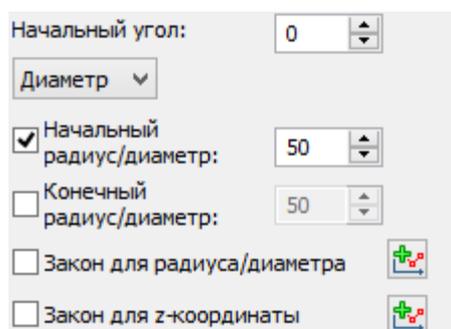
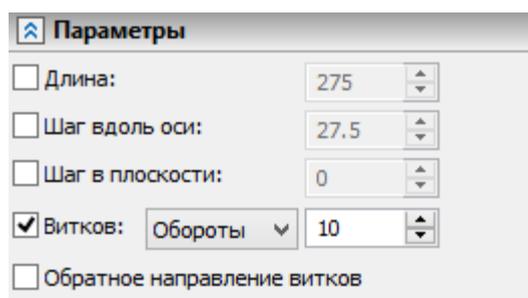
Теперь при соединении двух трасс имеется возможность задавать касание в конце для управления граничными условиями.

СПИРАЛЬНЫЙ ПУТЬ

Добавлена команда «ЗРВ: Спиральный 3D путь». Операция создаёт спиральный путь, который можно использовать для перемещения профиля любой формы.



Для спирального пути можно задать график, который будет управлять его параметрами. В параметрах операции можно задавать длину и шаг, а также другие опции.

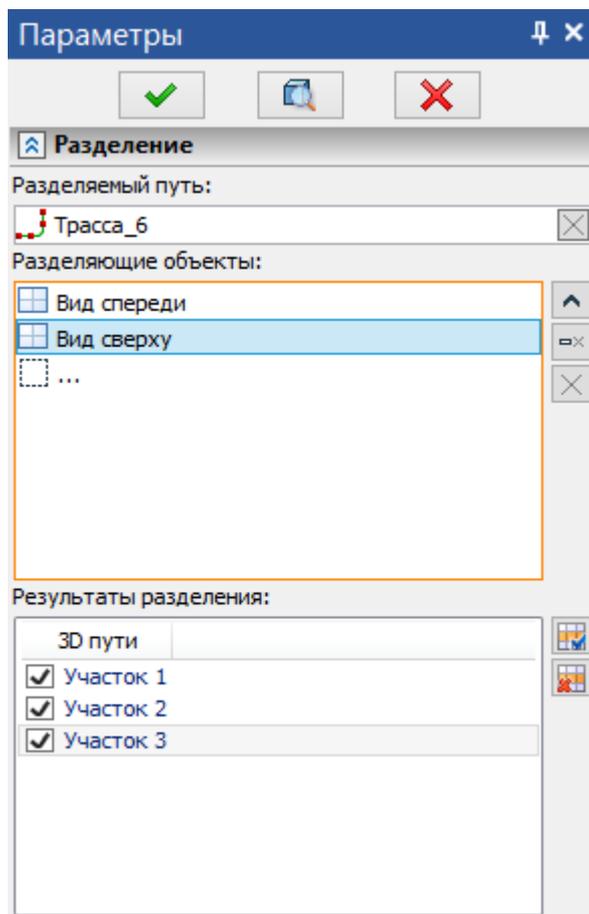


Имеется возможность построения цилиндрических, плоских и конических спиралей.

Кроме того, для создания спиралей можно использовать графики боковой образующей и изменения шага.

РАЗДЕЛЕНИЕ ПУТИ

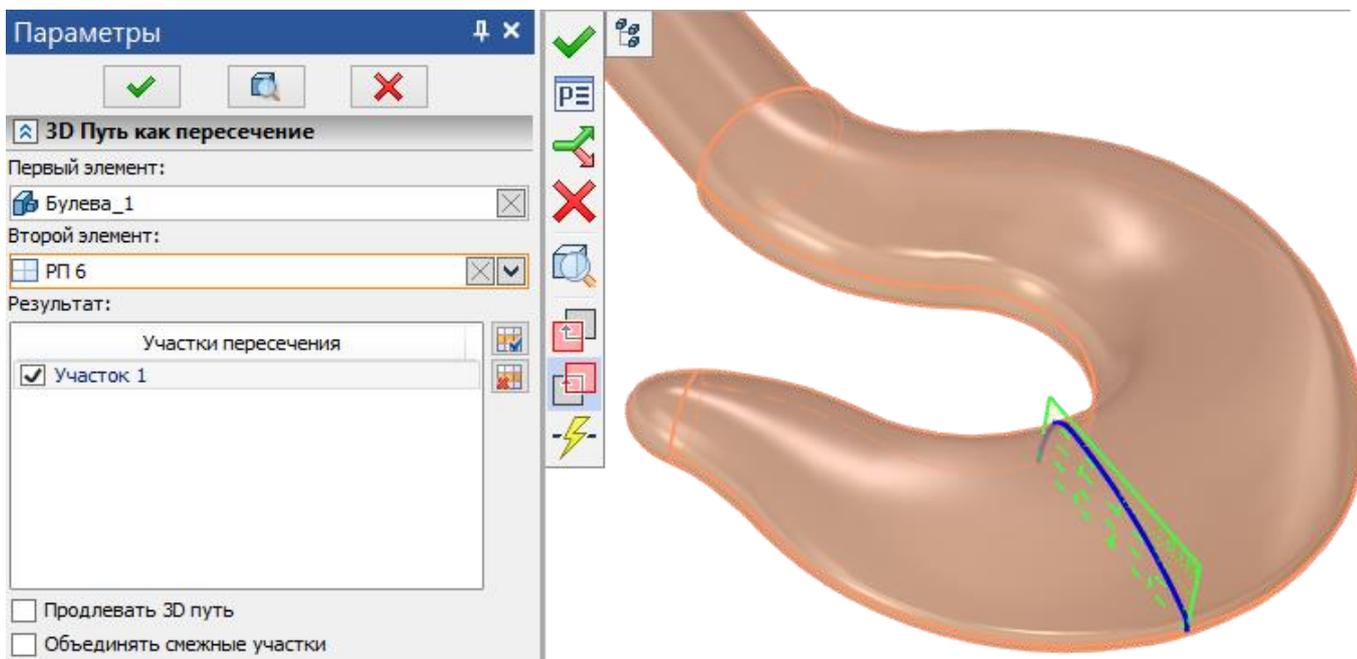
Добавлена опция создания 3D путей при помощи разделения существующего 3D пути на части другими элементами модели. В результате выполнения операции, создаются копии выбранного пути, соответствующие участкам между элементами, используемыми для разделения.



D

ПУТИ КАК ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ

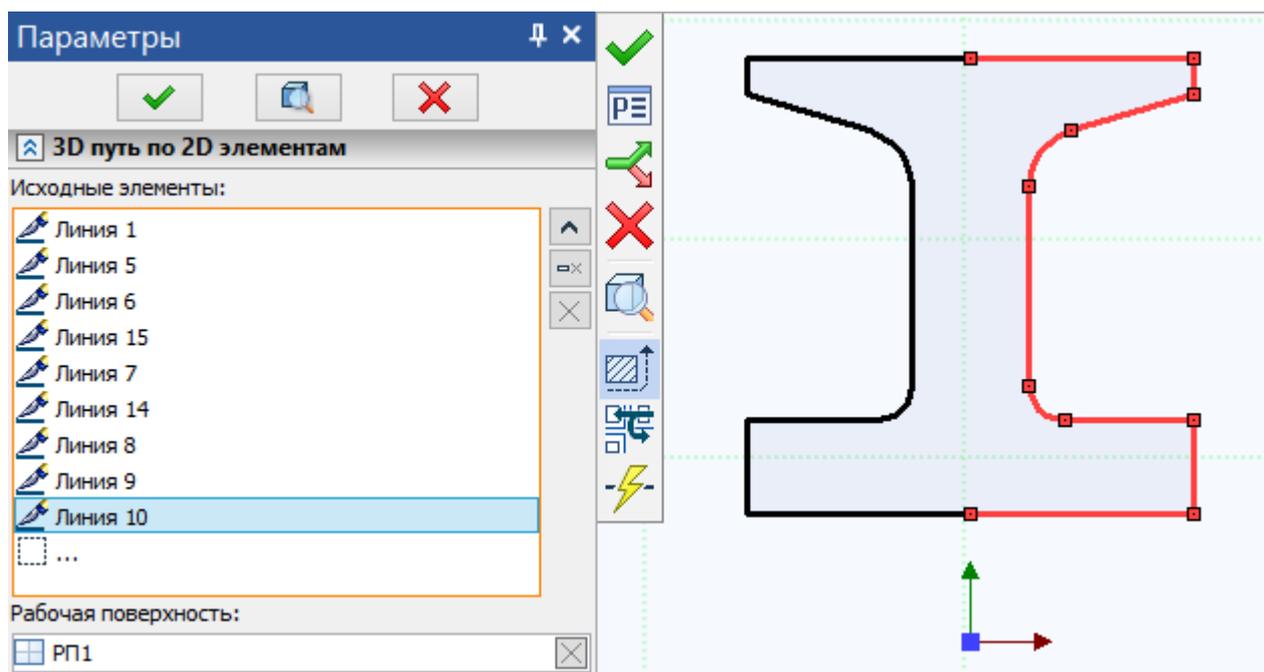
Доработана функция создания 3D пути на пересечении элементов. Операция позволяет выбирать любые типы элементов (тела любых типов, профили, отдельные грани) для построения проволоочной геометрии на их пересечении. Пользователь может выбрать один элемент, используемый в качестве «Первого» и произвольное число «Вторых» элементов. При этом, в случае наличия множества пересечений, имеется возможность выбора нужного участка пересечения как в списке, так и кликом в рабочем окне.



D

Путь по 2D элементам

Переработана опция создания 3D пути на основе 2D элементов, лежащих на рабочей плоскости. Опции создания 3D путей на основе штриховок и линий построения объединены в одну команду, и в дополнение к существующим ранее возможностям, добавлена возможность выбора линий изображения в качестве исходных элементов.



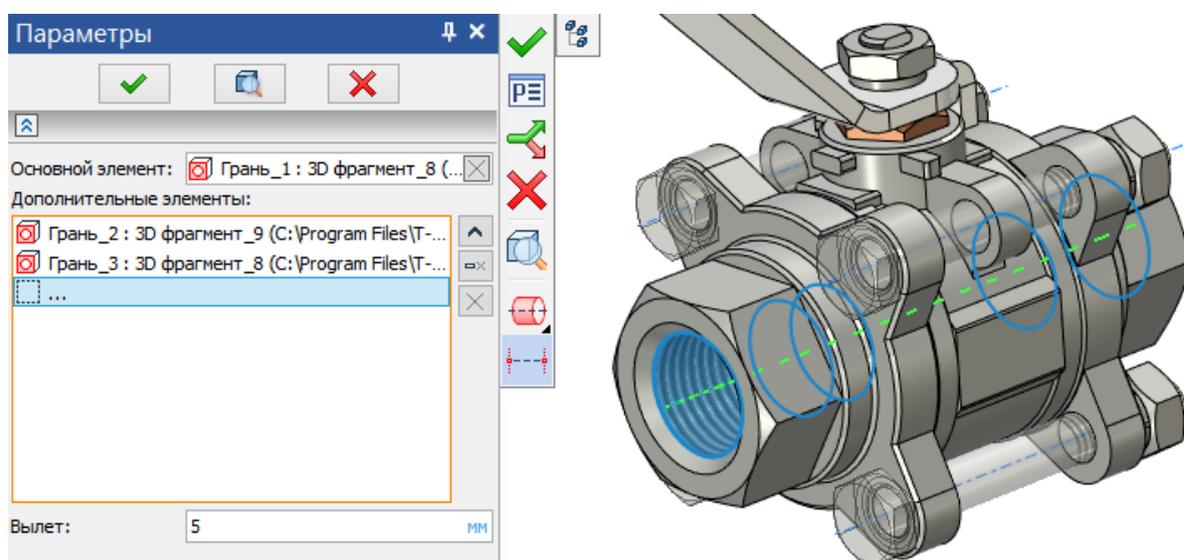
Опция «Дополнительная привязка» позволяет обеспечить задание дополнительных привязок создаваемого 3D элемента, соответствующих предыдущим версиям T-FLEX CAD.

Ось

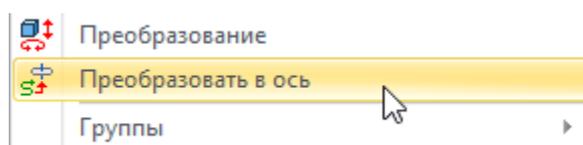
Добавлена возможность создания 3D осей для решения следующих задач:

- ✓ Возможность использования оси для создания оси вращения или направления при создании операций;
- ✓ Возможность предварительного создания всех осей модели для последующего проецирования;
- ✓ Возможность простановки 3D размеров: между осями, от оси до плоскости и т.д.

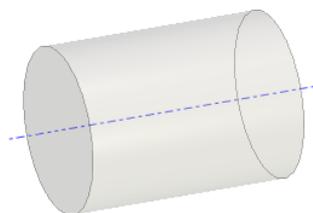
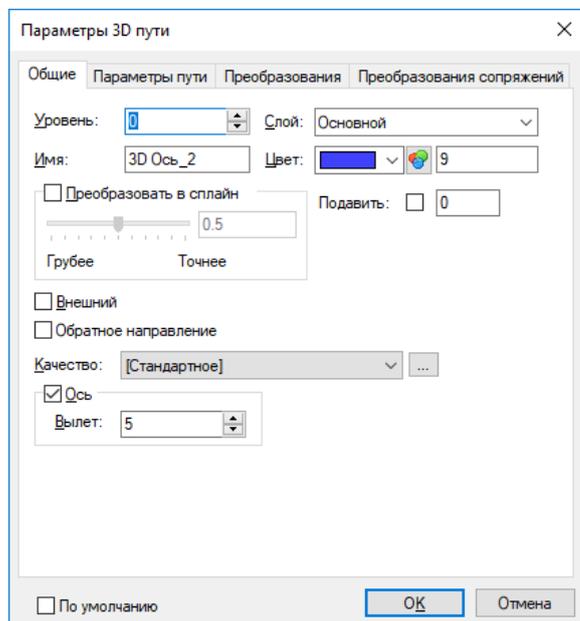
Для простого создания 3D осей на основе поверхностей вращения и рёбер добавлена новая команда «3D Ось». Команда позволяет создать прямолинейные оси на основе элементов вращения - цилиндрических, конических, тороидальных, а также круговых рёбер. В качестве дополнительных элементов для задания габаритов создаваемой оси, можно выбрать любые другие элементы модели.



Для преобразования любого 3D пути или трассы в объект «3D ось» можно выполнить команду контекстного меню «Преобразовать в ось».



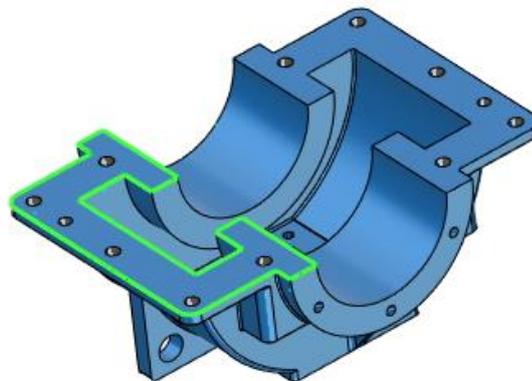
В результате у такого пути устанавливаются соответствующие свойства: переключатель «3D ось» и значение параметра «Вылет», отвечающего за удлинение пути при прорисовке.



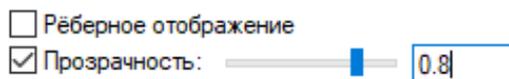
ПРОФИЛЬ

Добавлена возможность строить профиль по проволочному каркасу. Для этого в команду добавлена опция  «Построить 3D профиль по проволочной геометрии».

С помощью опции можно также выбирать рёбра уже существующих моделей для быстрого формирования профиля.



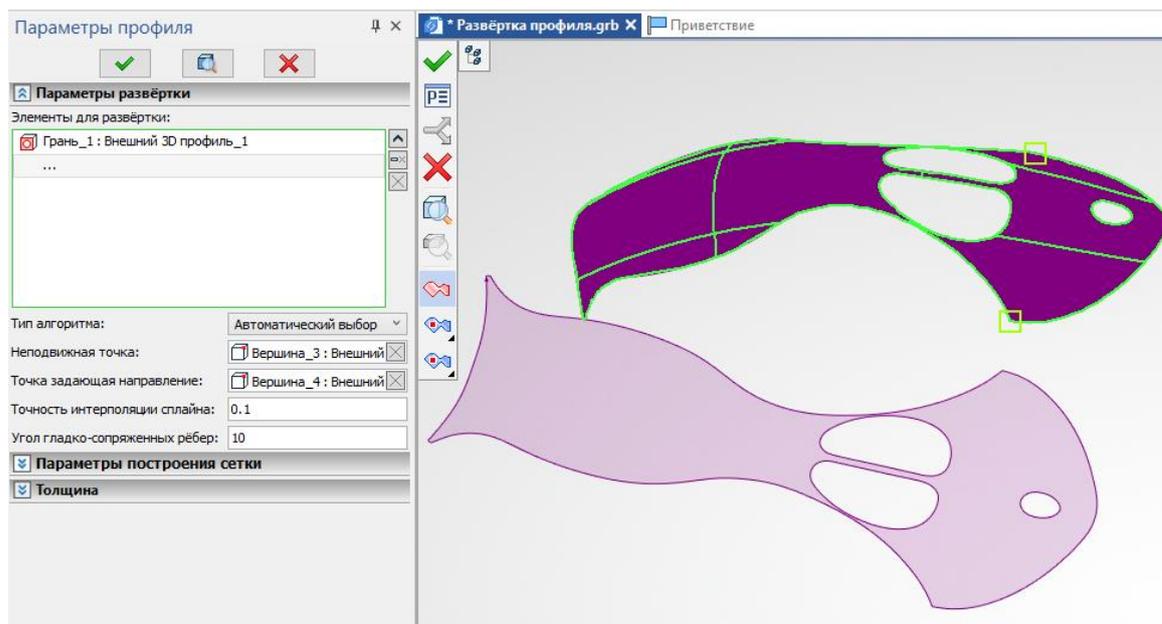
Добавлена возможность изменять прозрачность 3D профилей при рисовании в 3D окне. Для этого в параметры профиля добавлен переключатель «Рёберное отображение» и параметры управления прозрачностью.



ПОСТРОЕНИЕ 3D ПРОФИЛЯ МЕТОДОМ РАЗВЁРТКИ

Существенные доработки выполнены в функциональность построения 3D профиля методом развёртки. Вместо нескольких способов создания развёртки граней добавлен один режим «Построить развёртку поверхностей», унифицирующий все способы построения развёртки. При выборе нескольких смежных граней, появился переключатель «Удалить избыточные рёбра», по которому производится упрощение топологии результирующего профиля.

При построении развёртки поверхностей теперь доступна возможность выбора неразворачиваемых поверхностей. Для решения задачи развёртки такой поверхности или набора поверхностей реализован итерационный алгоритм.



Для этого алгоритма могут задаваться параметры точности промежуточной расчётной сетки, используемой при итерационных вычислениях.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ

ЛИСТОВОЙ МЕТАЛЛ

Для всех команд листового металла проведена работа по улучшению интерфейса и повышению интуитивности выполнения команд.

Все диалоги команд переработаны и унифицированы. Пользователю проще ориентироваться в параметрах команд и требуется меньшее количество кликов для выполнения операций.

Все команды вынесены на отдельную вкладку панели Лента.

Теперь для каждой операции листового металла доступна отдельная команда, что увеличило скорость создания операции и пересчёта модели.

Для листовых деталей добавлен отдельный прототип со всеми необходимыми настройками для ускорения процесса моделирования.

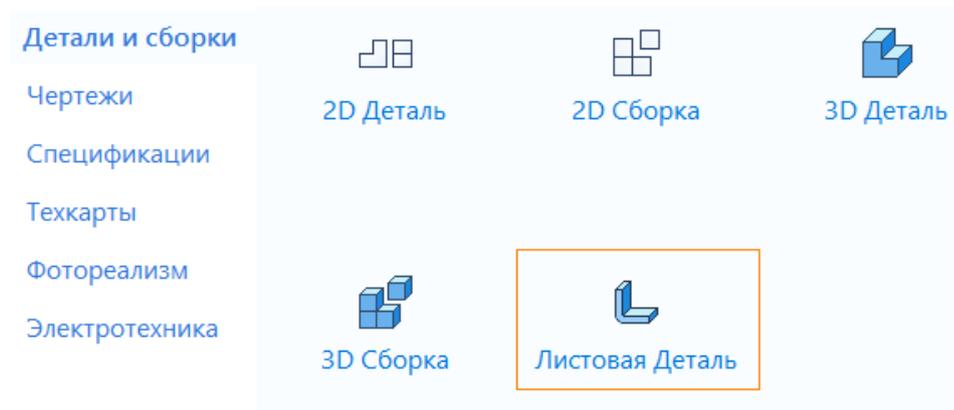
Добавлены команды задач, таких как: закрытие угла, вырез по нормали, создание рёбер жёсткости для листового металла, создание фланцев по пользовательскому профилю, создание перемычек и др.

В качестве основы для доработки функционала листового металла были взяты предложения от пользователей.

Прототип Листовая деталь

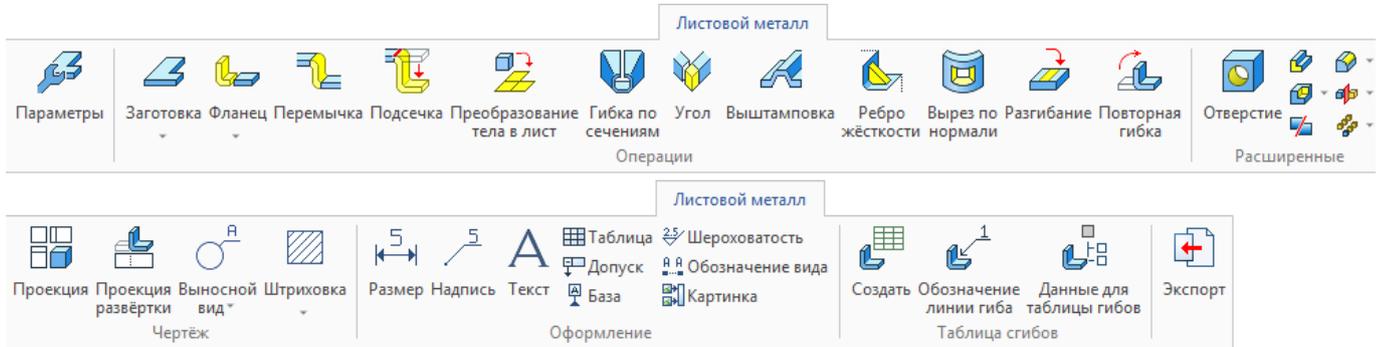
Добавлен новый прототип «Листовая деталь».

Создать новый документ

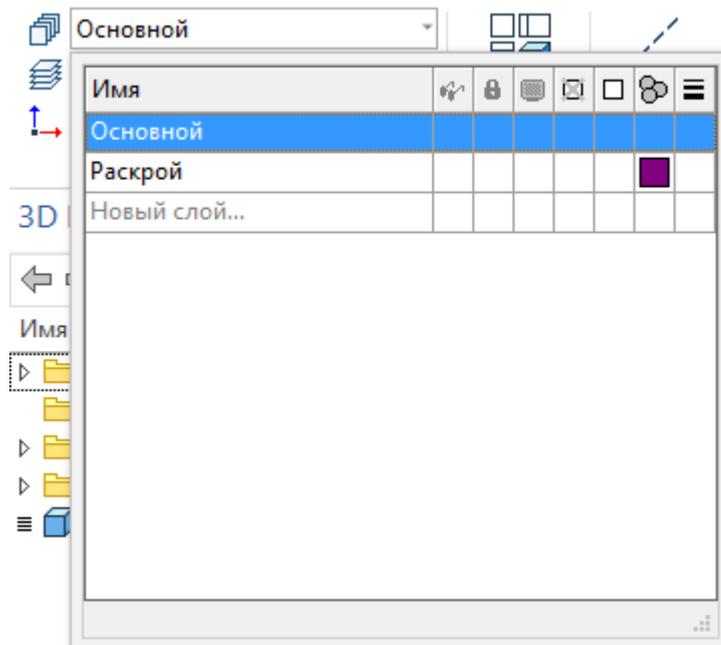


Для прототипа по умолчанию активна вкладка «Листовой металл». На вкладку добавлены новые команды по работе с листовым металлом.

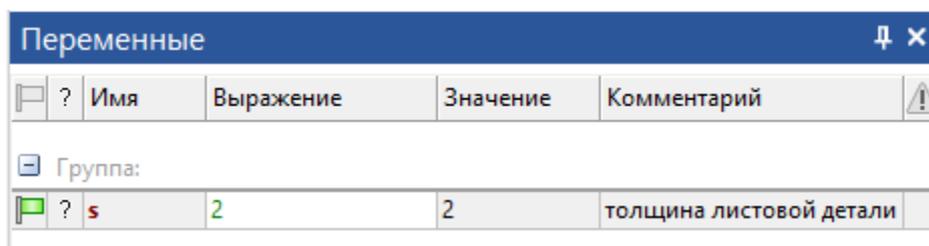
Вкладка «Листовой металл» на панели Лента разделена на 2D и 3D части с набором команд для моделирования и оформления чертежа.



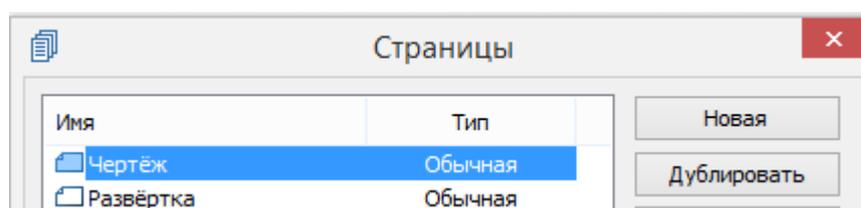
Для интеграции с модулем T-FLEX Раскрой создан специальный слой «Раскрой», контуры с которого можно автоматически передать в проект раскрой.



Для управления толщиной заготовки заведена специальная переменная «s».



В прототипе создана страница «Развёртка».

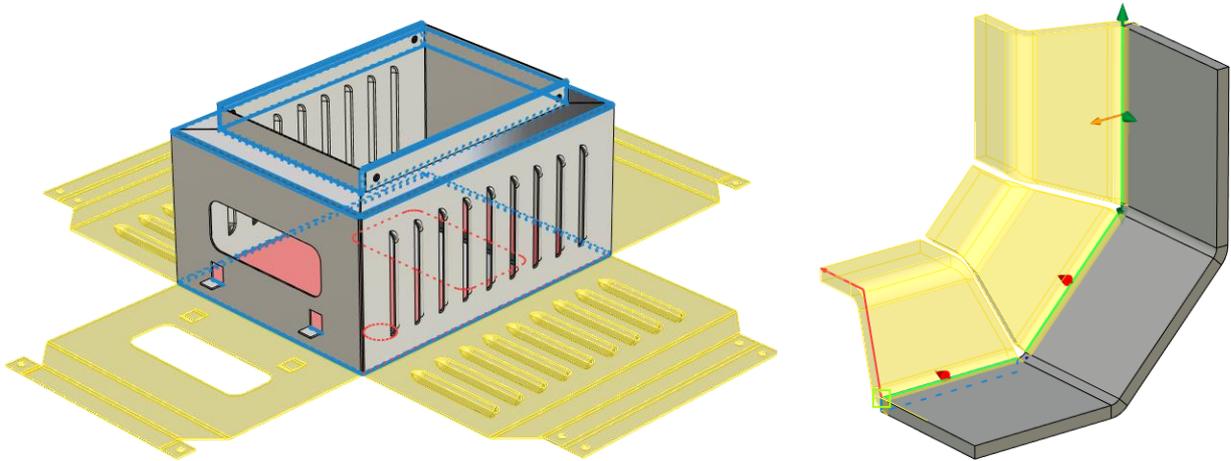


Интерфейс команд листового металла

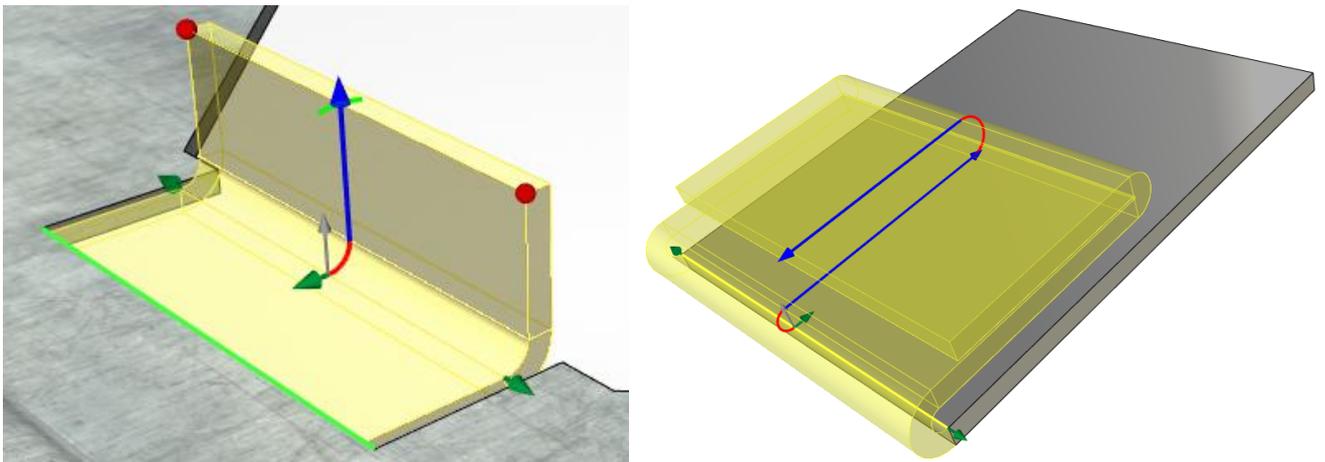
Команда Гибка разделена на отдельные операции – «Фланец», «Отбортовка», «Фланец по контуру», «Сгиб», «Отгиб».

Интерфейсы этих команд были переработаны с целью упрощения создания операций.

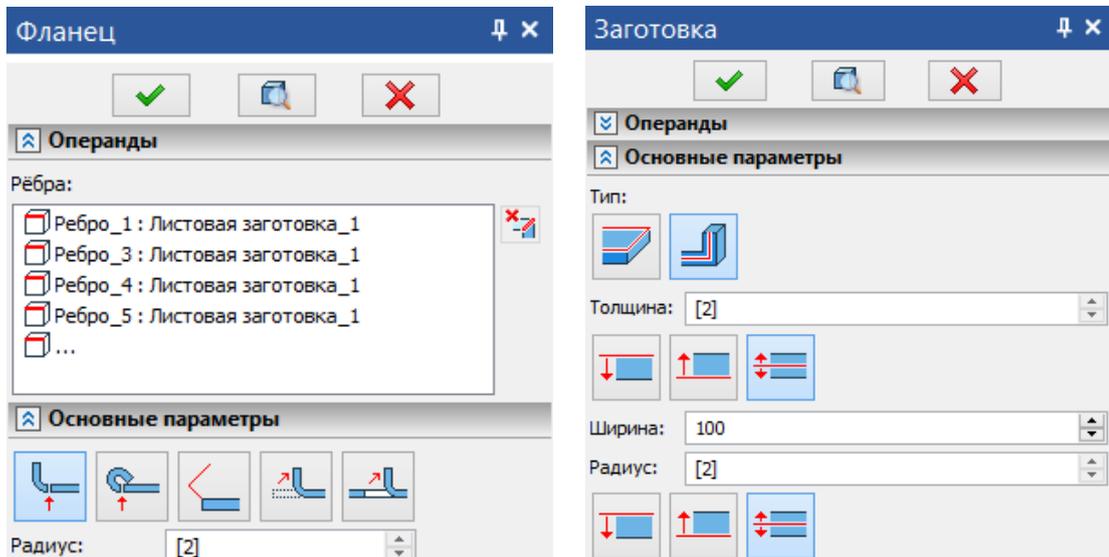
Для всех операций листового металла реализован полупрозрачный динамический просмотр. Пользователь сразу видит результат выполнения операции и может его скорректировать.



Во все операции группы команд листовой металл добавлены графические манипуляторы для задания параметров (манипуляторы управления длиной, углом, смещениями, направлением сгибов). Для манипуляторов доступно задание объектных привязок. Т.е. можно указывать другие объекты в сцене, относительно которых будут задаваться параметры операции, и привязываться к ним. Привязки можно удалять и перезадавать.



Во всех операциях появилась группа «Операнды», позволяющая управлять опорной геометрией модели.



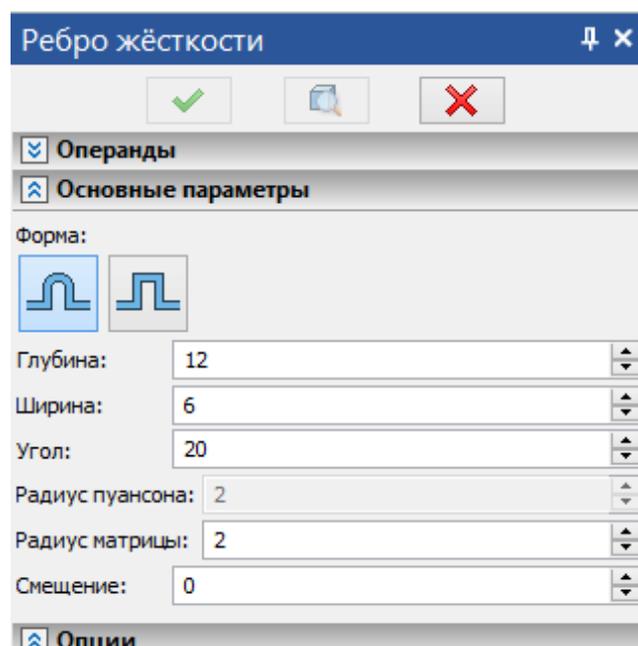
Обновлены диалоги для всех команд группы листовой металл. В окне **3D модель** стало проще искать созданную операцию.

Операция «Ребро жёсткости»

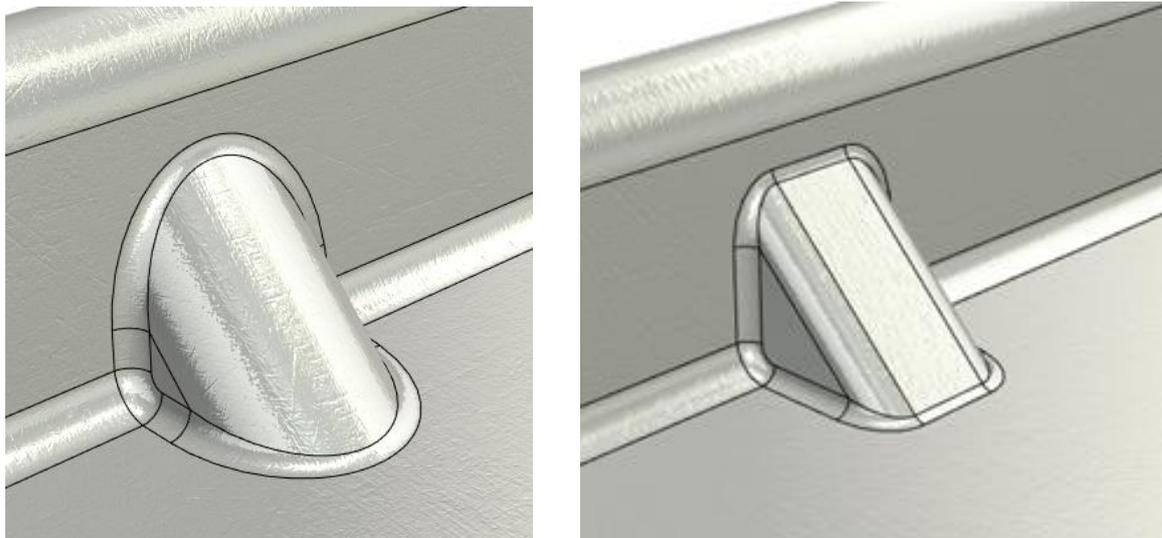
Добавлена возможность строить ребра жёсткости для листового металла. Для этого используется команда «**Ребро жёсткости**». Команда решает задачу усиления конструкции.

Создание каждого ребра жёсткости происходит отдельно.

Пользователю требуется выбрать гибку, на которой требуется создать ребро, и задать его основные параметры. Можно задать точное положение ребра, предварительно создав рабочую плоскость и указав эту плоскость при создании операции с помощью опции .

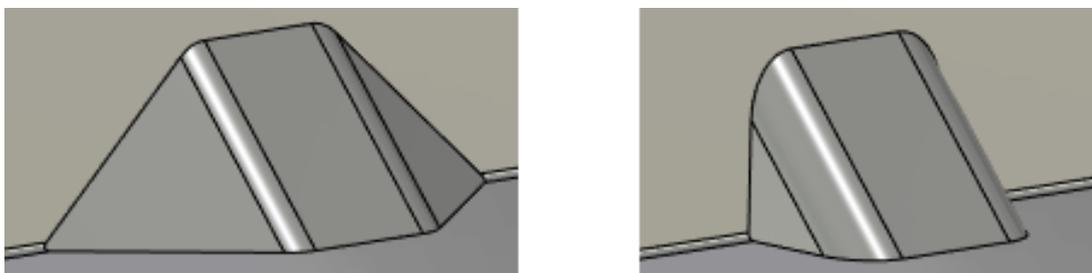


«**Форма**». Задаёт форму ребра – скруглённую или линейную.



«**Глубина**» и «**Ширина**» задают основные параметры ребра.

Угол задаёт угол наклона боковых стенок ребра жёсткости.



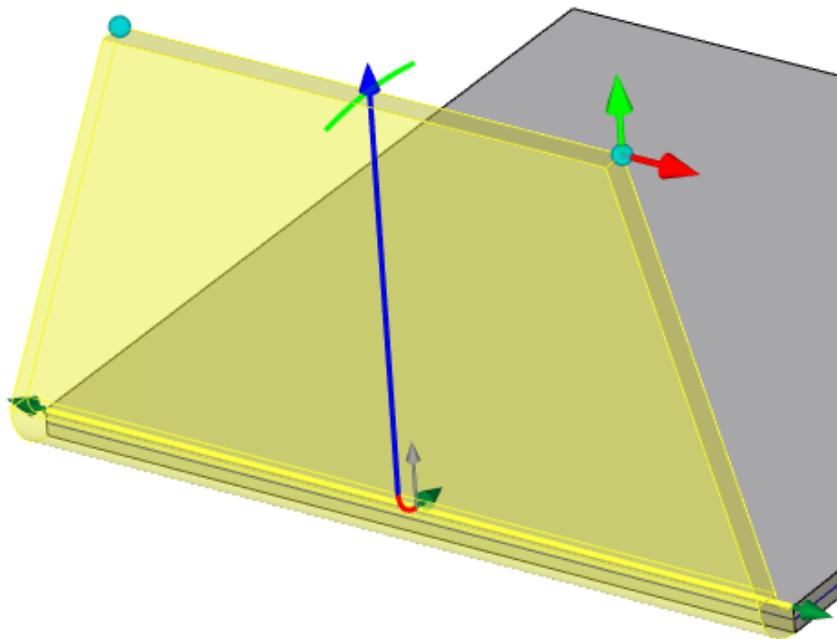
«**Радиус пуансона**» и «**Радиус матрицы**». Позволяют учесть технологические радиусы матрицы и пуансона при создании ребра жёсткости.



«**Смещение**». Задаёт положение ребра жёсткости. Смещение задаётся от ближайшей вертикальной грани. Если при создании ребра задана плоскость, то смещение отсчитывается в соответствии с положением плоскости.

Фланцы непрямоугольной формы

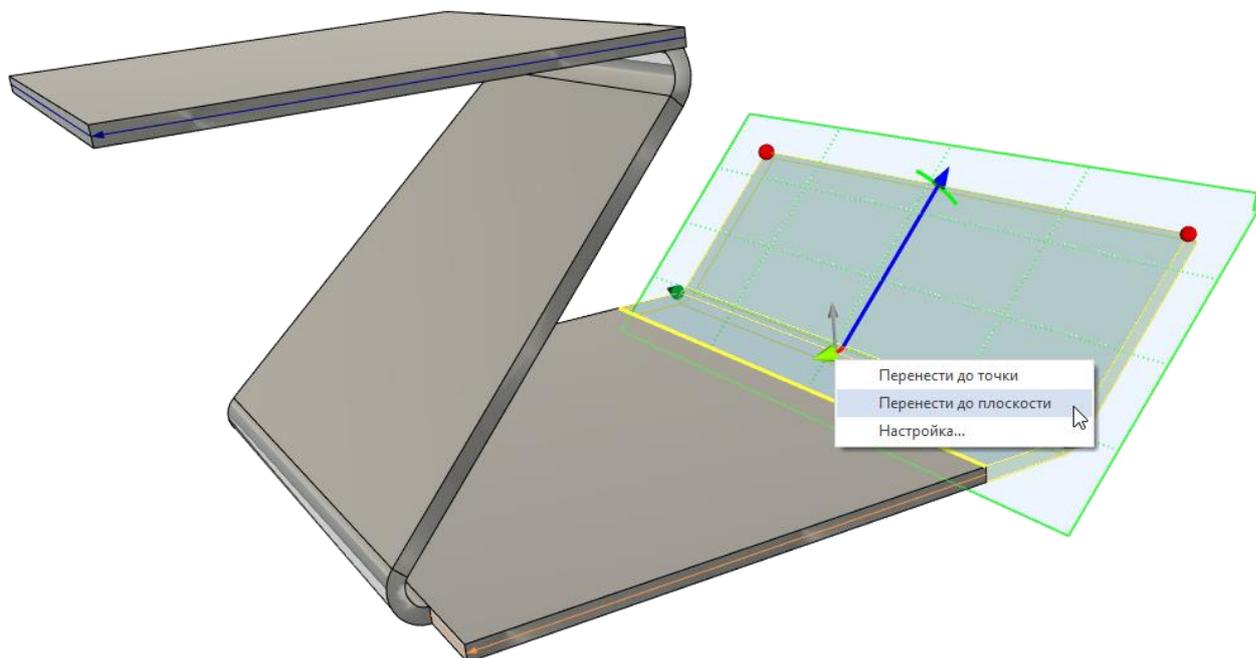
В операции «Фланец» реализована возможность добавления к заготовке фланцев непрямоугольной формы с возможностью использования графических манипуляторов. Данная функциональность решает задачу создания трапециевидальных язычков.



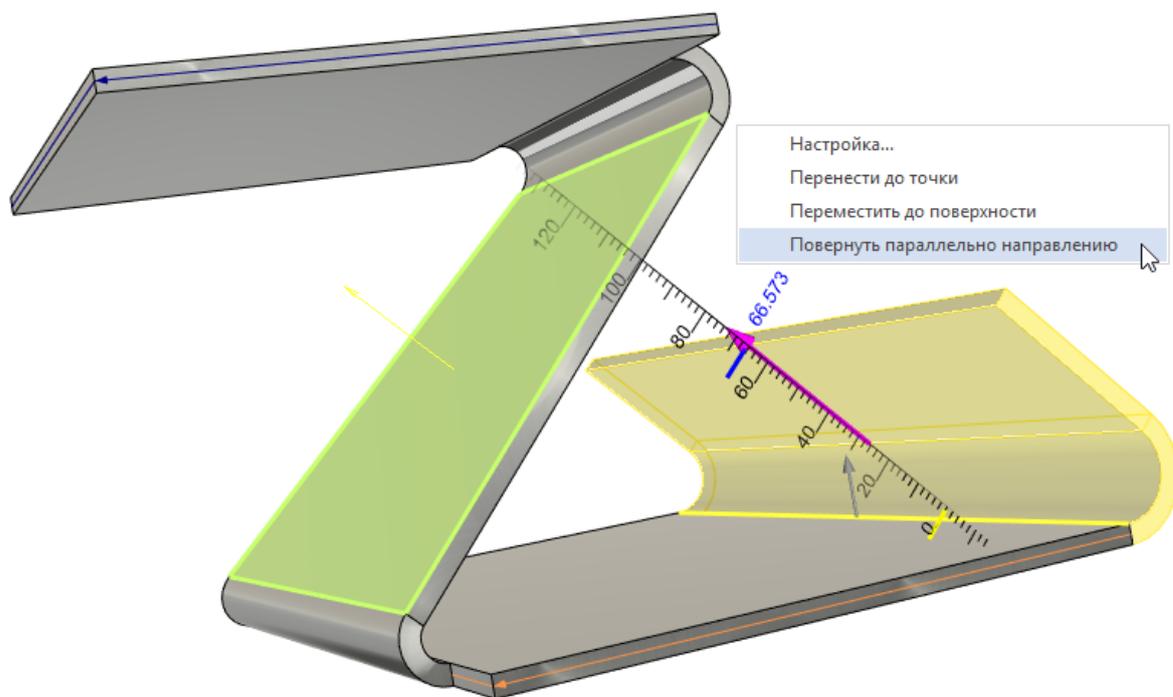
Фланцы с привязкой к геометрии

Появилась возможность создавать фланцы с привязкой и ориентацией к уже созданной геометрии:

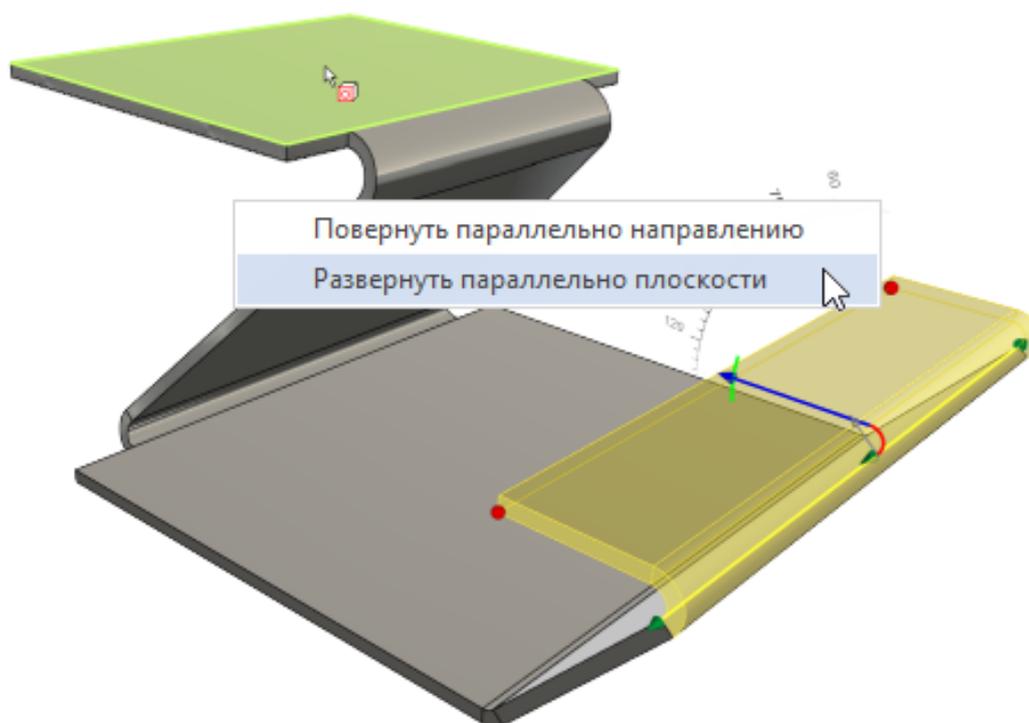
- ✓ перемещение фланца до выбранной плоскости с углом наклона, определяемым этой плоскостью;



- ✓ поворот фланца параллельно выбранному направлению;



- ✓ поворот фланца параллельно выбранной плоскости.

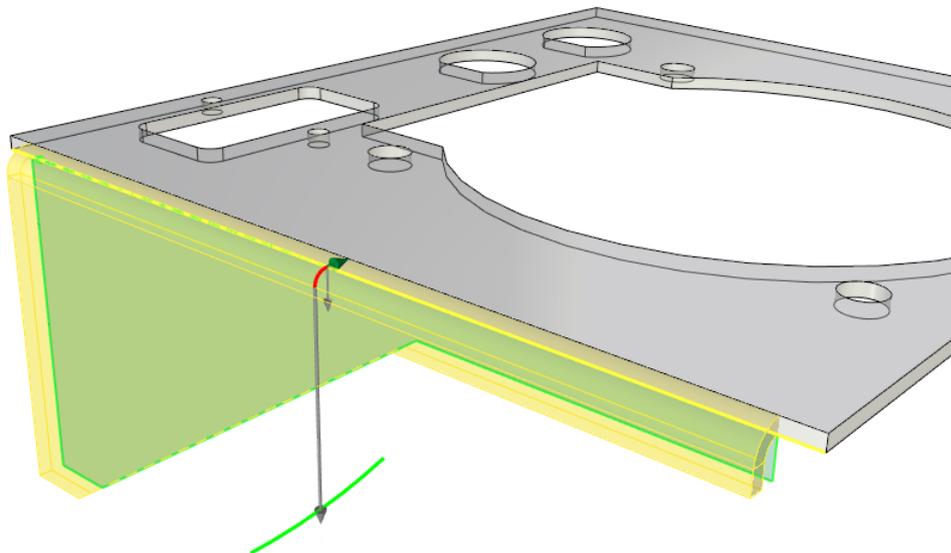


Для ориентации фланцев используются рабочие плоскости, поверхности, грани тел. Управление привязками происходит через контекстное меню, при клике на соответствующий манипулятор перемещения или угла поворота.

Фланцы по пользовательскому 3D профилю

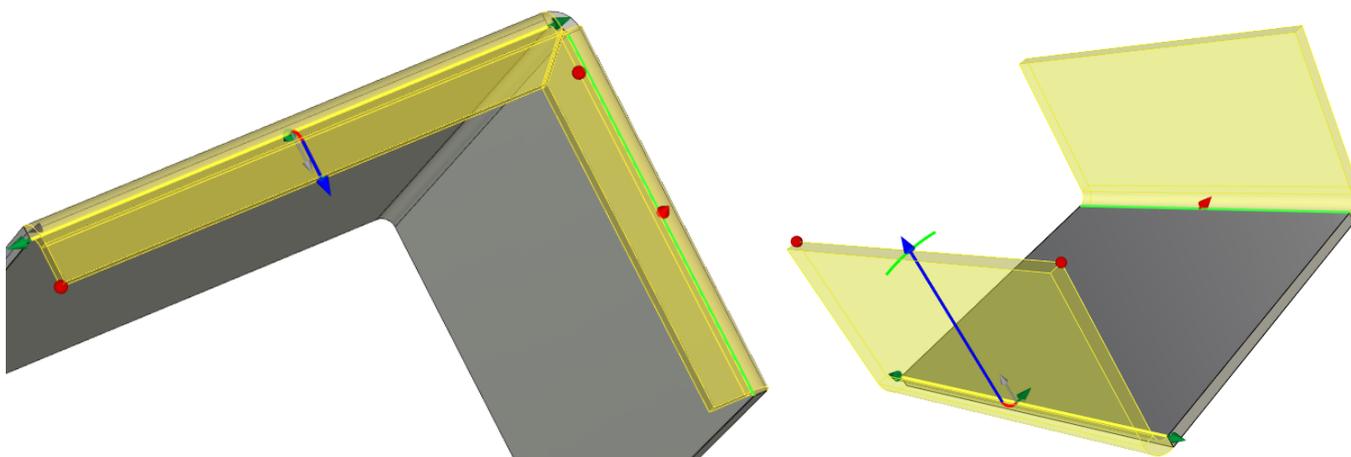
Появилась возможность создавать фланцы по пользовательскому 3D профилю. Для построения такого фланца нужно предварительно создать 3D профиль. Профиль должен лежать в плоскости ребра сгиба.

Для фланца могут быть использованы профили на основе линий построения или линий эскиза.



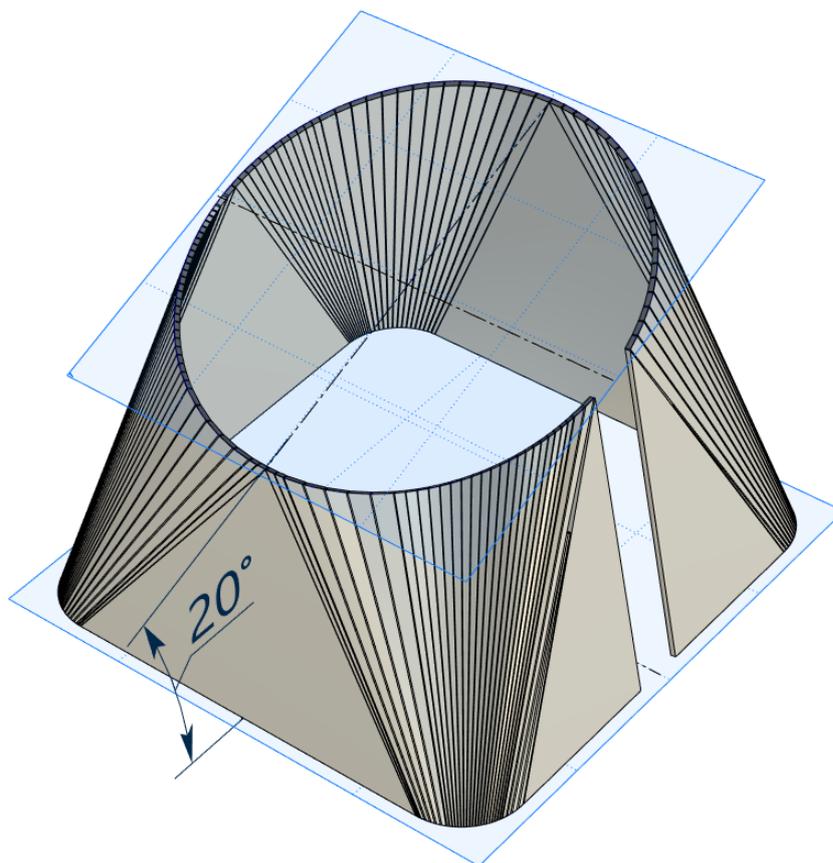
Создание фланцев на несмежных рёбрах

Появилась возможность создавать фланцы и строить отбортовку на несмежных рёбрах. Направление каждого фланца может быть установлено индивидуально с помощью графического манипулятора. Стыки при этом обрабатываются автоматически.



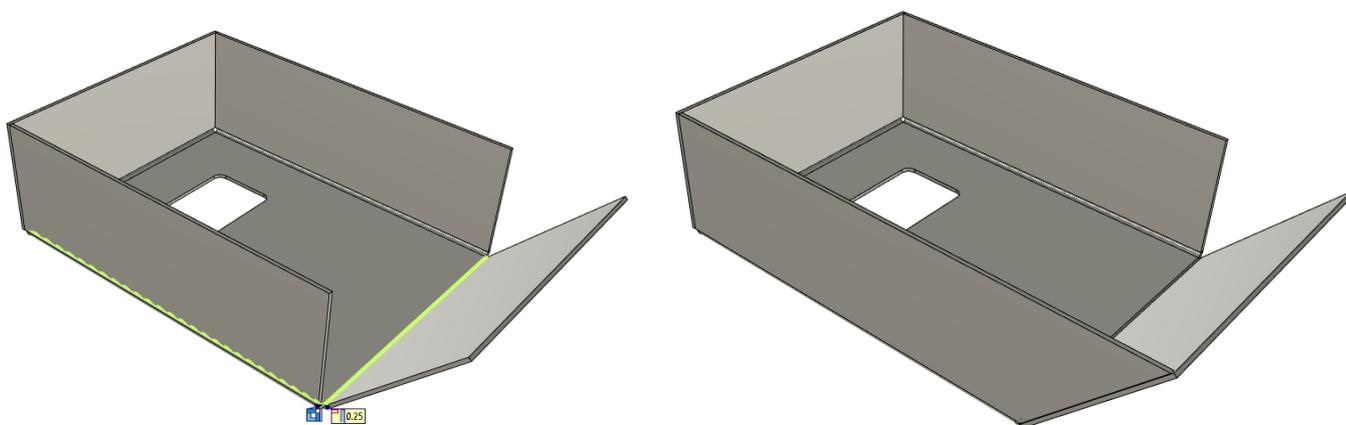
Операция «Гибка по сечениям»

В операции «Гибка по сечениям» реализована возможность использования непараллельных контуров.



Операция «Угол»

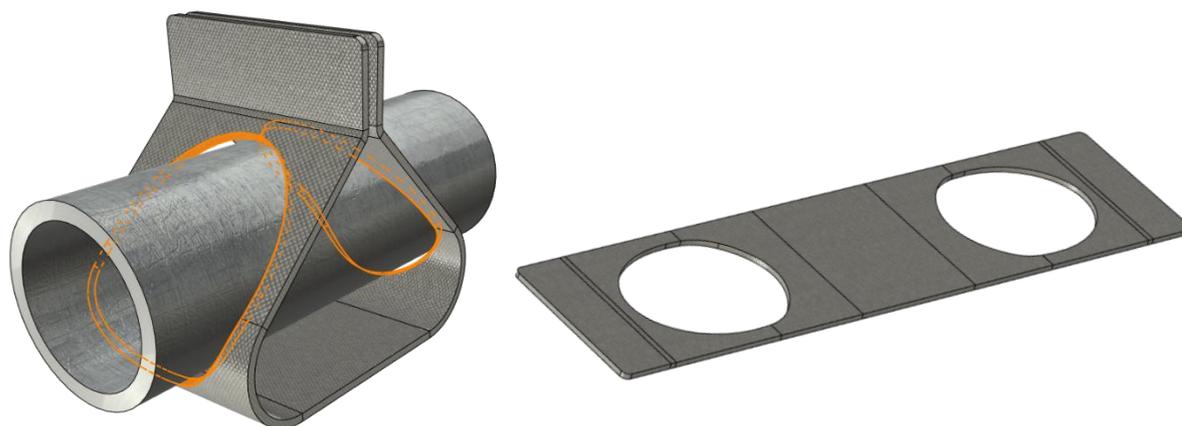
Команда «Угол» позволяет строить в необработанных углах листовых деталей ослабления и задавать нахлест. Позволяет закрывать угол для любых конфигураций фланцев, включая наклонные фланцы.



Операция «Вырез по нормали»

Операция «Вырез по нормали» позволяет строить вырез с зазором на листовом теле с перпендикулярными к основным граням боковыми стенками.

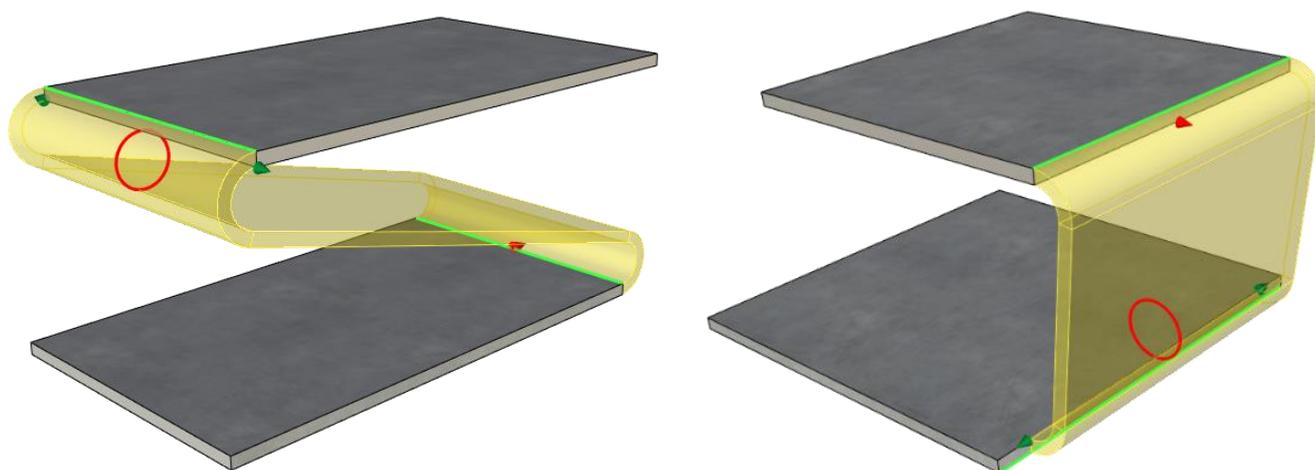
Операцию нужно применять при создании выреза на наклонных гранях. Операция удобна тем, что позволяет использовать геометрию готовой детали для создания выреза и установить зазор для выреза без дополнительных действий.



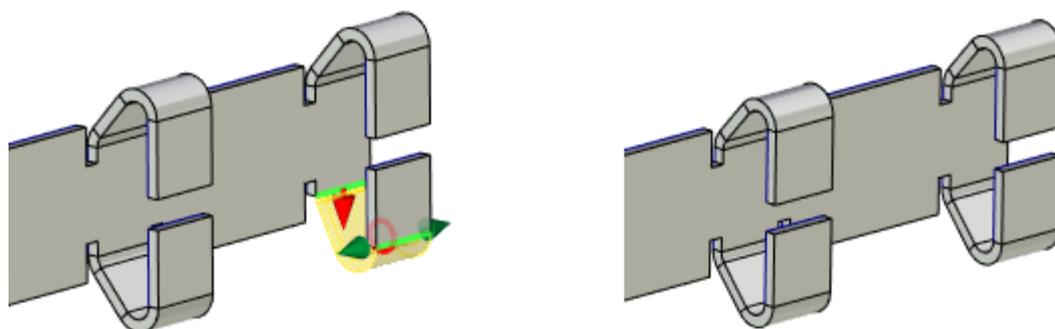
Операция «Перемычка»

Операция «Перемычка» позволяет создавать переходную геометрию с заданным радиусом сгиба между рёбрами двух листовых тел равной толщины. Рёбра должны быть параллельны. Результатом выполнения операции будет новое листовое тело.

Доступно создание перемычек двух форм: Y – форма и Z – форма.

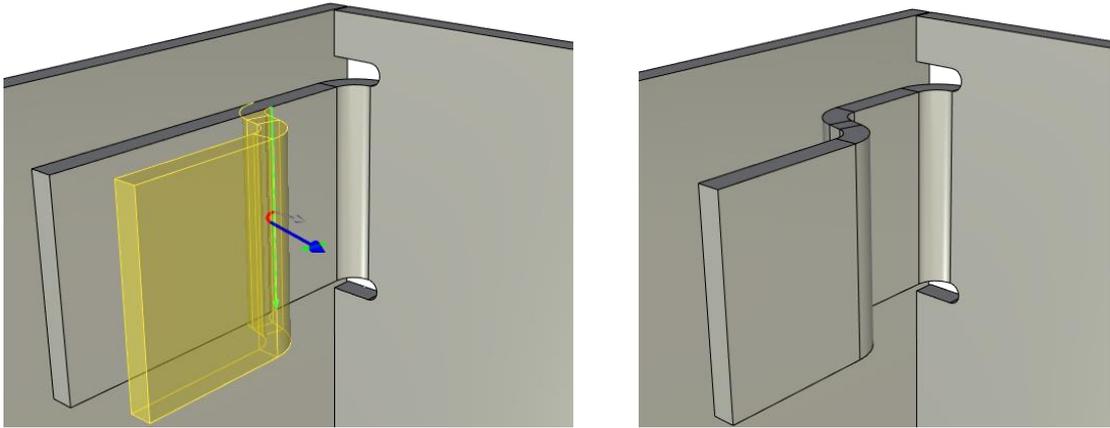


Операция позволяет работать со сборочными листовыми моделями. Отдельные детали могут быть связаны в единое тело с помощью этой операции.



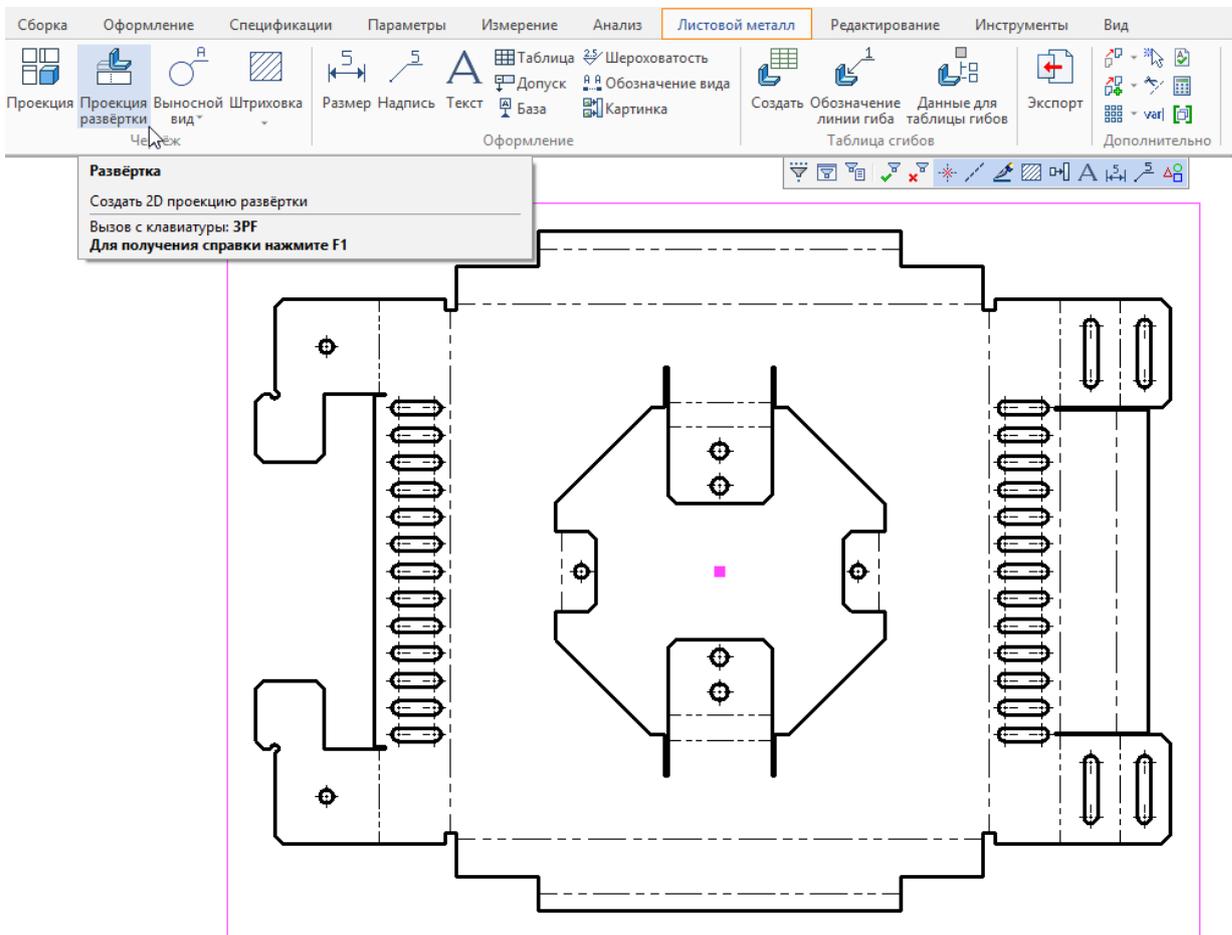
Операция «Подсечка»

Новая операция «Подсечка» позволяет строить двойной сгиб на листовом теле под произвольным углом. Служит для сопряжения двух параллельных фланцев.



Команда «Проекция развёртки»

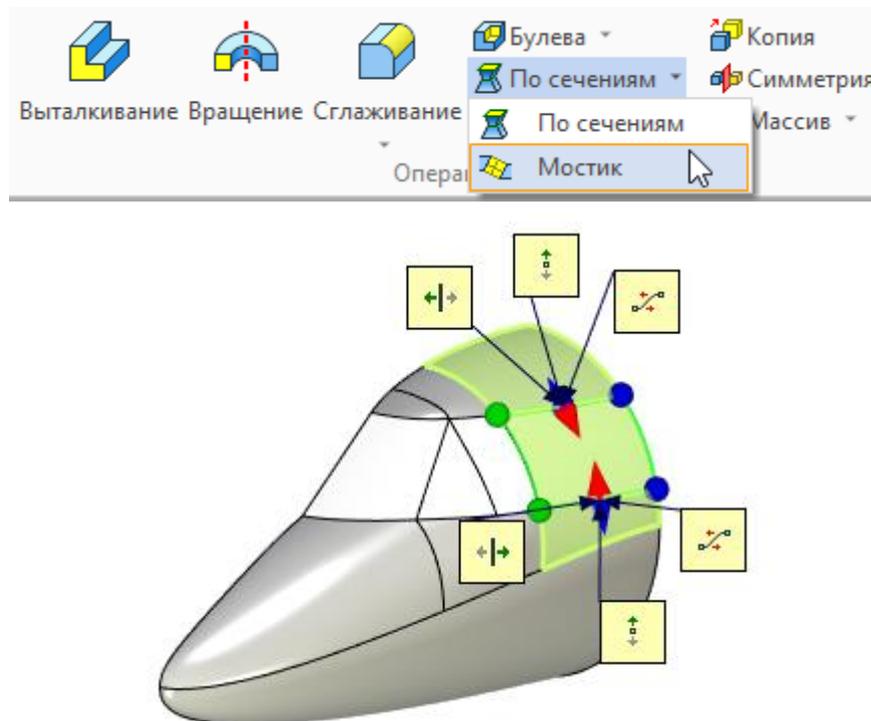
Команда «Проекция развёртки» позволяет быстро строить чертёж развёртки листовой детали.



ОПЕРАЦИЯ «МОСТИК»

При проектировании конструктор часто встречается с задачей соединения двух наборов поверхностей переходной поверхностью. Для решения этой задачи за минимальное число действий добавлена команда «Мостик».

Команда позволяет построить тело, которое будет служить для сопряжения двух других листовых тел или граней твёрдых тел.



Для мостика можно выбрать степень непрерывности: «по поверхности (G0)», «по касательной (G1)», «по кривизне (G2)».

С помощью манипуляторов в сцене или полей в диалоге параметров можно управлять положением краёв мостика.

Можно выполнить сшивку мостика с исходными телами или создать мостик как отдельное тело.

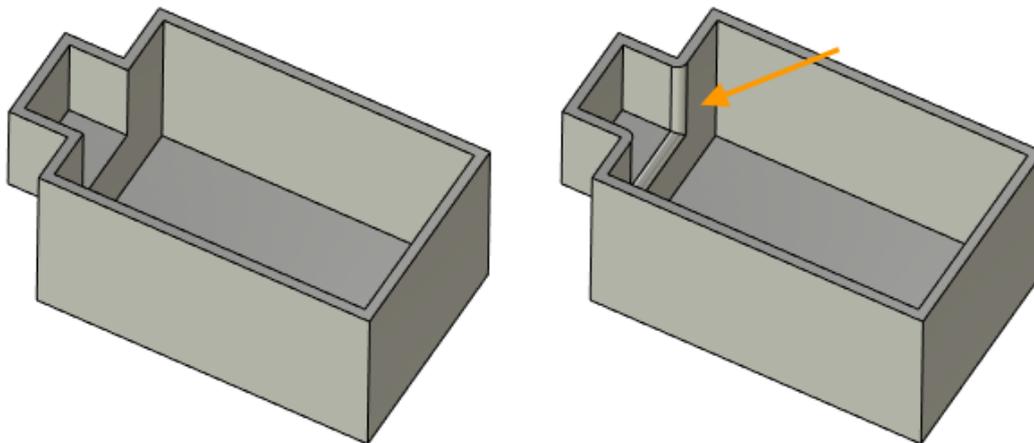
ОПЕРАЦИЯ «ОБОЛОЧКА»

В команду «Оболочка» добавлены следующие нововведения:

- ✓ Опция автоматического сглаживания рёбер;
- ✓ Опция обработки перекрывающихся граней;
- ✓ Возможность построения оболочек на основе других оболочек с добавлением или исключением дополнительных граней;
- ✓ Манипуляторы и динамический просмотр изменений.

Сглаживание выпуклых рёбер

Добавлена опция «Сглаживание выпуклых рёбер». Опция определяет, будут ли сглаживаться выпуклые рёбра, полученные в направлении смещения граней. Например, если оболочка построена вовнутрь, то будут сглажены внутренние выпуклые рёбра, как на картинке ниже.

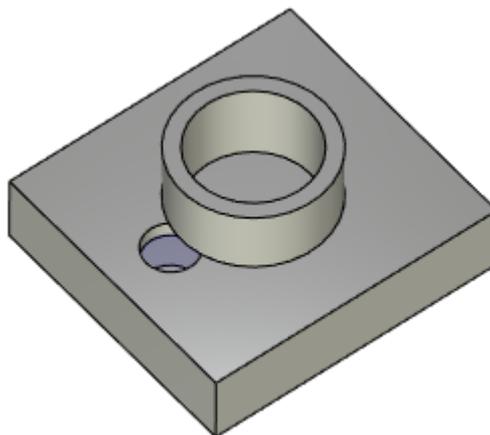


Величину радиуса сглаживания необходимо ввести в поле «Радиус сглаживания».

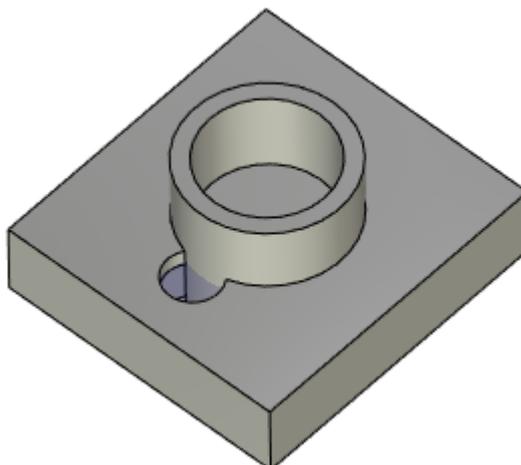
Тип расширения граней

Опция «Тип расширения граней» управляет обработкой перекрывающихся граней, которые получаются в результате создания оболочки.

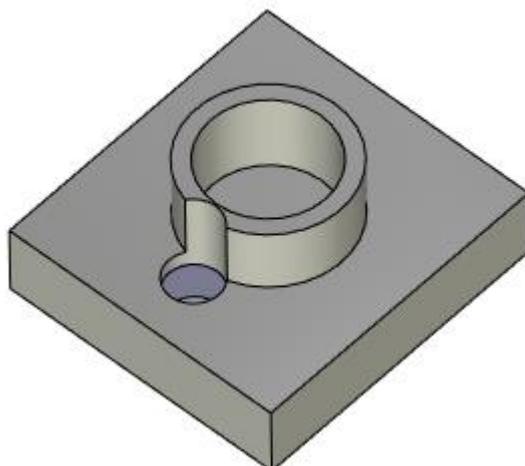
В режиме «Авто» система обрабатывает перекрывающиеся грани независимо друг от друга.



В режиме «Расширение перемещаемых» приоритет отдаётся перемещаемым граням. Фиксированные грани обрабатываются в соответствии с геометрией перемещаемых граней.



В режиме «Расширение фиксированных» приоритет отдаётся фиксированным граням. Перемещаемые грани обрабатываются в соответствии с геометрией фиксированных граней.



Включение и исключение граней

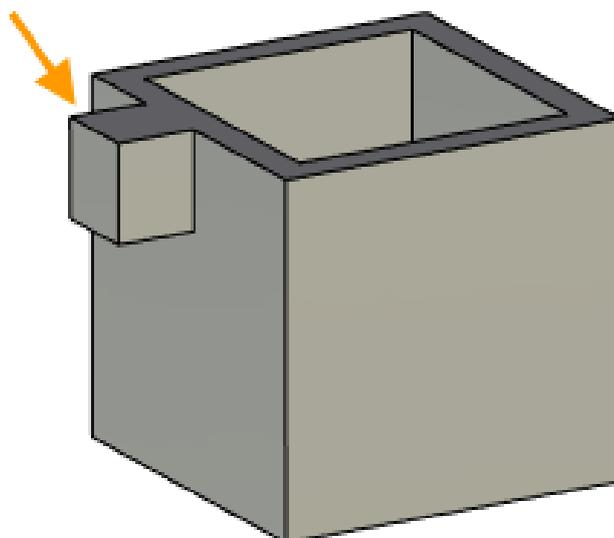
Добавлена возможность добавлять и удалять грани для части детали, если основная деталь является тонкостенным телом.

В окно параметров команды добавлена вкладка Дополнительные. На этой вкладке доступны следующие опции:

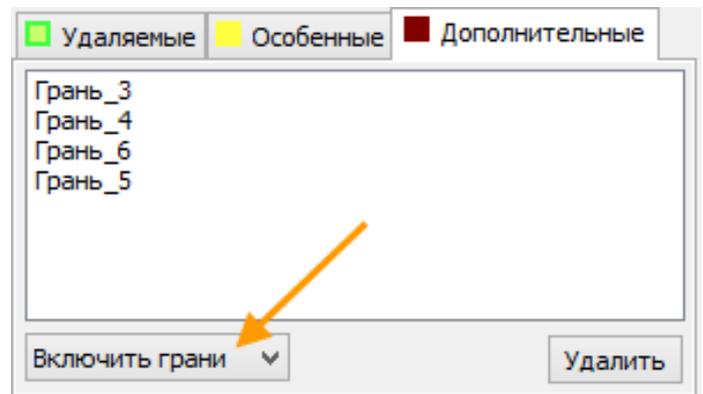
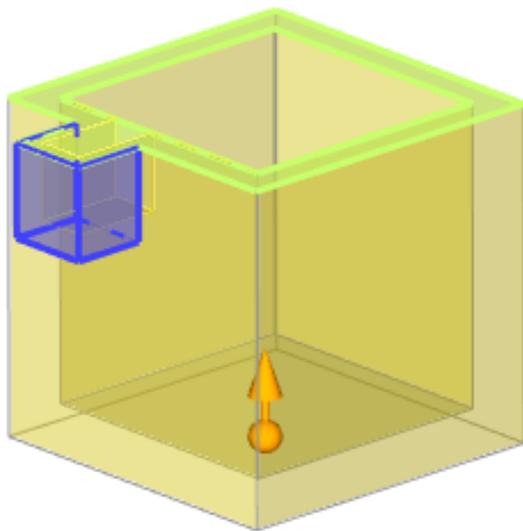
- ✓ Включить грани;
- ✓ Исключить грани.

«Включить грани». Опция позволяет указать грани, которые будут включены в операцию создания оболочки.

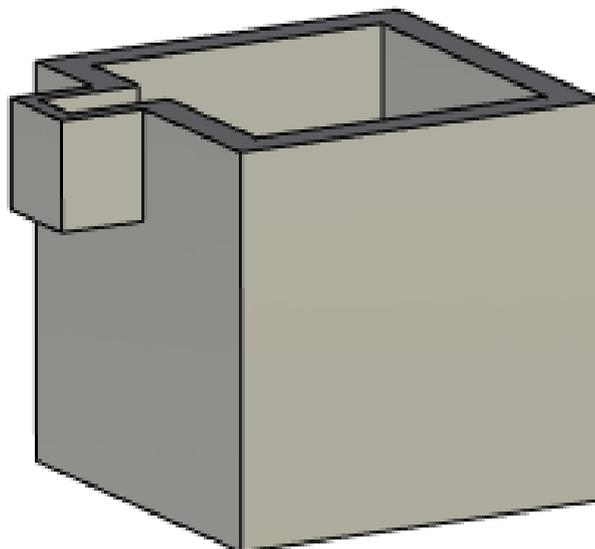
Для выступающего участка тела на рисунке ниже нужно создать оболочку.



Система не может определить геометрию самостоятельно, поэтому нужно вручную включить грани в операцию.



Результат:



«Исключение граней». Опция позволяет указать грани, для которых не будет создана оболочка.

Операция «Оболочка» иногда применяется не ко всем граням тела, а только к их части. На примере ниже нужно построить оболочку только для сферической части тела.

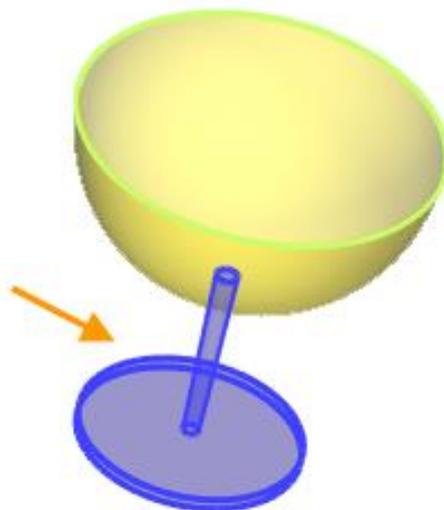
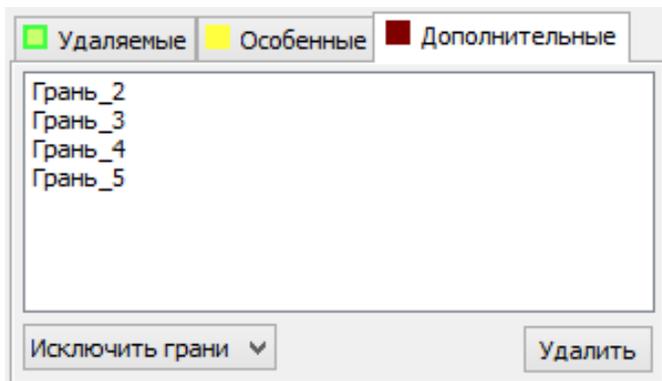


После выбора удаляемой грани оболочка будет построена для всего тела, а не только для его сферической части.



Чтобы получить нужный результат, нужно исключить грани из операции.

Для этого на вкладке «Дополнительные» нужно указать четыре грани, которые будут исключены из выполнения операции.

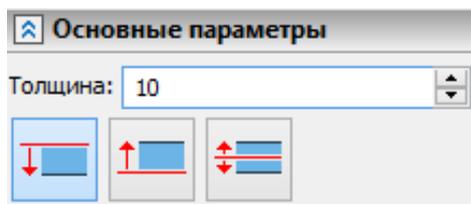


После этого получится требуемая модель.



Другие изменения в операции

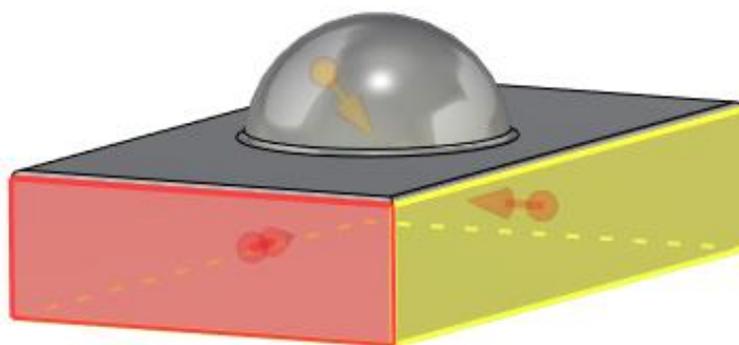
В окно параметров команды добавлены кнопки, которые позволяют задать направление смещение граней при выполнении операции.



В команду «Оболочка» добавлены опции «Динамический просмотр» и «Использовать манипуляторы».

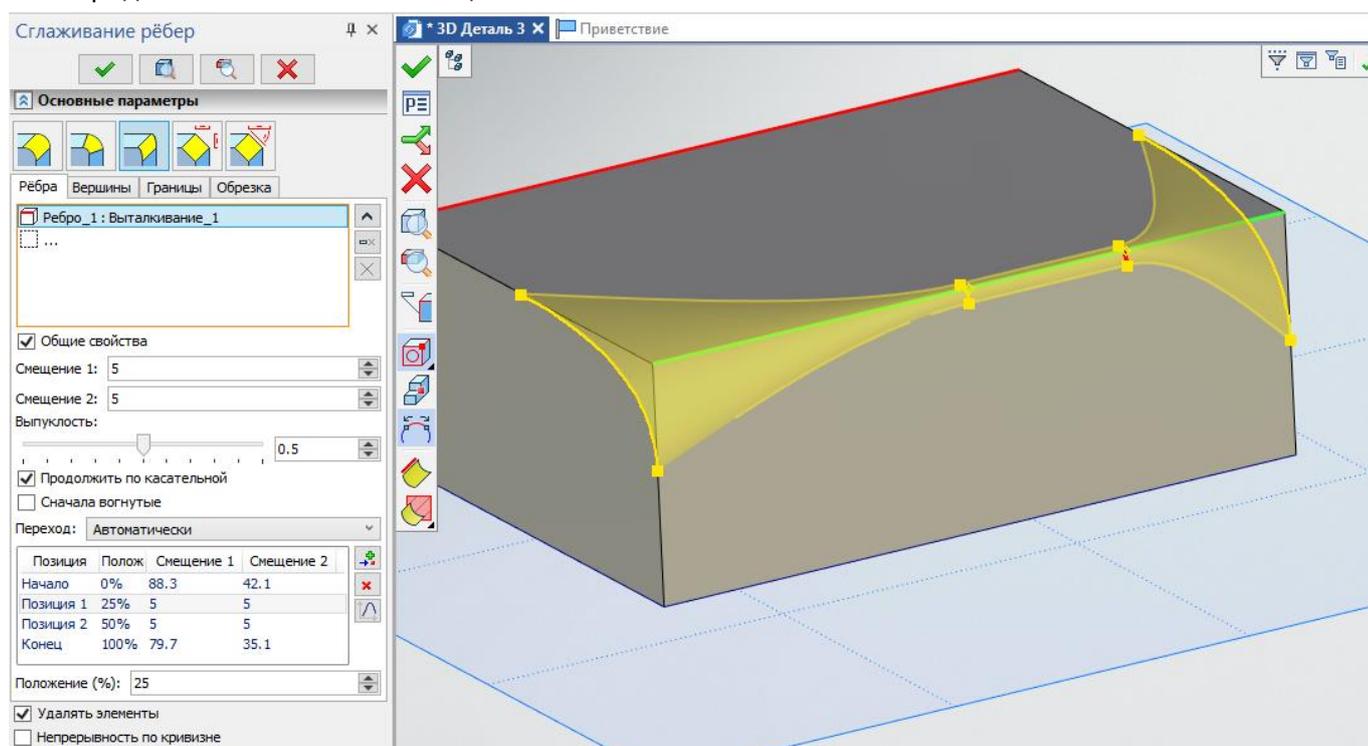
Если опция «Использовать манипуляторы» включена, появляется один манипулятор, который задаёт толщину стенки и направление смещения грани.

Для каждой грани, которая добавлена на вкладку «Особенные», появляется собственный манипулятор. Он позволяет задать направление смещения и толщину стенки для этой грани.



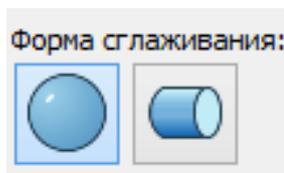
ОПЕРАЦИЯ «СГЛАЖИВАНИЕ РЁБЕР»

Выполнены доработки пользовательского интерфейса и функциональности операции «Сглаживание рёбер». Повышена устойчивость алгоритмов операции в сложных случаях. В интерфейсе команды появились наглядные кнопки переключения режимов работы команды. Списки элементов сделаны изменяемыми по размеру. В режимах создания переменного кругового и переменного эллиптического сглаживания, информация о параметрах операции в конкретных точках выводится непосредственно в списках позиций.

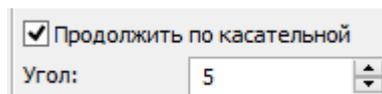
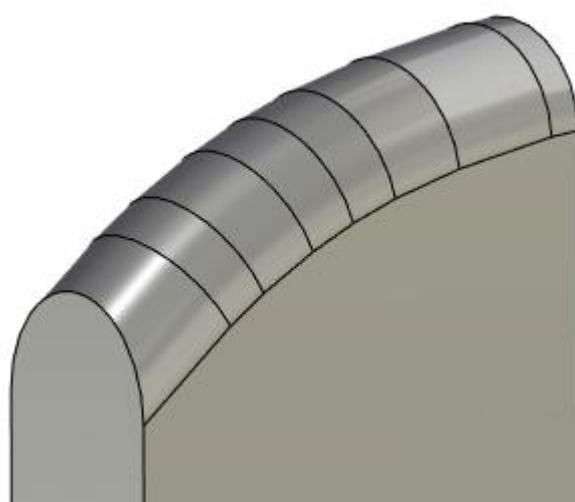
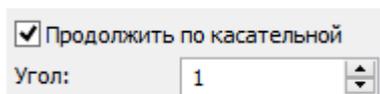
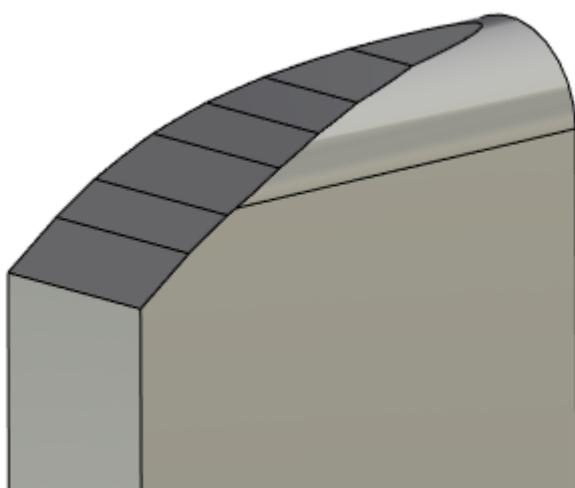


ОПЕРАЦИЯ «СГЛАЖИВАНИЕ ТРЁХ ГРАНЕЙ»

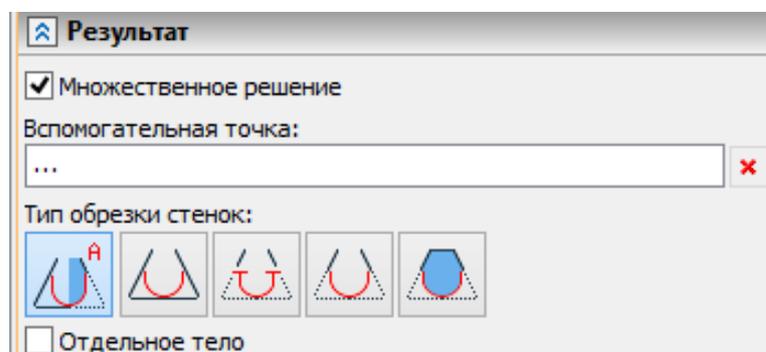
Добавлен новый тип сглаживания – сферическое. Для выбора типа сглаживания используются специальные иконки.



Параметр «Угол» позволяет задать угол, при котором сопряжённые грани средней стенки участвуют в сглаживании. Параметр доступен только при активной опции «Продолжить по касательной».

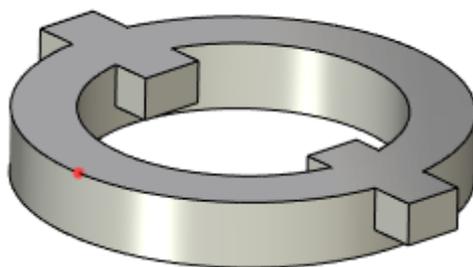


Добавлен новый раздел в параметры операции – «Результат».



Опция «**Множественное решение**» позволяет точно задать, какую поверхность сглаживания требуется получить при выполнении операции. Для определения этой поверхности нужно задать точку в сцене с помощью опции «**Вспомогательная точка**».

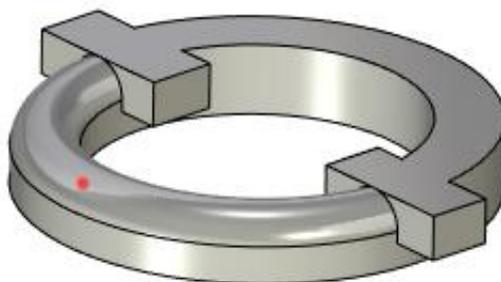
Например, нужно сгладить модель, показанную на рисунке ниже.



При обычном сглаживании обе половины детали будут сглажены.



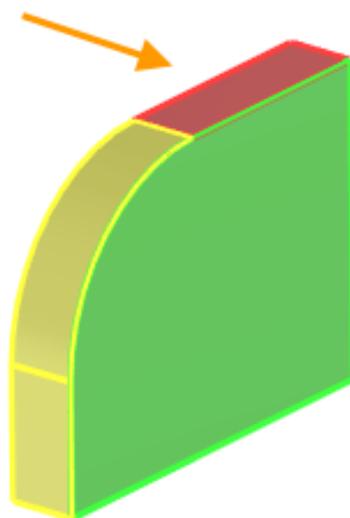
Чтобы сгладить только одну часть детали, нужно выбрать вспомогательную точку. Будут сглажены только ближайшие к заданной точке грани.



При использовании опции параметр «Обрезка по стенкам» должен быть в режиме «По обеим стенкам».

Опция автоменю «Режим выбора последовательности гладко сопряжённых граней»  позволяет упростить выбор граней для создания операции.

Если опция активна, то после выбора грани, система проверяет наличие гладко сопряжённых граней рядом с ней. Если такие грани существуют, то они также добавляются в операцию.



В команду добавлены опции для определения типа обрезки стенок.



«Не обрезать» – поверхность сглаживания не присоединяется к стенкам. Результат – отдельная поверхность.



«Обрезать обе» – обрезка обеих стенок, поверхность сглаживания не присоединяется к стенкам. Результат – отдельная поверхность.



«Обрезать и сшить» – обрезка обеих стенок, поверхность сглаживания присоединяется к стенкам. Если поверхность сглаживания лежит между двумя разными телами, то они соединяются в одно тело.

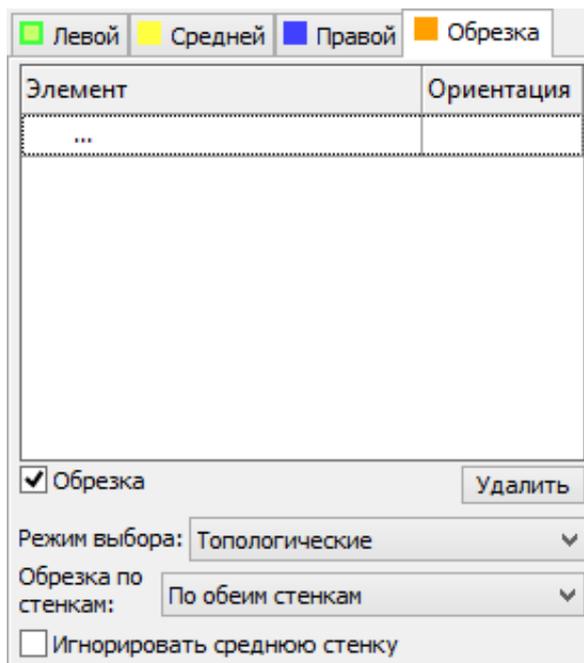


«Создать твёрдое тело» – если результат сглаживания образует замкнутое пространство, создаётся твёрдое тело.

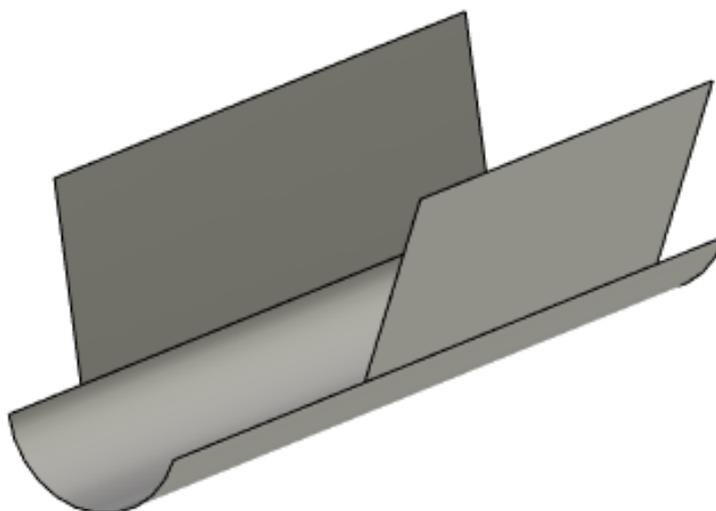
Теперь можно создать сглаживание как отдельное тело. Для этого нужно включить опцию «Отдельное тело».

В команду добавлена вкладка «Обрезка». Она позволяет выбрать элементы в сцене для создания обрезки операции, а также позволяет строить сглаживание нужной формы для тел с разной длиной.

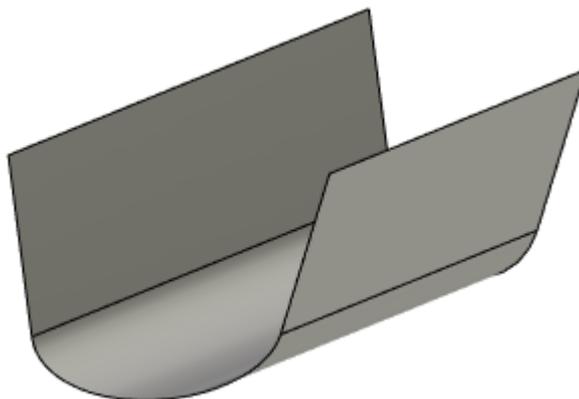
Опция «Обрезка по стенкам» позволяет обрабатывать тела с разной длиной.



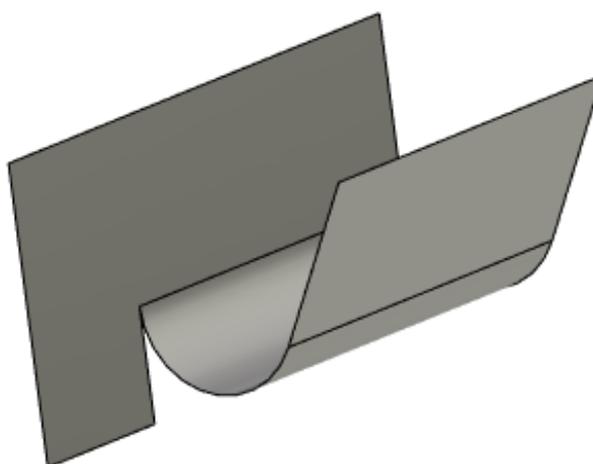
Для примера построено сглаживание трёх отдельных листовых тел.
«Не обрезать». Поверхность сглаживания ничем не ограничена.



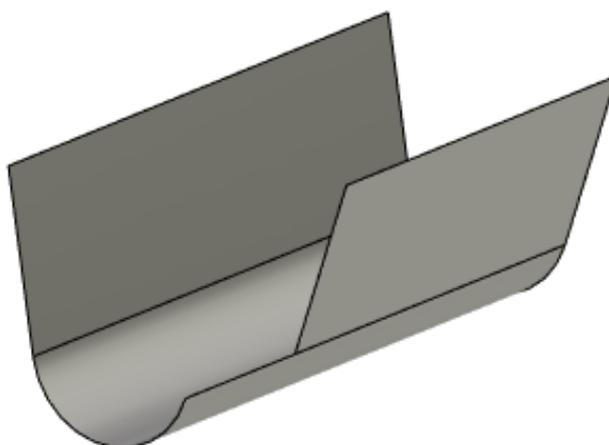
«По обеим стенкам». Поверхность сглаживания ограничена длиной обеих стенок.



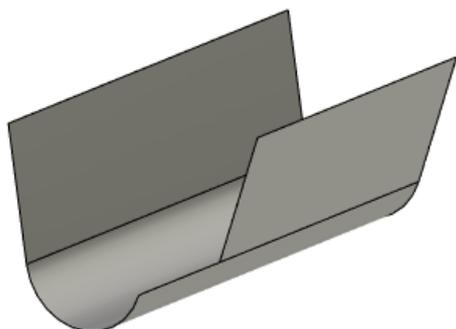
«По короткой». Сглаживание будет создано в соответствии с длиной короткой стенки.



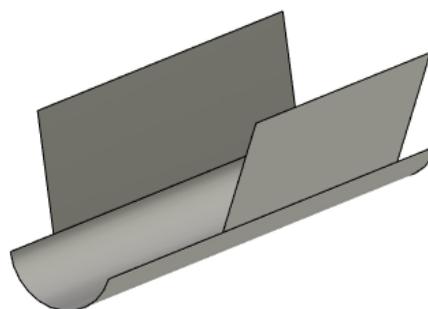
«По длинной». Сглаживание будет создано в соответствии с длиной длинной стенки.



Опция «Игнорировать среднюю стенку» позволяет не учитывать среднюю стенку при создании поверхности сглаживания. Например, опция может быть полезна при создании тела с обрезкой по стенке в режиме «По длинной».

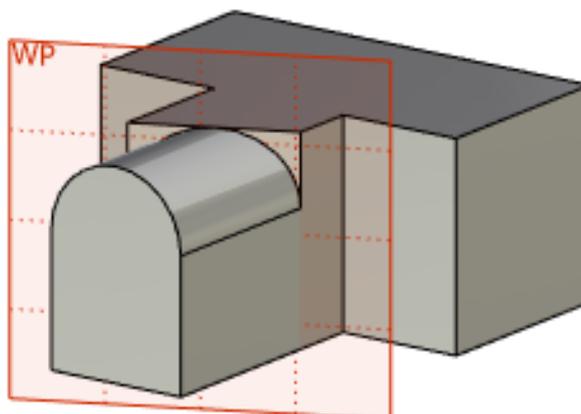
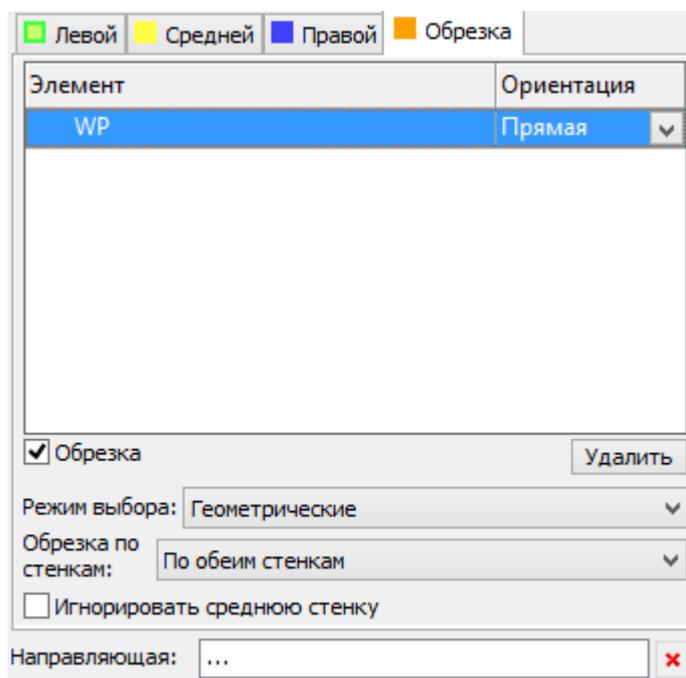


Опция включена

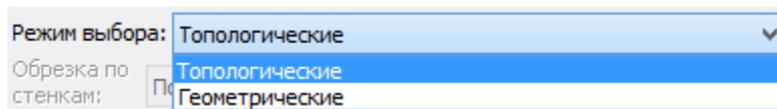


Опция выключена

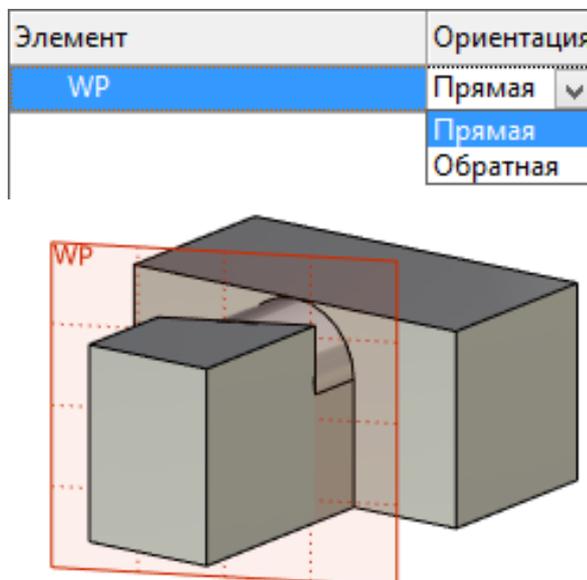
Пользователь может задать элемент в сцене, относительно которого будет обрезана геометрия.



Можно выбирать топологические (грань, ребро и т.д.) или геометрические (плоскость, поверхность) элементы для создания обрезки.



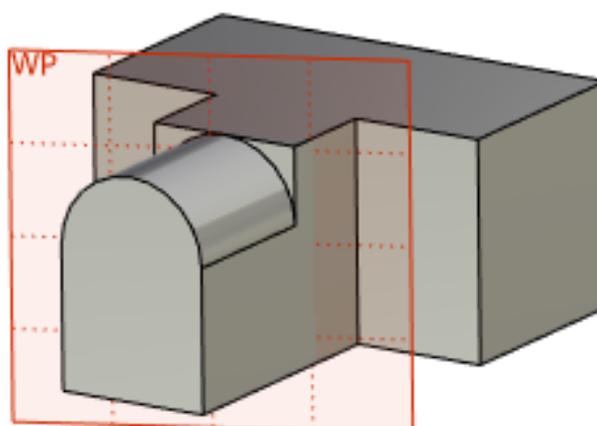
Можно также задать направление обрезки относительно выбранного элемента.



Флаг «Обрезка» позволяет установить тип обрезки тела. Если флаг «Обрезка» установлен, то границы сглаживания определяются границами сечения тела выбранным элементом.

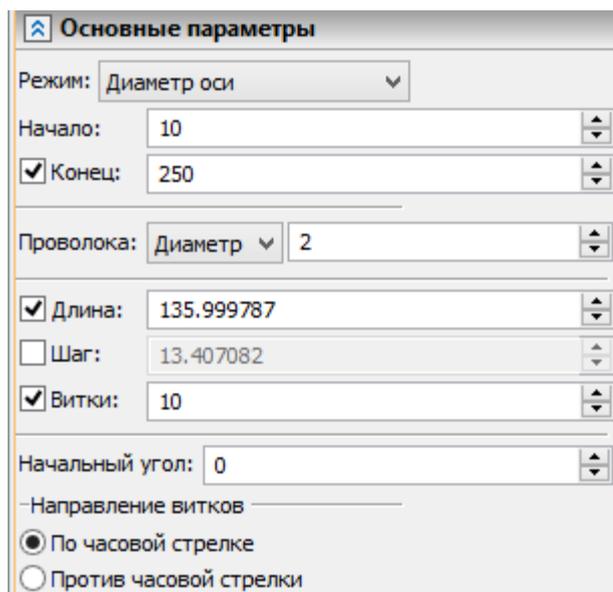
В противном случае система создаёт обрезку перпендикулярно точке, образованной одним из следующих способов:

- Для сферического сглаживания это пересечение выбранного элемента и вершины сглаживания.
- Для дискового сглаживания это пересечение выбранного элемента и заданной направляющей.

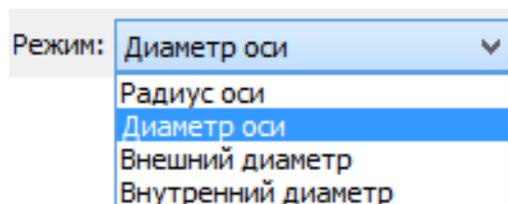


ОПЕРАЦИЯ «ПРУЖИНА»

Для повышения удобства работы с командой «Пружина» расширен набор её опций.



Опция «Режим» позволяет указать, радиус или диаметр будет использован для задания начала и конца пружины. Диаметр может быть задан как внешний или внутренний.



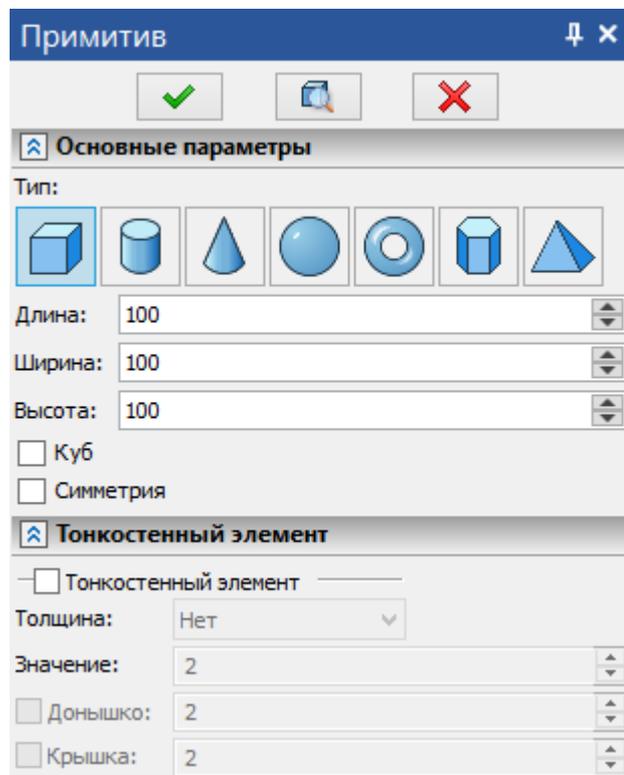
Появилась возможность задать радиус/диаметр проволоки пружины с помощью опции «Проволока».

Пружину можно создать, используя любое сочетание входных данных: «Длина», «Шаг» и «Витки». Система отслеживает, чтобы было задано минимально необходимое количество параметров для создания пружины.

Добавлена опция «Начальный угол». Опция позволяет задать значение начального угла пружины.

ГРУППА ОПЕРАЦИЙ «ПРИМИТИВ»

Для повышения удобства работы с группой команд «Примитив» в диалог параметров всех примитивов добавлена панель инструментов, которая позволяет в режиме запущенной команды переключаться между типами примитивов:

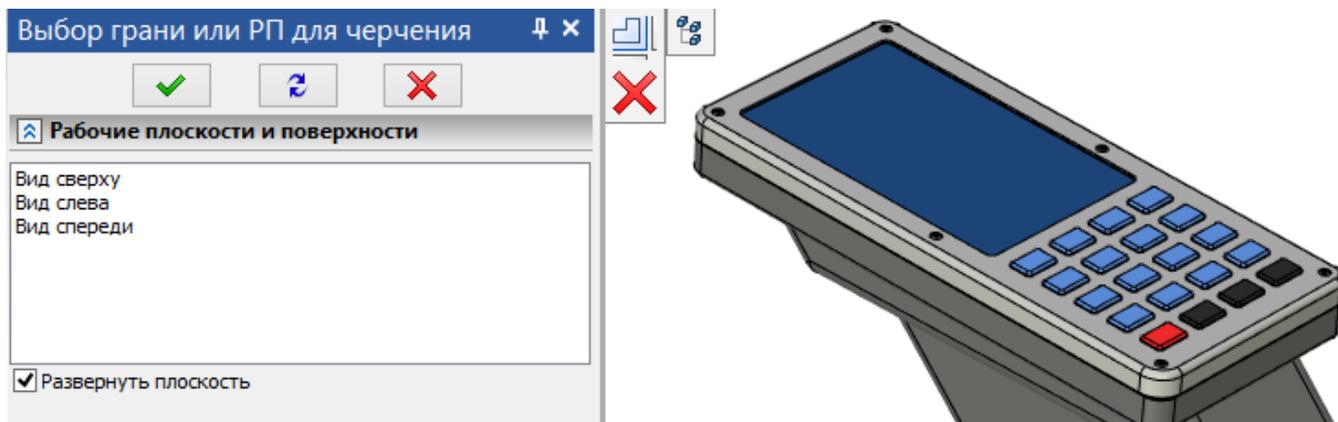


СОЗДАНИЕ 3D ПРОФИЛЕЙ В КОМАНДАХ 3D ОПЕРАЦИЙ

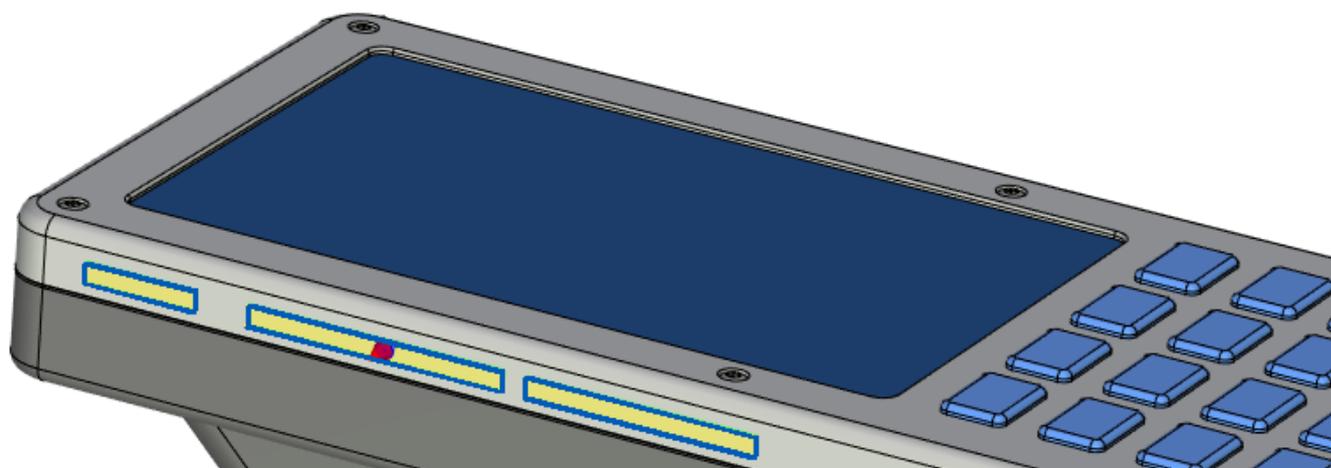
3D профиль теперь можно создать в прозрачном режиме в операциях «Выталкивание», «Вращение», «Заготовка» и др. Для этого нужно активировать опцию «Начертить профиль».



После активации опции система предложит выбрать грань или плоскость, на которой следует чертить.



После выбора плоскости система перейдёт в режим черчения на плоскости или грани. Когда черчение завершено, система вернётся в команду 3D моделирования и использует профиль для создания модели.



Если при вызове команды 3D моделирования в документе нет профилей, то система автоматически предложит выбрать грань или плоскость для создания профиля.

Благодаря этому механизму в 3D сцене теперь доступны некоторые команды 2D черчения. После их вызова также предлагается выбрать грань или плоскость для создания чертежа.

РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ МАСС-ИНЕРЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

В системе появилась возможность ручного управления масс-инерционными характеристиками тел, 3D фрагментов и поверхностей. Для этого в параметрах элементов добавлена вкладка «Характеристики».

Для того, чтобы система учитывала заданный параметр, нужно активировать соответствующий флаг. Для задания значения могут быть использованы как константные значения, так и переменные или выражения.

Введённые вручную значения используются:

- ✓ при расчёте общей массы и координат центра масс изделия;
- ✓ в команде Измерение, при получении массы с использованием соответствующих функций в редакторе переменных;
- ✓ при формировании спецификации и других отчётных документов.

Данный механизм может использоваться при работе с массогабаритными макетами изделий, а также покупными изделиями, когда точной модели изделия ещё нет, а её массогабаритные параметры заданы в виде требований/данных в техническом паспорте.

Кроме задания массы отдельных тел, можно задавать вручную характеристики всего документа. В таком случае значение задаётся в команде «**Параметры документа**». Такая функция будет полезна при создании библиотек элементов, когда масса фрагмента не рассчитывается автоматически, а задаётся вручную вне зависимости от количества тел в подсборке.

Единицы	
Масса	Граммы
Длина	Миллиметры
Сила	Ньютоны
В метре	0
Характеристики	
Масса вручную	1
Масса	10

ОПЕРАЦИЯ «УПРОЩЕНИЕ»

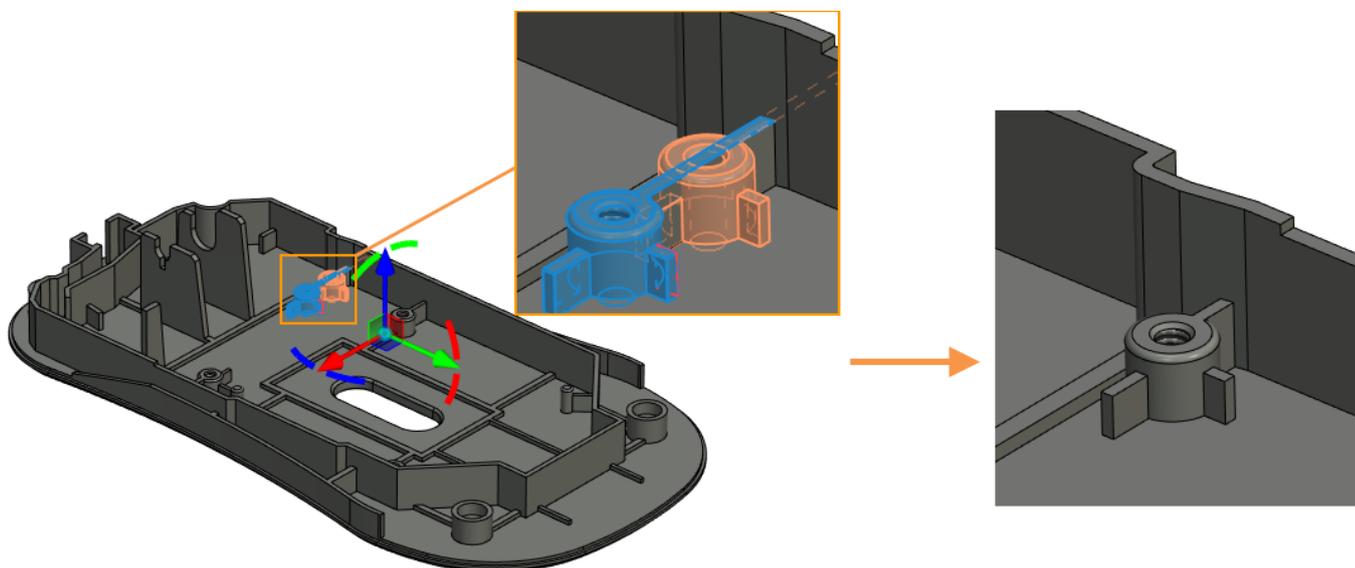
В команду «Упрощение» добавлена возможность упрощения сплайновой поверхности. Если упрощение граней нельзя произвести приведением к стандартному виду грани, т.е. плоскости, цилиндру и т.д., то грани заменяются одной гранью с гладкой сплайновой поверхностью. Такое упрощение улучшает качество поверхности. Полученная поверхность менее требовательна к ресурсам компьютера.



ОПЕРАЦИИ РЕДАКТИРОВАНИЯ ГРАНЕЙ

Доработаны базовые алгоритмы работы с гранями. В частности, в операциях «**Перемещение граней**», «**Замена граней**», «**Изменение граней**» добавлена обработка выхода граней в процессе модификации на другие грани модели с корректной обработкой пересечений. В результате такой обработки может изменяться состав элементов тела (добавляются или исчезают рёбра и грани).

Пример выполнения операции «**Перемещение граней**» и её результат:

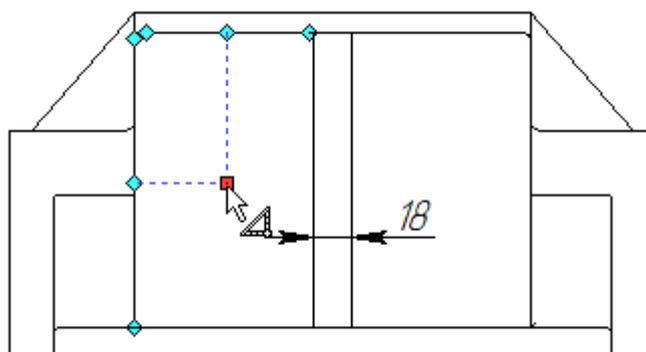


СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

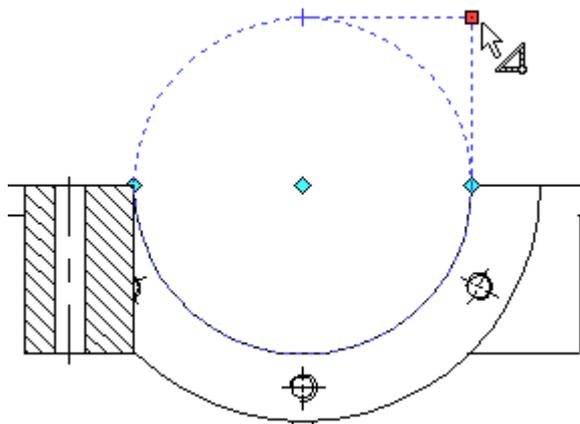
ПРИВЯЗКИ

Для повышения удобства работы реализован новый механизм привязок. Если активна одна из команд черчения, то при наведении курсора на объект в сцене у него подсвечиваются характерные точки. Эти точки можно использовать для привязки размеров и обозначений, или для создания новых элементов чертежа.

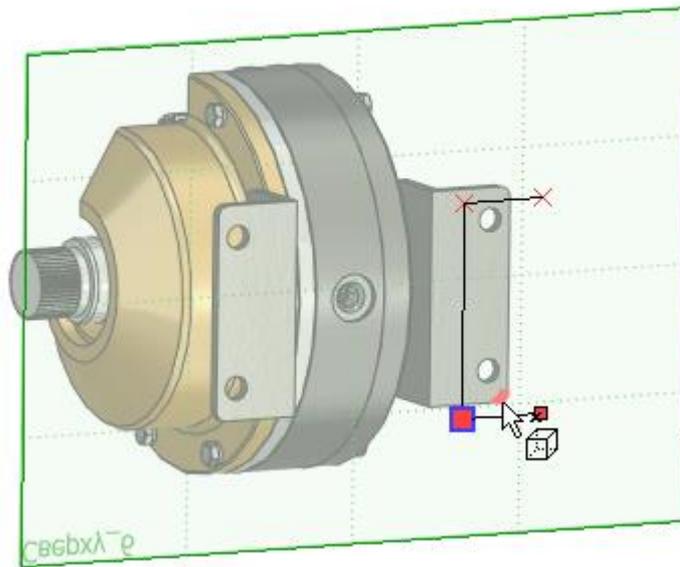
Например, этот механизм позволяет построить новый элемент относительно середины прямоугольника.



Таким же образом можно получить привязку к характерным точкам окружности.



Новый режим привязки к 3D элементам позволяет создавать профили, используя привязки к узлам и вершинам 3D модели.



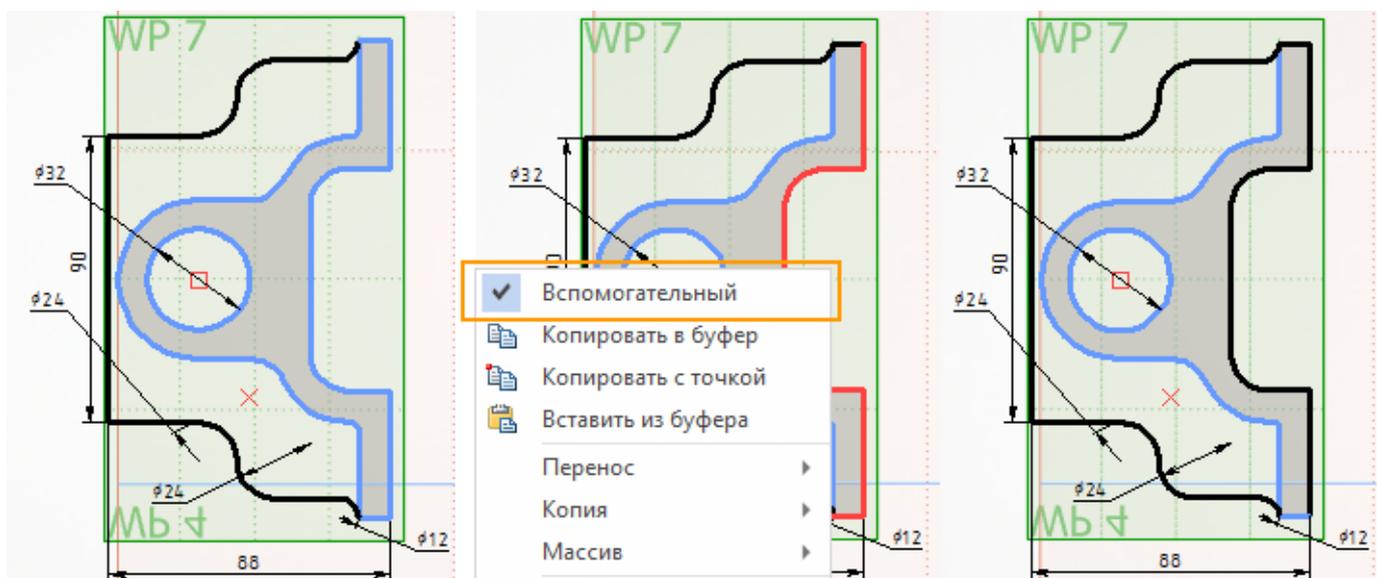
Привязка активна, если включён специальный фильтр .

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ

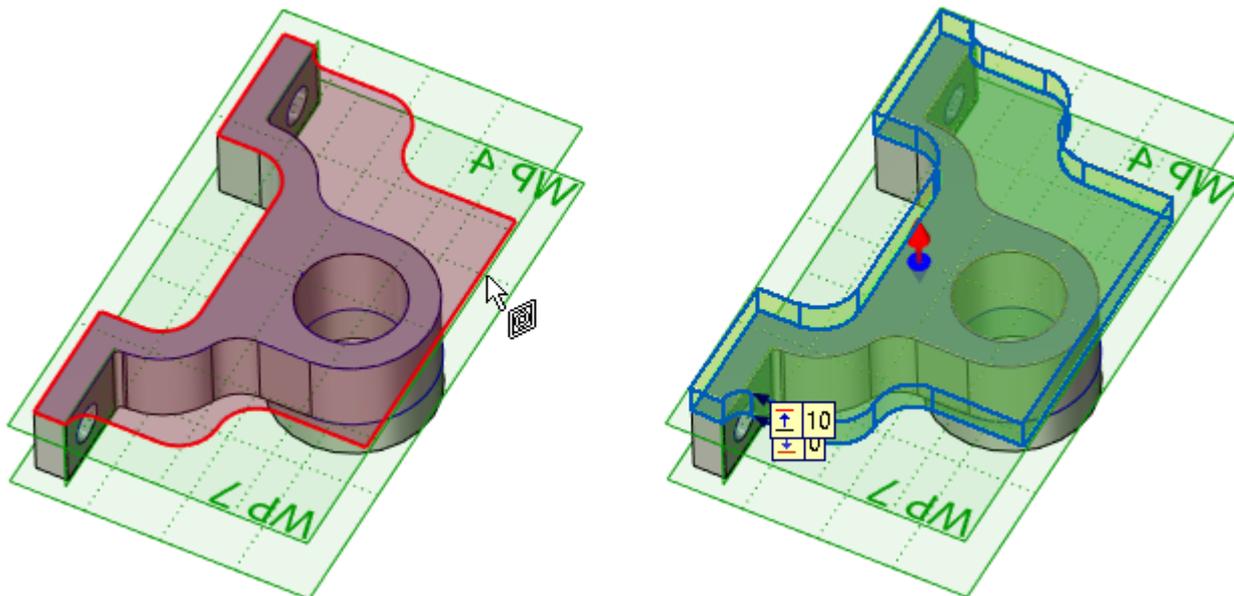
В параметры линий добавлена опция «Вспомогательная линия».

Теперь при выполнении команды «Чертить на грани» линии проекции этой грани создаются как вспомогательные. На основе вспомогательных линий нельзя создать профиль. Но их можно преобразовать в обычные линии.

Для создания профиля нужно выбрать необходимые линии и снять флаг «Вспомогательный» в их параметрах, либо использовать соответствующую опцию в контекстном меню.

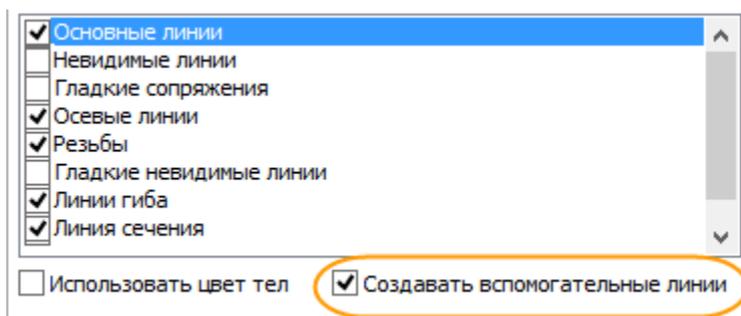


Вспомогательные линии станут обычными линиями и могут использоваться для создания профиля.



Также вспомогательные линии можно использовать для привязки к ним новых элементов.

При необходимости при создании проекции можно вручную установить флаг «Создавать вспомогательные линии» и тогда все линии на создаваемой проекции станут вспомогательными.



При черчении на грани тела этот флаг устанавливается автоматически.

Вспомогательные линии можно скрыть на чертеже в режиме «Погасить линии построения».

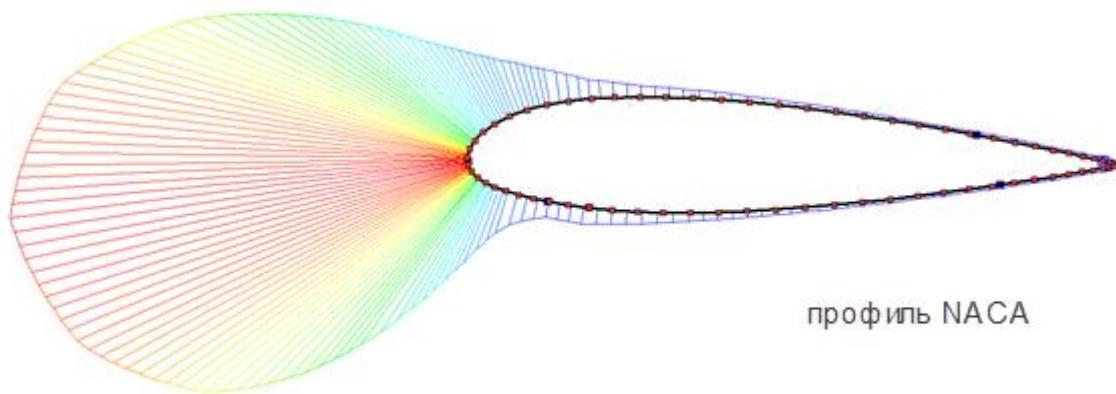
Для переключения типа линий с обычного на вспомогательный удобно использовать специальные опции в контекстном меню. Они позволяют быстро переключить тип отдельных линий или всех выбранных линий.

СПЛАЙНЫ

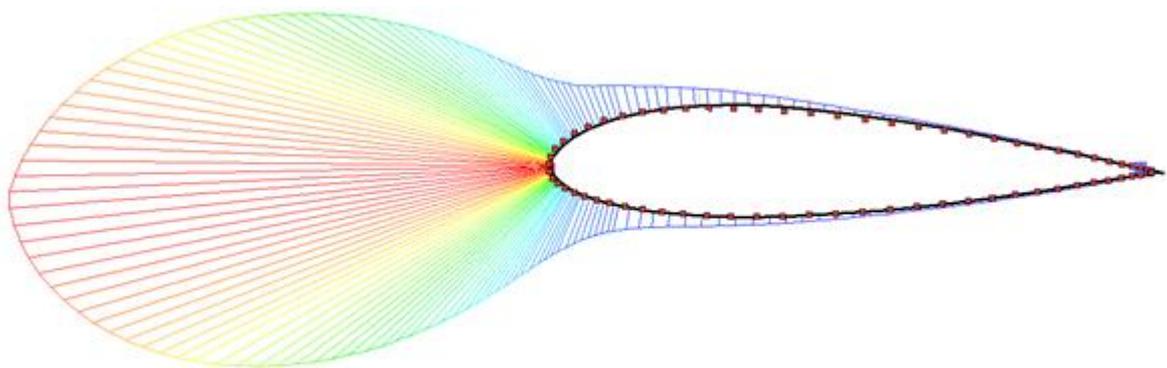
Опция создания сплайна в команде «Эскиз» существенно доработана. Сплайн строится как гладкая кривая без аппроксимации отрезками.

Гладкость диаграммы зависит от заданного допуска.

при значении 0.0001

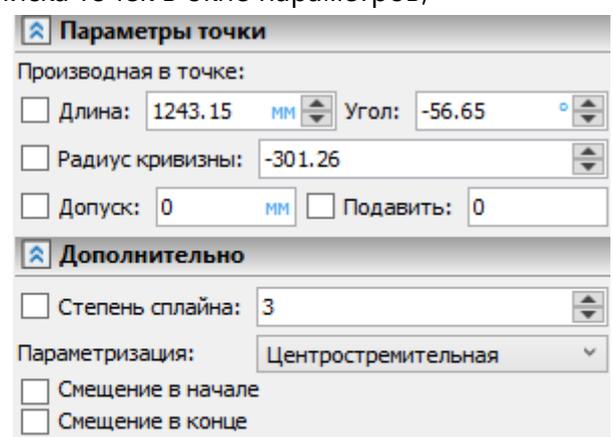
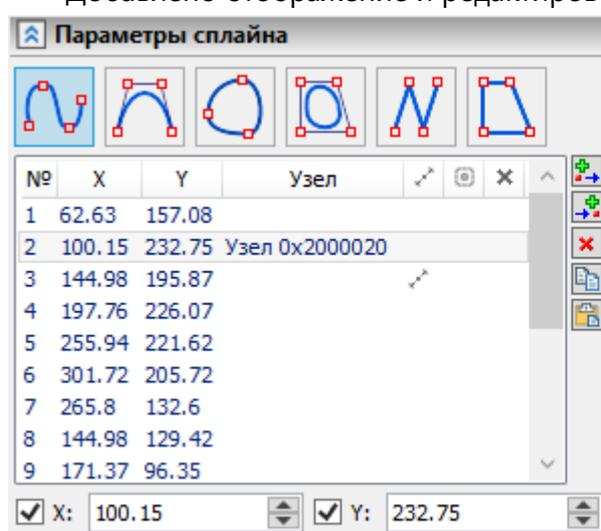


при значении 0.01

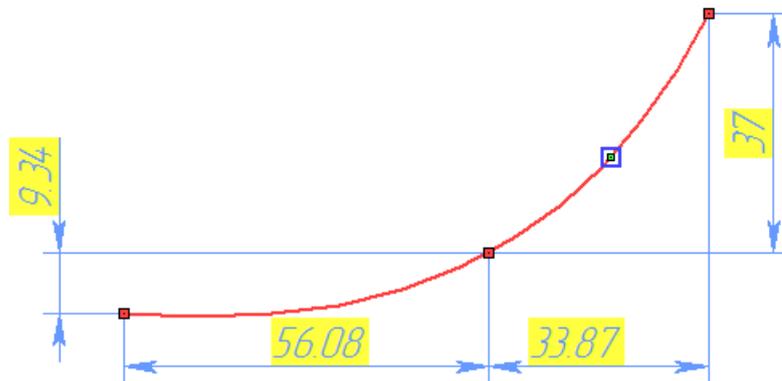


Улучшен общий сценарий работы:

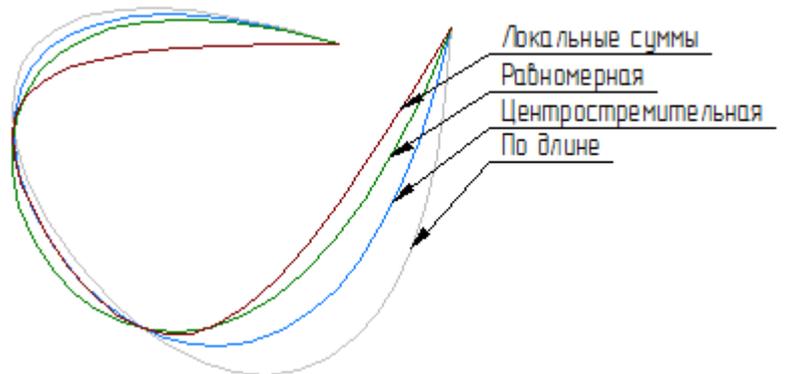
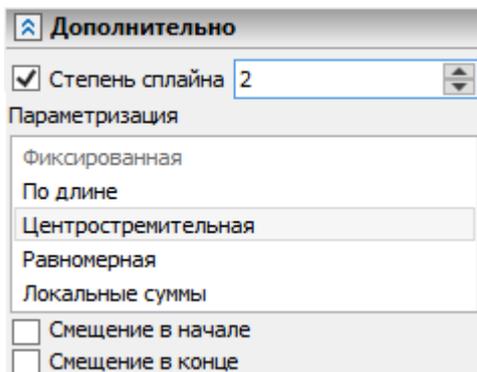
- ✓ Добавлено переключение типа создаваемого сплайна;
- ✓ Добавлены режимы создания незамкнутой и замкнутой полилинии;
- ✓ Добавлено отображение и редактирование списка точек в окне параметров;



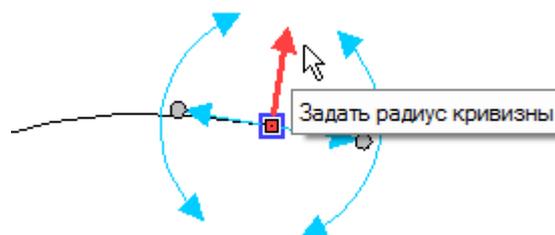
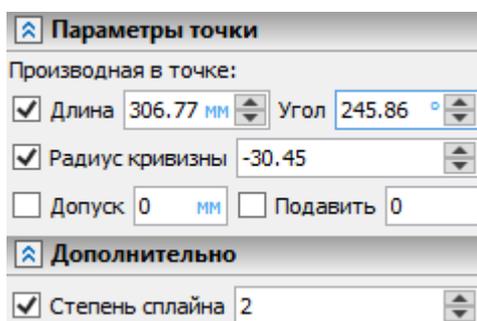
- ✓ В списке точек реализовано отображение координат, отображение привязки к узлам, индикация задания граничных условий, толерантности точки и режима подавления точки;
- ✓ Добавлена возможность прозрачного добавления новых точек сплайна и автоматической простановки размеров для точек сплайна;



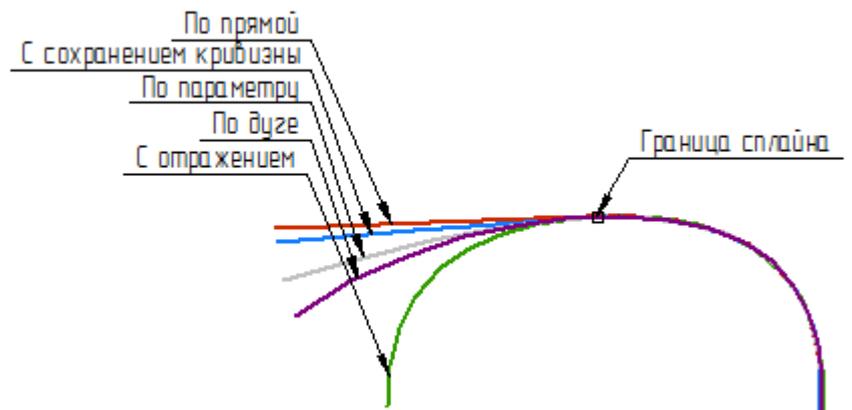
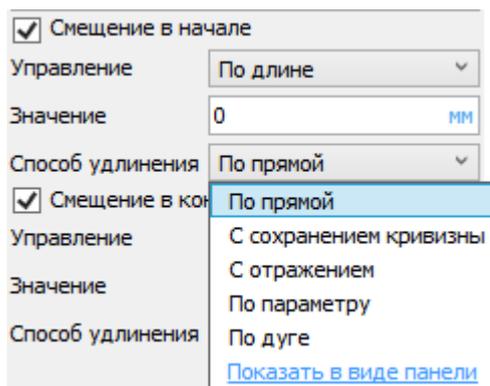
- ✓ Реализовано несколько новых методов параметризации сплайна;



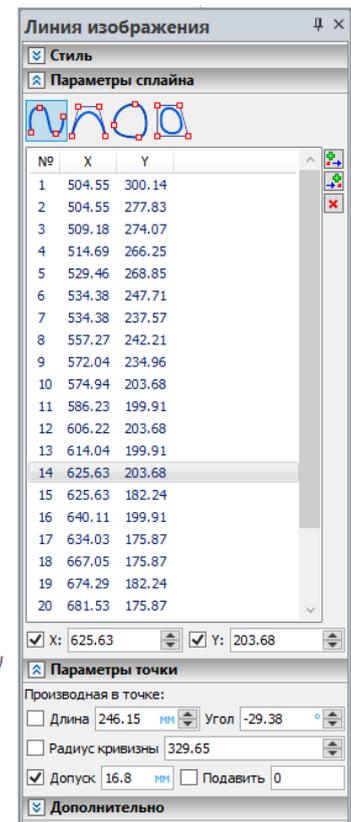
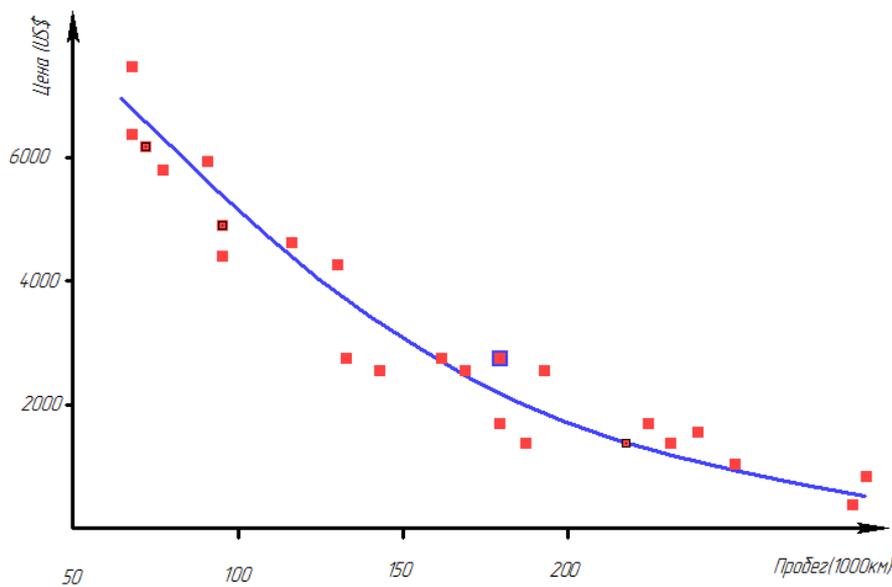
- ✓ Добавлена возможность управления граничными условиями при помощи манипуляторов, в том числе и в промежуточных точках сплайна;



- ✓ Реализовано управление удлинением/укорачиванием сплайна с использованием разных способов.



- ✓ Добавлена возможность создания аппроксимирующих сплайнов с заданным допуском при помощи параметра «Допуск». Допуск задается для всего сплайна, т.е. не может быть разным для разных точек. Это решает задачу построения гладкого сплайна по большому массиву точек.



- ✓ Добавлена возможность подавления отдельных точек сплайна при помощи параметра «Подавить». Для управления подавлением можно использовать переменные или выражения.

Параметры сплайна

№	X	Y	Узел
1	102.25	115.54	
2	159.11	158.64	
3	211.27	239.41	
4	261.98	155.02	
5	323.55	115.54	

✓ X: 211.27 ✓ Y: 239.41

Параметры точки

Производная в точке:

Длина 179.59 мм Угол -1.27 °

Радиус кривизны -8.53

Допуск 0 мм Подавить 0

Параметры сплайна

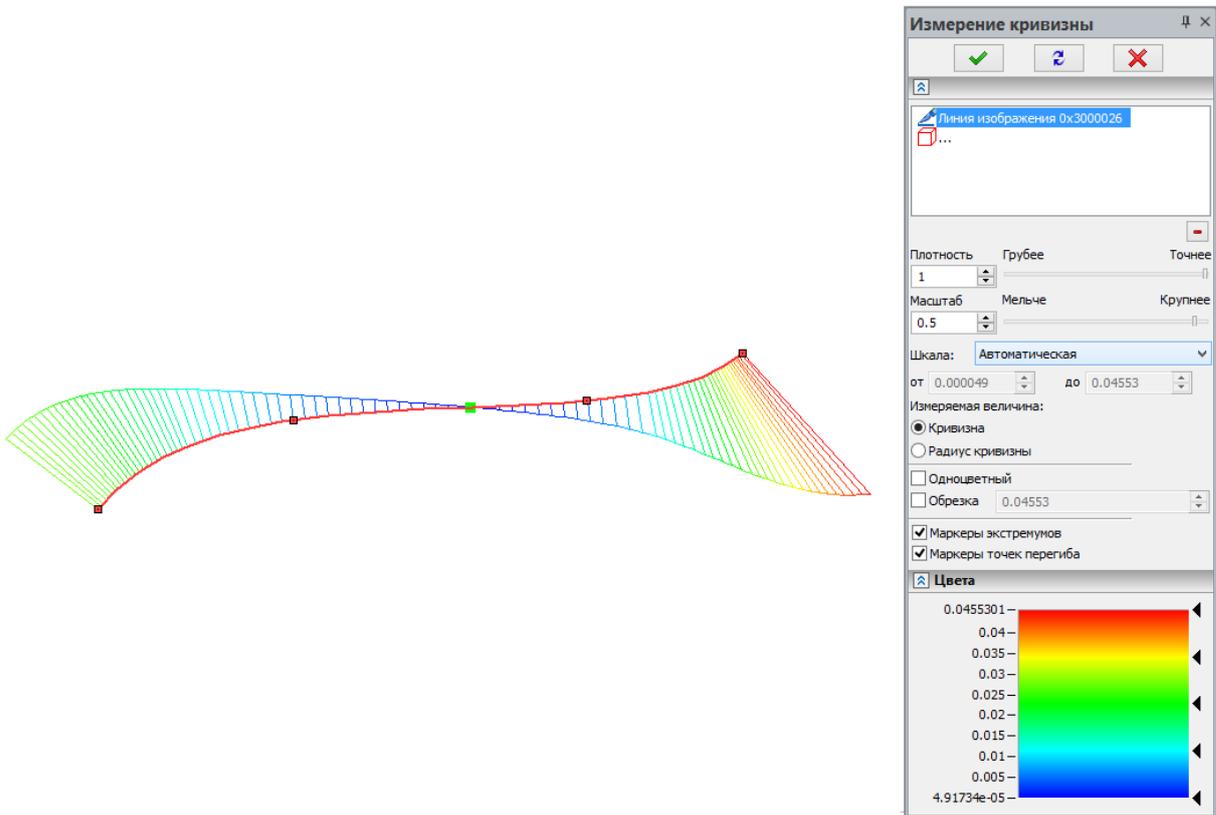
№	X	Y	Узел
1	102.25	115.54	
2	159.11	158.64	
3	211.27	239.41	
4	261.98	155.02	
5	323.55	115.54	

✓ X: 211.27 ✓ Y: 239.41

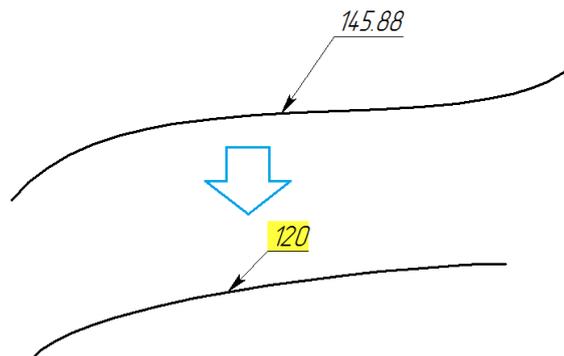
Параметры точки

Допуск 0 мм Подавить 1

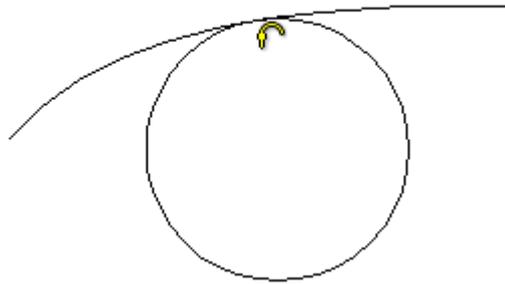
Для сплайна добавлена возможность отображения кривизны кривой при помощи команды контекстного меню «Показать кривизну» и управления свойствами этой диаграммы.



Появилась возможность управления длиной сплайна при помощи размера-лидера.

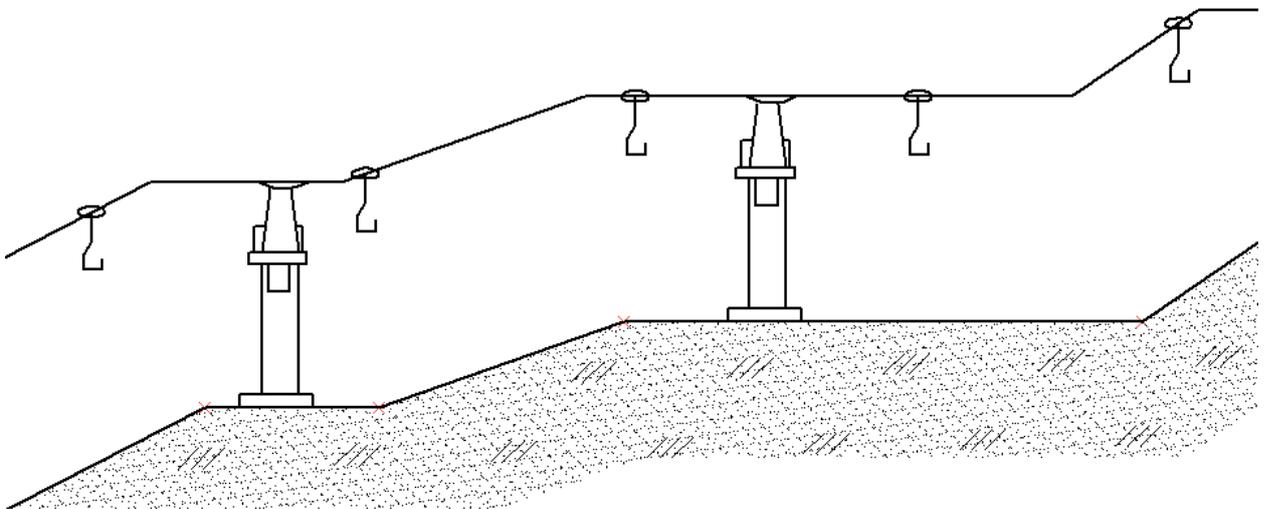


Возможно задание ограничений для сплайнов относительно других элементов чертежа. Например, при помощи ограничений можно легко строить касательные и гладко сопряжённые друг с другом или с другими линиями чертежа сплайны.

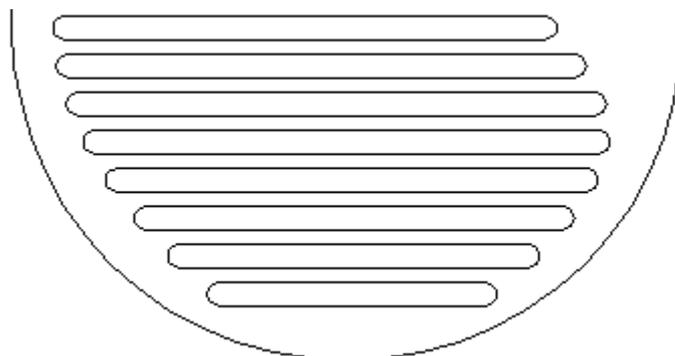


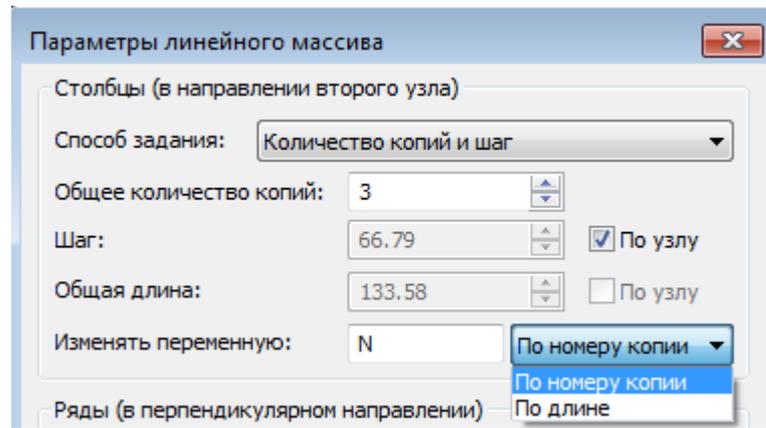
D

МАССИВЫ Добавлен новый тип 2D массива «По кривой». Он позволяет разместить копии линий изображения вдоль выбранной траектории с возможностью управления ориентацией копий.

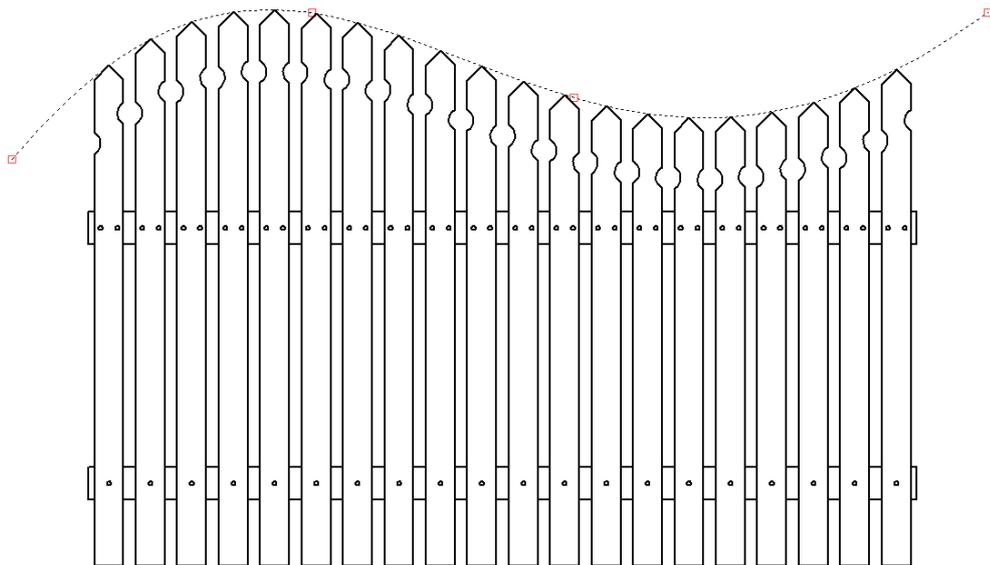


Для линейных и круговых массивов добавлена возможность управления переменными в процессе генерации копий. Для этого в параметры массивов добавлен параметр «Изменить переменную». Переменная принимает значение либо в соответствии с номером копии (режим «По номеру копии»), либо в соответствии с расстоянием от начала траектории или в соответствии со значением угла (режим «По длине» для линейных, режим «По углу» для круговых массивов).



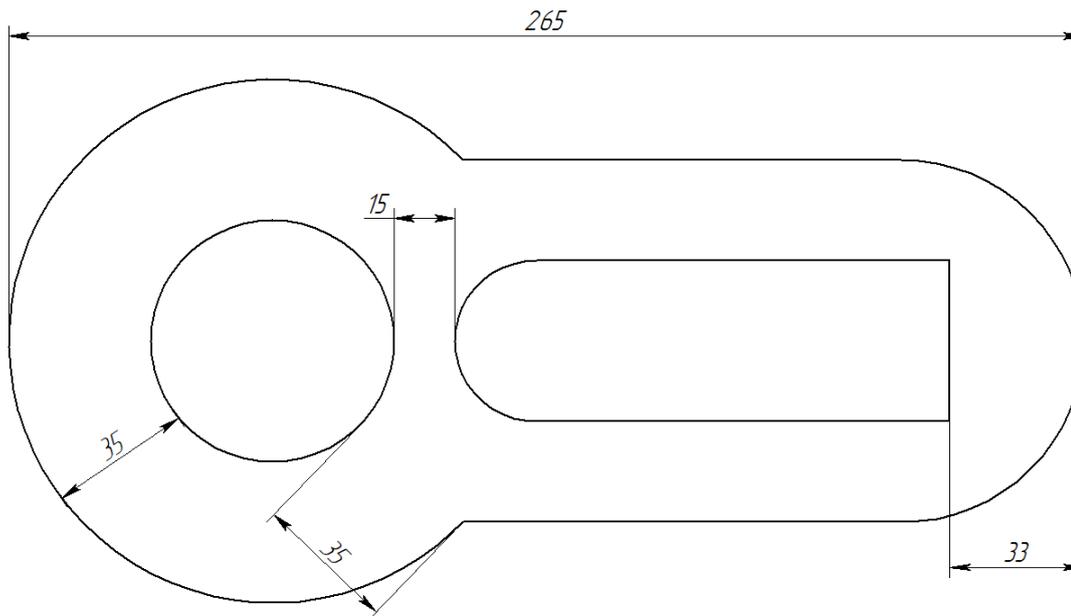


Пример линейного массива: диаметр окружности получается измерением длины секущей линии, измеряющей расстояние до сплайна.

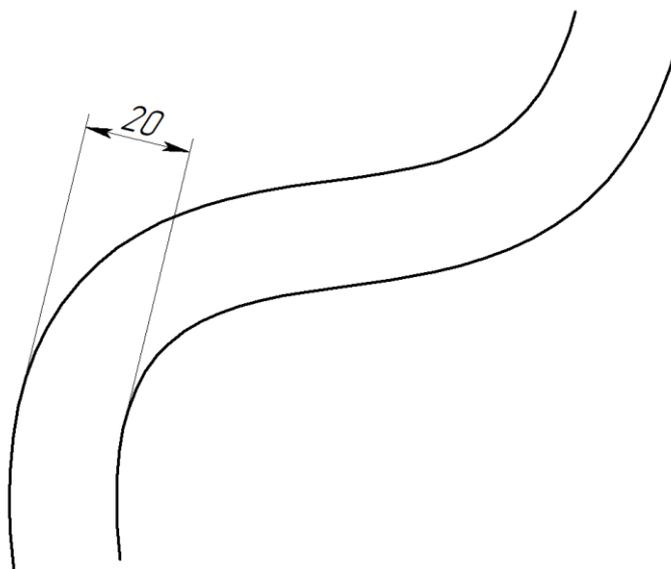


РАЗМЕРЫ

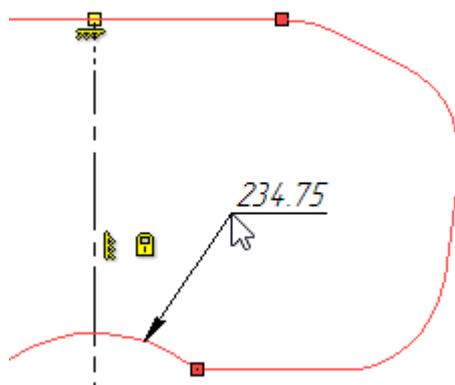
Добавлена возможность простановки размеров между окружностями и другими окружностями, а также отрезками и узлами или точками линий.



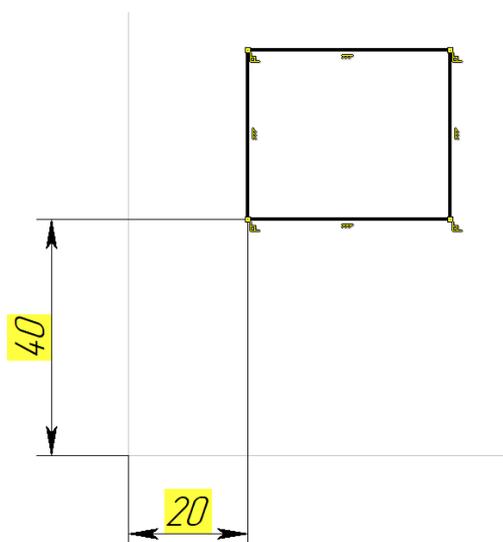
Добавлена возможность простановки размеров между кривыми смещения и их родительскими кривыми.



Теперь размер-лидер измеряет длину элемента, на котором он проставлен (линии изображения, линии эскиза). Кроме того, можно выбирать дополнительные элементы для создания размера-лидера, после чего будет выведена общая длина всех выбранных элементов.



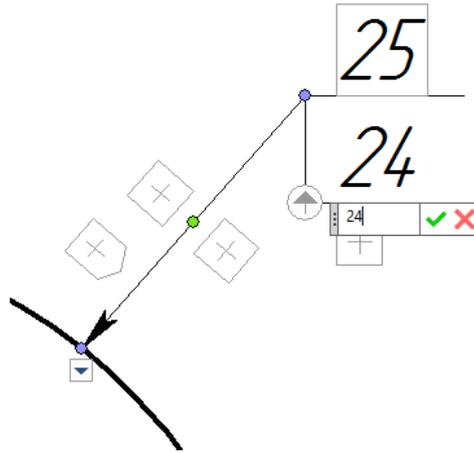
Добавлена возможность привязывать размер к нулевой точке страницы. Например, это позволяет фиксировать точки, которые не должны менять своё положение при изменении остального чертежа.



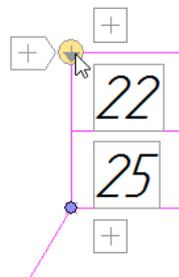
Добавлена возможность создания размеров на основе проволочной геометрии (3D путей, 3D профилей, 3D осей).

Надписи

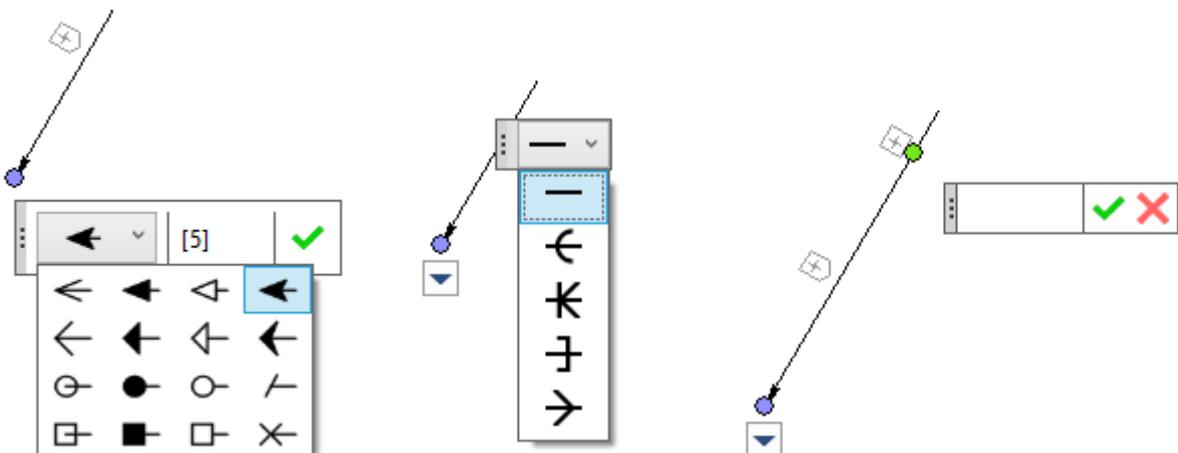
Для надписей добавлены элементы управления, упрощающие создание надписей.



Элементы управления позволяют вводить название на полку надписи и добавлять новые полки. Добавлен маркер, который позволяет изменять направление полок в надписях/позициях с несколькими полками.



Добавлены маркеры для создания надписей для линии полки, выбора стрелок надписи и задания знака.



D СИСТЕМЫ КООРДИНАТ

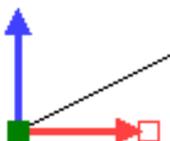
Добавлена возможность создавать пользовательские 2D локальные системы координат. ЛСК существует только для конкретной страницы.

Пользователь может создавать чертежи относительно собственных ЛСК, что позволит перемещать весь созданный чертёж при перемещении ЛСК.

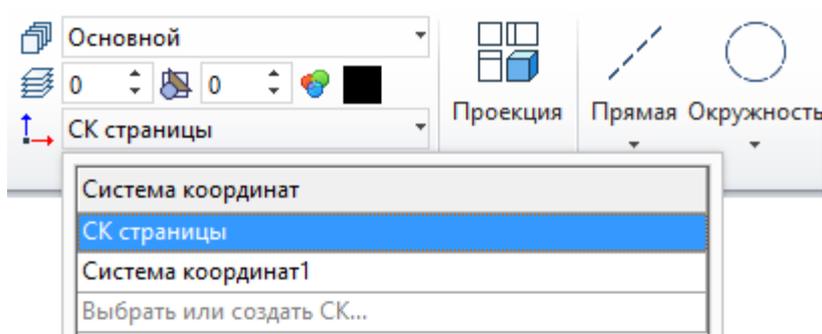
Создать ЛСК можно с помощью команды  «Создать локальную систему координат» в панели Лента.

Выбрать активную ЛСК, относительно которой будут создаваться все элементы, можно в специальном списке.

Активная система координат рисуется толстыми линиями на чертеже.



Координаты всех создаваемых и редактируемых объектов будут пересчитаны в соответствии с активной системой координат.

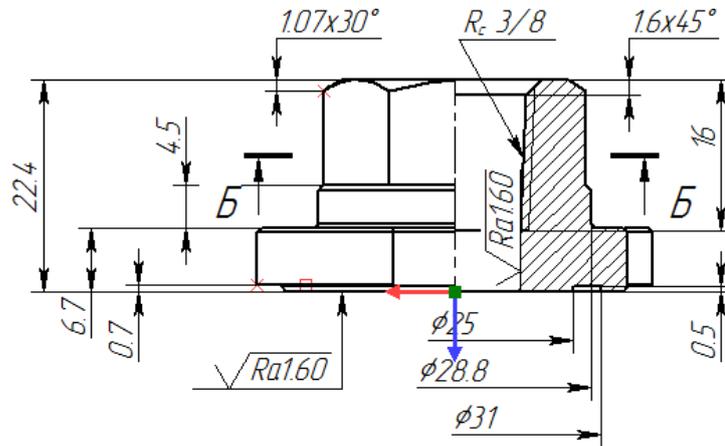


Также можно выбрать соответствующий пункт в контекстном меню ЛСК.

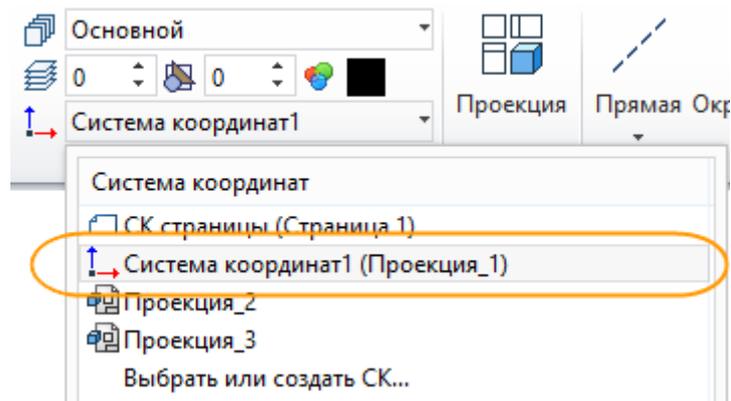


Координаты 2D элементов, заданных относительно системы координат, будут пересчитаны с учётом её положения.

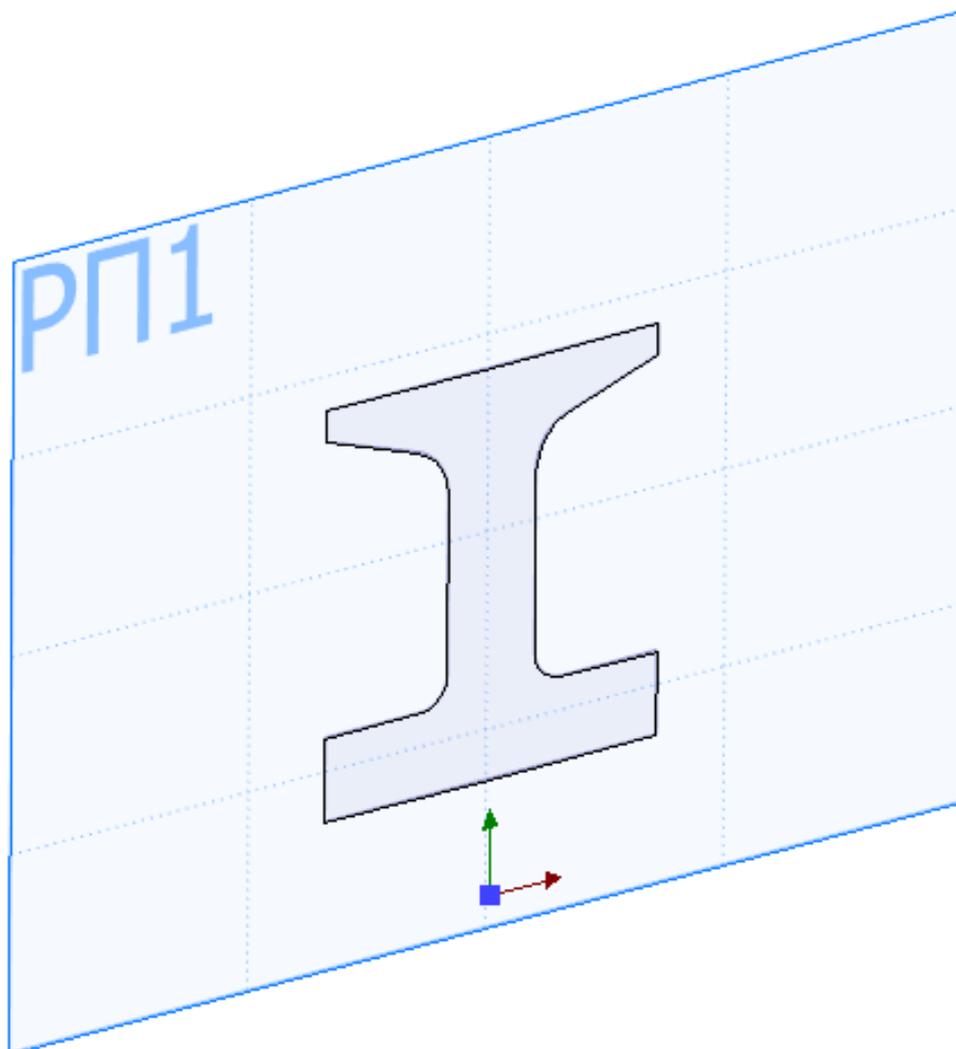
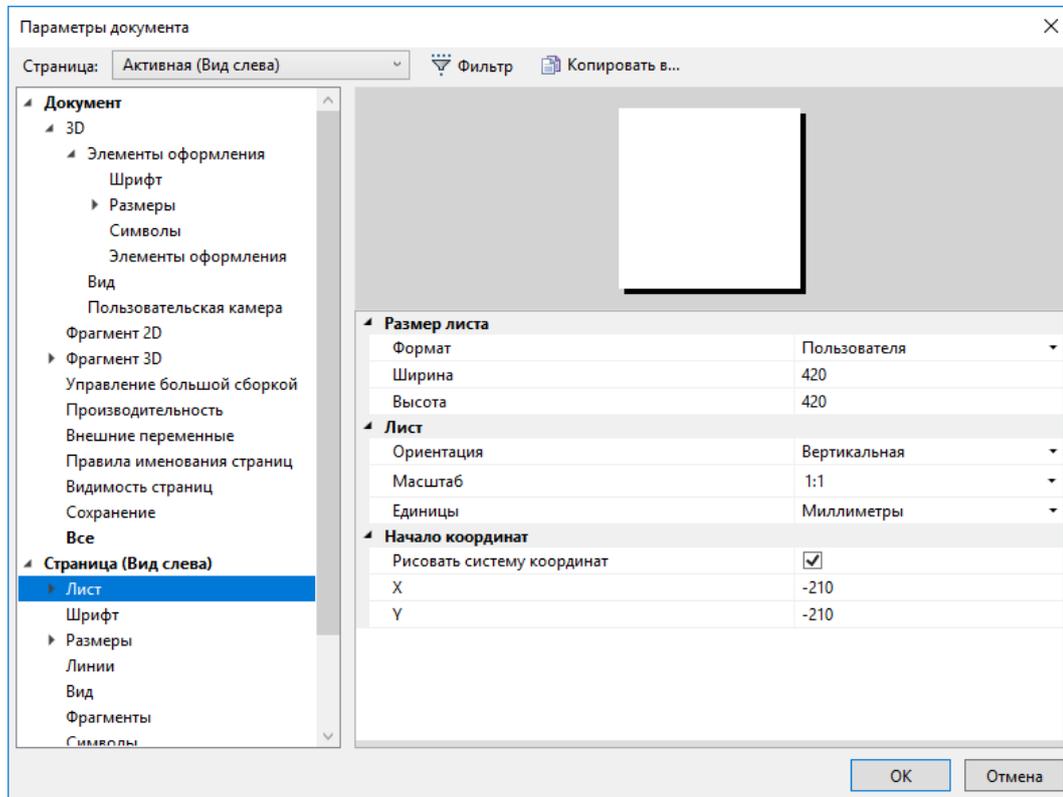
2D ЛСК также удобно привязать к проекции. Это позволит создавать чертежи прямо на проекции.



При этом чертежи, которые созданы вручную, будут перемещаться вместе с проекцией. Для этого нужно выбрать в выпадающем списке проекцию, и будет создана связанная с ней ЛСК.



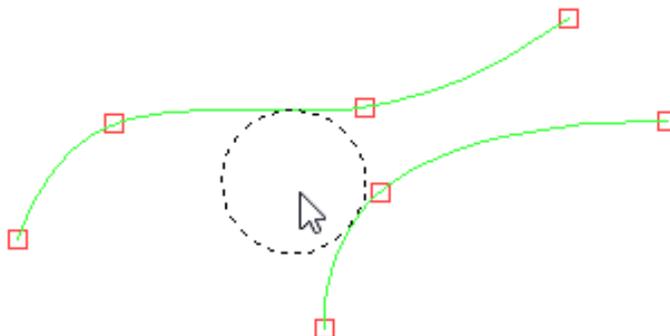
В состав параметров страницы добавлена опция «Рисовать систему координат». При её включении, на страницу выводится изображение системы координат страницы. Данная опция удобна для работы редактора эскизов, так как позволяет видеть начальную точку страницы, к которой может быть выполнена привязка. Опция доступна как для чертёжных страниц, так и для рабочих плоскостей. Это, в свою очередь, помогает управлять отслеживанием ориентации 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.



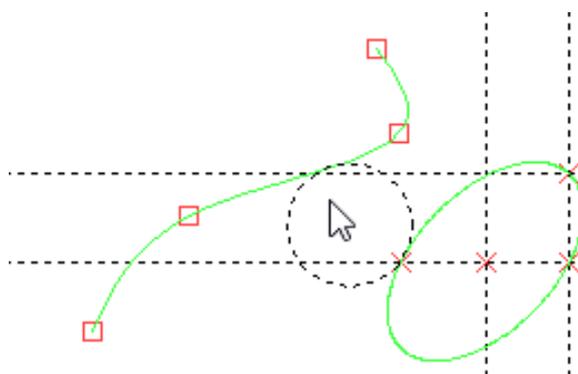
Новые типы касательных окружностей

Добавлены новые типы касательных окружностей.

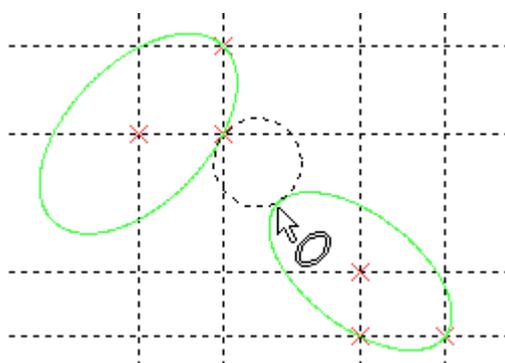
Окружность, касательная к двум сплайнам:



Окружность, касательная к сплайну и эллипсу:



Окружность, касательная к двум эллипсам:

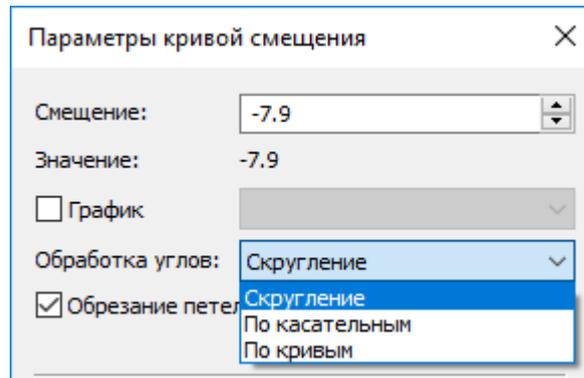


Новые опции для создания кривых смещения

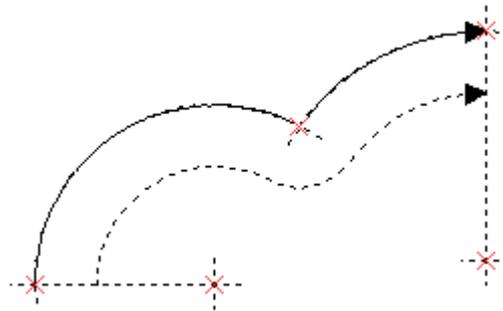
В связи с тем, что механизм эквидистантных кривых существенно доработан, сам термин «Эквидистантная кривая» заменён на термин «Кривая смещения».

Для кривых смещения в команде «ТО: Построить кривую смещения» добавлены новые опции, позволяющие управлять способом обработки наружных углов, возникающих при построении кривых.

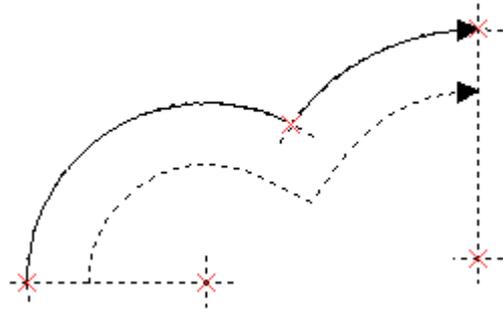
Добавлена опция «Обработка углов».



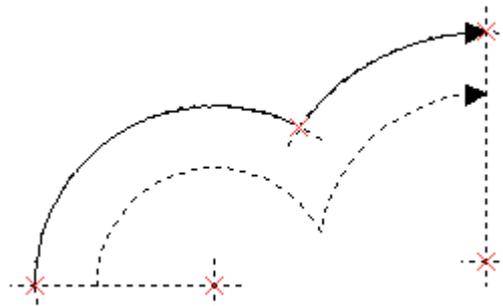
По умолчанию строится «Скругление».



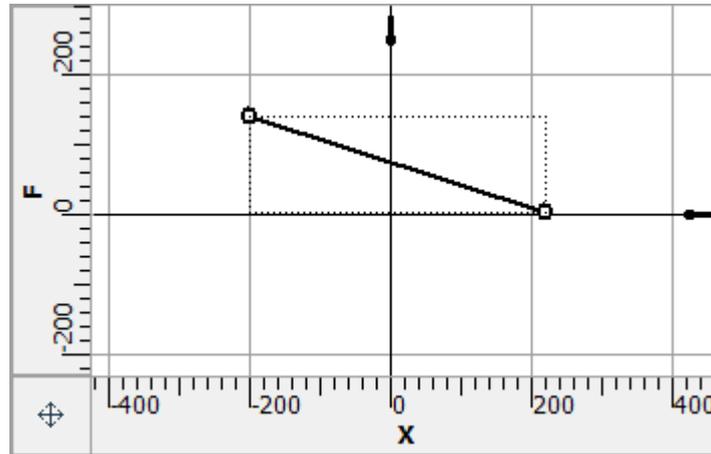
Добавлен вариант «По касательным».



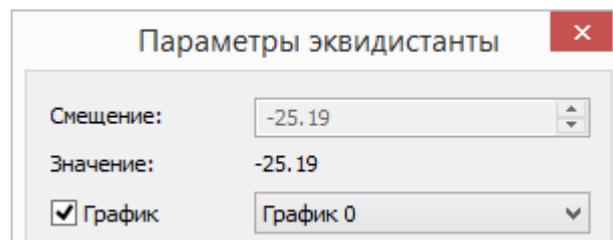
Добавлен вариант «По кривым».



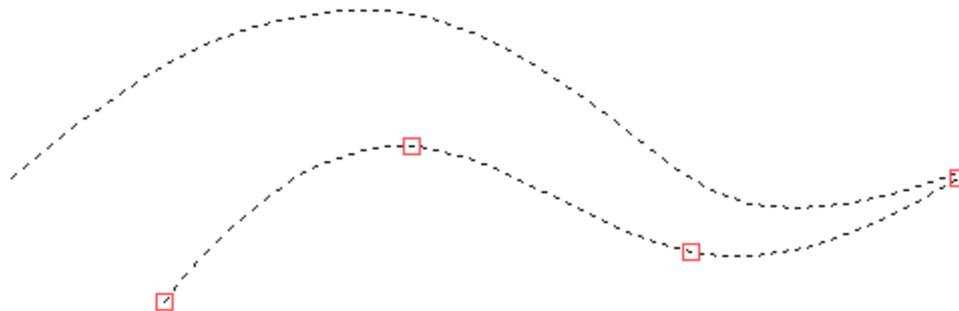
Кривая смещения теперь может быть построена с переменным смещением, которое задаётся графиком. Для графика нужно задать тип «Гладкая кривая».



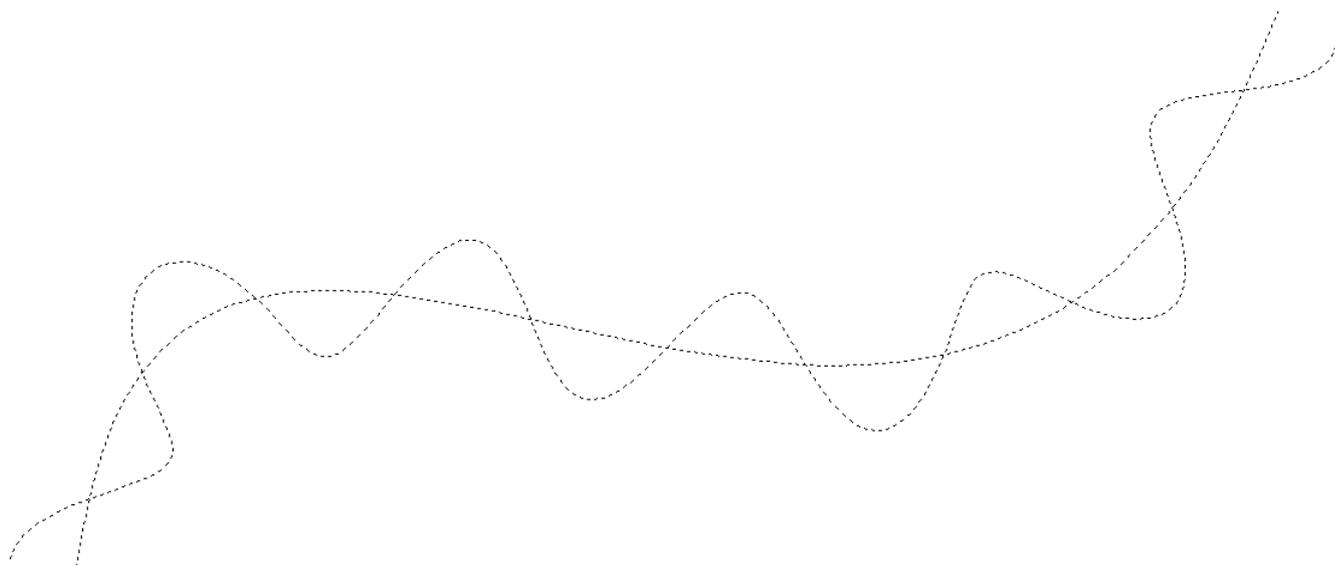
Затем выбрать график в параметрах кривой смещения.



Расстояние до результирующей кривой будет рассчитано в соответствии с графиком.



Пример построения кривой смещения к сплайну с использованием графика функции, построенного по формуле косинуса:



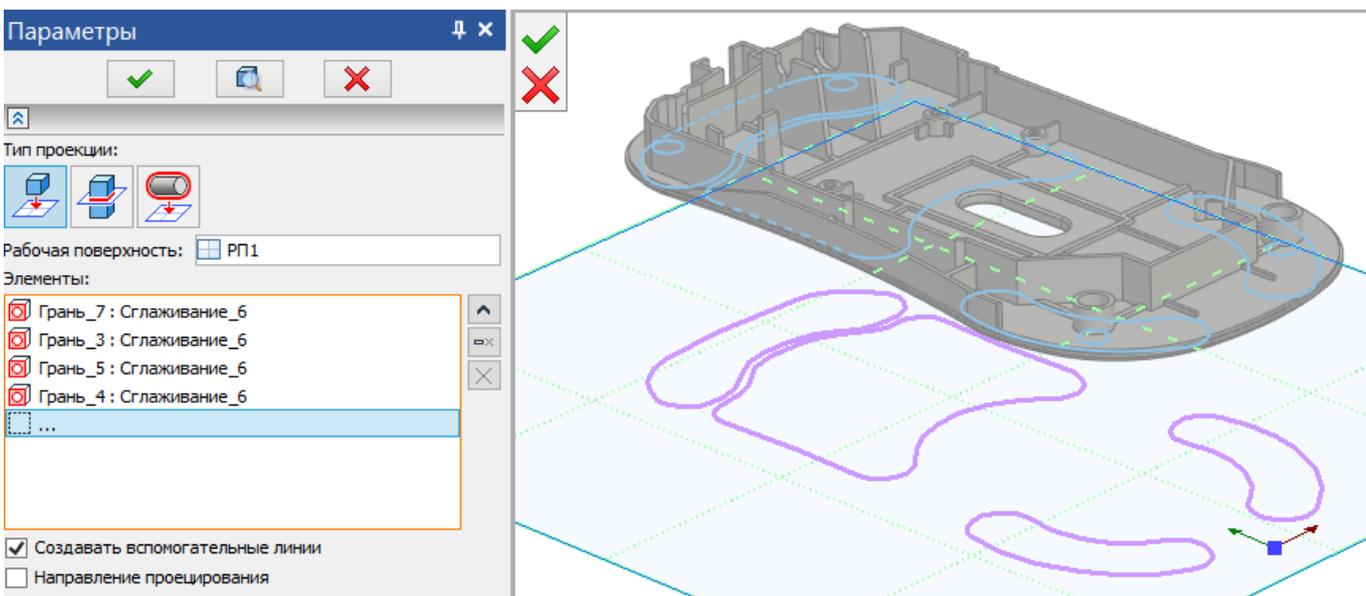
Повышена точность расчёта сплайнов и эллипсов

Теперь производится более точный расчёт сплайнов и эллипсов. Ранее они рассчитывались с помощью полиний и имели погрешность.

Теперь сплайн строится по точкам. Узел на сплайне будет расположен без погрешности. Это видно при сильном увеличении масштаба.

КОМАНДА «ПРОЕЦИРОВАТЬ ЭЛЕМЕНТЫ»

Доработана команда «Проецировать элементы», позволяющая дополнительно проецировать элементы 3D модели на активную рабочую плоскость или рабочую поверхность другого типа. Теперь, вместо создания или редактирования проекции, команда создаёт отдельные линии, построенные на основе рабочей плоскости и проецируемого 3D элемента. При этом, значительно упрощён интерфейс команды. Для управления типами проецируемых элементов используются кнопки панели фильтров.



Команда поддерживает 3 режима работы:

- ✓ Проекция элементов на РП
- ✓ Пересечение элементов с РП
- ✓ Проекция линий очерка элементов на РП

Последние 2 режима обеспечивают принципиально новую функциональность T-FLEX CAD

В зависимости от установленной опции, команда может создавать либо вспомогательные, либо основные линии, которые могут использоваться для дальнейшей привязки линий в редакторе эскизов или в других командах.

Опция «Направление проецирования» позволяет дополнительно задавать направление проецирования элементов. Если она выключена, то проецирование выполняется по нормали к заданной рабочей плоскости.

2D узлы, полученные проецированием, теперь рисуются маркерами специального – в форме треугольников.

УВЕЛИЧЕНИЕ И УМЕНЬШЕНИЕ РАЗМЕРА ШРИФТА

На панель «Вид» добавлены команды «Увеличить размер шрифта» и «Уменьшить размер шрифта». Они изменяют размер шрифта по умолчанию, а также размер стрелок по умолчанию для активной страницы в соответствии с рядом стандартных размеров шрифтов.



РЕДАКТОР ПЕРЕМЕННЫХ

Доработаны механизмы по работе с переменными, что существенно упростило удобство работы и визуальное восприятие информации в окне.

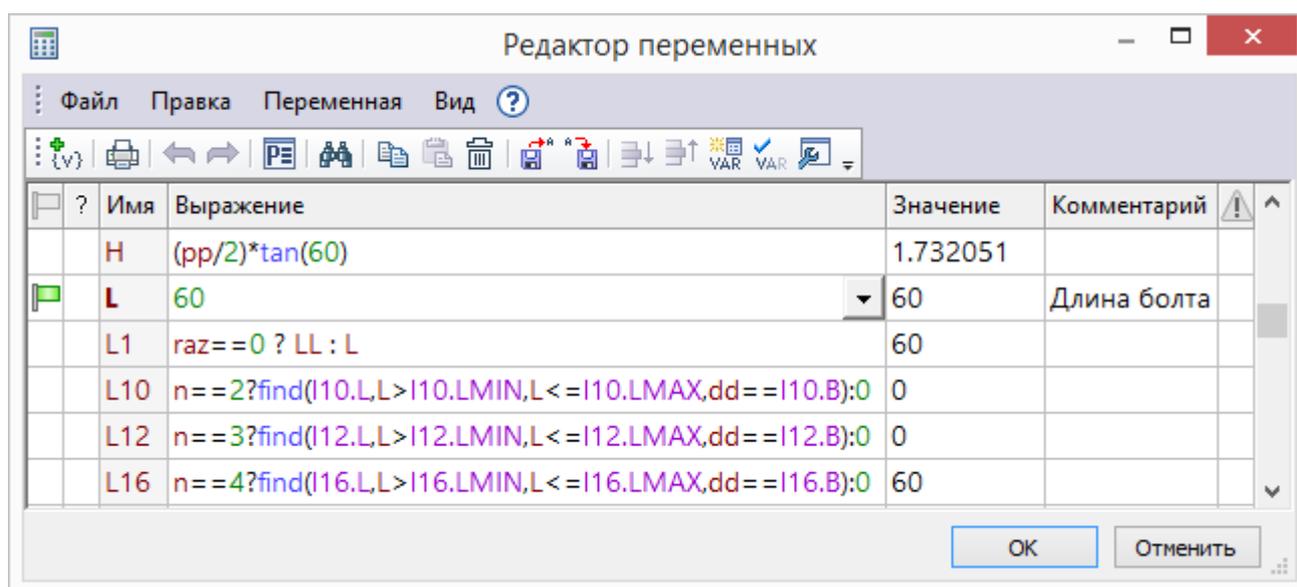
Синтаксис выделяется разными цветами, что избавляет пользователей от путаницы и позволяет лучше воспринимать информацию на экране.

Редактор переменных отображает больше информации. Пользователю не требуется растягивать окно, чтобы увидеть всё выражение.

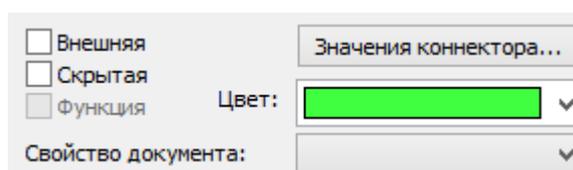
В редактор добавлены: подсветка использования переменной в других выражениях, выпадающий список переменных и функций, подсказки и новые функции.

НОВОВВЕДЕНИЯ В РЕДАКТОРЕ ПЕРЕМЕННЫХ

Элементы различных типов теперь выводятся в выражениях разными цветами.

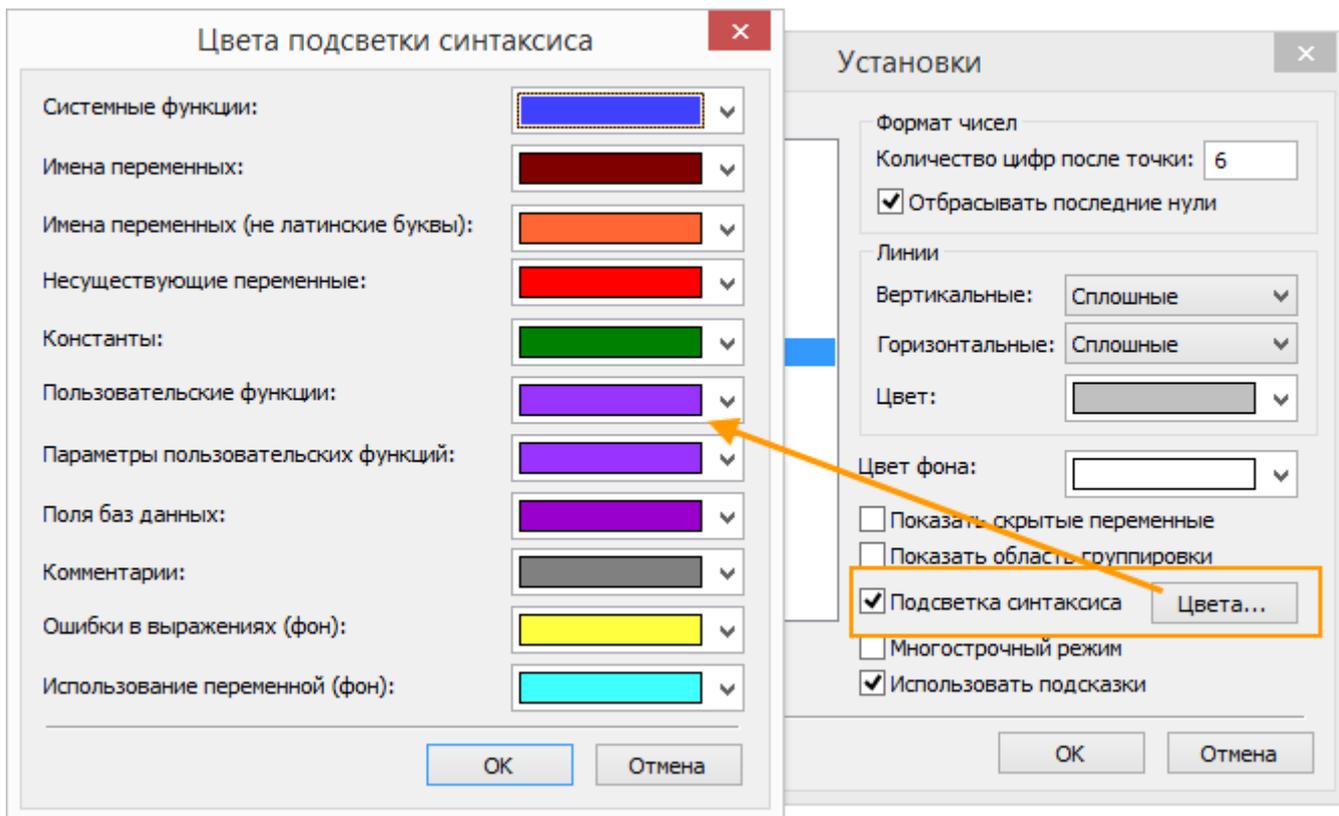


Все переменные, заданные пользователем, подсвечиваются в выражениях отдельным цветом. Пользователь может самостоятельно задать цвет для подсветки переменной.



Colored	5	5		
Length3	Colored+7	12		

Кроме того, пользователь может изменить цвета для подсветки синтаксиса.



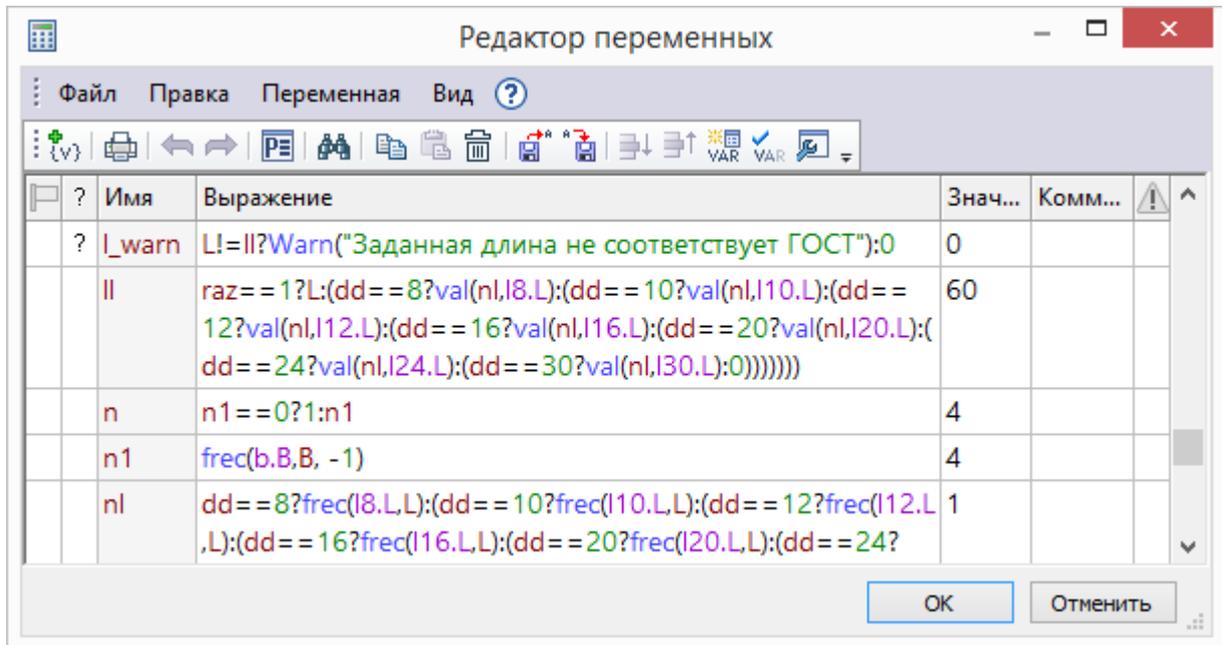
Если в синтаксисе выражений допущена ошибка, то выражение с ошибкой будет подсвечено.



Русские и латинские символы теперь подсвечиваются разными цветами. Это позволяет выявить ошибки при использовании русских букв, совпадающих по написанию с латинскими.

Число	5
Number	5

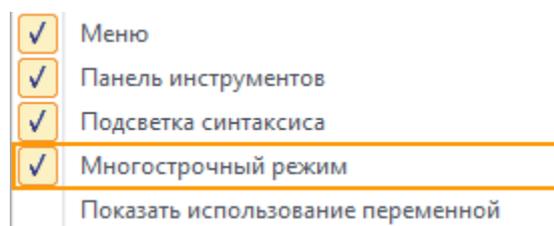
В редактор переменных добавлен многострочный режим.



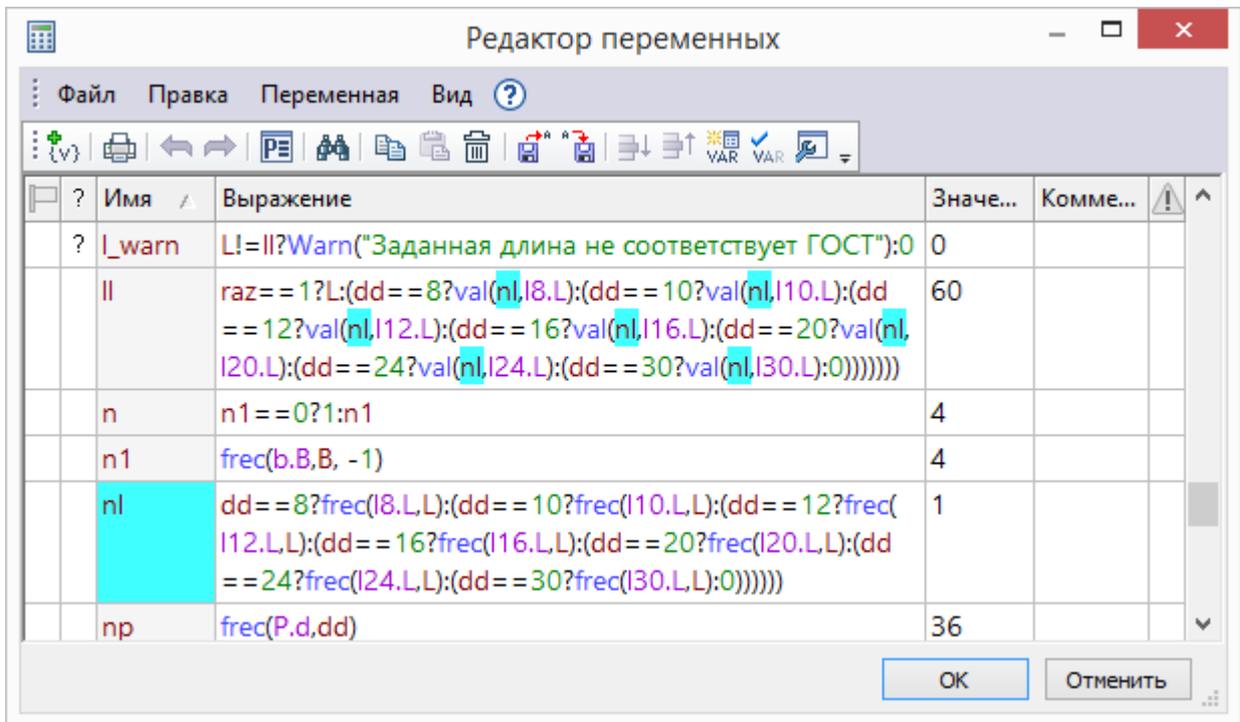
В многострочном режиме возможно добавлять перенос строки сочетанием клавиш «Ctrl» + «Enter» чтобы форматировать выражения удобным для восприятия образом.

nl	<pre>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))))))</pre>
np	frec(P.d,dd)

Включить многострочный режим можно в контекстном меню редактора переменных.

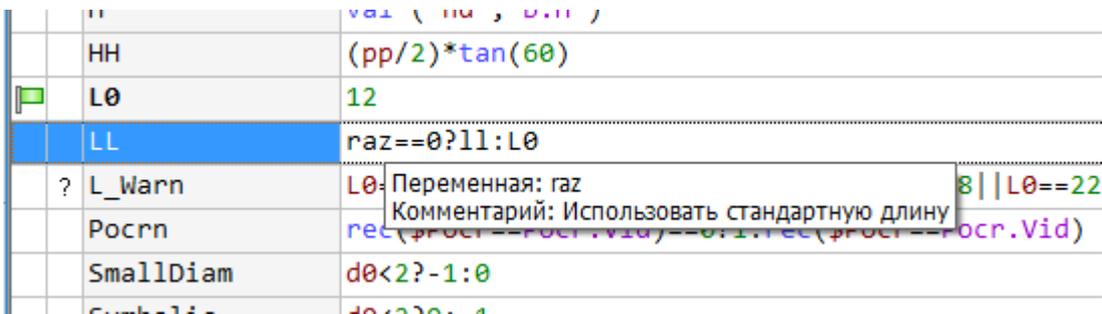


Также в контекстном меню можно вызвать опцию «Показать использование переменной». Когда опция включена, во всех выражениях будут подсвечены ссылки на эту переменную.

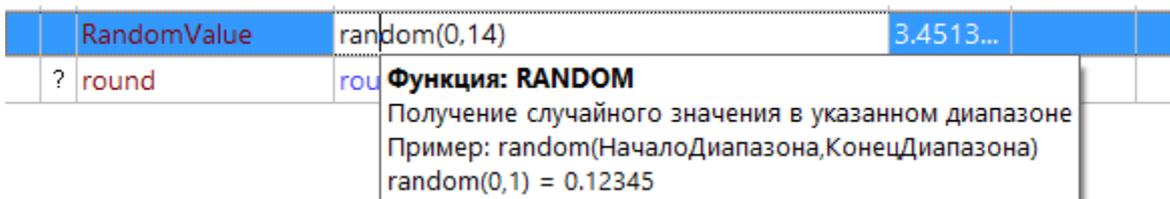


В окне редактора переменных реализованы подсказки.

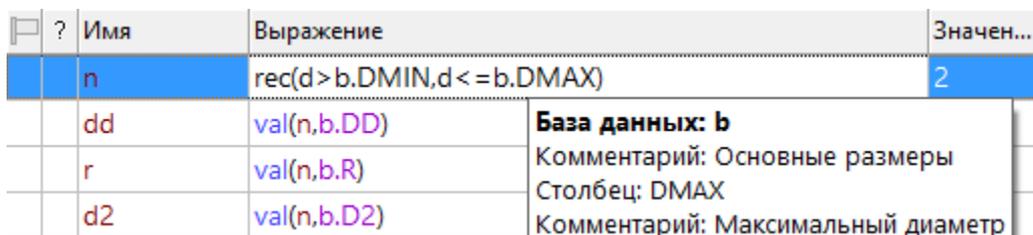
При наведении курсора на переменную показывается комментарий к переменной.



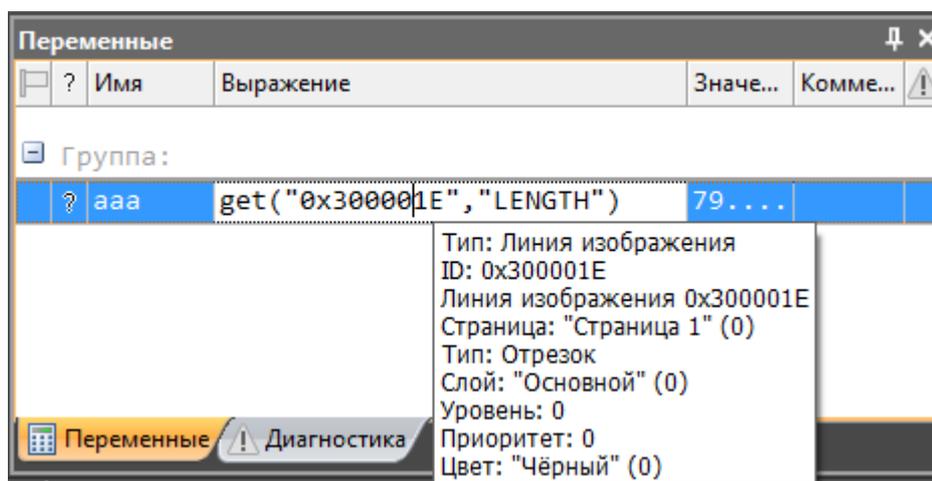
При наведении курсора на функцию появляется краткое описание и пример использования функции.



Если поле принадлежит базе данных, то выводятся названия базы данных и поля, а также комментарии.



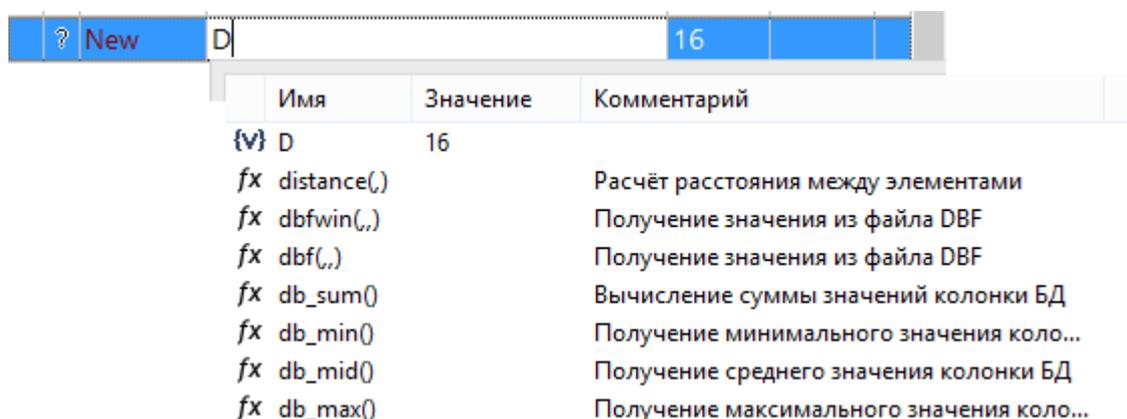
Для текстовых констант выполняется поиск объекта модели по соответствующему имени или идентификатору. Если текстовая константа задаёт имя объекта, то для неё выводится информация по этому объекту.



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.

Теперь пользователи могут создавать переменные, имена которых совпадают с именами функций.

Доработана функциональность копирования/вставки переменных с использованием буфера обмена. При вставке переменной или набора переменных из буфера, в случае существования таких переменных пользователю предлагается выбрать – заменять ли выражения уже существующих

переменных или создавать их копии. В случае создания копий, их имена формируются на основе прежних имён с добавлением номера через знак подчёркивания («_1», «_2» и т.д.).

НОВЫЕ ФУНКЦИИ

Функция **select()** используется для выбора варианта значения по нескольким условиям.

Через запятую перечисляются условия и результаты, которые будут заданы в случае выполнения условия.

Select (Условие1, Результат1, Условие2, Результат2, ... , Результат по умолчанию)

В качестве значения переменной будет принят результат первого выполненного условия, либо результат по умолчанию.

Numb1	1	1
Numb2	20	20
Select1	<code>select(Numb1 = 3, 100, Numb2 < 10, 200, 300)</code>	300

В случае, если ни один из перечисленных вариантов не подходит, а значение по умолчанию не задано, значение переменной будет равно нулю.

Функция **switch()** используется для выбора варианта значения по одному условию.

В качестве значения переменной будет принят результат, значение которого соответствует условию.

Switch (Условие, Значение 1, Результат 1, Значение 2, Результат 2, ... , Результат по умолчанию)

Numb3	2	2
Switch	<code>switch(Numb3, 1, 10, 2, 20, 3, 30, 40)</code>	20

Функция **root()** позволяет вычислить корень числа заданной степени.

RootFind	<code>root(27,3)</code>	3
----------	-------------------------	---

Функция **reverse()** позволяет отразить строку или число в обратной последовательности.

В функцию `reverse` можно напрямую поместить любое число или строку.

\$Reverse	<code>reverse("abc")</code>	cba
-----------	-----------------------------	-----

Кроме того, можно указать переменную, значение которой будет отражено.

\$Reverse	<code>reverse(\$Word)</code>	txet weN
\$Word	<code>"New text"</code>	New text

При этом важно, чтобы тип переменной соответствовал типу значения.

Функция `random()`. Возвращает случайное число в указанном диапазоне.

RandomValue	<code>random(0,14)</code>	5.889767
round	<code>round(RandomValue, 1)</code>	6

Функция `angle()` формирует десятичное значение угла из *градусов, минут, секунд* или из *градусов и минут*. Т.е. функция принимает три или два параметра.

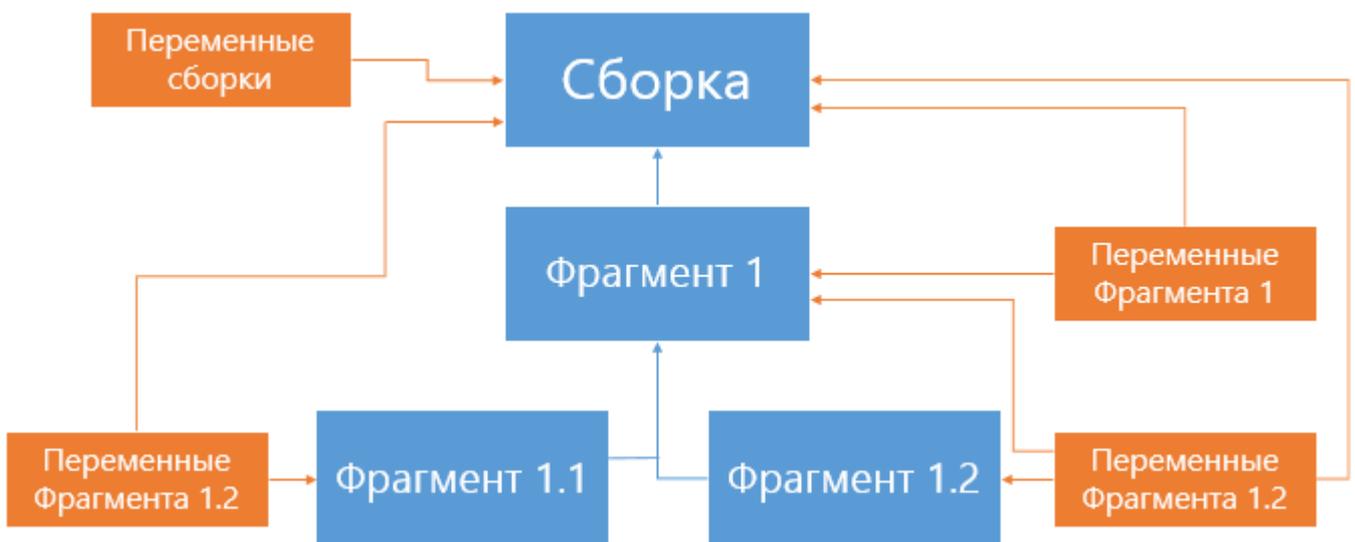
Добавлены гиперболические функции `sinh`, `cosh`, `tanh`, `asinh`, `acosh`, `atanh`.

Функция `g()`. Возвращает константу ускорения свободного падения.

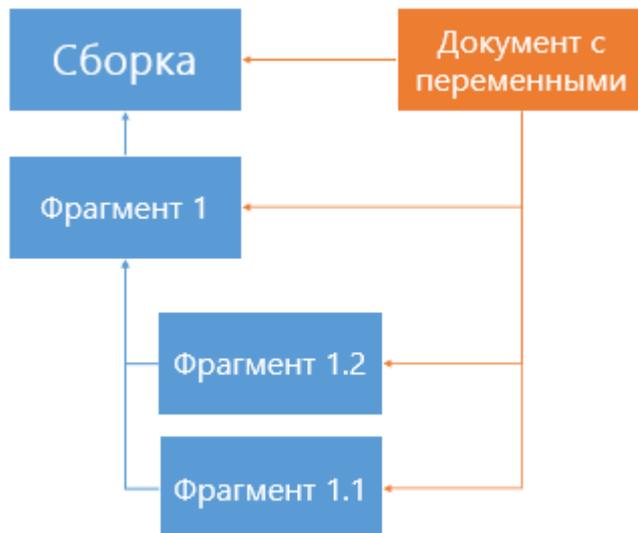
Функция `e()`. Возвращает константу E.

ЗАИМСТВОВАНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ И БАЗ ДАННЫХ

Управлять переменными больших сборок стало проще. В предыдущих версиях T-FLEX CAD пользователь выполнял несколько действий, чтобы скопировать переменную фрагмента в сборку с сохранением связи. Для изменения этой переменной в сборке и во фрагменте, пользователь должен был изменить переменную в конкретном файле фрагмента.

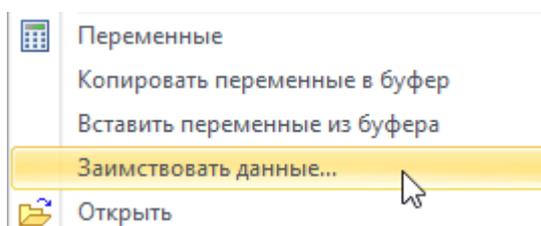


Теперь можно создать документ, в котором будут храниться все переменные и базы данных. Этот документ нужно добавить во все документы, в которых переменные и базы данных будут использованы.

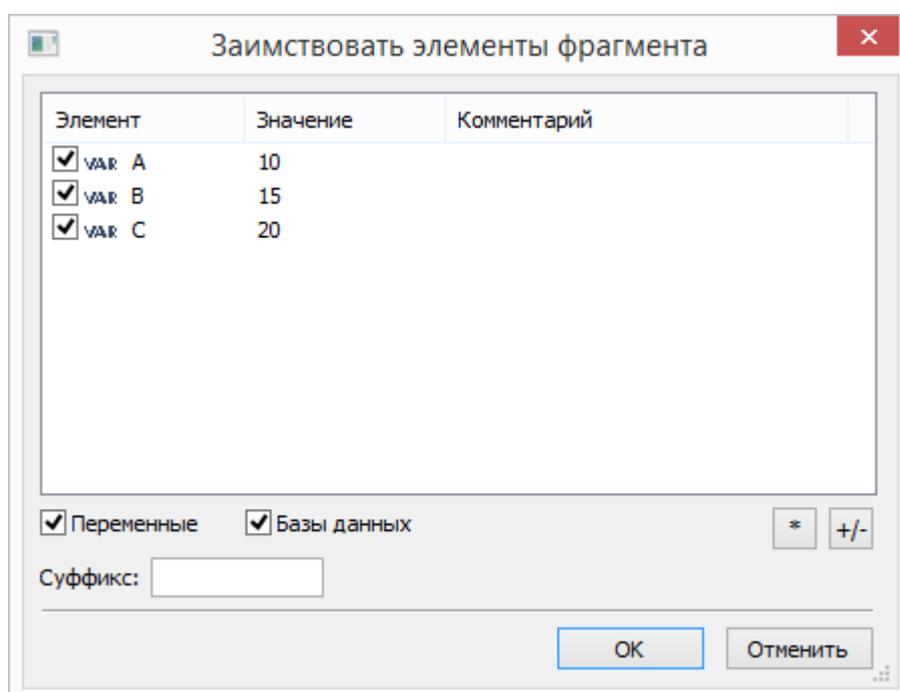


Затем пользователь может выбрать, какие именно переменные нужно заимствовать для каждого файла. Эти переменные можно будет использовать как обычные переменные фрагмента при создании геометрии. При этом изменять переменные нужно будет в одном единственном файле.

Для заимствования данных из фрагмента используется специальная команда.



Вызывается окно, в котором можно указать, какие переменные и базы данных будут использованы в сборке.



Все выбранные переменные будут добавлены в редактор переменных.

Имя	Выражение	Значение
B	Заимствована (Фрагмент 0xD000009 (Файл настро...	15
C	Заимствована (Фрагмент 0xD000009 (Файл настро...	20
A	Заимствована (Фрагмент 0xD000009 (Файл настро...	10

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.

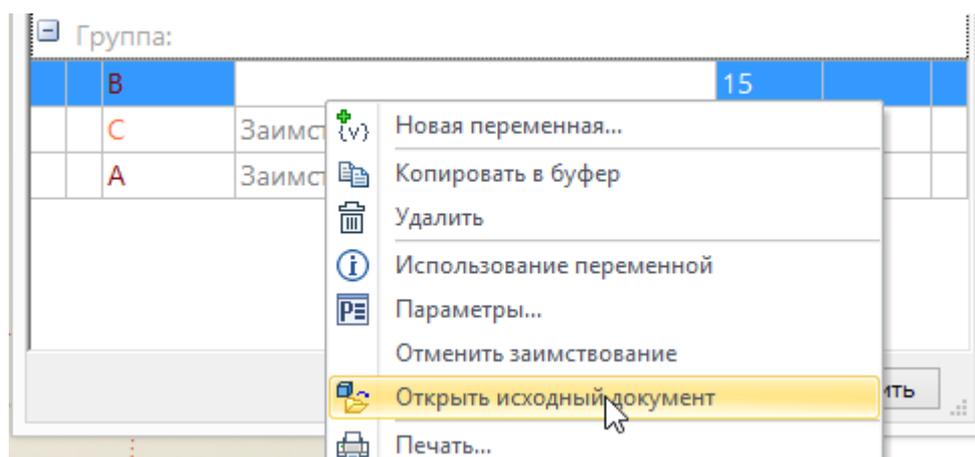
Для такого заимствования нужно задать суффикс при заимствовании переменных из фрагмента. Этот суффикс будет добавлен ко всем заимствованным переменным после символа «@».

Элемент	Значение	Комментарий
<input checked="" type="checkbox"/> VAR \$kpr@Болт 1		Класс прочности
<input checked="" type="checkbox"/> VAR \$kprsp@Болт 1		
<input checked="" type="checkbox"/> VAR \$mat@Болт 1		Характеристика материала
<input checked="" type="checkbox"/> VAR \$mmat@Болт 1		
<input checked="" type="checkbox"/> VAR \$Pocr@Болт 1	Цинковое с хромированием	Покрытие
<input checked="" type="checkbox"/> VAR \$Pocrnom@Болт 1	.016	
<input checked="" type="checkbox"/> VAR \$pole@Болт 1	6g	Поле допуска
<input checked="" type="checkbox"/> VAR \$polesp@Болт 1	-6g	
<input checked="" type="checkbox"/> VAR \$spr@Болт 1	Болт М20-6g%%0420.016 ГОС...	

Переменные Базы данных * +/-

Суффикс:

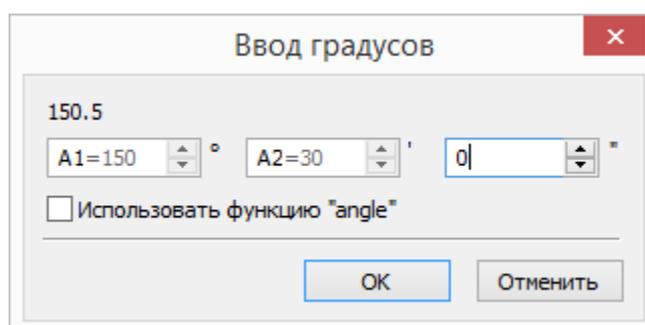
С помощью опции «Открыть исходный документ» можно открыть фрагмент, из которого заимствована переменная.



Если вызвать опцию «Отменить заимствование», можно разорвать связь переменной с источником. В этом случае переменная станет обычной переменной сборки.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ В ДИАЛОГЕ ВВОДА УГЛА

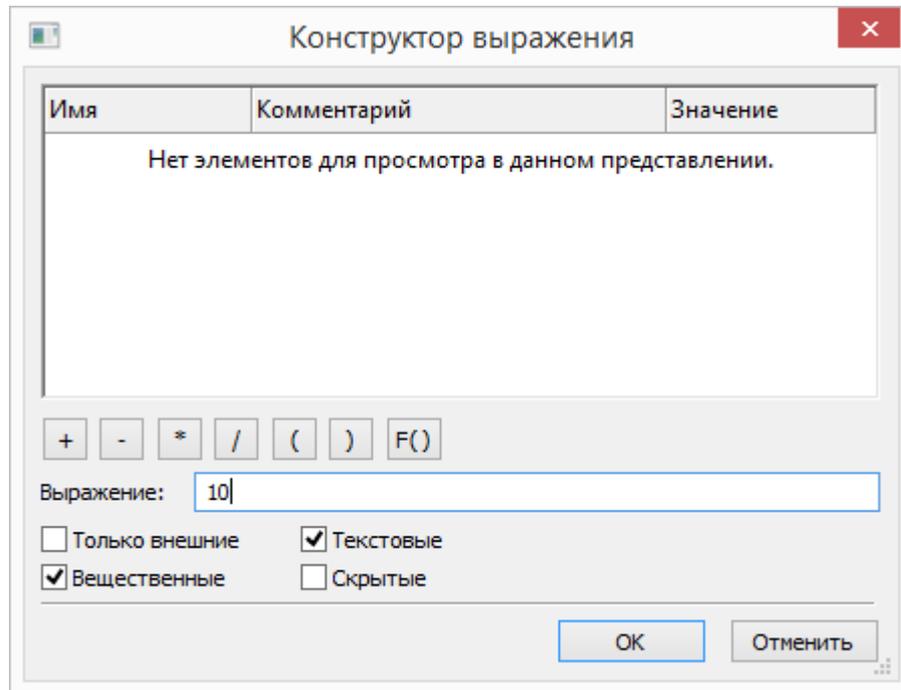
В диалоге ввода угла для полей значений добавлена возможность использовать переменные.



Если флаг «Использовать функцию «angle»» установлен, то введённые значения используются не как константа, а преобразуются в вызов функции. В примере выше получается строка «angle(A1, A2)».

ВСТАВКА ПЕРЕМЕННОЙ

Диалог Вставка переменной преобразован в Конструктор выражений, позволяющий набирать выражение при помощи кнопок.



Кнопка выбора функции показывает полный перечень функций. Выбранные функции будут добавлены в диалог.



ИНТЕРФЕЙС И УДОБСТВО РАБОТЫ С СИСТЕМОЙ

ПОВТОР ПРЕДЫДУЩЕЙ КОМАНДЫ

Добавлена возможность повторного выполнения одной из ранее выполненных команд команды. Соответствующие пункты добавляются в контекстное меню, вызываемое в рабочем окне системы. Часть последних команд отображается в самом списке. Часть команд отображается в подменю.



Число команд, которое добавляется в список для выполнения повторного вызова настраивается в диалоге «Установки» на вкладке «Управление». Количество команд непосредственной в контекстном меню и в подменю настраивается отдельно.

Управление	
Действие по правой кнопке мыши	Отмена в командах и меню без команд ▾
Инvertировать направление масштабирования при вр...	<input type="checkbox"/>
Разрешить удаление элементов "на лету"	<input type="checkbox"/>
Число команд в списке последних команд	1
Число команд в списке последних команд в подменю	5

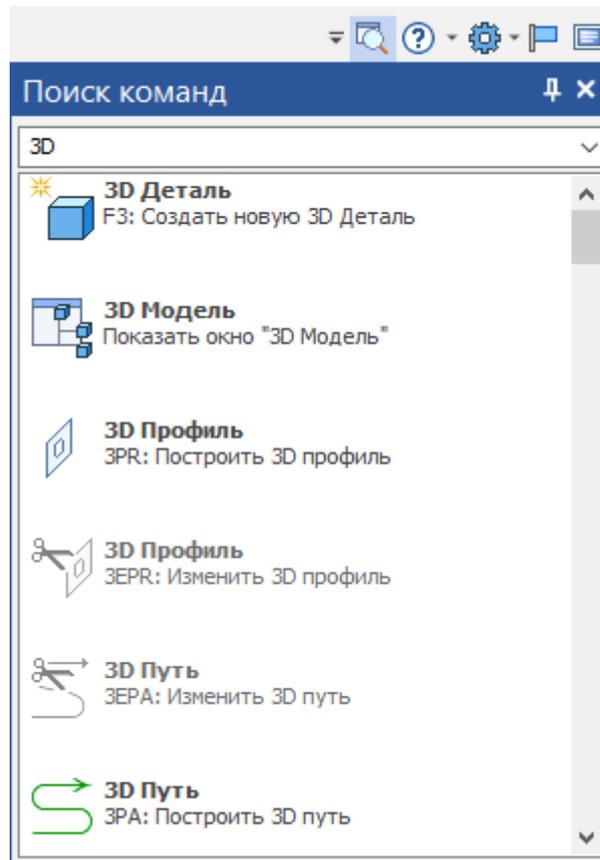
Список команд, доступных для повтора, ведётся отдельно для режимов 3D моделирования, черчения и черчения на рабочих плоскостях.

Повтор предыдущей команды можно выполнить, нажав клавишу <Пробел> в режиме ожидания команды.

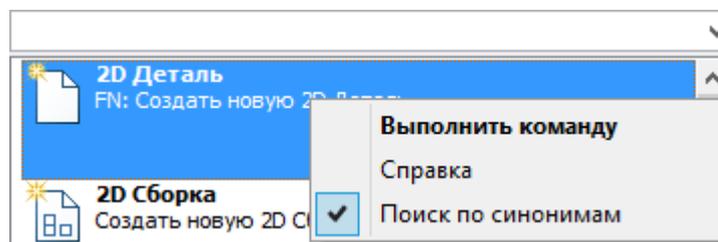
ПОИСК КОМАНД

Для облегчения поиска команд добавлено отдельное окно для поиска команд.

Для вызова окна поиска можно использовать соответствующую кнопку в верхней правой части главного окна системы. В поле поиска можно ввести не только имя, но также описание и синонимы названия команды.

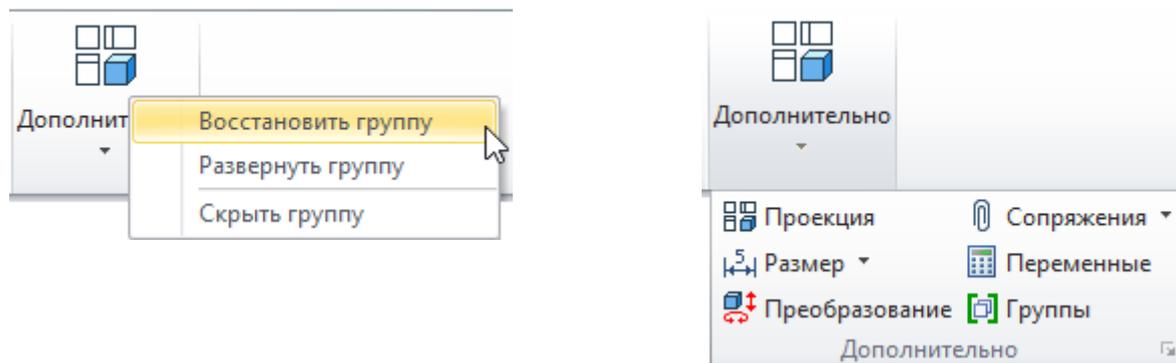


Через контекстное меню можно как получить справку по команде, так и выполнить её.

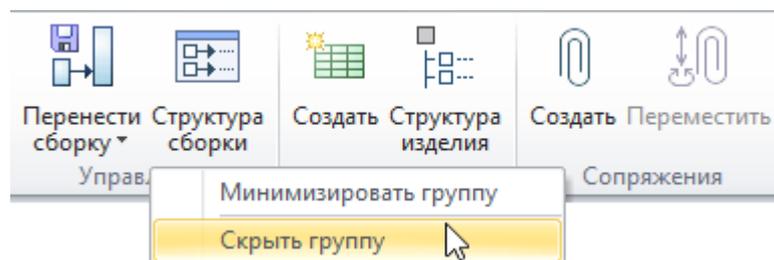


ЛЕНТА

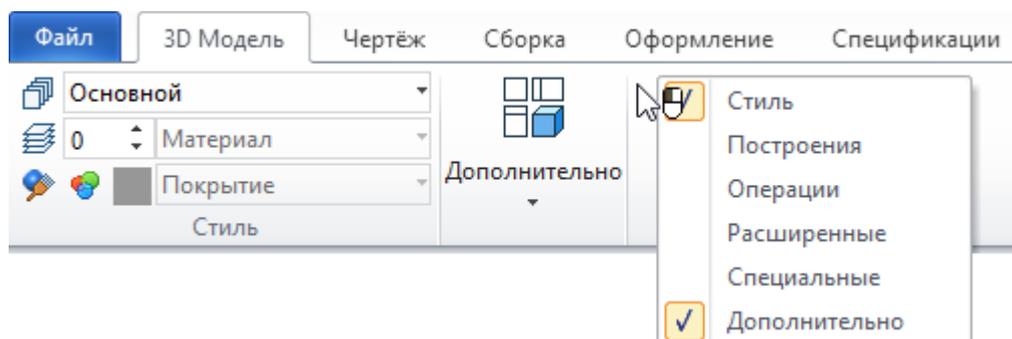
В Ленту добавлена возможность свернуть/развернуть группы команд.



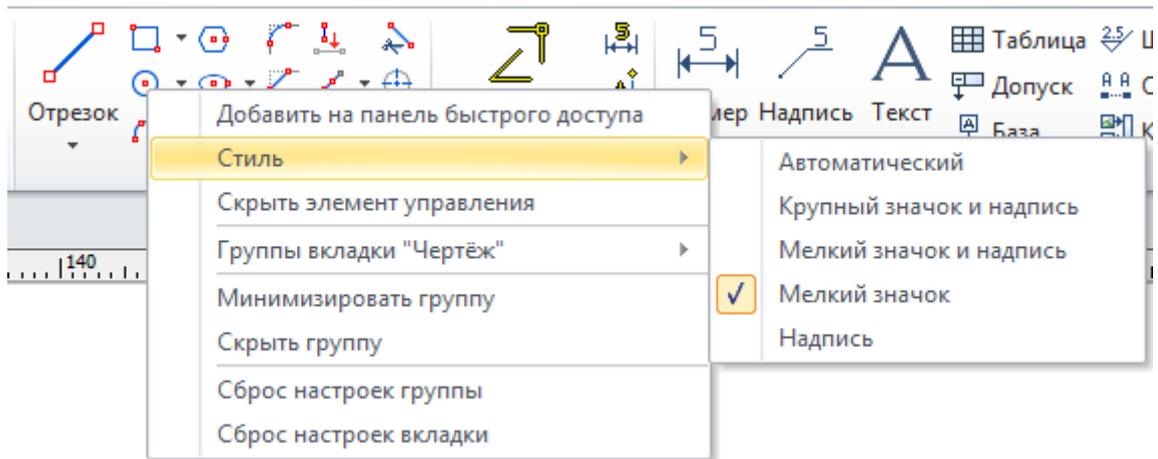
Пользователь может скрывать в Ленте группы, которые никогда не использует.



Скрытые группы можно восстановить из контекстного меню, которое вызывается при клике в пустое пространство ленты.

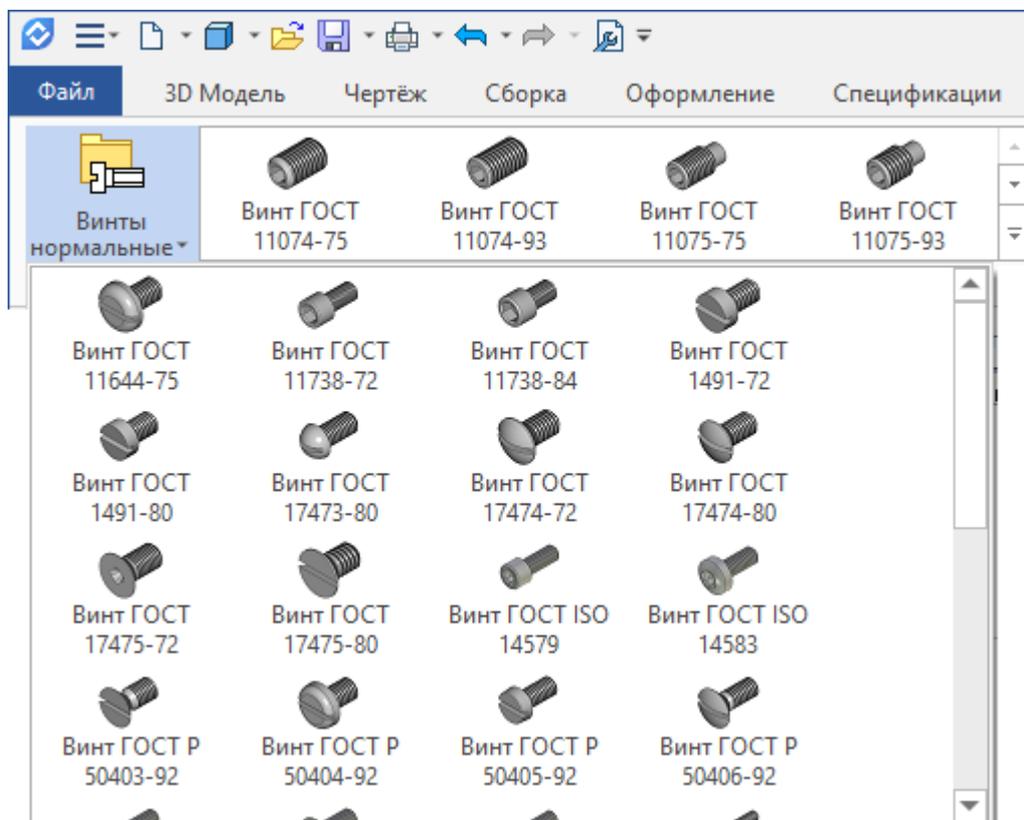


Для любой из кнопок на панели Лента теперь можно вызвать контекстное меню, в котором можно настроить стиль отображения кнопки или скрыть её без входа в диалог «Настройка».



В команде «**SB: Настройки**» добавлена возможность добавлять фрагменты из библиотек в Ленту. Для этого нужно выбрать категорию Вставка фрагментов из библиотек.

Это нововведение позволяет создать свои вкладки Ленты со стандартными элементами или дополнять ими существующие вкладки.



Кроме того, добавлена категория «Создание документов из прототипов».

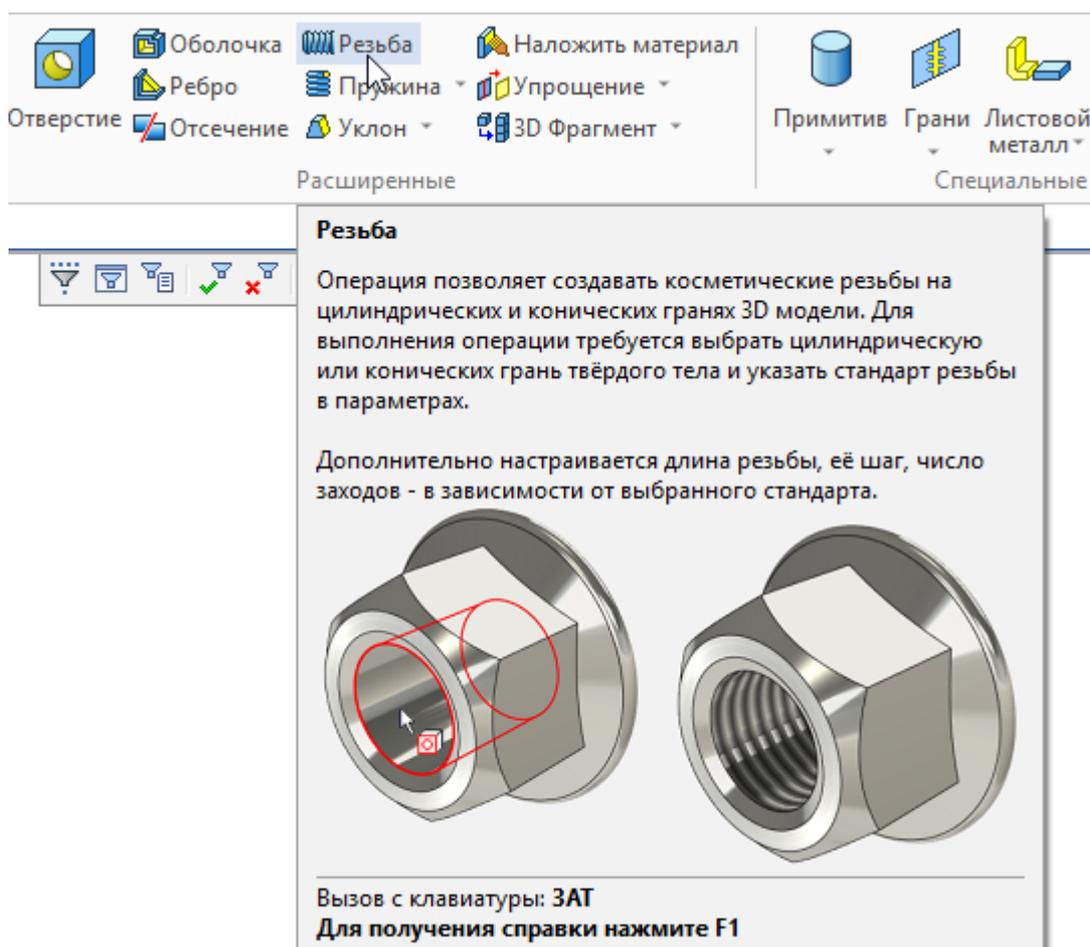
ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ДВОЙНЫМ КЛИКОМ

В командах реализовано подтверждение действия по двойному клику мыши. После задания или изменения параметров достаточно двойного клика в любом свободном месте рабочего окна, и действие будет подтверждено.

Например, удобно использовать данную возможность при создании штриховок, сплайнов, выталкивания.

РАСШИРЕННЫЕ ПОДСКАЗКИ К КОМАНДАМ

Добавлены расширенные подсказки к командам. Они работают как для панели Лента, так и для текстового интерфейса. При наведении курсора появляется краткая подсказка к команде. Если задержать курсор на две секунды, то появится расширенная подсказка с изображением.



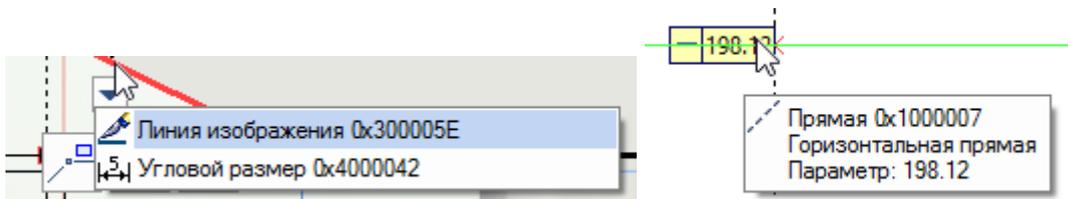
При необходимости можно отключить расширенные подсказки в диалоге «Настройки».

- Отображать подсказки для кнопок
- Отображать расширенные подсказки
- Включить в подсказки сочетания клавиш

РАСШИРЕННЫЕ ПОДСКАЗКИ К ЭЛЕМЕНТАМ

При наведении курсора на элементы (линии построения, линии изображения, узлы) используются расширенные всплывающие подсказки. Кроме информации об имени и идентификаторе элемента, они содержат дополнительную информацию о типе и способе задания объекта.

Также эти подсказки содержат иконки объектов.

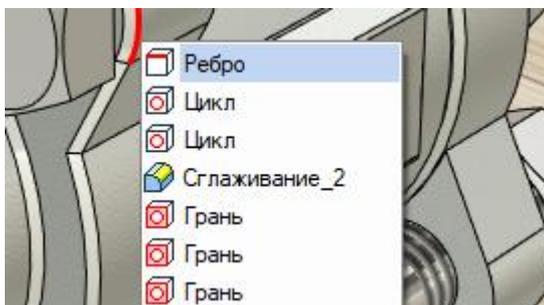


ВЫБОР ЭЛЕМЕНТОВ ПОД КУРСОРОМ

Доработан механизм выбора элементов под курсором. В случае, если при перемещении мыши под курсором находится более одного элемента, доступного для выбора, в дополнение к имени элемента и расширенной информации, в скобках показывается число элементов, которые доступны для выбора дополнительно. Число выводится со знаком «+».



Если мышь не перемещается, то после небольшой паузы всплывающая подсказка разворачивается и появляется список элементов. При этом пользователь имеет возможность выбрать нужный элемент кликом в соответствующий пункт, либо воспользовавшись колесом мыши для прокрутки, как и в предыдущих версиях системы.



Если элементы под курсором имеют разные цвета, то эти цвета также указываются во всплывающей подсказке.



МАСШТАБИРОВАНИЕ КОЛЕСОМ МЫШИ

Доработано управление масштабom изображения при помощи вращения колеса мыши. При нажатой клавише <Ctrl> выполняется масштабирование с увеличенным коэффициентом.

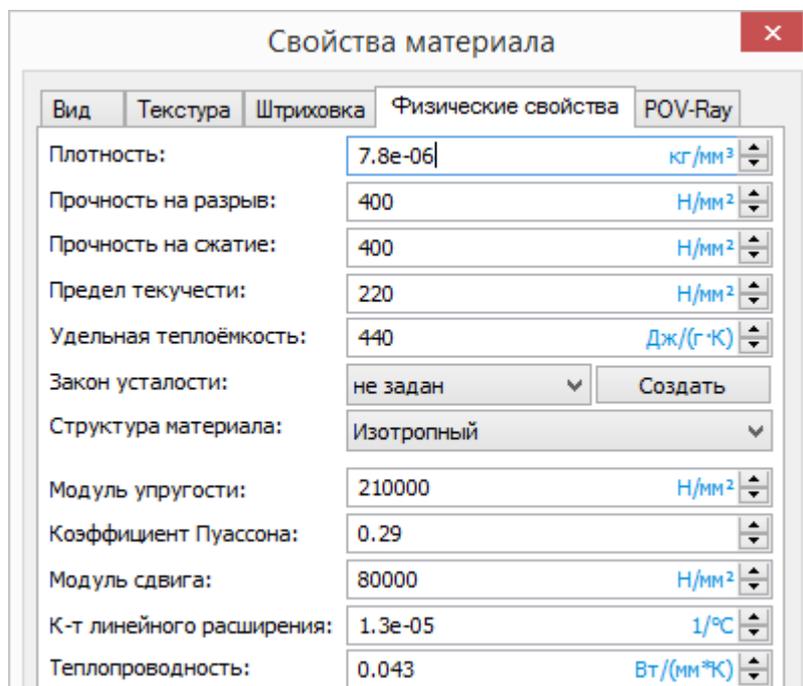
В команде Установки добавлена возможность задания значения масштаба, используемого при вращении колеса мыши.

ПРОЧИЕ НОВОВЕДЕНИЯ

МАТЕРИАЛЫ

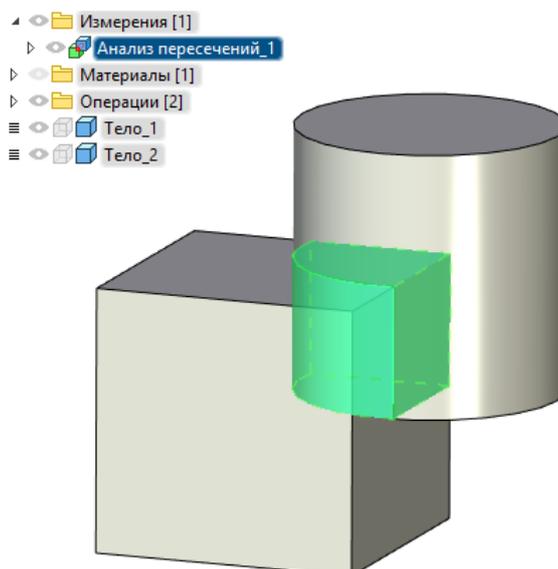
Значения физических свойств материалов теперь хранятся вместе с единицами измерения.

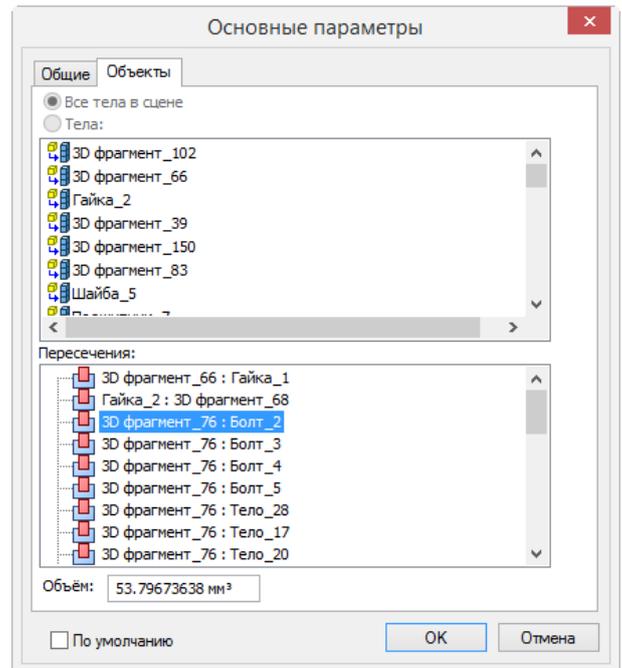
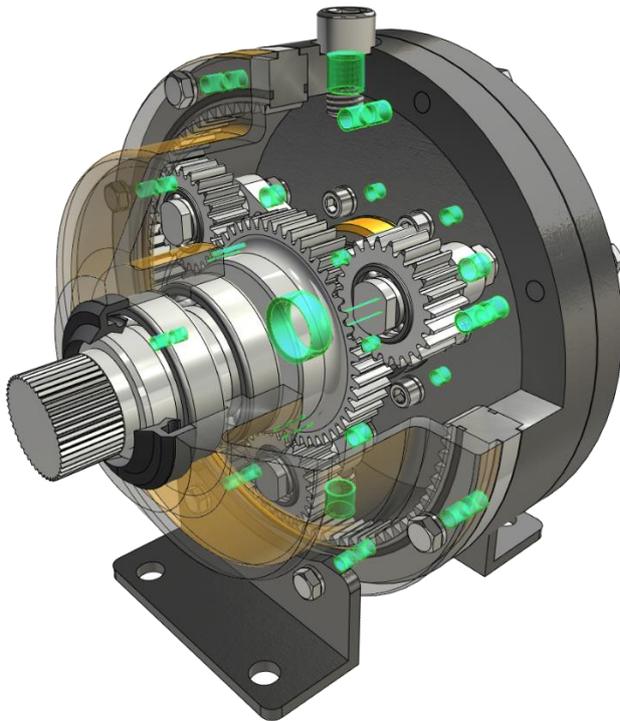
Единицу измерения можно изменить, кликнув по ней левой кнопкой мыши. После смены единиц измерения происходит пересчёт.



ИЗМЕРЕНИЯ

В команду «Пересечение тел» добавлена опция «Создать результат». Она позволяет сохранить результат измерения как отдельный элемент модели, отображаемый как в дереве модели, так и в сцене. При пересчёте модели, такой элемент изменяет своё отображение, и работает как индикатор наличия пересечений между заданными элементами модели.



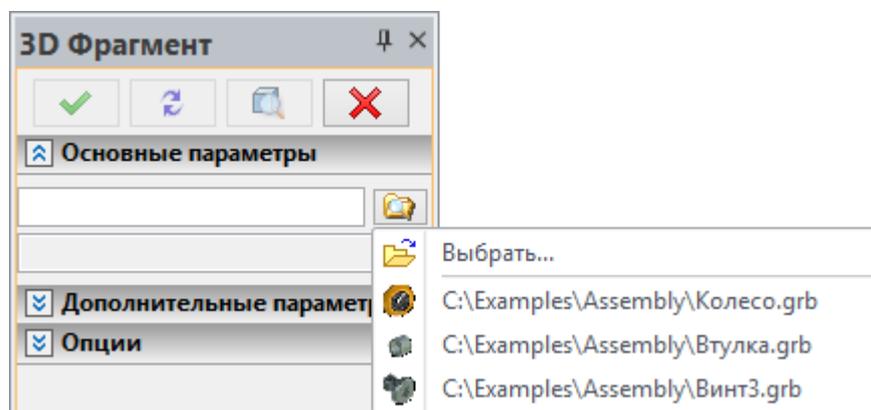


Добавлена возможность создавать результат измерения кривизны для 3D объектов (3D пути, рёбра) и для 2D объектов (линии построения, линии изображения, 2D пути).

Данные по кривизне можно использовать в качестве переменных. Получить их можно выбрав созданные объекты измерения кривизны в команде «Измерить».

ВСТАВКА ФРАГМЕНТА, КАРТИНКИ, 3D ИЗОБРАЖЕНИЯ

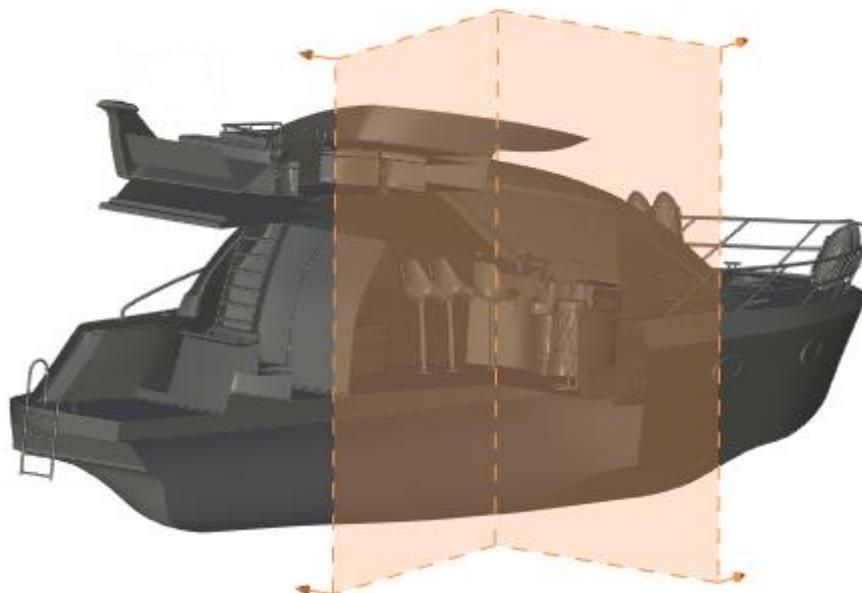
В специальном списке при вставке фрагмента, картинки или 3D изображения теперь отображаются открытые или вставленные ранее файлы.



Этот же список доступен в автоменю команд для опции «Выбрать файл».

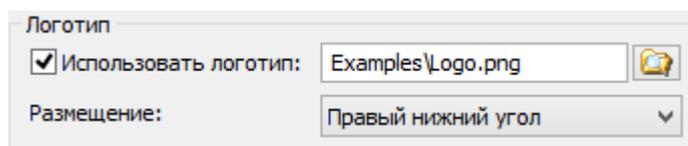
СЕТОЧНЫЕ ОБЪЕКТЫ

Сечения и плоскости обрезки теперь можно применить к сеточным объектам.



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛОГОТИПОВ ПРИ ГЕНЕРАЦИИ ВИДЕОРОЛИКОВ

Добавлена возможность выбора растрового изображения в диалогах записи видео в командах «Анимация» и «Запись сценария». Это изображение будет использовано как логотип при генерации видео.



В диалоге можно задать положение логотипа.

ГРАФИКИ

В редакторе графиков появилась возможность создания графиков, управляемых формулой.

Параметры графика "Косинус"

Название:

Тип графика:

Область определения и значений

Текущая:

Аргумент: ...

Выражение:

Ограничить (для узлов):

Аргумент: ...

Функция: ...

Возвращать ближайшее значение функции для аргумента, лежащего вне области определения

Только для просмотра

Показывать узлы

Показывать границы

Логарифмическая шкала аргумента

Свойства единиц измерения

Обозначения осей в форме <название>, <буква>, <единицы>:

Аргумент:

Функция:

Визуальное соотношение единиц функции и аргумента:

Минимальный шаг узлов по значению аргумента:

Граничные условия

Равные производные I, II в начале и в конце

Задать тангенсы углов наклона касательной:

В начале:

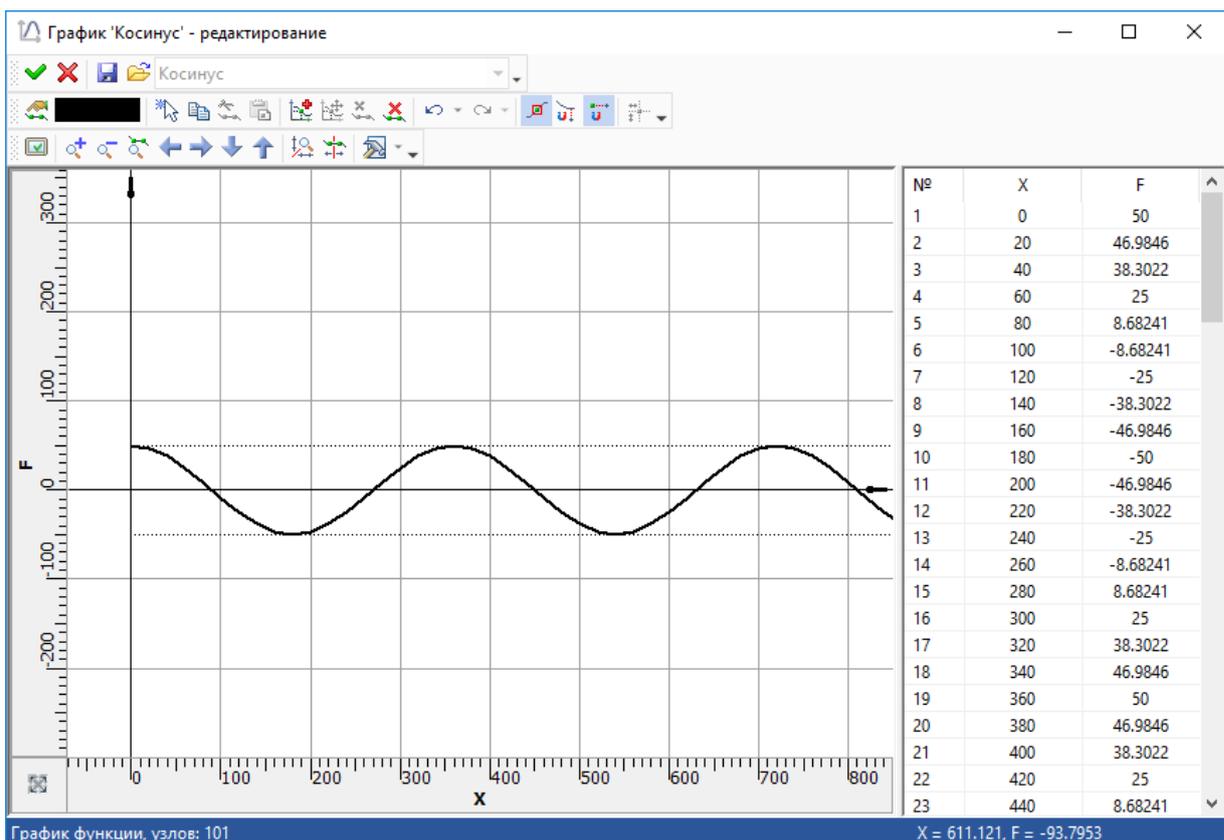
В конце:

Автоповтор

В положительном направлении:

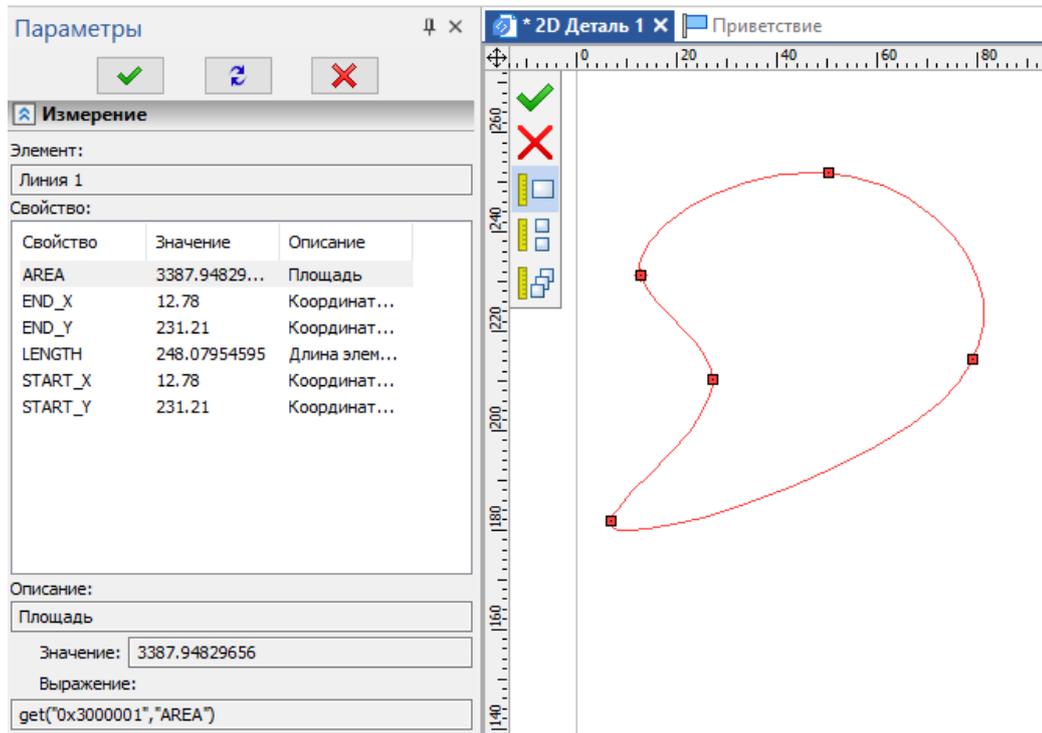
В отрицательном направлении:

Формула задаёт зависимость значения функции графика от аргумента. При этом обеспечивается возможность задания связи с другими переменными модели. Такие графики удобно использовать, например, для задания нелинейных характеристик материалов, при создании кривых смещения и т.д.



ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОЩАДИ ЗАМКНУТЫХ КРИВЫХ

Для всех замкнутых кривых (линий построения и линий изображения) добавлена возможность измерения площади. В список измеряемых параметров добавлен параметр "AREA" с соответствующим описанием. Как и другие параметры, он может быть получен в выражении переменной при помощи функции get

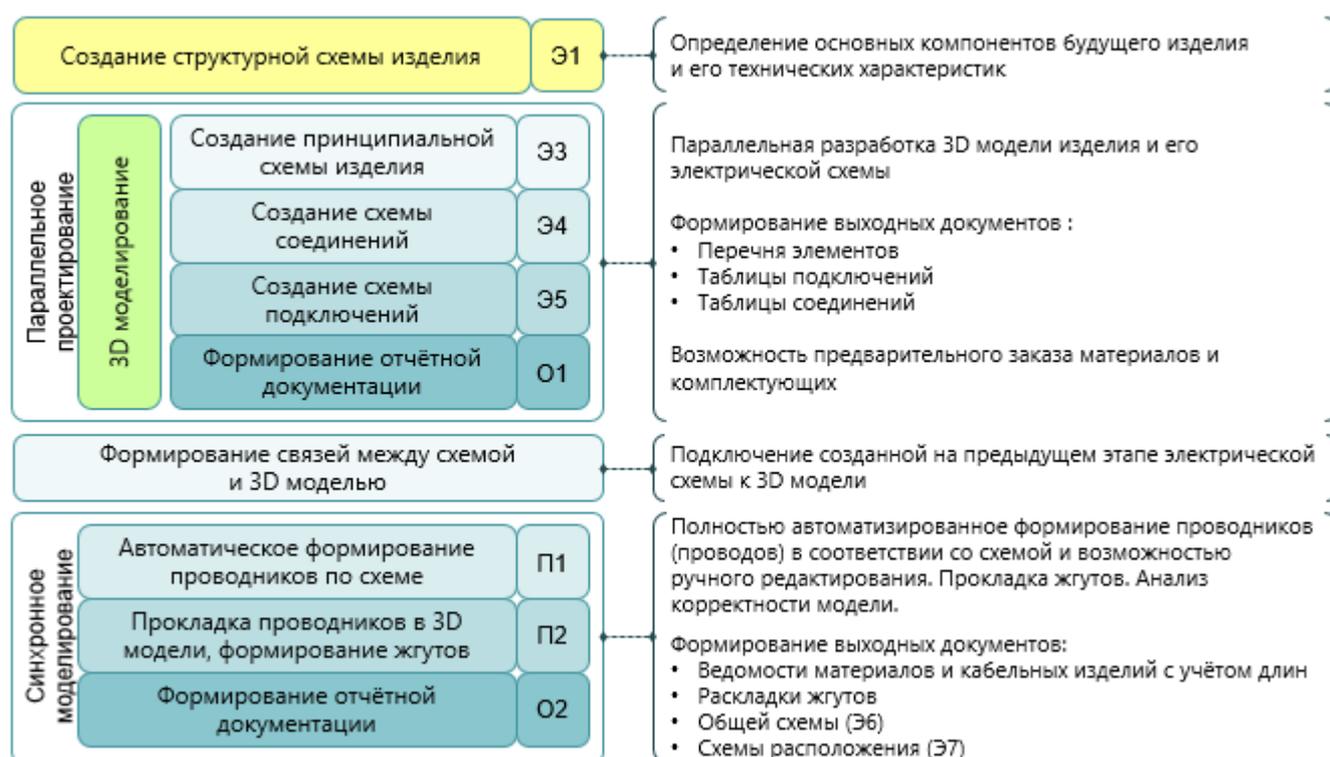


ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

T-FLEX Электротехника - это программный продукт линейки T-FLEX PLM, позволяющий решать полный спектр задач в области проектирования электротехнических изделий. T-FLEX Электротехника является модулем типа «Add-On», встраиваемым в базовый интерфейс T-FLEX CAD, наряду с другими приложениями специального назначения.

Применение T-FLEX Электротехника в задачах проектирования сложных электротехнических изделий предоставляет пользователям возможность коллективной работы в пределах одной платформы и единой информационной базы.

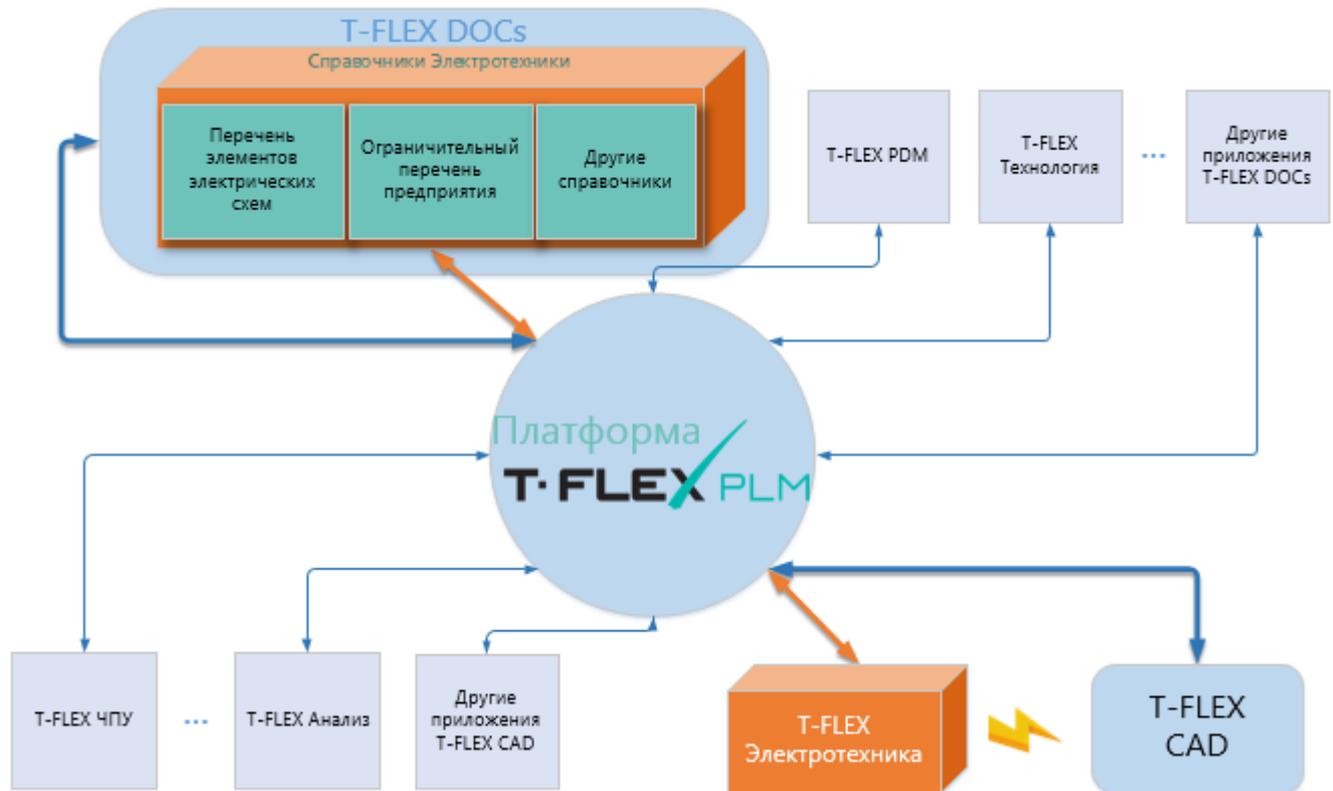
В рамках одного инженерного проекта проектирование электрических схем и разработка трёхмерных моделей может вестись параллельно с последующим связыванием полученных наработок.



Привязка модуля к PLM-системе позволяет работать в едином информационном пространстве без отрыва от других компонентов линейки и смены формата файлов. Система электронного документооборота T-FLEX DOCs обеспечивает удобство работы всех сотрудников предприятия, вовлечённых в процесс проектирования изделий электротехнического назначения.

Пользователям доступна обширная библиотека электрических компонентов. При необходимости можно создать собственную библиотеку электрических компонентов и наполнить её содержимым, имеющимся в наличии на предприятии. Новые пользовательские электрические компоненты создаются по специальной методике с использованием шаблонов. За счёт этого для предприятия формируется единый набор элементов, которые будут использованы при проектировании.

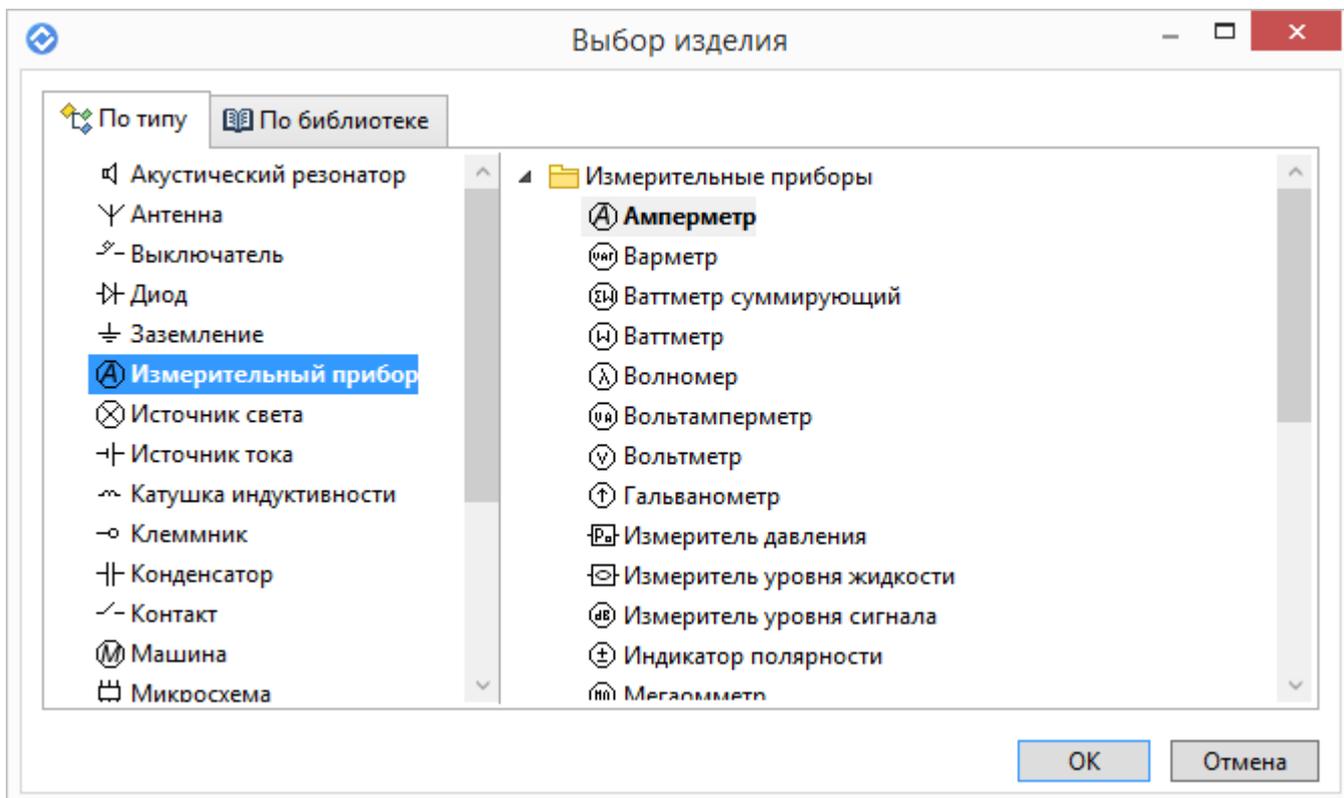
Штатные механизмы T-FLEX DOCs совместно с модулем T-FLEX Электротехника обеспечивают разграничение доступа, назначаемого на разделы пользовательской и системной библиотеки, конкретным сотрудникам предприятия. Всё это позволяет оптимизировать работу с базой электрических компонентов и архивом электронных документов, а также защитить их от повреждения и утери информации.



Приложение позволяет создавать любые типы схем: принципиальные электрические схемы, схемы подключений, схемы соединений и т.д.

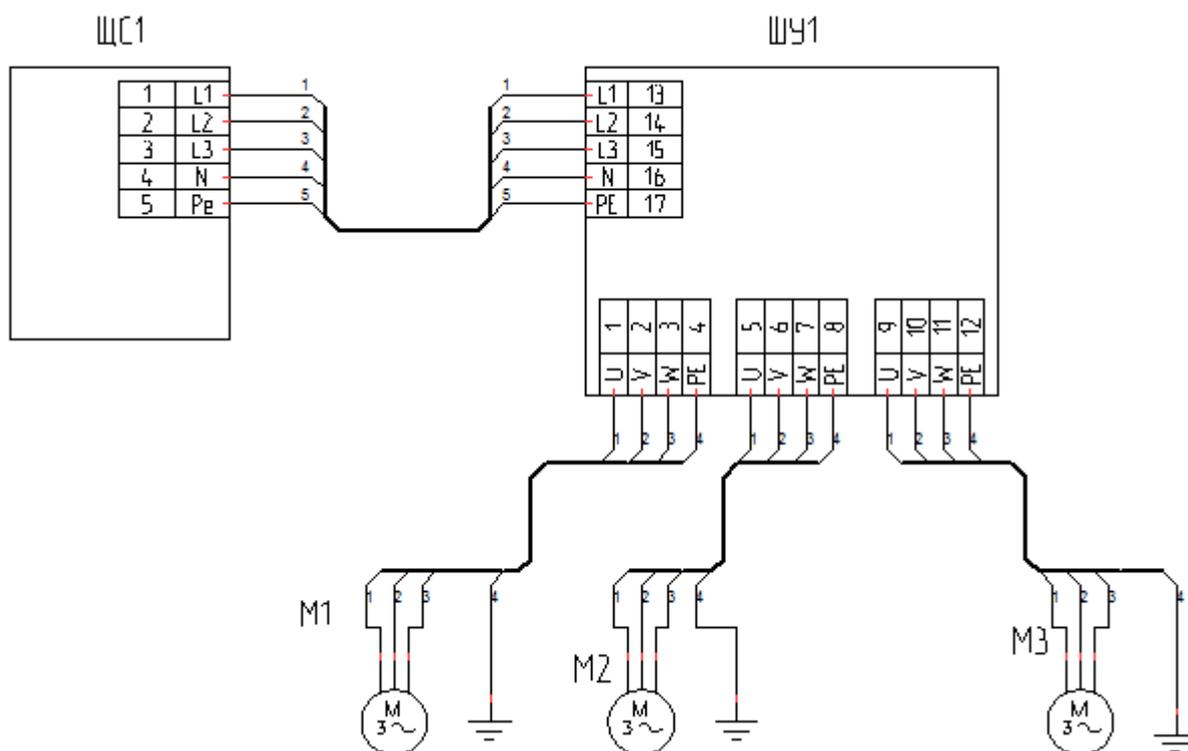
T-FLEX Электротехника предоставляет широкие возможности для совместной работы нескольких пользователей над одним проектом. Опираясь на структурную схему, один из пользователей занимается разработкой принципиальной схемы, а также остальных схем, в то время как другой пользователь занимается предварительной компоновкой в 3D сборке, а также разработкой сопутствующей конструкторской документации.

В комплекте поставки присутствует обширная библиотека стандартных изделий. Кроме того, в приложении имеются инструменты и методики создания собственных изделий (разъёмов, аппаратов, реле и т.д.), точек подключения и кабельных изделий любого типа.

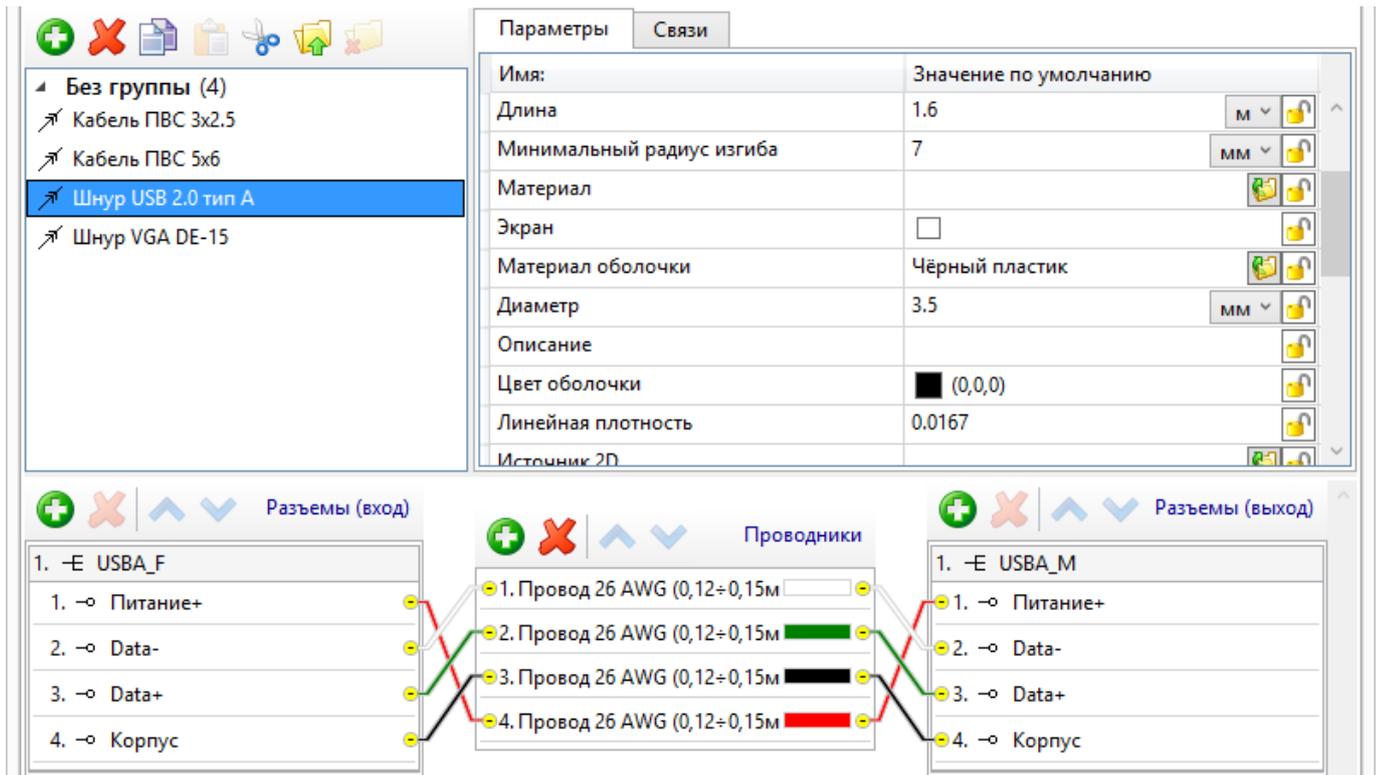


Пользователи могут обмениваться своими библиотеками изделий. В T-FLEX DOCs можно создать единую базу пользовательских изделий с помощью специального справочника.

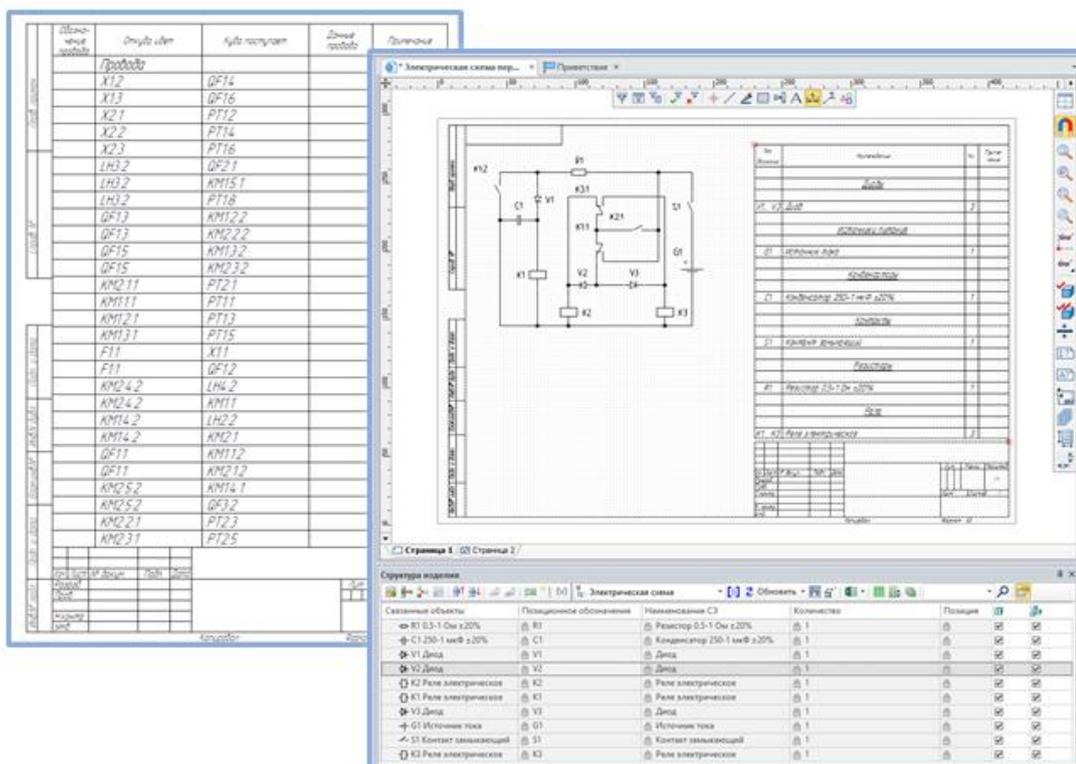
Информация обо всех изделиях, которые добавлены в схему, хранятся внутри схемы, поэтому передавать их отдельно не требуется.



Каждое из изделий имеет не только УГО, но и набор характеристик. Характеристики изделий можно менять вручную прямо в схеме. На основе заданных характеристик можно легко подобрать реальные изделия.



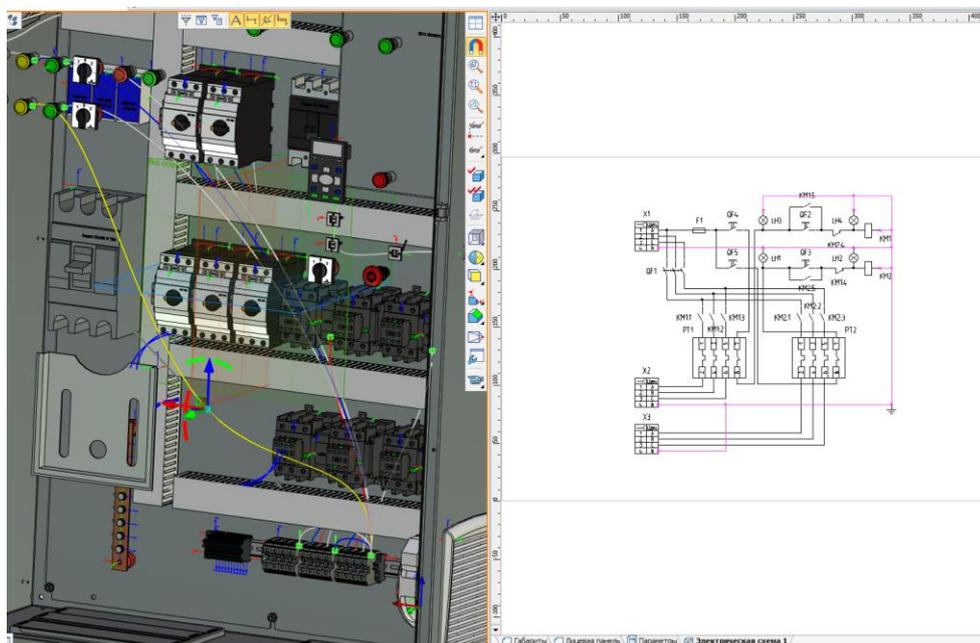
На основе добавленных в схему изделий можно сразу формировать готовые документы: перечни элементов, таблицы соединений, таблицы подключений. Все изменения характеристик элементов на схеме учитываются в отчётах.



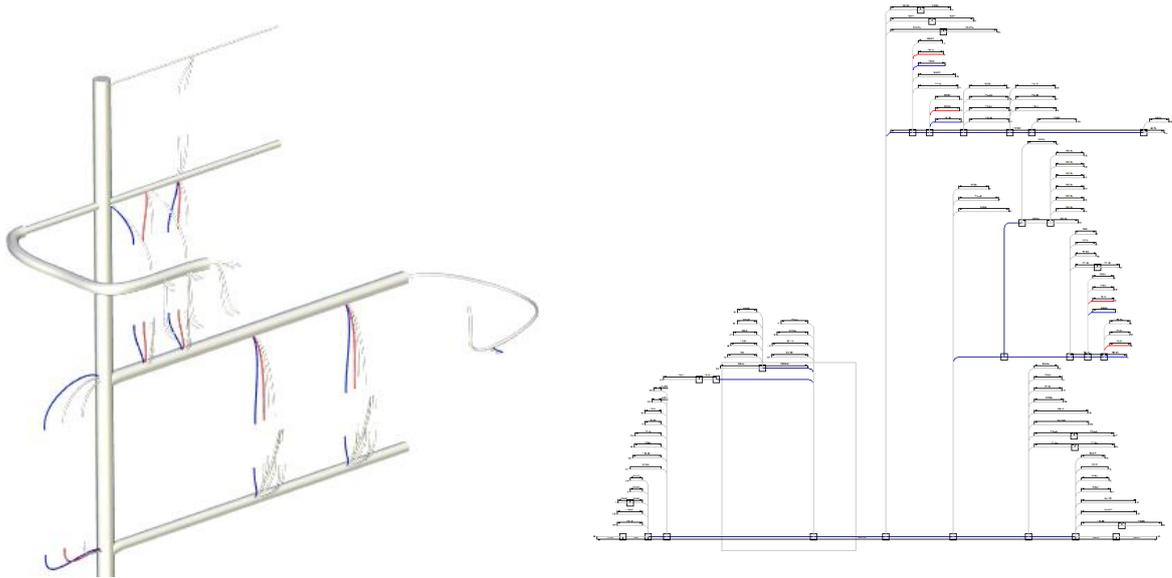
Важным преимуществом является создание 3D сборок на основе 2D схем. При этом между изделиями на схеме и 3D моделями этих изделий можно установить связь. Это позволяет упростить процесс прокладки кабельных изделий и редактирование уже готовой схемы.

Для работы с приложением пользователь может загрузить 3D модель из каталога в любом доступном для импорта формате. Создав в модели несколько ЛСК, которые будут использованы как точки подключения, пользователь сможет соединять эти модели в сборке между собой на основании схемы.

Кабельные изделия можно прокладывать вручную или в полуавтоматическом режиме. При этом система отслеживает связи элементов на схеме, что позволяет избежать их неправильного соединения.



Для жгутов можно автоматически сформировать раскладку. Жгут можно выгрузить из сборки в отдельный файл и сформировать для него отдельную документацию.



В системе используется механизм, который позволяет обновлять схему в сборке, таким образом пользователи будут всегда получать актуальную информацию.

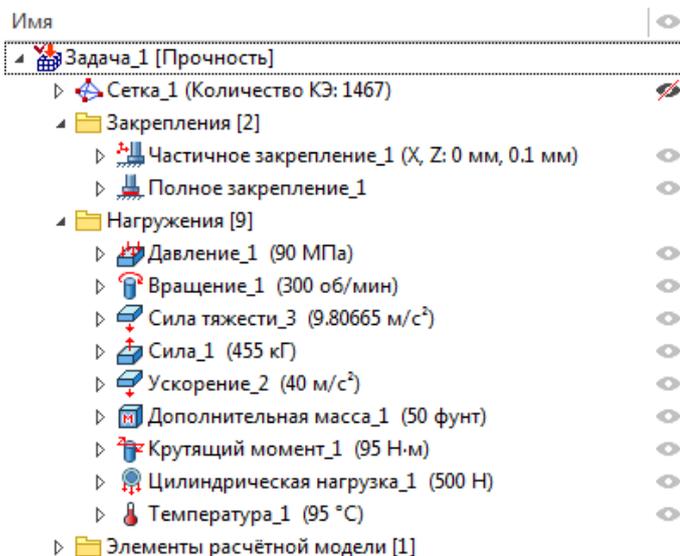
Модуль T-FLEX Электротехника является мощным инструментом для компоновки оборудования любой сложности, а при использовании его с другими продуктами позволяет подготовить полный комплект моделей, схем и отчётов для производства.

АНАЛИЗ

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС

Дерево задач

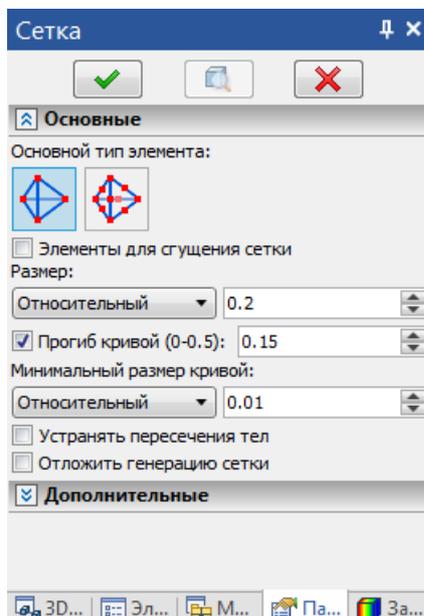
Для упрощения проверки корректности задания граничных условий в окне задач вместе с наименованием граничного условия визуализируются главные параметры каждого граничного условия. Это позволяет одним взглядом оценить используемые в задаче граничные условия и, не заходя в команду граничного условия, проверить его количественное значение.



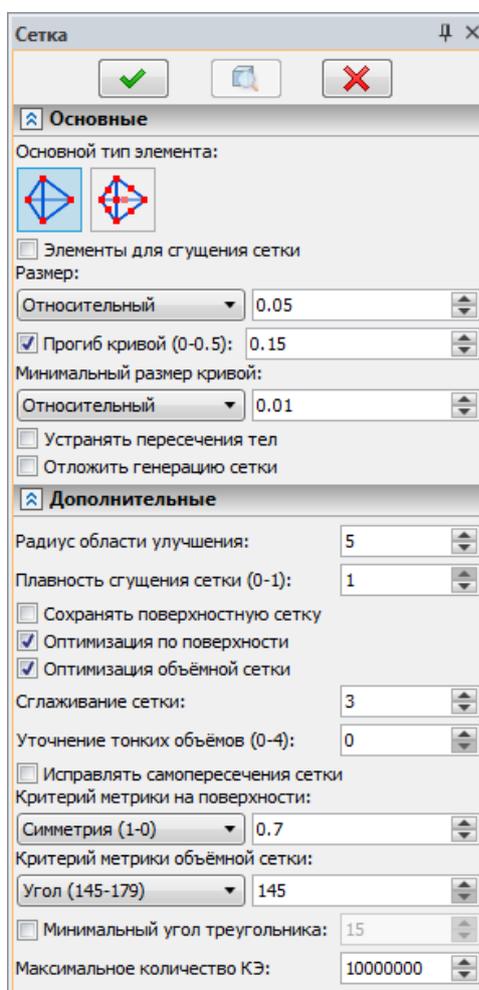
Визуализация основных параметров граничных условий в дереве задач

Диалог генерации сетки

Доработан диалог команды создания конечно-элементной сетки. Диалог стал более компактным и понятным пользователю. Редко используемые опции настройки сеточного генератора перенесены во вкладку «**Дополнительно**», а часто используемые опции вынесены на передний план.



Обновлённый диалог создания сетки, вид по умолчанию

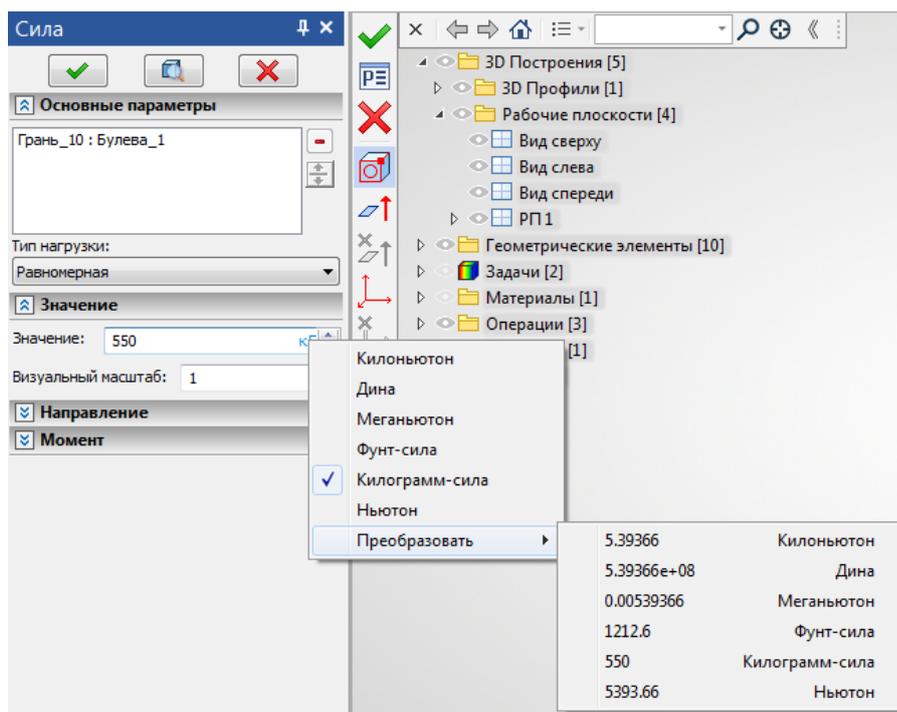


Диалог сетки со всеми настройками

Единицы измерения

В граничных условиях во всех полях ввода числовых значений появился новый удобный инструмент задания единиц измерения вводимой физической величины. При клике на буквенном обозначении текущей размерности (справа от числа), появляется выпадающее меню, позволяющее выбрать

другую размерность, либо осуществить пересчёт числового значения в поле ввода в другую размерность.



Новый удобный инструмент управления размерностями вводимых величин

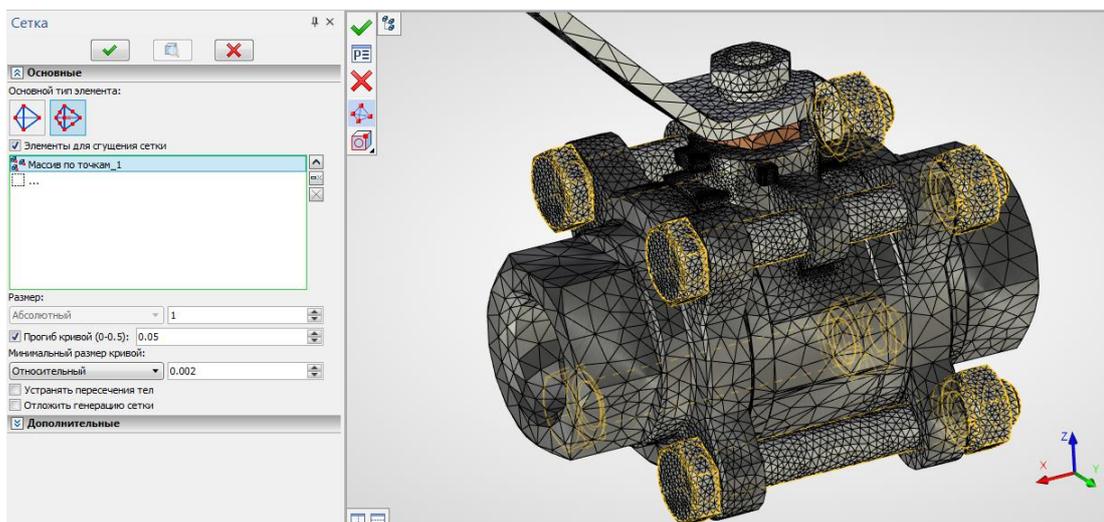
Установленная размерность сохраняется вместе со значением. Преобразование в базовую единицу измерения для выполнения расчёта выполняется автоматически.

ПОДГОТОВКА СЕТОЧНОЙ МОДЕЛИ

Сгущение сеток на телах

Генератор сеток T-FLEX Анализ позволяет пользователю управлять построением расчётной сетки, сгущая её в нужных местах модели, где ожидается концентрация напряжений или перепад температур. Пользователь может выбрать элементы геометрии 3D модели, около которых нужно создать более мелкое разбиение.

Дополнительно к уже имеющимся инструментам сгущения сеток в окрестности выбранной грани, ребра, вершины, в версии 16 добавлена возможность выбирать отдельные тела и задавать для них размер конечных элементов, отличающийся от общего для всей остальной модели. Это позволяет сэкономить ресурсы, создавая более крупную сетку на менее важных с точки зрения анализа элементах модели и делая сетку меньше на наиболее интересных для изучения элементах.



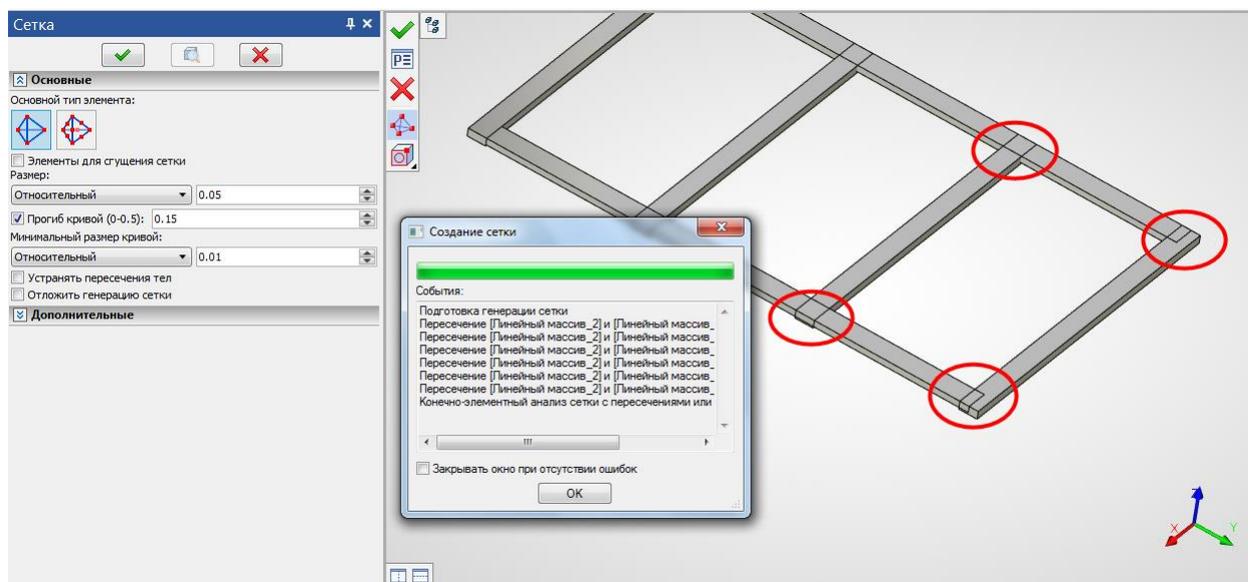
Использование опции сгущения сетки на телах

Устранение пересечений между телами

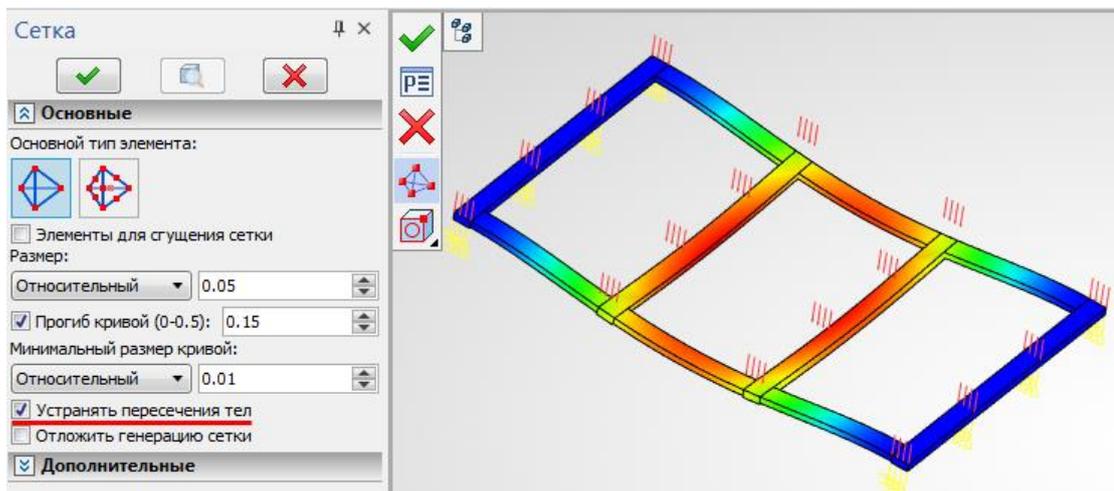
В трёхмерных моделях реальных конструкций, подготовленных для целей оформления конструкторской документации и производства, между трёхмерными телами (детальями) довольно часто встречаются пересечения, зачастую незначительные, но препятствующие построению точной и однозначной математической модели. Система следит, чтобы в одной точке пространства было только одно тело и не допускает создание сетки, если это условие не выполняется.

Устранение пересечений вручную может быть довольно трудоёмким процессом, т.к. требует корректировки геометрии пересекающихся деталей. В то же время во многих практических случаях эти пересечения могут быть незначительными (микроскопическими) или несущественными для основных целей моделирования.

В T-FLEX Анализ 16 появилась новая опция «Устранять пересечения тел», которая автоматически корректирует геометрию пересекающихся тел с помощью булевых операций «пересечение» и «вычитание» и делает возможным построение сетки для исправленной модели.



Трёхмерная модель с пересечениями между телами

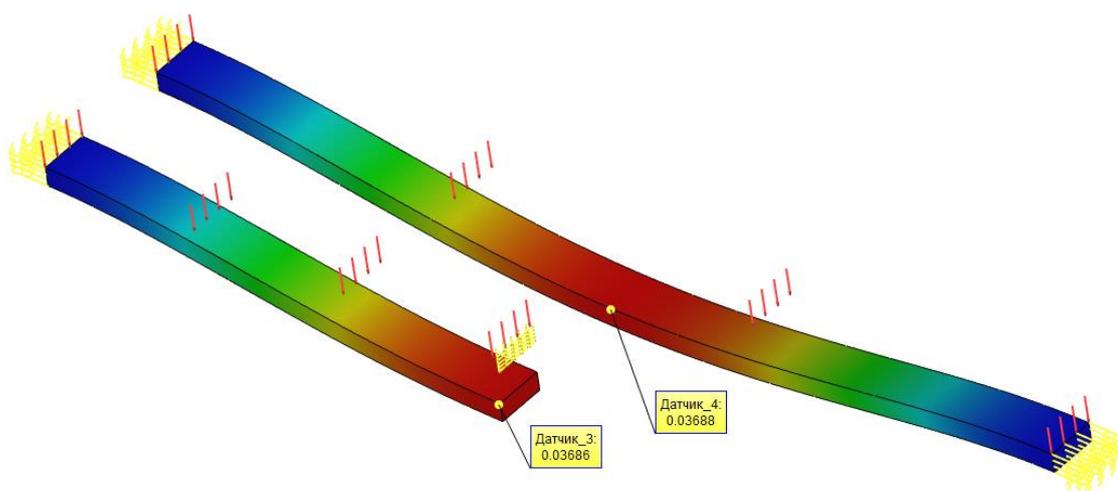


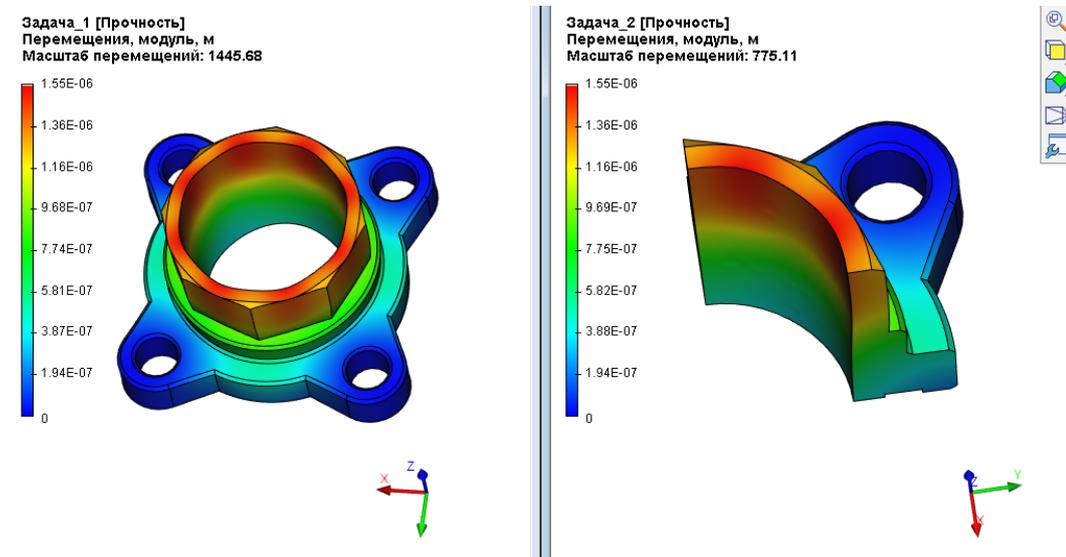
Использование опции автоматического устранения пересечений для исправления геометрических ошибок модели

Конечно, пользователь должен понимать, что в процессе автоматической коррекции геометрия исходных деталей для целей расчёта меняется, а это не всегда допустимо. В идеале, нужно стремиться к отсутствию пересечений в исходной модели.

Команда «Симметрия»

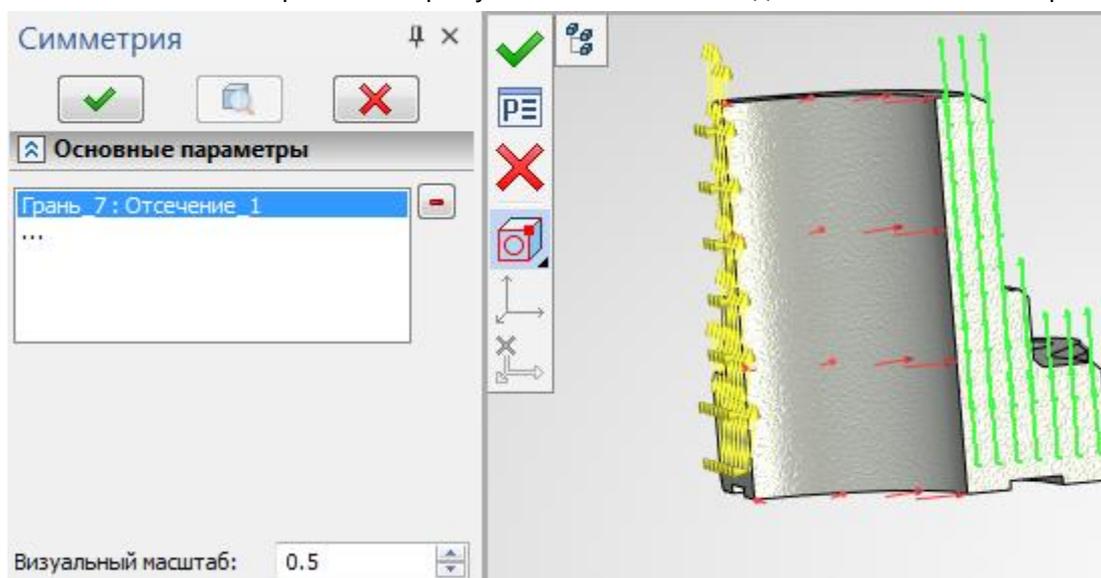
Во многих практических случаях механические конструкции имеют симметричную геометрическую форму и могут подвергаться симметричному нагружению. В этих случаях результат моделирования также будет симметричным, и появляется возможность значительно сократить размерность решаемой задачи за счёт расчёта лишь одной части симметричной конструкции. Для этого нужно правильно задать граничные условия (закрепления). В общем случае в механических задачах условие симметрии задаётся запретом перемещения в направлении перпендикулярном плоскости симметрии при отсутствии ограничений в плоскости симметрии. В тепловых задачах для задания симметрии достаточно не прикладывать никаких тепловых граничных условий в плоскости симметрии.





Примеры симметричных задач. Использование ГУ «Симметрия» позволяет уменьшить размерность задачи

Новая команда «Симметрия» позволяет упростить наложение условия симметрии на грани тел, лежащие в плоскости симметрии, и не требует от пользователя дополнительных построений.

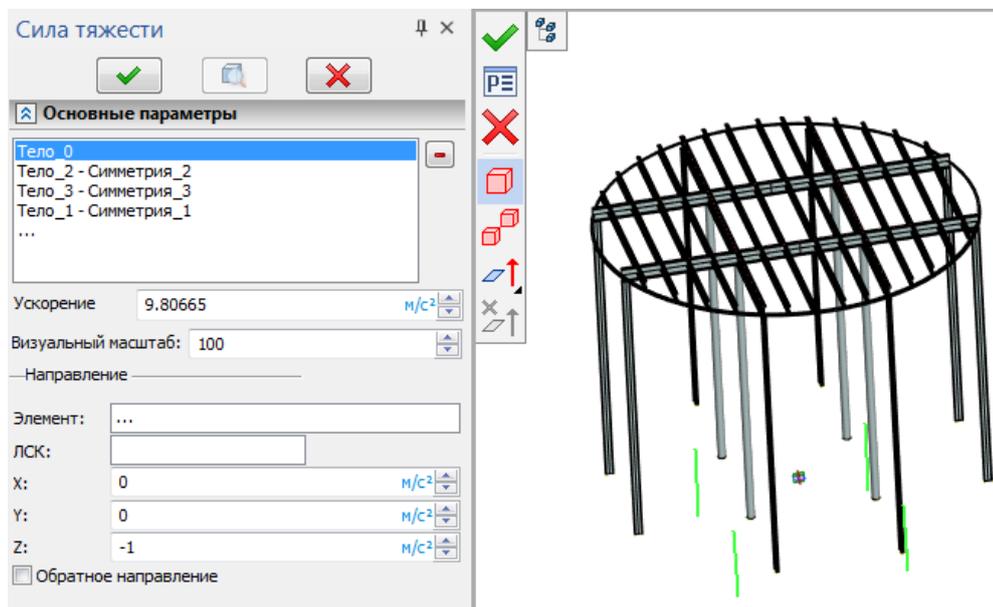


Команда задания граничного условия «Симметрия»

Новое граничное условие «Сила тяжести»

Для удобства пользователей опция «Сила тяжести» из команды «Ускорение» была вынесена в отдельную одноименную команду.

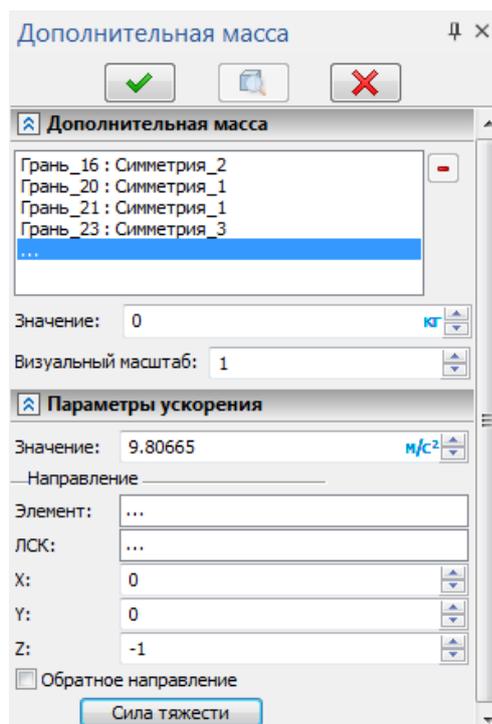
Команда задаёт равномерное воздействие ускорения свободного падения на все тела в задаче, моделируя нагрузку от собственного веса под действием силы тяжести. После вызова команда автоматически выберет все тела задачи, считая, что к ним приложено ускорение свободного падения ($9,8065 \text{ м/с}^2$). В случае необходимости можно отредактировать список. В задаче может быть задано только одно граничное условие «Сила тяжести».



Диалог нагрузки «Сила тяжести»

Команда «Дополнительная масса»

Команда «Дополнительная масса» была доработана добавлением в диалог параметров ускорения, применяемого к добавляемой в моделируемую систему массе. В предыдущих версиях T-FLEX Анализ для учёта в расчёте дополнительной массы нужно было задавать дополнительную команду «Ускорение».



Диалог обновлённой команды «Дополнительна масса»

ДИСТАНЦИОННЫЕ ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ

Появилась новая категория граничных условий для механических задач – дистанционные граничные условия, включающие Дистанционные: Перемещение, Силу, Момент и Массу.

Дистанционные граничные условия используются для учёта в расчёте воздействия объектов, не представленных непосредственно в конечно-элементной модели, так как это невозможно или нецелесообразно с вычислительной точки зрения. Классическими примерами подобных видов нагрузок могут быть, например, передача силового воздействия паруса на основание мачты (используются Дистанционная сила и Дистанционный момент) или прочностной анализ несущей конструкции автомобильной двигательной установки (используется Дистанционная масса).

В обоих случаях весьма затруднительно создать адекватную полную конечно-элементную модель мачты с парусным снаряжением или автомобильного двигателя с крайне сложным внутренним устройством. В тоже время можно достаточно достоверно оценить интегральные силовые и моментные воздействия ветровой нагрузки на основании или масс-инерционные параметры двигательной установки (масса двигателя, положение его центр масс, моменты инерции) и использовать их в конечно-элементном моделировании.

Дистанционное перемещение

При задании дистанционного перемещения пользователю предоставляется возможность задать перемещение/поворот некоторой точки с известными координатами, жёстко связанной с гранями/рёбрами КЭ модели, по направлениям/вокруг осей выбранной ЛСК.

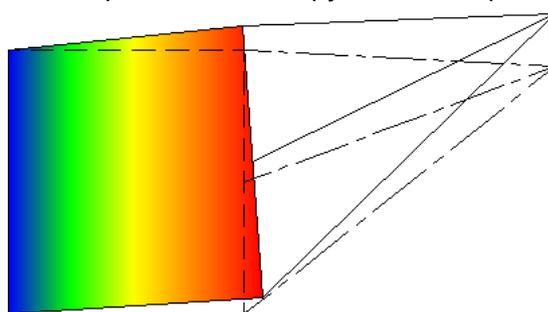


Схема граничного условия «Дистанционное перемещение»

Дистанционная точка связывается невидимыми жёсткими (неупругими) стержнями с выбранной гранью/ребром КЭ модели и перемещается / поворачивается в своей ЛСК, при этом перемещения точки передаются на грань/ребро жёсткими стержнями. Следует учесть, что и выбранная для приложения ограничения грань/ребро КЭ модели становится жёсткой.

Дистанционная сила

Дистанционная сила применяется для задания суммарной величины распределённой нагрузки, которая действует не непосредственно на грань, а передаётся из дистанционной точки посредством неупругих стержней, связывающих дистанционную точку с гранью с учётом возникающих при этом моментов.

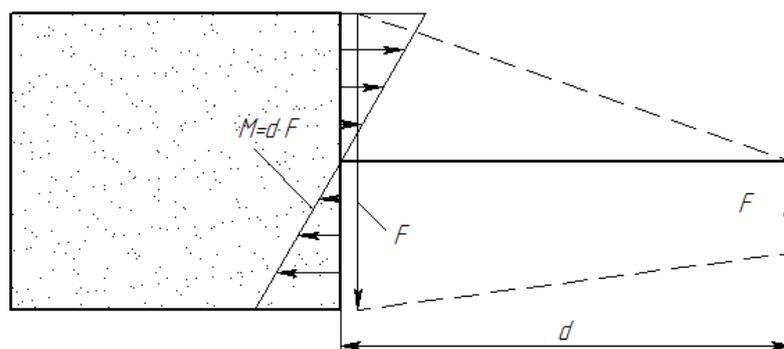
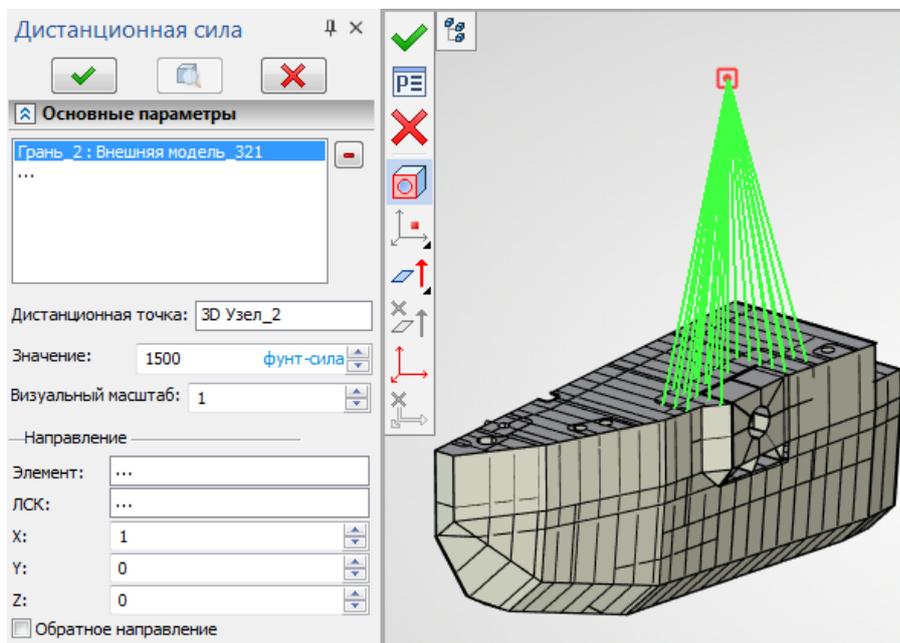


Схема граничных условий «Дистанционная сила» и «Дистанционный момент»



Команда задания дистанционной силы

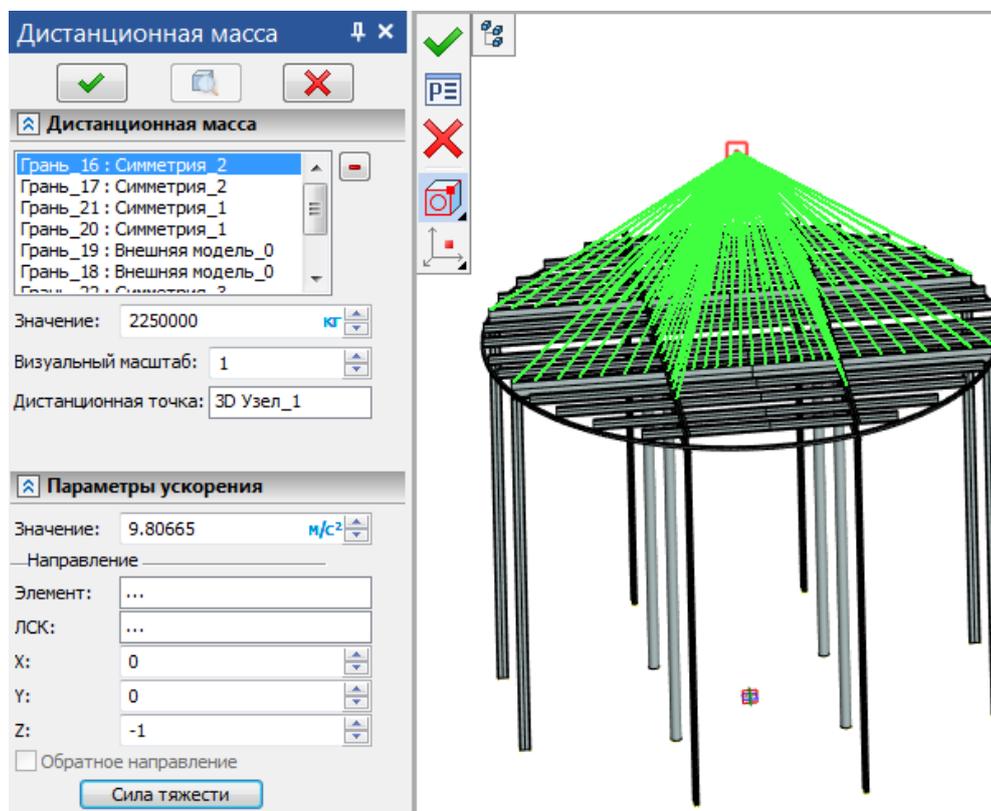
Дистанционный момент

Дистанционный момент применяется для задания суммарного момента, приведённого непосредственно к грани. Задание дистанционной точки не требуется, достаточно только величины и направления момента.

Дистанционная масса

Дистанционная масса представляет собой вид нагружения, применяющегося для задания дополнительной инерционной нагрузки от части конструкции, не включённой явно в задачу. В отличие от дополнительной массы нагрузка прикладывается к дистанционной точке, представляющей центр масс отброшенной части конструкции, а не просто равномерно распределяется по грани.

В статических задачах учитывается только масса, в динамических - ещё и моменты инерции. Дистанционная масса используется во всех типах задач.



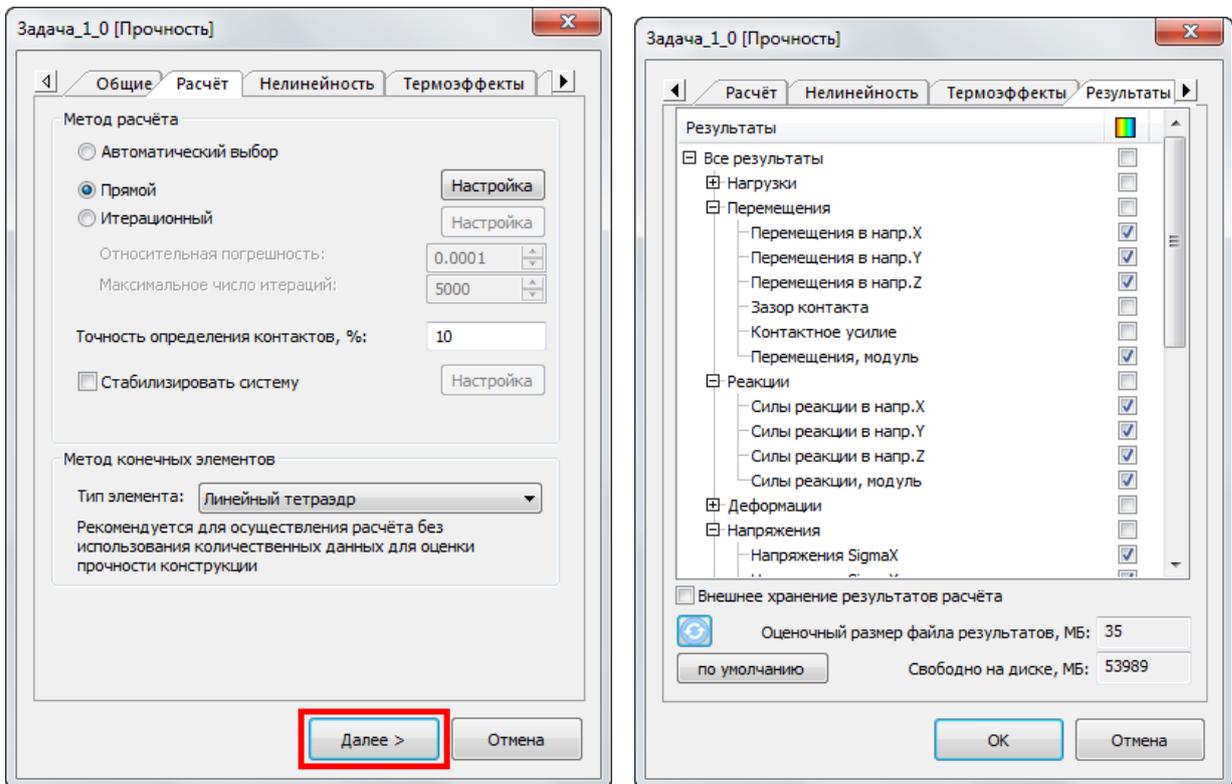
Команда задания дистанционной массы

Мастер расчёта. Выборочное сохранение результатов.

В T-FLEX Анализ 16 версии значительно доработан механизм хранения результатов расчёта. У пользователя появилась возможность управлять списком сохраняемых результатов. Такая возможность особенно полезна при решении динамических (многошаговых) задач, когда система сохраняет решения на каждом временном шаге. Этим шагов может быть сотни и тысячи.

Учитывая, что в прочностном расчёте пользователю доступны от 40 до 160 результатов, в то время, как для анализа статической или динамической прочности часто достаточно 3-4 типов результатов (например, перемещение, коэффициент запаса, эквивалентное напряжение), данная возможность позволяет гибко управлять расходом дисковой памяти и делает физически возможным решение особо длительных динамических задач.

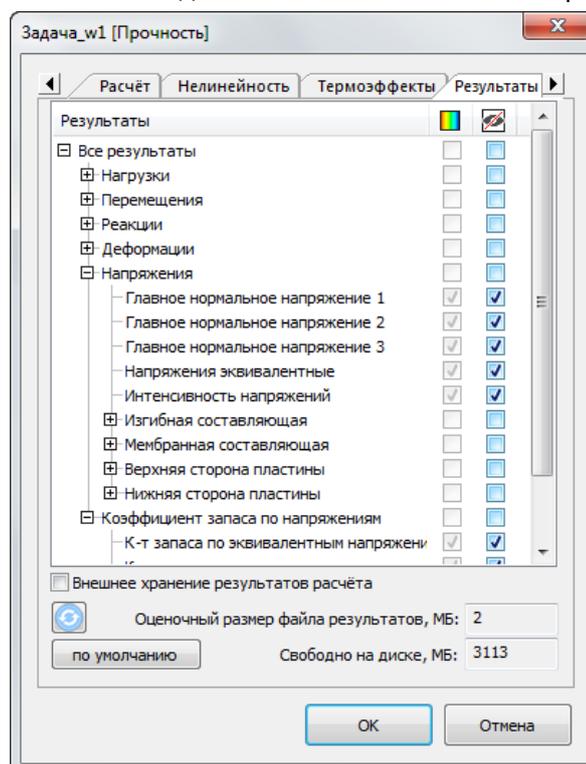
В связи с этими изменениями, работа диалога запуска на расчёт в новой версии системы несколько изменена. После настройки всех необходимых опций расчёта и нажатия кнопки **[Далее]**, появляется специальный диалог, позволяющий выбрать рассчитываемые и сохраняемые результаты.



Диалог настройки сохраняемых результатов (справа)

Улучшение конечного элемента пластины, дополнительные результаты в пластинчатых задачах.

Для пластинчатых и оболочечных задач реализован более современный и точный конечный элемент. Кроме того, значительно расширен список получаемых для пластин результатов. Общее количество доступных результатов в пластинчатых задачах достигает ~140. В частности, пользователь имеет возможность получить значения напряжений на «верхней» и «нижней» сторонах пластины/оболочки, а также отдельно «изгибные» и «мембранные» составляющие.

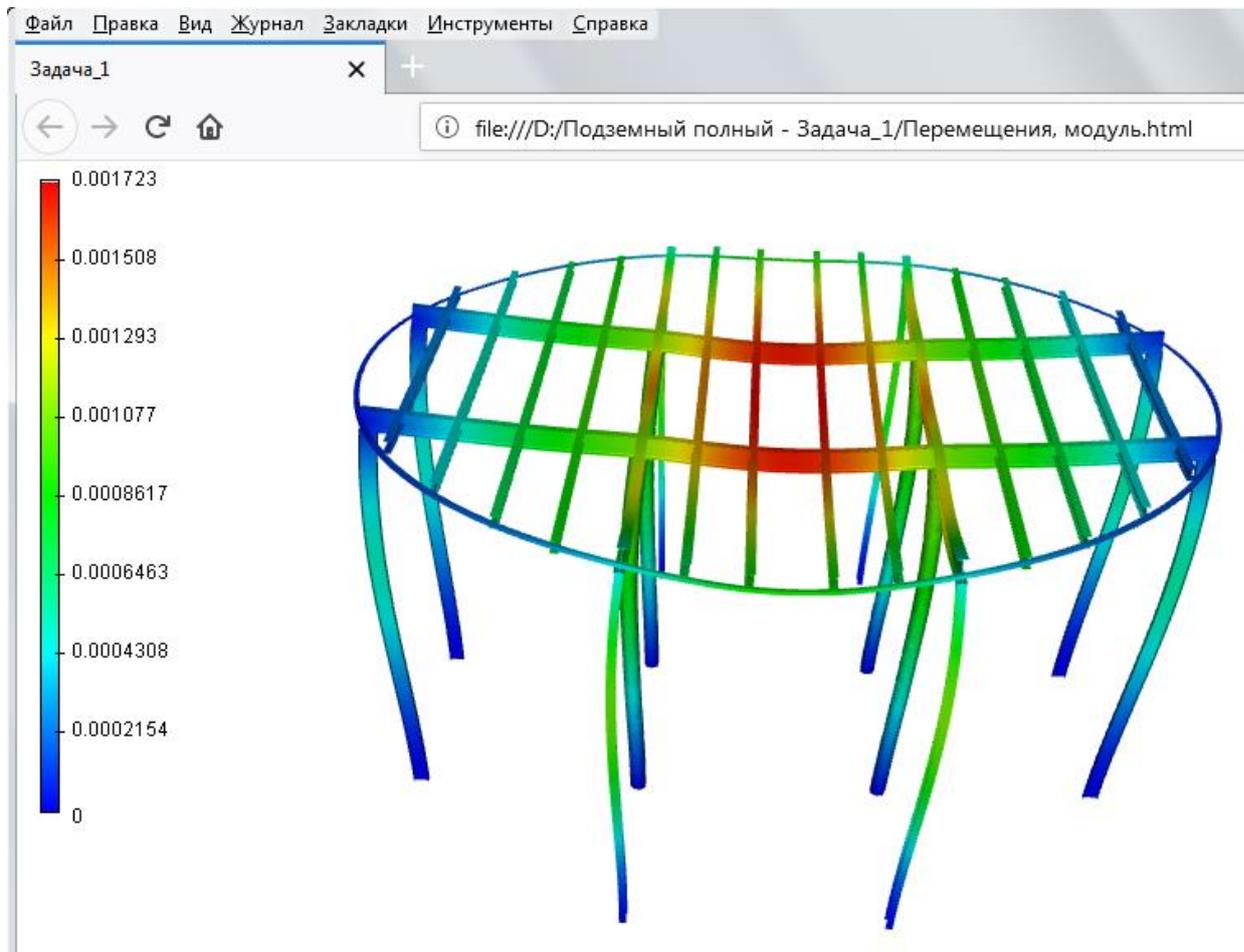


Расширенный список результатов для пластинчатых задач, доступно до 137 результатов

ОТЧЁТЫ

Независимый визуализатор 3D модели результата

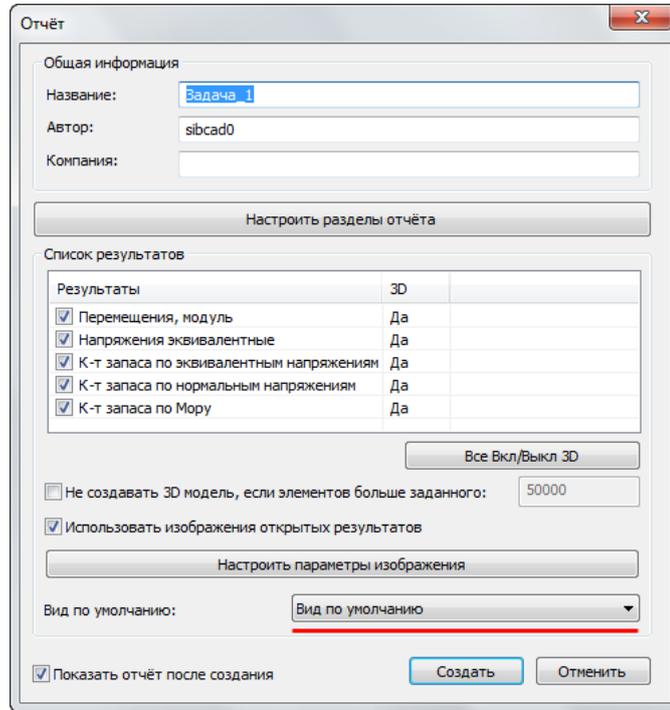
Реализован новый механизм визуализации сохранённой 3D модели результата. Для визуализации не требуется установка дополнительных плагинов. Механизм обеспечивает кроссплатформенность и надёжность программного решения.



Просмотр объёмной модели результата, сохраненного в отчёт

Виды по умолчанию

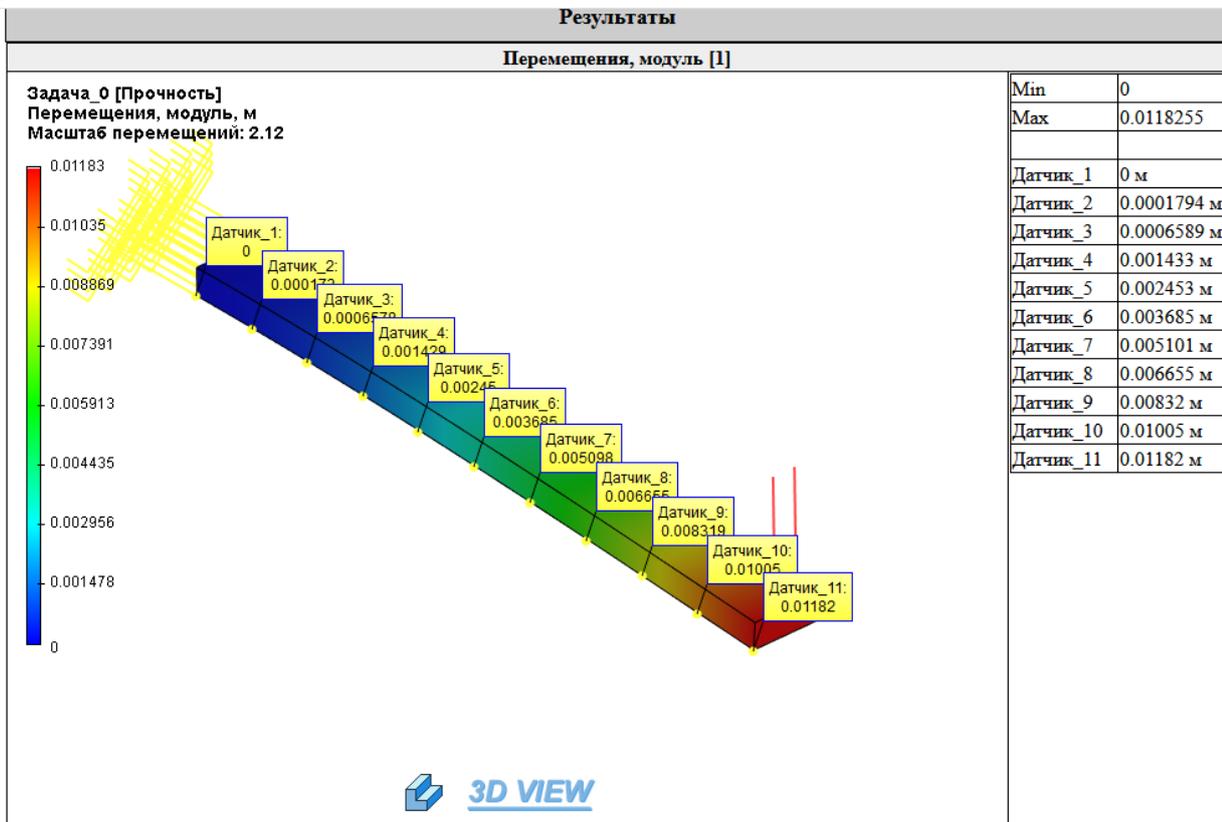
Появилась возможность выбрать вид по умолчанию для ориентации модели при печати результата в отчёт.



Обновлённый диалог генератора отчётов

Датчики в отчётах

При использовании датчиков в отчёты выводится таблица датчиков со значениями для каждого результата.



ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ

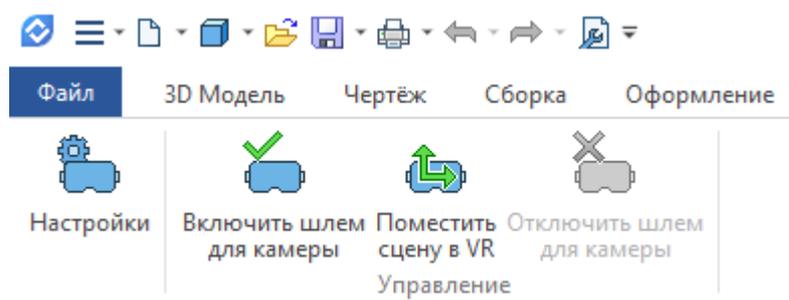
Для пользователей, желающих использовать технологии виртуальной реальности в своей работе, мы создали новое приложение T-FLEX VR. Приложение позволяет изучить модель в виртуальном пространстве и взаимодействовать с ней, как будто это уже изготовленное изделие.



Для работы приложения требуются шлем виртуальной реальности и контроллеры. Приложение работает со шлемами HTC Vive, Oculus Rift и другими устройствами, поддерживающими работу через программный интерфейс OpenVR.

T-FLEX VR лицензируется как отдельный продукт.

При запуске модуля в Ленте появляется дополнительная закладка, содержащая команды, необходимые для работы со шлемом виртуальной реальности



Кроме этого, команды по управлению шлемом доступны для объектов «Камера», созданных пользователем в 3D модели.

Контроллеры позволяют перемещать объекты в сцене и вызывать команды, а 3D шлем даёт пользователю увидеть модель в натуральную величину. Синхронное обновление позволяет пользователю видеть результаты его действий в реальном времени.

Модели T-FLEX CAD не требуют никакой специальной подготовки для отображения в VR.

Модуль встроен в T-FLEX CAD, поэтому для отображения открытой модели в VR нужно лишь создать камеру и запустить режим виртуальной реальности.

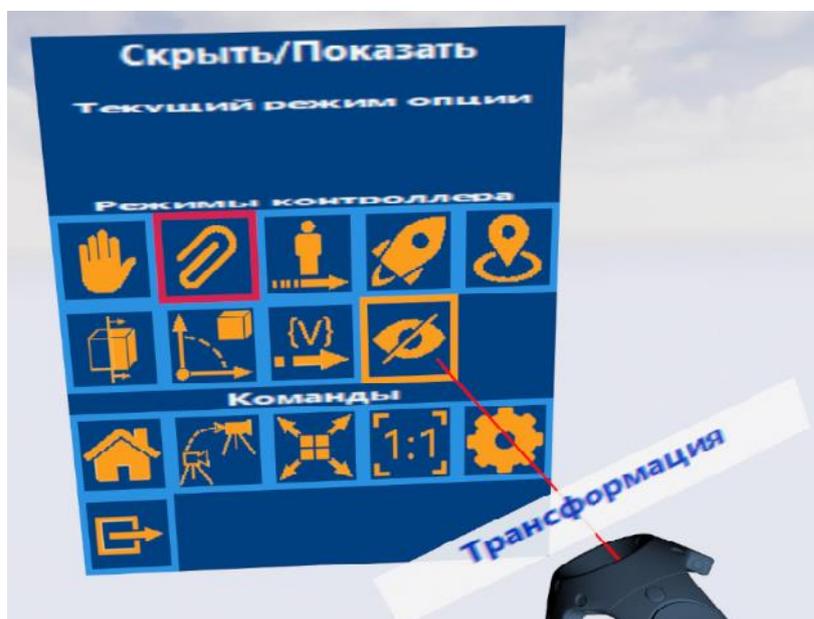


Пользователь может настроить работу в виртуальной реальности удобным для себя образом благодаря широкому набору настроек. Их можно сохранить в отдельный файл. Например, можно включить вращение вокруг вертикальной оси или дать возможность перемещать камеру только в горизонтальной плоскости, выбрав соответствующие опции. В сцене можно задать удобные источники освещения и задать отображение пола.

Контроллеры в руках пользователя также отображаются в сцене. Над контроллерами находится строка с подсказкой о том, какая команда сейчас активна.

Настройка каждого контроллера происходит отдельно. Можно отключить ненужные команды для контроллера.

Для выбора активной команды используется специальное экранное меню.



В списке доступны специализированные команды T-FLEX CAD и стандартные команды по работе с контроллерами.

Команды по навигации в сцене:



Телепортация. Перемещает пользователя в выбранную точку пространства. Этот режим навигации наиболее удобен при работе с архитектурными моделями, когда пользователь хочет «ходить» внутри виртуальных объектов.



Переместиться к объекту. В этом режиме пользователь указывает на ту часть 3D-модели, которую он хочет увидеть ближе, и «телепортируется» так, чтобы максимально комфортно рассмотреть выбранный участок. Этот режим может быть полезен при необходимости визуальной оценки промышленных 3D-моделей с большим количеством мелких деталей, находящихся на некотором удалении друг от друга.



Полёт. В этом режиме пользователь указывает точку на 3D-модели, а затем движется с некоторой скоростью к этой точке.



Установка масштаба изображения 1:1. Опция полезна, когда масштаб 3D-модели должен соответствовать масштабу реального изделия.



Выбор камеры. В 3D-сцене может находиться сразу несколько камер. Опция позволяет быстро переключаться между ними. Это бывает очень удобно в те моменты, когда необходимо быстро переключаться между заранее известными точками обзора.

Команды для работы с моделью:

С помощью манипуляторов пользователь может вращать сцену и менять её масштаб.



Взять. Команда позволяет выбрать объект в сцене. Этот объект можно вращать и масштабировать с помощью второго контроллера. В качестве объекта может выступить любая деталь модели.



Сечение. В сцене появляется секущая плоскость, которую можно двигать динамически или установить в нужном положении. Можно задать несколько плоскостей сразу.



Разборка. Команда позволяет запустить выбранный сценарий разборки и наблюдать за ней с любого удобного ракурса. Это позволяет использовать приложение для обучения обслуживающего персонала, что актуально для тех случаев, когда оборудование является дорогим, опасным, либо существует только в виде виртуального прототипа.

Приложение T-FLEX VR включает команды, которые недоступны в других САПР с поддержкой виртуальной реальности.



Сопряжения. Если в модели созданы сопряжения, то пользователь может перемещать элементы модели в соответствии с заданными сопряжениями. Сопряжения действуют так же как в T-FLEX CAD, т.е. если детали связаны между собой, то при задействовании одной детали механизма, в движения приходят все остальные. Это позволит, например, смоделировать работу зубчатых передач в станке.



Манипуляторы. При наличии в сцене манипуляторов, связанных с переменными модели, эти манипуляторы можно задействовать в виртуальном пространстве и тем самым менять конфигурацию модели прямо на глазах.

Уже сейчас T-FLEX VR может использоваться на всех этапах подготовки изделия: планирования, проектирования, согласования и приёмки, послепродажного обслуживания и обучения. Также можно использовать приложение для презентации готовой или готовящейся к выпуску продукции. При этом T-FLEX VR даёт пользователям возможность не только проводить визуальный анализ изделия, проверять его эргономичность, оценивать дизайн, но и вести реальное проектирование в виртуальном пространстве. Кроме того, теперь у пользователей T-FLEX CAD есть возможность использовать виртуальную реальность как среду для обучения обслуживающего персонала.

Для связи с головным офисом компании «Топ Системы»
или любым нашим региональным партнёром воспользуйтесь
единой формой обратной связи

tflex.ru/mail

Связаться с нами



www.tflex.ru
www.tflexcad.ru

+ 7 (499) 973-20-34
+ 7 (499) 973-20-35

tflex@topsystems.ru

