

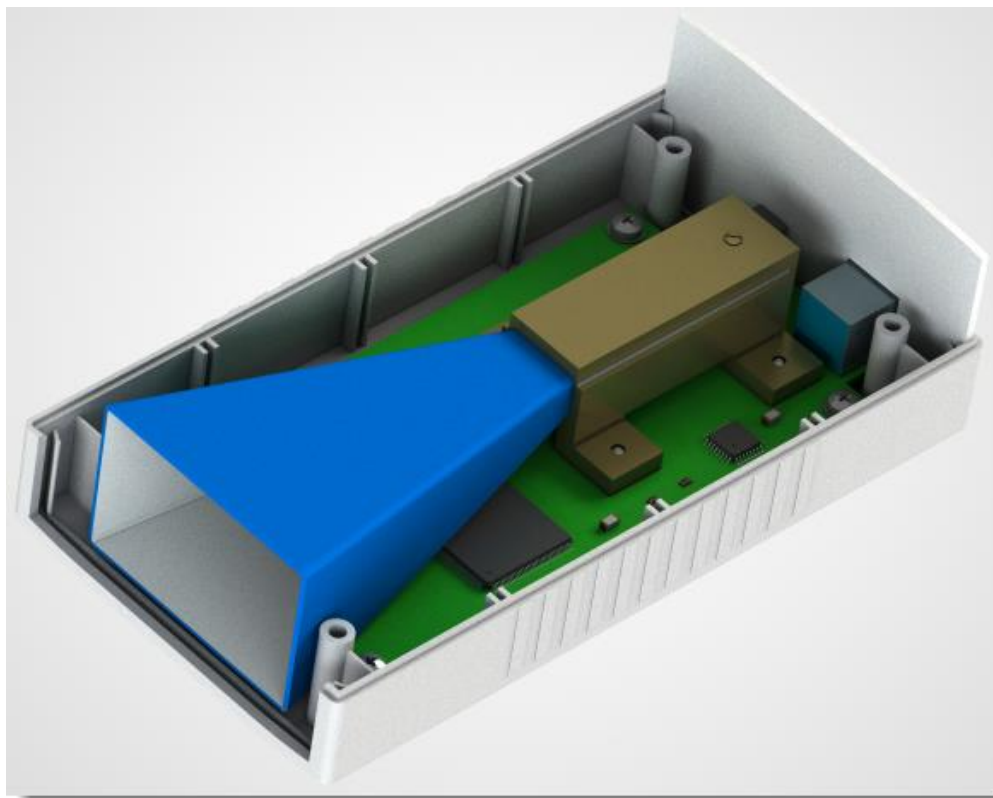
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»

Кафедра: «Компьютерные технологии в проектировании и производстве»

СИСТЕМА T-FLEX CAD

СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ И СБОРОК

*Методические указания к лабораторным работам по курсу
«Параметрическое 3D моделирование конструкций РЭС»
для студентов вузов направления 11.03.03 - «Конструирование
и технология электронных средств» всех форм обучения*



Нижний Новгород 2017

Составитель **В.В. Петров**

УДК 681.3

Система T-flex CAD. Создание трехмерных моделей деталей и сборок. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Параметрическое 3D моделирование конструкций РЭС» для студентов вузов направления 11.03.03 - «Конструирование и технология электронных средств» всех форм обучения. [Электронный ресурс]/ НГТУ им. Р.Е. Алексеева, каф. КТПП; Сост. В.В. Петров. - Нижний Новгород, 2017. — 156 с.: ил.

Данный цикл лабораторных работ посвящен освоению работы с параметрическими моделями деталей и сборочных единиц в системе T-Flex CAD 3D. Студенты получают навыки по созданию трехмерных моделей, параметризации, работе с базами данных. На основе разработанных моделей создается комплект конструкторской документации: чертежи деталей, сборочные чертежи, спецификации. При этом студенты получают сведения о правилах оформления этих документов в соответствии с требованиями ЕСКД. Цикл работ рассчитан на 32 академических часа лабораторных занятий.

Компьютерный набор и верстка – Петров В.В.

© НГТУ, 2017

© Петров В.В., 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
Термины и обозначения.....	8
Термины.....	8
Обозначения.....	8
Общие сведения об интерфейсе системы	10
Элементы интерфейса.....	10
Работа с объектами модели	12
1 Лабораторная работа №1. Создание 3D моделей деталей детектора поля	16
1.1 Ведение в цикл лабораторных работ.....	16
1.2 Цель работы.....	17
1.3 Задание.....	17
1.4 Решение типовой задачи	18
1.4.1 Начало работы.....	18
1.4.2 Диод.....	18
1.4.3 Держатель диода	21
1.4.4 Контакт.....	25
1.4.5 Шайба диэлектрическая	27
1.4.6 Клин.....	30
1.4.7 Корпус	36
1.4.8 Рупор	41
1.5 Контрольные вопросы к лабораторной работе №1.....	45
2 Лабораторная работа №2. Оформление чертежей деталей.....	46
2.1 Общие сведения о создании чертежей в системе T-Flex.....	46
2.2 Цель работы.....	52
2.3 Задание.....	53
2.4 Решение типовой задачи	53
2.4.1 Начало работы.....	53
2.4.2 Держатель диода	53
2.4.3 Контакт.....	55

2.4.4	Шайба.....	56
2.4.5	Клин	57
2.4.6	Корпус.....	58
2.4.7	Рупор.....	58
2.5	Контрольные вопросы к лабораторной работе №2	62
3	Лабораторная работа №3. Разработка сборочной 3D модели детектора поля и сборочного чертежа	63
3.1	Общие сведения о создании сборочных 3D моделей в системе T-Flex	63
3.1.1	Создание 3D сборочных моделей	63
3.1.2	Сборочные чертежи.....	65
3.2	Цель работы	65
3.3	Задание	66
3.4	Решение типовой задачи	66
3.4.1	Держатель диода в сборе	66
3.4.2	Детектор поля.....	69
3.4.2.1	Сборочная 3D модель.....	69
3.4.2.2	Сборочный чертеж и спецификация.....	71
3.4.3	Проверка собираемости изделия	73
3.5	Контрольные вопросы к лабораторной работе №3	75
4	Лабораторная работа №4. Создание параметрической модели ЧИП элемента	76
4.1	Цель работы	76
4.2	Задание	76
4.3	Решение типовой задачи	77
4.3.1	Начало работы.....	77
4.3.2	Трехмерная модель.....	78
4.3.3	База данных и переменные	85
4.3.4	Создание проекции.....	89
4.3.5	Диалоговое окно для управления моделью	91
4.3.6	Подготовка данных для спецификации	93
4.3.7	Создание библиотеки	95

4.4	Контрольные вопросы к лабораторной работе №4.....	97
5	Лабораторная работа №5. Разработка 3D модели печатного узла.....	98
5.1	Цель работы.....	98
5.2	Задание.....	98
5.3	Решение типовой задачи.....	99
5.3.1	Печатная плата	99
5.3.2	Светодиодный индикатор	100
5.3.3	Сборочная модель печатного узла	102
5.3.4	Сборочный чертеж и спецификация.....	109
5.4	Контрольные вопросы к лабораторной работе №5.....	109
6	Лабораторная работа №6. Разработка 3D модели прибора	110
6.1	Цель работы.....	110
6.2	Задание.....	110
6.3	Решение типовой задачи.....	111
6.3.1	Сборка нижней части корпуса с печатным узлом.....	111
6.3.2	Доработка стенки корпуса	112
6.3.3	Окончательная сборка прибора.....	114
6.3.4	Сборочный чертеж и спецификация.....	114
6.4	Контрольные вопросы к лабораторной работе №6.....	116
	Список рекомендуемой литературы.....	117
	Приложение А (обязательное) ИРИТ 715513.001 Держатель диода	119
	Приложение Б (обязательное) ИРИТ 715513.002 Контакт	121
	Приложение В (обязательное) ИРИТ 758491.001 Шайба диэлектрическая	123
	Приложение Г (обязательное) ИРИТ 757819.002 Клин	125
	Приложение Д (обязательное) ИРИТ 756819.001 Корпус	127
	Приложение Е (обязательное) ИРИТ 757841.001 Рупор.....	129
	Приложение Ж (обязательное) ИРИТ 418219.001 СБ. Держатель диода в сборе. Сборочный чертеж.....	131
	Приложение И (обязательное) ИРИТ 418219.001 Держатель диода в сборе. Спецификация	133

Приложение К (обязательное) ИРИТ 411519.001 СБ. Детектор поля. Сборочный чертеж	135
Приложение Л (обязательное) ИРИТ 411519.001 Детектор поля. Спецификация	137
Приложение М (обязательное) ИРИТ 758723.001 Плата печатная	139
Приложение Н (обязательное) ИРИТ 418240.001 СБ. Узел печатный. Сборочный чертеж	141
Приложение П (обязательное) ИРИТ 418240.001 Узел печатный. Спецификация	143
Приложение Р (обязательное) ИРИТ 752612.001 Стенка.....	146
Приложение С (обязательное) ИРИТ 411151.001 СБ. Измеритель напряженности поля. Сборочный чертеж	148
Приложение Т (обязательное) ИРИТ 411151.001 Измеритель напряженности поля. Спецификация.....	150
Приложение У (справочное) Типоразмеры резистивных и емкостных ЧИП элементов	152
Приложение Ф (справочное) Маркировка ЧИП резисторов	153
Приложение Х (справочное) Корпуса серии G4xx.....	154
Приложение Ш (справочное) Сечения прямоугольных волноводов	155
Приложение Щ (справочное) Светодиодные индикаторы L-130WCP/2EGW	156

ВВЕДЕНИЕ

Система T-Flex CAD 3D предназначена для создания параметрических двухмерных и трехмерных моделей деталей и сборочных единиц, а также для оформления всех видов конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД.

Данные методические указания ориентированы на последнюю версию системы (версия 15). Бесплатную студенческую версию можно загрузить по ссылке, указанной в [1].

В пособии использование системы демонстрируется на ряде достаточно простых примеров. При этом используются только необходимые для решения поставленных задач команды меню, опции и настройки. Основная часть настроек оставлена «по умолчанию».

Решение поставленной задачи описано в виде пошаговой инструкции с указанием всех действий, необходимых для получения результата. При первом использовании какой-либо команды требуемые действия разбираются подробно. В дальнейшем использование данной команды будет описываться в общем виде. Поэтому рекомендуется последовательное освоение материала с закреплением его практической работой в системе.



Как и в любой Windows-программе, в T-Flex определенный результат может быть достигнут разными путями (команда главного меню, контекстные меню элементов, клавиатурное сокращение и т.п.).

В пособии для каждого из используемых действий будет использоваться только один из вариантов без раскрытия других путей решения поставленной задачи.

При изложении материала предполагается, что студенты имеют общие навыки работы с компьютером в операционной системе Windows.



Перед выполнением лабораторных работ из данного сборника, необходимо ознакомиться с теоретическим материалом [2-6].

В подразделах «Цель работы» для каждого из занятий указаны вопросы, требующие изучения.

Дополнительно можно просмотреть видео уроки по работе с системой [7].

ТЕРМИНЫ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

ТЕРМИНЫ

- Нажатие кнопки мыши** – нажать кнопку мыши и не отпускать до дальнейших указаний.
- Щелчок кнопки мыши** – нажать и отпустить кнопку мыши.
- Двойной щелчок мыши** – серия щелчков, с очень малым интервалом времени между ними (порядка 0,1–0,2 сек).
- Указать элемент** – подвести указатель мыши к элементу.
- Выбрать элемент** – щелчок кнопкой мыши на элементе.
- Перетаскивание мышью** – перемещение указателя мыши при нажатой левой кнопке с целью изменения положения или размеров объектов либо задания границ текстовых блоков или области выделения.



Там, где это специально не оговорено, подразумевается левая кнопка мыши.

Вызов контекстного меню - щелчок правой кнопкой мыши вызывает появление плавающего меню, состав которого зависит от объекта, на котором располагался указатель мыши в момент щелчка.

ОБОЗНАЧЕНИЯ



или

– нажатие левой или правой кнопки мыши.



или

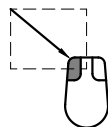
– щелчок левой или правой кнопкой мыши.



– двойной щелчок левой кнопкой мыши.



– вращение колесика мыши.



– перемещение мыши при нажатой левой кнопке (выбор области или перетаскивание объектов).

<Esc>

– нажатие клавиши на клавиатуре.

<Ctrl+S> – нажать <Ctrl> и, не отпуская ее, <S> (отпускать клавиши надо в обратном порядке).


<Ctrl>+  – щелчок левой кнопкой мыши при нажатой <Ctrl>.

[OK] – выбор кнопки в диалоговом меню.


ЛСК – локальная система координат.


ГМ:3D Модель/Специальные/Примитив ▼ Параллелепипед – вызов команды **Ленты** (главного меню):

- ✓ **3D модель** – закладка
- ✓ **Специальные** – раздел
- ✓ **Примитив** – команда
- ✓ **Параллелепипед** – пункт выпадающего списка (при наличии).

ПБД:  ▼ 3D Деталь – нажатие пиктограммы на **Панели Быстрого доступа**.





КМ: Удалить – выбор пункта контекстного меню указанного объекта.

Вид:  (Толщина линий) – нажатие пиктограммы на панели **Вид**. В скобках всплывающая подсказка к пиктограмме.

Автоменю:  (Выбрать контур) – выбор пиктограммы в **Автоменю**. В скобках всплывающая подсказка к опции.

\$Номинал – данные, вводимые пользователем с клавиатуры.

Выделенный цветом текст с пиктограммами содержит:

	<i>Дополнительную информацию.</i>
	<i>Предупреждения.</i>
	<i>Вопросы, задания для самостоятельной проработки.</i>
	<i>Материал, требующий проработки при подготовке к работе</i>

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНТЕРФЕЙСЕ СИСТЕМЫ

ЭЛЕМЕНТЫ ИНТЕРФЕЙСА

На рис. 0.1 представлено окно системы T-flex с указанием его основных элементов. На рисунке показаны не все окна системы. С некоторыми мы познакомимся в дальнейшем при необходимости их использования.

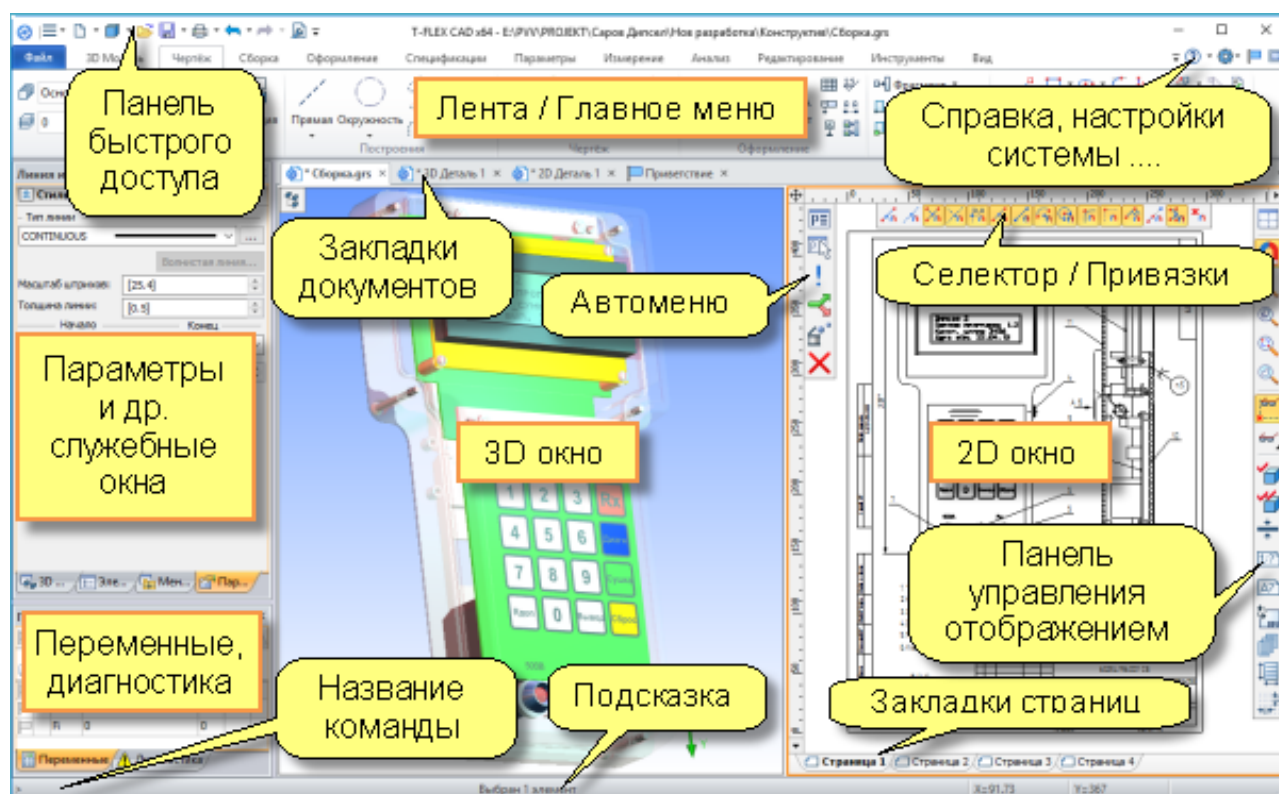


Рис. 0.1 – Интерфейс системы T_Flex CAD

Здесь мы рассмотрим элементы интерфейса, используемые практически при любых действиях. Остальные будут рассматриваться по мере необходимости.

Панель быстрого доступа, Лента и кнопки в правом верхнем углу окна программы служат для вызова основных команд системы.

Работа с моделью производится в **2D** и **3D окнах**. На экране могут присутствовать как оба окна одновременно, так и только одно из них. Если присутствуют оба окна, одно из них является активным и выделяется оранжевой рамкой. В активный режим окно переходит после щелчка мыши внутри него.

Программа может находиться в одном из двух режимов:

- режим ожидания команды. В этом режиме можно выбирать элементы для редактирования, производить настройки и выполнять другие действия с документом целиком;
- режим выполнения команды – это создание или редактирование элементов документа. В этом режиме в активном рабочем окне появляется **Автоменю**.

Автоменю - это панель опций текущей команды. Оно содержит все необходимое для выполнения выбранной команды. **Автоменю** может быть многоуровневым, т.е. выбор какой-то из опций вызывает смену набора кнопок. Вернуться на предыдущий уровень можно по кнопке <Esc>, или щелчком правой кнопки мыши.



*В большинстве случаев режимов, устанавливаемых по умолчанию, достаточно для выполнения команды. В ходе выполнения команды некоторые кнопки **Автоменю** могут нажиматься автоматически, следуя стандартной логике команды.*

*Поэтому ничего не нажимайте в **Автоменю**, если это не оговорено в методических указаниях.*

Панель управления отображением (Вид) служит для управления отображением в рабочем окне. В ходе выполнения лабораторных работ Вы познакомитесь с функциями отдельных кнопок этой панели.

Панель **Селектор/Привязки** (рис. 0.2) предназначена для ограничения выбора тех или иных типов элементов. Это полезно тогда, когда из-за сложности модели не удастся выбрать требуемый элемент. В большинстве режимов работы на панель выводятся кнопки **Селектора** (рис. 0.2, а). При черчении на плоскости они заменяются кнопками объектных привязок (рис. 0.2, б).



а)



б)

Рис. 0.2 – Панели **Селектора** (а) и **Привязок** (б)

На рис. 0.2, а цифрами обозначены основные кнопки селектора:

- 1) Тонкая настройка Селектора. Управление выбором всех типов элементов.
- 2) Выбирать все.
- 3) Не выбирать ничего.
- 4) Включение/выключение выбора часто используемых типов элементов.



*Двойной щелчок по одной из кнопок **Селектора**, расположенных в области 4, установит выбор данного типа элементов и сбросит все остальные.*

Про объектные привязки, при необходимости, будет сказано в описании лабораторных работ. Следует только отметить, что в большинстве случаев должны быть включены все виды привязок.

Служебные окна в левой части окна программы:



- **Параметры** – активно в режиме создания или редактирования элементов модели. Служит для задания параметров. Содержание зависит от типа элемента;
- **3D Модель** – содержит древовидную структуру, отображающую объекты трехмерной модели и их взаимосвязи. Может использоваться для выбора объектов и выполнения некоторых действий над ними;
- **Меню документов** – отображает стандартные и пользовательские библиотеки;
- **Переменные** – окно оперативного доступа к переменным модели;
- **Диагностика** – содержит сообщения об ошибках при работе с моделью. Ошибки могут быть вызваны как некорректными действиями пользователя, так и ограничениями системы.

Следует отметить, что содержимое **Ленты**, **Автоменю**, **Панели управления отображением** и **Панели Селектора / Привязок** изменяется в зависимости от режима (2D или 3D) и выбранной команды.



Надо учитывать, что все элементы интерфейса настраиваемые. Поэтому Вы можете увидеть другую конфигурацию экрана программы.




При изложении материала в данном пособии предполагается, что настройка интерфейса соответствует состоянию после установка программы.

*Чтобы вернуться к такому состоянию, можно воспользоваться командой  /Сброс настроек. Также можно воспользоваться программой  - Сброс настроек T_Flex CAD, которую можно найти в меню **Пуск** системы Windows.*

РАБОТА С ОБЪЕКТАМИ МОДЕЛИ

В этом подразделе рассмотрены некоторые аспекты работы с программой, на которые следует обратить внимание.

Основной режим работы программы – параметрическое черчение. Чтобы в этом режиме все работало правильно, необходимо:

- 1) Чтобы был включен режим объектной привязки. Для этого кнопка **Вид:**  должна быть включена (иметь желтую подсветку).
- 2) При нанесении изображения верхняя кнопка **Автоменю** должна быть в состоянии **Связанного рисования** . Если она имеет вид  (**свободное рисование**), щелчком мыши переведите ее в режим связанного рисования.

Некоторые кнопки **Ленты**, панели **Вид** и **Автоменю** имеют списки возможных вариантов. Об их наличии свидетельствует наличие черного треугольника (рис. 0.3).

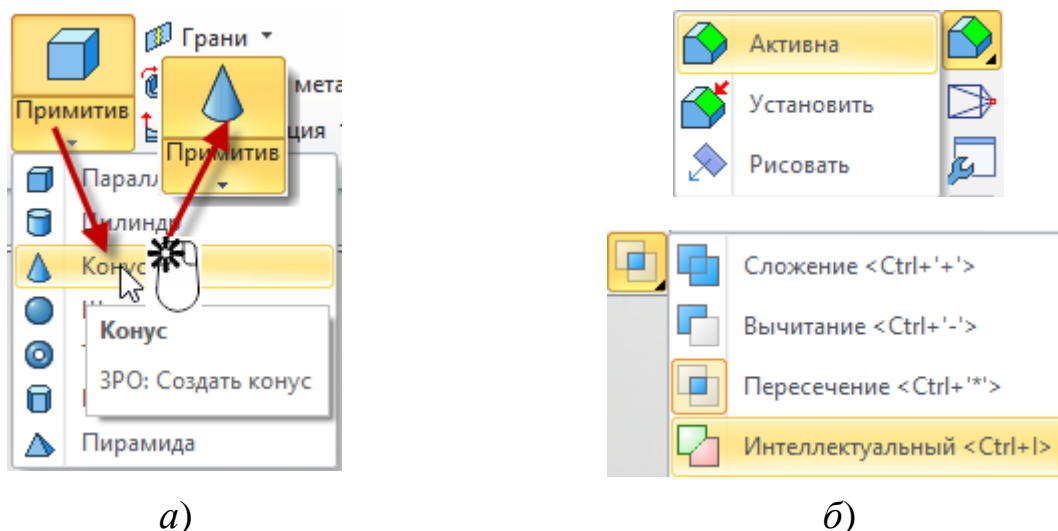




Рис. 0.3 – Элементы интерфейса со списками: *а* - команды **Ленты**; *б* - кнопки панелей **Вид** и **Автоменю**

В **Ленте** список открывается  в области треугольника.

В панели **Вид** список открывается  по самой кнопке.

В **Автоменю** надо задержать  на кнопке.

При выборе команды **Ленты** из списка, выбранная команда перепределяет у кнопки значение по умолчанию. При этом изменяется пиктограмма кнопки (см. рис. 0.3, *а*).

Списки в **Автоменю** служат для изменения настроек команды. Причем, сделанные настройки сохраняются и при последующих вызовах данной команды.






*Изменение функций кнопок **Ленты** сохраняется не только в текущем сеансе работы, но и при последующих запусках программы.*

*Это же относится и к некоторым настройкам, сделанным в **Автоменю**.*


*Поэтому, для исключения непредвиденного результата, проверяйте в **Автоменю** настройки используемых кнопок со списками.*


Выбор элементов для выполнения с ними дальнейших действий может производиться разными способами:

- **одиначный выбор** – . При этом запускается команда редактирования;
- **последовательный выбор** нескольких элементов – $\langle \text{Shift} \rangle +$ . Лишние выбранные элементы можно удалить из набора $\langle \text{Ctrl} \rangle +$ . Для выбранной группы в окне свойств можно одновременно изменять общие параметры;
- **выбор рамкой**, создаваемой перетаскиванием мыши. При рисовании рамки **слева направо** выбираются элементы, целиком попавшие в рамку (охватывающая рамка). При рисовании **справа налево** – выделяются как попавшие внутрь, так и пересеченные рамкой элементы (секущая рамка).



Правая кнопка мыши действует по-разному в режиме выбора элементов и в режиме выполнения команд.

В режиме выбора элементов  вызывает контекстное меню выбранного элемента.

При выполнении команды  приводит к возврату на шаг. То есть, при выполнении некоторой последовательности действий в команде, можно отменить последний из шагов и вернуться к предыдущему. После

отмены всех выполненных в команде шагов  приведет к выходу из команды.

В режиме ожидания команды  по элементу вызывает окно его свойств.

Кнопки   в панели быстрого доступа предназначены для отмены ошибочно выполненных действий или для возврата отмененных. По умолчанию система помнит 500 последних команд.



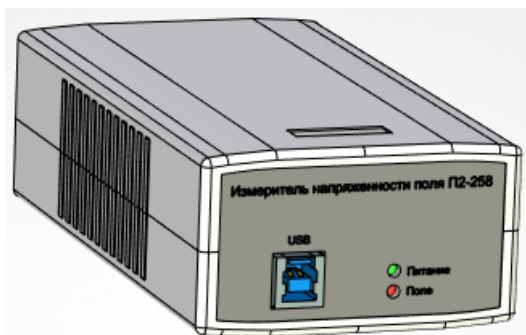
Однако не торопитесь пользоваться командой отмены. Часто, отредактировать уже созданное проще, чем выполнять отмену и делать все заново!

Обратите внимание и на то, что часть действий при отмене может визуально не отображаться. Например, Вы можете незаметно для себя отменить какие-то настройки.

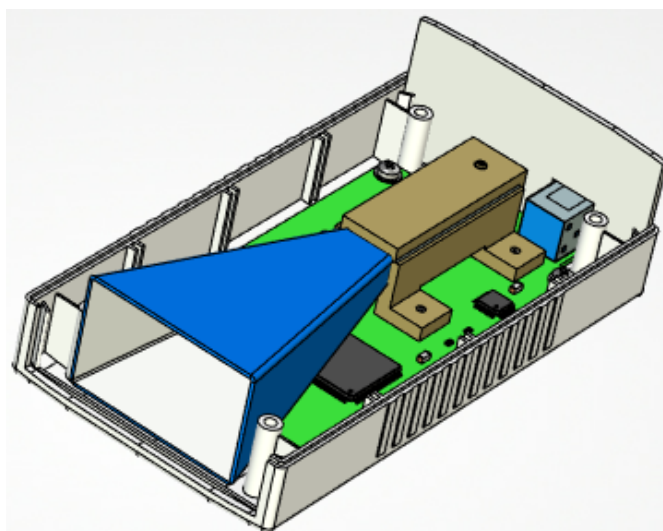
1 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. СОЗДАНИЕ 3D МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ ДЕТЕКТОРА ПОЛЯ

1.1 ВЕДЕНИЕ В ЦИКЛ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

В ходе выполнения цикла лабораторных работ будет создана 3D модель измерительного прибора, показанного на рис. 1.1. Прибор представляет приставку к ноутбуку, с которым связан по USB интерфейсу. Электромагнитная волна с помощью рупорной антенны направляется в отрезок волновода, в котором установлен детектор на СВЧ диоде (сечения волноводов приведены в Приложении III). Полученный с детектора сигнал поступает на печатный узел, где усиливается и проходит первичную обработку. Затем информация передается на персональный компьютер для дальнейшей обработки, индикации результатов и получения протоколов измерений.



а)



б)

Рис. 1.1 – Прибор для измерения напряженности электромагнитного поля:
а – внешний вид; б – внутреннее устройство

В ходе работ сначала будут разработаны 3D модели отдельных деталей прибора, затем созданы промежуточные сборочные единицы и сам прибор.

Часть используемых деталей уже имеет готовые 3D модели:

- детали корпуса;
- интегральные микросхемы в корпусах TQFP и LQFP
- разъем USB;
- стандартные крепежные изделия.

1.2 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Знакомство с интерфейсом системы T-Flex, создание трехмерных параметрических моделей деталей с использованием переменных.



Перед выполнением работы следует ознакомиться со следующими элементами системы:

- 1) Примитивы
- 2) 3D профиль
- 3) Операция выталкивания
- 4) Использование переменных
- 5) Операция Листовой металл

Работа рассчитана на выполнение в течение 8 академических часов.

1.3 ЗАДАНИЕ

Конструкция детектора поля, детали для которого будут разрабатываться в данной лабораторной работе, показана на рис. 1.2.

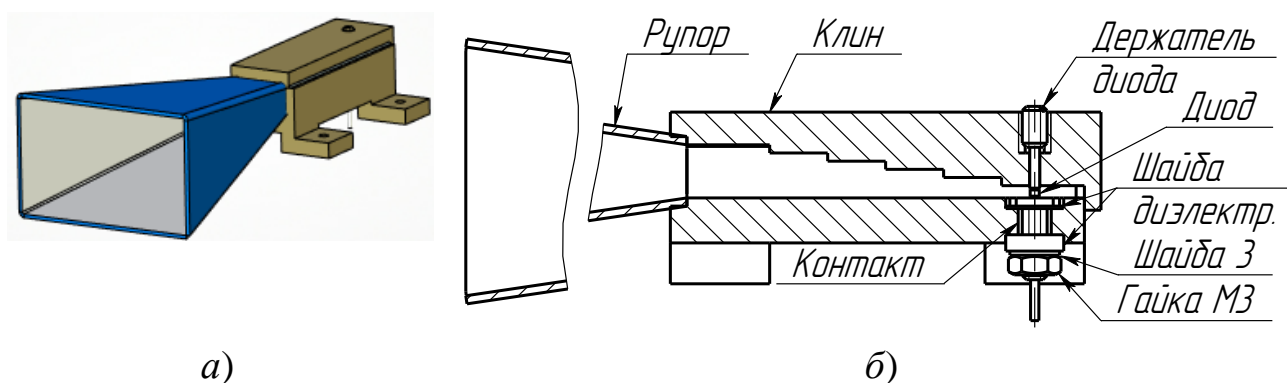


Рис. 1.2 – Детектор поля: а – внешний вид; б - состав



Основными задачами, решаемыми в ходе работы, являются:

- создание трехмерных моделей деталей с использованием различных операций;
- создание управляющих переменных для элементов, размеры которых, возможно, потребуется изменить при создании сборочной модели.


При выполнении работы следует придерживаться изложенной ниже методики решения типовой задачи.

1.4 РЕШЕНИЕ ТИПОВОЙ ЗАДАЧИ

1.4.1 НАЧАЛО РАБОТЫ

После запуска системы T-Flex надо создать новый документ (ГМ: **Начало работы/Файлы/3D Деталь** ). То же самое можно сделать, используя закладку ГМ: **Файл** или ПБД:  **▼ 3D Деталь**.

Для сохранения созданных документов средствами Windows подготовьте структуру каталогов **С:/Студенты/Группа/Имя студента**, где имена подкаталогов **/Группа/Имя студента** замените на свои данными. В папке **Имя студента** создайте две подпапки: **Покупные изделия** и **Прибор**.

Сохраните в папке **Покупные изделия** файл **Диод.grb** командой ПБД:  **▼ Сохранить**.



В системе T-Flex нет отдельных типов файлов для деталей и сборок, для 2D и 3D моделей.

Различия при создании того или иного типа документа заключаются в наличии тех или иных объектов и настроек в прототипе документа определенного вида, что облегчает дальнейшую работу.

*Файлы имеют расширение *.grb для профессиональной и университетской версий программы или *.grs для студенческой версии.*



Не забывайте периодически сохранять файл во время работы!

1.4.2 ДИОД

Диод [11], конструкция и размеры которого показаны на рис. 1.3, будет создан на основе примитива.

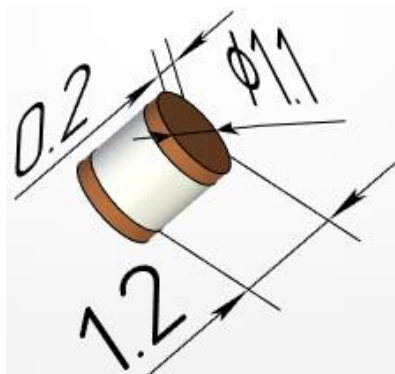


Рис. 1.3 – Размеры СВЧ детекторного диода 3A123A

Средняя часть диода создается по команде **ГМ:3D Модель/Специальные/Примитив ▾ Цилиндр**. После вызова команды в окне **Параметры** (рис. 1.4) вводятся значения, определяющие размеры элемента.

В **ГМ: 3D Модель/Стиль** из выпадающего списка выбирается материал – **Неметаллы/Керамика/Фарфор**.

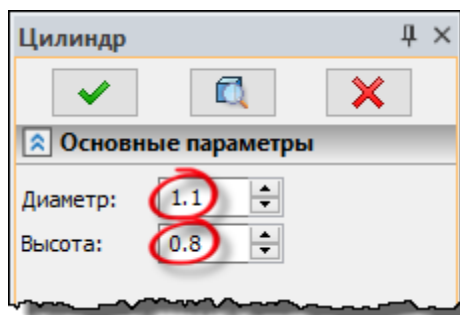
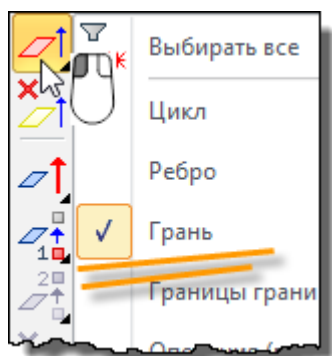


Рис. 1.4 – Параметры цилиндра

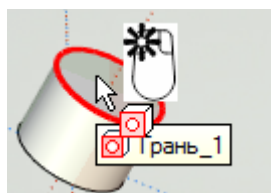
После ввода размеров и выбора материала надо подтвердить создание объекта кнопкой в окне параметров или в **Автоменю** и выйти из команды по клавише **<Esc>** или кнопке **Автоменю:** .

Поскольку созданный объект очень мал, надо увеличить масштаб отображения, вращая колесико мыши .

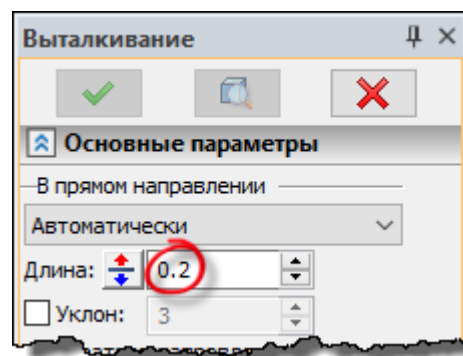
Далее надо создать контакты диода. Для этого используем команду **ГМ: 3D модель/Операции/Выталкивание**. Выталкивать будем торцевую грань цилиндра. Чтобы задать тип выбираемых элементов, откройте их список, задержав на кнопке **Автоменю:** (**Выбрать контур**), как показано на рис. 1.5, а. После этого надо выбрать грань (рис. 1.5, б) и задать длину выталкивания (рис. 1.5, в).



а)





б)





в)

Рис. 1.5 – Создание контакта диода: а – установка типов выбираемых элементов; б – выбор грани цилиндра; в – параметры выталкивания

Для контакта задайте материал – **Металлы/Другие металлы/Медь**. Если выталкивание происходит сторону тела цилиндра, смените направление кнопкой  перед полем **Длина**. Подтвердите создание объекта кнопкой .

Аналогично создается и второй контакт.

Чтобы при создании спецификации сборочного чертежа в нее автоматически были занесены сведения о диоде, необходимо подготовить их в данном документе. Для работы с этими данными надо открыть окно **Структура изделия** командой ГМ: **Спецификации/Структура изделия/Окно структуры** .

В открывшемся окне будет одна запись, параметры которой (рис. 1.6) открываются кнопкой  в заголовке окна **Структура изделия**.

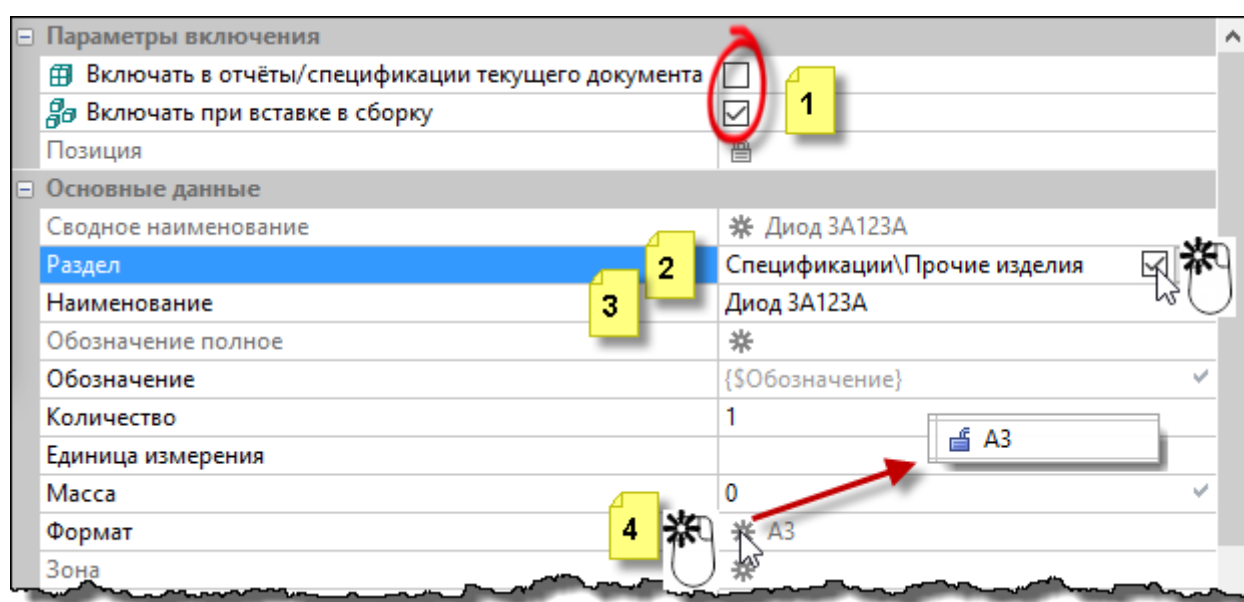


Рис. 1.6 – Параметры записи в Структуре изделия



*Переключатель в строке **Раздел** будет виден после ее выбора.*

Действия в этом диалоге описаны ниже:

- 1) Установить переключатели.
- 2) Отключить переключатель в строке **Раздел** и из списка выбрать указанный раздел спецификации.
- 3) В строке **Наименование** ввести текст **Диод 3А123А**.
- 4) После щелчка по звездочке удалить обозначение формата.

На этом создание модели диода заканчивается.

После этого не забудьте сохранить файл.

1.4.3 ДЕРЖАТЕЛЬ ДИОДА

Создайте документ 3D детали и сохраните его в файл с именем **Держатель диода.grb** в папку **Прибор**.

Внешний вид держателя диода представлен на рис. 1.7.

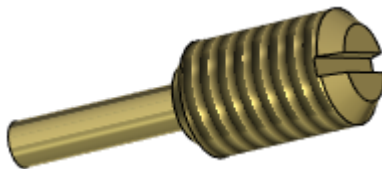



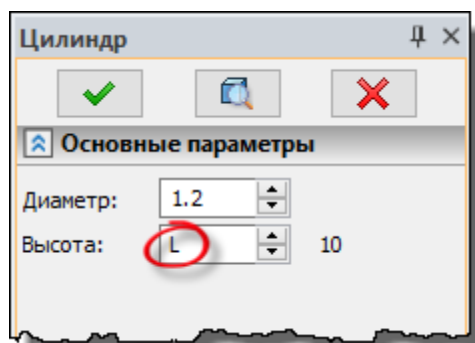
Рис. 1.7 – Держатель диода

Сначала создается ступенчатое цилиндрическое тело объединением двух примитивов **Цилиндр**. При создании первого цилиндра задайте материал **Металлы/ГОСТ/Латунь/Латунь, обрабатываемая давлением/Л63 ГОСТ 15527-70**. Для второго цилиндра материал можно не задавать, так как после объединения в результат будет перенесен материал первого тела. Размеры первого цилиндра: диаметр 3 мм; высота 5 мм. У второго диаметр равен 1.2 мм, а высоту зададим переменной **L** (рис. 1.8, а). В появившемся диалоговом окне (рис. 1.8, б) надо задать значение переменной. Можно задать комментарий и группу. Эти параметры не обязательны, и нужны для удобства работы с моделью.

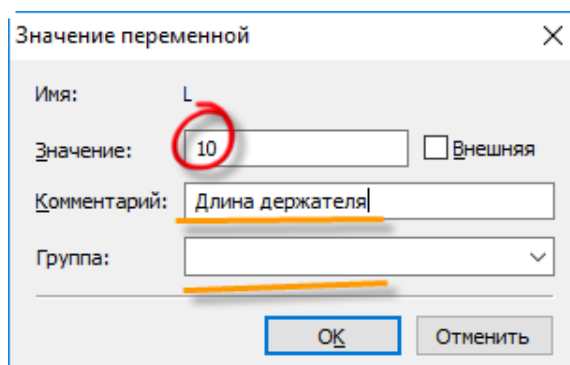
Перед завершением создания второго цилиндра включите опцию **Автомению**:  (Булева. Сложение).



ВНИМАНИЕ! В именах переменных различаются регистр и язык! Поэтому **А(рус)**, **а(рус)**, **А(англ)**, **а(англ)** – это четыре **РАЗНЫХ** переменных. Будьте внимательны.




а)



б)

Рис. 1.8 – Использование переменной: а – ввод имени переменной; б – задание значения переменной

Созданная переменная появится в окне **Переменные**, показанном на рис. 1.9. Чтобы переменная была доступна для изменения при вставке элемента в сборку (такая переменная называется внешней), ее помечают зеленым флажком с помощью  по флагу в первой колонке окна.

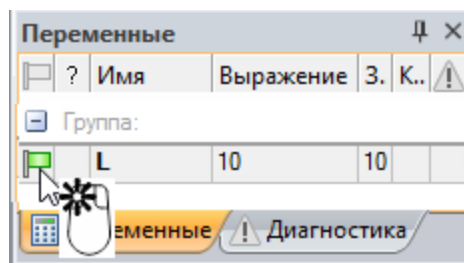
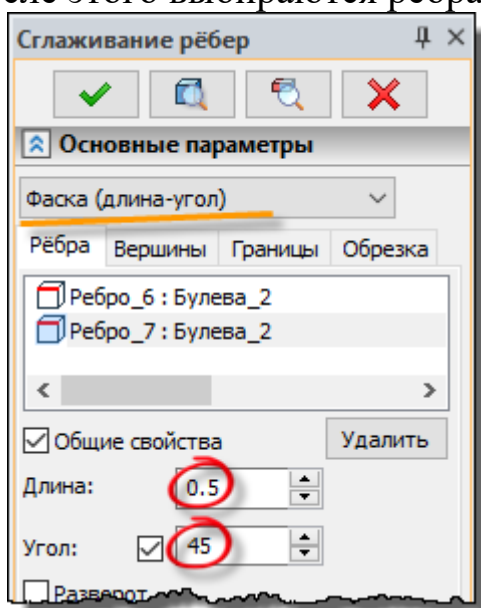
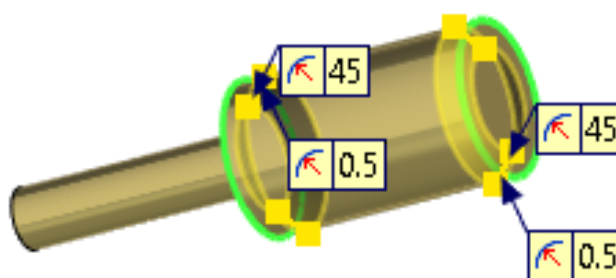


Рис. 1.9 – Окно **Переменные**

Фаски на детали создаются по команде ГМ: **3D модель/Операции/Сглаживание ▼ Ребер**. В параметрах операции задается вид сглаживания (**Фаска длина-угол**) и размеры фаски (рис. 1.10, а). После этого выбираются ребра для сглаживания (рис. 1.10, б).



а)





б)

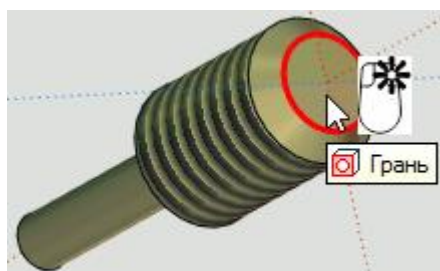
Рис. 1.10 – Создание фасок: а – параметры операции; б – выбираемые ребра

По команде ГМ: **3D модель/Расширенные/Резьба** на деталь наносится резьба. После выбора цилиндрической поверхности система сама определит подходящие параметры стандартной метрической резьбы. Надо только подтвердить выполнение команды.

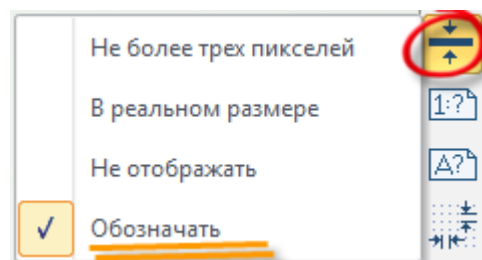
Осталось создать шлиц под отвертку.

В Селекторе надо разрешить выбор граней , используя .

В контекстном меню, вызванном  по грани (рис. 1.11, а), выбирается пункт **КМ: Чертить на грани**. Выбранная грань развернется параллельно экрану, и будут прорисованы ее границы. Также будет создана новая рабочая плоскость **РП 4**. Чтобы широкие линии изображения не мешали дальнейшей работе, надо выбрать способ отображения толщины линий - Вид:  (рис. 4.11, б).






а)



б)

Рис. 1.11 – Переход к черчению на грани: а – выбор грани; б – выбор характера прорисовки

Предварительно надо выполнить дополнительные построения, показанные на рис. 1.12, а:


- 1) Вызвать команду **ГМ: Рабочая плоскость/Построения/Прямая**.
- 2) Используя опцию **Автоменю**:  (**Создать две перпендикулярные прямые ...**) нанести прямые 1, привязав точку их пересечения к центру окружности, используя .
- 3) По команде **ГМ: Рабочая плоскость/Построения/Окружность** наносится линия построения 2. Должна быть включена опция **Автоменю**:  (**Выбрать центр...**). Радиус построенной окружности должен превышать радиус резьбовой части детали.
- 4) К созданным построениям в команде **ГМ: Рабочая плоскость/Чертеж/Изображение** привязывается линия изображения 3, показанная сиреневым цветом. После вызова команды смените цвет линий (**ГМ: Рабочая плоскость/Стиль**). Для нанесения линии последовательно выбирая ее крайние точки.

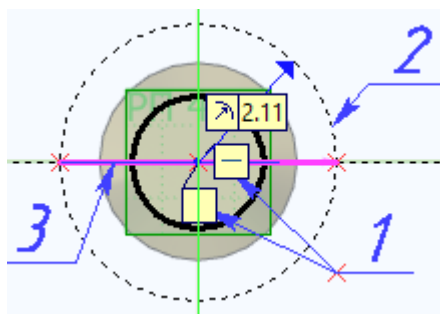


Тип линии должен быть CONTINUOUS (основная).

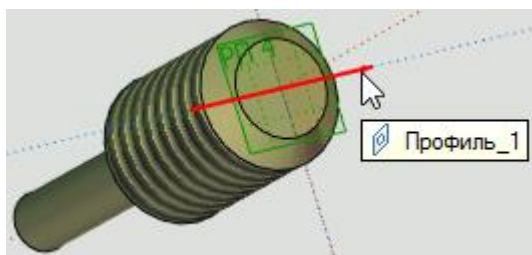


Цвет надо изменить для того, чтобы видеть созданные линии изображения на фоне линий проекции.

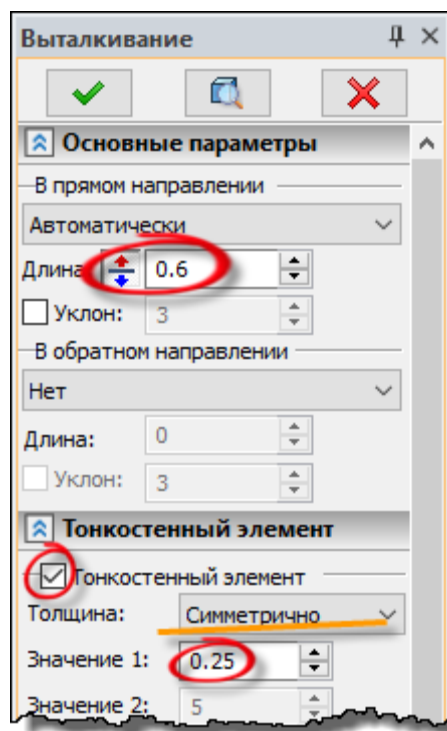
Выбор команды ГМ: Рабочая плоскость/Управление/Завершить  возвращает систему в режим 3D. При этом автоматически на основе введенных линий изображения будет построен 3D профиль, показанный на рис. 1.12, б.



а)




б)



в)

Рис. 1.12 – Шлиц под отвертку: а – построения; б – 3D профиль; в – параметры выталкивания

Шлиц создается выталкиванием полученного 3D профиля с параметрами, показанными на рис. 1.12, в. Поскольку профиль линейчатый (не имеющий площади), при выполнении команды в разделе параметров **Тонкостенный элемент** включается опция придания толщины создаваемому телу. Данное тело должно удалить материал из детали, поэтому включите опцию Автоменю:  (Булева. Вычитание).

Осталось занести информацию в структуру изделия (рис. 1.13). В данном случае достаточно ввести наименование и обозначение изделия.

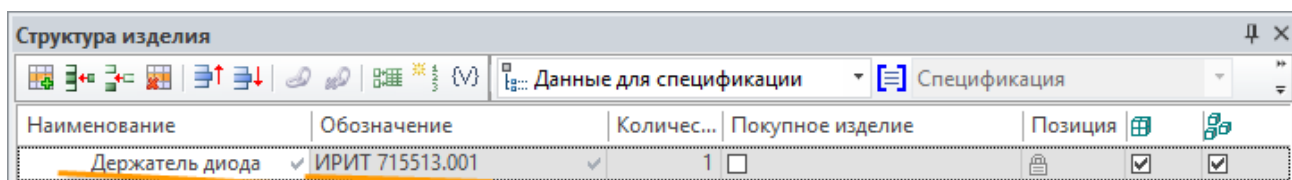


Рис. 1.13 – Заполнение структуры изделия



Обозначение изделия содержит:

ИРИТ – шифр предприятия-разработчика;

715513 – код из классификатора ЕСКД [8];

001 – порядковый номер изделия с таким кодом на предприятии.

1.4.4 КОНТАКТ

Создайте новый документ 3D детали и сохраните его в файл с именем **Контакт .grb** в папку **Прибор**.

Внешний вид контакта представлен на рис. 1.14, а.

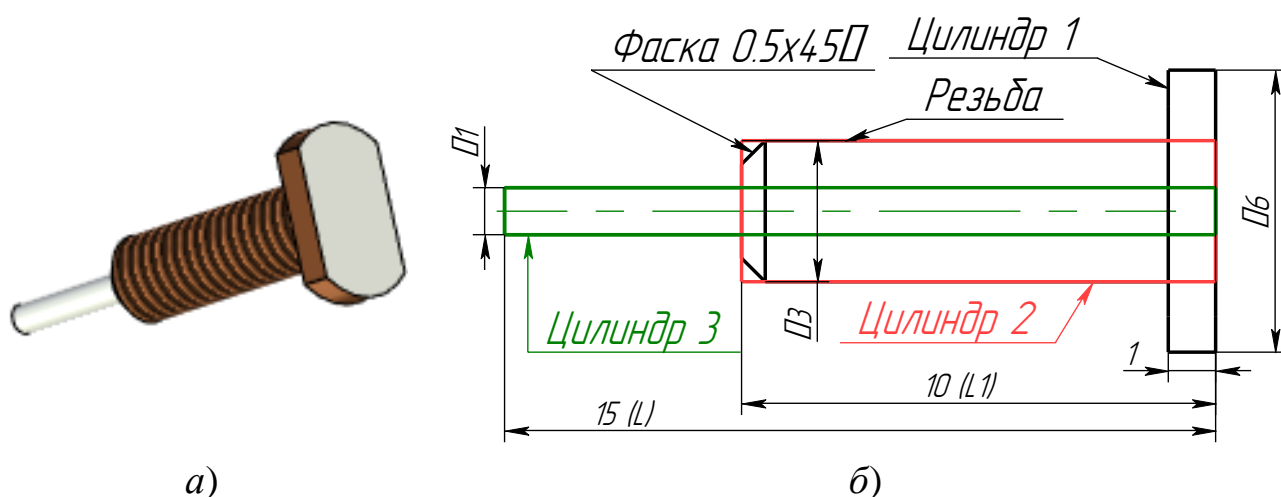


Рис. 1.14 – Контакт: а – внешний вид; б – размеры

Контакт создается аналогично Держателю диода. Здесь объединены три цилиндра, размеры которых даны на рис. 1.14, б. Длина второго и третьего цилиндров задается переменными, имена которых указаны в скобках. Затем создается фаска и наносится резьба.

Для формирования лысок на правой грани детали (в соответствии с рис. 1.14) выполняются построения и наносится линия изображения (рис. 1.15, а). Полученный на ее основе 3D профиль выталкивается в сторону детали, как показано на рис. 1.15, б. с придание толщины (симметрично, на величину 2 мм). Для булевой операции установите опцию

Автоменю:  (Булева. Пересечение).

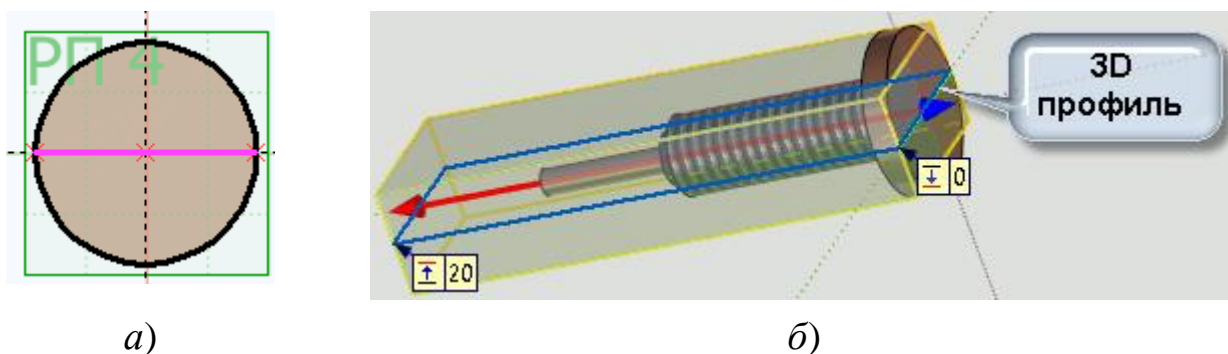


Рис. 1.15 – Переход к черчению на грани: *а* – выбор грани; *б* – выбор характера прорисовки

Для большей реалистичности на отдельные поверхности контакта наносится серебряное покрытие. Для этого используется команда **ГМ: 3D модель/Расширенные/Наложить материал**. Грани для нанесения покрытия и параметры операции показаны на рис. 1.16. Наносимый материал - **Покрытия/Металлы/Серебро/Серебро матовое**.

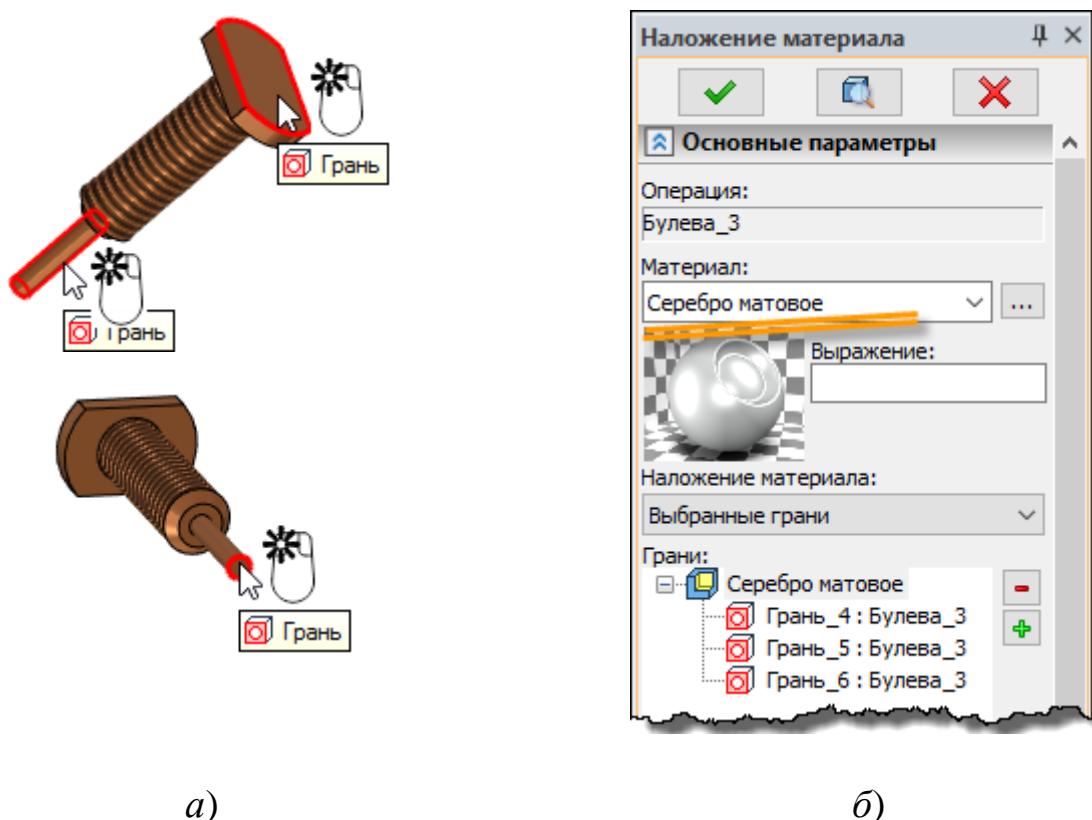


Рис. 1.16 – Покрытие: *а* – выбор граней; *б* – параметры операции

Осталось занести в структуру изделия наименование **Контакт** и обозначение **ИРИТ. 715513.002**.

1.4.5 ШАЙБА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ


Создайте новый документ 3D детали и сохраните его в файл с именем **Шайба.grb** в папку **Прибор**.

Внешний вид и размеры шайбы представлены на рис. 1.17.



Рис. 1.17 – Шайба: *а* – внешний вид; *б* – размеры

Шайба будет изготавливаться в двух исполнениях: из фторопласта толщиной 0.3 мм и из стеклотекстолита толщиной 2 мм. Поэтому материал и толщина будут заданы с помощью переменных.

Для начала надо создать отсутствующий в стандартной библиотеке стеклотекстолит. Откройте окно материалов (/Окна/Материалы) (рис. 1.18, *а*).

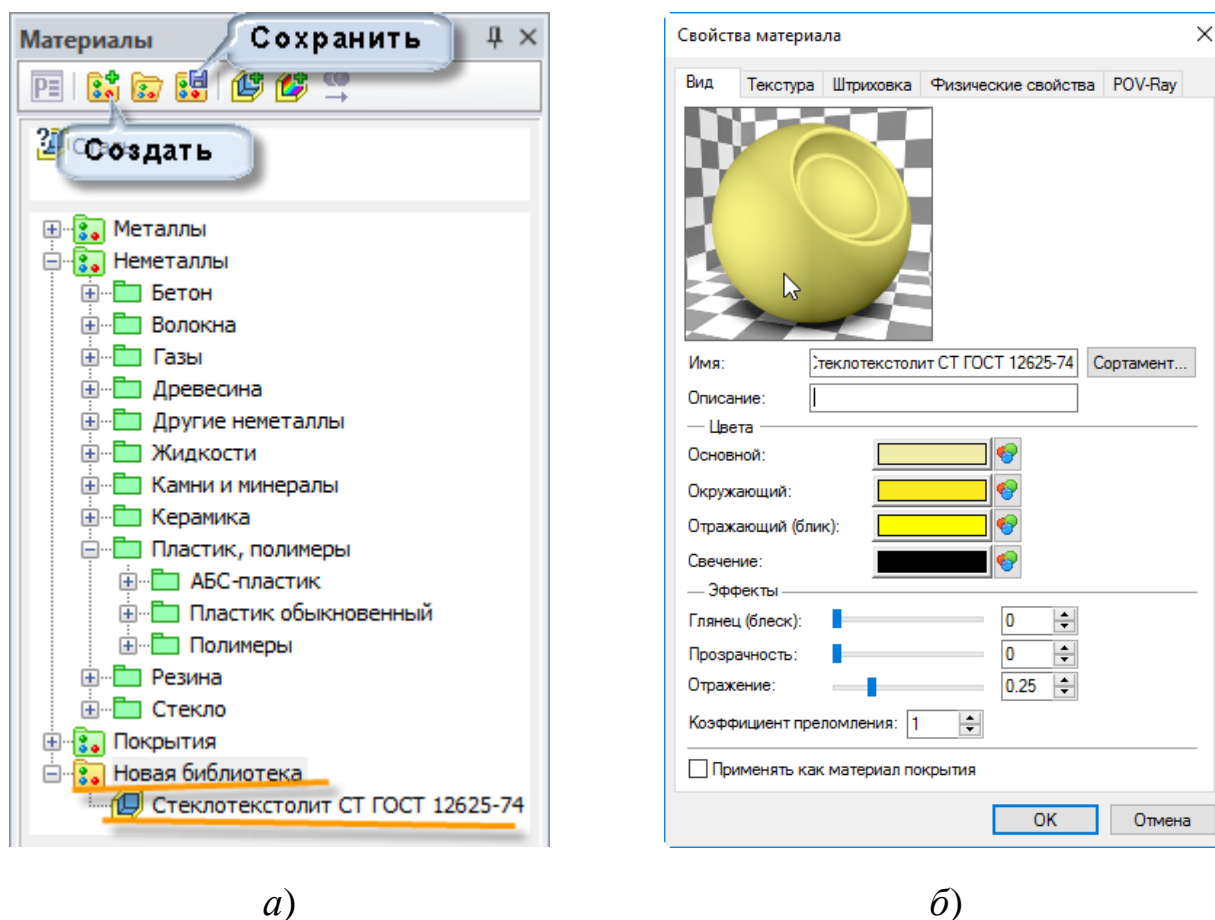



Рис. 1.18 – Покрытие: *а* – выбор граней; *б* – параметры операции

По кнопке **Создать** будет создана пользовательская библиотека с именем **Новая библиотека**. Сохраните файл библиотеки, нажав кнопку **Сохранить**, в файл с полным именем **Имя библиотеки.mtr** в папку **С:/Студенты** (Имя библиотеки в окне материалов сменится на имя файла). Выбрав в стандартной библиотеке подходящий по параметрам материал (например, фторопласт-4 из раздела **Неметаллы/Полимеры**) скопируйте его в буфер обмена и затем вставьте его в созданную библиотеку. Открыв через контекстное меню окно свойств (рис. 1.18, б) приведите его содержание в соответствие с рисунком. Сохраните изменения кнопкой **Сохранить**.

Для работы с переменными имеется специальный редактор, вызываемый командой **ГМ: Параметры/Переменные/Переменные** . Окно редактора показано на рис. 1.19.

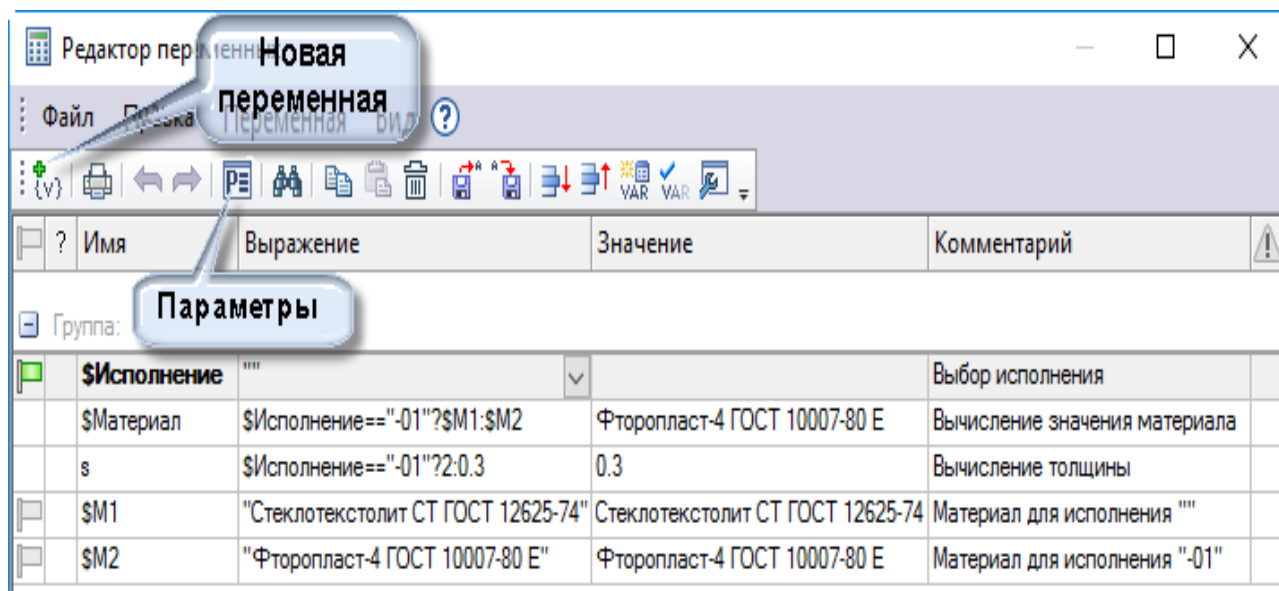
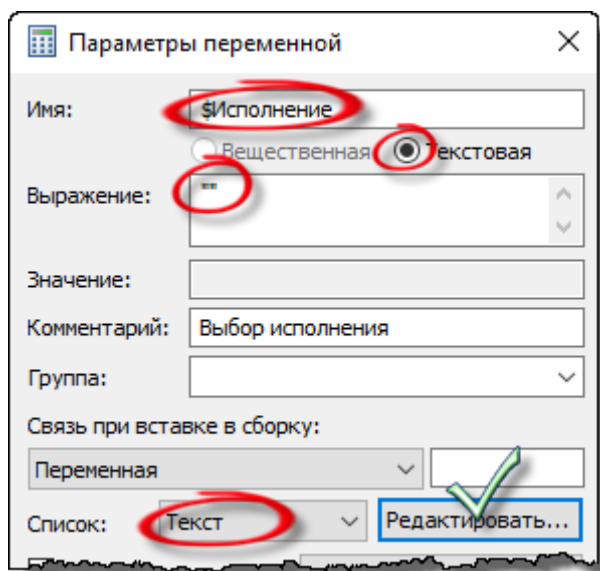
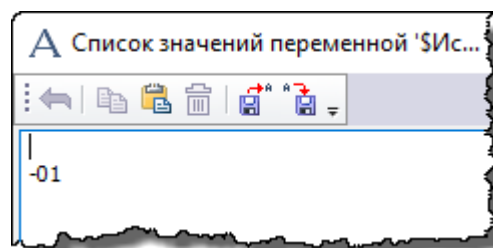


Рис. 1.19 – Окно редактора переменных

Кнопка **Новая переменная** вызывает показанное на рис. 1.20, а диалоговое окно создания текстовой переменной **\$Исполнение**. Чтобы пользователь не ошибался при выборе варианта, составляется список возможных значений. После выбора типа списка откроется окно (рис. 1.20, б) для его ввода. Первая строка списка оставлена пустой (будет возвращать пустую строку). Далее введите остальные переменные в соответствии с рис. 1.19. Пояснения к заполнению поля **Выражение** даны в таблице 1.1.



а)






б)

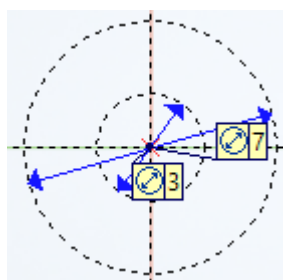
Рис. 1.20 – Новая переменная: а – параметры; б – список значений в виде текста

Таблица 1.1 – Пояснения по заполнению поля **Выражение**

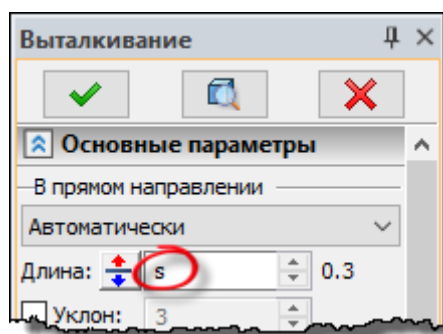
Содержание	Описание
“Текст”	Текстовая константа. В данном случае текст должен полностью соответствовать наименованию материала в библиотеке Материалы
$A = B ? C : D *$	Условный оператор. Сравнивает A и B. Возвращает значение C, если условие выполнено и D в противном случае
* Пробел между знаками «=» введен для наглядности. При вводе формулы оба знака вводятся слитно.	

Для создания самой шайбы сначала надо создать 3D профиль. Для этого надо перейти к черчению на рабочей плоскости по команде **ГМ: 3D модель/Построения/Чертить**  и выбрать стандартную плоскость **Вид сверху**. На ней создаются две линии построения в виде окружностей с привязкой их к началу отсчета плоскости (рис. 1.21, а). В команде **ГМ: Рабочая плоскость/Чертеж/Изображение** к окружностям привязываются линии изображения (надо  по окружностям). После завершения черчения на рабочей плоскости система создаст 3D профиль, вытолкнув который на длину **S**, получим шайбу. Параметры выталкивания приведены на рис. 1.21, б.

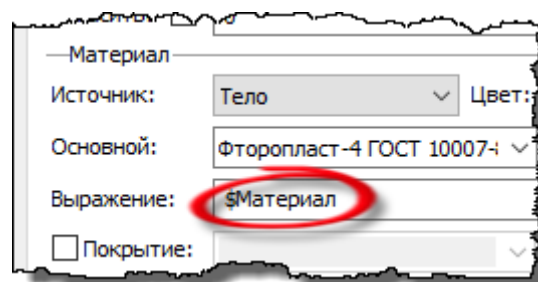
Чтобы материал шайбы выбирался в соответствии с переменной, надо в окне параметров (Автоменю:  (Задать параметры элемента)) ввести имя переменной в поле **Выражение** (рис. 1.21, в).



а)



б)



в)

Рис. 1.21 – Создание шайбы: а – построения; б – параметры выталкивания; в – задание материала через переменную

В структуру изделия занесите наименование **Шайба диэлектрическая** и обозначение **ИРИТ. 758491. 001 { \$Исполнение }**. Переменная, записанная в фигурных скобках, будет заменена на ее значение. Таким образом, обозначение будет зависеть от исполнения шайбы.

1.4.6 КЛИН

Создайте новый документ 3D детали и сохраните его в файл с именем **Клин. grb** в папку **Прибор**.

Внешний вид клина представлен на рис. 1.22. Размеры приведены на чертеже в Приложении Г.

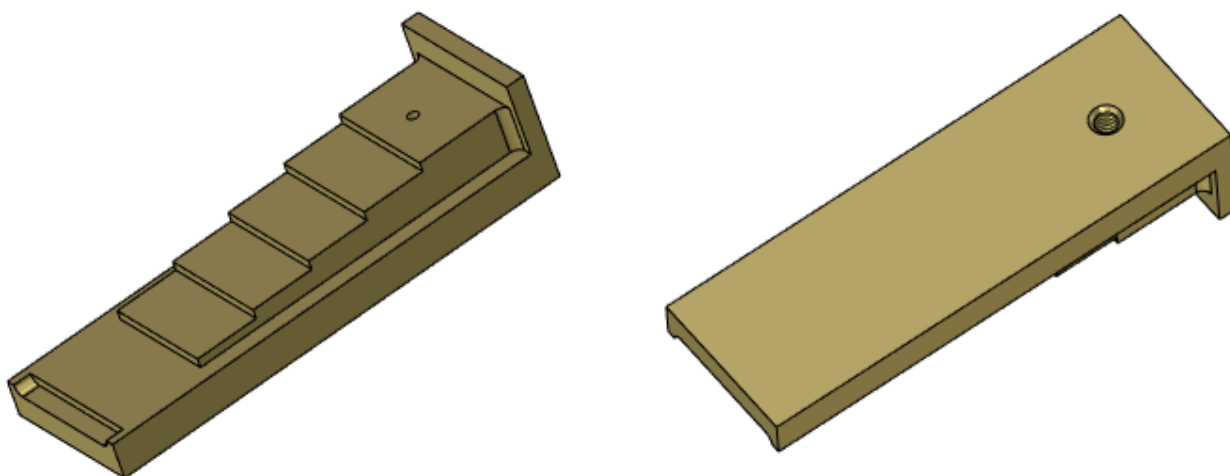


Рис. 1.22 – Клин

Для реализации данной детали потребуется создать два 3D профиля: один для получения основания и второй – для ступенчатого тела. Для их создания надо перейти к черчению на стандартной рабочей плоскости **Вид слева**. Построения, необходимые для создания первого профиля показаны на рис. 1.23, а пояснения по их выполнению сведены в таблицу 1.2.

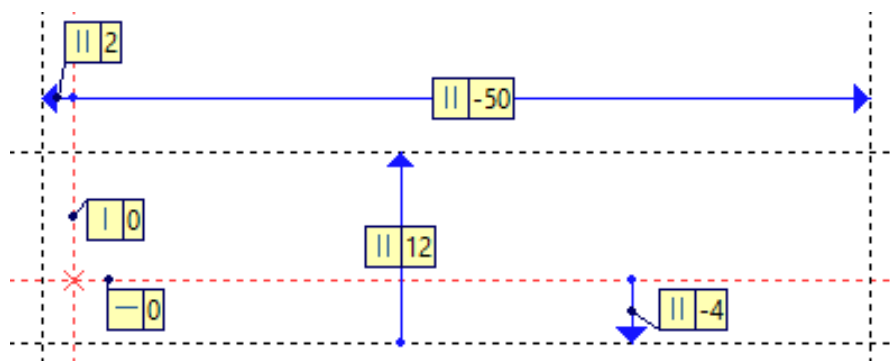



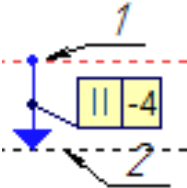






Рис. 1.23 – Клин: первый этап построений

Таблица 1.2 – Пояснения по способам построения прямых

Обозначение	Описание
	<p>Вертикальная и горизонтальная прямые в абсолютных координатах. Наносятся совместно по опции Автоменю: . Являются базовыми линиями для всех остальных построений. После нанесения надо вернуться на предыдущий уровень Автоменю по <Esc> или .</p>
	<p>Прямая 2, параллельная прямой 1 на заданном расстоянии. Опция Автоменю: . Выбирается прямая 1 и задается расстояние. Завершается команда по <Enter>. После этого прямая 1 остается выбранной и можно строить новую параллельную прямую относительно нее. Выбор исходной прямой отменяется по <Esc> или .</p>
Числовое значение соответствует величине параметра.	

После выполнения построений нанесите линии изображения, показанные черным цветом на рис. 1.24. Дальнейшие построения показаны на этом же рисунке. После нанесения прямой 1 создайте 2D узел в точке 2, используя команду **ГМ: Рабочая плоскость/Построения/Узел**. Поскольку ступенчатая структура имеет регулярный характер, разметку под нее удобно выполнить, используя команду **ГМ: Рабочая плоскость/Дополнительно/ ▽  Линейный массив**. После вызова команды надо выбрать узел 2 и закончить выбор кнопкой . Далее надо ввести


параметры копирования, показанные на рис. 1.25. Заканчивается построение массива выбором точек 3 и 4, определяющих направление копирования. После создания массива через узел 5 надо построить горизонтальную прямую (опция **Автоменю** ).



Рис. 1.24 – Клин: второй этап построений

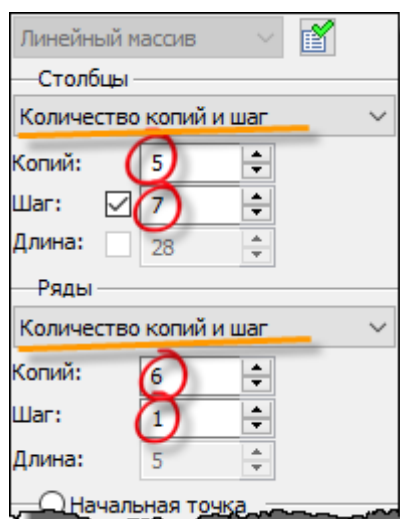


Рис. 1.25 – Клин: нанесение линий изображения

Используя выполненные построения, наносят изображение, показанное на рис. 1.26 сиреневыми линиями.



Цвет линий изображения надо сменить обязательно.

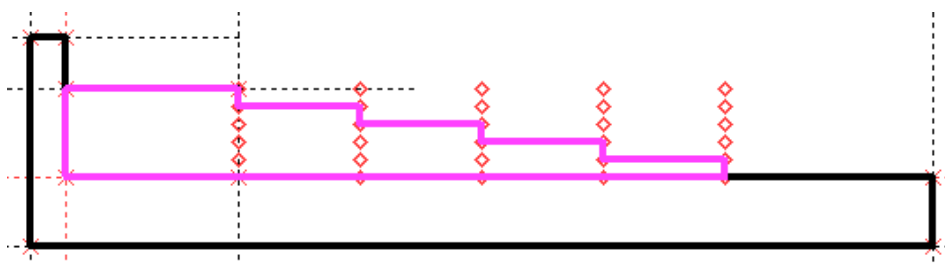


Рис. 1.26 – Клин: нанесение линий изображения

При возврате из черчения на рабочей плоскости подтвердите создание отдельных профилей для каждого цвета. Путем выталкивания полученных профилей с параметрами, показанными на рис. 1.27 создается два тела. При создании второго тела включите опцию булевой операции **Сложение**. В качестве материала используйте латунь Л63.

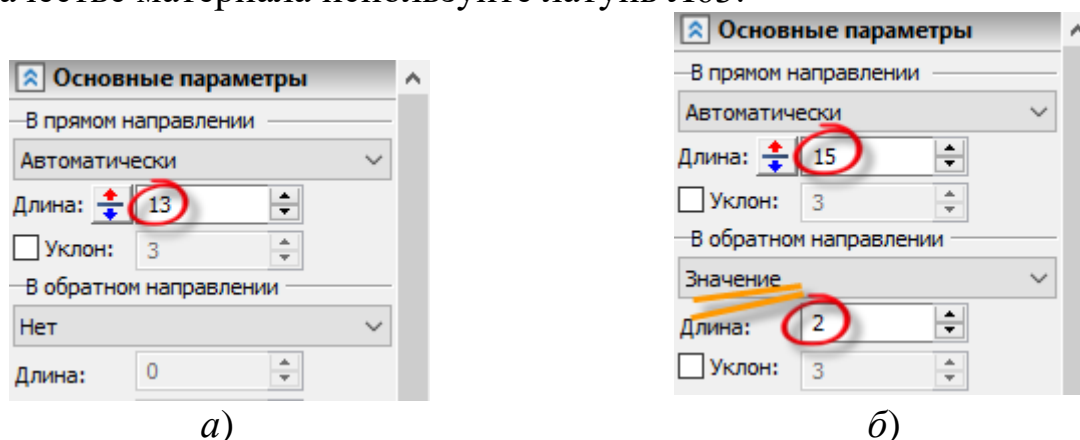



Рис. 1.27 – Параметры выталкивания: *а* – ступенчатый профиль; *б* – Г-образный профиль

Выборка для крепления рупора создается на основе построений на грани, показанной на рис. 1.28, *а*. Для привязки построений, после перехода к черчению на грани, надо выполнить проекции дополнительных элементов модели – ребер, показанных на рис. 1.28, *б*. Для этого выбирается команда **ГМ: Рабочая плоскость/Режимы/Проецировать элементы** . Выбираются указанные на рисунке ребра и подтверждается выполнение команды.

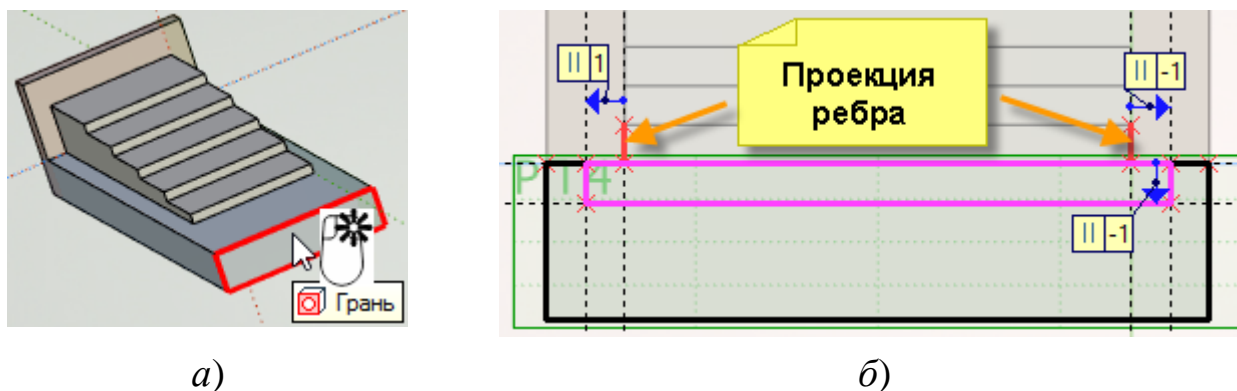


Рис. 1.28 – Формирование выборки: *а* – грань для черчения; *б* – построения и изображение

Профиль, полученный из изображения, показанного на рис. 1.28, *б* сиреневым цветом, выталкивается на длину 2 мм и полученное тело вычитается из детали. Выполняется сглаживание ребер, показанное на рис. 1.29.

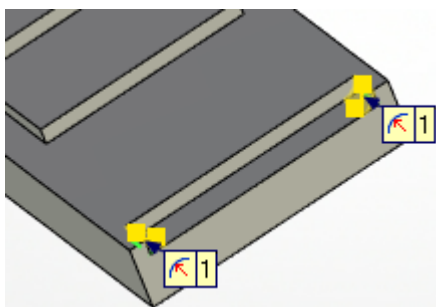



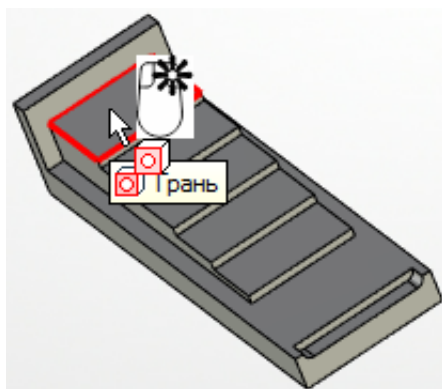


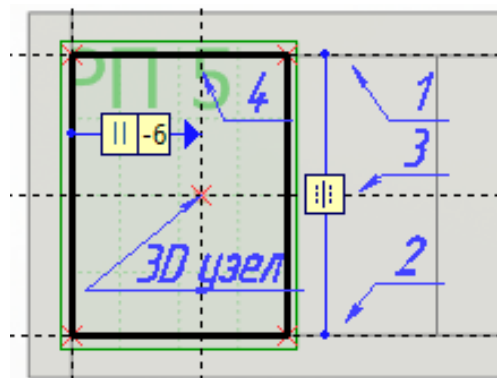
Рис. 1.29 – Скругление ребер выборки

На грани (рис. 1.30, *а*) производится разметка и создается 3D узел для привязки отверстия.

Прямые 1 и 2 привязаны к линиям изображения проекции (просто надо  по линии изображения). Прямая 3 – ось симметрии прямых 1 и 2. Для ее построения надо включить опцию **Автоменю:**  (**Создать ось симметрии**) и выбрать прямые 1 и 2. Для построения 3D узла вызывается команда **ГМ: Рабочая плоскость/Построения/3D Узел** .




а)

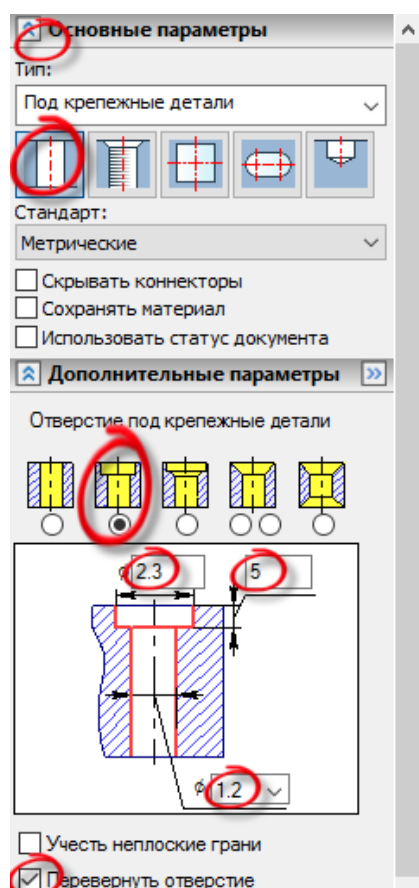


б)

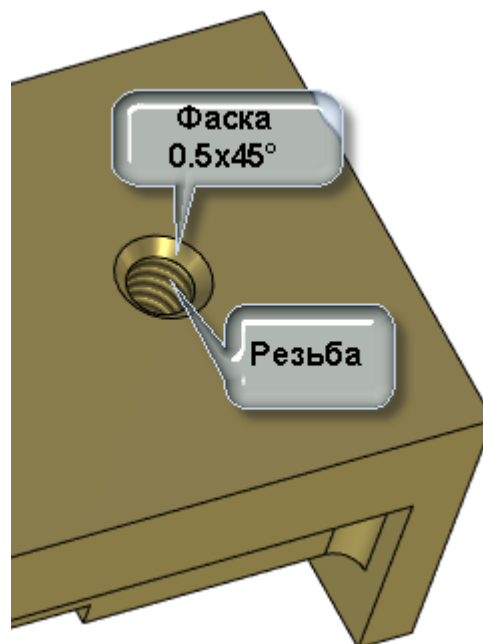
Рис. 1.30 – Отверстие: *а* – грань для создания отверстия; *б* – разметка положения

После окончания черчения на рабочей плоскости вызывается команда **ГМ: 3D модель/Расширенные/Отверстие**. Надо выполнить настройки, показанные на рис. 1.31, *а* и выбрать созданный ранее 3D узел. На созданное отверстие наносятся фаска и резьба, показанные на рис. 1.31, *б*.

Для обеспечения ориентации детали при выполнении сборки, необходимо создать локальную систему координат. Для этого на грани, показанной на рис. 1.32, *а*, выполняются построения и создается 3D узел (1.32, *б*). Система координат создается по команде **ГМ: 3D модель/Построения/ЛСК** . Выбирается созданный 3D узел и подтверждается выполнение команды.

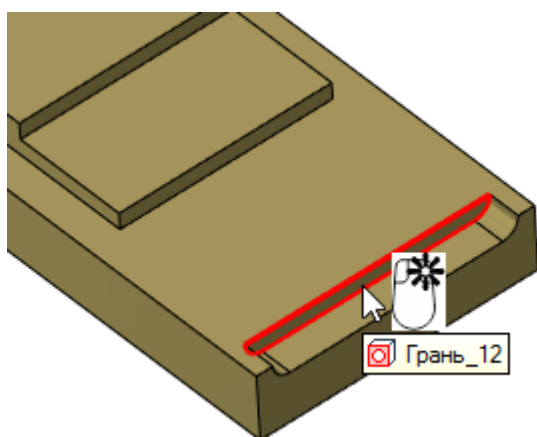


а)

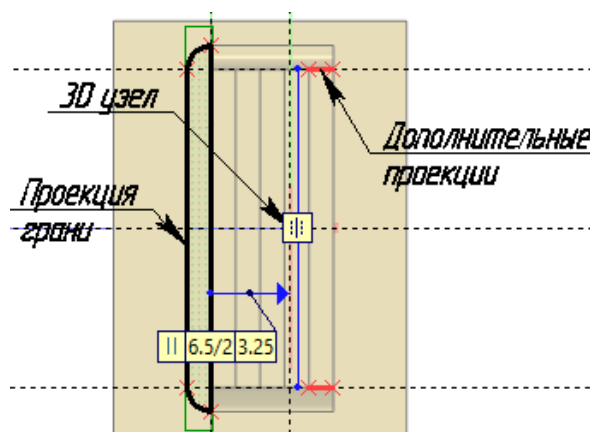


б)

Рис. 1.31 – Отверстие: а – параметры; б – доработка



а)



б)

Рис. 1.32 – Система координат: а – грань для дополнительных построений; б – разметка точки привязки

В структуру изделия занесите наименование **Клин** и обозначение **ИРИТ. 757819.002**.

1.4.7 КОРПУС

Создайте новый документ 3D детали и сохраните его в файл с именем **Корпус.grb** в папку **Прибор**.

Внешний вид корпуса представлен на рис. 1.33. Размеры приведены на чертеже в Приложении Д.

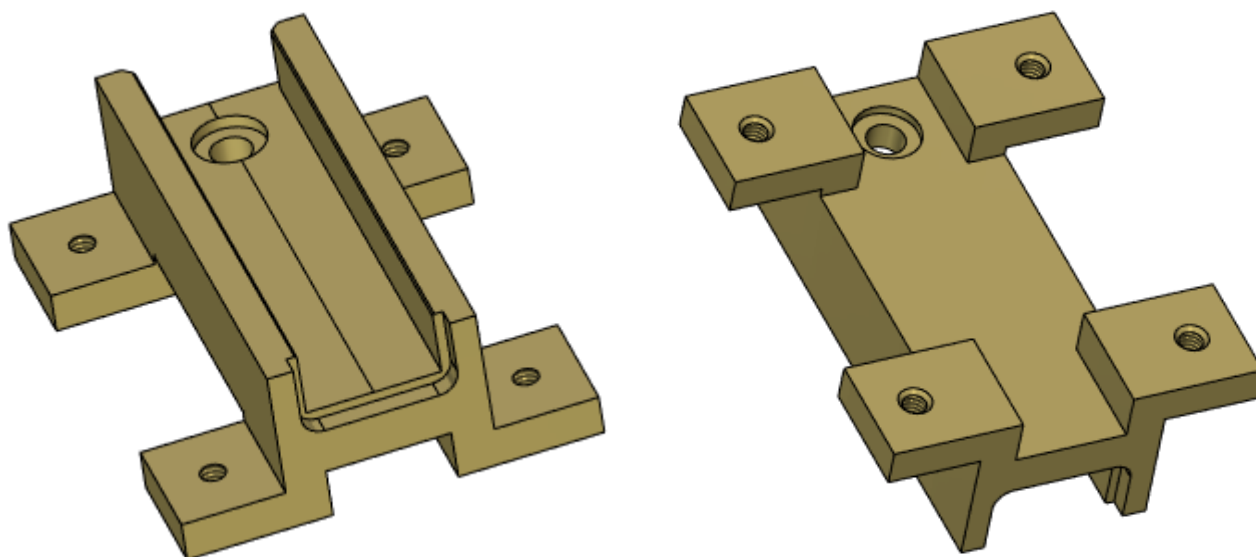




Рис. 1.33 – Корпус

На рис. 1.34, а показаны построения и линии изображения, необходимые для создания 3D профиля, выталкиванием которого будет получено тело корпуса. Здесь учтено, что деталь имеет плоскость симметрии, что позволяет выполнить только половину изображения.

Вторая половина изображения получается копированием уже созданных линий. После вызова команды ГМ: **Рабочая плоскость/Дополнительно/Копия** ▼  **С симметрией** надо выбрать копируемые элементы. Проще всего это сделать охватывающей рамкой, как показано на рис. 1.34, б. Чтобы не копировать лишние элементы, запретите в **Селекторе** выбор узлов и линий построения. После выбора копируемых объектов надо этот выбор подтвердить кнопкой . Затем выбирается ось симметрии. Закончите черчение на рабочей плоскости.



Ось симметрии можно задать либо выбором линии построения, либо ДВУХ узлов.

Следите, чтобы указанные элементы были выделены (подсвечивались). В противном случае копия может быть привязана к свободным координатам, что впоследствии может привести к непредсказуемому поведению модели.

Выталкиванием созданного профиля на 50 мм получают тело детали. В качестве материала используйте латунь Л63.

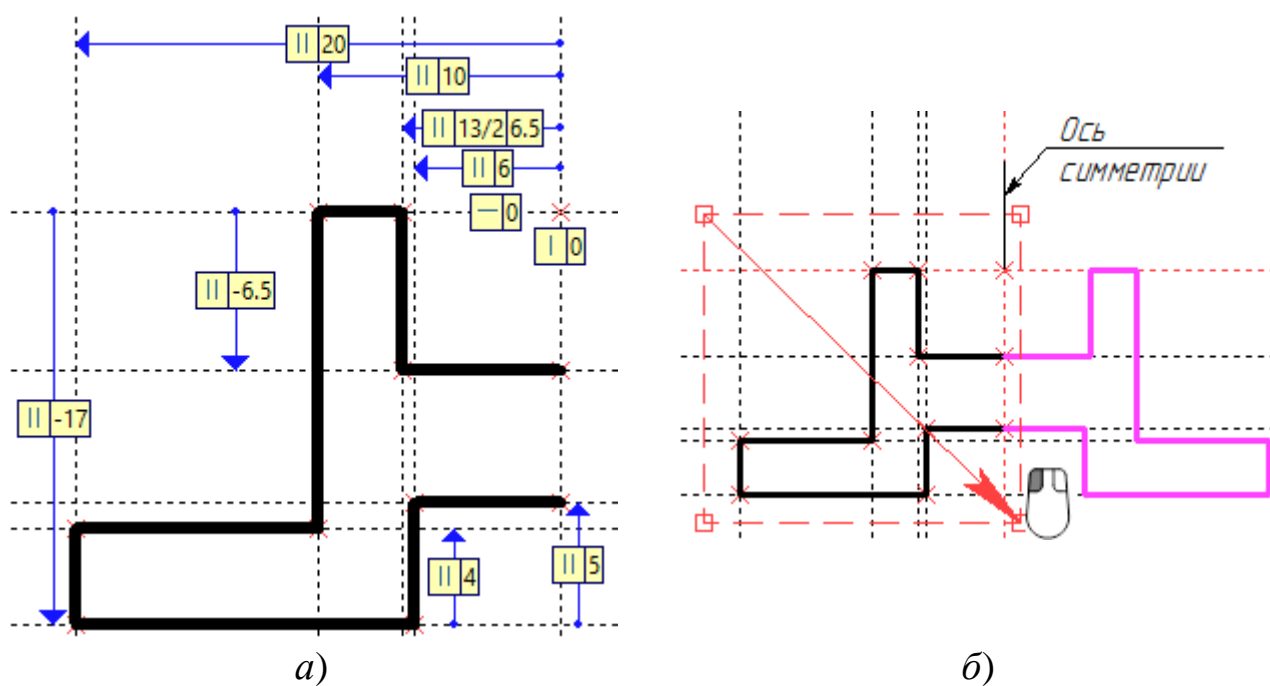


Рис. 1.34 – Профиль для корпуса: *а* – построения и изображение; *б* – копирование

Далее надо выполнить действия, показанные на рис. 1.35.

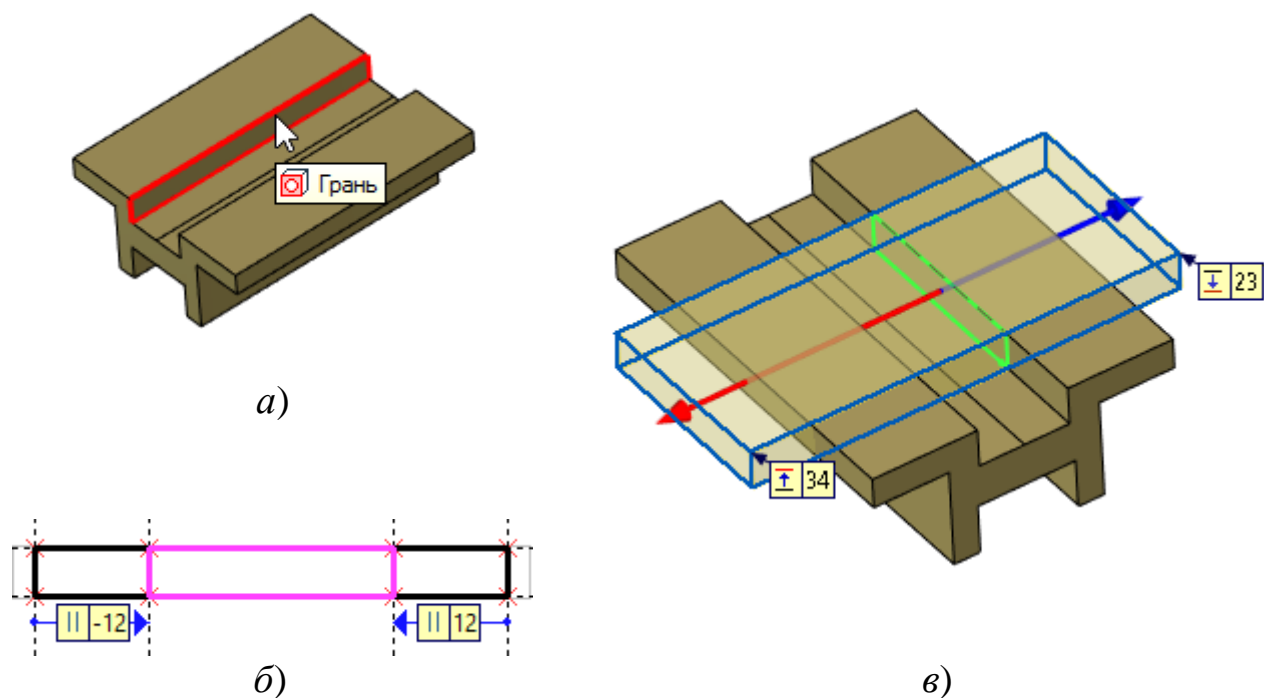




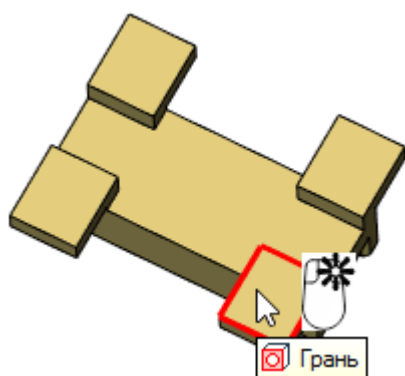
Рис. 1.35 – Удаление лишнего материала: *а* – грань для черчения; *б* – построения и изображение; *в* – операция выталкивания с вычитанием

Разметка положения крепежных отверстий производится на грани, показанной на рис 1.36, *а*. Чтобы обозначить ось симметрии детали, сделайте проекцию ребра, показанную красным цветом (рис. 1.36, *б*). Далее выполняются построения. Здесь появился новый вид отношения между прямыми -  симметричная копия прямой относительно указанной оси (это прямая 3). Для ее создания, после нажатия кнопки **Автоменю:**  (**Выбрать ось симметрии,**) последовательно выбираются прямые 1 (ось симметрии) и 2 (копируемая прямая). В указанных на рис. 1.36, *б* точках создаются 3D узлы к которым, после завершения черчения на рабочей плоскости, будут привязываться отверстия. Параметры крепежных отверстий показаны на рис. 1.38, *а*.

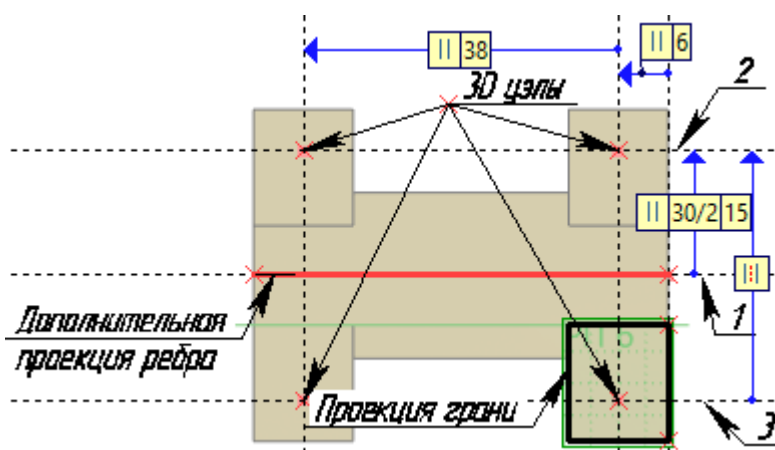


При создании отверстий сначала выберете все четыре узла, а уже потом подтверждаете выполнение команды.

В этом случае, если потребуется в будущем отредактировать параметры отверстий, изменения будут применены одновременно ко всем отверстиям.



а)



б)

Рис. 1.36 – Разметка крепежных отверстий: *а* – грань для черчения; *б* – построения

Отверстие под контакт выполните самостоятельно, воспользовавшись рис. 1.37 и Приложением Д. Обратите внимание на то, где расположен узел привязки. Параметры отверстия приведены на рис. 1.38, *б*. Поскольку в команде **Отверстие** нет варианта с расточками с двух сторон, вторую расточку выполните вычитанием дополнительного созданного цилиндрического тела.

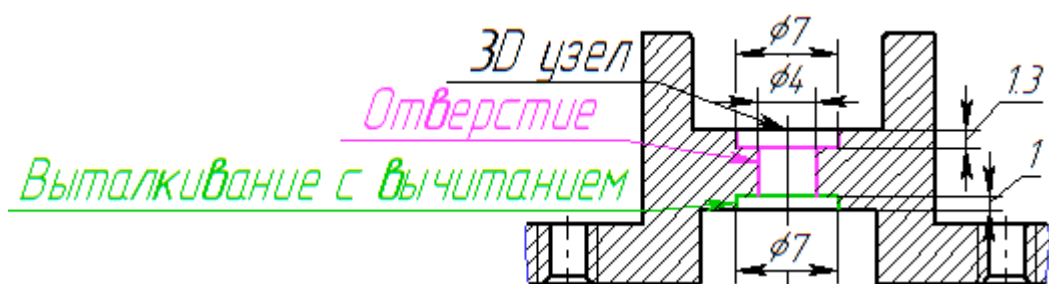
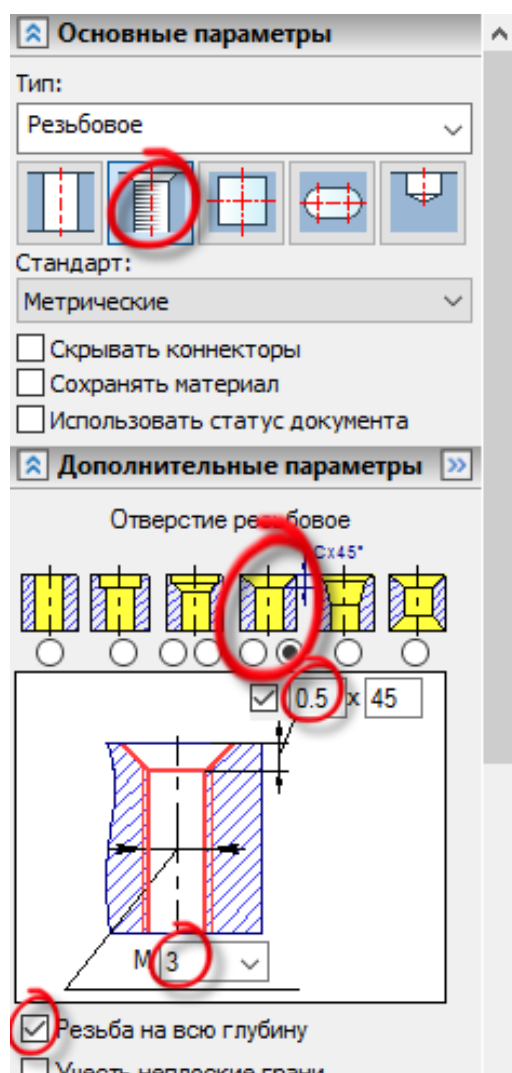
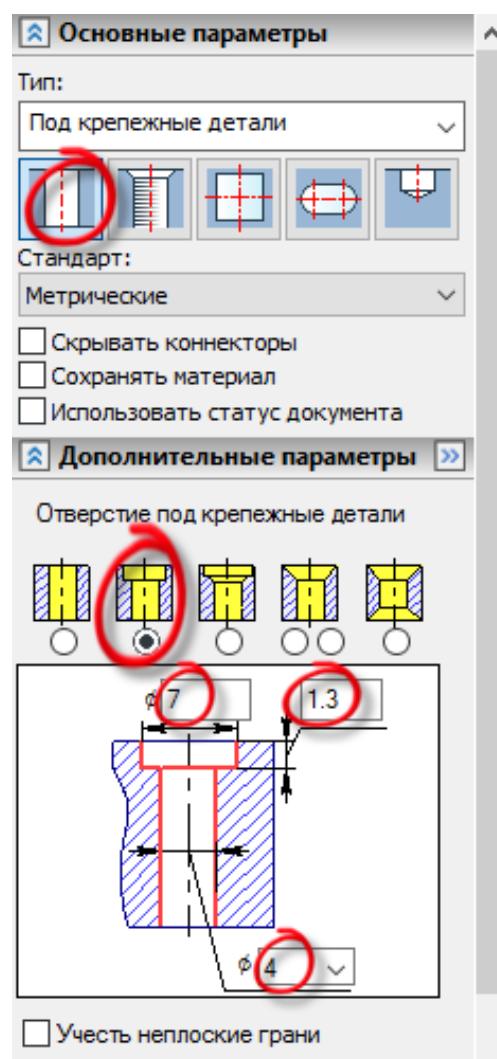


Рис. 1.37 – Отверстие под контакт



а)



б)

Рис. 1.38 – Параметры отверстий: а – крепежных; б – под контакт

На рис. 1.39 показаны дополнительные элементы, которые надо создать на детали. Выборка под крепление рупора создается аналогично

выборке на детали **КЛИН** (см. рис.1.28, 1.29). Выполнение фасок не должно вызвать каких-то затруднений.

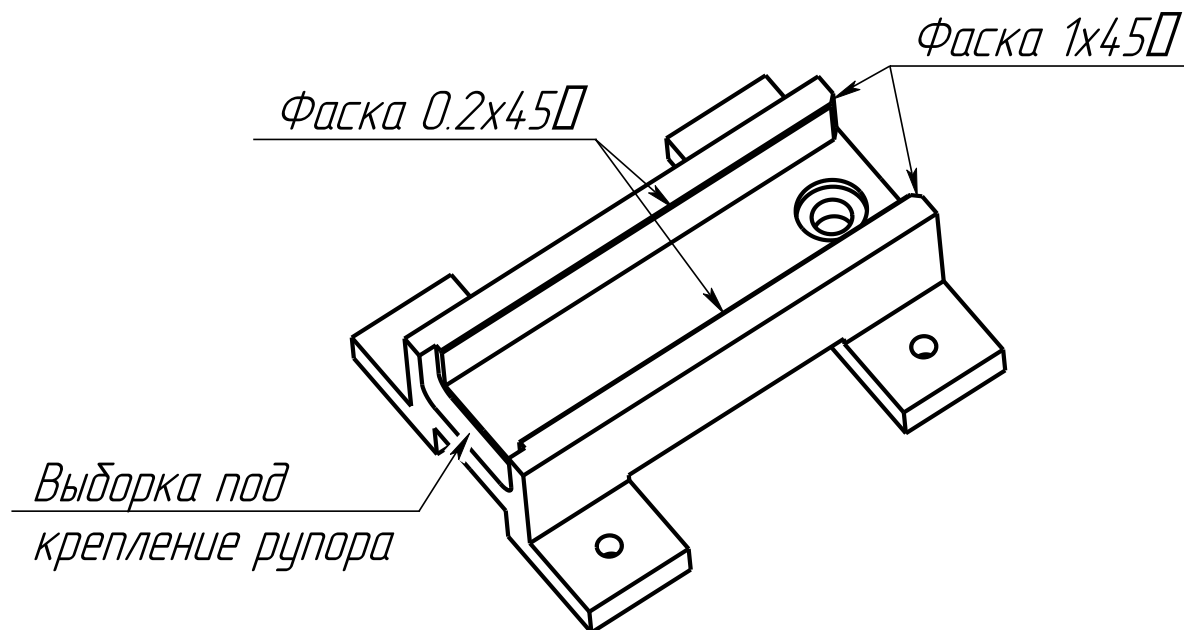
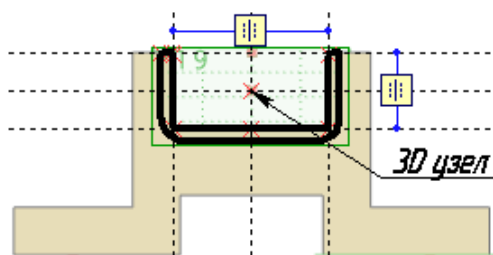
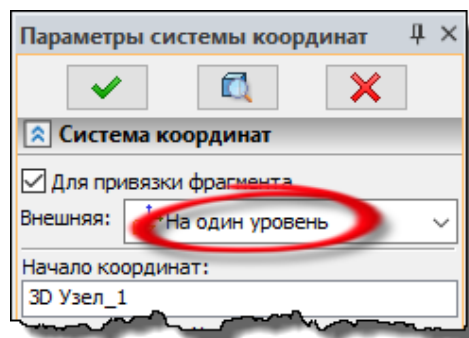


Рис. 1.39 – Доработка детали

Локальная система координат тоже создается аналогично системе координат на детали **КЛИН** (см.рис. 1.32). Отличия заключаются в том, что немного по другому выполняются построения (рис. 1.40, *а*) и в параметрах системы координат необходимо установить в поле **Внешняя** значение **На один уровень**.



а)



б)

Рис. 1.40 – Система координат: *а* – разметка точки для привязки; *б* – параметры

В структуру изделия занесите наименование **Корпус** и обозначение **ИРИТ. 756819.001**.

1.4.8 РУПОР

Создайте новый документ 3D детали и сохраните его в файл с именем **Рупор.grb** в папку **Прибор**.

Внешний вид и размеры рупора представлены на рис. 1.7.

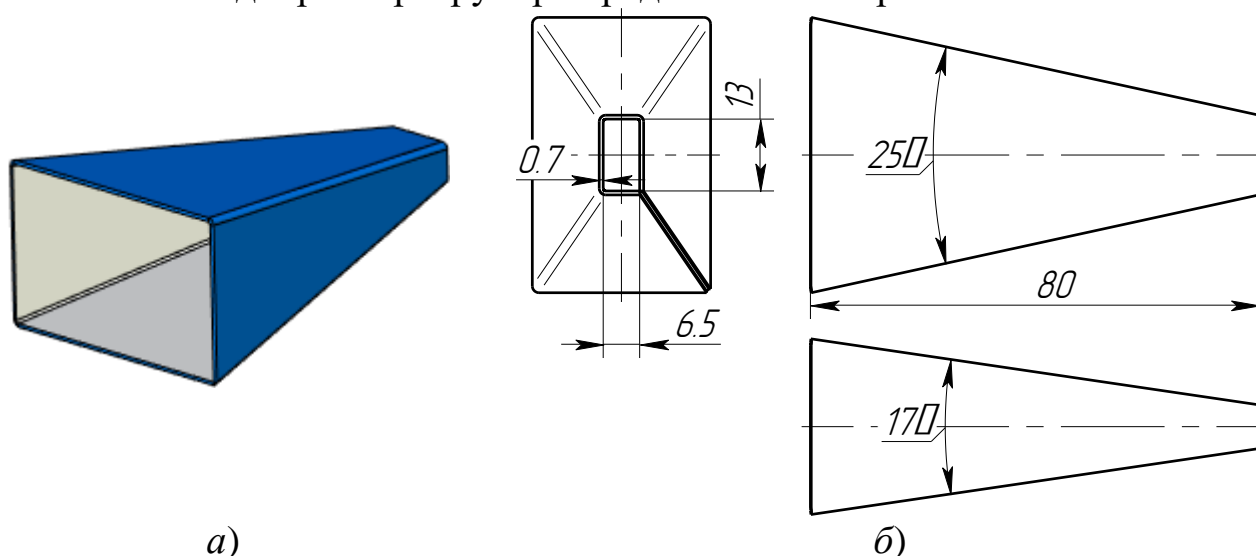


Рис. 1.41 – Рупор: *а* – внешний вид; *б* – размеры

Рупор изготовлен из листового металла. Но при создании модели удобнее сначала создать монолитное пирамидальное тело, а уже затем преобразовать его в листовой металл.

Пирамидальное тело создается выталкиванием профиля, полученного на основе построений, выполненных на рабочей плоскости **Вид слева**, и показанных на рис. 1.42, *а*. Параметры выталкивания приведены на рис. 1.42, *б*. Материал рупора – **Металлы/ГОСТ/Медь, сплав меди/Медь/МЗ ГОСТ 859-2001**.

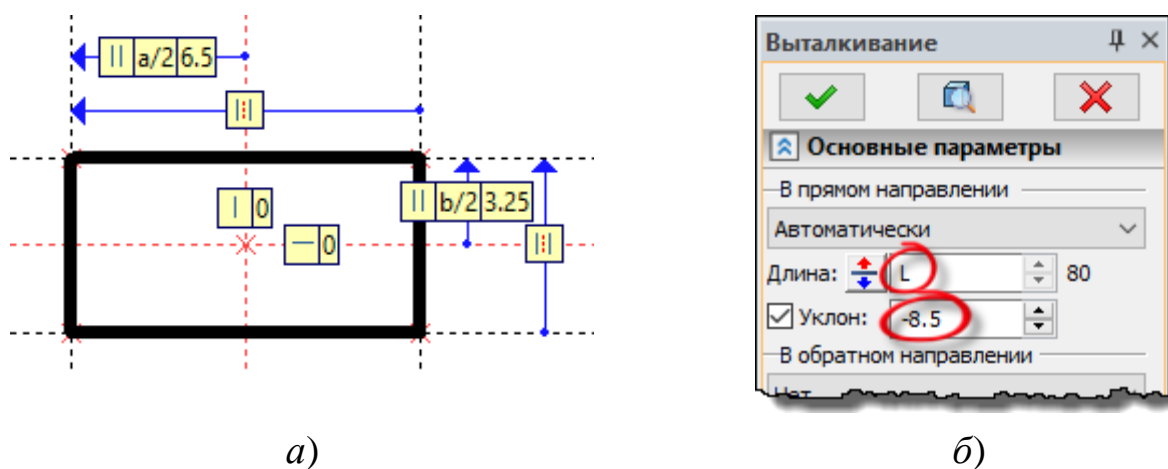



Рис. 1.42 – Выталкивание с уклоном: *а* – построения; *б* – параметры

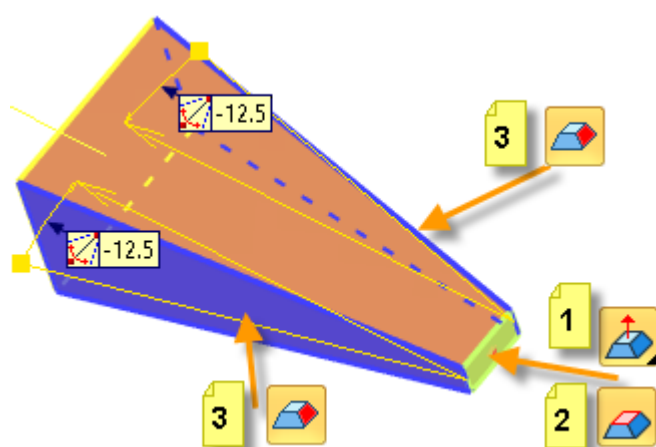
Поскольку в операции **Выталкивание** нельзя задать разный уклон для боковых граней, после получения тела необходимо изменить наклон

двух граней. Для этого используется команда ГМ: 3D Модель/Расширенные/Уклон  ▼ Уклон граней. После вызова команды выполняется следующая последовательность действий (рис. 1.43, а):

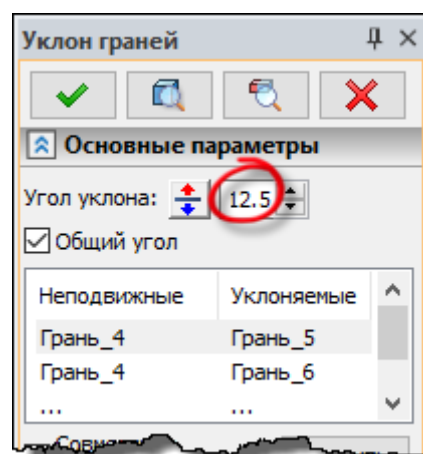
- 1) Выбор направления уклона. При выборе грани нормаль к ней будет использована для отсчета углов.
- 2) Выбор неподвижной грани.
- 3) Выбор уклоняемых граней.
- 4) Задание угла уклона (рис. 1.43, б).
- 5) Подтверждение выполнения команды.



На рис.1.43, а показаны иконки **Автоменю**, отвечающие за выполнение соответствующих действий. В ходе выполнения последовательности действий переключение опций происходит автоматически.




а)



б)


Рис. 1.43 – Изменение наклона граней: а – порядок действий; б – параметры

Чтобы из монолитного тела получить листовой металл, надо воспользоваться командой ГМ: 3D Модель/Специальные/Листовой металл ▼  **Преобразование тела в лист**.

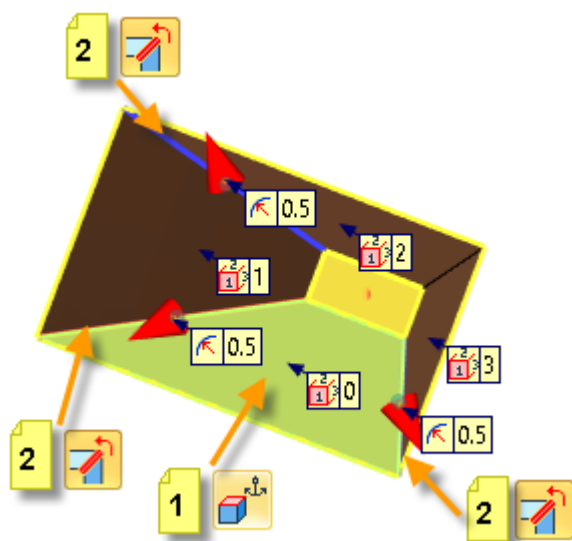
После вызова команды выполняется следующая последовательность действий (рис. 1.44, а):

- 1) Выбор неподвижной грани.
- 2) Выбор ребер для сгиба.
- 3) Настройка параметров (рис. 1.44, б).
- 4) Подтверждение выполнения команды.

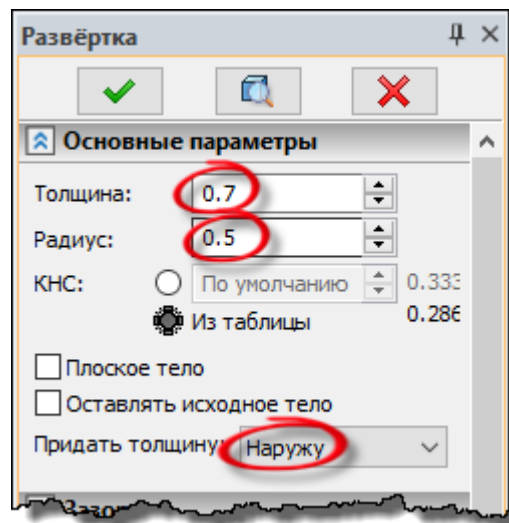


При выполнении команды кнопка **Автоменю**  (**Гибка результата**) должна быть отключена (не иметь подсветки). Это необходимо, потому что развернутое тело потребуется

для нанесения изображения развертки при создании чертежа детали.



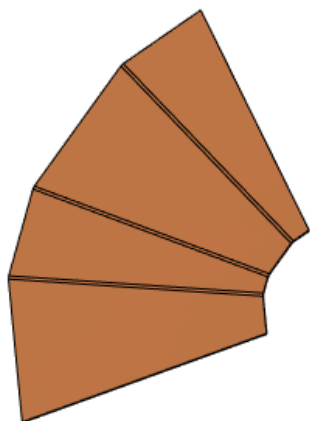
а)



б)

Рис. 1.44 – Преобразование в листовой металл: а – порядок действий; б – параметры

Результат предыдущей операции показан на рис. 1.45, а. Команда ГМ: 3D Модель/Специальные/Листовой металл ▼ Повторная гибка производит сгибание развертки.



а)



б)

Рис. 1.45 – Развертка рупора и повторная гибка: а – развертка; б – отклонение от плоскости торца рупора

Из-за того, что боковые грани расходятся под углом, торец рупора получился неплоским, что видно из рис. 1.45, б. Для устранения этого недостатка торец надо подрезать. Для этого на той же рабочей плоскости,

с которой мы начинали создание рупора (это была плоскость **Вид слева**), надо создать окружность, показанную на рис. 1.46, *а*. Полученный 3D профиль выталкивается в сторону от тела с включенной опцией **Вычитание**.

Для привязки рупора при выполнении сборки, на той же плоскости создайте 3D узел, показанный на рис.1.46, *а*. К нему надо привязать локальную систему координат.

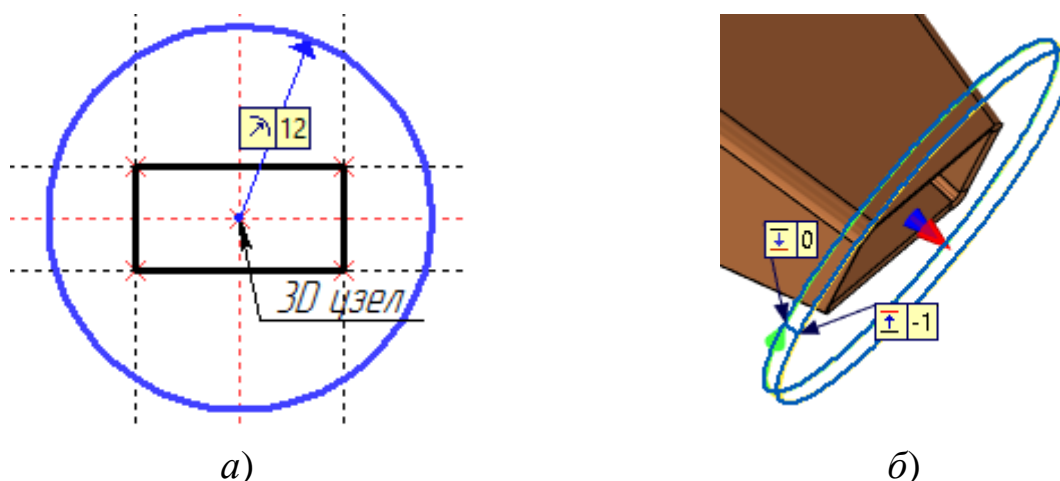



Рис. 1.46 – Подрезка торца: *а* – порядок действий; *б* – параметры

Осталось смоделировать соединение пайкой в месте стыковки граней рупора (рис. 1.47). Для этого воспользуемся командой **ГМ: Сборка/Сборка/Сварной шов** .

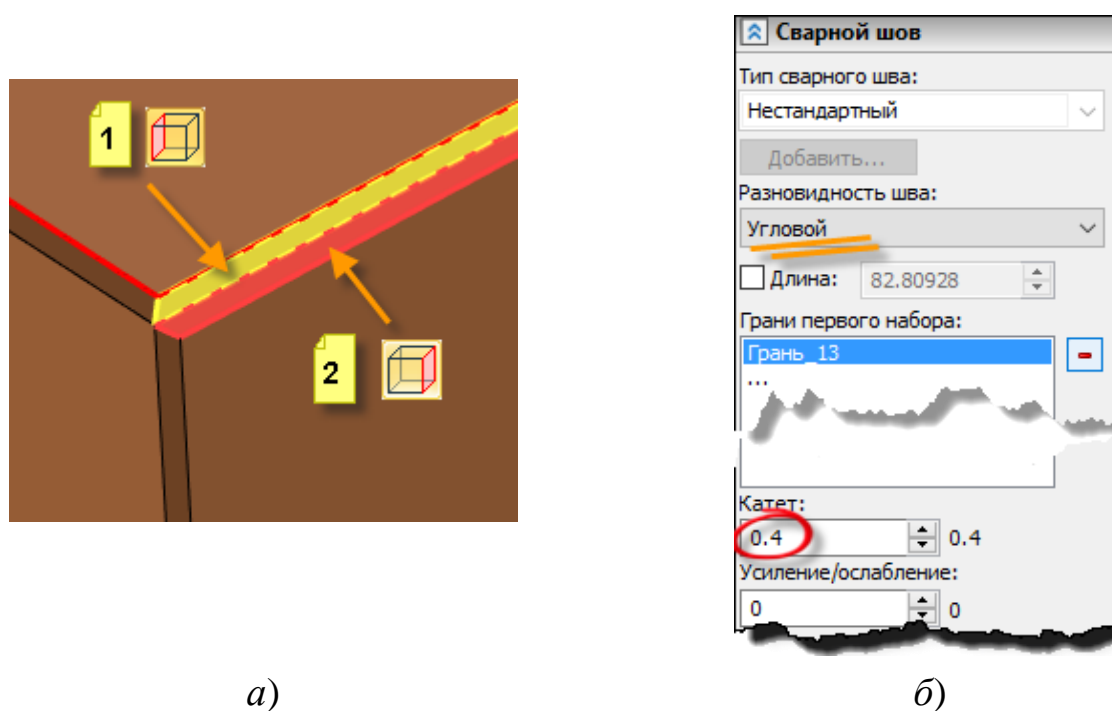


Рис. 1.47 – Модель паяного шва: *а* – порядок действий; *б* – параметры

После вызова команды выполняется следующая последовательность действий (рис. 1.47, а):

- 1) Выбор грани первого набора.
- 2) Выбор грани второго набора.
- 3) Настройка параметров (рис. 1.47, б).
- 4) Подтверждение выполнения команды.



В данной команде опции необходимо переключать принудительно. Это связано с тем, что как в первом, так и во втором наборе может быть по несколько граней.

Нанесите покрытия:

- на внутреннюю поверхность – **Серебро матовое**;
- на наружную и торец в широкой части рупора – **Краска голубая (матовый)**.



В структуру изделия занесите наименование **Рупор** и обозначение **ИРИТ. 757841. 001**.

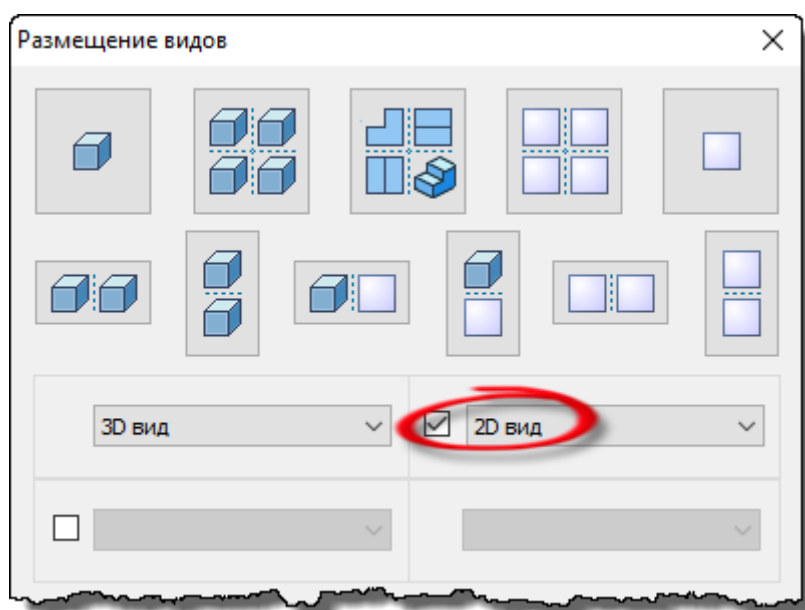
1.5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №1

- 1 Создание 3D объектов с использованием примитивов.
- 2 Использование переменных для управления параметрами объектов.
- 3 3D профиль и его построение.
- 4 Линии построения и соотношения между ними.
- 5 Нанесение линий изображения. Их свойства.
- 6 Получение тел операцией Выталкивание.
- 7 Булевы операции: сложение, вычитание, пересечение.
- 8 Выполнение фасок и скруглений.
- 9 Преобразование тела в листовую металл.
- 10 Данные для структуры изделия.

2 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ

2.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СОЗДАНИИ ЧЕРТЕЖЕЙ В СИСТЕМЕ T-FLEX

Для создания чертежа надо открыть окно 2D вида. Проще всего это сделать, нажав кнопку , расположенную в левом нижнем углу 3D окна. Также можно воспользоваться кнопкой **Вид:** , открывающей диалоговое окно управления видами, показанное на рис. 2.1, а. В 2D окне серой рамкой обозначены границы листа чертежа (рис. 2.1, б).





а)




б)


Рис. 2.1 – Диалоговое окно управления видами (а) и границы листа (б)



Для работы с 2D окном надо перейти в него, используя .

Формат листа задается по кнопке **Вид:** . Размер листа можно выбрать из списка. Если требуется больше настроек, например, надо сменить ориентацию листа, надо выбрать в списке пункт **Другой...**

Масштаб листа выбирается из списка, открывающегося по кнопке **Вид:** .

Любой чертеж имеет общие элементы оформления, показанные на рис. 2.2.

Основная надпись и рамка чертежа размещается по команде **ГМ:** **Оформление/Основная надпись/Создать** . Создаваемая основная


Технические требования создаются по команде ГМ: **Оформление/Тех. требования/Создать** . При этом создается параграф текста, привязанный к основной надписи и имеющий настройки, требуемые для ввода технических требований. Текст технических требований пользователь должен ввести самостоятельно. Создание технических требований заканчивается подтверждением кнопкой .

The image shows a technical drawing of a mechanical part with several callouts pointing to specific features:

- Неуказанная шероховатость** (Unspecified surface roughness): Points to a circular feature on the top surface of the part.
- Рамка** (Frame): Points to the rectangular frame surrounding the drawing.
- Технические требования** (Technical requirements): Points to a list of requirements below the drawing.
- Основная надпись** (Main title block): Points to the bottom section of the drawing containing the title and other information.

Technical Drawing Details:

- Top View:** Shows a cylindrical part with a diameter of $\varnothing 5 \times 45$. The total length is 15. The distance from the left end to the start of the cylindrical section is 10. The distance from the end of the cylindrical section to the right end is 5. The distance from the left end to the center of the cylindrical section is 10. The distance from the center of the cylindrical section to the right end is 5.
- Bottom View:** Shows a cross-section of the part with a diameter of $\varnothing 5$ and a length of 4.
- Technical Requirements:**
 - Покрытие поверхности B Cr6. Плотность покрытия 0.4 см^2 .
 - Н14, Н14, Н14/2.
 - Остальные технические требования по ГОСТ 10.070.01.
- Main Title Block:**
 - ИРМТ 715513.002
 - Контракт
 - Лист 1 из 1
 - Масштаб 1:1
 - Дата 2019 г.
 - Исполнитель 101
 - Проверка 101
 - Утверждение 101
 - Исполнитель 101
 - Проверка 101
 - Утверждение 101

 Наносить элементы оформления можно на любом этапе создания чертежа. Однако удобнее это сделать в самом начале, поскольку при компоновке чертежа будут видны возможные границы для расположения изображений.

Поля основной надписи показаны на рис. 2.3, а пояснения по их заполнению приведены в таблице 2.1.

					ИРИТ.715513.002 1			
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Контакт 2	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Студент					У 4	0.79 г 5	10: 6
Проб.	Петров В.					Лист	Листов	1
Т.контр.								
Н. контр.					Л63 ГОСТ 15527-70 3	НГТУ, ИРИТ, гр. 15-Т 7		
Утв.								


Рис. 2.3 – Поля основной надписи

Таблица 2.1 – Содержание полей основной надписи

Номер	Наименование	Комментарий
1	Обозначение документа	Заполняется автоматически из структуры изделия
2	Наименование	Заполняется автоматически из структуры изделия
3	Обозначение материала	Заполняется пользователем. Может быть задано автоматически, если в списке материалов в дереве модели задать материал, как основной.
4	Литера	Выбирается из списка. Для учебных проектов литера У
5	Масса	Заполняется автоматически, если есть трехмерные объекты (размерность, кг)
6	Масштаб	Заполняется автоматически
7	Сведения о предприятии	Заполняется пользователем
1) Автоматическое заполнение обеспечивается за счет связи полей со служебными переменными.		
2) Любое из полей может быть вручную заполнено пользователем.		

Многие из полей основной надписи допускают составление списков значений (команды контекстного меню **Добавить значение в список** и **Редактировать список**). Эти списки хранятся отдельно от текущего документа и доступны в любом сеансе работы с T-Flex.


Обозначения материалов и часто используемые формулировки пунктов технических требований можно вставить в документ из **Словаря**, вызвать который при вводе текстовой информации можно через контекстное меню.

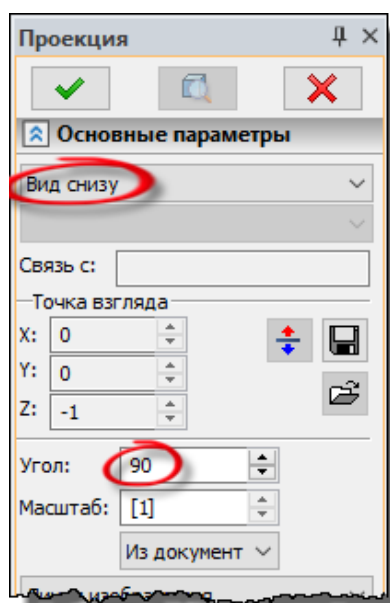
Проекции детали на поле чертежа располагают по команде **ГМ: Чертеж/Проекция** . Удобно сначала расположить одну из проекций (глав-

ный вид), а потом, относительно нее – остальные. Для этого из списка выбирается плоскость проецирования и, при необходимости, угол поворота (рис. 2.4, а). Масштаб проекции обычно определяется масштабом листа.

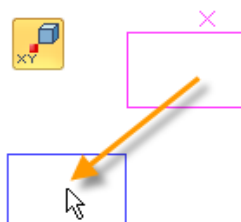
И В качестве главного вида выбирают проекцию, дающую наиболее полное представление о форме и размерах изделия. Если деталь обрабатывается на определенном виде станков, например, на токарном - на главном виде ее ориентация должна соответствовать положению при обработке.

И Перед созданием проекции, рассматривая модель в 3D окне, определитесь, на какую из плоскостей должен проецироваться главный вид и требуется ли его поворот.

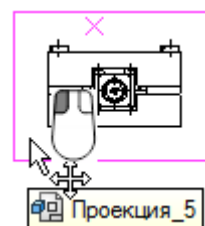
Положение проекции отображается на поле чертежа габаритной рамкой. Для изменения положения проекции надо включить опцию **Автоматически**:  и переместить рамку в требуемое место листа (рис. 2.4, б). После подтверждения произойдет прорисовка проекции.



а)



б)



в)

Рис. 2.4 – Проекция: а – параметры; б – изменение положения при создании; в – изменение положения после выхода из команды

Не выходя из команды можно создать новую проекцию, выбрав ранее созданную. При перемещении появившейся габаритной рамки будет создана проекция, направление взгляда на которую определяется направлением перемещения, как показано на рис. 2.5.

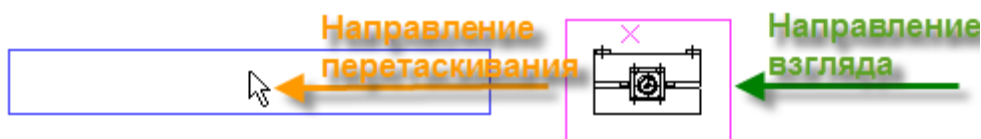





Рис. 2.5 – Размеры ЧИП элементов

Перемещать проекции после завершения команды можно перетаскиванием мышью, когда при указании вблизи границ проекции появится значок со стрелками (рис. 2.4, в). При этом если изменяется положение главного вида, синхронно будут перемещены и остальные проекции.

По умолчанию, относительное перемещение проекций ограничено сохранением проекционных связей. При создании или редактировании проекции (**КМ: Проекция/Редактировать проекцию**) можно разорвать проекционную связь кнопкой **Автоменю:** . После этого проекция будет свободно перемещаться по полю чертежа.



Не забудьте, что в этом случае надо нанести на чертеж обозначения, поясняющие связь проекций (обозначение вида и направления взгляда).

Для создания разреза надо предварительно по команде **ГМ: Чертеж/Оформление/**  **Обозначение вида** нанести обозначение сечения (**Автоменю:** ). Дальнейшие действия поясняются рис. 2.6.

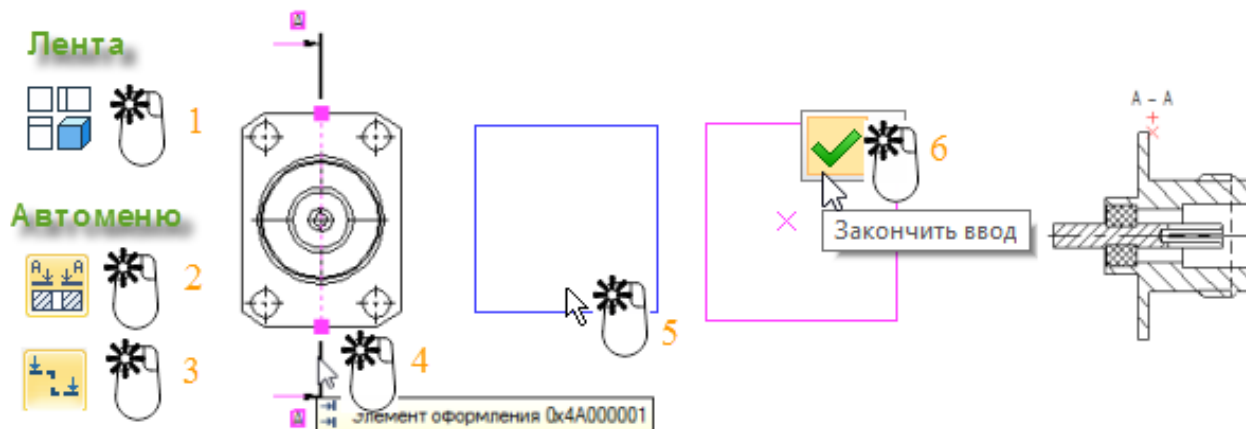



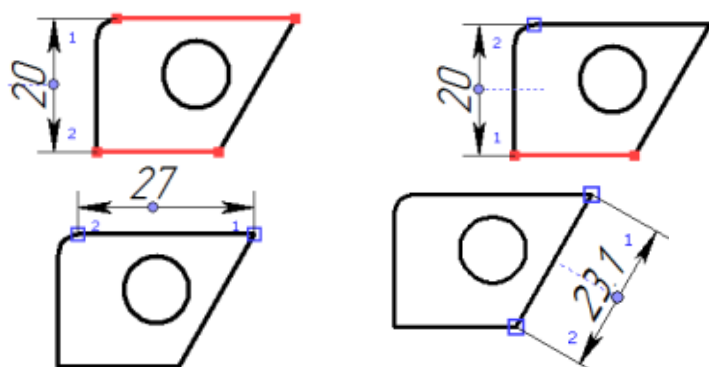
Рис. 2.6 – Создание разреза



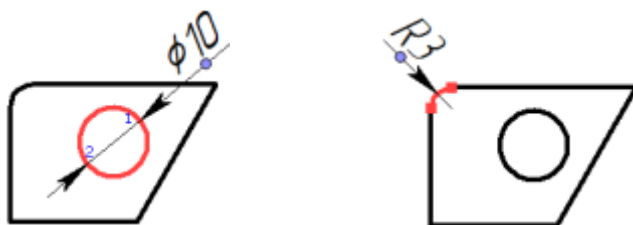
Обозначение сечения должно быть привязано к проекции (либо к характерным точкам, либо к дополнительным построениям). Если этого не сделать, обозначение не будет перемещаться вместе с проекцией при ее редактировании.

На чертежах деталей проставляются размеры, необходимые для их изготовления.

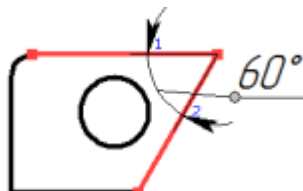
Для простановки размеров используется команда ГМ: **Чертеж/Оформление/Размер** . Вид наносимого размера определяется выбором элементов чертежа (рис. 2.7, а-в).



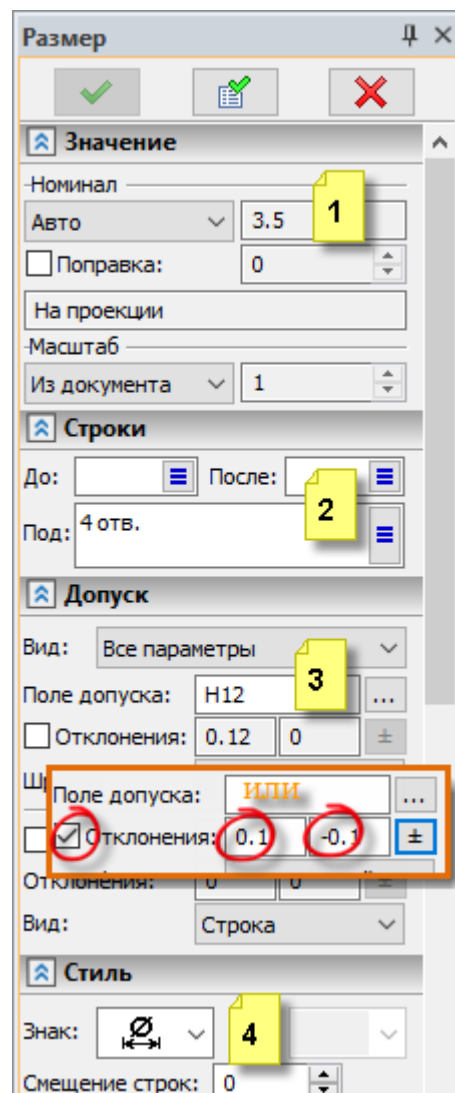
а)



б)



в)




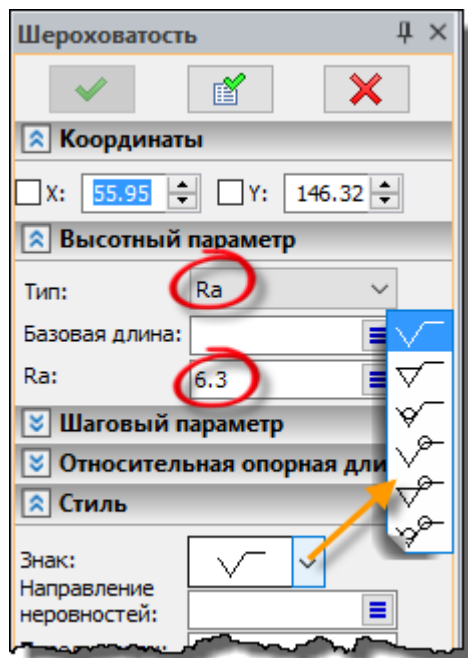
г)

Рис. 2.7 – Простановка размеров: а – линейных; б – диаметральных и радиальных; в – угловых; г – параметры размера

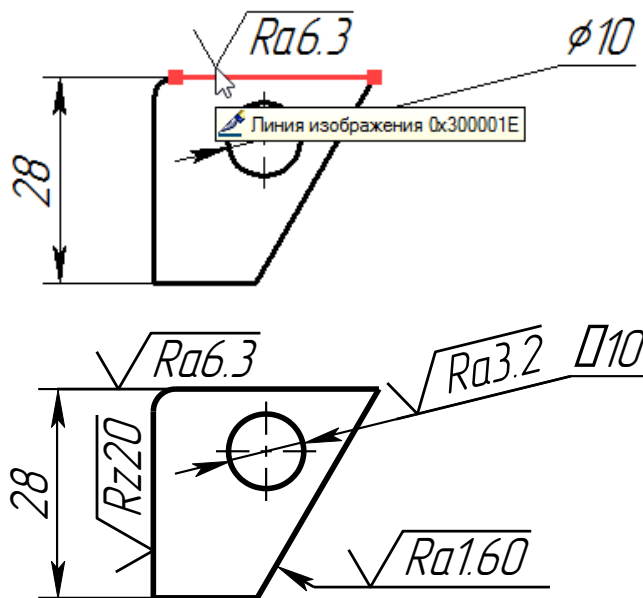
Окно параметров размера показано на рис. 2.7, г. Значение размера (1) считывается с чертежа с учетом установленного масштаба. Размерное число может быть дополнено строками текста (2). Поля для ввода строк снабжены редактируемыми списками, содержащими часто используемые значения. Предельные отклонения размеров (3) задаются либо указанием обозначения поля допуска, либо – вводом численных значений (для нестандартных отклонений). При необходимости можно установить или сменить знак перед размером (4). Для той же цели можно воспользоваться

кнопкой <D>, нажатия на которую последовательно перебирают возможные знаки.

Обозначения шероховатости наносятся по команде ГМ: **Чертеж/Оформление/Шероховатость** . Ввод параметров и нанесение обозначения поясняется рис. 2.8.



а)



б)

Рис. 2.8 – Обозначение шероховатости: а – параметры; б – привязка и примеры нанесения

Оформление чертежей должно соответствовать требованиям, изложенным в стандартах ЕСКД [13-21].

2.2 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Получение навыков по оформлению чертежей деталей, созданию проекций, разрезов и сечений, простановке размеров и шероховатостей поверхностей.



Перед выполнением работы следует ознакомиться со следующими элементами системы:

- 1) Элементы оформления чертежа
- 2) Создание проекций 3D объектов.
- 3) Разрезы и сечения.
- 4) Простановка размеров.
- 5) Нанесение обозначений шероховатости.

Работа рассчитана на выполнение в течение 4 академических часов.

2.3 ЗАДАНИЕ

В данной лабораторной работе будут оформлены чертежи деталей, 3D модели которых были созданы на предыдущих занятиях.

Основными задачами, решаемыми в ходе работы, являются:

- нанесение общих элементов оформления чертежа;
- создание необходимых проекций и разрезов;
- нанесение размеров с указанием о точности их выполнения;
- простановка обозначений шероховатости поверхностей.

При выполнении работы следует придерживаться изложенной ниже методики решения типовой задачи.



2.4 РЕШЕНИЕ ТИПОВОЙ ЗАДАЧИ

2.4.1 НАЧАЛО РАБОТЫ


Как должны выглядеть создаваемые чертежи, можно увидеть в Приложениях А-Е. Руководствуясь приведенными там изображениями и сведениями из подраздела 2.1, постарайтесь оформить чертежи самостоятельно. Далее будут рассмотрены особенности некоторых чертежей, не отраженные в подразделе 2.1.

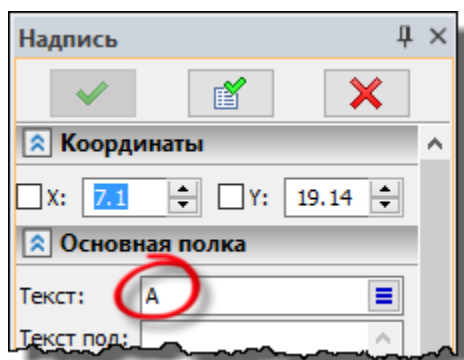
2.4.2 ДЕРЖАТЕЛЬ ДИОДА

Чертеж показан в Приложении А.

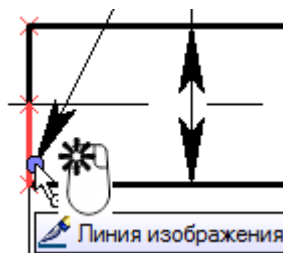
Обозначение поверхности А, на которую наносится покрытие, создается с использованием команды ГМ: **Чертеж/Оформление/Надпись** . Текст на полке задается в параметрах команды (рис. 2.9, а). Положение линии выноски определяется двумя точками, которые могут быть заданы как в свободных координатах, так и с привязкой к элементам чертежа (узлам, линиям, размерам). Чтобы при редактировании чертежа обозначение поверхности перемещалось вместе с проекцией, начало выноски привяжем к линии изображения (рис. 2.9, б). Далее задается смещение вдоль линии относительно выбранной точки (рис. 2.9, в). Направление полки с надписью можно изменить с шагом 90° командой **Автоменю:** , либо нажатием <Z> (рис. 2.9, г). После фиксации второй точки команду можно завершить (рис. 2.9, д, е).



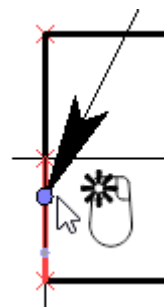
По умолчанию включена опция Автоменю:  (Привязка к стрелке), обеспечивающая сохранение взаимного расположения первой и второй точек выноски при перемещении надписи.



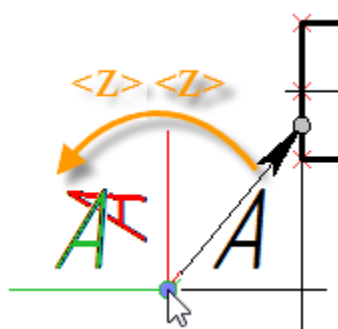
а)



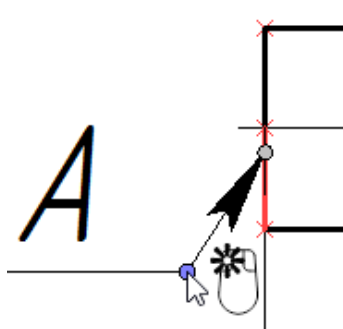
б)



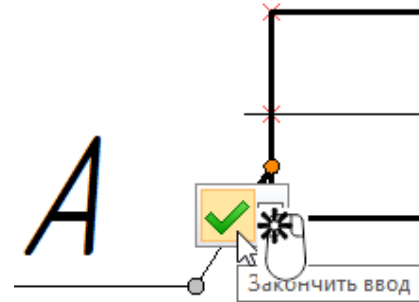
в)



г)






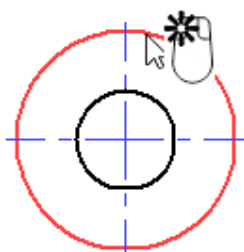
д)



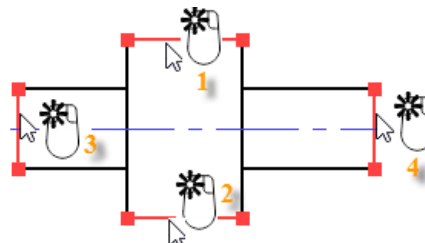
е)

Рис. 2.9 – Нанесение надписи: а – параметры; б – привязка к линии; в – задание смещения; г – поворот полки; д – фиксация положения полки; е – завершение команды

При создании проекций система самостоятельно пытается провести требуемые осевые линии. Если ей это не удалось, надо воспользоваться командой ГМ: **Чертеж/Чертеж/Оси** . Для нанесения осевых линий на окружности используется опция Автоменю:  (Две оси окружности), а осей симметрии между прямыми - Автоменю:  (Создать ось двух линий). Алгоритм нанесения осевых линий показан на рис. 2.10.



а)







б)


Рис. 2.10 – Создание осевых линий: а – на окружностях; б – между прямыми линиями

При создании оси между прямыми шагами 3 и 4 являются опционными и служат для указания длины осевой. Если длину задавать не требуется, команду можно закончить после шага 2 или 3.

2.4.3 КОНТАКТ

Чертеж показан в Приложении Б.

На этом чертеже вид А создан как **Вид по стрелке**. Сначала, в команде ГМ: Чертеж/Оформление/  **Обозначение вида** наносится обозначение вида (опция Автоменю:  (**Создать вид по стрелке**)). Кнопка <Z> изменяет ориентацию стрелки. Сам вид создается по команде ГМ: Чертеж/Проекция  выбором нанесенного обозначения. Чтобы расположить вид в произвольном месте чертежа, нажмите кнопку Автоменю:  (**Установить/разорвать проекционную связь**).

На чертеже контакта одна из надписей должна иметь две выноски. Сначала наносится первая надпись, как и в предыдущем чертеже. Но, до подтверждения команды нажимается <Пробел> или кнопка Автоменю:  (**Добавить стрелку**). Появившаяся стрелка одним концом привязывается к линии изображения, а другим – к полке существующей надписи (рис. 2.11, а). На выносных линиях появятся маркеры в виде зеленых кружков. Их можно использовать для создания изломов, как показано на рис. 2.11, б и в. Теперь команду можно закончить.

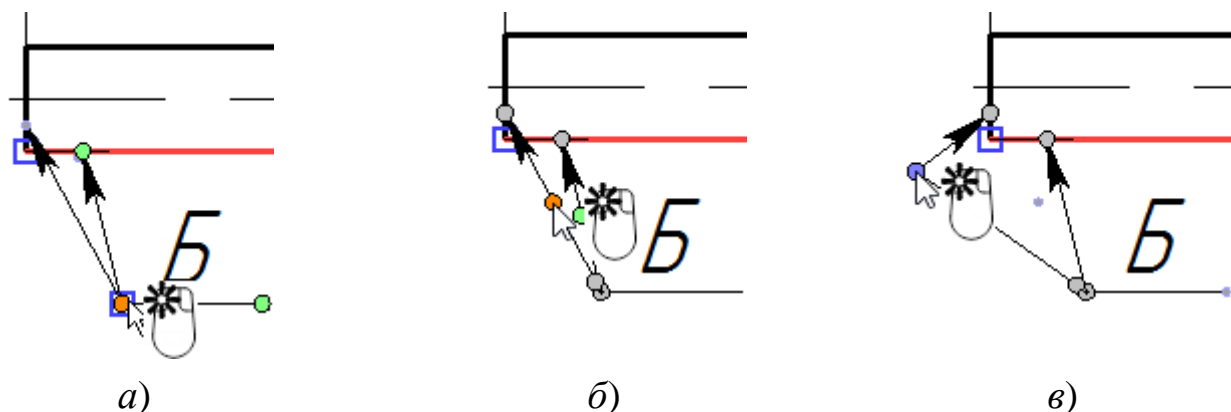



Рис. 2.11 – Надпись с двумя выносными линиями: а – добавление выносной линии; б – выбор точки перегиба; в – установка точки перегиба

В том случае, когда размер наносится внутри контура детали, необходимо очистить фон под размерной линией и текстом (рис. 2.12, а). Требуемые для этого настройки показаны на рис. 2.12, б и в. Диалоговое окно параметров открывается по кнопке Автоменю: .

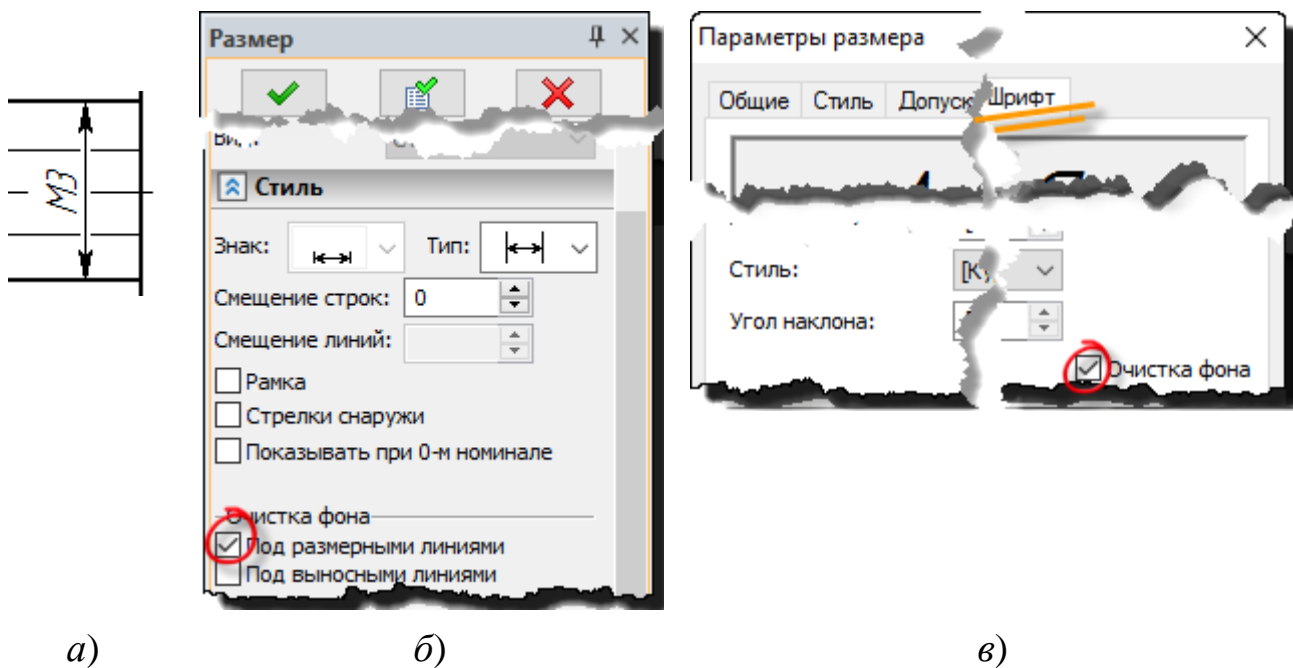


Рис. 2.12 – Очистка фона: а – пример; б – настройки в служебном окне параметров команды; в – настройки в диалоговом окне параметров

2.4.4 ШАЙБА

Чертеж показан в Приложении В.

Таблица на этом чертеже создается в команде ГМ: **Чертеж/Оформление/Таблица** . После вызова команды, указания положения и задания параметров (рис. 2.13, а) появляется изображение таблицы. Для управления ее положением используются манипуляторы, показанные на (рис. 2.13, б). Работа с таблицей ничем не отличается от соответствующих действий в MS Word. Все необходимые опции содержатся в разделе ГМ: **Текст**, который появляется в ленте после создания таблицы.

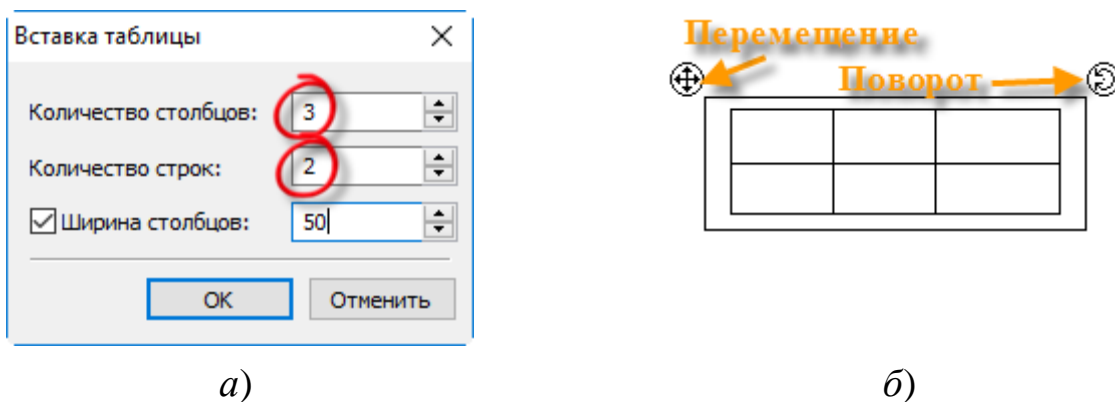



Рис. 2.13 – Таблица: а – параметры; б – манипуляторы

Обозначение шероховатости  указывается для поверхностей, не обрабатываемых по данному чертежу. Для его простановки надо выбрать соответствующее изображение в поле **Знак** раздела **Стиль** окна параметров.

2.4.5 КЛИН

Чертеж показан в Приложении Г.

При размещении разреза потребуется выполнить дополнительные действия: повернуть проекцию и заменить тип некоторых линий. Угол поворота можно будет ввести в параметрах проекции после разрыва проекционных связей (рис. 2.14, а). После размещения проекции основные линии, показанные на рис. 2.14, б красным цветом, надо будет заменить на волнистые. Замену можно производить как для каждого отрезка по отдельности, так и для всех сразу, предварительно выделив их. Параметры волнистой линии задайте в соответствии с рис. 2.14, в.

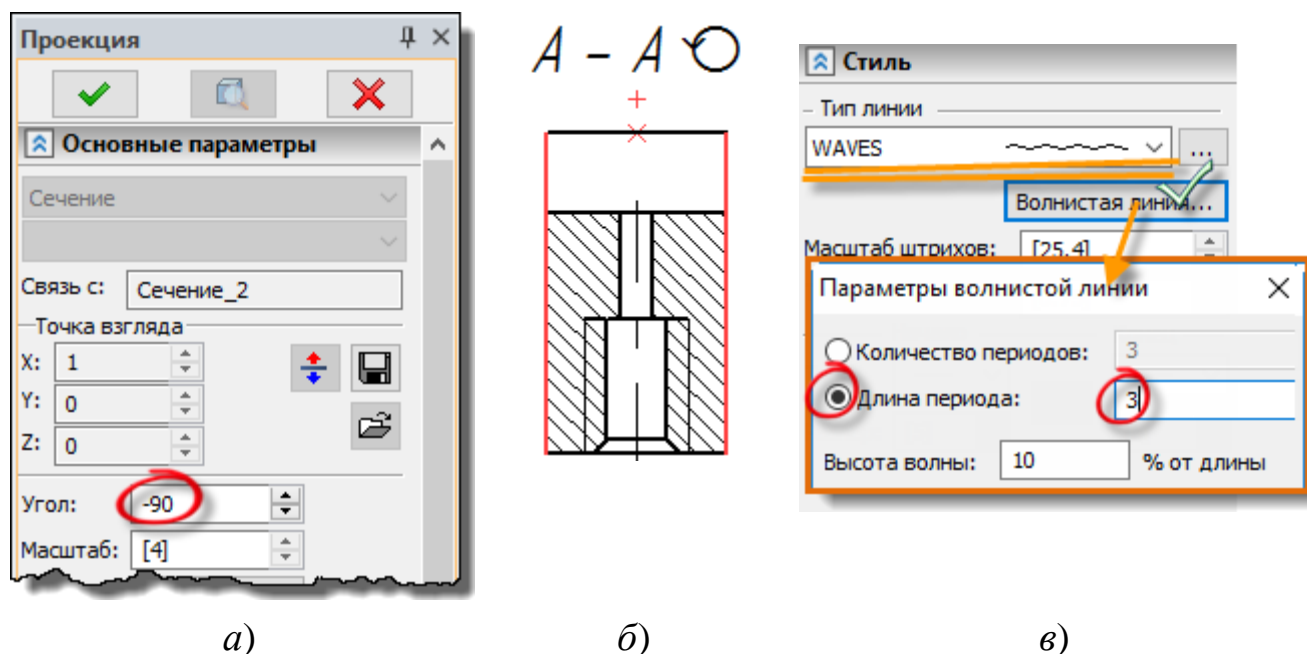



Рис. 2.14 – Разрез: а – поворот; б – линии (выделены красным) для замены на волнистые; в – параметры волнистых линий

Чтобы вставить в чертеж трехмерное изображение, сначала в 3D окне разместите модель в требуемой ориентации и по кнопке **Вид:**  (**Параметры 3D вида**) сохраните данные об этой ориентации (рис. 2.15, а). При создании проекции выберете **Произвольный вид** и загрузите сохраненную ориентацию (рис. 2.15, б). Далее проекция размещается, как было описано выше. Возможно, придется изменить масштаб, чтобы изображение поместилось на чертеже.

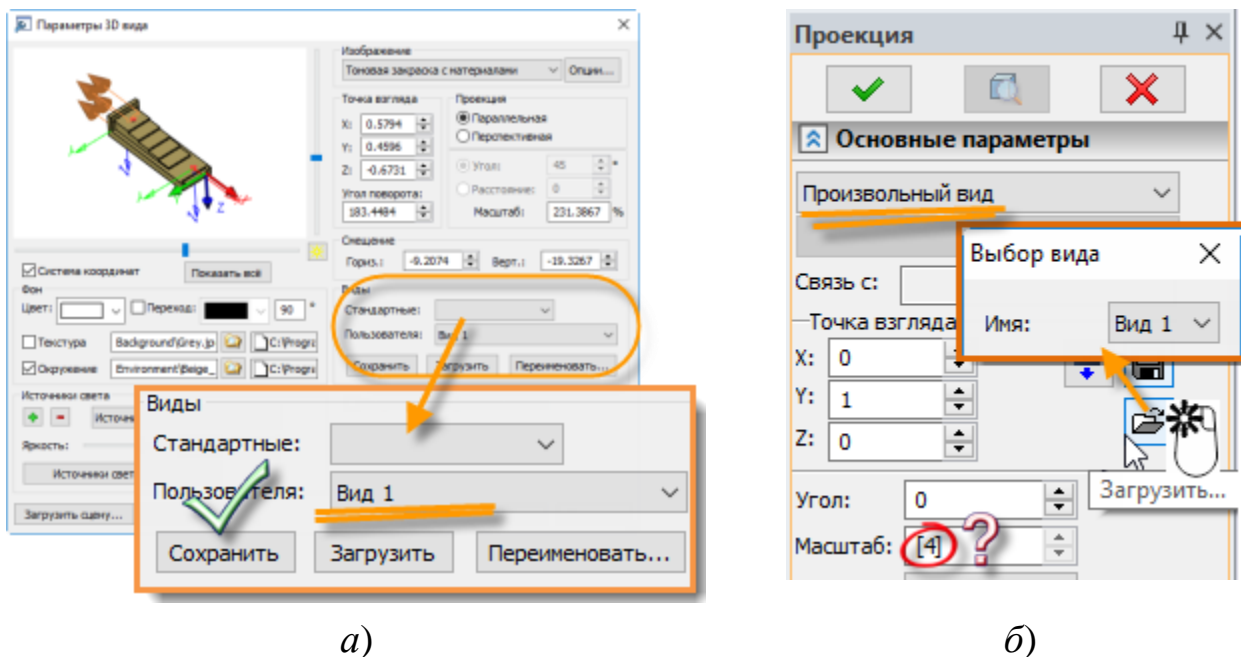





Рис. 2.15 – Трехмерное изображение на чертеже: *а* – сохранение сведений об ориентации модели; *б* – параметры проекции

При простановке размеров клина от общей базы используется опция **Автоменю:**  (**Простановка размеров от одной базы**). Сначала выбирается база. Это обязательно прямая линия изображения или построения, перпендикулярно которой будет строиться размерная линия. Затем последовательно выбирают границы размеров. Положение размерной линии задается после подтверждения окончания выбора . Чтобы близко расположенные размерные числа не перекрывали друг друга, включите опцию **Автоменю:**  (**Режим автокоррекции расположения**).

2.4.6 КОРПУС


Особенностей не имеет.

2.4.7 РУПОР

Чертеж показан в Приложении Е.

Особенностью данного чертежа является развертка согнутого из листа рупора. Чтобы ее получить, надо вернуться к созданию листового тела. Для этого используется команда **КМ: Откатить модель**, вызванная для операции **Преобразовать в листовый металл** (рис. 2.16).

Поскольку листовое тело не параллельно ни одной из стандартных рабочих плоскостей, для задания направления проецирования будет использоваться его грань, которая выбирается первым шагом при выполнении команды **ГМ: Чертеж/Проекция** (рис. 2.17, *а*). При этом в параметры

операции автоматически будут занесены данные, показанные на рис. 2.17, б (номер грани может быть другой). Затем надо выбрать тело для проецирования, используя опцию Автоменю:  (Выбрать элементы модели для проецирования). Расположив проекцию на поле чертежа, подтвердите ее создание.



Выбирать объект проецирования в данном случае надо обязательно. В противном случае будет создана проекция всей 3D сцены и, после завершения отката и пересчете модели, она будет свернута в рулор.

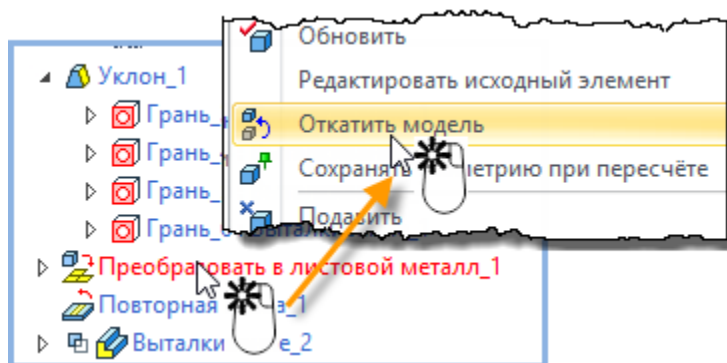


Рис. 2.16 – Откат модели

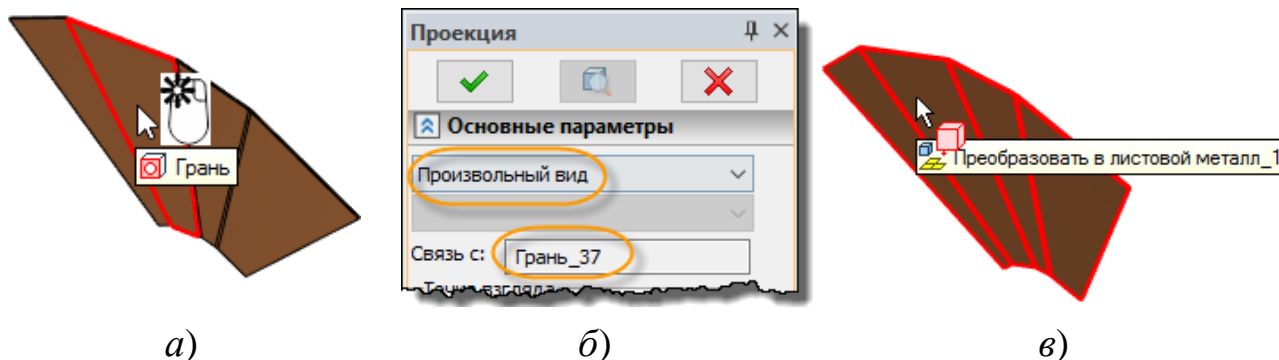


Рис. 2.17 – Создание проекции: а – выбор плоскости проецирования; б – информация о виде проекции; в – выбор операции для проецирования

После создания проекции надо завершить откат, используя соответствующий пункт контекстного меню дерева модели.

Полученная проекция показана на рис. 2.18, а. На ней неудобно проставлять размеры, так как нет линий, параллельных осям системы координат чертежа. Проекцию надо повернуть так, чтобы выделенная сиреневым цветом линия стала горизонтальной. Для определения требуемого угла поворота надо нанести горизонтальную линию построения, привязанную к указанному на рис. 2.18, а узлу и проставить угловой размер.

Скопировав из свойств размера значение угла, надо задать его, как угол поворота проекции в команде ее редактирования (2.18, б).

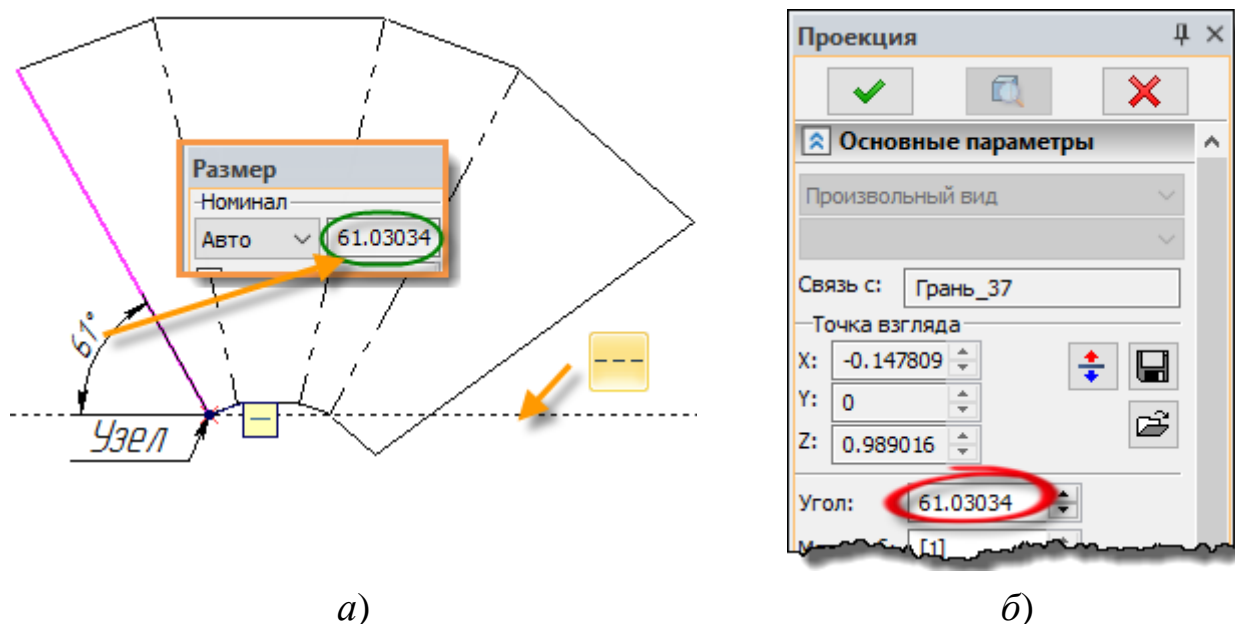


Рис. 2.18 – Поворот проекции: а – определение угла поворота; б – изменение параметров проекции

Над разверткой на чертеже надо указать знак \odot . Для этого воспользуйтесь командой ГМ: Чертеж/Текст **A**. Символ выбирается из таблицы (рис. 2.19), открываемой по команде КМ: Символ/Специальный. Для задания размера шрифта (7 мм) используется опция Автоменю: **A** (Установить шрифт).

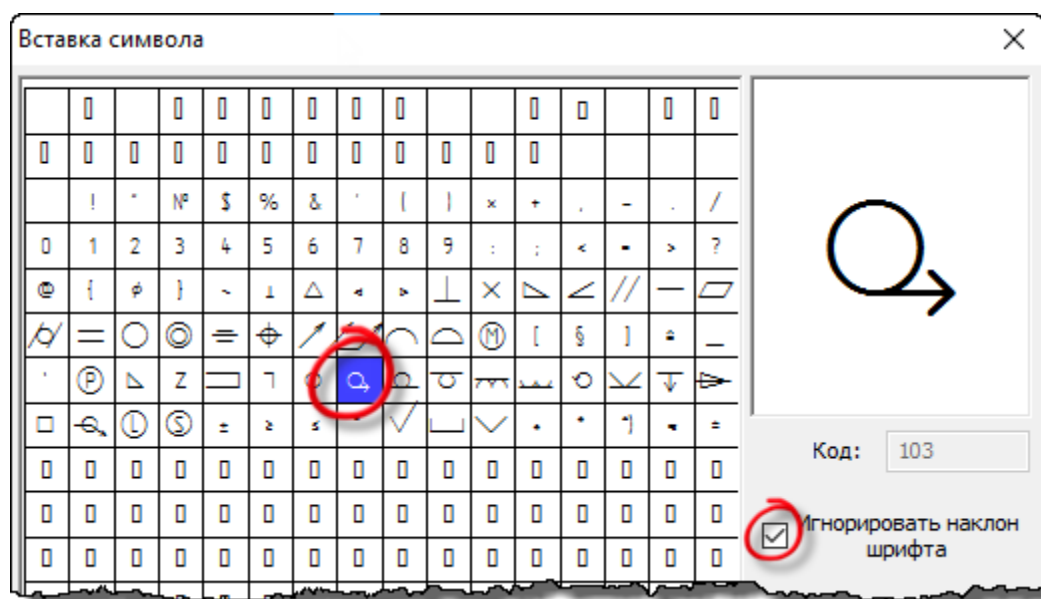



Рис. 2.19 – Выбор символа

Чтобы разместить на чертеже таблицу гибки, надо открыть **Структуру изделия** и создать новую структуру **Для таблицы гибов**, используя список в заголовке окна (рис. 2.20). Генерация таблицы гибов происходит после нажатия кнопки  (**Создать отчет по структуре изделия**) в заголовке окна и нажатии кнопки [Запустить] в открывшемся диалоговом окне. Осталось разместить таблицу на листе чертежа.

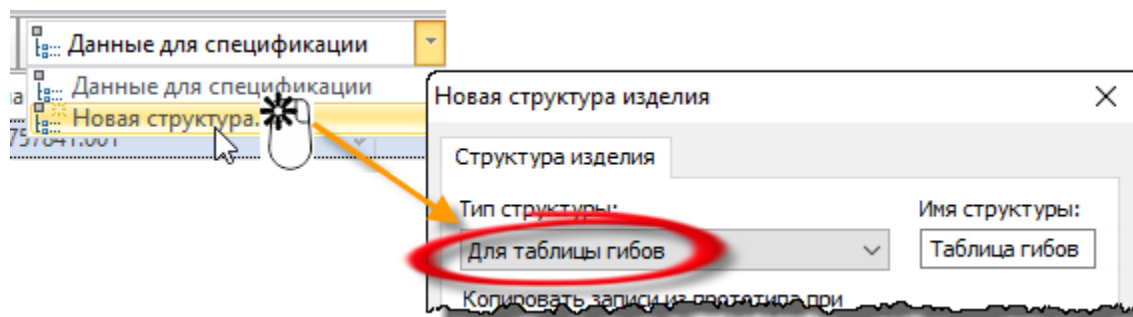

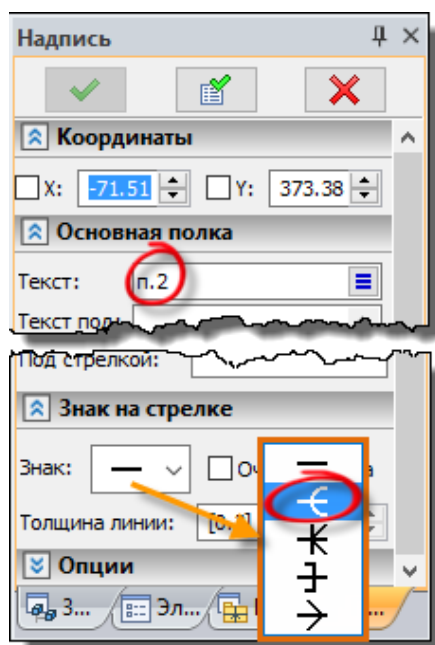


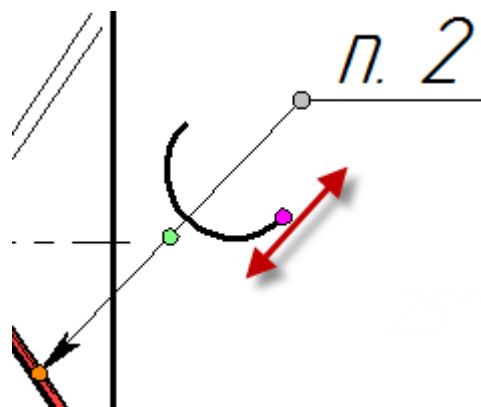
Рис. 2.20 – Создание новой структуры

Номера линийгиба проставляются по кнопке  (**Проставить позицию на чертеже**) окна структуры. При выделении строки в структуре изделия, соответствующая линиягиба подсвечивается на проекции и появляется обозначение, которое надо разместить на чертеже.

Обозначение пайки создается ранее использованной команде **Надпись**. Только в параметрах выбирается **Знак на полке** для паяного шва (рис. 2.21, а).



а)



б)

Рис. 2.21 – Обозначение пайки: а – выбор знака на выносной линии; б – маркер положения знака

В поле **Текст** дается ссылка на пункт технических требований, содержащий сведения о применяемом припое. Положение знака пайки можно изменить с помощью маркера, показанного на рис. 2.21, б.

2.5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №2

- 1 Общие элементы оформления чертежа.
- 2 Создание проекций 3D объектов.
- 3 Параметры проекций.
- 4 Разрезы, сечения и местные разрезы.
- 5 Управление расположением проекций на поле чертежа.
- 6 Простановка размеров (линейных, диаметральных, радиальных и угловых).
- 7 Цепочки размеров и размеры от общей базы.
- 8 Параметры размеров.
- 9 Обозначения шероховатостей.
- 10 Использование Словаря для заполнения технических требований и сведений о материале.

3 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3. РАЗРАБОТКА СБОРОЧНОЙ 3D МОДЕЛИ ДЕТЕКТОРА ПОЛЯ И СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА

3.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СОЗДАНИИ СБОРОЧНЫХ 3D МОДЕЛЕЙ В СИСТЕМЕ T-FLEX

3.1.1 СОЗДАНИЕ 3D СБОРОЧНЫХ МОДЕЛЕЙ



Сборочная 3D модель создается в новом файле путем вставки в него ранее созданных 3D моделей деталей и сборочных единиц (3D фрагментов). Для этого используется команда **ГМ: Сборка/Сборка/3D Фрагмент**



. При вставке фрагмента должны быть решены две задачи:


- обеспечение правильной взаимной ориентации 3D фрагментов;
- согласование их размеров.

Решение первой задачи осуществляется с помощью трех возможных действий (первое выполняется обязательно, остальные – при необходимости):

- 1) Привязка – совмещение систем координат фрагмента и сборки (локальных (ЛСК) или глобальных). ЛСК могут быть введены при создании фрагмента или созданы в процессе выполнения команды вставки фрагмента. Исходная ЛСК располагается на вставляемом 3D фрагменте и создается или выбирается по кнопке  **Автоменю** (рис. 3.1, а). При этом открывается окно с вставляемым фрагментом. После подтверждения выбора целевой ЛСК происходит возврат к окну сборки. Целевая ЛСК располагается в сборке и создается или выбирается по кнопке  **Автоменю** (рис. 3.1, а).
- 2) Повороты фрагмента относительно осей системы координат с шагом 90°. Выполняются нажатием кнопок **Автоменю**, показанных на рис. 3.1, а.
- 3) Произвольные перемещения и повороты фрагмента относительно исходного положения с использованием манипуляторов, показанных на рис. 3.1, б.

Манипуляторы в виде стрелок перемещают фрагмент вдоль осей системы координат, а в виде дуг - вращают вокруг этих осей. Перемещения могут выполняться либо на заданные расстояния или

углы, либо новое положение может быть задано привязкой к характерным элементам модели (3D узлам, вершинам, граням).

В первом случае манипулятор перетаскивается мышью. Во втором – манипулятор выбирается , а затем выбирается элемент для привязки.

Параметры перемещений заносятся в раздел **Преобразования** окна параметров операции (рис. 3.2). После выбора конкретного преобразования в списке, его можно изменить, задав новый объект привязки (рис. 3.2, а) или значение (рис. 3.2, б). Значение может быть задано в виде константы или переменной.



Рис. 3.1 – Позиционирование 3D фрагмента: а – команды Автоменю; б – манипуляторы

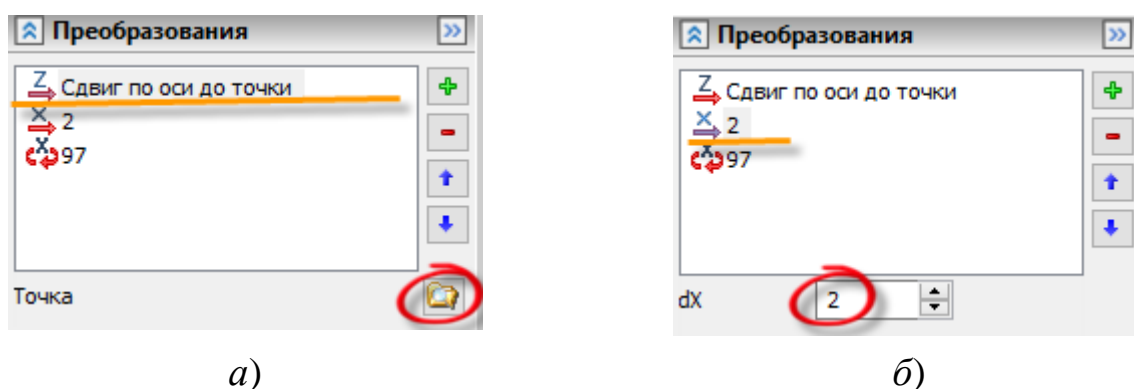


Рис. 3.2 – Раздел **Преобразования** в **Параметрах 3D фрагмента**: а – изменение элемента привязки преобразования; б – изменение численного значения смещения или угла

Вторая задача – согласование размеров решается изменением значений внешних переменных фрагментов. При вставке фрагмента в окне параметров или в плавающем окне отображаются список внешних пере-

менные фрагмента (рис 3.3). Поле **Выражение** содержит значения переменных, установленные при создании фрагмента. Эти значения можно изменить вводом констант или переменных. Использование одной переменной в разных фрагментах позволяет согласовать их размеры.

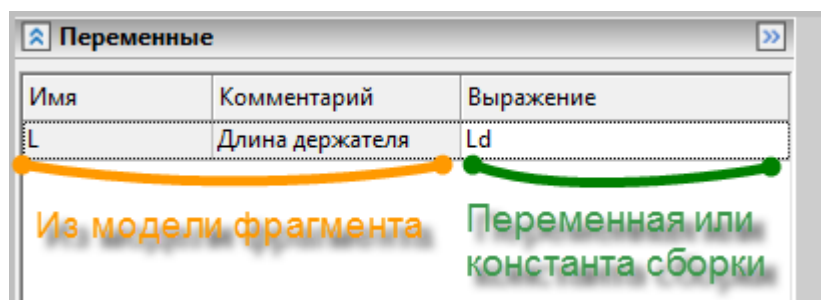


Рис. 3.3 – Раздел **Переменные** в **Параметрах 3D фрагмента**



В файл сборки помещаются не сами 3D модели деталей, а ссылки на содержащие их файлы. Поэтому, при переносе сборки, надо переносить и файлы деталей. Также нельзя их переименовывать.

3.1.2 СБОРОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ

В целом сборочные чертежи выполняются аналогично чертежам деталей. На них нужно расположить виды, разрезы и сечения, обеспечивающие видимость всех входящих в сборочную единицу деталей и позволяющие понять их взаимное расположение и способы соединения.

На сборочные чертежи наносятся следующие виды размеров: габаритные, установочные, присоединительные и выполняемые непосредственно при сборке.

На сборочный чертеж выпускается спецификация, содержащая информацию о составе изделия. В соответствии со спецификацией на сборочном чертеже проставляются позиционные обозначения. О создании спецификации и простановке позиций будет рассказано в ходе создания сборочного чертежа **Держатель диода в сборе**.

3.2 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Приобретение навыков создания 3D моделей сборочных единиц, ознакомление с использованием библиотек стандартных элементов, получение сборочных чертежей и спецификаций.



Перед выполнением работы следует ознакомиться со следующими элементами системы:

- 1) Системы координат: глобальная и локальные
- 2) Вставка 3D фрагментов
- 3) Управление положением 3D фрагмента
- 4) Создание проекций и разрезов
- 5) Создание спецификации



Работа рассчитана на выполнение в течение 4 академических часов.

3.3 ЗАДАНИЕ

В ходе работы студентом выполняется разработка двух сборочных моделей: держателя диода Приложение Ж и детектора поля Приложение К. Затем, для каждой сборки, готовится конструкторская документация (Сборочные чертежи и спецификации).


3.4 РЕШЕНИЕ ТИПОВОЙ ЗАДАЧИ




3.4.1 ДЕРЖАТЕЛЬ ДИОДА В СБОРЕ

Создайте новый документ (ГМ: Начало работы/Файлы/3D Сборка ). То же самое можно сделать, используя закладку ГМ: Файл или ПБД:  ▼ 3D Сборка. Сохраните файл с именем **СБ Держатель диода .grb** в папку **Прибор**.



Прототип 3D Сборка содержит настройки, необходимые для создания спецификации.

Для создания сборок используется команда ГМ: Сборка/Сборка/3D Фрагмент. По кнопке Автоменю:  (Выбрать файл) открывается диалог выбора файлов. Надо найти и открыть файл **Держатель диода .grb**. Поскольку это первый фрагмент в сборке, его расположение в пространстве может быть произвольным. Поэтому сразу можно подтвердить вставку фрагмента.

Вторым фрагментом данной сборочной единицы является **Диод .grb**. ЛСК на Диоде (1) и Держателе (2) создаются путем выбора круговых ребер (рис. 3.4, а). При этом начало систем помещается в центр кругового ребра. После привязки Диода, при необходимости, измените его ориентацию кнопками    Автоменю. Результат выполнения операции показан на рис. 3.4, б.

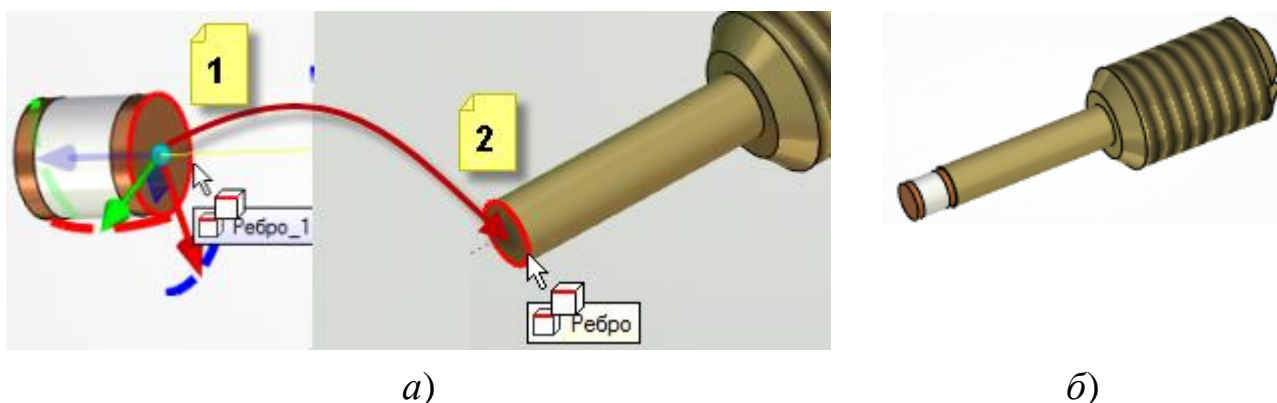
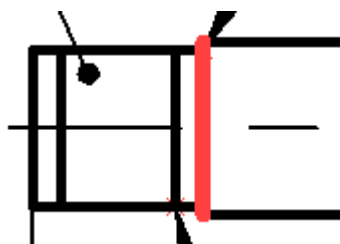


Рис. 3.4 – Сборка держателя диода: *а* – системы координат; *б* – результат

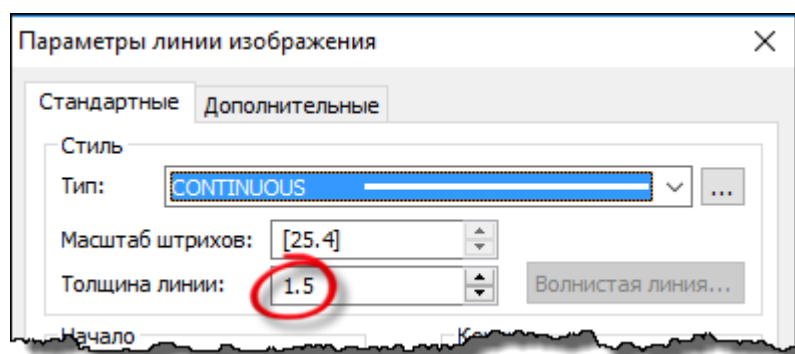
Сборочный чертеж приведен в Приложении Ж. Его создание не должно вызвать затруднений. Не забудьте только изменить толщину линии, соответствующей паяному шву (она должна быть в два раза толще основной линии), как показано на рис. 3.5.



Позиции деталей проставляются ПОСЛЕ создания спецификации.



а)



б)

Рис. 3.5 – Графическое изображение паяного шва: *а* – корректируемые линии; *б* – изменение толщины линии


Для создания спецификации сначала надо открыть окно **Структура изделия** (рис. 3.6). Если его содержание не соответствует показанному на рисунке, нажмите кнопку **Обновить** в заголовке этого окна. Предварительно надо выйти из выполняемых команд.



*Если и после этого обнаружится несоответствие, проверьте правильность заполнения **Структуры изделия** в файлах фрагментов, внесите необходимые изменения и сохраните эти файлы.*

Структура изделия							
Данные для спецификации				Спецификация			
Наименование	Обозначение	Количество	Покупное изделие	Позиция			Обновить
Держатель диода в сборе	ИРИТ.418219.001	1	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Сборочный чертеж	ИРИТ.418219.001 СБ		<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Держатель диода	ИРИТ.715513.001	1	<input type="checkbox"/>	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Диод 3A123A		1	<input checked="" type="checkbox"/>	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Рис. 3.6 – Структура изделия Держатель диода в сборе

Для создания спецификации по кнопке  (**Создать отчет по структуре изделия**) заголовка окна **Структуры изделия** вызывается диалоговое окно, показанное на рис. 3.7. После нажатия кнопки [Запустить] на новой странице документа будет сгенерирована спецификация. Она должна соответствовать Приложению И.

Создать отчет/спецификацию

Имя

Спецификация форма 1 ГОСТ 2.106-96

Спецификация форма 1 ГОСТ 2.106-96 для текущей страницы

Спецификация форма 1 ГОСТ 2.113-75

Спецификация форма 16 ГОСТ 2.113-75

Спецификация форма 2 ГОСТ 2.106-96

Спецификация форма 2 ГОСТ 2.113-75

Спецификация форма 3 ГОСТ 2.113-75

Спецификация форма 4а ГОСТ 2.113-75

Спецификация форма 7 ГОСТ 21.101-97

Спецификация форма 7 ГОСТ 21.101-97 для текущей страницы

Представление: Спецификация

Расположение: На новой странице

Состав отчета: Все записи структуры изделия


Формат имени спецификации: Спецификация / #... ст {#p}

использовать пропуск позиции

Запустить

Отмена

Рис. 3.7 – Окно параметров создания спецификации

Для простановки позиций надо нажать кнопку  (**Проставить позицию ...**) в заголовке окна **Структуры изделия**. После выбора строки в структуре изделия на чертеже будет подсвечен соответствующий фрагмент. Останется разместить выноску с позиционным обозначением.

3.4.2 ДЕТЕКТОР ПОЛЯ

3.4.2.1 Сборочная 3D модель

Создайте новый документ 3D Сборки и сохраните его в файл с именем **СВ Детектор поля.grb** в папку **Прибор**. Сборка выполняется в соответствии с Приложением К.

На рис 3.8 показана последовательность сборки основания детектора (цифры на выносках). Все исходные и целевые системы координат создаются на основе соответствующих круговых ребер фрагментов. Шайба 3 и гайка М3 берутся из библиотеки **Стандартные изделия 15** (Служебное окно **Меню документов**). Для вставки в сборку выбранный фрагмент надо перетащить мышкой из библиотеки в рабочее окно.



В случае наличия в меню документов библиотеки **Стандартные изделия 2D 15 система может пытаться вместо выбранного 3D фрагмента вставлять 2D фрагмент (имена в библиотеках 2D и 3D совпадают). Если это происходит, закройте 2D библиотеку через ее контекстное меню.**

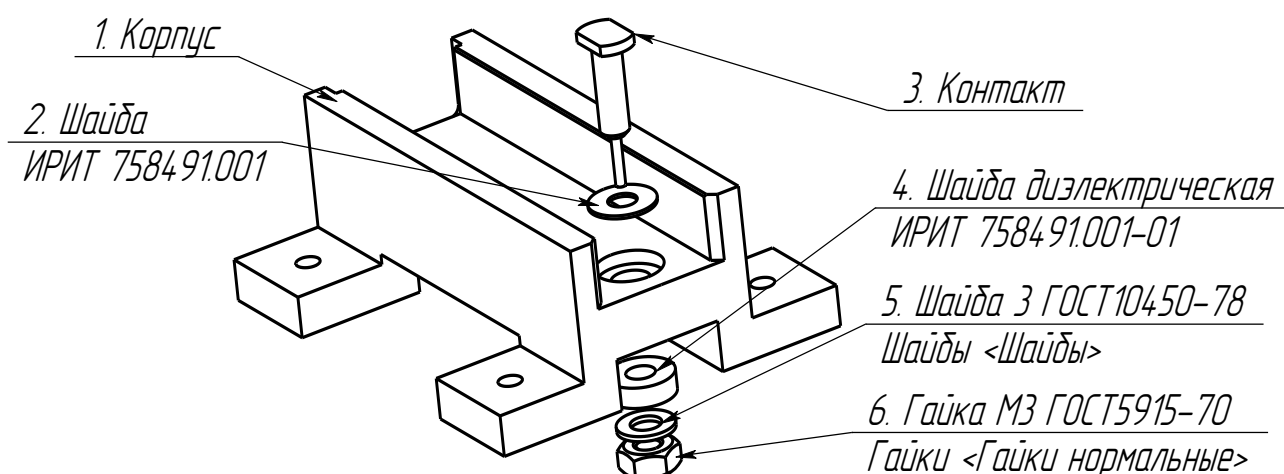


Рис. 3.8 – Последовательность сборки основания детектора

При вставке **Клина** в качестве исходной и целевой ЛСК используются системы координат, созданные в файлах 3D моделей соответствующих деталей (рис. 3.9).

Вставка **Держателя диода в сборе**, кроме привязки (рис. 3.10, а) и изменения ориентации, потребует выполнения преобразования в виде сдвига вдоль продольной оси. Для этого (рис. 3.10, б) надо сначала выбрать продольную ось манипулятора (1), а затем – верхнюю грань контакта (2).

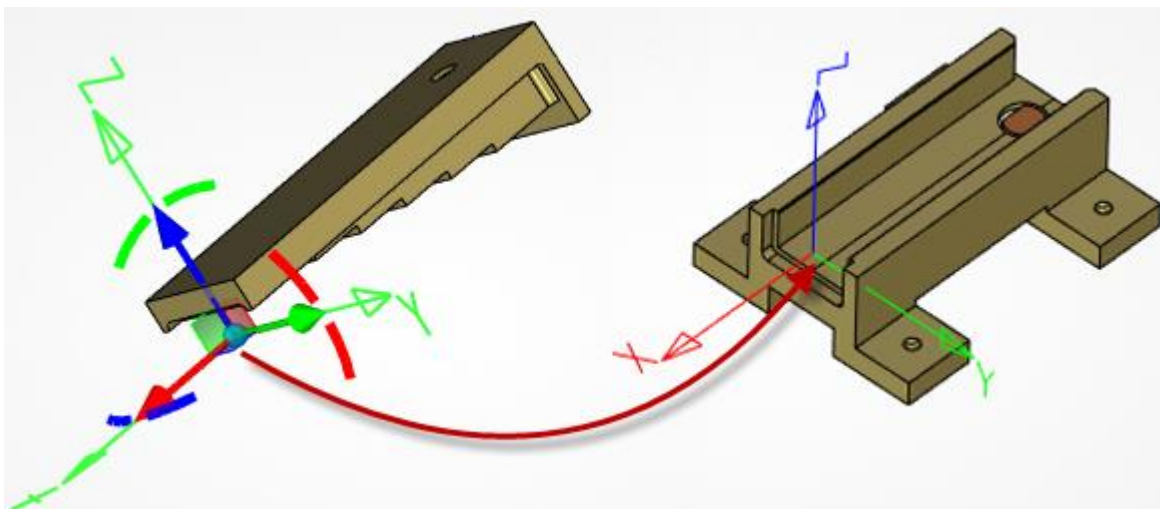
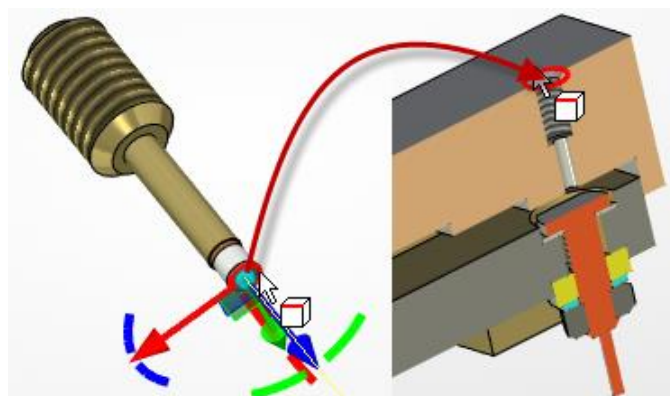
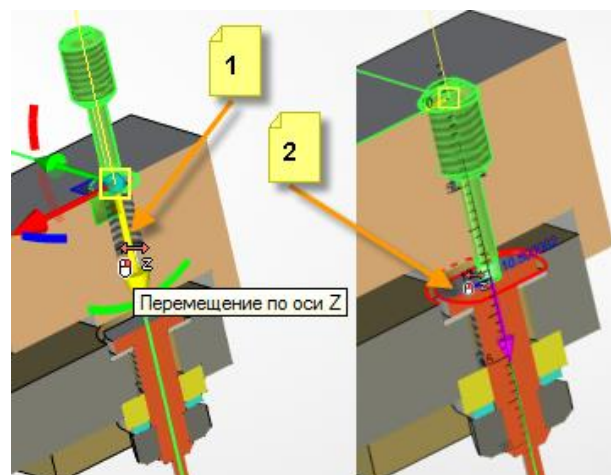


Рис. 3.9 – ЛСК для вставки клина



а)



б)

Рис. 3.10 – Размещение фрагмента **Держатель диода в сборе**: а – привязка; б – перемещение до грани контакта

Еще одно преобразование заключается в повороте фрагмента вокруг продольной оси. Это связано с требованием стандартов изображать на чертежах шлицы винтов повернутыми под углом 45° [20]. Все преобразования при вставке **Держателя диода в сборе** показаны на рис. 3.11.

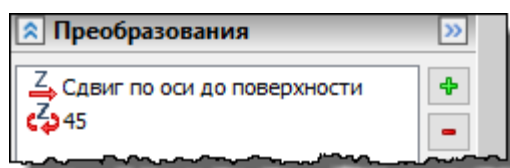


Рис. 3.11 – Преобразования при вставке держателя диода в сборе

Фрагмент **Рупор** вставляется с использованием созданной в нем ЛСК с привязкой к ЛСК **Корпуса**.


В завершении создания 3D модели надо нанести паяный шов, соединяющий **Корпус** и **Клин** (выполняется аналогично шву на **Рупоре**).



За один раз весь шов ввести не удастся. Вводите его по отдельным участкам.

3.4.2.2 Сборочный чертеж и спецификация

Сборочный чертеж (Приложение К) и спецификация (Приложение Л) **Детектора поля** создаются аналогично ранее рассмотренным документам на **Держатель диода в сборе**. Особенности данного сборочного чертежа являются: изображение рупора с разрывом; отмена на виде А-А разреза для отдельных деталей.

Для создания разрыва, в ходе создания главного вида, надо нажать кнопку **Автоменю**:  (**Добавить вертикальный разрыв**). Затем с помощью мыши выделяется удаляемая часть вида (рис. 3,12).

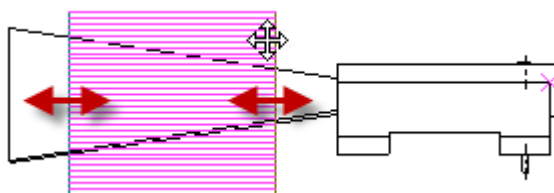

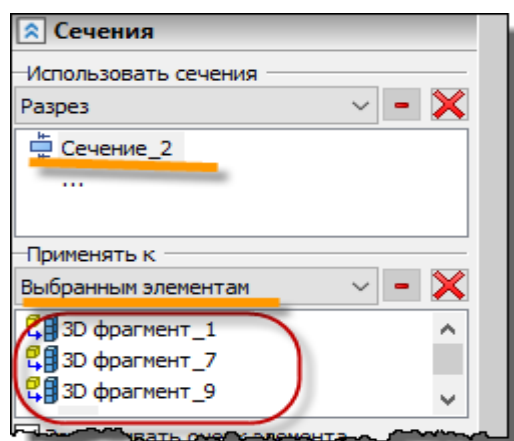


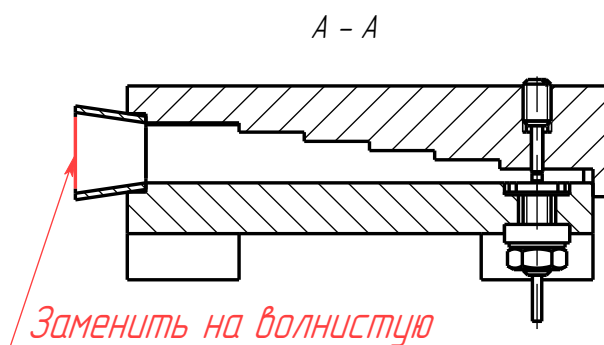
Рис. 3.12 – Создание проекции с разрывом

В ходе создания второй проекции разрыв создается по **кнопке Автоменю**:  (**Копировать разрыв с другой проекции**).

На разрезе А-А в соответствии с требованиями стандартов [14, 15] часть деталей не режется. Это цилиндрические детали без внутренней структуры, шайбы, гайки, сборочные единицы. Для выполнения этого требования при создании разреза надо перейти в окне **Параметров** в раздел **Сечения** (рис. 3.13, а). Здесь надо выделить сечение, на основе которого выполняется разрез, установить опцию **Применять к Выбранным элементам** и выбрать те фрагменты, которые будут разрезаны (в нашем случае это **Корпус**, **Клин** и **Рупор**). Результат выполнения операции показан на рис. 3.13, б. Выделенную на этом рисунке красной линией обрыва замените на волнистую.




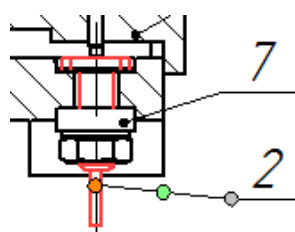
а)



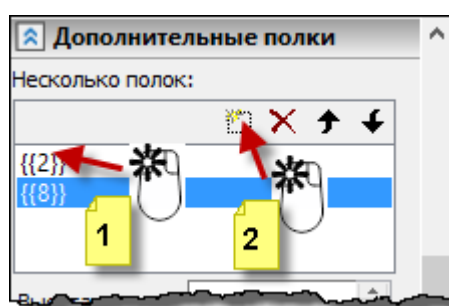
б)

Рис. 3.13 – Разрез части деталей сборки: а – выбор разрезаемых деталей; б – результат создания проекции

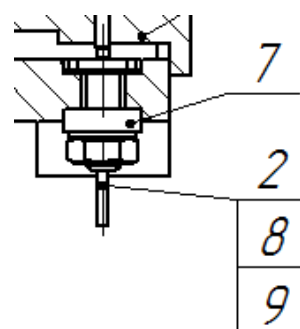
На сборочном чертеже детектора поля имеется позиционное обозначение с несколькими полками. Его создание начинается с простановки основного позиционного обозначения. Затем переходят в режим редактирования, выбрав пункт **Изменить** в контекстном меню надписи (рис. 3.14, а). В окне параметров надписи перейти в раздел **Дополнительные полки** и выбрать строку существующей надписи (1) (рис. 3.14, б). После нажатия кнопки  (2) создается дополнительная полка. В окне **Структуры изделия** указать запись, для которой проставляется позиция. Повторить действия для создания всех дополнительных полок.



а)



б)



в)


Рис. 3.14 – Позиционное обозначение с несколькими полками: а – выбор надписи для редактирования; б – добавление полок; в – результат



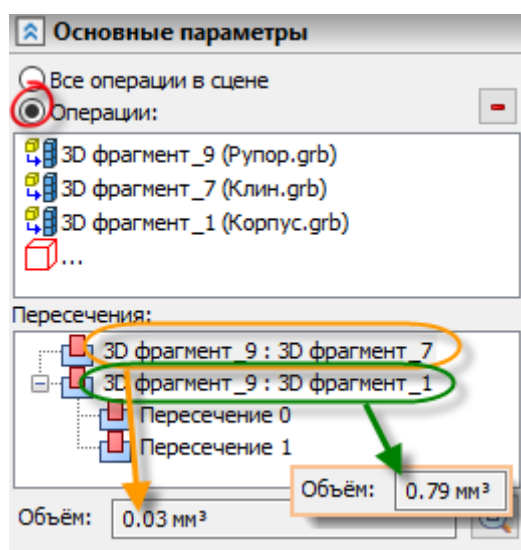
Строки дополнительных полок можно редактировать (например, указать количество деталей). Только не удаляйте фигурные скобки. Они обеспечат пересчет позиций при изменении структуры изделия.

3.4.3 ПРОВЕРКА СОБИРАЕМОСТИ ИЗДЕЛИЯ

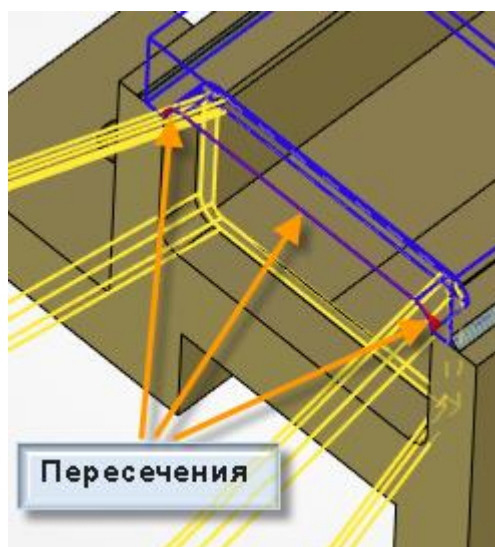
Может оказаться, что из-за неправильного выбора размеров деталей или из-за неверного их взаимного расположения, собрать изделие будет невозможно. Для исключения таких ситуаций необходимо проверить модель на пересечение тел.

Команда ГМ: Измерение/Анализ геометрии/Пересечение тел  позволяет проанализировать пересечения всех тел в сцене, или выбрать интересующие объекты. В нашем случае надо проанализировать собираемость рупора с корпусом и клином. На рис. 3.15, а показано окно параметров операции после выбора объектов и подтверждения выполнения. В раздел **Пересечения** выводится информация о пересекающихся объектах, а в поле **Объем** – количественное значение объема пересечения для выбранной строки. Одновременно, в рабочем окне, показывается область пересечения (рис. 3.15, б и рис. 16).

Объем пересечения рупора с клином пренебрежимо мал и проблема собираемости решится за счет деформации рупора. А вот наличие пересечения боковых поверхностей рупора с корпусом требует внесения изменений в конструкцию: надо либо выполнить фаски, либо увеличить размер выборки.



а)



б)

Рис. 3.15 – Анализ пересечений тел: а – параметры и результат; б – пересечение рупора с клином

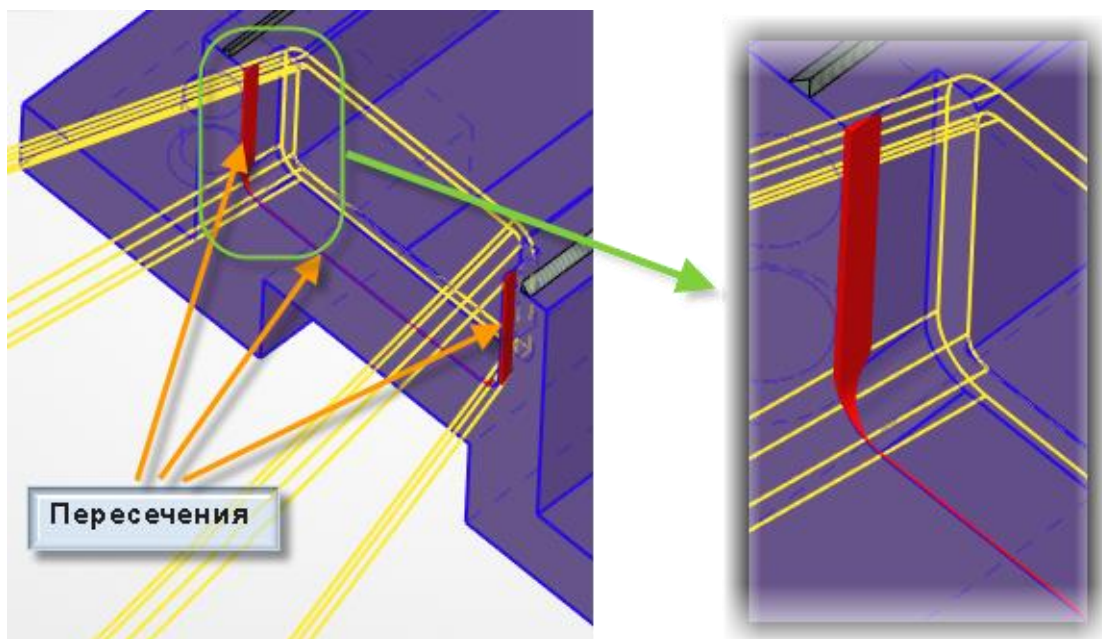
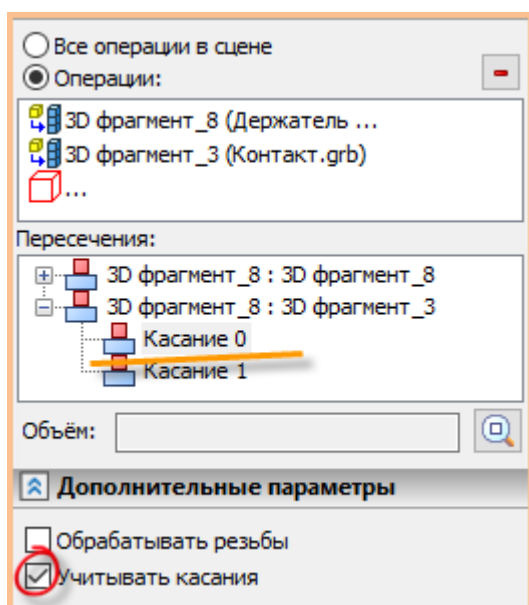


Рис. 3.16 – Пересечение рупора с корпусом

Команда **Пересечение тел** позволяет также проконтролировать касание поверхностей тел (то есть, фактически определить отсутствие зазоров). Для этого надо включить опцию Учитывать касания перед подтверждением выполнения операции. Рис. 3.17 иллюстрирует проверку касания между диодом и контактом.



а)



б)

Рис. 3.17 – Проверка касания: а – параметры операции и результат; б – отображение результата на модели

При наличии в изделии резьбовых соединений команда будет показывать пересечение деталей в области резьбы. Для такого случая предусмотрена опция **Обрабатывать резьбы** (см. рис. 3.17, а).

При включенной опции пересечение тел в зоне резьбы будет исключено, если совпадают параметры резьбы сопрягаемых деталей (тип, диаметр, шаг, число заходов, направление). Работа данной опции иллюстрируется рис.3.18. Пересечение тел, показанное на рис. 3.18, в, обусловлено выходом гайки за границу резьбы болта.

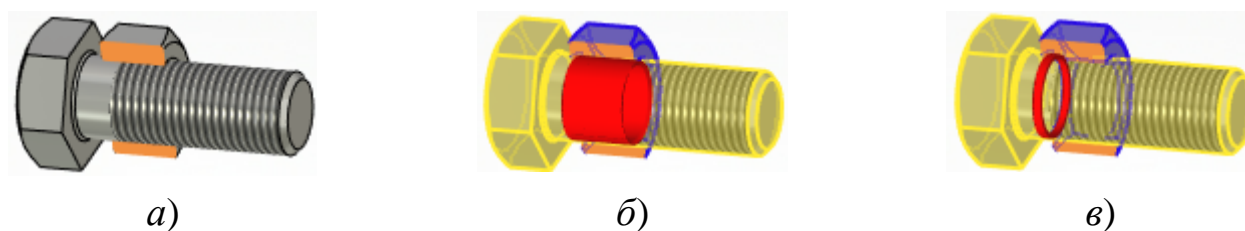


Рис. 3.18 – Индикация пересечений в резьбовом соединении болт-гайка (а) при отключенной (б) и включенной (в) опции «Обрабатывать резьбы»

3.5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №3

- 1 Глобальная и локальные системы координат.
- 2 Создание локальных систем координат в модели детали.
- 3 Использование внешних переменных для управления фрагментами.
- 4 Параметры 3D фрагмента.
- 5 Задание взаимного положения фрагментов при сборке.
- 6 Преобразования при вставке фрагментов.
- 7 Создание проекций с разрывами для длинномерных деталей.
- 8 Исключение из проекций отдельных деталей. Выбор деталей, к которым не применяется разрез.
- 9 Создание спецификаций.
- 10 Простановка позиционных обозначений.

4 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4. СОЗДАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЧИП ЭЛЕМЕНТА

4.1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Создание параметрической 3D модели типоразмерного ряда ЧИП элементов и размещение ее в библиотеке. Создание базы данных с параметрами вариантов элементов и связь ее с моделью. Разработка диалогового окна для управления параметрами модели.



Перед выполнением работы следует ознакомиться со следующими элементами системы:

- 1) 3D профиль
- 2) Строчный текст
- 3) Базы данных и функции работы с ними
- 4) Элементы управления
- 5) Библиотеки моделей

Работа рассчитана на выполнение в течение 8 академических часов.

4.2 ЗАДАНИЕ

В ходе работы студентом производится разработка параметрической трехмерной модели резисторов и конденсаторов для поверхностного монтажа (ЧИП элементов), показанных на рис. 4.1.

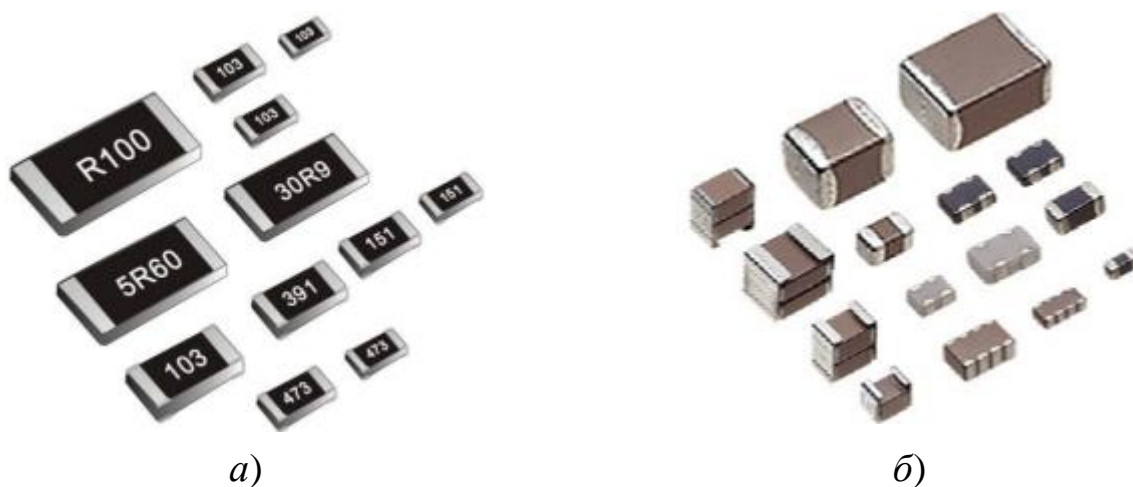


Рис. 4.1 – ЧИП элементы: *а* – резисторы; *б* - конденсаторы

Указанные ЧИП элементы имеют ряд типоразмеров. Как видно из рис. 4.1, резисторы имеют маркировку, состоящую из трех или четырех

символов. Конденсаторы маркировки не имеют. На рис. 4.2 приведен эскиз ЧИП элемента с указанием имен переменных, которые будут использоваться для управления размерами модели. В Приложении У приведена таблица типоразмеров ЧИП элементов.

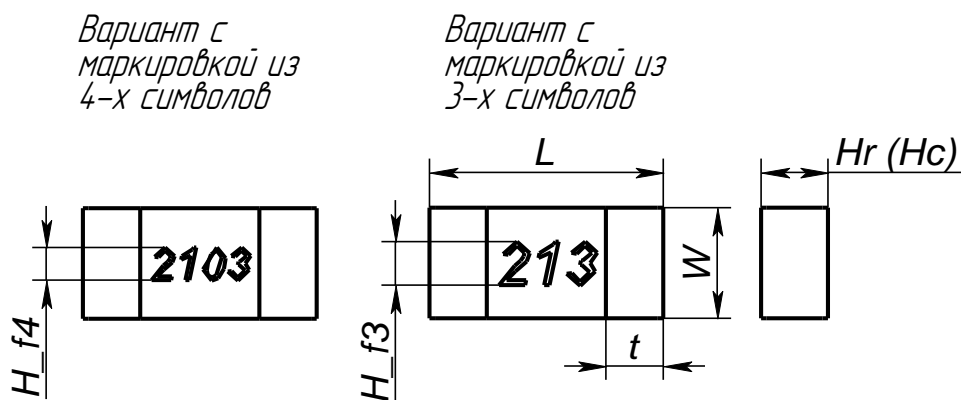


Рис. 4.2 – Размеры ЧИП элементов


Основными задачами, решаемыми в ходе работы, являются:

- создание трехмерной модели;
- создание системы управляющих переменных;
- создание базы данных с параметрами всех типоразмеров ЧИП элементов;
- установление связи переменных с базой данных;
- создание 2D проекции ЧИП элемента для размещения на плоскости при создании 3D сборок путем размещения проекций на плоскости;
- разработка диалогового окна для управления моделью;
- создание пользовательской библиотеки.

При выполнении работы следует придерживаться изложенной ниже методики решения типовой задачи.

4.3 РЕШЕНИЕ ТИПОВОЙ ЗАДАЧИ

4.3.1 НАЧАЛО РАБОТЫ

После запуска системы T-Flex надо создать новый документ (ГМ: Начало работы/Файлы/3D Деталь ).

Сохраните в папке **Покупные изделия** файл **ЧИП_элемент.grb**.

4.3.2 ТРЕХМЕРНАЯ МОДЕЛЬ

Тело ЧИП элемента создается по команде **ГМ:3D Модель/Специальные/Примитив ▾ Параллелепипед**. После вызова команды в окне **Параметры** (рис. 4.3, а) вводятся переменные, определяющие размеры элемента. В появляющихся диалоговых окнах (рис. 4.3, б) надо задать значение переменной, комментарий и группу. Последние два параметра не обязательны, и нужны для удобства работы с моделью.

В **ГМ: 3D Модель/Стиль** из выпадающего списка выбирается материал – **Неметаллы/Керамика/Фарфор**.

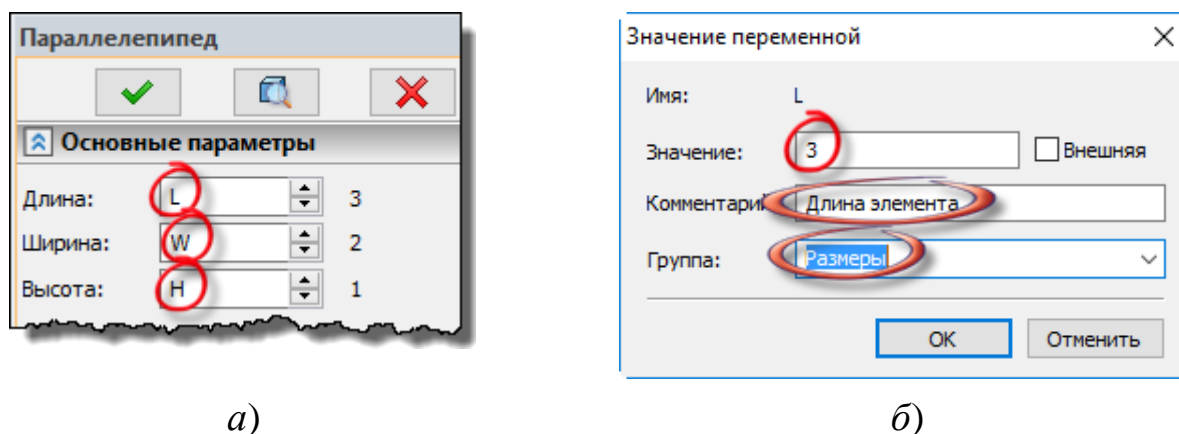






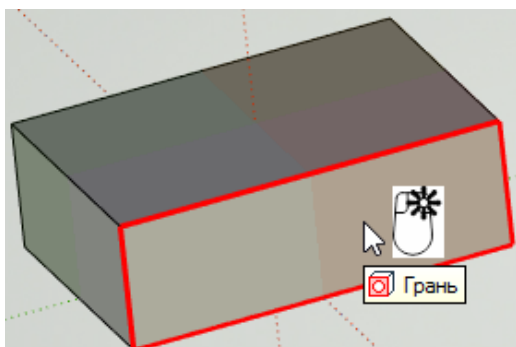
Рис. 4.3 – Создание параллелепипеда: а – размеры; б – значение переменной

После ввода переменных и выбора материала надо подтвердить создание объекта кнопкой  в окне параметров или в **Автомению** и выйти из команды по клавише <Esc> или кнопке **Автомению: ✕**.

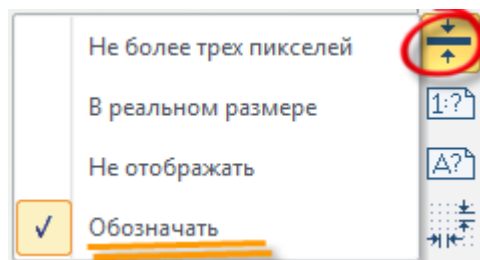
Поскольку созданный объект очень мал, надо увеличить масштаб отображения, вращая колесико мыши .

Далее надо создать контакты ЧИП элемента. Один из контактов будет создан выталкиванием 3D профиля, а второй – как симметричная копия первого.

В контекстном меню, вызванном  по грани (рис. 4.4, а), выбирается пункт **КМ: Чертить на грани**. Чтобы широкие линии изображения не мешали дальнейшей работе, надо выбрать способ отображения толщины линий - **Вид: ** (рис. 4.4, б).






а)



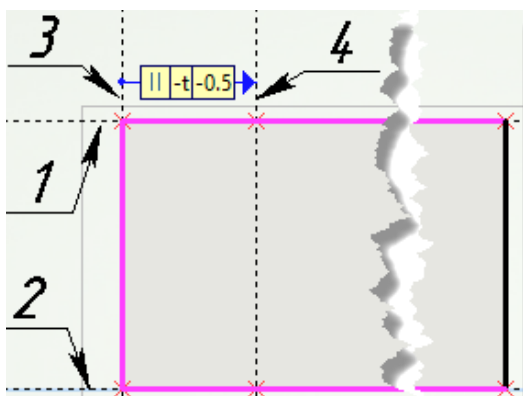
б)

Рис. 4.4 – Переход к черчению на грани: а – выбор грани; б – выбор характера прорисовки

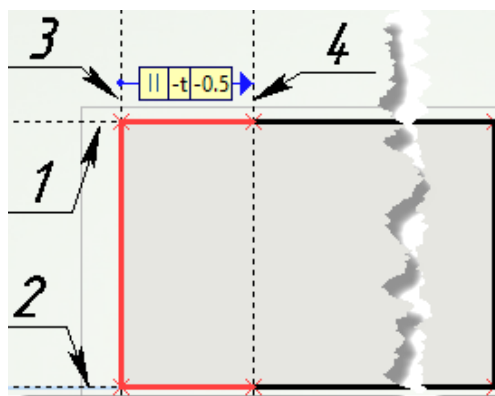
Предварительно надо выполнить дополнительные построения, показанные на рис. 4.5, а:

- 1) Вызвать команду **ГМ: Рабочая плоскость/Построения/Прямая**.
- 2) Нанести прямые 1-3  по выделенным сиреневым цветом линиям изображения.
- 3) Вернуться на первый уровень **Автоменю** - <Esc>, либо .
- 4) С помощью  выбрать прямую 3 и построить параллельно ей прямую 4 (для этого, после выбора прямой 3, в поле **Расстояние** окна параметров ввести переменную **t** со знаком минус и нажать <Enter>).

Нанесите линии изображения, показанные красным цветом на рис. 4.5, б.




а)




б)

Рис. 4.5 – Создание 3D профиля для контакта: а – построения; б – нанесение изображения

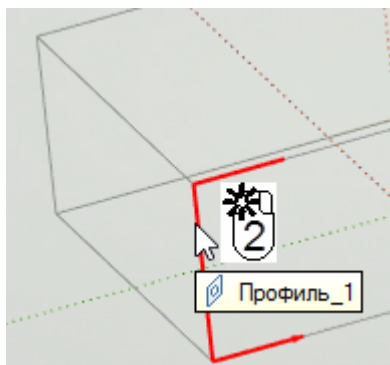
Выбор команды **ГМ: Рабочая плоскость/Управление/Завершить**  возвращает систему в режим 3D. При этом автоматически на основе введенных линий изображения будет построен 3D профиль.

Этот профиль линейчатый, то есть не имеющий площади. На основе него нельзя создать тело. Поэтому профилю надо придать толщину. Для

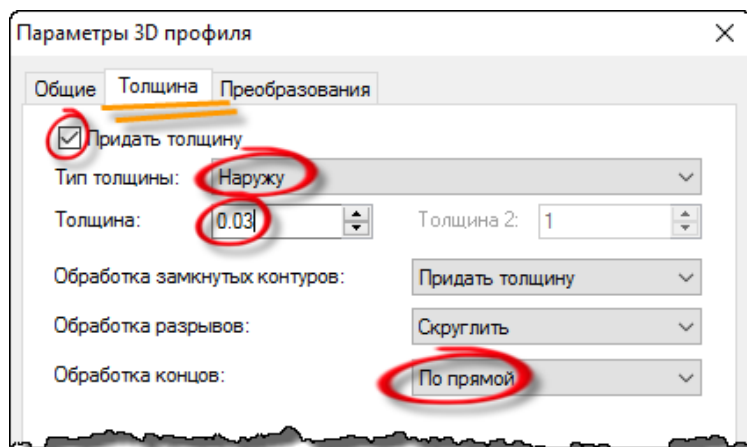
этого  по профилю (рис. 4.6, а) надо вызвать окно параметров. На закладке **Толщина** следует установить параметры, показанные на рис. 4.6, б. После подтверждения кнопкой [ОК], расположенной внизу диалогового окна, профиль изменится.



Возможно, в Селекторе потребуется разрешить выбор 3D профилей кнопкой .




а)





б)

Рис. 4.6 – Доработка 3D профиля: а – вызов окна параметров; б – настройка толщины

Для создания контакта используется команда **ГМ:3D Модель/Выталкивание**. Ниже приведена последовательность действий по созданию контакта (рис. 4.7):

1) Выбрать 3D профиль - .

2) Выбрать начальную точку выталкивания – Автоменю .

3) Выбрать конечную точку выталкивания – Автоменю .

4) Задать материал – **Металлы/Другие металлы/Медь**.

5) Подтвердить создание тела – Автоменю .



Кнопки Автоменю в п.2 и 3 должны выбираться автоматически. Если требуемая кнопка подсвечена, нажимать ее не надо.

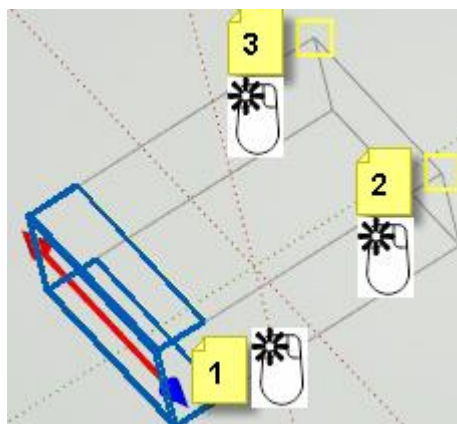
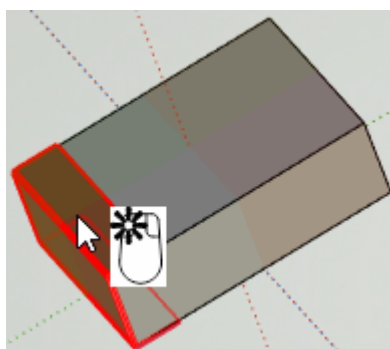
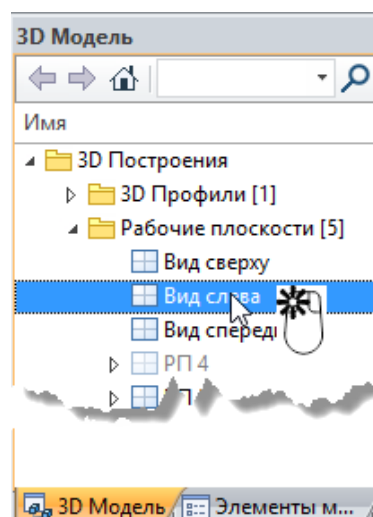


Рис. 4.7 – Операция выталкивания (1 – выбор профиля, 2 – выбор начальной точки выталкивания, 3 – выбор конечной точки выталкивания)

Второй контакт создается по команде ГМ: **3D Модель/Операции/Симметрия**. После вызова команды надо выбрать первый контакт (рис. 4.8, а), плоскость симметрии (в нашем случае это **Рабочая плоскость Вид слева** – для ее выбора удобней использовать окно дерева модели (рис. 4.8, б)) и подтвердить выполнение операции кнопкой .



а)





б)

Рис. 4.8 – Симметричная копия: а – выбор тела; б – выбор плоскости симметрии

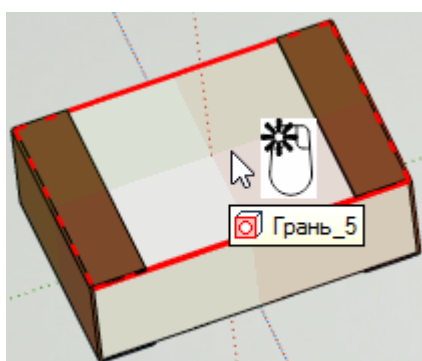
Для большей реалистичности, в случае резистора, надо нанести резистивный слой и маркировку. Поскольку у конденсатора нет маркировки и резистивного слоя, надо обеспечить возможность скрытия

этих элементов. Это можно сделать, используя параметр тела **Подавить**, задав его значение через переменную.

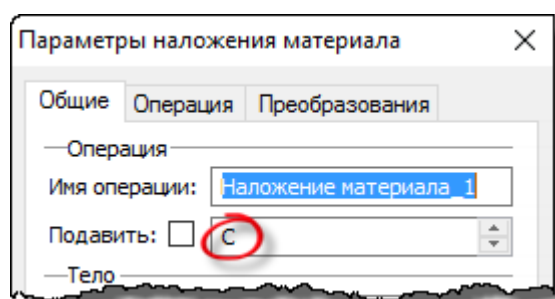
Резистивный слой моделируется окраской в черный цвет верхней грани ЧИП элемента, для чего используется команда ГМ: **3D Модель/Расширенные/Наложить материал**. После вызова команды выбирается грань (рис. 4.9, а) и в окне **Параметры** задается материал **Покрyтия/Пластик/Пластик матовый/Черный пластик (матовый)**.

Чтобы управлять видимостью покрытия, надо командой **Автоменю**  вызвать диалоговое окно **Параметры** (рис. 4.9, б). В нем вводится переменная **С** со значением, равным нулю. Теперь можно завершить команду, нажав .

При $C = 0$ покрытие отображается. Если же задать значение $C = 1$, покрытие будет скрыто.



а)





б)

Рис. 4.9 – Наложение материала: а – выбор грани; б – ввод управляющей переменной

Для создания маркировки надо перейти к черчению на верхней грани ЧИП элемента.

Сначала надо разметить центр проекции грани для привязки текста. Вызвав команду ГМ: **Рабочая плоскость/Построения/Прямая**, последовательно выбрать точки 1-4 (рис. 4.10, а).

Текст вводится в команде ГМ: **Рабочая плоскость/Оформление/Текст** . В **Автоменю** надо выбрать опцию **Создать строчный текст** . После этого выбирается точка привязки T1 и точка T2, с некоторым смещением от первой точки. Появится диалоговое окно, поля на закладках которого заполняются в соответствии с рис. 4.10, б - 4.10, г.



Необходимость выбора точки T2 вызвана тем, что система требует указать смещение относительно точки привязки T1.

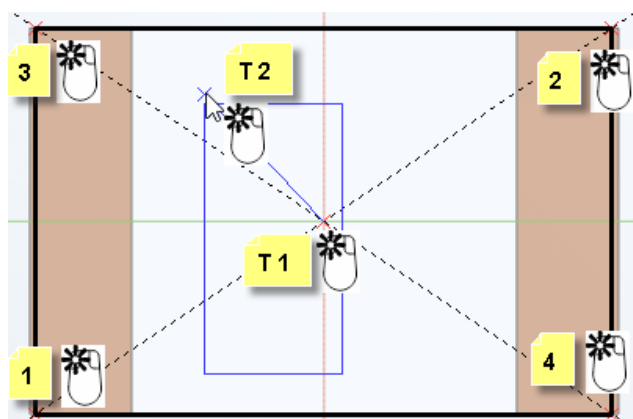
При вводе параметров в полях X и Y закладки **Стиль** для смещений задаются нулевые значения.

При вводе значения переменных H_f и $\$Маркировка$ укажите группу **Маркировка**.

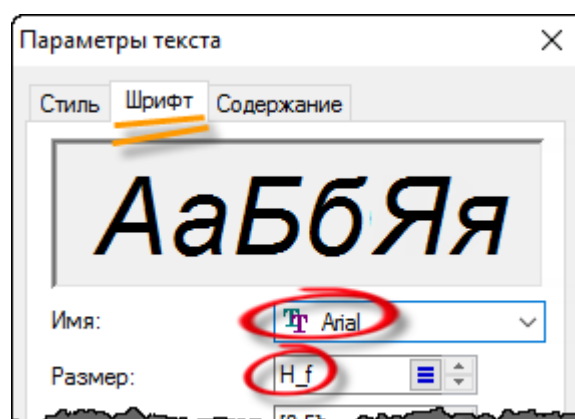


Символ $\$$ в имени переменной обозначает, что она текстовая. Значения для текстовых переменных вводятся в кавычках.

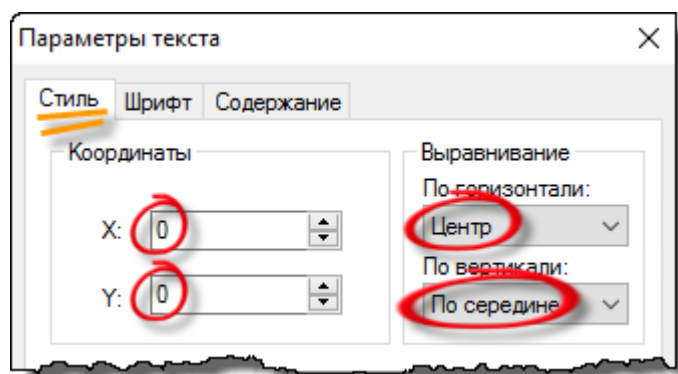
В Приложении Ф дана справочная информация о связи маркировки с номинальным значением сопротивления.



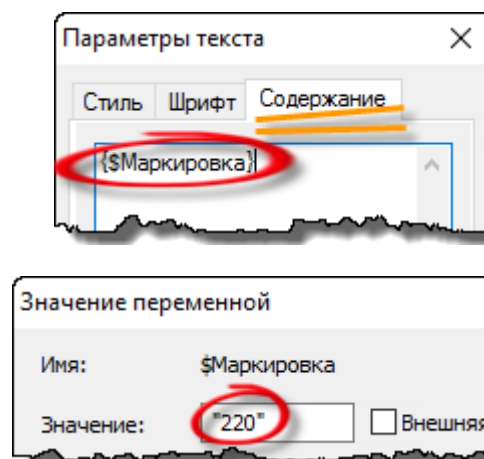
а)



б)



в)



г)

Рис. 4.10 – Маркировка: а – привязка текста; б – выбор шрифта; в – определение расположения текста; г – ввод переменной и ее значения

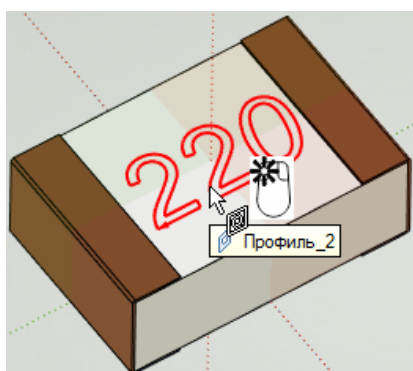
После ввода текста надо закончить черчение на грани командой ГМ: **Рабочая плоскость/Управление/Завершить**

На верхней грани ЧИП элемента будет создан 3D профиль, соответствующий введенному тексту.

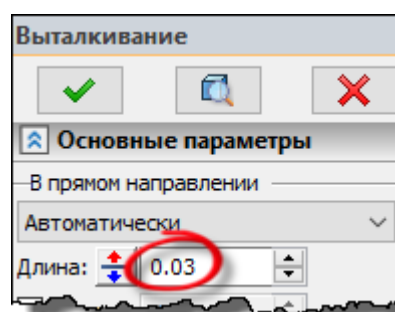
Сама надпись формируется выталкиванием этого 3D профиля (рис. 4.11, а) на длину, заданную в окне **Параметры** (рис. 4.11, б). Материал для надписи - **Неметаллы/Пластик/Пластик обыкновенный/Белый пластик**. Чтобы управлять видимостью маркировки, введите так же, как и для покрытия, переменную **С** в поле **Подавить** диалогового окна **Параметры**.



В данном случае запроса на ввод значения переменной не последует, так как она уже существует.



а)



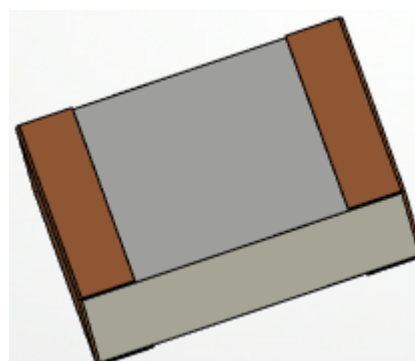
б)

Рис. 4.11 – Выталкивание текста: а – выбор профиля; б – параметры выталкивания

Полученная 3D модель представлена на рис. 4.12. Можно посмотреть, как изменение значения переменных влияет на созданную модель. Значения задаются в поле **Выражение** в окне **Переменные**. Чтобы изменения отобразились на модели, следует нажать кнопку **Вид:**



а)




б)

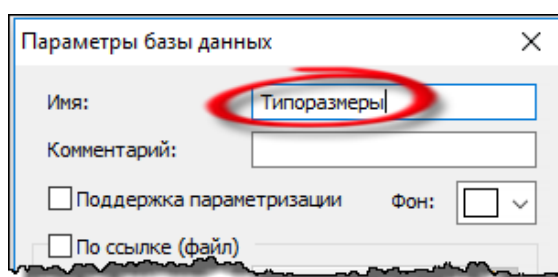
Рис. 4.12 – Созданная 3D модель: а – резистор; б – конденсатор

4.3.3 БАЗА ДАННЫХ И ПЕРЕМЕННЫЕ

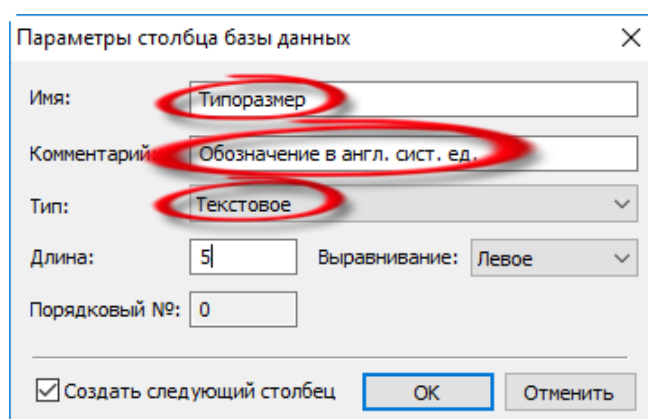
Поскольку неудобно каждый раз искать размеры ЧИП элемента и вводить их, необходимо создать базу данных с этими размерами и связать с ней переменные модели.

Редактор баз данных открывается по команде **ГМ: Параметры/Инструменты/База данных** . Для создания базы используется **КМ: Новая база данных** окна редактора.

Откроется диалоговое окно (рис. 4.13, а), в котором надо ввести имя базы данных. После нажатия кнопки [ОК] система предложит ввести параметры первого поля базы данных (рис. 4.13, б). Подтверждение кнопкой [ОК] в этом диалоге создает поле и открывает окно для ввода описания следующего поля.



а)



б)

Рис. 4.13 – Создание базы данных: а – имя базы; б – описание полей

Свойства полей приведены в таблице 4.1. После создания последнего поля нажмите в появившемся диалоговом окне кнопку [Отменить].

Таблица 4.1 – Поля базы данных

Имя	Тип	Комментарий
Типоразмер	Текстовое	Обозначение в англ. сист. ед.
Типоразмер_метр	Текстовое	Обозначение в метрич. сист. ед.
Типы	Текстовое	Применимость для R и C
L	Вещественное	Длина
W	Вещественное	Ширина
Hr	Вещественное	Толщина резистора
Hc	Вещественное	Толщина конденсатора
t	Вещественное	Ширина контакта
H_f3	Вещественное	Высота шрифта для марк. 3 симв.
H_f4	Вещественное	Высота шрифта для марк. 4 симв.

Новая пустая база данных будет отображена на экране (рис. 4.14, а). Можно заполнять поля базы данных вручную, но это долгий и утомительный процесс. Если имеются упорядоченные данные (таблица в MS Word, или в MS Excel, текстовый файл, где данные разделены символами табуляции), их можно занести в базу путем копирования.

Данные по типоразмерам находятся в файле **Размеры чип-элементов.txt**, расположенном в каталоге с методическими указаниями. Надо открыть этот файл и скопировать в буфер обмена все строки, кроме первой, где находятся заголовки столбцов. В редакторе баз данных выделить первую строку, щелчком по столбцу с номерами строк и вставить данные из буфера обмена. На запрос «Вставить новые строки» надо ответить [Нет]. После этого база данных примет вид, показанный на рис. 4.14, б.



Если ответить [Да], в базе останется первая пустая строка. Ее надо будет удалить, выбрав соответствующий пункт контекстного меню или Ленты.

Типоразмеры										
№	Типоразмер	Типоразмер_метр	Типы	L	W	Hr	Hc	t	H_f3	H_f4
1				0	0	0	0	0	0	0


а)

№	Типоразмер	Типоразмер_метр	Типы	L	W	Hr	Hc	t	H_f3	H_f4
1	0402	1005	R, C	1	0.5	0.35	0.55	0.2	0.25	0.19
2	0603	1608	R, C	1.6	0.8	0.45	0.9	0.2	0.5	0.35
3	0805	2012	R, C	2	1.25	0.5	1.3	0.3	0.6	0.4
4	1206	3216	R, C	3.2	1.6	0.55	1.5	0.4	0.9	0.7
5	1210	3225	R, C	3.2	2.5	0.55	1.7	0.5	0.9	0.7
6	1812	4532	C	4.5	3.2	0	1.7	0.5	1.3	1.1
7	1825	4564	C	4.5	6.4	0	1.7	0.6	1.3	1.1
8	2010	5025	R	5	2.5	0.55	0	0.6	1.6	1.2
9	2220	5650	C	5.6	5	0	1.8	0.6	1.8	1.3
10	2225	5664	C	5.6	6.3	0	2	0.6	1.8	1.3
11	2512	6332	R	6.3	3.2	0.55	0	0.6	2.1	1.6

б)

Рис. 4.14 – База данных: а – после создания; б – заполненная данными

Окно базы данных можно закрыть, нажав на крестик в ее закладке. Запроса на сохранение не последует, поскольку база данных хранится в документе модели.

Теперь надо связать переменные с базой данных. Для работы с переменными имеется специальный редактор, вызываемый командой **ГМ: Параметры/Переменные/Переменные** . Окно редактора показано на рис. 4.15.

Для начала введите показанные на рисунке комментарии, чтобы было понятно назначение переменных. Если для переменной не была назначена группа, можно вызвать окно **Параметры** и сделать там необходимые изменения.

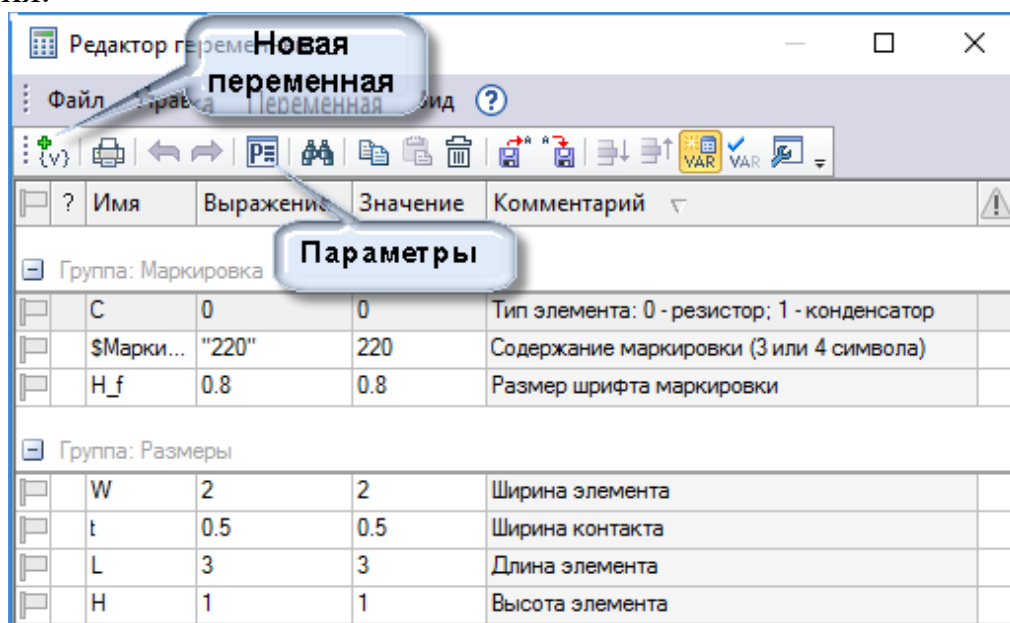


Рис. 4.15 – Окно редактора переменных

Для связи с базой данных надо создать переменную для выбора типоразмера. Диалоговое окно с настройками этой переменной показано на рис. 4.16, а.

Чтобы пользователь не ошибался при выборе типоразмера, составляется список возможных значений. Поскольку в базе данных типоразмеры уже присутствуют, список будет составлен на ее основе. При выборе списка на основе базы данных, откроется окно, показанное на рис. 4.16, б. Сделайте в нем необходимые настройки.



Список на основе базы данных удобен еще и тем, что при внесении изменений в базу, список будет обновляться автоматически.

Кстати, при появлении новых типоразмеров для получения их моделей достаточно внести новые записи в базу данных.

Параметры переменной

Имя: \$Типоразмер

☐ Вещественная ☒ Текстовая

Выражение: ""

Значение:

Комментарий:

Группа: Маркировка

Связь при вставке в сборку: Переменная

Список: База данных Редактировать...

а)

Выбор из базы данных

Имя базы данных: Типоразмеры

Выбирать из поля: Типоразмер

Показывать поля:

- ☒ Типоразмер
- ☒ Типоразмер_метр
- ☒ L
- ☐ W
- ☐ Hr

Отметить три первых поля

Выбрать все Инvertировать

Фильтр:

OK Отменить

б)

Рис. 4.16 – Создание переменной: а – параметры переменной;
б – параметры списка на основе базы данных


Далее вводятся недостающие переменные и выражения для вычисления значений в соответствии с рис. 4.17. В таблице 4.2 даны описания операторов и функций, используемых в данной лабораторной работе.

?	Имя	Выражение	Значение	Комментарий
Группа: База данных				
	\$Типоразмер	"0805"	0805	Выбранный типоразмер элемента
	N	rec(Типоразмеры.Типоразмер==\$Типоразмер)	3	Номер строки в базе данных
Группа: Маркировка				
	\$Маркировка	"220"	220	Содержание маркировки (3 или 4 символа)
	C	0	0	Тип элемента: 0 - резистор; 1 - конденсатор
	Leam	strlen(\$Маркировка)	3	Длина строки маркировки
	H_f	Leam==3?val(N,Типоразмеры.H_f3):val(N,Типоразмеры.H_f4)	0.6	Размер шрифта маркировки
Группа: Размеры				
	L	val(N,Типоразмеры.L)	2	Длина элемента
	W	val(N,Типоразмеры.W)	1.25	Ширина элемента
	H	C==0?val(N,Типоразмеры.Hr):val(N,Типоразмеры.Hc)	0.5	Высота элемента
	t	val(N,Типоразмеры.t)	0.3	Ширина контакта
Группа: Спецификация				
?	\$Poz	"R1"	R1	Поз. обозначение в схеме
?	\$Номинал	"2,2 кОм"	2,2 кОм	Номинал резистора
?	\$R_C	C==0?"резистор":"конденсатор"	резистор	Вид элемента

Рис. 4.17 – Переменные модели




Таблица 4.2 – Пояснения к операторам и функциям

Оператор, функция	Описание
rec(A.B == C) *	Поиск строки базы данных, для которой удовлетворяется условие (в данном случае - равенство) А – имя базы В – имя поля С – имя переменной Возвращает номер строки базы, или «0», если условие не выполнено ни для одной строки
val(N,A.B)	Возвращает значение поля В базы А из строки с номером N
strlen(\$T)	Возвращает длину строки, содержащейся в текстовой переменной \$T
A == B ? C : D *	Условный оператор. Сравнивает А и В. Возвращает значение С, если условие выполнено и D в противном случае
* Пробел между знаками «==» введен для наглядности. При вводе формулы оба знака вводятся слитно.	

Те переменные, которые должны быть доступны для изменения при вставке элемента в сборку (они называются внешними переменными), помечаются зелеными флагами. Помечают переменную с помощью по флагу. 

4.3.4 СОЗДАНИЕ ПРОЕКЦИИ

Разработанные ЧИП элементы устанавливаются на поверхность печатной платы. Поэтому удобней производить компоновку сборки не в пространстве, а на плоскости. Для этого нужно создать проекционное изображение.



Проекция будет создаваться на рабочей плоскости **Вид сверху**. Для перехода на нее используем команду ГМ: **3D модель/Построения/Чертить**  и в окне параметров выберем указанную плоскость. Для создания проекции используется команда ГМ: **Рабочая плоскость/Режимы/Проецировать элементы** . Для указания проецируемых элементов в данном случае используется опция **Автоменю: Выбрать все тела в текущей сцене** .



Если выбор элементов не производить, будет создана проекция всей 3D сцены. Такая проекция не позволит создать 3D тела после компоновки на плоскости.

При вызове команды проецирования появляется окно предупре-

ждения об этом (если ранее никто не отменил его показ).

В **Параметрах** проекции (**Автоменю** ) надо установить в пункте **Обновлять** значение **Автоматически** (рис. 4.18). После этого надо подтвердить выполнение действия .

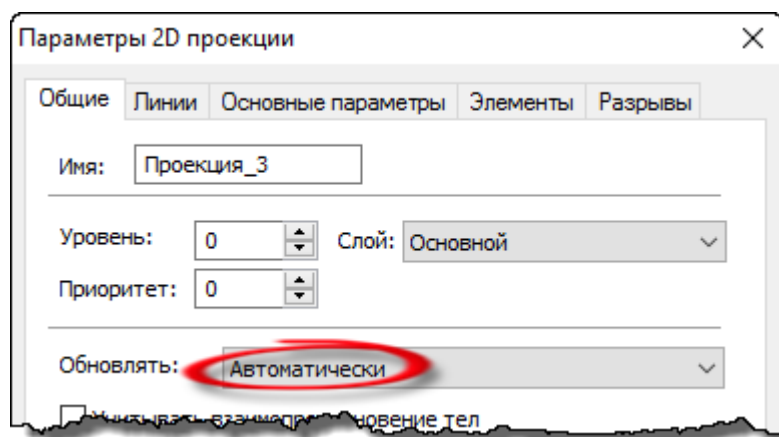



Рис. 4.18 – Изменение параметра проекции

Чтобы можно было управлять положением элемента при вставке в сборку, необходимо создать вектора привязки по команде **ГМ: Рабочая плоскость/Вставка/ Вектор привязки** . Будет построено два вектора. Для построения первого вектора, после вызова команды укажите две точки на проекции, как показано на рис. 4.19, а. В появившемся диалоговом окне ничего изменять не надо – просто нажмите кнопку [OK]. Второй вектор строится по одной точке (3 на рис. 4.19, а). После подтверждения в диалоговом окне установите параметры, показанные на рис. 4.19. б. Об использовании векторов привязки будет рассказано в лабораторной работе №5.

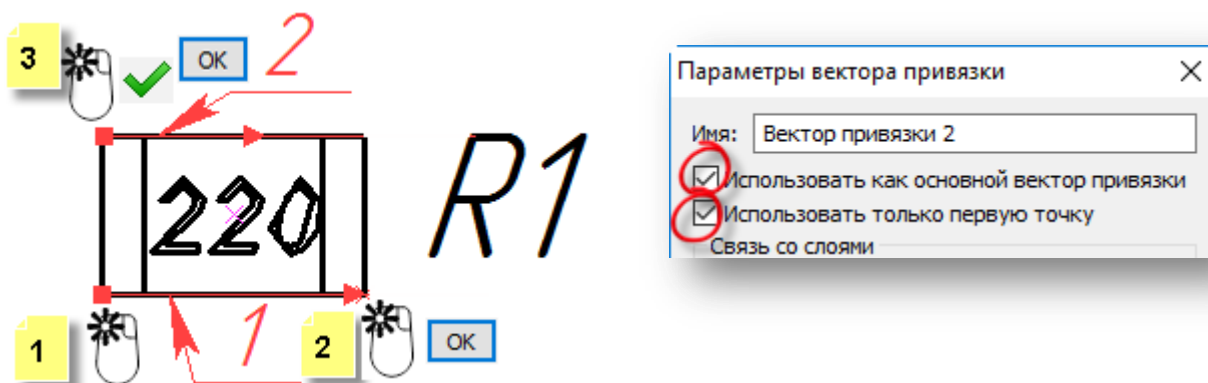



Рис. 4.19 – Задание векторов привязки: а – последовательность действий; б – параметры второго вектора

Для того, чтобы при компоновке на плоскости отображалось позиционное обозначение, разместите рядом с проекцией строчный текст,

содержание которого определяется переменной $\$Poz$. Теперь можно завершить черчение на рабочей плоскости.

Для того чтобы не требовалось принудительно обновлять модель при изменении ее параметров, надо войти в команду **Настройки**  **/Установки** и сделать изменение, показанное на рис. 4.20.

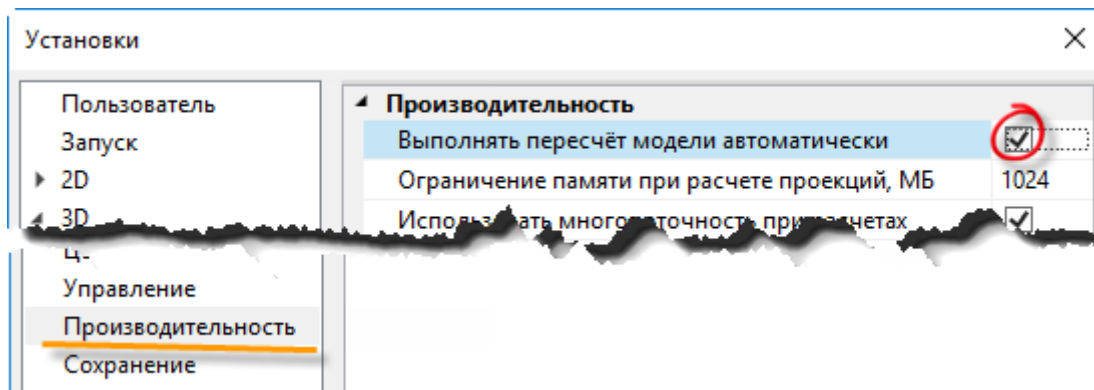



Рис. 4.20 – Изменение установок системы



*Настройки, сделанные в команде **Установки**, хранятся в реестре Windows и будут действовать и при последующих запусках T_Flex.*

4.3.5 ДИАЛоговое окно для управления моделью

Для управления моделью можно использовать редактор переменных, вызываемый командой **ГМ: Параметры/Переменные/Внешние переменные** . В этом редакторе показаны только внешние переменные (рис. 4.21, а). Однако, удобнее было бы воспользоваться привычным для Windows диалоговым окном, показанным на рис. 4.21, б. Созданию такого окна будет посвящен данный подраздел.

Редактор переменных		
Комментарий	Имя	Значение
Содержание маркировки (3 или 4 симв...	\$Маркировка	"220"
Тип элемента: 0 - резистор; 1 - конденс...	C	0
Выбранный типоразмер элемента	\$Типоразмер	"0805" ▾
Поз. обозначение в схеме	\$Poz	"R2"
Номинал резистора	\$Номинал	"2,2 кОм"

а)

ЧИП элемент

Параметры

Вид

☒ Резистор
☐ Конденсатор

Маркировка

220

Номинал

2,2 кОм

Типоразмер

0805 ▾

Поз. обознач.

R2




☒ Автообновление

OK

Отмена

б)

Рис. 4.21 – Управление моделью с помощью: а – редактора переменных; б – диалогового окна

Для начала надо открыть 2D окно, нажав кнопку  в левом нижнем углу 3D рабочего окна и перейти в него щелчком мыши внутри окна. Затем вызывается команда ГМ: **Чертеж/Дополнительно/Элемент управления** . Первым действием является создание специальной страницы опцией **Автоменю:**  (**Создать страницу для элементов управления**). При этом, кроме открытия новой страницы документа, производятся настройки, позволяющие использовать ее в качестве диалогового окна.

Самостоятельно расположите элементы управления, в соответствии с рис. 4.22. Над линией выноски указана соответствующая команда

Автоменю. Располагают элемент управления с помощью мыши .

После размещения элемента могут открываться диалоговые окна (рис. 4.23):

- для **Переключателя**, **Редактора** и **Комбинированного списка** - сначала **Вставка переменной**, затем **Параметры...**;
- для **Группы** и **Статического текста** - **Параметры...**

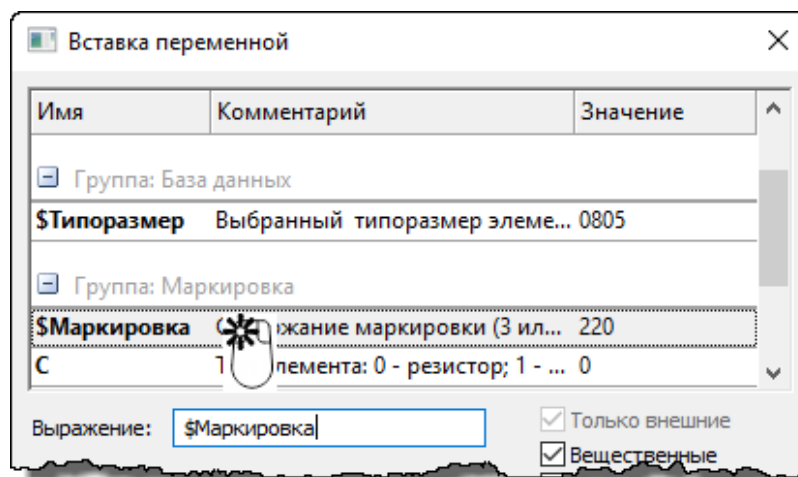
Имена переменных, ассоциированных с элементами управления, приведены под полками выносок. Для **Переключателей** значение поля **Включено** также указано под полками выносок.



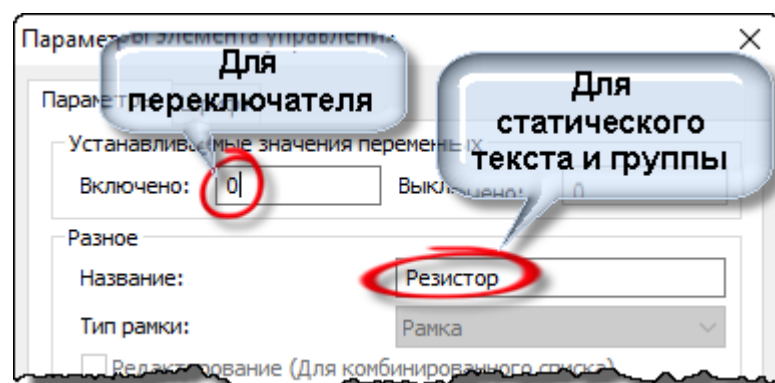
*В окне **Вставка переменной** в списке отображаются только внешние переменные. Можно ввести имя переменной в окно поле **Выражение**. Но в любом случае в элементах управления можно использовать только те переменные, значения которых заданы константами.*



Рис. 4.22 – Элементы диалогового окна




а)



б)

Рис. 4.23 – Диалоговые окна элементов управления: а – связь с переменной; б – параметры

После размещения всех элементов управления надо подогнать размеры страницы к размерам созданных объектов. В команде **Вид:**  (**Размеры страницы**) выполните подгонку, используя манипуляторы на рамке страницы.



Теперь по команде **ГМ: Параметры/Переменные/Внешние переменные** вместо редактора будет открываться созданное диалоговое окно.


4.3.6 ПОДГОТОВКА ДАННЫХ ДЛЯ СПЕЦИФИКАЦИИ


Чтобы при создании спецификации сборочного чертежа в нее автоматически были занесены сведения об ЧИП элементе, необходимо подготовить их в данном документе. Для работы с этими данными надо открыть

4.3.7 СОЗДАНИЕ БИБЛИОТЕКИ

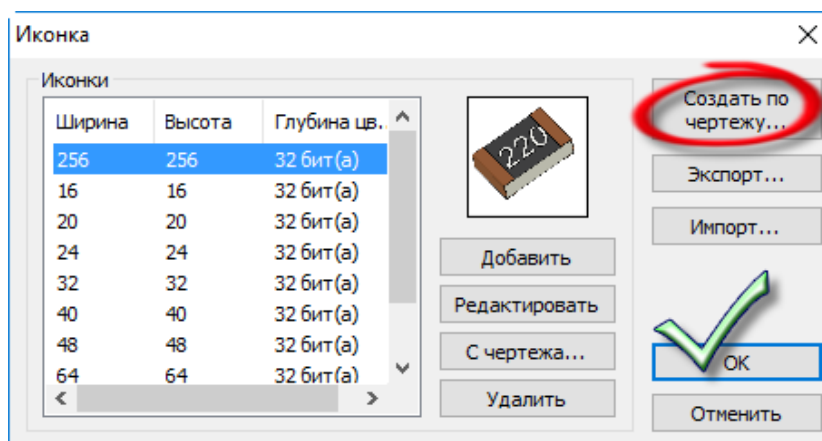
Чтобы стандартные иконки файлов заменились на изображения, надо создать иконку и просмотр, интегрированные в файл модели.

Перед созданием иконки и просмотра перейдите в 3D окно, скройте построения, максимально увеличьте изображение и сориентируйте его так, как хотите видеть на иконках.

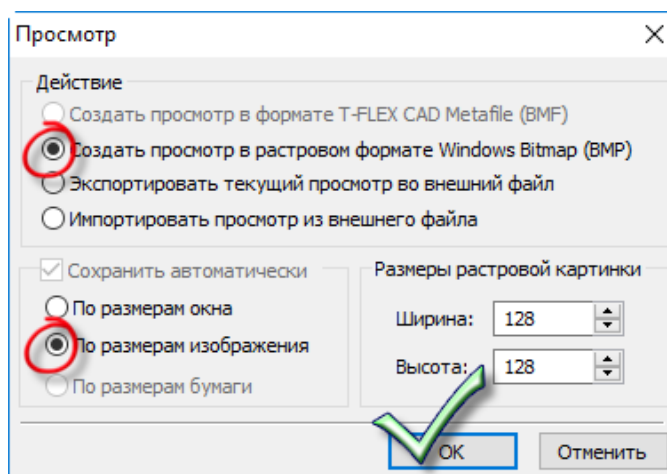
Набор иконок с разным разрешением создается по команде ГМ: **Инструменты/Спец. Данные/Иконка**  (рис. 4.25, а). Нажатие кнопки [Создать по чертежу] генерирует набор изображений. Просмотреть результат можно, выбирая строки в таблице **Иконки**.

Для создания просмотра используется команда ГМ: **Инструменты/Спец. Данные/Просмотр** . Требуемые настройки приведены на рис. 4.25, б.

Не забудьте после этих действий сохранить файл.




а)



б)

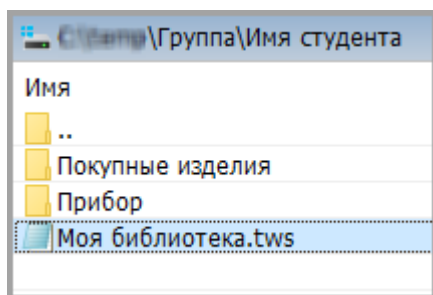
Рис. 4.25 – Диалоговые окна создания: а – иконок; б – просмотра

Откройте служебное окно **Меню документов**. Кнопкой  (**Новая конфигурация**) в его заголовке создайте новую конфигурацию и в контекстном меню появившегося раздела **Новая конфигурация 1** вызовите команду **Сохранить**. Сохраните файл **Моя библиотека.tws** в вашу рабочую папку (рис. 4.26, а). В дереве модели название конфигурации заменится на **Моя библиотека**.

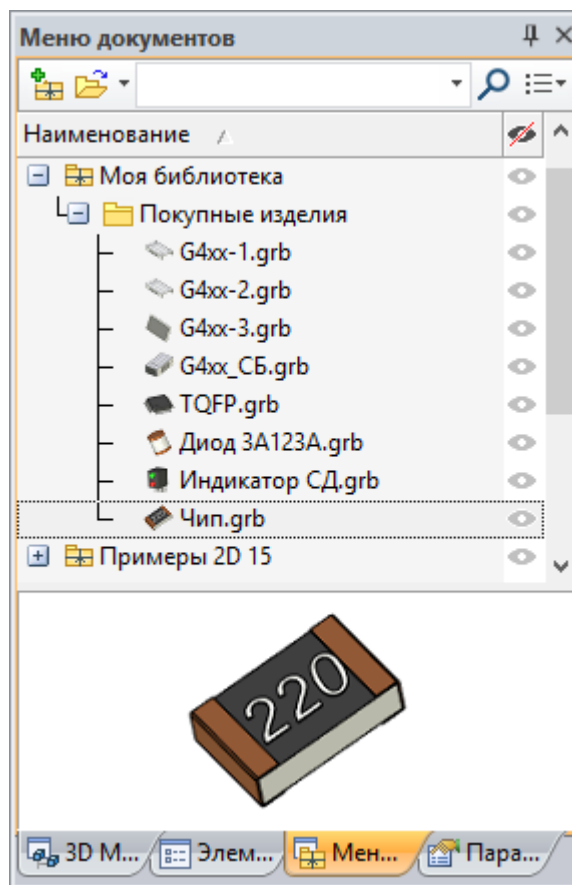


*Место расположения файла *.tws должно допускать построение относительных путей до папок с вашими файлами моделей.*

В контекстном меню новой конфигурации вызовите команду **Добавить библиотеку** и в диалоге укажите папку **Покупные изделия**. Результат этой операции показан на рис. 4.26, б. Сохраните результат, вызвав соответствующую команду контекстного меню конфигурации.



а)



б)

Рис. 4.26 – Новая библиотека: а – структура каталогов и файл конфигурации; б – результат создания библиотеки

Скопируйте в папку **Покупные изделия** файлы моделей, предоставленные преподавателем. Они расположены в одноименной папке, расположенной в директории с методическими указаниями.



В папку, подключенную к библиотеке, можно добавлять новые файлы моделей и они будут отображены в библиотеке.

*В конфигурацию можно добавить и другие папки, например папку с файлами деталей прибора (КМ: **Добавить библиотеку**).*

4.4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №4

- 1 Строчный текст.
- 2 Симметричные копии 3D объектов.
- 3 Моделирование надписей на 3D объектах.
- 4 Базы данных.
- 5 Функции для работы с базами данных.
- 6 Создание проекций.
- 7 Вектора привязки.
- 8 Элементы управления.
- 9 Создание иконки и просмотра.
- 10 Конфигурации библиотек и библиотеки моделей.

5 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5. РАЗРАБОТКА 3D МОДЕЛИ ПЕЧАТНОГО УЗЛА

5.1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Закрепление навыков по созданию параметрических 3D моделей деталей и сборочной 3D модели. Компоновка печатного узла с использованием метода планировки. Оформление сборочного чертежа и спецификации печатного узла.



Перед выполнением работы следует ознакомиться со следующими элементами системы:

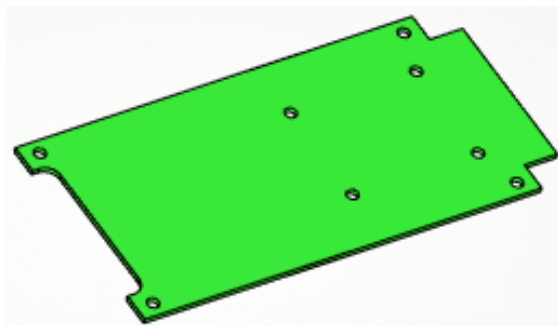
- 1) Операция **Вращение**
- 2) Трехмерный **Линейный массив**
- 3) Использование режима **Планировка**
- 4) Трехмерный **Массив по точкам**

Работа рассчитана на выполнение в течение 4 академических часов.

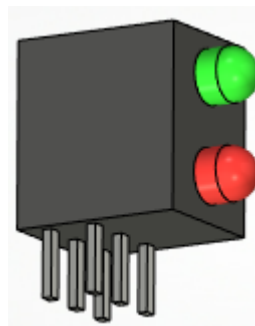
5.2 ЗАДАНИЕ

Основными задачами, решаемыми в ходе работы, являются:

- создание трехмерной модели и чертежа печатной платы (рис. 5.1, а);
- создание трехмерной модели светодиодного индикатора (рис. 5.1, б);
- разработка сборочной модели с использованием компоновки печатного узла на плоскости (планировка);
- оформление сборочного чертежа и спецификации.



а)



б)

Рис. 5.1 – Разрабатываемые детали: а – плата; б - индикатор

При выполнении работы следует придерживаться изложенной ниже методики решения типовой задачи.

5.3 РЕШЕНИЕ ТИПОВОЙ ЗАДАЧИ

5.3.1 ПЕЧАТНАЯ ПЛАТА

Создайте новую 3D деталь и сохраните в папке **Прибор** файл **Плата .grb**.

Разработка печатной платы, это отдельная задача, решение которой не является темой изучаемой дисциплины. Надо только отметить, что площадь платы определяется располагаемыми на ней элементами и проводящим рисунком, а конфигурация – используемым корпусом. Для разрабатываемого прибора, исходя из требуемой площади печатной платы и размеров датчика поля, выбран серийно выпускаемый корпус Gainta G445 (параметры корпусов этой серии приведены в Приложении X).

Файлы деталей корпусов данной серии представлены в библиотеке.

Поскольку в документации на корпуса имеются не все размеры, требуемые для проектирования платы, надо открыть файл нижней части корпуса **G4xx-2.grb** (задав типоразмер G445 (рис. 5.2, а)), выполнить его проекцию и проставить необходимые размеры (рис. 5.2, б).



Если вы захотите сохранить результат, используйте команду **Сохранить как...**, чтобы задать новое имя и новое место расположения файла. **Никогда не изменяйте файлы в библиотеках** (если только не вы сами их создали).

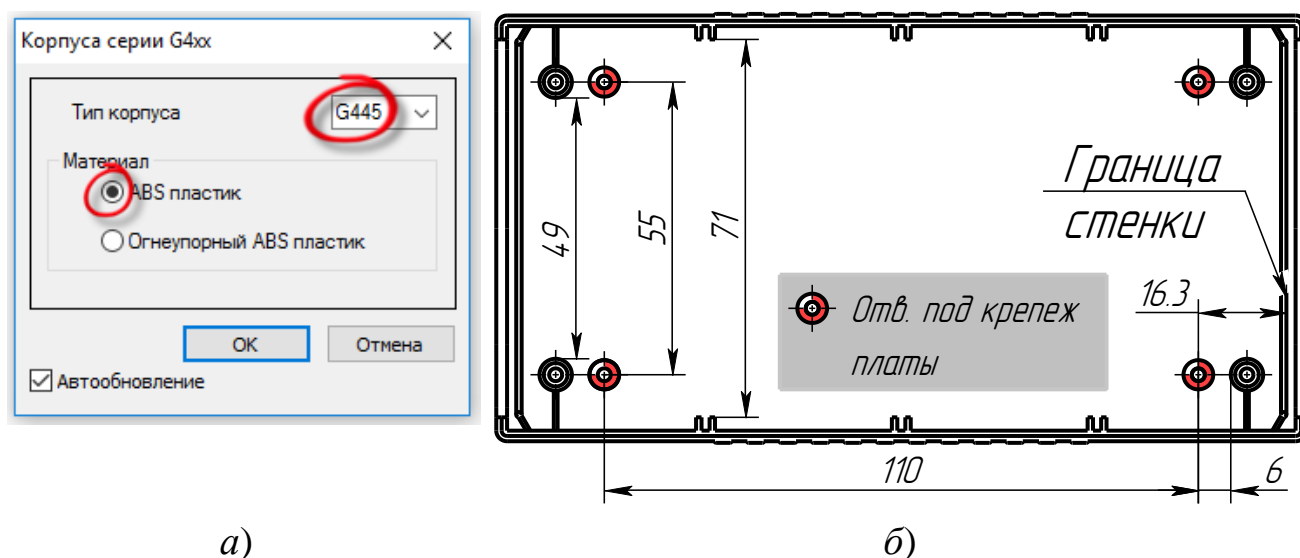


Рис. 5.2 – Корпус: а – выбор типоразмера; б – размеры, влияющие на конструкцию печатной платы

На основании анализа корпуса разработана печатная плата, чертеж которой приведен в приложении М.

Самостоятельно выполните 3D модель платы и оформите рабочий чертеж.

5.3.2 СВЕТОДИОДНЫЙ ИНДИКАТОР

Создайте новую 3D деталь и сохраните в папке **Покупные изделия** файл **Индикатор СД.grb**.

Размеры и внешний вид индикатора приведены в Приложении Ц.

На рис. 5.3 показаны операции, используемые при создании модели.

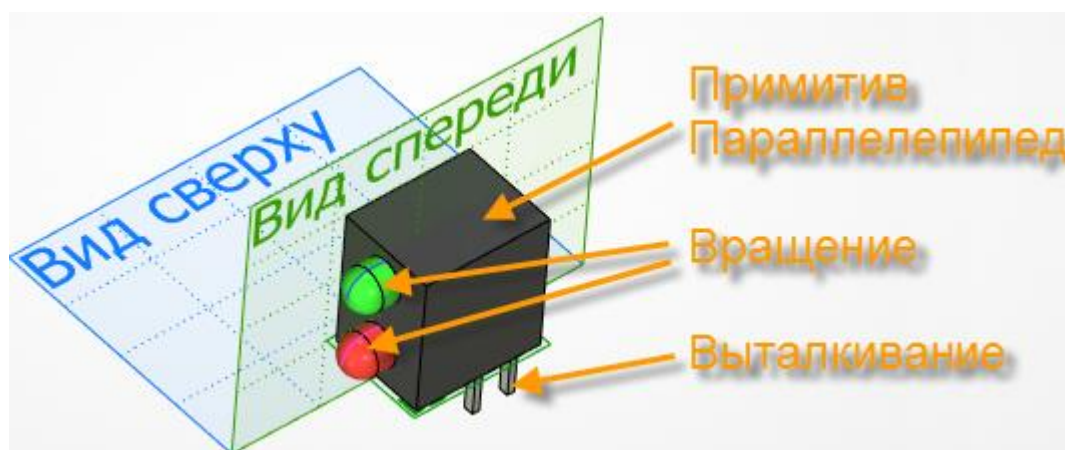





Рис. 5.3 – Методы создания элементов модели

После расположения параллелепипеда надо перейти к черчению на рабочей плоскости **Вид спереди** (возможно вам придется использовать другую плоскость – это зависит от ориентации модели). После проецирования контура параллелепипеда (команда **ГМ: Рабочая плоскость/Режимы/Проецировать элементы** ) , используя его границы для привязки, создайте построения и наносите изображение, показанное на рис. 5.4, а. Создаваемые изображения для каждого из диодов выполняются разным цветом, что обеспечит получение двух 3D профилей.



Для тел вращения создается изображение только половины сечения до оси вращения. Это обусловлено тем, что ось вращения не должна проходить через 3D профиль.

После завершения черчения на рабочей плоскости по команде **ГМ: 3D модель/Операции/Вращение**  создаются светодиоды. Для этого выбирается 3D профиль и задается ось вращения. В нашем случае в качестве оси удобно указать прямое ребро профиля (надо использовать опцию **Автоменю:**  (**Выбрать ось вращения**)). Для светодиодов выберете разные материалы из раздела библиотеки материалов **Неметал-**

лы/Пластик, полимеры/Пластик обыкновенный (Красный пластик и Зеленый пластик).

Выводы создаются на основе 3D профиля, полученного черчением на нижней грани параллелепипеда (рис. 5.4, б). Здесь применена команда **Линейный массив**.

При выполнении выталкивания не забудьте придать толщину, используя раздел **Тонкостенный элемент** параметров операции.

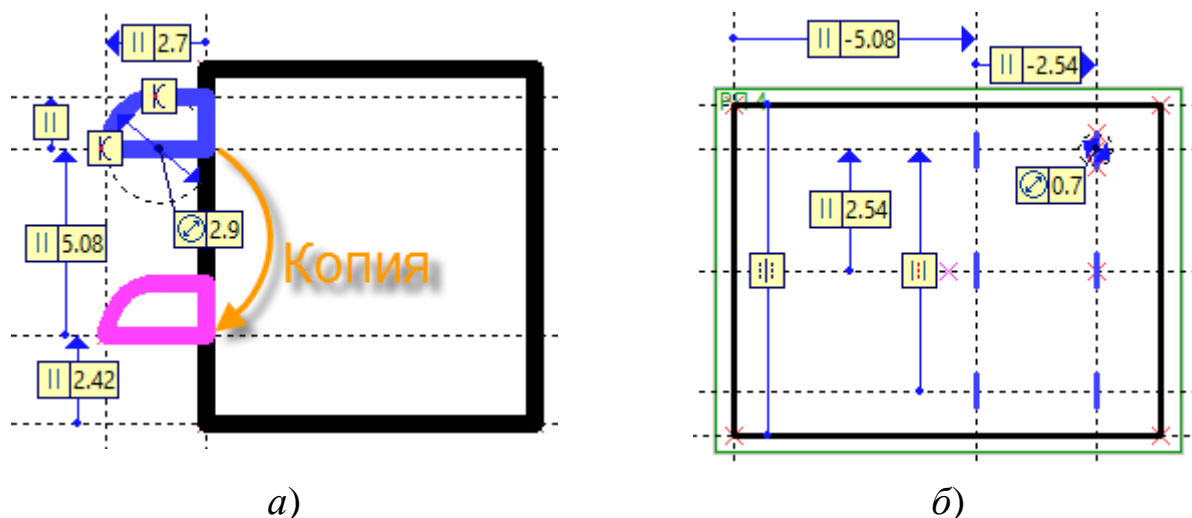


Рис. 5.4 – Создание 3D профилей: а – для светодиодов; б – для выводов

Осталось создать проекционное изображение для размещения элемента в режиме планировки. Проекция создается на рабочей плоскости **Вид сверху**. Для позиционирования фрагмента при планировке нанесите вектор привязки по одной точке. Вектор и его параметры показаны на рис. 5.5.

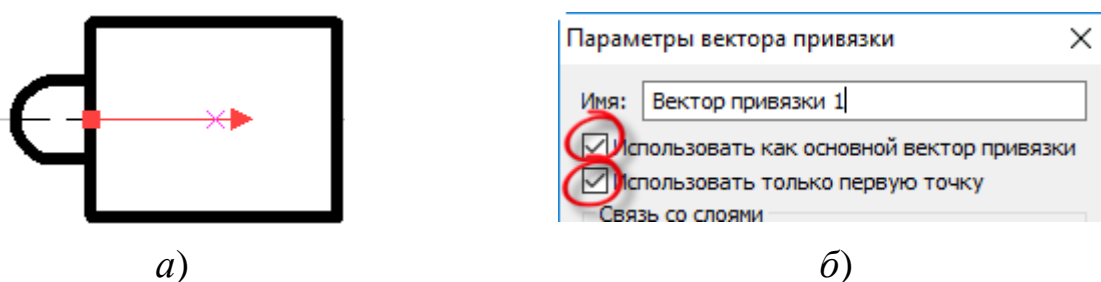


Рис. 5.5 – Создание 2D проекции: а – проекция; б – параметры вектора привязки

Для правильного занесения информации об элементе в спецификацию сборки, внесите необходимую информацию в структуру изделия (рис. 5.6). Работа со структурой изделия подробно рассмотрена в подразделе **4.3.6 Подготовка данных для спецификации**.

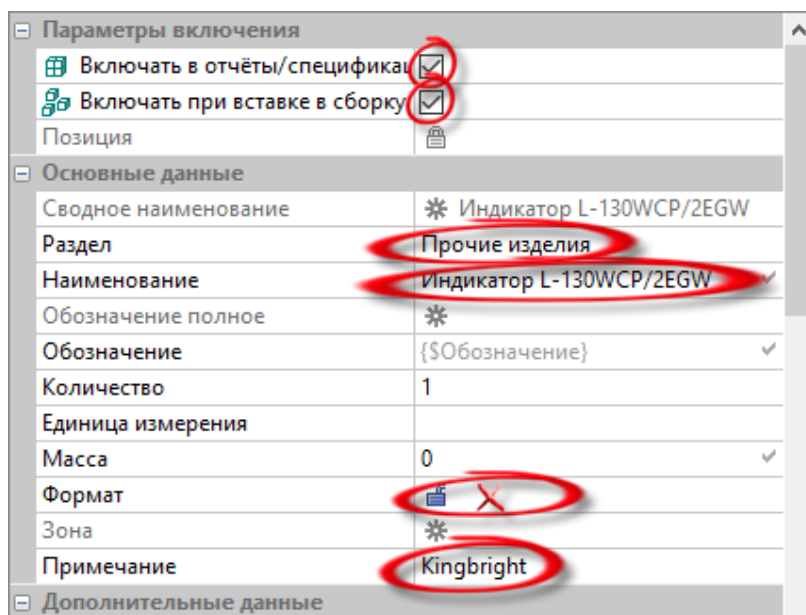


Рис. 5.6 – Описание индикатора в структуре изделия

5.3.3 СБОРОЧНАЯ МОДЕЛЬ ПЕЧАТНОГО УЗЛА

Создайте новую 3D сборку и сохраните в папке **Прибор** файл **СБ Узел печатный.grb**.

Сначала вставьте в документ печатную плату из файла **Плата.grb**. Ее ориентация произвольна. Затем разместите узел детектора (**СБ Детектор поля.grb**). Для привязки используйте круговые ребра отверстий, как показано на рис. 5.7, а. Установите шайбу и винт (рис. 5.7, б).

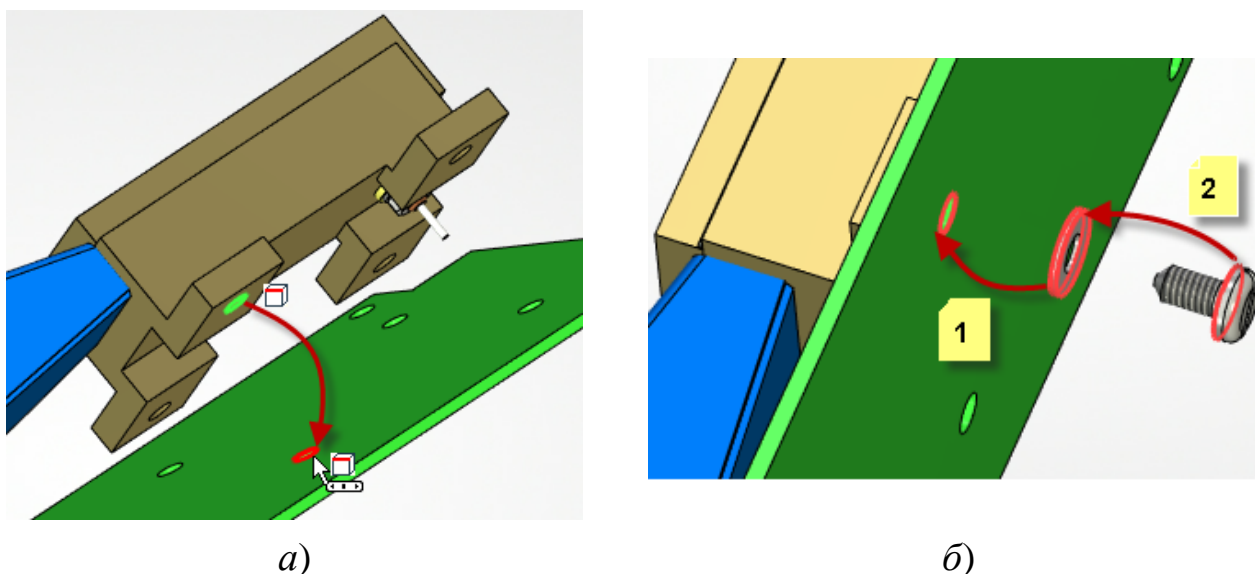




Рис. 5.7 – Установка на плату узла детектора: а – позиционирование узла; б – размещение крепежа

Винт и шайба берутся из библиотек **Стандартные изделия 15/Винты** и **Стандартные изделия 15/ Шайбы**:

- **<Винты нормальные>Винт ГОСТ 11644-75.grb**;
- **<Шайбы>Шайба ГОСТ 11371-78.GRB** под винт М3.

Остальные крепежные элементы создаются путем копирования. Для этого используется команда **ГМ: 3D модель/Операции/Массив ▼ Массив по точкам** . Выполнение копирования поясняется рис. 5.7.

После вызова команды надо выбрать винт. Система автоматически перейдет в опции выбора исходной точки копирования. Поскольку надо выбрать еще и шайбу, надо вернуться к режиму выбора объектов копирования, нажав кнопку **Автоменю:**  (**Выбрать 3D операцию**).




После выбора шайбы выбирается опция **Автоменю:**  (**Выбрать точку исходного положения**) и указывается точка исходного положения копий. В нашем случае это центр кругового ребра шайбы, прилегающего к плате. После выбора ребра система автоматически перейдет к опции **Автоменю:**  (**Выбрать точку целевого положения**), после чего надо указать положение копий (как центры круговых ребер отверстий платы).




Рис. 5.8 – Создание массива по точкам

Радиоэлементы на плате будем располагать в режиме планировки. В этом режиме сначала на плоскости с использованием векторов привязки располагаются 2D фрагменты, связанные с 3D объектами (планировка). Затем, на основе планировки создаются 3D фрагменты. Фрагменты на плоскости сохраняют связь с 3D фрагментами, поэтому можно перемещать 2D фрагменты и в 3D сборке будут отображены эти изменения.

Для планировки будет использоваться рабочая плоскость, созданная командой **Чертить на грани** на основе верхней грани печатной платы. Чтобы видеть занятую узлом детектора область платы, выполните его проекцию. После можно завершить черчение на рабочей плоскости.

При выполнении планировки удобно одновременно видеть как 3D так и 2D окно. Для отображения 2D окна нажмите кнопку  в левом нижнем углу 3D окна. Перейдите в 2D окно.

Чтобы отобразить в 2D окне рабочие плоскости, вызовите команду Вид:  (Страницы). В открывшемся диалоговом окне (рис. 5.9) разрешите отображение рабочих плоскостей, выделите требуемую плоскость и нажмите кнопку [Выбрать].



Для перехода между страницами также можно использовать закладки, расположенные внизу 2D окна.

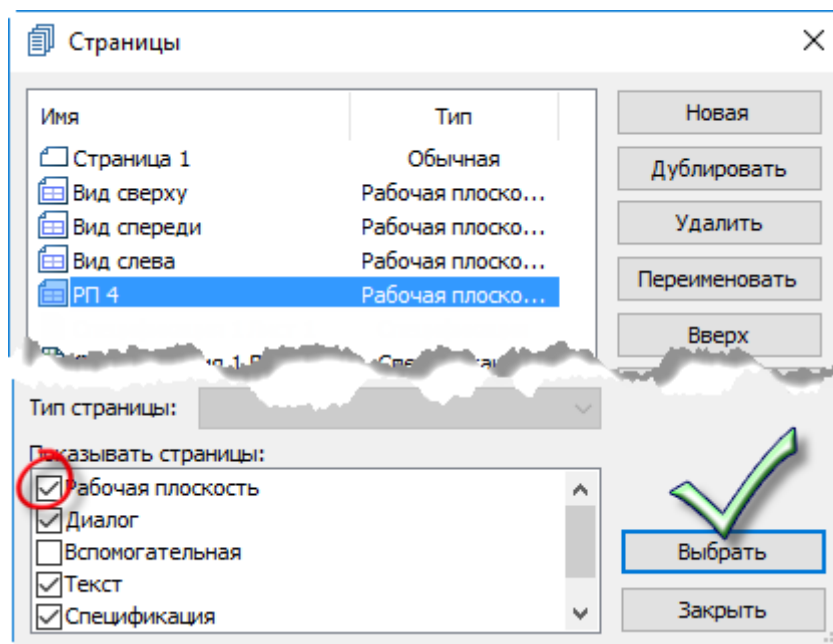



Рис. 5.9 – Диалог управления страницами

Вид рабочей области после выполнения указанных действий приведен на рис. 5.10. Для позиционирования 2D фрагментов удобно использовать привязку к сетке. Для ее настройки нажмите кнопку Вид:  (Сетка). В диалоговом окне (рис. 5.11, а) установите размер сетки и привязку к ней. На рис 5.11, б показан вид рабочего окна с отображаемой сеткой.



Не забудьте также настроить автоматическое обновление модели в установках системы.(см. рис. 4.20).

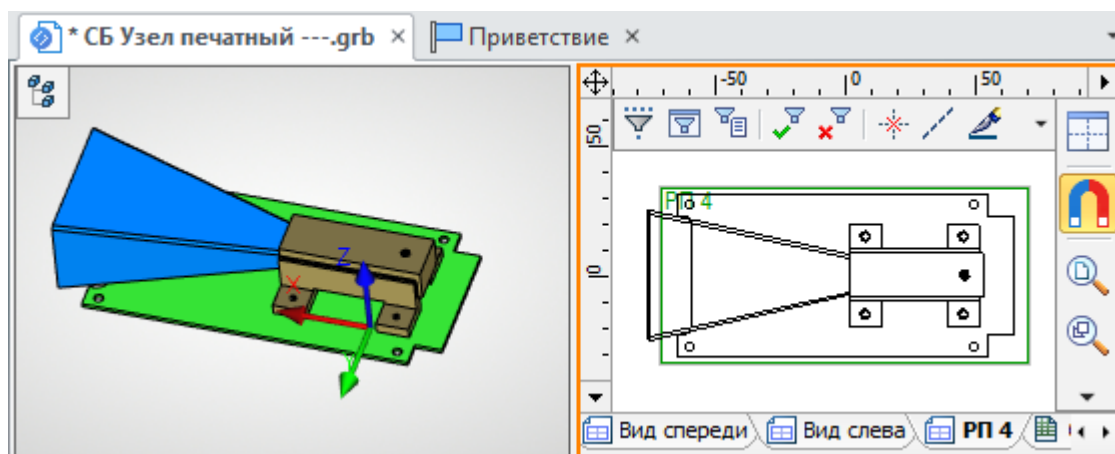
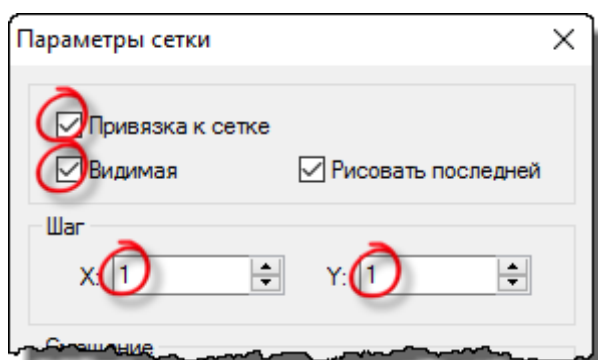
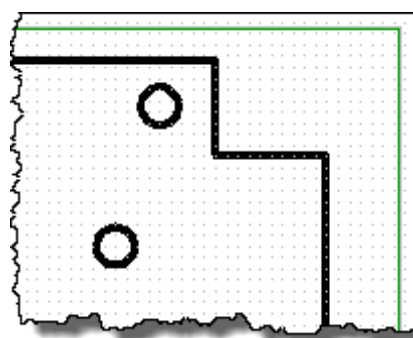


Рис. 5.10 – Рабочая область с двумя окнами





а)



б)

Рис. 5.11 – Использование сетки: а – настройка параметров; б – отображение сетки

Теперь можно приступить к размещению 2D фрагментов, вызвав команду **ГМ: Сборка/Сборка/Фрагмент** . До выбора первого фрагмента по кнопке **Автоменю:**  (Установить параметры фрагмента), выполните настройки, показанные на рис. 5.12.



Настройки, сделанные в команде до выполнения каких-либо действий, будут использованы в дальнейшем по умолчанию. Если выполнить настройки после выбора файла фрагмента, они будут действовать только для текущего фрагмента. Для следующего фрагмента их придется выполнять заново.

Для установки на плату будут использоваться созданные ранее элементы из библиотеки **Покупные изделия: Индикатор СД.grb; Чип.grb; TQFP.grb**. Также потребуется разъем из библиотеки,

поставляемой с системой - **Элементы электропроводки 15/Соединители электрические СЭ/USB *USB розетка на плату тип B.grb***.

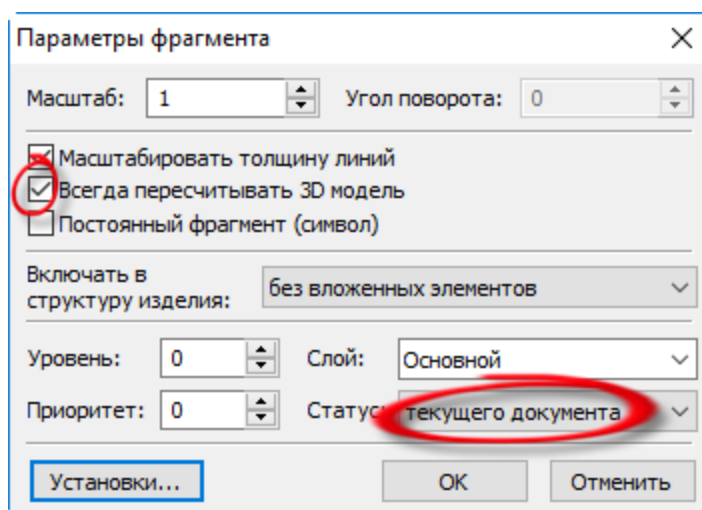
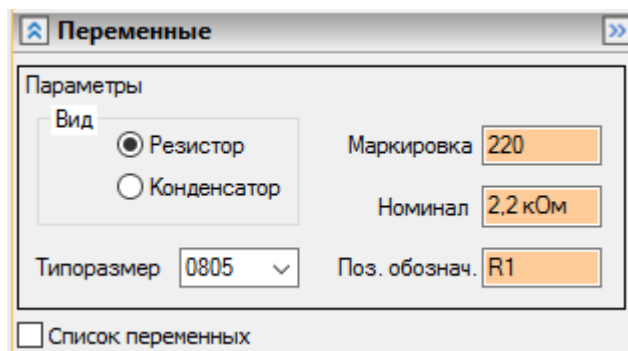


Рис. 5.12 – Настройки для операции **Фрагмент**

Найдите в библиотеке модель **Чип .grb** и перетащите ее в 2D окно. В разделе **Переменные** (рис. 5.13, а), окна параметров настройте параметры элемента. Учтите, что не все типоразмеры можно использовать для конденсаторов и резисторов (рис. 5.13, б). При выборе несовместимого типоразмера в 2D окно будет вставлено некое изображение, но 3D фрагмент получить не удастся, так как для такого элемента будет назначена нулевая толщина.




а)

№	Типоразмер	Типоразмер_метр	Типы
1	0402	1005	R, C
2	0603	1608	R, C
3	0805	2012	R, C
4	1206	3216	R, C
5	1210	3225	R, C
6	1812	4532	C

б)


Рис. 5.13 – Настройка фрагмента: а – внешние переменные;
б – список типоразмеров

Размещаемый фрагмент будет перемещаться в рабочем окне, следуя за указателем мыши (рис. 5.14, а). Положение первой точки вектора привязки фиксируется . Дальнейшие действия зависят от того, как был создан вектор привязки:

- если по одной точке, то команду можно закончить, либо за второй конец вектора повернуть фрагмент на требуемый угол (рис. 5.14, б). Угол можно задать и в окне параметров (рис. 5.15, а);
- если по двум точкам, то потребуется указать положение второй точки вектора (при этом задается только угол поворота. Длина вектора может быть произвольной)



Рис. 5.14 – Размещение фрагмента: а – указание точки привязки; б – задание угла поворота

Если во фрагменте создано несколько векторов привязки, требуемый выбирается с помощью кнопки **Автоменю:**  (**Сменить вектор привязки**). Однако, удобнее воспользоваться разделом **Просмотр** окна параметров (рис. 5.15, б). Здесь отображаются все вектора, виден их тип (по одной или двум точкам) и возможен выбор мышью.

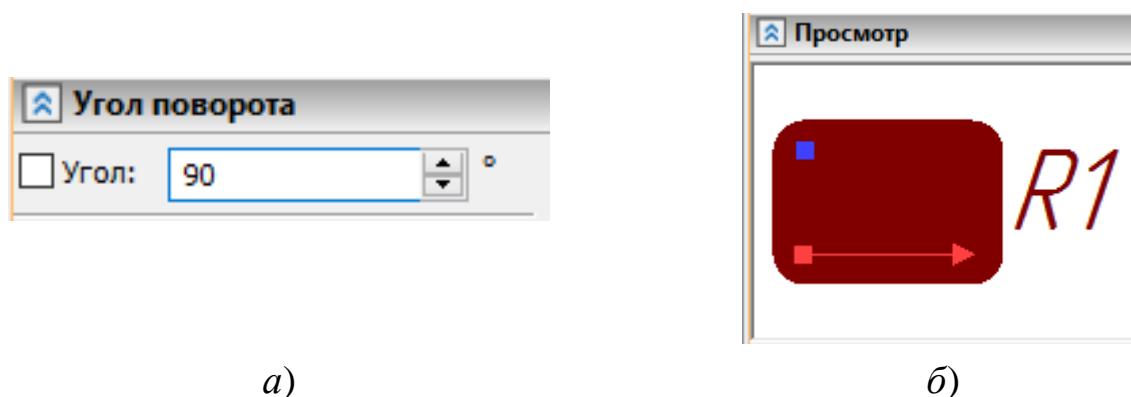




Рис. 5.15 – Элементы окна параметров фрагмента: а – задание угла поворота; б – визуальный выбор вектора привязки

Вставьте в документ еще несколько чип элементов, меняя их параметры (не забывайте изменять позиционные обозначения). Чтобы не выбирать их в библиотеке, воспользуйтесь кнопкой **Автоменю:**  (**Повторить предыдущий фрагмент**).



Этот режим удобен еще и потому, что сохраняются настройки исходного фрагмента (включая назначение значения переменных).

Для повторной вставки можно выбрать не только последний фрагмент. Для этого используется команда **Автоменю:**  (**Выбрать фрагмент для создания копии**).

Аналогично разместите микросхемы из файла **TQFP.grb**. На рис. 5.16, *а* показан вид платы после размещения элементов.

Перед размещением светодиодного индикатора и USB разъема измените шаг сетки по оси Y на 0.5 мм. Для позиционирования этих элементов выполните разметку, показанную на рис. 5.16, *б*.

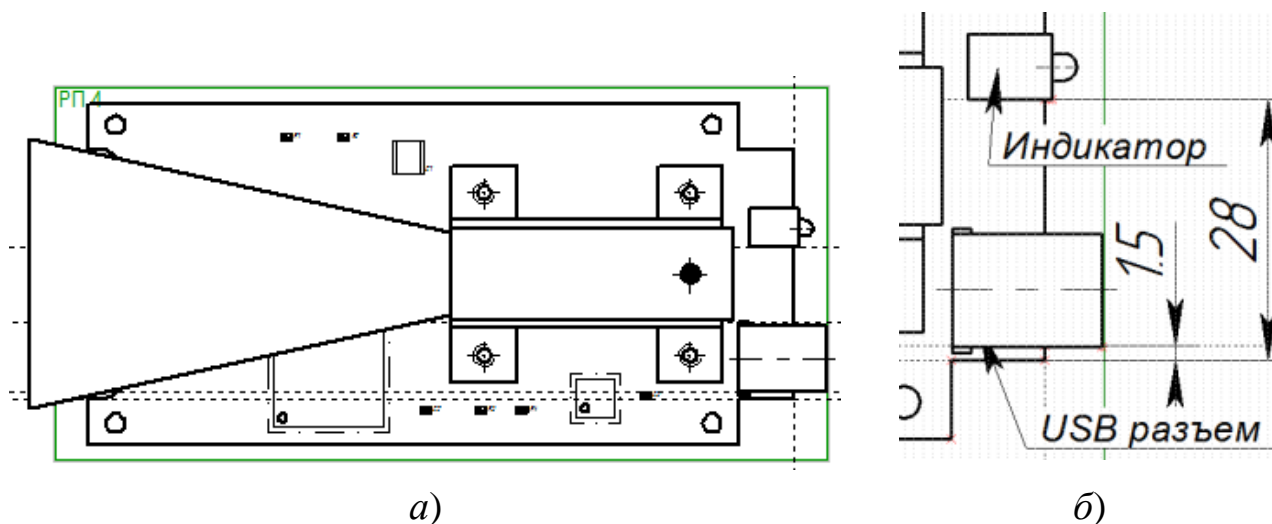



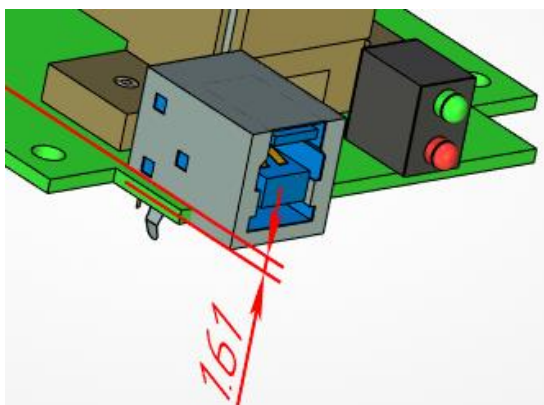


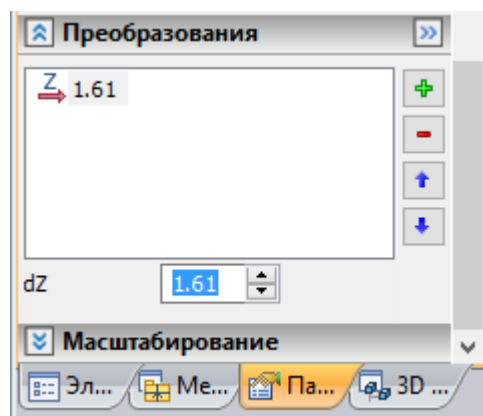
Рис. 5.16 – Размещение 2D фрагментов: *а* – общий вид; *б* – размещение индикатора и разъёма

Для создания 3D фрагментов на основе размещения фрагментов на плоскости, надо перейти в 3D окно и вызвать команду ГМ: **Сборка/Сборка/3D Фрагмент** . По кнопке **Автоменю:**  (**Создать 3D фрагменты по рабочей плоскости (планировка)**) перейдите в режим планировки. В 2D окне надо выбрать фрагменты для создания 3D объектов. Проще всего это сделать, нажав кнопку **Автоменю:**  (**Выбрать все 2D фрагменты**). После подтверждения выполнения операции в 3D модели появятся соответствующие элементы.

В модели USB разъема плоскость основания не совпадает с плоскостью привязки (рис. 5.17, *а*). Надо измерить смещение разъема по вертикали и с помощью преобразования сдвинуть его на полученную величину (рис. 5.17, *б*).



а)



б)

Рис. 5.17 – Коррекция положения USB разъема: а – определение смещения; б – преобразование

Для изменения положения 3D фрагментов, созданных в режиме планировки достаточно переместить соответствующие 2D фрагменты.

5.3.4 СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ И СПЕЦИФИКАЦИЯ

Сборочный чертеж печатного узла и спецификация приведены в Приложениях Н и П. Они создаются аналогично документам из лабораторной работы №3 и их выполнение не должно вызвать никаких затруднений.

5.4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №5

- 1 Использование библиотечных моделей.
- 2 Операция Вращение.
- 3 Копирование с перемещением.
- 4 Применение планировки при создании 3D сборки.
- 5 Трехмерный массив по точкам.
- 6 Многостраничные документы.
- 7 Управление страницами. Типы страниц.
- 8 Использование сетки при размещении объектов.
- 9 Простановка размеров в 3D окне.
- 10 Задание параметров документа и установки программы.

6 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6. РАЗРАБОТКА 3D МОДЕЛИ ПРИБОРА

6.1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Закрепление материала предыдущих лабораторных работ. Создание на сборочном чертеже местных разрезов и видов с удалением части деталей для показа внутреннего устройства изделия.



Перед выполнением работы следует ознакомиться со следующими элементами системы:

- 1) Управление составом проекции сборочной 3D модели*
- 2) Местный разрез*

Работа рассчитана на выполнение в течение 4 академических часов.

6.2 ЗАДАНИЕ

Создание сборочной 3D модели прибора с использованием деталей корпуса из библиотеки и ранее созданного печатного узла (рис. 6.1). В ходе работы студентом производится доработка детали корпуса, создание сборочной модели прибора и оформление конструкторской документации.

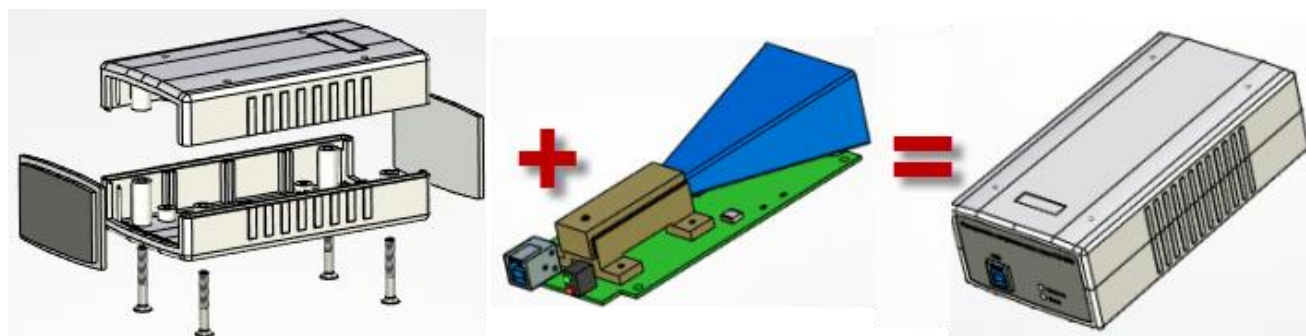


Рис. 6.1 – Сборка прибора

Основные этапы выполнения работы:

- предварительная сборка нижней части корпуса с печатным узлом. Определение положения отверстий под USB разъем и индикаторы;
- доработка стенки корпуса (выполнение отверстий, нанесение надписей, создание рабочего чертежа);
- окончательная сборка прибора;
- оформление конструкторской документации на прибор.

При выполнении работы следует придерживаться изложенной ниже методики решения типовой задачи.

6.3 РЕШЕНИЕ ТИПОВОЙ ЗАДАЧИ

6.3.1 СБОРКА НИЖНЕЙ ЧАСТИ КОРПУСА С ПЕЧАТНЫМ УЗЛОМ

Сначала надо определиться с положением отверстий на стенке корпуса под USB разъем и светодиоды индикатора. Чтобы не проводить аналитических расчетов размерных цепей, удобно разместить печатный узел в корпусе и измерить полученные размеры.

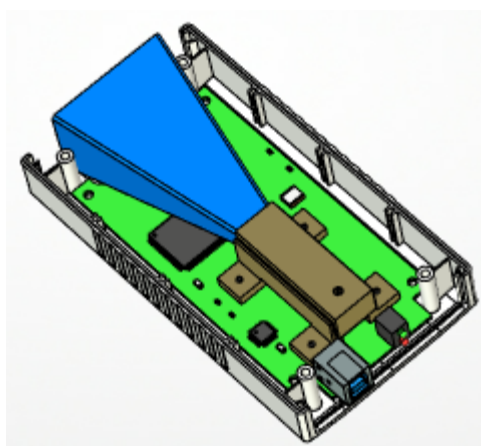
Создайте новую 3D сборку и сохраните в папке **Прибор** файл **СБ Прибор.grb**.

В библиотеке **Покупные изделия** размещены модели деталей корпусов **Gainta 4xx** (информация о корпусах этой серии приведена в Приложении X):

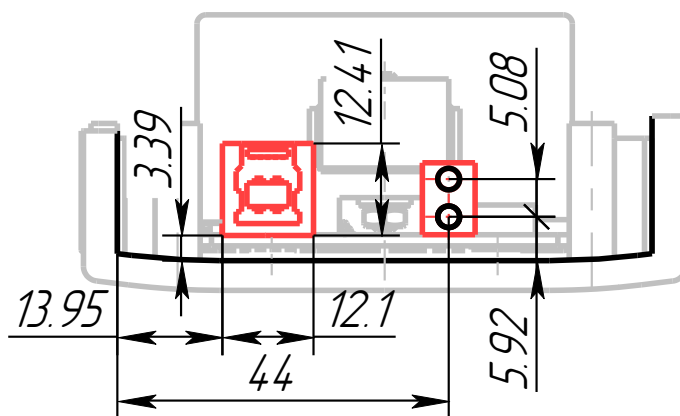
- **G4xx-1.grb** – нижняя часть корпуса;
- **G4xx-2.grb** – верхняя часть корпуса;
- **G4xx-3.grb** – стенка корпуса.

Как уже было сказано в предыдущей лабораторной работе, был выбран типоразмер G445. Поэтому в создаваемую сборку помещается нижняя часть корпуса с указанием в диалоговом окне переменных этого типоразмера. Затем в сборку вставляется печатный узел. Привязку удобно выполнить по одному из крепежных отверстий (рис. 6.2, а).

Далее надо создать проекцию со стороны разъема и органов индикации и проставить на ней интересующие нас размеры (рис. 6.2, б).



а)



б)

Рис. 6.2 – Печатный узел в корпусе (а) и размеры для выполнения отверстий (б)

6.3.2 ДОРАБОТКА СТЕНКИ КОРПУСА

Создайте новую 3D деталь и сохраните в папке **Прибор** файл **Стенка.grb**. Поместите в этот файл 3D фрагмент стенки корпуса (файл **G4xx-3.grb** из библиотеки **Покупные изделия**), задав типоразмер G445.

После перехода к черчению на грани, показанной на рис. 6.3, а, произведите разметку отверстий и нанесите линии изображения, показанные синим цветом (размеры отверстия под USB разъем изменены, по отношению к приведенным на рис. 6.2, б, для получения зазора около 0,5 мм, компенсирующего погрешность сборки).

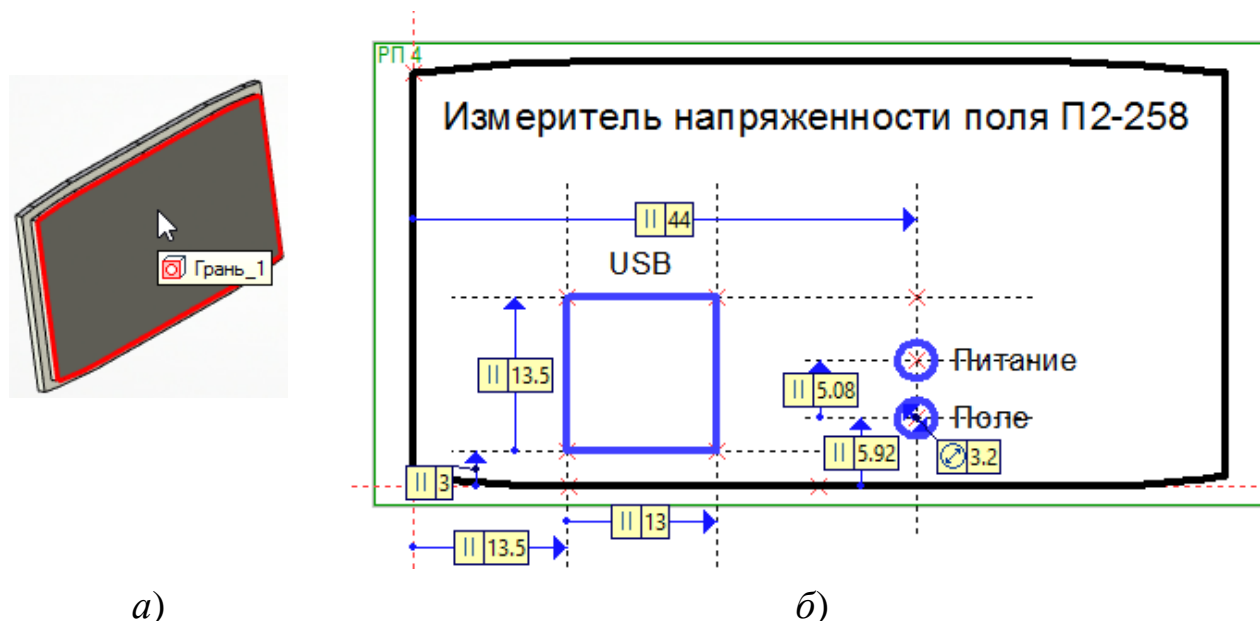




Рис. 6.3 – Выбор грани для черчения (а) и разметка отверстий (б)

Полученный после завершения черчения 3D профиль используется для формирования отверстий (выталкивание с вычитанием).

Далее, на ту же грань, наносятся надписи. Для этого в команде ГМ: **Рабочая плоскость/Оформление/Текст**  удобно использовать опцию **Автоменю:**  (**Многострочный текст**). В этом режиме создается блок текста, управлять положение которого можно манипуляторами, показанными на рис. 6.4. Имя и размеры шрифта приведены в технических требованиях чертежа (Приложение Р).

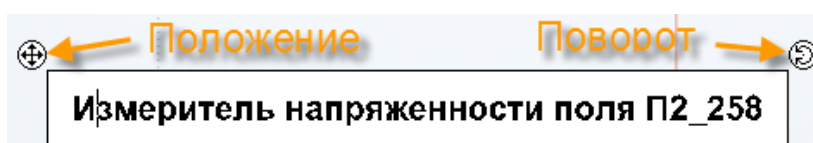


Рис. 6.4 – Многострочный текст

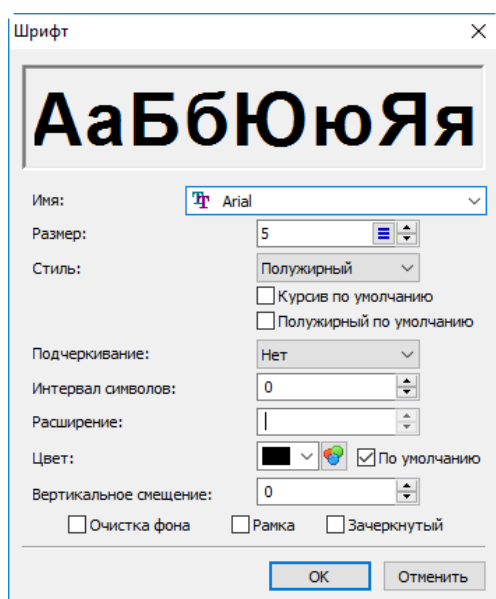


При одновременном нанесении на рабочую плоскость (или грань) изображения и текста 3D профиль от изображения сгенерирован не будет!

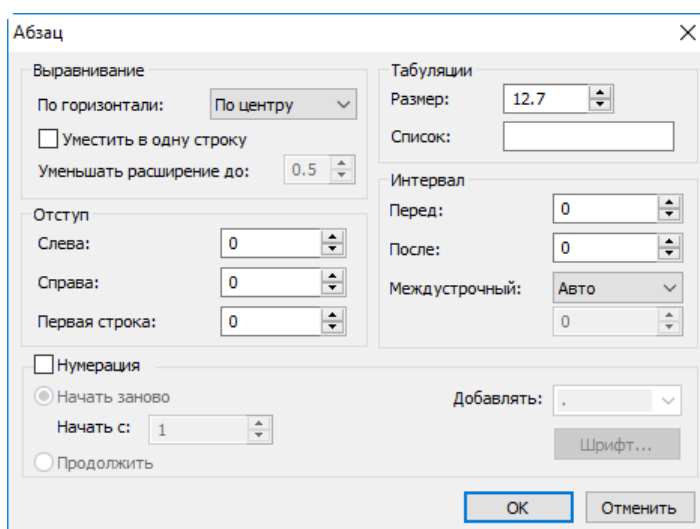
В тоже время, если сначала нанести изображение и завершить черчение (при этом профиль от изображения будет сгенерирован), а затем на ту же плоскость нанести текст, будут образованы оба профиля.

*Для исключения этой коллизии лучше последовательно использовать команду **Чертить на грани** для изображения и для текста. При этом для каждого из элементов будет использована своя рабочая плоскость.*

Для выбора параметров шрифта используется опция **Автоменю: А (Установить шрифт)** (рис. 6.5, а), а для настройки свойств параграфа – **Автоменю: ¶ (Установить параметры абзаца)** (рис. 6.5, б). Установки шрифта распространяются на выделенный текст, а параграфа – на абзац, в котором находится курсор или на выделенные абзацы. Высота шрифта задается в миллиметрах.



а)



б)

Рис. 6.5 – Параметры шрифта (а) и абзаца (б)

На основании полученного тела надо оформить рабочий чертеж на доработку стенки корпуса. При этом руководствуйтесь Приложением Р.

Обратите внимание на то, что при доработке деталей основными линиями наносятся только вновь созданные элементы. Все остальные линии на изображении детали надо сделать тонкими.

В поле **Материал** основной надписи заносятся данные о заготовке.

6.3.3 ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ СБОРКА ПРИБОРА

Перейдите к файлу **СВ Прибор.grb** и продолжите сборку. В модель вставляются недостающие детали корпуса. Для их привязки используются ЛСК, имеющиеся во фрагментах. На рис. 6.6 показаны устанавливаемые детали и используемые при этом ЛСК.

Остается расположить винты, крепящие печатный узел и соединяющие детали корпуса. Под винты крепления печатного узла устанавливаются шайбы.

Винты (шайбы) берутся из библиотеки **Стандартные изделия 15/Винты (Шайбы)**:

- <Винты самонарезающие>Винт ГОСТ Р ИСО 7049-93.grb 2.9x6.5 для крепления печатного узла;
- <Шайбы>Шайба ГОСТ 11371-78.GRB под винт М3;
- <Винты нормальные>Винт ГОСТ Р ИСО 7046-2.grb М3х25 для сборки корпуса.

По одному винту (и шайбу при креплении печатного узла) из каждой группы размещают, как фрагменты, привязывая к соответствующим отверстиям деталей. Остальные винты в группах получают с помощью команды **Массив по точкам**, как это было сделано при сборке печатного узла.

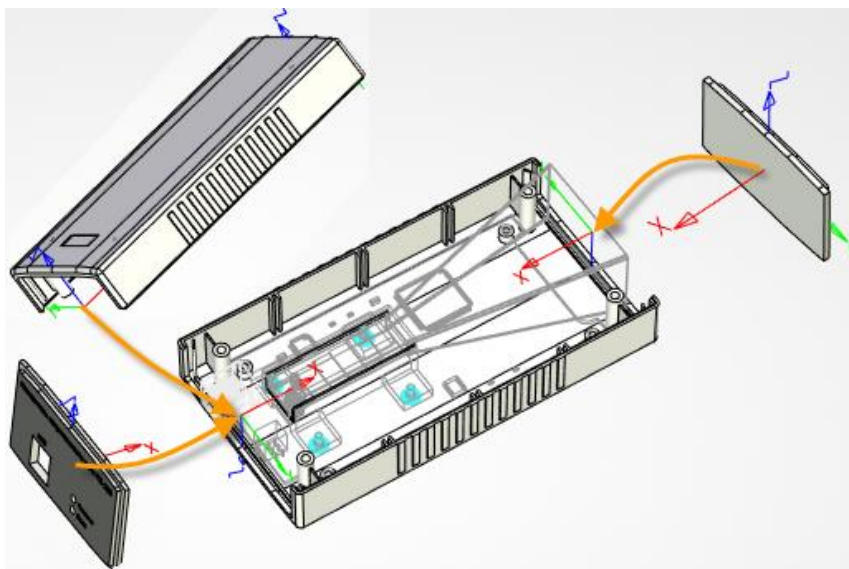



Рис. 6.6 – Использование систем координат при сборке прибора

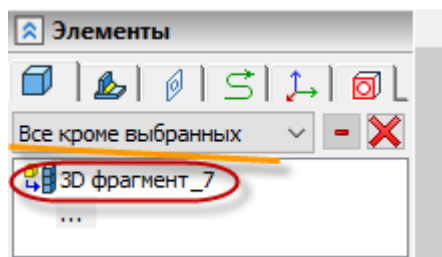
6.3.4 СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ И СПЕЦИФИКАЦИЯ

Сборочный чертеж прибора и спецификация приведены в Приложениях С и Т. Основные принципы создания сборочных чертежей вы уже проходили. Отличиями данного чертежа являются:

- скрытие на виде сверху крышки корпуса;

– выполнения местного разреза на виде слева.

Чтобы на проекции были показаны не все детали сборки, при создании проекции надо воспользоваться разделом параметров **Элементы** (рис. 6.7, а). Поскольку из проекции исключается всего одна деталь, удобно воспользоваться режимом **Все кроме выбранных**. После выбора данного режима по кнопке **Автоменю:**  (**Выбрать элементы модели для проецирования**) надо выбрать верхнюю часть корпуса (рис. 6.7, а). Далее проекция создается, как описывалось выше.




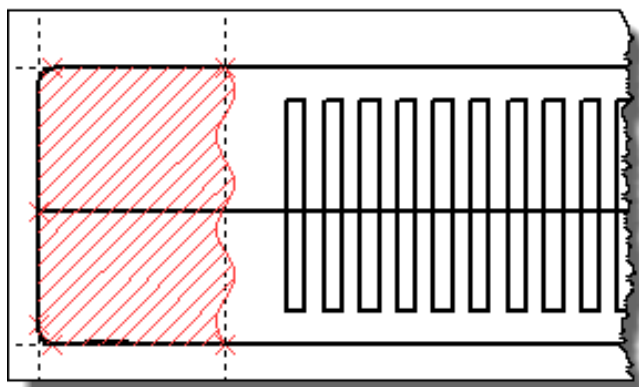
а)



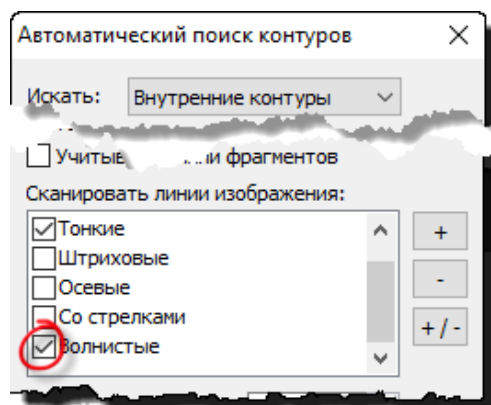
б)

Рис. 6.7 – Выбор проецируемых деталей: а – параметры операции; б – выбор крышки, которая исключается из проекции

Местный разрез создается после размещения всех проекций. На той проекции, где должен быть выполнен разрез надо произвести разметку, создать волнистую линию, определяющую границу разреза и нанести на область разреза штриховку (рис. 6.8, а). Чтобы поиск границ штриховки выполнялся автоматически, необходимо разрешить использование волнистой линии в качестве границы. Для этого воспользуйтесь кнопкой **Автоменю:**  (**Параметры автоматического поиска контура**) (рис. 6.8, б).




а)



б)

Рис. 6.8 – Подготовка к выполнению местного разреза: а – создание штриховки; б – настройка параметров поиска границ штриховки

В команде создания проекции выбирается опция **Автоменю:**  (**Создать местный разрез**), после чего выбирается штриховка и на другой проекции точка, определяющая положение сечения (рис. 6.9, а). После подтверждения местный разрез будет нанесен на проекцию (рис. 6.9, б).

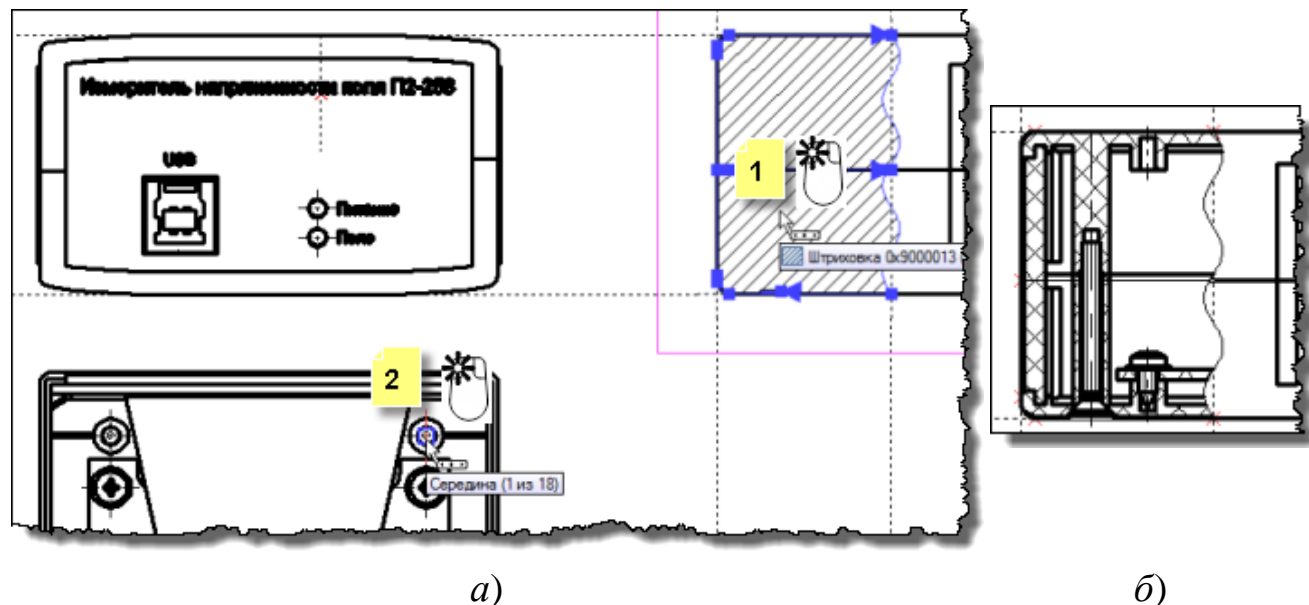


Рис. 6.9 – Местный разрез: а – действия; б – результат



Стиль штриховки деталей, попавших в сечение, определяется материалами этих деталей, а не параметрами вспомогательной штриховки – она только задает область разреза.

6.4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №6

- 1 Многострочный текст.
- 2 Правила выполнения чертежей на доработку деталей.
- 3 Выполнение местных разрезов.
- 4 Команды создания 3D объектов.
- 5 Команды модификации тел.
- 6 Особенности эскизного черчения.
- 7 Анализ геометрии.
- 8 Измерения параметров модели.
- 9 Управление ссылками. Внешние и внутренние ссылки.
- 10 Подготовка модели для переноса на другой компьютер.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Учебно-методические материалы доц. Петрова В.В. Свободно распространяемое программное обеспечение. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://sites.google.com/a/nstuedu.com/umk_petrovvv/programm, свободный.
2. Учебно-методические материалы доц. Петрова В.В. Параметрическое 3D моделирование конструкций РЭС. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://sites.google.com/a/nstuedu.com/umk_petrovvv/kg, свободный.
3. T-FLEX CAD. Краткий вводный курс. [Электронный ресурс] – М.: ЗАО «Топ Системы», 2016 – 397 с.
4. T-FLEX CAD. Двухмерное проектирование и черчение. Руководство пользователя. [Электронный ресурс] – М.: ЗАО «Топ Системы», 2016 – 1220 с.
5. T-FLEX CAD. Трёхмерное моделирование. Руководство пользователя. [Электронный ресурс] – М.: ЗАО «Топ Системы», 2016 – 1237 с.
6. Справочная система пакета T-flex CAD 3D 15.0. [Электронный ресурс].
7. T-FLEX PLM. Видеоролики по работе с системой T-Flex. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.youtube.com/user/TopSystemsLTD/playlists>, свободный.
8. Классификатор ЕСКД. Учебно-методические материалы доц. Петрова В.В. Параметрическое 3D моделирование конструкций РЭС. Лабораторные работы. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://sites.google.com/a/nstuedu.com/umk_petrovvv/kg/lab, свободный.
9. Маркировка резисторов SMD (для поверхностного монтажа) [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.radiant.su/rus/articles/?action=show&id=334>, свободный.
10. Пластиковые корпуса. Серия G4xx. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.gainta.com/pdf/gainta_g4xx.pdf, свободный.
11. АО «НИИПП» (научно-исследовательский институт полупроводниковых приборов). Диоды СВЧ смесительные и детекторные с барьером Шоттки. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.niipp.ru/catalog/detail.php?ID=227>, свободный.
12. Выводные светодиоды. Индикаторы на плату двухуровневые L-130WCP/2EGW. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://kingbright.ru/products/34-bi-level-cbi/2018-l-130wcp2egw>, свободный.

13. ГОСТ 2.104-2006 ЕСКД Основные надписи. - М.: Стандартинформ, 2007.- 14 с.
14. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД Основные требования к чертежам. - М.: Стандартинформ, 2007.- 29 с.
15. ГОСТ 2.305-68 ЕСКД Изображения – виды, разрезы, сечения. - М.: Стандартинформ, 2007.- 16 с.
16. ГОСТ 2.307-68 ЕСКД Нанесение размеров и предельных отклонений. - М.: Стандартинформ, 2007.- 22 с.
17. ГОСТ 2.309-73 ЕСКД Обозначение шероховатости поверхностей. - М.: Стандартинформ, 2007.- 9 с.
18. ГОСТ 2.310-68 ЕСКД Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки. - М.: Стандартинформ, 2007.- 6 с.
19. ГОСТ 2.313-82 ЕСКД Условные изображения и обозначения неразъемных соединений. - М.: Стандартинформ, 2007.- 7 с.
20. ГОСТ 2.315-68 ЕСКД Изображения упрощенные и условные крепежных деталей. - М.: Стандартинформ, 2007.- 11 с.
21. ГОСТ 2.316-68 ЕСКД Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц. - М.: Стандартинформ, 2007.- 7 с.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А
(ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)
ИРИТ 715513.001 ДЕРЖАТЕЛЬ ДИОДА**

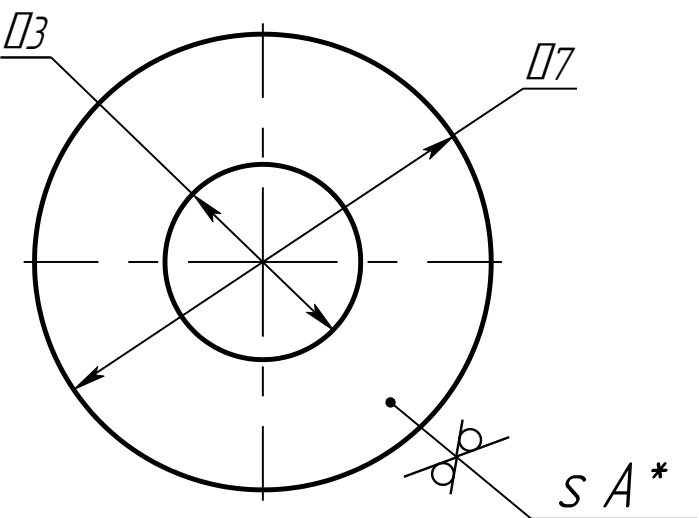
**ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)
ИРИТ 715513.002 КОНТАКТ**

Перв. примен.	ИРИТ.715513.002							
Справ. №								
Взам. инв. №	Инв. № дудл.	Подп. и дата	<p>1. Покрытие поверхности Б Срб. Площадь покрытия 0.4 см².</p> <p>2. Н14; h14; ±IT14/2.</p> <p>3. Остальные технические требования по ОСТ4 ГО.070.014.</p>					
Подп. и дата	Инв. № подл.	Подп. и дата						
Изм.	Лист	№ докум.			Подп.	Дата		
Разраб.	Студент	Петров В			ИРИТ.715513.002	Лит.	Масса	Масштаб
Пров.	Т.контр.	Н.контр.			Утв.	У	0.79 г	10:1
Контакт				Лист 1				
163 ГОСТ 15527-70				НГТУ, ИРИТ, гр. 15-ТР				

Копировал

Формат А4

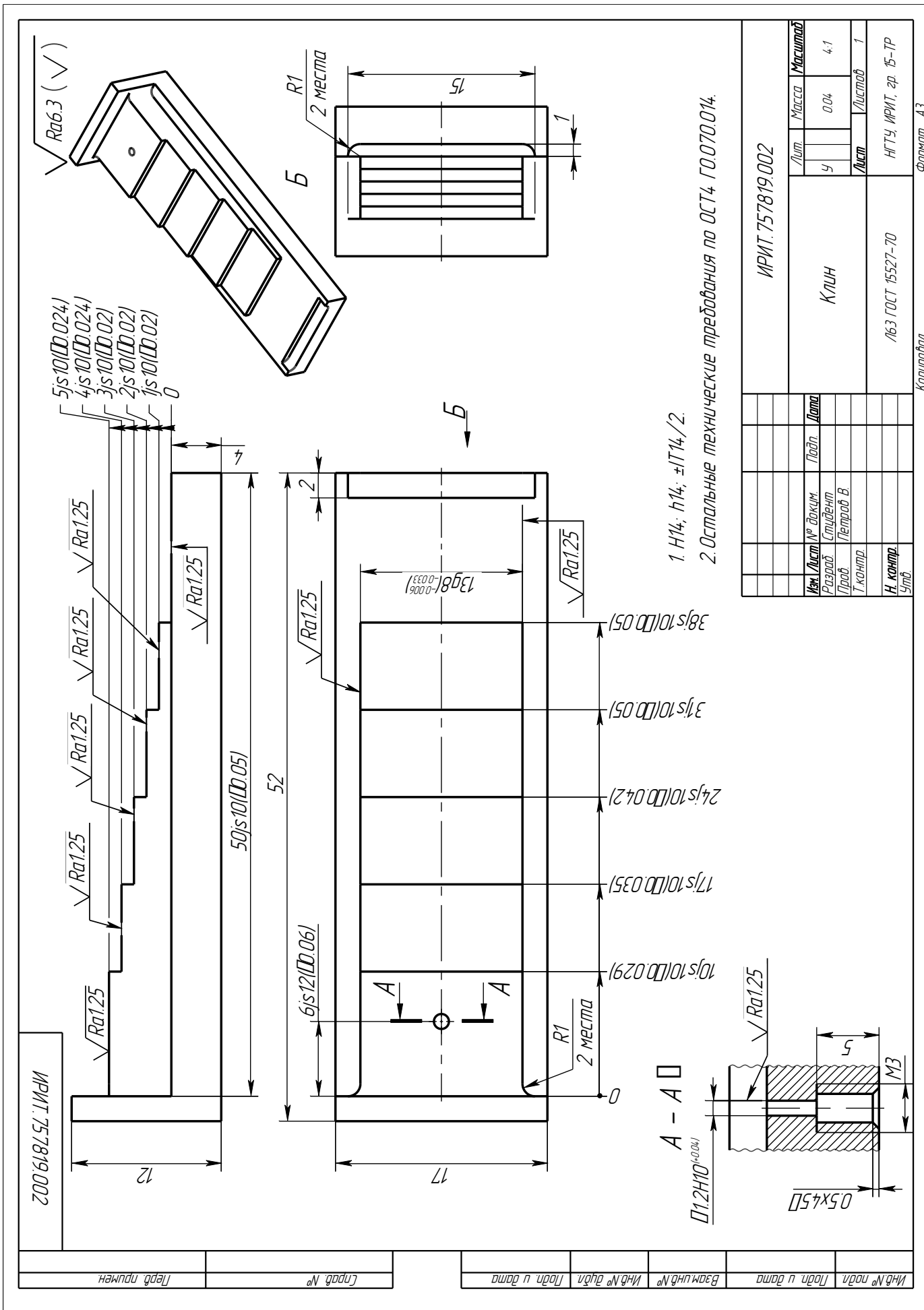
**ПРИЛОЖЕНИЕ В
(ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)
ИРИТ 758491.001 ШАЙБА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ**

Справ. №	Перв. примен.	ИРИТ 758491.001					$\sqrt{Rz20 (\checkmark)}$															
																						
Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 40%;">Обозначение</th> <th style="width: 10%;">А</th> <th style="width: 50%;">Материал</th> </tr> <tr> <td>ИРИТ 758491.001</td> <td>0,3</td> <td>Лента Ф-4ПН 0,3 ГОСТ 24222-80</td> </tr> <tr> <td>ИРИТ 758491.001 -01</td> <td>2</td> <td>Стеклотекстолит СТ-1-2,0 ГОСТ 12652-74</td> </tr> </table>								Обозначение	А	Материал	ИРИТ 758491.001	0,3	Лента Ф-4ПН 0,3 ГОСТ 24222-80	ИРИТ 758491.001 -01	2	Стеклотекстолит СТ-1-2,0 ГОСТ 12652-74			
			Обозначение	А	Материал																	
			ИРИТ 758491.001	0,3	Лента Ф-4ПН 0,3 ГОСТ 24222-80																	
ИРИТ 758491.001 -01	2	Стеклотекстолит СТ-1-2,0 ГОСТ 12652-74																				
<p>1. *Размер для справок.</p> <p>2. Н14; h14; ±IT14/2.</p> <p>3. Остальные технические требования по ОСТ4 ГО.070.014.</p>																						
Инв. № подл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИРИТ.758491.001															
							Шайба диэлектрическая															
											См. таблицу											
															НГТУ, ИРИТ, зр. 15-ТР							
							<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 10%;">Лит.</th> <th style="width: 10%;">Масса</th> <th style="width: 10%;">Масштаб</th> </tr> <tr> <td>У</td> <td></td> <td>10:1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Лист</td> <td style="text-align: center;">Листов</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> </table>				Лит.	Масса	Масштаб	У						10:1	Лист	
							Лит.	Масса	Масштаб													
У		10:1																				
Лист		Листов																				
		1																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Н. контр.</td> <td style="width: 10%;">Утв.</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				Н. контр.	Утв.																	
Н. контр.	Утв.																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Разраб.</td> <td style="width: 10%;">Студент</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>Проб.</td> <td>Петров В.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Т.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				Разраб.	Студент					Проб.	Петров В.					Т.контр.						
Разраб.	Студент																					
Проб.	Петров В.																					
Т.контр.																						

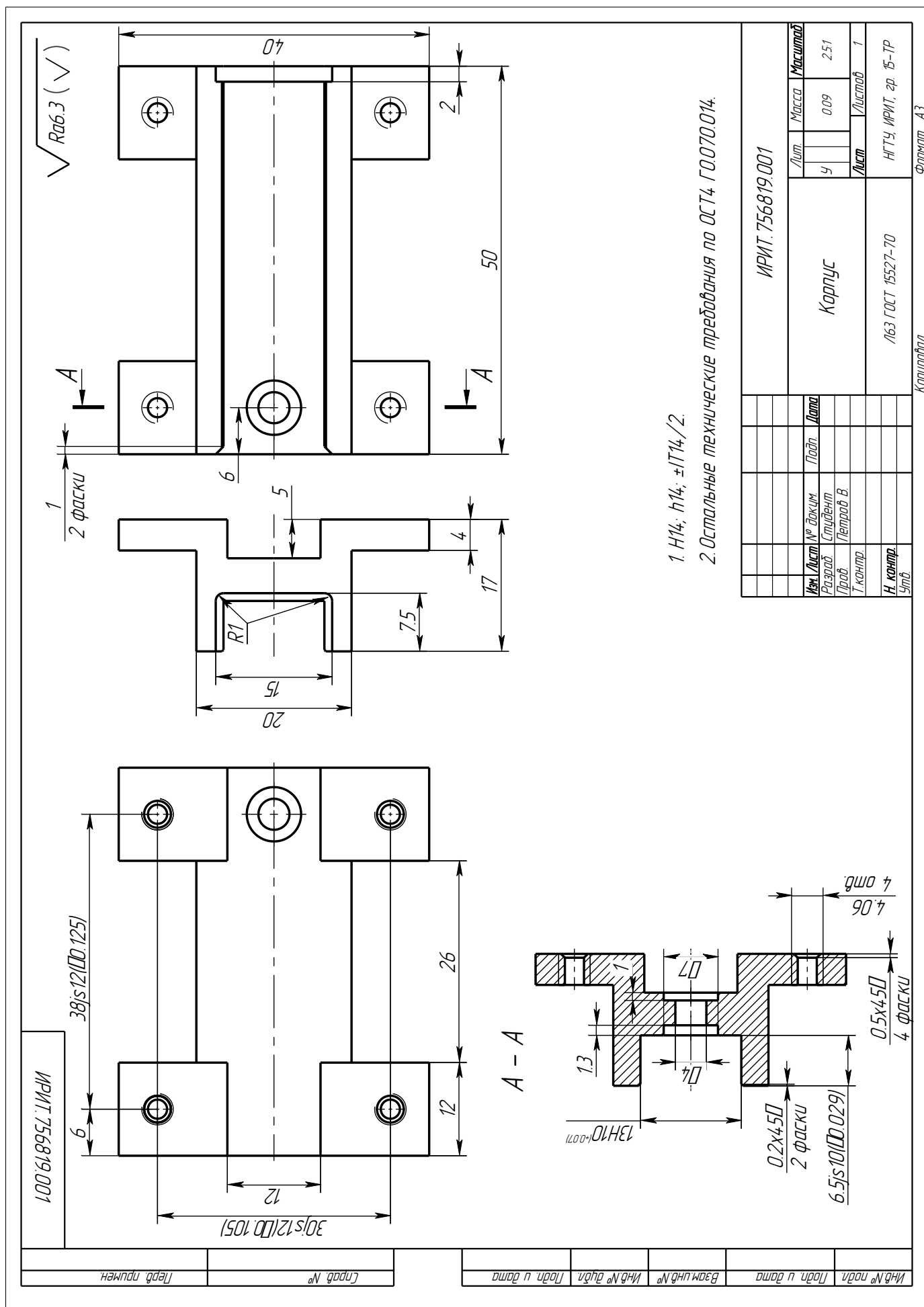
Копировал

Формат А4

**ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)
ИРИТ 757819.002 КЛИН**



**ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)
ИРИТ 756819.001 КОРПУС**



**ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)
ИРИТ 757841.001 РУПОР**

[illegible]

**ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
(ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)
ИРИТ 418219.001 СБ. ДЕРЖАТЕЛЬ ДИОДА В СБОРЕ.
СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ**

Справ. №	Перв. примен.	ИРИТ.4.18219.001				ИРИТ.4.18219.001 СБ
<p>1. Все размеры для справок.</p> <p>2. Клей Контактол К4.</p> <p>3. Остальные технические требования по ОСТ4 ГО.070.015.</p>						
Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	ИРИТ.4.18219.001 СБ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Держатель диода в сборе	
Разраб.	Студент	Петров В.			Сборочный чертёж	
Пров.					Лит. у	
Т.контр.					Масса 0.33 г	
Н. контр.					Масштаб 10:1	
Утв.					Лист 1	
					НГТУ, ИРИТ, гр. 15-ТР	

Копировал

Формат А4

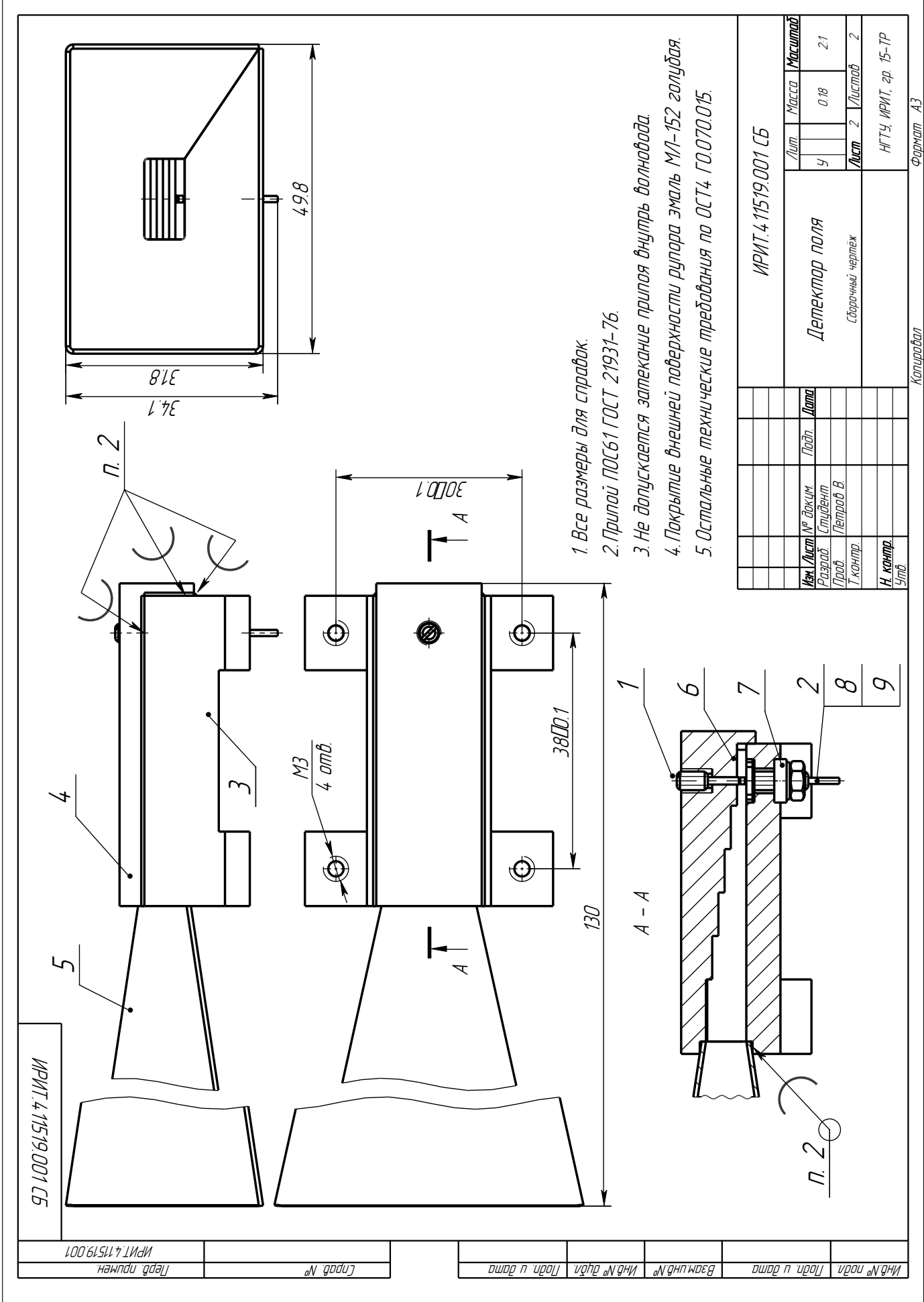
**ПРИЛОЖЕНИЕ И
(ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)
ИРИТ 418219.001 ДЕРЖАТЕЛЬ ДИОДА В СБОРЕ.
СПЕЦИФИКАЦИЯ**

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
Справ. №		A4			ИРИТ.418219.001 СБ	Сборочный чертеж				
						Документация				
						Детали				
		A4	1		ИРИТ.715513.001	Держатель диода	1			
						Прочие изделия				
			2			Диод 3A123A	1			
Подп. и дата										
Подп. и дата										
Инв.№ подл.		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИРИТ.418219.001			
		Разраб.	Студент				Держатель диода в сборе	Лит.	Лист	Листов
		Пров.	Петров В.					У		1
		Н.контр.						НГТУ, ИРИТ, зр. 15-ТР		
		Утв.								

Копировал

Формат А4

**ПРИЛОЖЕНИЕ К
(ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)
ИРИТ 411519.001 СБ. ДЕТЕКТОР ПОЛЯ.
СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ**



**ПРИЛОЖЕНИЕ Л
(ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)
ИРИТ 411519.001 ДЕТЕКТОР ПОЛЯ. СПЕЦИФИКАЦИЯ**

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №						<u>Документация</u>			
		A3			ИРИТ.4 11519.001 СБ	Сборочный чертеж			
						<u>Сборочные единицы</u>			
		A4	1	ИРИТ.4 18219.001	Держатель диода в сборе	1			
						<u>Детали</u>			
Подп. и дата	Инв.№ дубл.	A4	2	ИРИТ. 715513.002	Контакт	1			
		A3	3	ИРИТ. 756819.001	Корпус	1			
		A3	4	ИРИТ. 757819.002	Клин	1			
		A3	5	ИРИТ. 757841.001	Рупор	1			
		A4	6	ИРИТ. 758491.001	Шайба				
					диэлектрическая	1			
		A4	7	ИРИТ. 758491.001 -01	Шайба				
					диэлектрическая	1			
					<u>Стандартные изделия</u>				
		Взам.инв.№	Инв.№	8		Шайба А.3.01.059			
				ГОСТ 10450-78	1				
9				Гайка МЗ-6Н.5					
				ГОСТ 5915-70	1				
Подп. и дата	Инв.№								
Инв.№ подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИРИТ.4 11519.001			
И.контр.	Утв.					Детектор поля	Лит.	Лист	Листов
							У		1
							НГТУ, ИРИТ, гр. 15-ТР		

Копировал

Формат А4

**ПРИЛОЖЕНИЕ М
(ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)
ИРИТ 758723.001 ПЛАТА ПЕЧАТНАЯ**

**ПРИЛОЖЕНИЕ Н
(ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)
ИРИТ 418240.001 СБ. УЗЕЛ ПЕЧАТНЫЙ.
СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ**

Справ. №

Перв. примен.
ИРИТ.4 18240.001

ИРИТ.4 18240.001 СБ

1. Размеры для справок.

2.

Поскольку Вы еще не изучали проектирование печатных плат, в части технических требований чертеж упрощен.

3. Остальные технические требования по ОСТ4 ГО.070.015.

					ИРИТ.4 18240.001 СБ			
Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Узел печатный Сборочный чертёж	Лист	Масса	Масштаб
						У	0.2	1:1
						Лист	Листов	1
						НГТУ, ИРИТ, гр. 15-ТР		
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
	Разраб.		Студент					
	Пров.		Петров В.					
	Т.контр.							
	Н. контр.							
	Утв.							

Копировал

Формат А4

**ПРИЛОЖЕНИЕ П
(ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)
ИРИТ 418240.001 УЗЕЛ ПЕЧАТНЫЙ.
СПЕЦИФИКАЦИЯ**

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №		A4			ИРИТ.4 18240.001 СБ	Сборочный чертеж		
						Сборочные единицы		
		A3	1		ИРИТ.4 11519.001	Детектор поля	1	
						Детали		
		A4	2		ИРИТ.758723.001	Плата печатная	1	
						Стандартные изделия		
			3			Шайба С.3.01.059		
						ГОСТ 11371-78	4	
			4			Винт А.МЗ-6гП6.58		
						ГОСТ 11644-75	4	
			5			Розетка на плату USB		
						3.0, тип В	1	
						Прочие изделия		
			6			Индикатор L-		Kingbri
						130WCP/2EGW	1	ght
			7			Микросхема		
						АТМega1284	1	
			8			Микросхема СР232	1	
		ИРИТ.4 18240.001						
Инв.№ подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
	Разраб.	Студент						
	Проб.	Петров В.						
	Н.контр.							
	Утв.							
Узел печатный						Лит.	Лист	Листов
						У	1	2
						НГТУ, ИРИТ, гр. 15-ТР		

Копировал

Формат А4

[illegible]

**ПРИЛОЖЕНИЕ Р
(ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)
ИРИТ 752612.001 СТЕНКА**

ИРИТ.752612.001

√ Ra6.3

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв.№ дубл.

Взам.инв.№

Подп. и дата

Инв.№ подл.

76*

Измеритель напряженности поля П2-258

USB

П3.2
2 отв.

Питание

Поле

13.5 13 5.1 5.9 5 3.5 10 31 3 76* 41*

44 ±0.125

1. *Размеры для справок.

2. Надписи нанести методом шелкографии. Эмаль МЛ-152 черная. Шрифт Arial, размер шрифта верхней строки 2.5 мм, остальных – 2 мм.

3. Н14; h14; ±IT14/2.

4. Остальные технические требования по ОСТ4 ГО.070.014.

ИРИТ.752612.001				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Студент			
Пров.	Петров В.			
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Стенка		Лит.	Масса	Масштаб
Деталь корпуса G445-3		У	0.01	2:1
		Лист	Листов 1	
		НГТУ, ИРИТ, гр. 15-ТР		

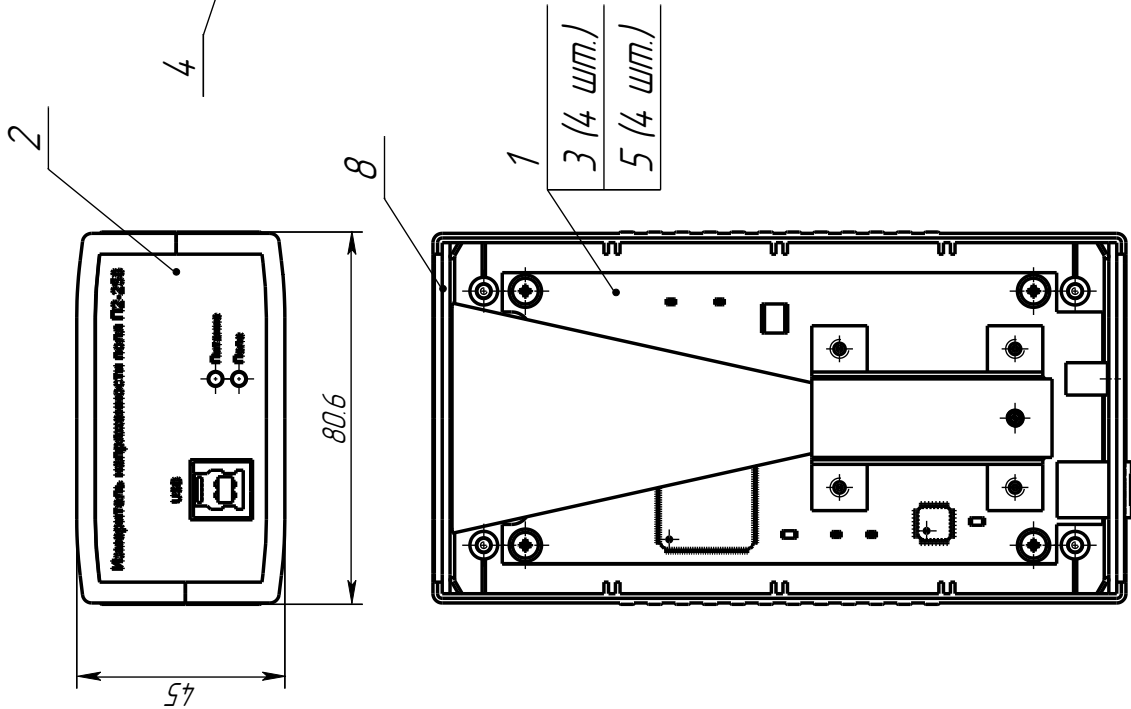
Копировал

Формат А4

**ПРИЛОЖЕНИЕ С
(ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)
ИРИТ 411151.001 СБ. ИЗМЕРИТЕЛЬ НАПРЯЖЕННОСТИ
ПОЛЯ.
СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ**

ИРИТ.4.11151.001 СБ

Лист №	ИРИТ.4.11151.001
Лист №	ИРИТ.4.11151.001



1. Все размеры для справок.
2. На виде сверху деталь корпуса G445-2 поз.7 условно не показана.
3. Остальные технические требования по ОСТ4 ГОСТ0015.

ИРИТ.4.11151.001 СБ			
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Специент		
Проб.	Петров В		
Т. контр.			
Н. контр.			
Упл.			
ИРИТ.4.11151.001 СБ			
Измеритель			
напряженности поля			
Сборочный чертеж			
Лист	1	Листов	2
ИГТУ, ИРИТ, ар 15-ТР			
Формат А3			

**ПРИЛОЖЕНИЕ Т
(ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)
ИРИТ 411151.001 ИЗМЕРИТЕЛЬ НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЛЯ.
СПЕЦИФИКАЦИЯ**

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №					<u>Документация</u>			
	A3			ИРИТ.4 11151.001 СБ	Сборочный чертеж			
					<u>Сборочные единицы</u>			
	A4	1		ИРИТ.4 18240.001	Узел печатный	1		
					<u>Детали</u>			
	A4	2		ИРИТ.752612.001	Стенка	1		
					<u>Стандартные изделия</u>			
			3		Шайба С.3.01.059			
					ГОСТ 11371-78	4		
			4		Винт с потайной головкой ГОСТ Р ИСО 7046-2 - М3х25 - 8.8			
Инв.№ подл.					- Н1	4		
			5		Винт ST2.9П6.5.016-С-Н ГОСТ Р ИСО 7049-93	4		
					<u>Прочие изделия</u>			
			6		Корпус G445-1	1	Gainta	
			7		Корпус G445-2	1	Gainta	
			8		Корпус G445-3	1	Gainta	
					ИРИТ.4 11151.001			
Инв.№ подл.	Разраб.	Студент			Измеритель напряженности поля	Лит.	Лист	Листов
	Проб.	Петров В.				У		1
	Н.контр.					НГТУ, ИРИТ, гр. 15-ТР		
	Утв.							

Копировал

Формат А4

ПРИЛОЖЕНИЕ У **(СПРАВОЧНОЕ)** **ТИПОРАЗМЕРЫ РЕЗИСТИВНЫХ И ЕМКОСТНЫХ ЧИП** **ЭЛЕМЕНТОВ**

На рис. У.1 показан эскиз чип элемента, а в таблице У.1 приведены их основные размеры и размеры шрифтов для маркировки. В графе **Типы** указана применимость типоразмера к конденсаторам и резисторам.

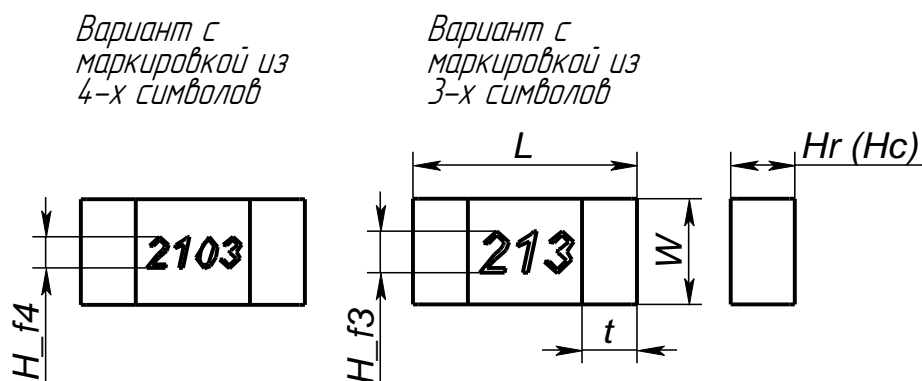


Рис. А.1 – Размеры ЧИП элементов

Таблица У.1 – Типоразмеры ЧИП элементов

Типоразмер	Типоразмер метрический	Типы	L	W	Hr	Hc	t	H_F3	H_F4
0402	1005	R, C	1.0	0.5	0.35	0.55	0.2	0.25	0.19
0603	1608	R, C	1.6	0.8	0.45	0.9	0.2	0.5	0.35
0805	2012	R, C	2.0	1.25	0.5	1.3	0.3	0.6	0.4
1206	3216	R, C	3.2	1.6	0.55	1.5	0.4	0.9	0.7
1210	3225	R, C	3.2	2.5	0.55	1.7	0.5	0.9	0.7
1812	4532	C	4.5	3.2	0	1.7	0.5	1.3	1.1
1825	4564	C	4.5	6.4	0	1.7	0.6	1.3	1.1
2010	5025	R	5.0	2.5	0.55	0	0.6	1.6	1.2
2220	5650	C	5.6	5.0	0	1.8	0.6	1.8	1.3
2225	5664	C	5.6	6.3	0	2	0.6	1.8	1.3
2512	6332	R	6.3	3.2	0.55	0	0.6	2.1	1.6

Hr, Hc – высота резисторов и конденсаторов, соответственно.

Данные, приведенные в таблице, продублированы в файле **Размеры чип-элементов.txt**.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ф (СПРАВОЧНОЕ) МАРКИРОВКА ЧИП РЕЗИСТОРОВ

На ЧИП резисторы наносится маркировка из трех или четырех символов.

Тремя символами маркируют резисторы с точностью 10%, 5% и 2%.

Четыре символа используют для резисторов с точностью 1%.

Величина сопротивления всегда указывается в Омах.

Обозначение из цифр (например, 230 или 2340):

- последняя цифра – множитель N (показатель степени 10)
- остальные цифры – значение A

Величина сопротивления равна $A \cdot 10^N$

Обозначение, содержащее букву R (например, 2R3 или 2R34):

- множитель отсутствует
- буква R заменяет разделитель целой и дробной части

Примеры маркировки приведены в таблице Ф.1.

Таблица Ф.1

Маркировка	Значение	Обозначение	Значение
R22	0,22 Ом	R221	0,221 Ом
2R2	2,2 Ом	2R21	2,21 Ом
22R	22 Ом	221R	221 Ом
220	22 Ом	2210	221 Ом
221	220 Ом	2211	221 Ом
223	22 кОм	2213	221 кОм
226	22 Мом	2216	221 Мом

В данной лабораторной работе нанесение маркировки упрощено и не учитывает требований, изложенных в следующих двух примечаниях.

Примечания:

- 1) На резисторы типоразмера 0402 маркировка не наносится
- 2) На резисторы типоразмера 0603 с точностью 1% маркировка наносится по специальному правилу, описанному в [9].

ПРИЛОЖЕНИЕ X (СПРАВОЧНОЕ) КОРПУСА СЕРИИ G4XX

Корпуса серии G4xx [10] изготовлены из обычного либо из огнеупорного ABS пластика стандарта UL94-VO.

Корпуса G430, G431, ... из обычного ABS пластика.

Корпуса G401, G403, ... из огнеупорного ABS пластика.

Эскиз корпуса приведен на рис. X.1 а основные размеры сведены в таблицу X.1.

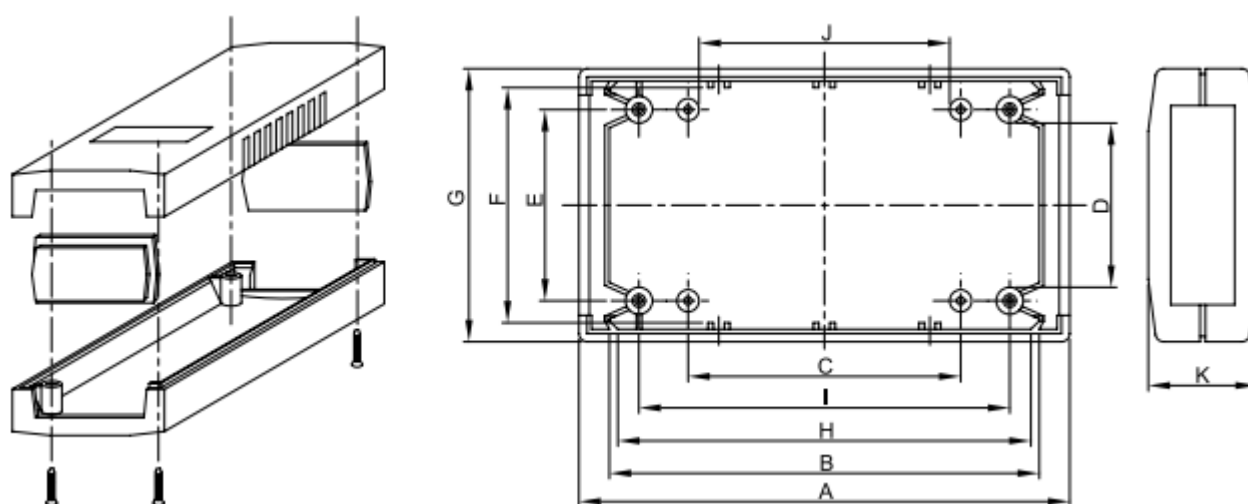


Рис. В.1 – Эскиз корпуса

Таблица X.1 – Размеры корпусов

Модель	G430 G401	G431 G403	G434 G404	G436 G407	G438 G410	G440 G412	G443 G413	G445 G416	G447 G418	G452 G421	G454 G422	G459 G425
A	90	90	90	120	120	120	150	150	150	190	190	190
B	83	83	83	111	111	111	138	138	138	180	180	180
C	50	50	50	80	80	80	110	110	110	150	150	150
D	27,5	27,5	27,5	26	26	26	46	46	46	65	65	65
E	35	35	35	35	35	35	55	55	55	75	75	75
F	40,5	40,5	40,5	44	44	44	64	64	64	83	83	83
G	50	50	50	60	60	60	80	80	80	100	100	100
H	79,4	79,4	79,4	108	108	108	138	138	138	176	176	176
I	68	68	68	98	98	98	128	128	128	168	168	168
J	42,5	42,5	42,5	72	72	72	100	100	100	140	140	140
K	16	24	32	30	40	50	31	45	60	40	60	80

ПРИЛОЖЕНИЕ Ш (СПРАВОЧНОЕ) СЕЧЕНИЯ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ВОЛНОВОДОВ

В таблице Ш.1 приведены сечения и частотные диапазоны прямоугольных металлических волноводов типоразмерного ряда 1 по ОСТ 4.206.000 ред. 1-77.

Таблица Ш.1

Сечение волновода АхБ, мм	Частотный диапазон, ГГц	Тип волновода
0,7 х 0,35	258.4-405.1	WR-2.8
0,9 х 0,45	218.8-315.6	WR-3
1,3 х 0,65	142.8-218.8	WR-5
2,0 х 1,0	94.28-142.8	WR-8
3,0 х 1,50	63.79-94.28	WR-12
4,4 х 2,2	44.09-63.79	WR-19
6,2 х 3,1	30.91-44.09	
9,0 х 4,5	21.43-30.93	WR-34
13,0 х 6,5	14.71-21.43	WR-51
19,0 х 9,5	9.93-14.71	WR-75
28,5 х 12,6	6.85-9.93	WR-112
40,0 х 20,0	4.80-6.85	WR-159
58,0 х 29,0	3.20-4.80	WR-229
90,0 х 45,0	2.14-3.20	WR-340
130,0 х 65,0	1.45-2.14	

ПРИЛОЖЕНИЕ Щ (СПРАВОЧНОЕ) СВЕТОДИОДНЫЕ ИНДИКАТОРЫ L-130WCP/2EGW

На рис. Щ.1 приведены размеры выводных светодиодных индикаторов на плату двухуровневых L-130WCP/2EGW [12].

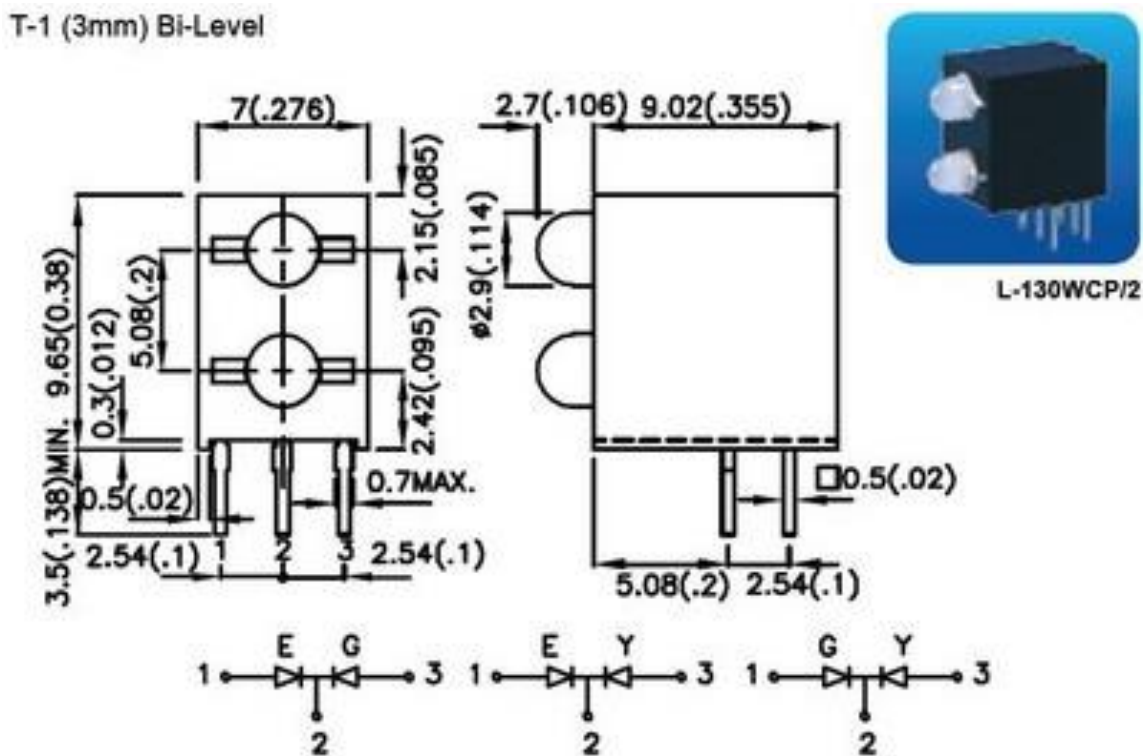


Рис. Щ.1 – Размеры индикаторов