

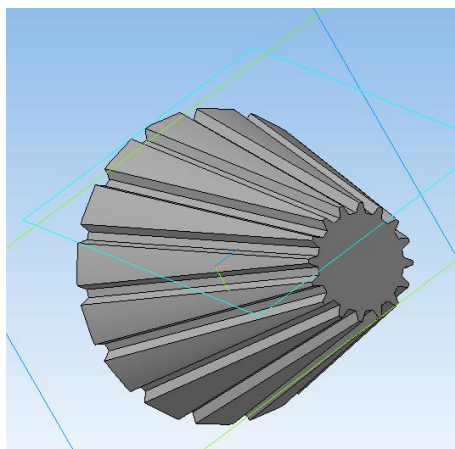
Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к практическим работам по дисциплине «Конструкторско-технологические системы» по направлению 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») и направления 12.03.01 «Приборостроение» (профиль «Приборостроение») всех форм обучения



Воронеж 2021

УДК 621.3.049.7.002 (075)  
ББК 38.54

**Составители:**

канд. техн. наук А.В. Турецкий,  
канд. техн. наук Н.В. Ципина.

Методические указания к практическим работам по дисциплине «Конструкторско-технологические системы» по направлению 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») и направления 12.03.01 «Приборостроение» (профиль «Приборостроение») всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: А.В. Турецкий, Н.В. Ципина Воронеж, 2021. 36 с.

Основной целью указаний является выработка навыков практической работы разработки конструкций РЭС и приборов с применением технологий 3D моделирования.

Предназначены для проведения практических работ по курсу «Конструкторско - технологические системы» для студентов 2-3 курсов.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле PR KTS. pdf.

Ил. 88. Табл. 3 Библиогр.: 5 назв.

**УДК 621.3.049.7.002 (075)**  
**ББК 38.54**

**Рецензент** - О.Ю. Макаров, д-р техн. наук, проф.  
кафедры конструирования и производства  
радиоаппаратуры ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного технического университета*

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1 ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ЭСКИЗОВ

Упражнение №1. Инструментальная панель, панель расширенных команд, команда *Ввод отрезка*, текущий стиль прямой, изменение текущего стиля прямой.

**Задание:** Постройте следующие отрезки и обозначьте (подпишите) точки (рис. 1.7):

- произвольный  $p1 - p2$ ;
- $p3 - p4$ , перпендикулярный к  $p1 - p2$ ;
- $p1 - p3$  штриховой линией;
- $p2 - p3$  основной линией;

1. Создайте новый документ-фрагмент.


2. Щелкните на кнопке *отрезок* на панели инструментов *Геометрия*  – система перешла в режим построения отрезка, рис.1.1.



Рис. 1.1. Вкладка *Геометрия*

4. Последовательно щелкните в точках  $p_1$  и  $p_2$  (положение точек задайте самостоятельно) – система построила отрезок через две указанные точки.

5. При построении отрезка  $p_3 - p_4$  перпендикулярно отрезку  $p_1 - p_2$  воспользуйтесь Панелью расширенных команд. Для этого щелкните на кнопке *отрезок* и не отпускайте кнопку мыши. При этом раскроется соответствующая Панель расширенных команд. Не отпуская левую кнопку мыши, поместите курсор на кнопку *Перпендикулярный отрезок* и отпустите кнопку мыши, рис. 1.2.

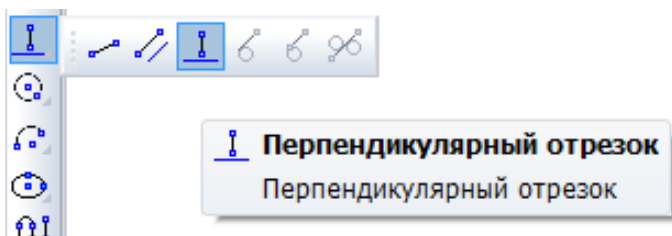


Рис. 1.2. Выбор типа отрезка

6. Щелкните мышью в любой точке отрезка  $p_1 - p_2$ . Затем щелкните в точках  $p_3$  и  $p_4$  – система построила отрезок  $p_3 - p_4$ , перпендикулярный отрезку  $p_1 - p_2$ . Щелкните мышью на кнопке *Прервать команду*, рис. 1.3.



Рис. 1.3. Кнопка *Прервать команду*

7. Постройте отрезок  $p_1 - p_3$  штриховой линией. Для этого нажмите кнопку *отрезок* (по двум точкам).

8. Щелкните мышью на поле **стиль** на строке параметров и выберите стиль линии **штриховая основная**, рис. 1.4.

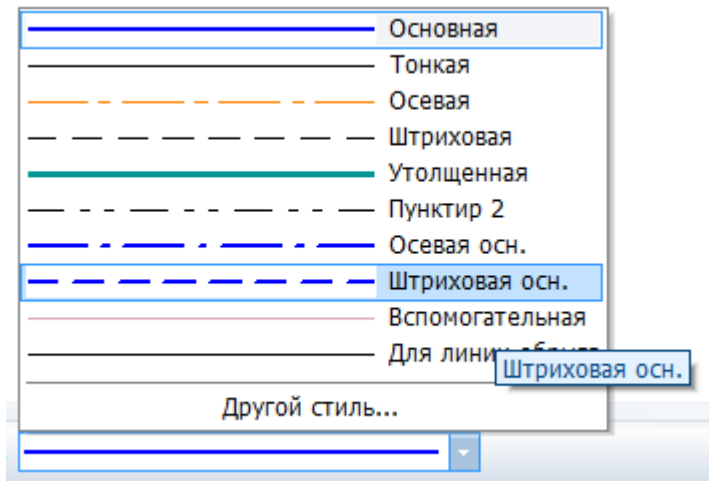



Рис. 1.4. Выбор типа линии


10. Измените текущий стиль отрезка  $p1 - p3$  на **штриховая**. Для этого дважды щелкните мышью на отрезке  $p1 - p3$ ,- отрезок перешел в режим редактирования. Щелкните мышью на поле **стиль** на строке параметров и выберите стиль линии **штриховая**. Щелкните мышью на кнопке **Создать объект**, рис. 1.5, щелкните мышью на свободном поле чертежа.



Рис. 1.5. Кнопка **Создать объект**

11. Постройте отрезок  $p2 - p3$  основной линией. Щелкните на кнопке **отрезок** на панели **Геометрия**  – система перешла в режим построения отрезка. Щелкните мышью на поле **стиль** на строке параметров и выберите стиль линии **Основная**. Последовательно щелкните в точках  $p2$  и  $p3$  – сис-

тема построила отрезок через две указанные точки. Щелкните мышью на кнопке **Прервать команду**.

12. Подпишите точки. Для этого на компактной панели нажмите кнопку **Обозначения** , на этой панели нажмите кнопку Ввод текста, рис. 1.6. Система перешла в режим ввода текста.

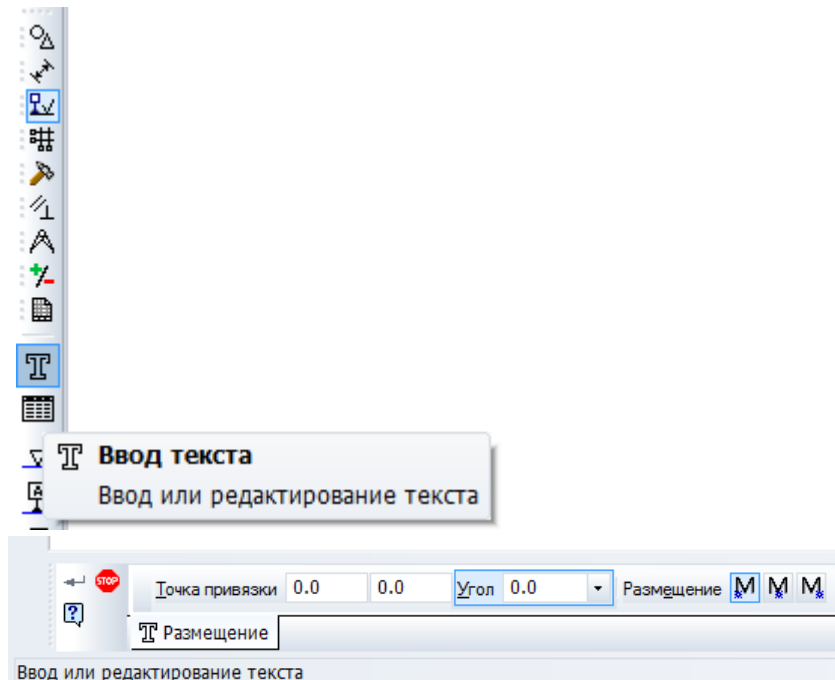


Рис. 1.6. Панель **Ввод текста**

13. Щелкните мышью в месте надписи, введите "p1" и нажмите кнопку **Создать объект**. Аналогично подпишите остальные точки.

В итоге ваших действий должно получиться примерно следующее (рис. 1.7):

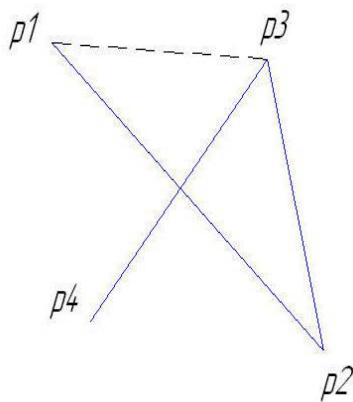


Рис. 1.7. Отрезки

14. Сохраните файл в свою рабочую папку с именем *ynp1.frw*.

Упражнение №2. Копия объектов по окружности.

**Задание.** Выполните чертеж, изображенный на рис.

1.13.

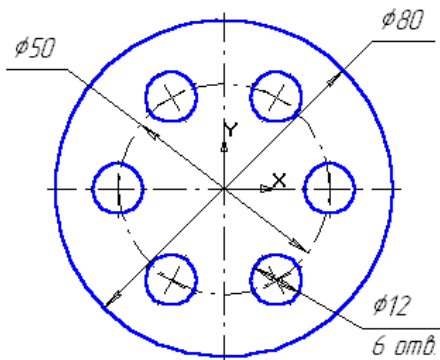



Рис. 1.13. Чертеж детали

1. Создайте новый документ типа фрагмент и сохраните его в своей папке.

2. Начертите две концентрические окружности: одна основной линией с отрисовкой осей радиусом **40** мм, другая окружность осевой линией без отрисовки осей радиусом **25** мм. Постройте окружность основной линией с осями радиусом **6** мм.

3. Выделите рамкой **окружность с осями** радиуса **6** мм.

4. Включите панель **Редактирование** . Воспользуйтесь панелью расширенных команд кнопки **Копирование** и активизируйте команду **Копия по окружности**, рис. 1.14

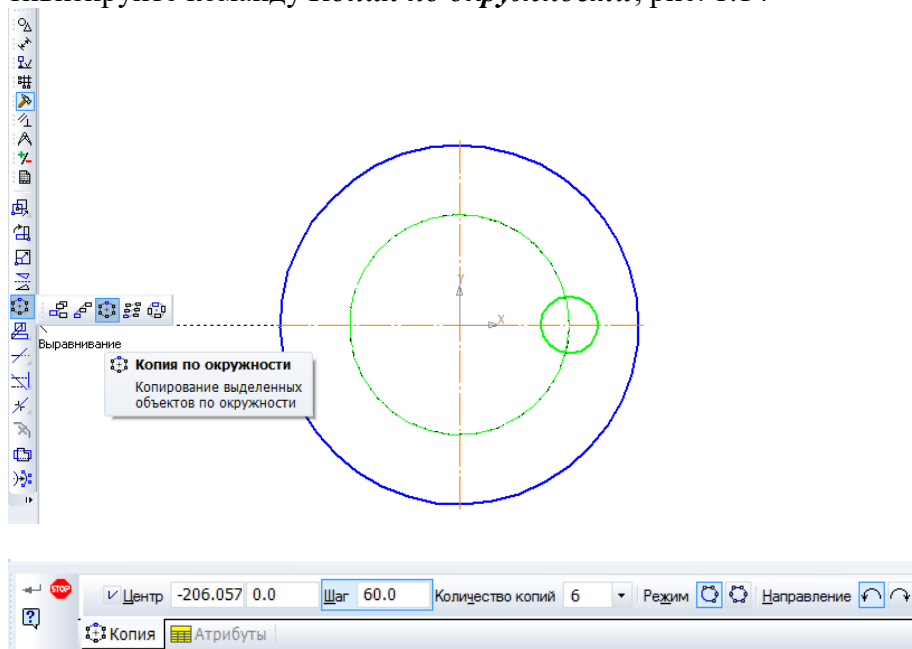


Рис. 1.14. Команда **Копия по окружности**

5. Установите параметры копирования по окружности (количество копий 6, равномерно по окружности (шаг 60)). В ответ на запрос системы **Укажите центр копирования по окружности** зафиксируйте центр окружности (в данном случае – это начало координат). Нажмите **Создать объект**, затем **Прервать команду**.



## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2 ПОСТРОЕНИЕ ПРОСТЫХ ДЕТАЛЕЙ В 3D

В работе необходимо построить простую деталь, внешний вид которой представлен на рис. 2.1.

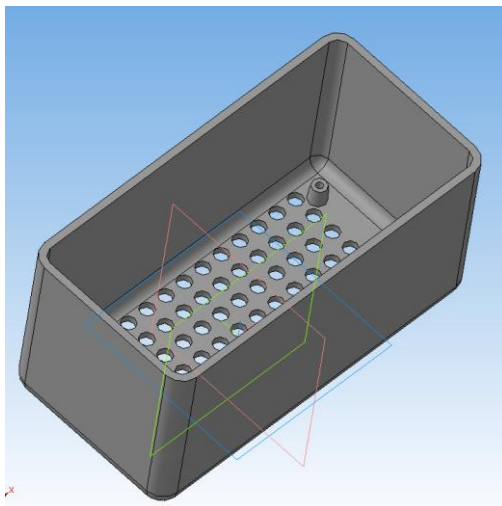



Рис. 2.1. Деталь простой формы

Упражнение №1. Создание простых деталей с использованием операций выдавливания, скругления ребер и выполнение оболочки.

1. Создайте новый документ *Деталь*. В открывшемся окне видны системные плоскости и слева панель *Дерево модели* (рис 2.2). Для выполнения эскиза необходимо выбрать *Плоскость XY* и нажать кнопку *Эскиз* 

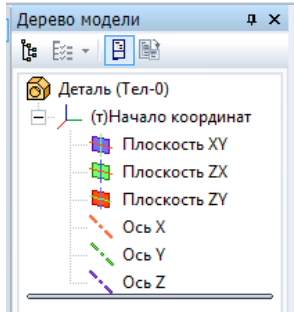



Рис. 2.2. Панель *Дерево модели*

2. Построение эскиза дна. Для этого необходимо в произвольном месте построить прямоугольник. Затем с помощью панели *Размеры*  и кнопки *Линейный размер* задайте размеры прямоугольника 100×50 мм и привяжите его к центру плоскостей как на рис. 2.3.

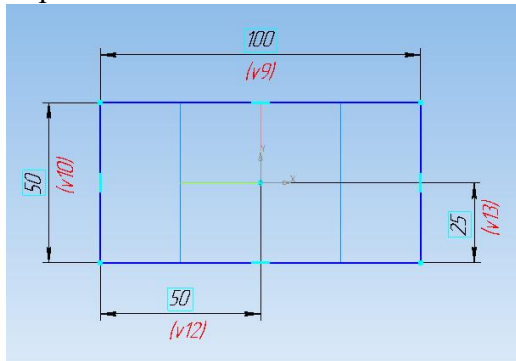




Рис. 2.3. Прямоугольник

Выйдите из режима построения эскиза нажав опять на кнопку *Эскиз* . В дереве модели появится построенный эскиз. По умолчанию он называется Эскиз 1, однако его можно переименовать в соответствии с планом построения.

3. Необходимо в вкладке *Редактирование детали*  выбрать кнопку *Операция выдавливания* как на рис. 2.4

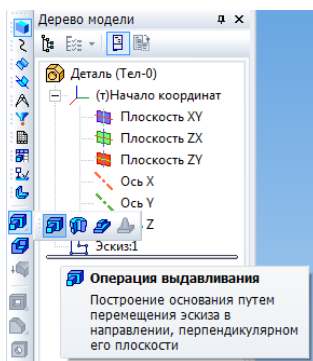


Рис. 2.4. Выбор кнопки *Операция выдавливания*

В панели свойств задайте высоту выдавливания 50 мм. Как показано на рис. 2.5.

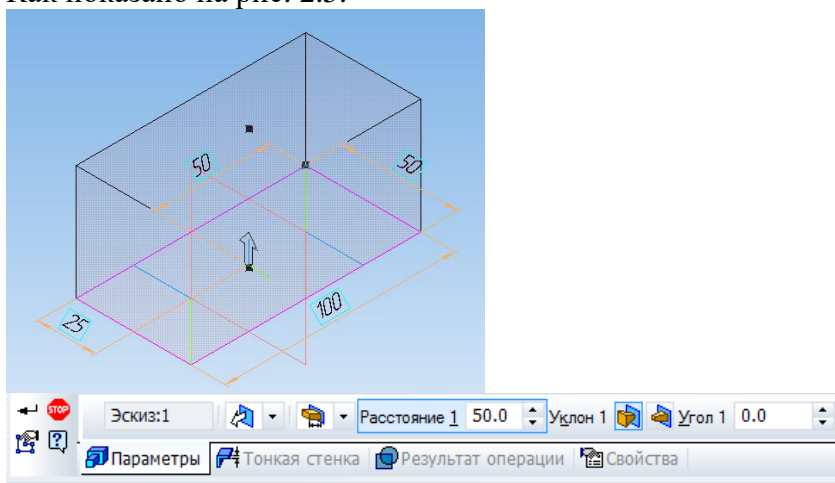



Рис. 2.5. Операция выдавливания

Нажмите на кнопку *Создать объект*.

С помощью колесика мыши можно уменьшать/увеличивать деталь. Нажав на колесико мыши и двигая ее можно вращать деталь. А нажав на колесико и кнопку *Shift* и двигая мышь можно перемещать деталь. Аналогичные кнопки есть в верхней панели .

4. Необходимо скруглить ребра у дна и четыре вертикальных. Для этого их надо выбрать в группу щелкая левой кнопкой мыши поочередно с нажатой кнопкой *Ctrl*. Затем выбрать кнопку *Скругление* и в панели свойств задать радиус скругления 5 мм (рис. 2.6).

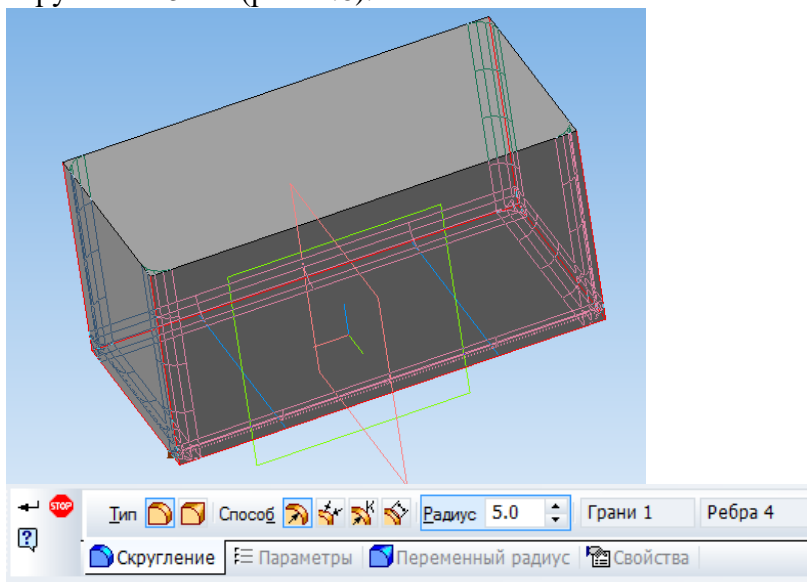


Рис. 2.6. Операция скругления

5. Необходимо выполнить оболочку из данной детали толщиной 2 мм. Для этого кликнуть левой кнопкой на верхней грани и нажав кнопку *Оболочка* задать толщину тонкой стенки (рис. 2.7).

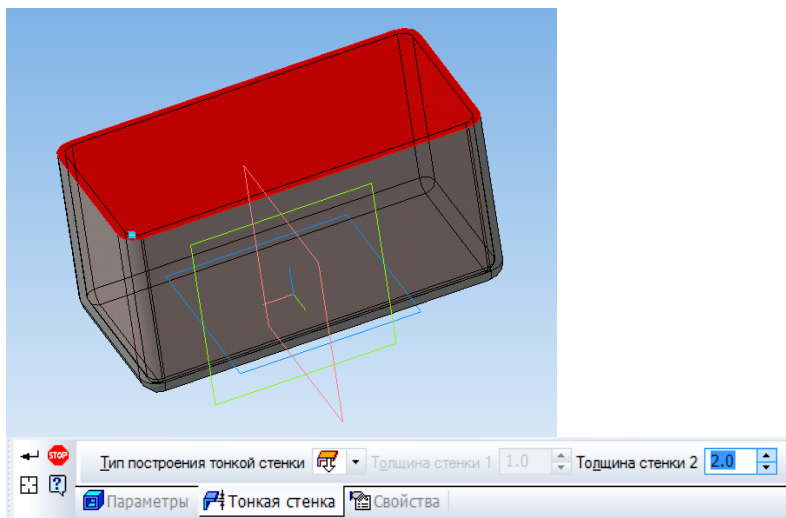


Рис. 2.7. Операция выполнения оболочки

Внутренние радиусы выполняются автоматически.

Упражнение №2. Выполнение бобышек с использованием операций выдавливания и зеркальных массивов

Необходимо выполнить четыре бобышки конусной формы (рис. 2.8), которые расположены на дне детали симметрично относительно центра с размерами 80×30 мм

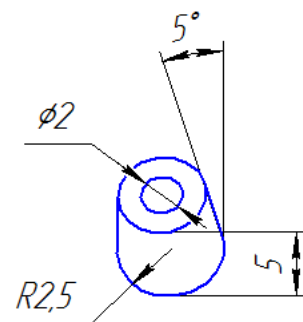



Рис. 2.8. Бобышка

1. Для выполнения бобышки надо кликнуть на дне детали и нажать на кнопку **Эскиз** . Затем необходимо в произвольном месте расположить окружность диаметром 5 мм и привязать его к центру как показано на рис. 2.9.

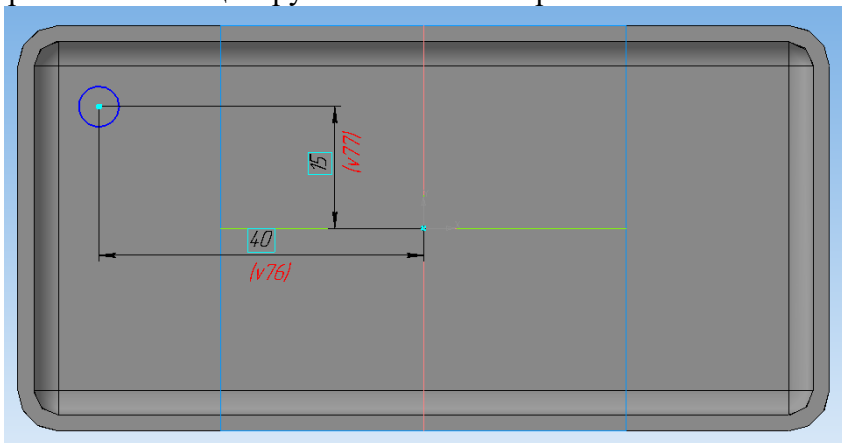


Рис. 2.9. Дно бобышки

2. Необходимо выдавить бобышку на высоту 5 мм с уклоном в  $5^\circ$  во внутреннюю сторону.

Затем необходимо в бобышке выполнить отверстие диаметром 2 мм с уклоном  $5^\circ$  во внутреннюю сторону с помощью операции **Вырезать выдавливанием** (рис. 2.10).

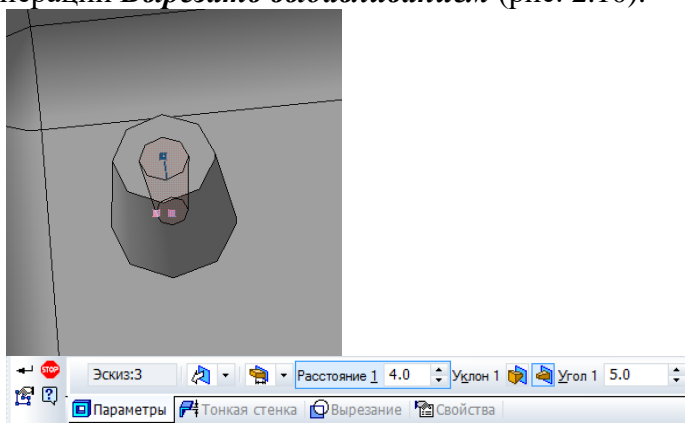


Рис. 2.10. Отверстие бобышки

3. Так как бобышки расположены симметрично относительно центра, то целесообразно использовать зеркальный массив. Для этого в дереве модели надо выбрать операции построения бобышки в группу и нажав на кнопку *Зеркальный массив* построить одну копию бобышки (рис. 2.11).

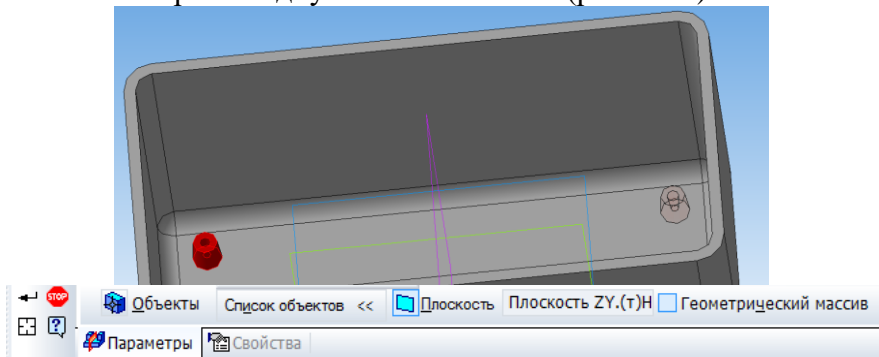


Рис. 2.11. Одна копия бобышки

4. Аналогичным способом получают остальные 2 бобышки.

Упражнение №3. Выполнение отверстий в дне детали методом применения массива по сетке

1. Необходимо сделать отверстие в дне по центру диаметром 4 мм. (рис. 2.12).

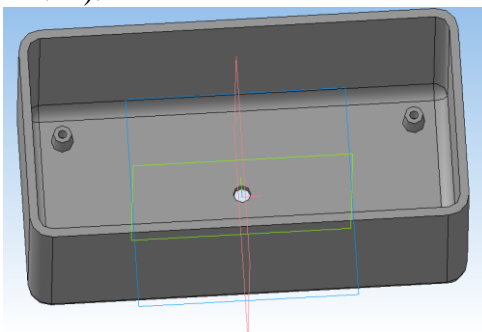


Рис. 2.12. Отверстие

2. Применив операцию *Массив по сетке* выполнить ряд отверстий, задав направление по 2 осям в количестве 4 и 7 с шагом 6 мм.

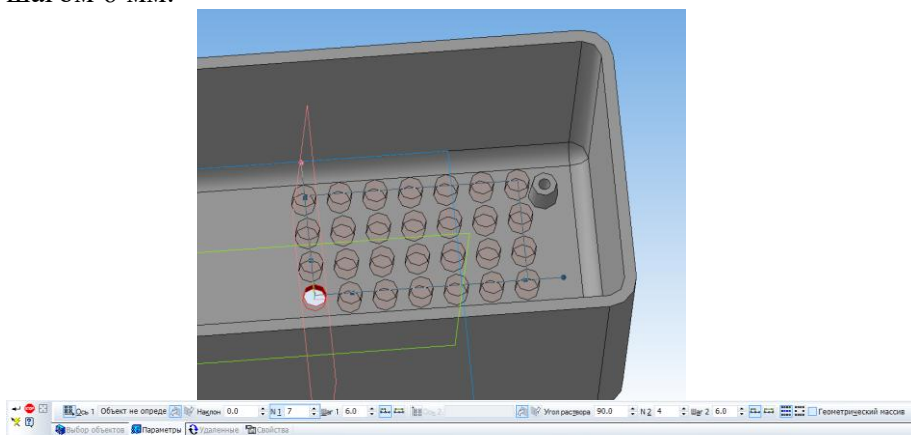


Рис. 2.13. Массив отверстий по сетке

3. Применив зеркальный массив полученные отверстия распространяют на все дно детали.

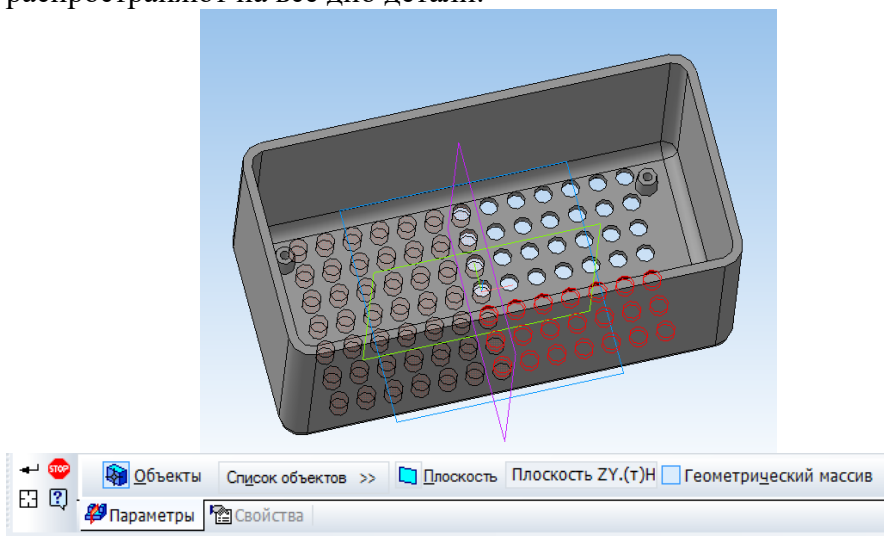


Рис. 2.14. Массив отверстий



Эскиз, в котором задавали диаметр отверстия является *родителем* все остальные отверстия *потомками*. Если изменить параметры родителя, то и изменятся потомки. Самостоятельно надо поменять отверстия в дне с круглого на квадратное с размером сторон 2 мм.

Сохраните полученную деталь в файле.

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3 ВЫПОЛНЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ И ПОСТРОЕНИЕ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ В 3D

Упражнение №1. Выполнение выреза кинематической операцией. В торце стенки детали прорезать паз шириной 1 мм и глубиной 1 мм.

1. Для выполнения выреза кинематической операции необходимо вначале выполнить небольшой участок. Для этого надо на торце детали выполнить эскиз прямоугольника высотой 1 мм и произвольной шириной, который начинается строго от нижней части торца (рис. 3.1).

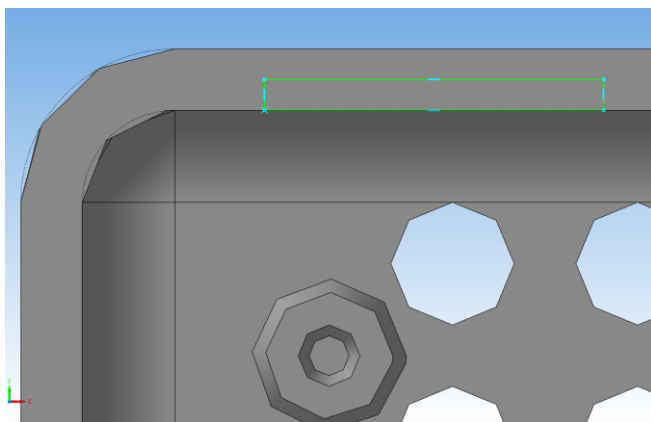



Рис. 3.1. Эскиз

2. Необходимо вырезать выдавливанием торец на глубину 1 мм.

3. Кликнуть на торец получившейся выемки и с помощью кнопки **Спроецировать**  получить эскиз, которым впоследствии будет выполняться кинематическая операция (рис. 3.2)

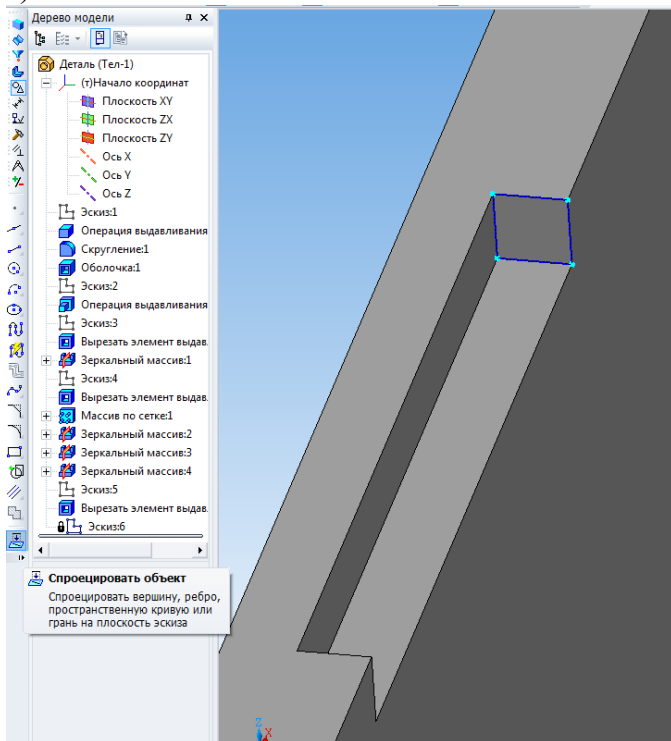


Рис. 3.2. Получение эскиза для сечения

4. Выбрав в панели кнопку **Вырезать кинематически**. В качестве **сечения** надо выбрать построенный эскиз, а в качестве **траектории** внутреннее ребро детали. Должно получиться как на рисунке 3.3.

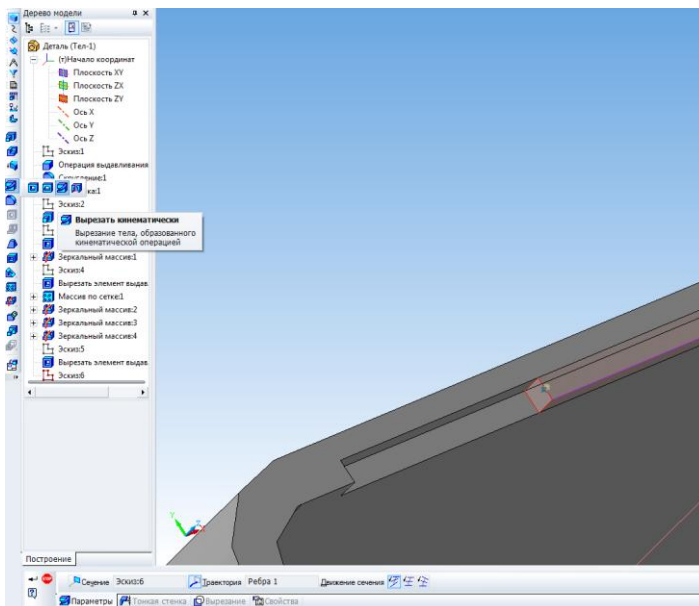



Рис. 3.3. Выполнение выреза кинематической операцией

5. Аналогичным способом выполняется кинематическая операция. Вместо выреза применяется выдавливание и кнопка **Кинематическая операция** .

Упражнение №2. Выполнение модели вала.

1. Необходимо выполнить эскиз как на рис. 3.4

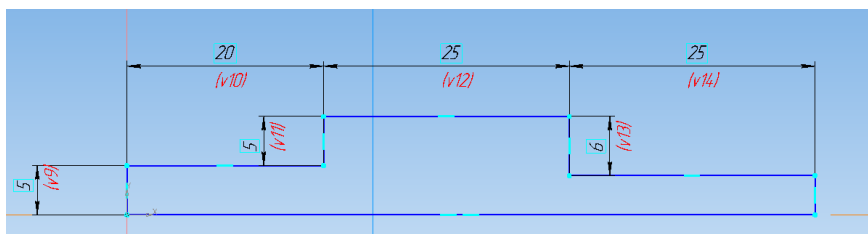


Рис. 3.4. Эскиз вала

2. Применить к эскизу **Операцию вращения** . Получится модель вала (рис. 3.5).

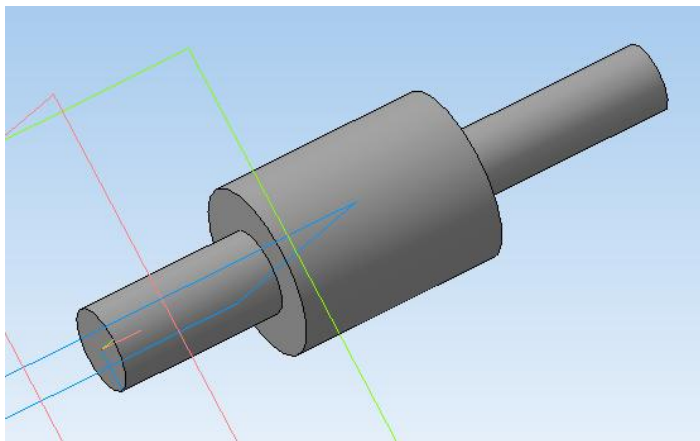


Рис. 3.5. Модель вала

3. На тонком конце вала выполнить проточку под шпонку по предлагаемому эскизу (рис. 3.6). Проточка шириной 3 мм. Должно получиться как на рис. 3.7.

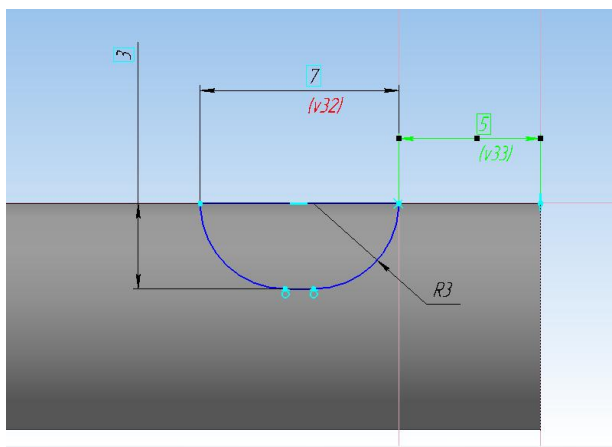


Рис. 3.6. Модель вала

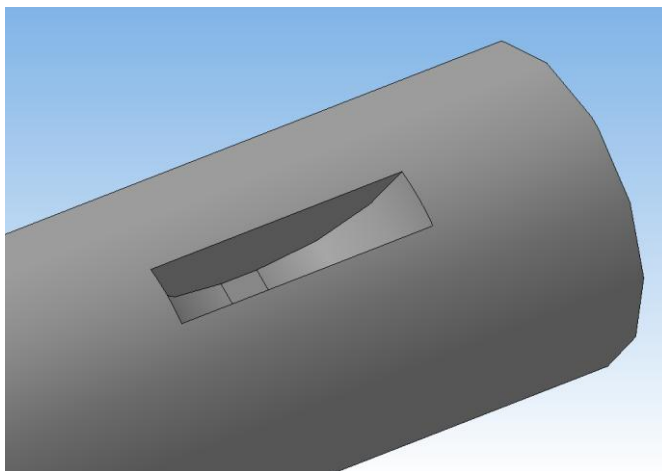


Рис. 3.7. Проточка под шпонку

Упражнение №3. Построение модели ручки.

1. Создать новый документ. Построить эскиз как на рис.

3.8.

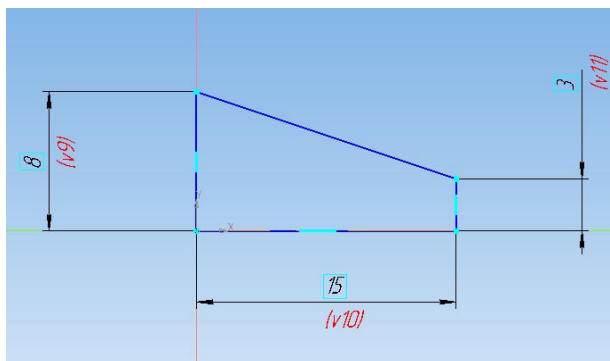


Рис. 3.8. Эскиз ручки

2. Применив *операцию вращения* необходимо получить ручку (рис. 3.9).

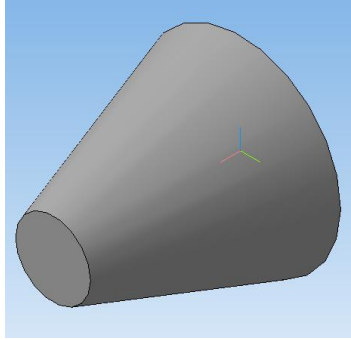




Рис. 3.9. Модель ручки

3. На поверхности ручки выполнить накатку шириной 1 мм, глубиной 1 мм и уклоном  $30^\circ$ . Накатку расположить равномерно по окружности.

Для выполнения этого упражнения потребуется построение **Касательной плоскости**  в панели **Вспомогательная геометрия** . Надо кликнуть на конусную поверхность и системную плоскость, перпендикулярную к получаемой (рис. 3.10).

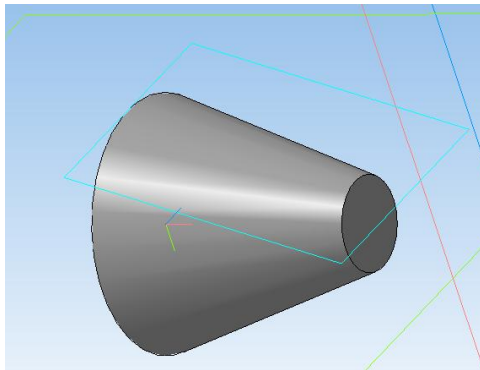


Рис. 3.10. Построение касательной плоскости

В касательной плоскости выполнить эскиз прямоугольника. Затем **вырезать выдавливанием** этот эскиз и получится одна канавка (рис. 3.11).

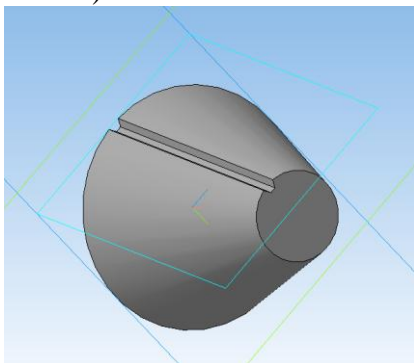



Рис. 3.11. Канавка накатки на ручке

4. Применяя **Массив по concentрической сетке**  Выполнить накатку в количестве 16 экземпляров (рис. 3.12). В качестве оси выбрать ось ручки (кликнуть на окружность ручки).

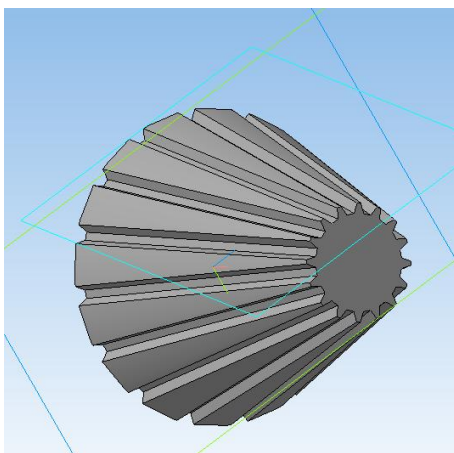


Рис. 3.12. Модель ручки

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4 ВЫПОЛНЕНИЕ СБОРОК

Необходимо выполнить сборку конструкции радиоэлектронного устройства, представленного на рис. 4.1.

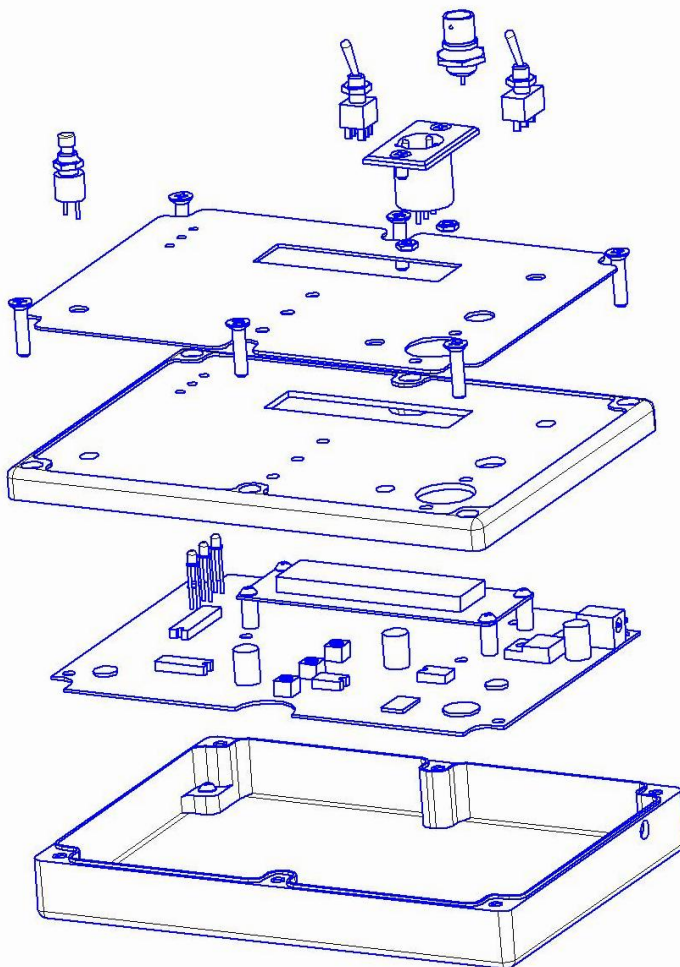



Рис. 4.1. Конструкция радиоэлектронного устройства



Для создания сборок необходимо открыть **новый документ сборки**.

Упражнение №1. Создание сборочной единицы.

В конструкции устройства есть одна сборочная единица- основная плата с установленным ЖК индикатором. Для упрощения печатная плата выполнена как единая деталь с установленными габаритными электрорадиоэлементами. Добавление деталей к сборке осуществляется кнопкой **Добавить из файла** .

1. Необходимо в сборку добавить главную плату и разместить ее точно по центру системных плоскостей (**это важно**) как на рис 4.2.

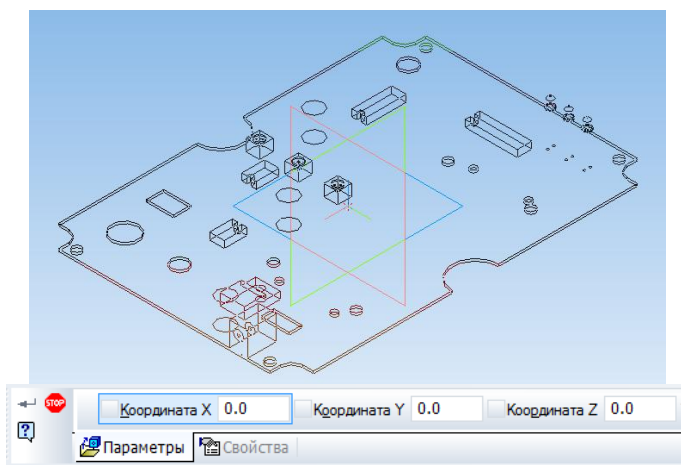







Рис. 4.2. Размещение платы в центре

2. В сборку надо добавить 4 стойки и разместить их в произвольном месте над платой. Для удобства детали можно позиционировать кнопками **Переместить компонент**  и **Повернуть компонент** .

3. Взаимное расположение деталей в сборках задается ограничениями их по степеням свободы. Для задания ограничений служит панель **Сопряжения** . Так как стойка является телом вращения, то целесообразно выбрать сопряжение соосности . Затем последовательно кликнуть на окружности внутри платы и на окружности стойки. Она должна выровняться по оси. Так надо последовательно привязать все стойки.

4. Для привязки стоек к плате надо выбрать **Совпадение объектов**  и указать на сопрягаемые поверхности – верх платы и низ стойки. Последовательно надо привязать все стойки.

5. Добавить в сборку ЖК индикатор и аналогичным способом установить его на стойки.

6. Зафиксировать детали винтами М3. Винты находятся в библиотеке (рис. 4.3). Винты последовательным кликом на отверстия и поверхности устанавливаются на детали. (рис. 4.4).

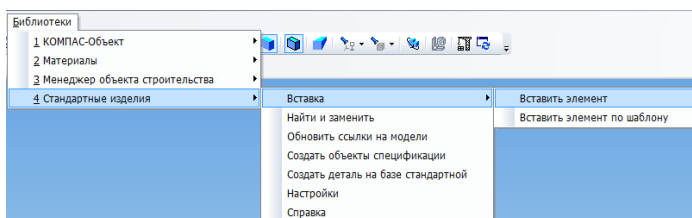


Рис. 4.3. Вызов библиотеки

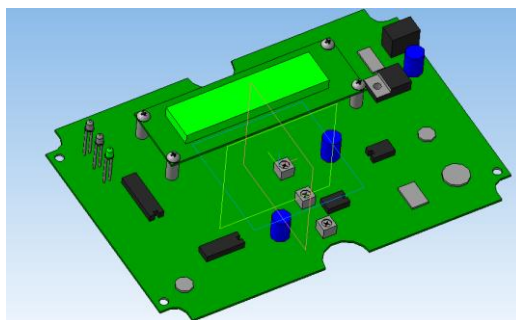



Рис. 4.4. Плата с индикатором

## 7. Сохранить документ как *Сборка ПП*.

Упражнение №2. Создание сборки устройства.

1. Создать новый документ- сборка.
2. Добавить в сборку корпус и разместить в центре аналогично плате (рис. 4.2).
3. Добавить сборочную единицу *Сборка ПП*.
4. Привязать плату с помощью сопряжений *соосности* и *совпадения*.

5. Зафиксировать плату в корпусе винтами М3. Винты подобрать по длине. Для просмотра проникновения винта удобно пользоваться режимом *Каркас* .

6. Добавить в сборку крышку и привязать к корпусу (рис. 4.5).

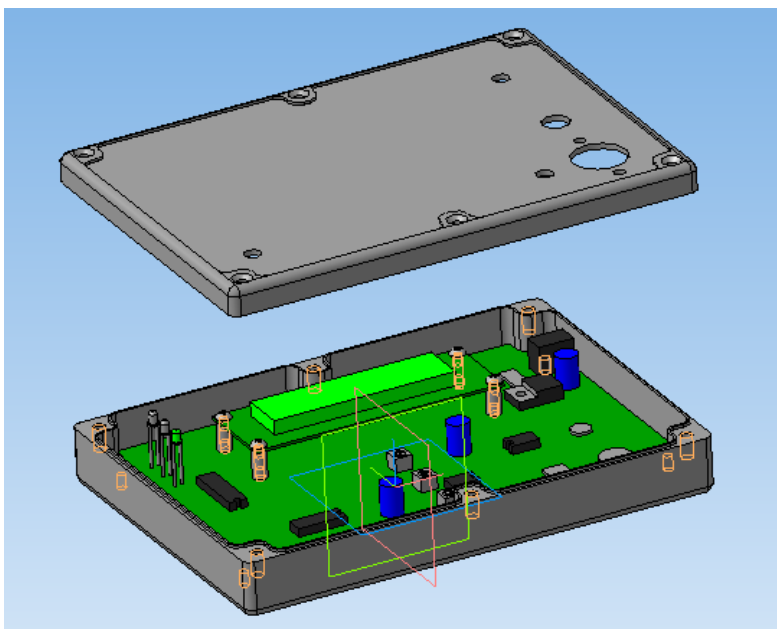


Рис. 4.5. Привязка крышки


## 7. Сохранить сборку в файле *Сборка РЭС*.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5 РЕДАКТИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ В СБОРКАХ


Упражнение №1. Добавление отверстий в крышку.

В крышке собираемого РЭС нет отверстий над светодиодами, подстроечными резисторами и окна под ЖК индикатор. Эти отверстия удобно выполнять прямо в сборках.

1. Дважды кликнуть на изображении крышки и таким образом войти в режим редактирования. Цвет крышки изменится с серого на коричневый. Прервать команду нажав кнопку *стоп*.

2. Кликнуть на поверхность крышки и включить режим *Эскиз* . Вся сборка повернется к вам выбранной плоскостью.

3. Включить режим *Каркас*  для того, чтобы было видно детали внутри устройства.

4. Выбрать кнопку *Спроецировать*  и на поверхность крышки спроецировать отверстия как на рис. 5.1. Кнопкой *Спроецировать* надо пользоваться аккуратно и нажимать на проецируемые линии один раз.

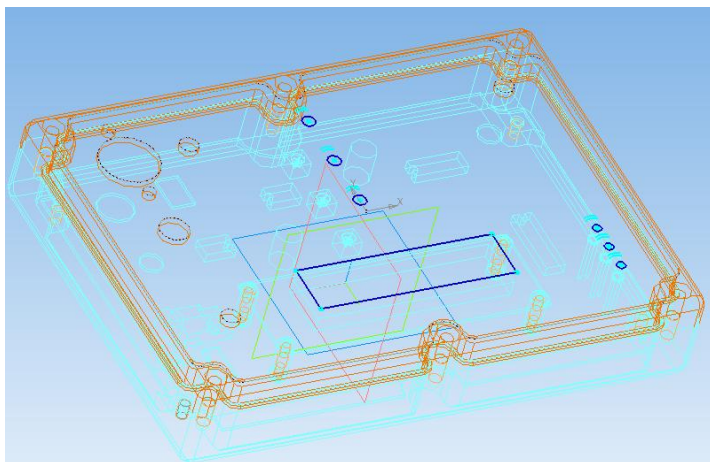




Рис. 5.1. Проецирование отверстий

5. Выйти из режима *Эскиз* и выполнить отверстия применив кнопку *Вырезать выдавливанием* .

6. Произвести редактирование детали нажатием на кнопку *Редактировать на месте* . При этом вносятся изменения в файл детали.

Упражнение №2. Создание новых деталей из сборок.

У крышки на поверхности есть небольшое углубление в 1 мм. Это углубление предназначено для приклеивания панели из цветного пластика с надписями. Контур панели достаточно сложный, однако его легко получить, применив проецирование.

1. Режим *редактирования на месте* также вызывается если в дереве сборки на крышке в контекстном меню выбрать соответствующую команду (рис. 5.2).

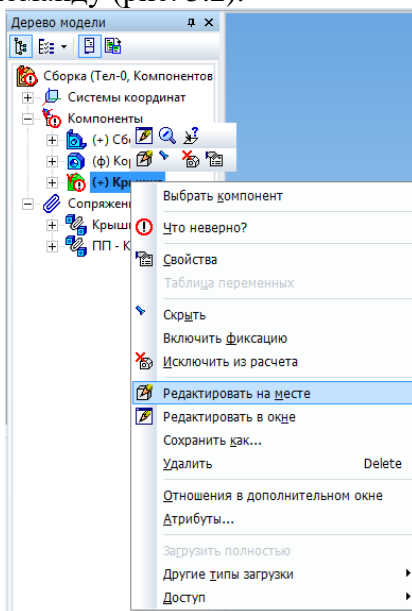




Рис. 5.2. Вызов команды *Редактировать на месте*

2. Кликнуть на поверхности крышки и вызвать команду **Эскиз** .
3. **Один раз** кликнуть на поверхности крышки.
4. Выделить полученную проекцию и скопировать ее с привязкой к центру системных плоскостей.
5. Создать новый документ- деталь и в режиме **Эскиз**  вставить полученную проекцию.
6. Выйти из режима **Эскиз** и выдавить на 1 мм. (рис. 5.3).

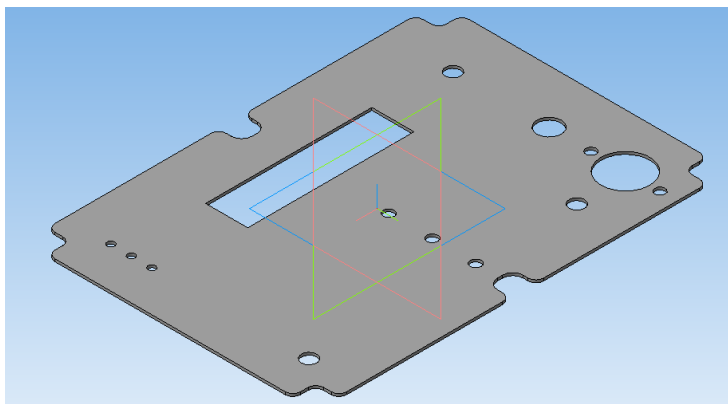


Рис. 5.3. Полученная панель

7. Сохранить деталь в файле **Панель**.

### Упражнение №3. Окончательная сборка РЭС

1. Добавить в сборку полученную в предыдущем упражнении панель, закрепить.
2. Для удобства крепления соединителей, тумблеров и кнопок конструкцию надо временно раскрыть. Для этого надо в **дереве модели** в разделе **Сопряжения** найти **совпадение** крышки и корпуса и в контекстном меню выбрать **Исключить из расчета**.
3. Установить на крышку тумблеры и соединители как на рис. 4.1. При этом надо пользоваться заранее заготовлен-


ными тонкими гайками. Тумблеры имеют резьбу 5 мм, кнопка 6 мм, а ВЧ разъем 9 мм.

4. Гнездо балансное аудио устанавливается поверх всего на крышку и фиксируется стандартными винтами с потайной головкой и гайками с шайбами.



5. Зафиксировать крышку винтами с потайной головкой.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6 СОЗДАНИЕ АССОЦИАТИВНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ


Упражнение №1. Создание главного вида и проекционных видов.


1. Для создания ассоциативного чертежа, например корпуса из предыдущего упражнения необходимо открыть модель этого корпуса и нажать на кнопку *Новый чертеж из модели* . В открывшемся новом документе-чертеже расположить в произвольном месте главный вид.

2. Выбрать формат А2 и горизонтальную ориентацию.

3. Остальные нужные виды можно получить с помощью кнопки *Проекционный вид*  в панели *Виды* . Кликнув на главном виде и двигая полученный фантом влево, вправо, вверх или вниз можно получить соответствующие виды. При этом текущий вид (с которым работают) будет синим, а остальные черными). **Важно. Вид с которым проводят какие либо действия должен быть текущим (синим).**

Упражнение №2. Создание местных разрезов.

1. Сделать вид *слева* текущим и с помощью кривой Безье  несколькими кликами окружить верхнюю часть вида. Для создания замкнутого контура на последнем клике кривой Безье в контекстном меню выбрать *Замкнутый*.

2. Выбрать кнопку *Местный разрез*  и кликнуть на кривой Безье. Затем двигая мышью влево на главном виде вы-

брать положение секущей плоскости и кликнув автоматически получить местный разрез (рис. 6.1).

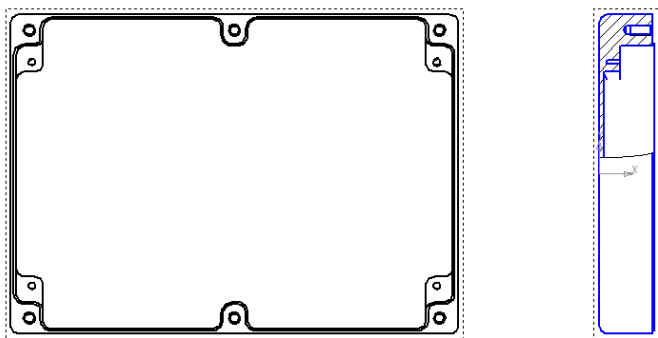


Рис. 6.1. Выполнение местных разрезов

Упражнение №3. Создание разрезов.



1. Надо сделать главный вид текущим и с помощью вспомогательной вертикальной прямой задать линию будущего разреза.

2. В панели **Обозначения**  выбрать кнопку **Линия разреза** .

3. Кликая на полученной линии сверху и снизу, затем еще 1 клик и в полученных фантомах выбрать стрелку вида слева или справа. Кликнуть, появится фантом разреза и двигая его влево или вправо в соответствии со стрелкой выполнить разрез (рис. 6.2)

Упражнение №4. Выполнение выносных элементов.

1. Сделать главный вид текущим.

2. В панели **Обозначения**  выбрать кнопку **Выносной элемент** .

3. Кликая на нижний правый угол выделить область выносного элемента, а затем на свободном поле чертежа соз-



дать этот элемент. При этом масштаб элемента может отличаться от основного на чертеже (рис. 6.3).

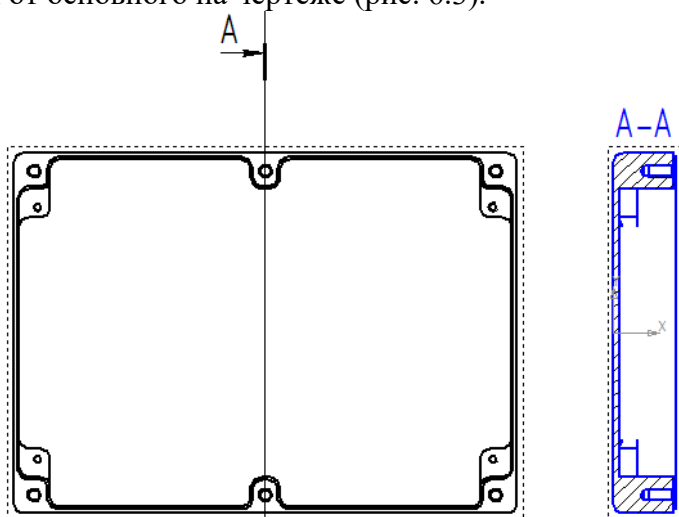


Рис. 6.2. Выполнение разрезов

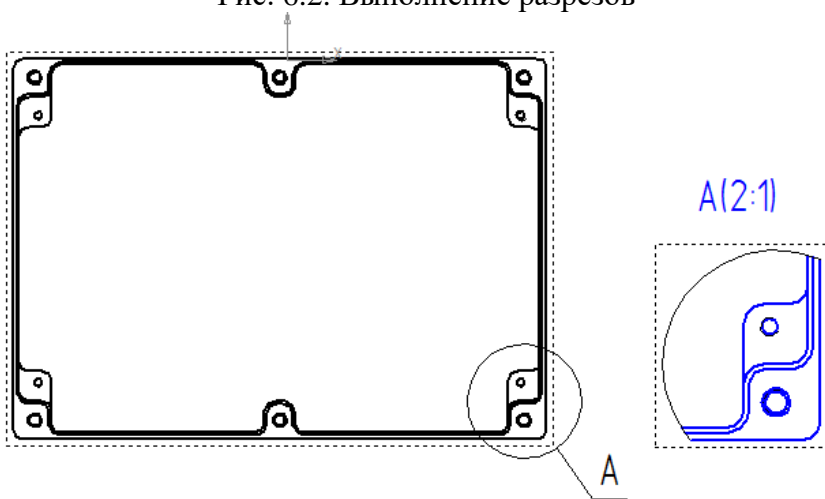




Рис. 6.3. Выполнение выносных элементов

Упражнение №5. Создание вида по стрелке взгляда.

1. Создать от главного вид слева.
2. В панели **Обозначения**  выбрать кнопку **Стрелка взгляда** .
3. Кликая слева от вида установить направление стрелки, а далее двигая фантом вправо создать вид по стрелке (рис. 6.4).
4. Кликая правой кнопкой мыши на виде можно в контекстном меню можно выключить проекционную связь. Вид по стрелке тогда можно перемещать по всему полю чертежа

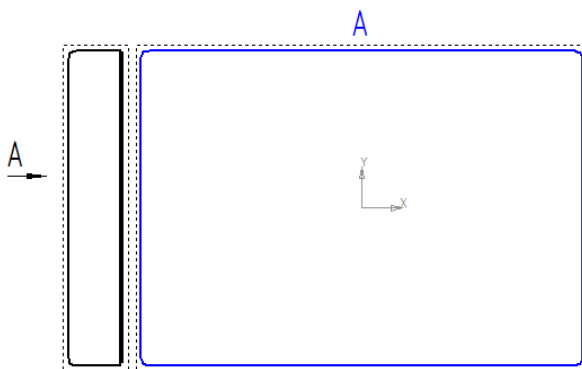




Рис. 6.4. Создание видов по стрелке взгляда

Упражнение №6. Создание разрывов вида.

Длинные детали, в середине которых нет никаких конструктивных элементов разрывают.

1. Вид по стрелке сделать текущим.
2. Выбрать в панели **Виды**  кнопку **Разрыв вида** .
3. На виде появятся две вертикальные линии, расстояние между которыми подлежит выбрасыванию. Можно двигая за эти линии редактировать область разрыва. Нажав на кнопку **Создать объект** в панели свойств создать вид (рис. 6.5).

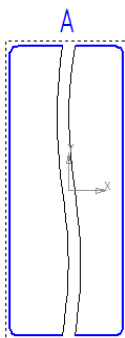






Рис. 6.5. Создание разрыва вида

Упражнение №7. Создание произвольных видов.

Для создание аксонометрических видов используется в панели **Виды**  кнопка **Произвольный вид** .

1. Нажать на кнопку **Произвольный вид**  и выбрать файл модели корпуса.

2. В панели свойств выбрать **#Изометрия XYZ**, а во вкладке **Линии** нажать на кнопку **показа линии переходов** .

3. Кликнуть на свободном поле чертежа и создать вид (рис. 6.6).

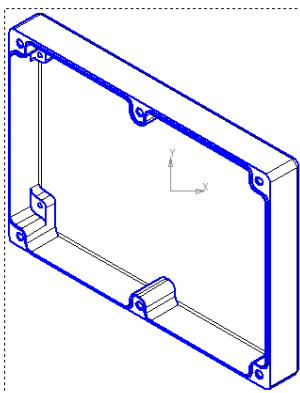


Рис. 6.6. Создание произвольного вида

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 3D-моделирование в инженерной графике : учебное пособие / С.В. Юшко [и др.]. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. — 272 с. — ISBN 978-5-7882-2166-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/79241.html>

2. Иванова Н.Ю. Инструментальные средства конструкторского проектирования электронных средств : учебное пособие / Иванова Н.Ю., Романова Е.Б.. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2013. — 121 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/66462.html>

3. Бумага А.И. Трехмерное моделирование в системе проектирования КОМПАС - 3D : учебно-методическое пособие / Бумага А.И., Вовк Т.С.. — Макеевка : Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ЭБС АСВ, 2019. — 78 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/92355.html>

4. Миронова, Р.С. Сборник заданий по черчению[Текст]: учеб. пособие для немашиностр. спец. техникумов [Текст] / Р.С. Миронова, Б.Г. Миронов.- М.: Высш. шк., 1984. -264 с.

5. Баранова, И.В. КОМПАС - 3 D для школьников. Черчение и компьютерная графика[Текст]: учеб. пособие для учащихся общеобразовательных учреждений / И.В. Баранова - М.: ДМК Пресс, 2009.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Практическая работа №1 Основы построения эскизов .....	1
2. Практическая работа №2 Построение простых деталей в 3D .....	7
3. Практическая работа №3 Выполнение кинематических операций и построение тел вращения в 3D.....	15
4. Практическая работа №4 Выполнение сборок.....	22
5. Практическая работа №5 Редактирование деталей в сборках.....	26
6. Практическая работа №6 Создание ассоциативных чертежей.....	29
Библиографический список.....	34

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим работам по дисциплине «Конструкторско-технологические системы» по направлению 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») и направления 12.03.01 «Приборостроение» (профиль «Приборостроение») всех форм обучения

Составители:

Турецкий Андрей Владимирович  
Ципина Наталья Викторовна

Компьютерный набор А.В. Турецкого

Подписано к изданию \_\_\_\_\_  
Уч.-изд. л. 3,7.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
технический университет»  
394026 Воронеж, Московский просп., 14