

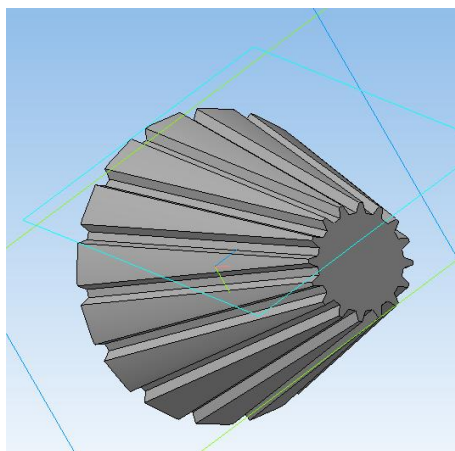
Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

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. 59 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.

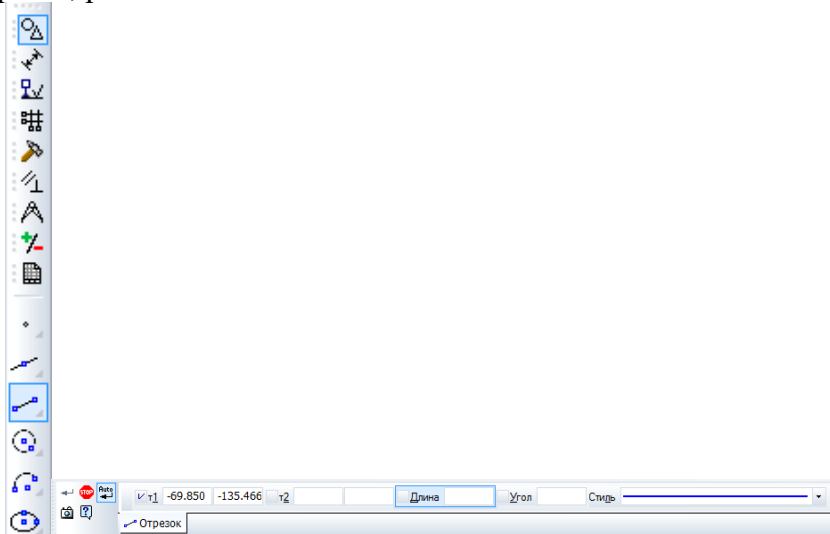


Рис. 1.1. Вкладка **Геометрия**

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.

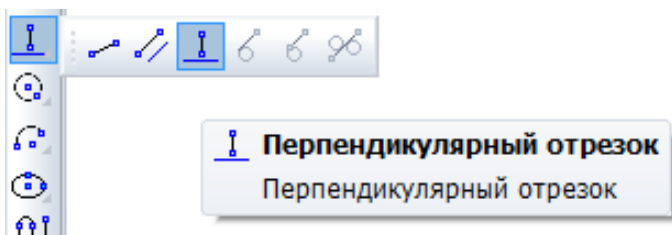


Рис. 1.2. Выбор типа отрезка

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.

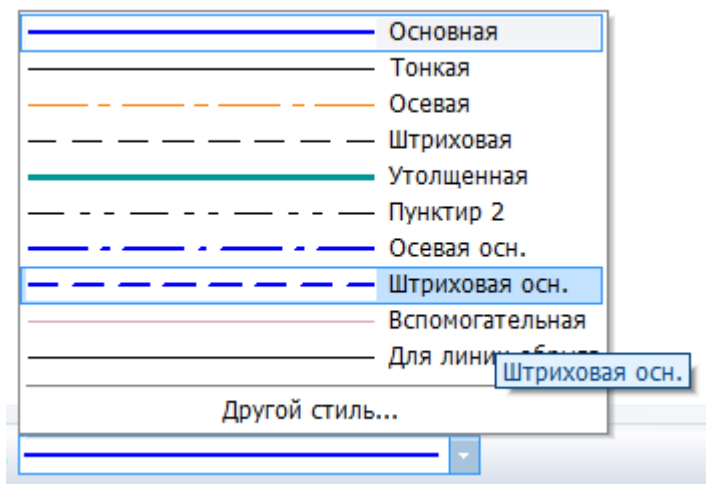


Рис. 1.4. Выбор типа линии

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.

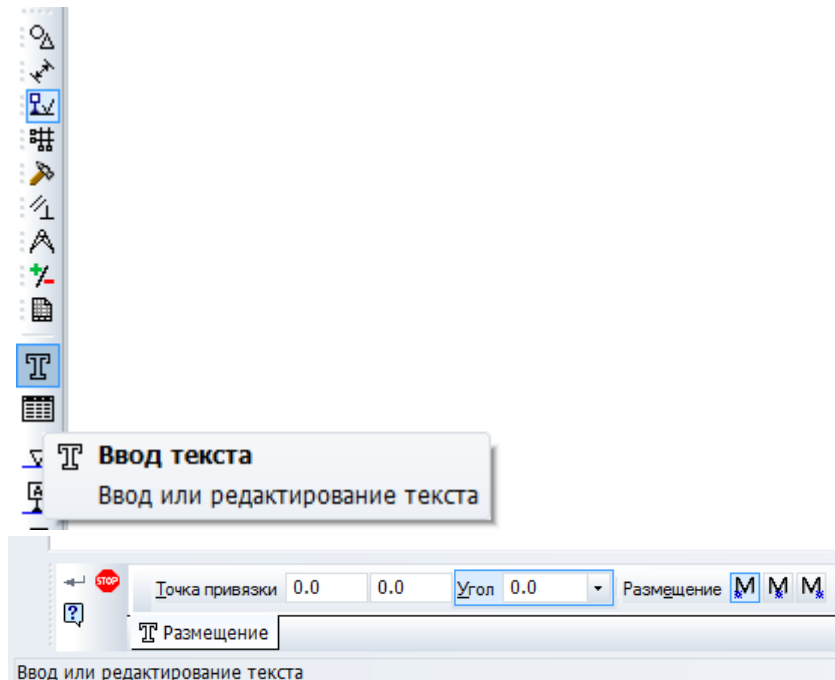


Рис. 1.6. Панель **Ввод текста**

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):

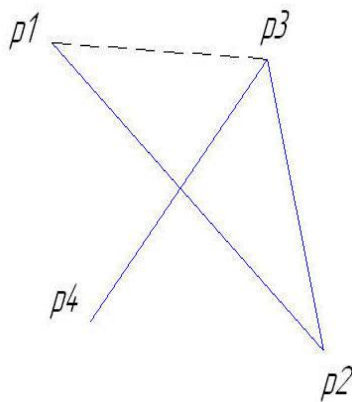


Рис. 1.7. Отрезки

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

Упражнение №2. Построение ломаной линии по длине и углу наклона прямой и по координатам конечной точки отрезка. Команда *Непрерывный ввод объектов*.

Задание: Постройте ломаную линию p1-p2-p3-p4-p5-p6-p7-p8, если отрезки p1 – p2, p2 – p3, заданы координатами точек p1(0, 0), p2(10, 20), p3(30, -10), а отрезки p3 – p4, p4 – p5, p5 – p6, p6 – p7, p7 – p8 заданы длиной и углом наклона. Рис. 1.8, табл. 1.

Таблица 1.1

Параметры ломаной

Отрезок	Длина	Угол наклона
P3 – p4	20	0
P4 – p5	15	45
P5 – p6	35	-30
P6 – p7	50	90
P7 – p8	60	180

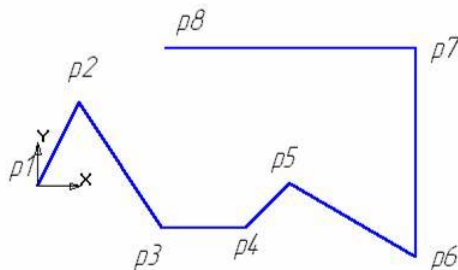


Рис. 1.8. Ломаная линия

1. Создайте новый документ типа фрагмент и сохраните его в свою папку под именем *Упр2.frw*.

2. Активизируйте команду **Непрерывный ввод объектов**, рис. 1.9. Параметры отрезка при его создании и редактировании отображаются в отдельных **полях Строки параметров**: два поля координат X и Y начальной (p1) и конечной (p2) точек, поле длины отрезка (ln), поле его угла наклона (an), поле стиля отрезка.

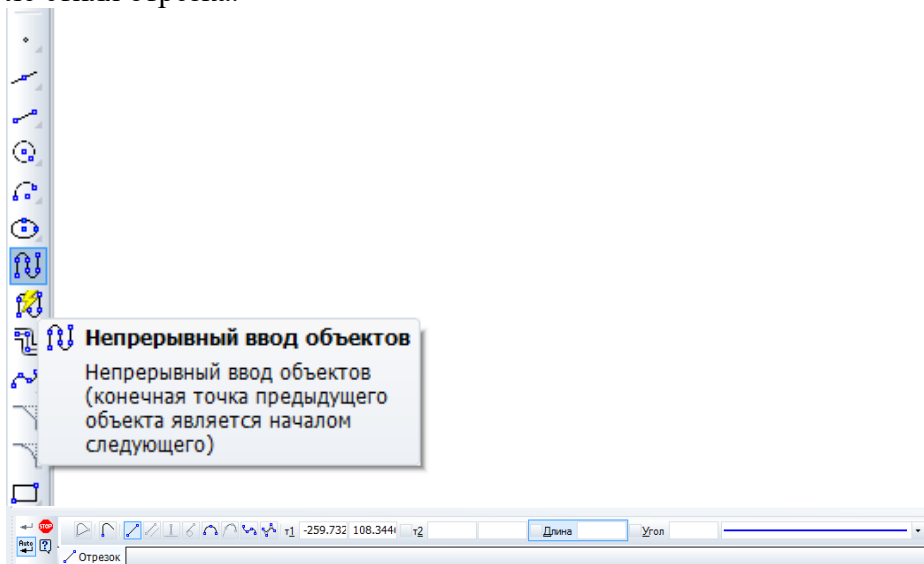


Рис. 1.9. Панель **Непрерывный ввод объектов**

3. Установите курсор в начало координат – точка p1 зафиксирована. Точка p2 ожидает ввода параметра. Щелкните в поле координаты X и введите значение **10**. Для ввода в поле значение координаты Y нажмите [Tab], введите **20** и нажмите [Enter]. Отрезок p1 – p2 построен. Аналогично постройте отрезок p2 – p3.

4. Для построения отрезка p3 – p4 активизируйте поле длины отрезка, введите значение длины отрезка **20** и нажмите [Enter]. Активизируйте поле угла наклона отрезка, введите значение **0** и нажмите [Enter]. Отрезок p3 – p4 построен.

5. Аналогично постройте остальные отрезки.

6. Сохраните документ, нажав на кнопку **Сохранить** на панели управления.

Упражнение №3. Построение кривой линии по точкам (*Кривая Безье*).

Задание: Постройте график по точкам, заданным координатами X и Y, табл. 1.2, рис. 1.10.

Таблица 1.2

Точки	Координаты кривой	
	X	Y
P1	0	0
P2	5	10
P3	10	15
P4	20	25
P5	40	30
P6	60	50
P7	100	60

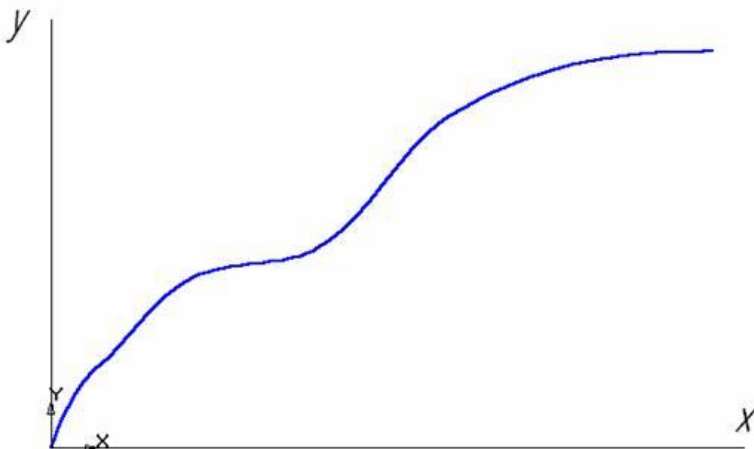


Рис. 1.10. Кривая Безье

1. Создайте новый документ типа фрагмент и сохраните его в свою рабочую папку под именем *Упр3.frw*.

2. Активизируйте команду **Отрезок**, выберите текущий стиль **Тонкая** и проведите две оси: вертикальную (ось y) и горизонтальную (ось x).

3. Активизируйте команду **Непрерывный ввод объектов**. На строке параметров объекта активизируйте команду **Кривая Безье**, рис. 1.11. Выберите текущий стиль кривой **Основная**.

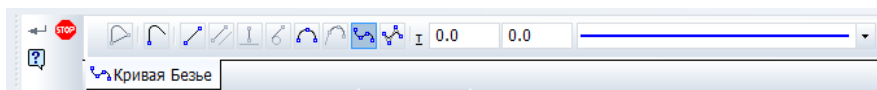


Рис. 1.11. Панель **Кривая Безье**

4. Установите точку p_1 в начало координат. Установите точку p_2 (5, 10). Для этого активизируйте поле координаты X , введите значение 5, в поле координаты Y введите значение 10. Таким образом, установите все остальные точки. После ввода

последней точки щелкните мышью на кнопках **Создать объект** и **Прервать команду**.

6. Сохраните фрагмент, нажав на кнопку **Сохранить** на панели управления.

Примечание:

Для построения графиков в дальнейшем используйте библиотеку построения графиков FTDrow. Данная библиотека предоставляет следующие возможности:

1. Построение графиков функциональных зависимостей по уравнению в декартовых координатах.
2. Построение графиков функциональных зависимостей по уравнению в полярных координатах.
3. Построение графиков табличных зависимостей в декартовых координатах.

Упражнение №4 Использование привязок.

Задание: постройте три отрезка $p1 - p2$, $p1 - p3$ и $p1 - p4$ по образцу. Начальные точки отрезков лежат в центре окружности 01, а конечные в начале, в середине и в конце отрезка $p2 - p4$ соответственно, рис. 1.12.

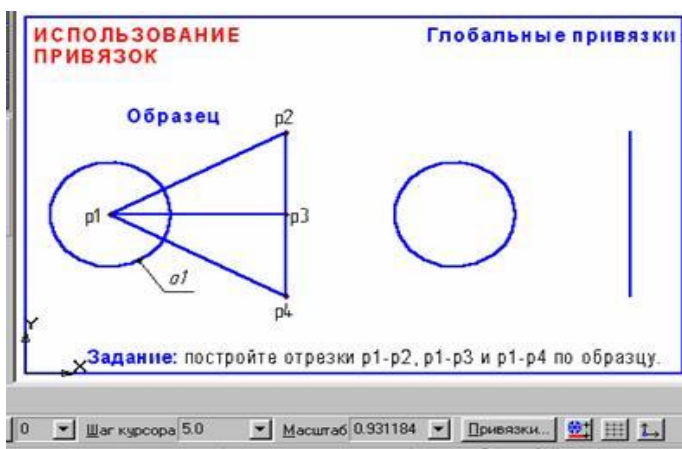


Рис. 1.12. Использование привязок

1. Создайте новый документ-фрагмент.
2. Постройте окружность o_1 и отрезок $p_2 - p_4$, как показано на рис. 1.12.
3. Активизируйте команду **Отрезок** инструментальной панели **Геометрия** .
4. В ответ на запрос системы **Укажите начальную точку отрезка или введите ее координаты** поместите курсор мышью приблизительно в центр окружности. После срабатывания привязки **Ближайшая точка** зафиксируйте точку щелчком левой клавиши мыши. О срабатывании привязки можно судить по появлению дополнительного, наклонного перекрестья или по появлению динамической подсказки.
5. Мышью переместите курсор в точку p_2 . После срабатывания привязки **Ближайшая точка** зафиксируйте точку щелчком левой клавиши мыши. Отрезок $p_1 - p_2$ построен.
6. Поместите курсор приблизительно в середину отрезка $p_2 - p_4$. Нажмите правую кнопку мыши, выберите команду **Привязки/Середина**. После срабатывания привязки **Середина** зафиксируйте точку щелчком левой клавиши мыши. Мышью переместите курсор в точку приблизительно в центр окружности. После срабатывания привязки **Ближайшая точка** зафиксируйте точку щелчком левой клавиши мыши. Отрезок $p_1 - p_3$ построен.
7. В настоящее время курсор находится в центре окружности. Здесь же начинается последний отрезок. Щелчком левой клавиши мыши зафиксируйте начальную точку отрезка $p_1 - p_4$. Мышью переместите курсор в точку p_4 . После срабатывания привязки **Ближайшая точка** зафиксируйте точку щелчком левой клавиши мыши. Отрезок $p_1 - p_4$ построен.
8. Завершите выполнение команды построения отрезков щелчком на кнопке **Прервать команду**.
9. Сохраните созданный документ в свою рабочую папку под именем *Unp4.frw*.

Упражнение №5. Копия объектов по окружности.

Задание. Выполните чертеж, изображенный на рис.

1.13.

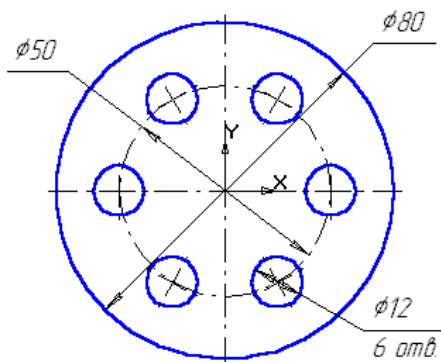


Рис. 1.13. Чертеж детали

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

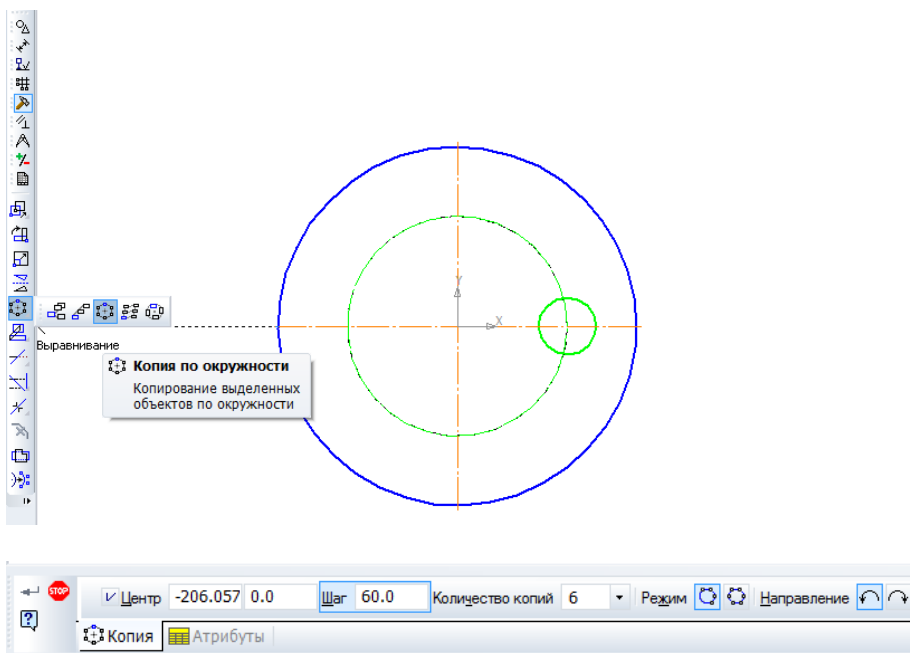


Рис. 1.14. Команда *Копия по окружности*

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**.

Задание. Постройте чертеж детали по заданным размерам, проставьте размеры, рис. 1.15.

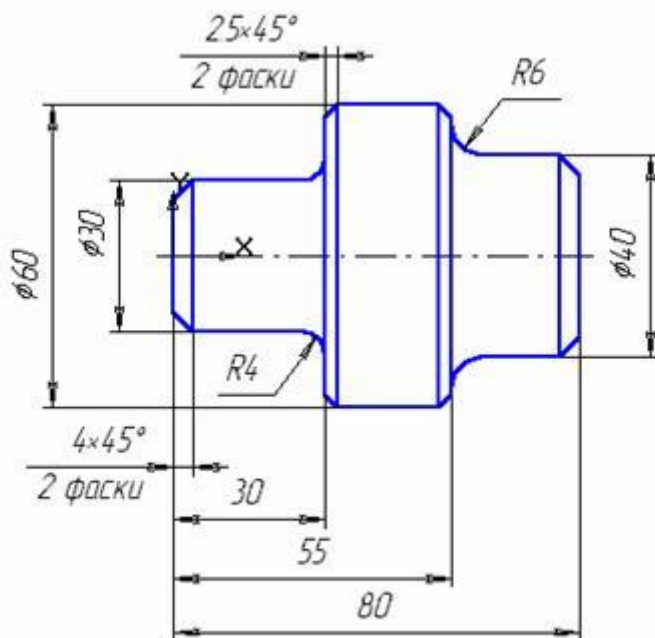


Рис. 1.15. Чертеж детали

1. Создайте новый документ типа фрагмент и сохраните его под именем *pr1.frw* в папку своей лабораторной работы.

2. Активизируйте команду **Непрерывный ввод объектов**. Установите курсор в начало координат. Начальная точка зафиксирована. В данном случае проще строить, установив шаг курсора равный 5 (т.к. все линейные размеры кратны 5). Переместите вверх курсор 3 раза (15 мм), вправо 6 раз (30 мм), вверх 3 раза (15 мм), вправо 5 раз (25 мм), вниз 2 раза (10 мм), вправо 5 раз (25 мм); щелчком правой кнопки включите локальные привязки и выберите привязку **Выравнивание**, проведите линию вниз, рис. 1.16. Прервите команду.

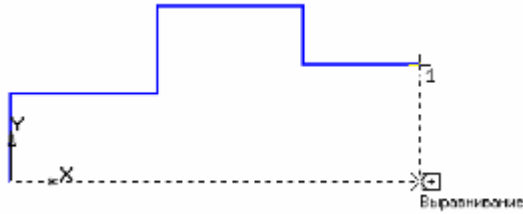


Рис. 1.16. Ввод отрезков

3. Проведите осевую линию. Для этого активизируйте команду **Ввод отрезка**. Щелкните мышью на поле **Стиль** на строке параметров. Выберите текущий стиль линии – **Осевая**. Установите шаг курсора – 1. Установите курсор в начало координат. Переместите курсор на 3 шага влево и нажмите [Enter] (осевая линия выступает за контур детали не более 3 – 5 мм). Мышью переместите курсор в правую часть детали, переместите курсор на 3 шага вправо, нажмите [Enter] – осевая линия построена, рис. 15.

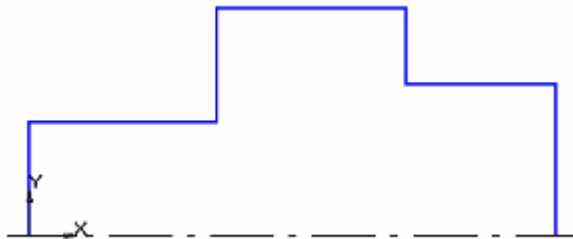


Рис. 1.17. Проведение осевой линии

4. Выполните фаски с катетом 4 мм. Для этого активизируйте команду **Фаска**, рис. 1.18. Установите величину катета равную 4 мм. Последовательно укажите вертикальную и горизонтальную линии. Фаски построены. Таким же образом постройте фаски с катетом 2,5 мм, рис. 1.19.



Рис. 1.18. Панель **Фаска**

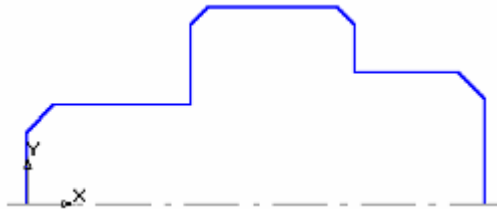


Рис. 1.19. Выполнение фасок

5. Проведите вертикальные линии, рис. 18.

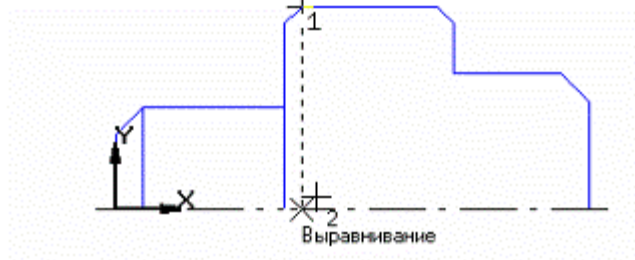


Рис. 1.20. Вертикальные линии к фаскам

6. Постройте скругления радиусом R4 между объектами самостоятельно. Нажмите кнопку **Скругление**. Обратите внимание на то обстоятельство, что при построении скруглений в данном случае вертикальный элемент перестраиваться не будет. Если при указании элементов вертикальный элемент будет

первым, то необходимо включить дополнительную кнопку **Усечение первого объекта**. После построения скруглений изображение детали показано на рис. 19.

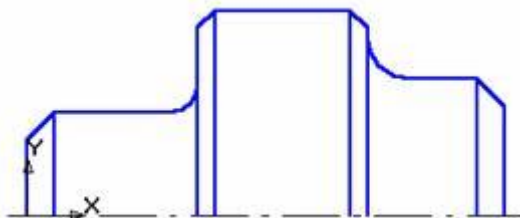


Рис. 1.21. Выполнение скруглений

7. Зеркально отобразите изображение относительно оси. Для этого выделите данное изображение, исключив ось.

Нажмите кнопку **Редактирование**, а затем **Симметрия**. Укажите последовательно две точки на оси (вторую точку можно указать в любом месте на оси, но координата Y должна быть в данном случае равна 0), прервите команду кнопкой **Прервать команду** и щелкните мышью на свободном поле чертежа, рис. 20.

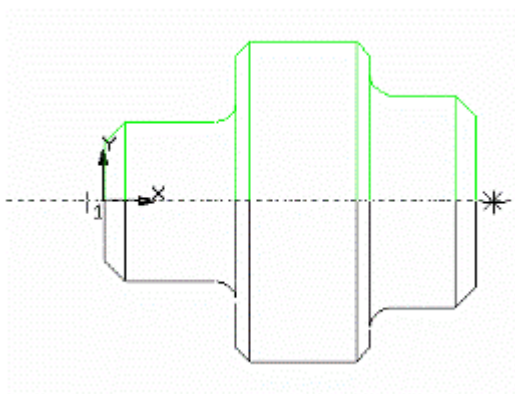


Рис. 1.22. Зеркальное отображение

8. Проставьте размеры и сохраните документ.

Практическая работа №2. Построение скруглений, усе-
чение кривой.

Задание. Постройте чертеж пластины, приведенный на
рис. 1.23.

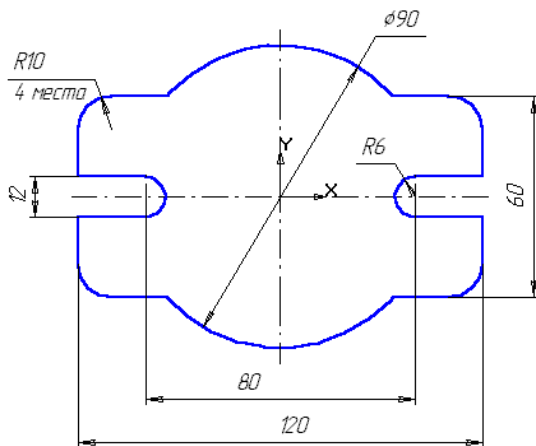


Рис. 1.23. Чертеж пластины

1. Создайте новый документ типа фрагмент и сохраните его на диске в своей рабочей папке под именем *Пр2.frw*.

2. Постройте прямоугольник. Оси, определяющие начало координат, должны располагаться в центре прямоугольника.

3. Постройте окружность радиусом 45 мм без отрисовки осей. Построенный чертеж приведен на рис. 1.24.

4. Выполните скругления с помощью инструмента **Скругление на углах объекта**, воспользовавшись Панелью расширенных команд, рис. 1.25. Установите радиус скругления равный 10 мм и включите кнопку **Обработка углов контура** на всех четырех углах, рис. 1.26. После установки параметров скруглений щелкните мышью на любой из сторон построенного прямоугольника.

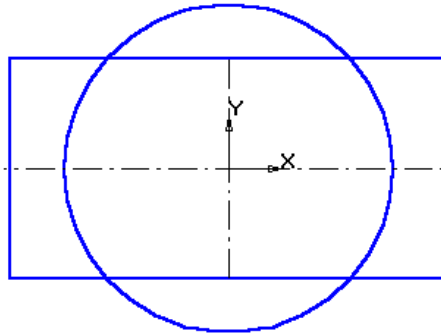


Рис. 1.24. Построение фигур



Рис. 1.25. Панель скругление

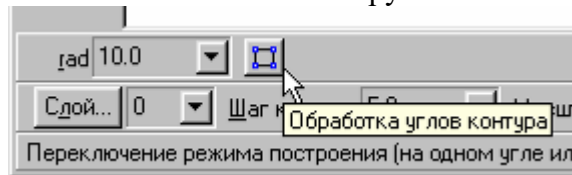


Рис. 1.26 Панель свойств скругления

5. Построенный чертеж приведен на рис. 1.27. Удалите лишние линии. Активизируйте страницу **Редактирование**  и нажмите клавишу **Усечь кривую**, рис. 1.28.

6. Устанавливайте курсор на удаляемые линии (рис. 1.29).

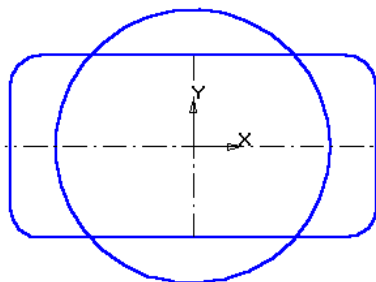


Рис. 1.27.



Рис. 1.28

7. Выполните пазы. Для этого постройте с помощью параллельных вспомогательных прямых параметры пазов – ширину паза и положение центров цилиндрической поверхности пазов, рис. 1.29.

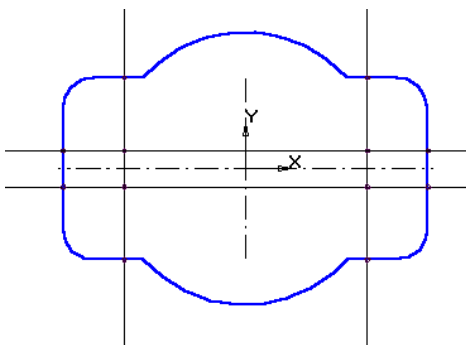


Рис. 1.29

Командой **Отрезок** обведите горизонтальные линии, рис. 1.30. Командой **Дуга по двум** точкам, рис. 1.31, постройте необходимые дуги.

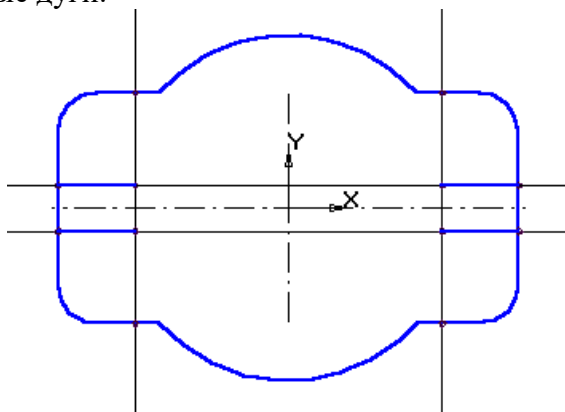


Рис. 1.30



Рис. 1.31 Панель построения дуг

8. Достройте осевые линии. Удалите лишние линии.

9. Проставьте необходимые размеры. В процессе простановки диаметра окружности равного 90 мм остается тонкая размерная дуга. Для ее удаления щелкните мышью на размерной линии, поместите курсор на узел, определяющий начало полки. Нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, переместите курсор немного выше, рис. 1.32.

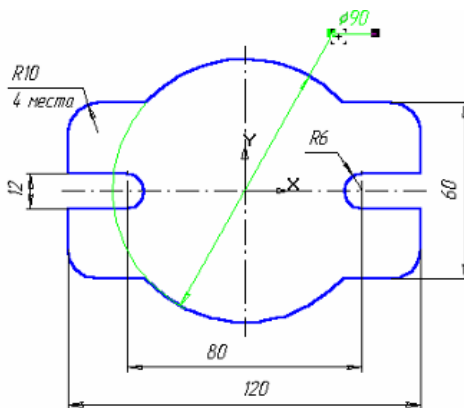


Рис. 1.32. Полученная деталь

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2 ПОСТРОЕНИЕ ПРОСТЫХ ДЕТАЛЕЙ В 3D

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

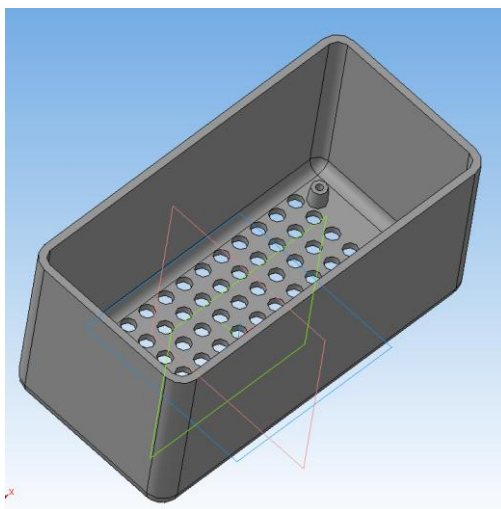


Рис. 2.1. Деталь простой формы

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* 

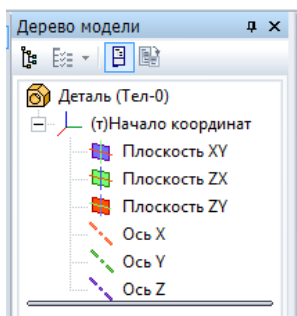


Рис. 2.2. Панель *Дерево модели*

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.

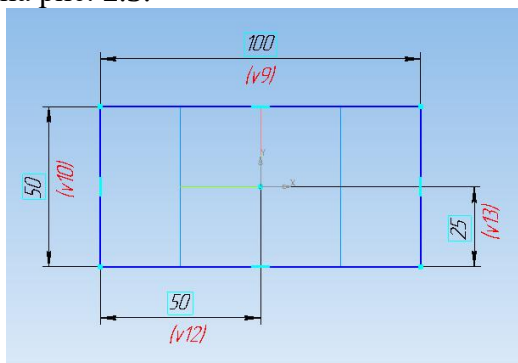


Рис. 2.3. Прямоугольник

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

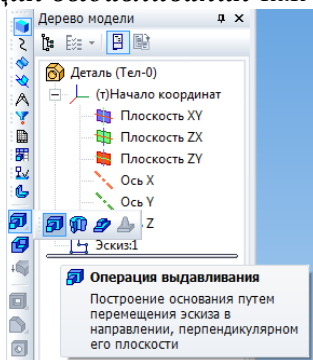


Рис. 2.4. Выбор кнопки **Операция выдавливания**

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

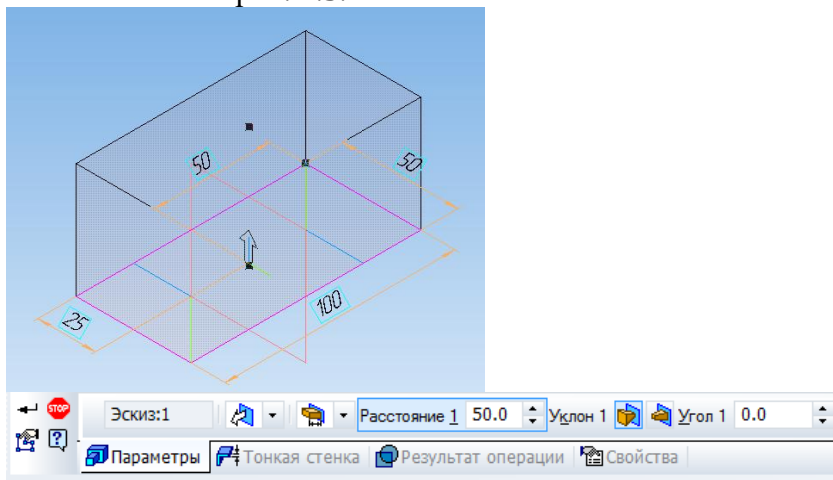


Рис. 2.5. Операция выдавливания

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).

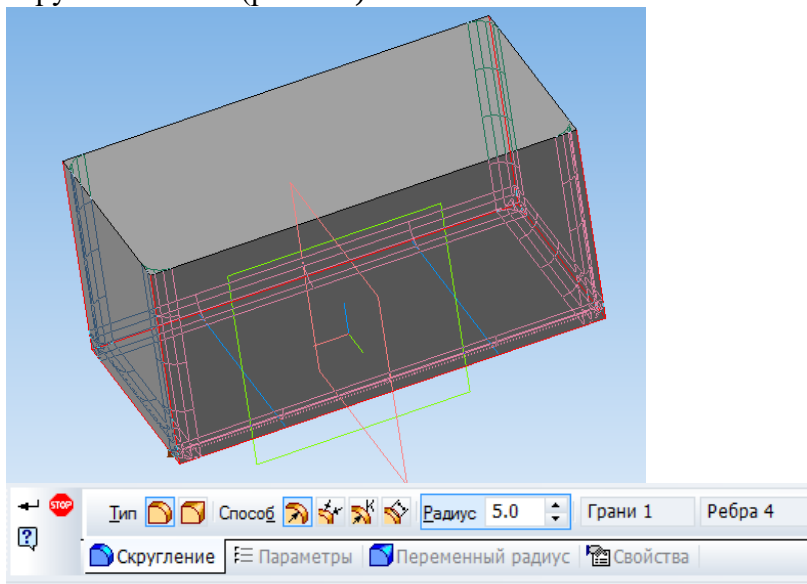


Рис. 2.6. Операция скругления

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).

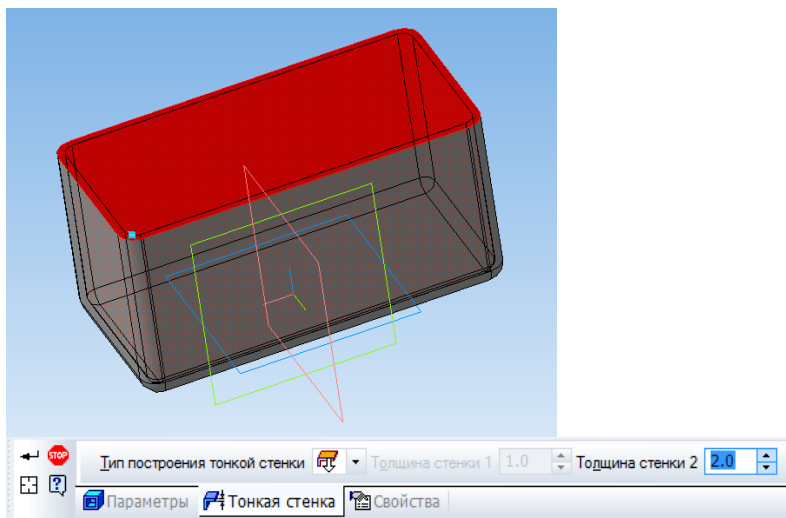


Рис. 2.7. Операция выполнения оболочки

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

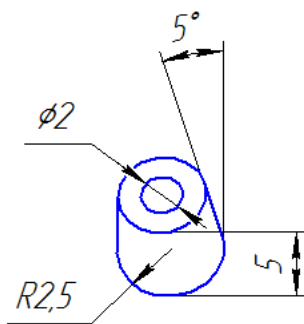


Рис. 2.8. Бобышка

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.

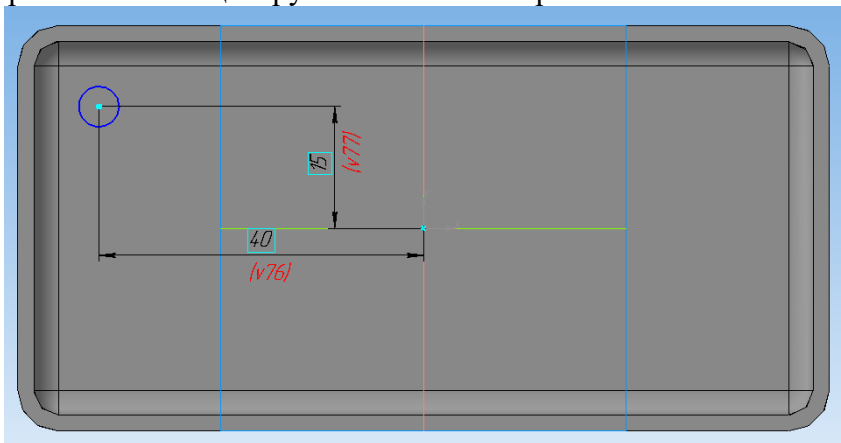


Рис. 2.9. Дно бобышки

2. Необходимо выдавить бобышку на высоту 5 мм с уклоном в 5° во внутреннюю сторону.

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

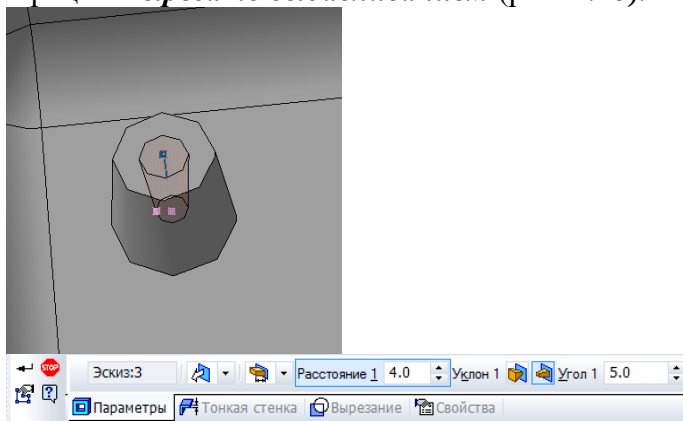


Рис. 2.10. Отверстие бобышки

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).

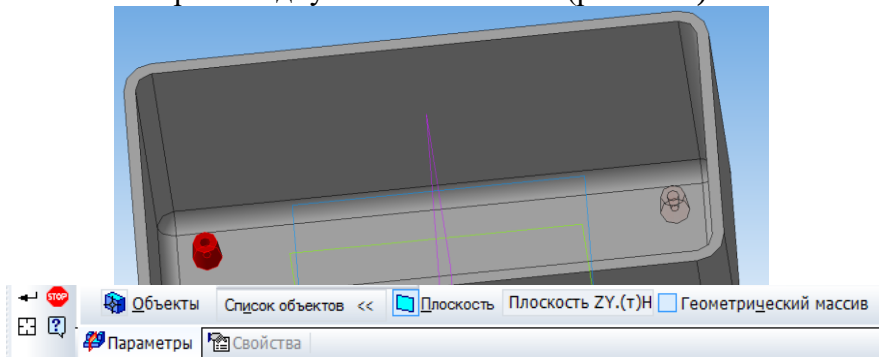


Рис. 2.11. Одна копия бобышки

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).

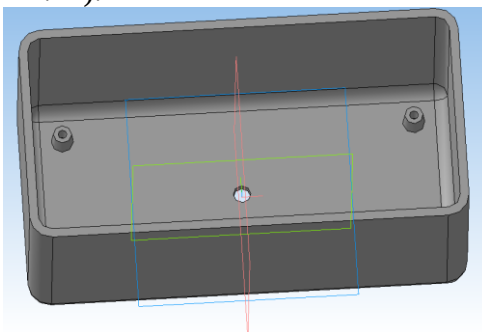


Рис. 2.12. Отверстие

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

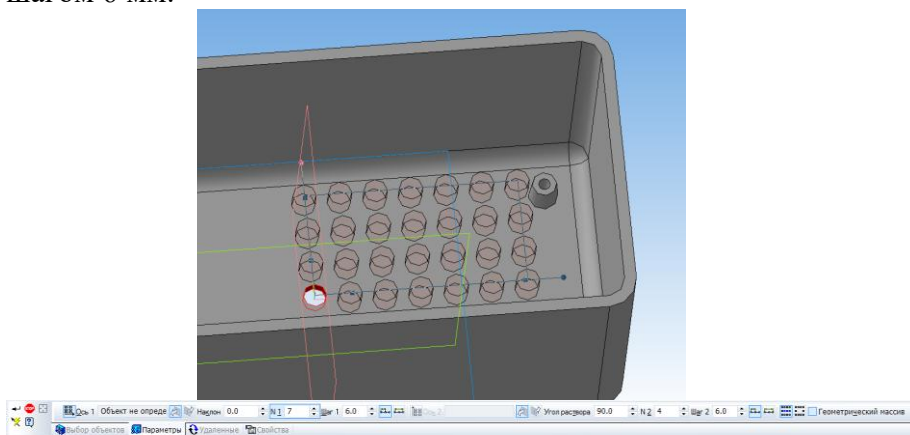


Рис. 2.13. Массив отверстий по сетке

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

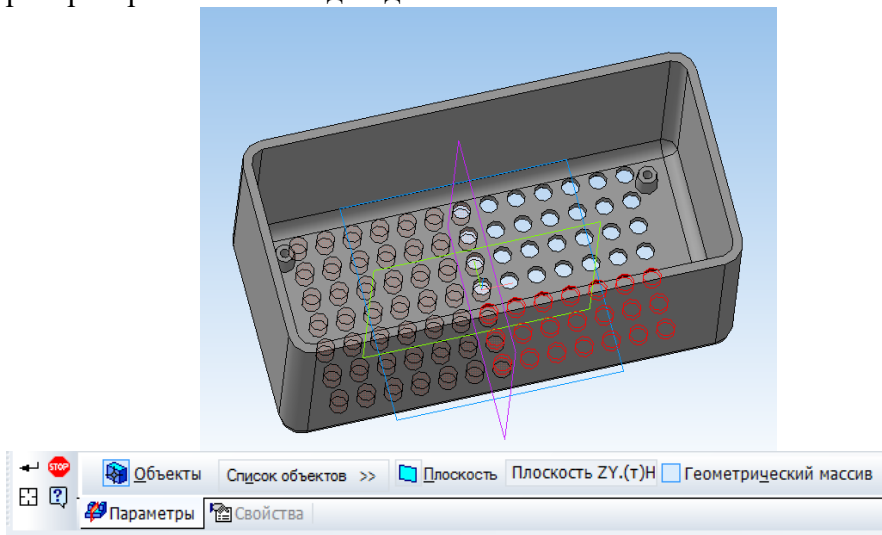


Рис. 2.14. Массив отверстий

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).

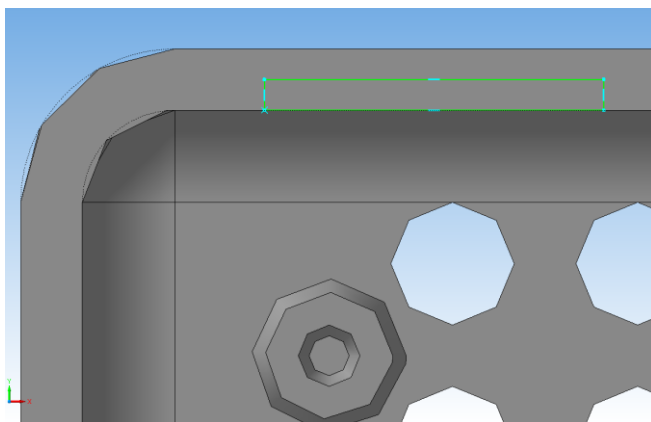


Рис. 3.1. Эскиз

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)

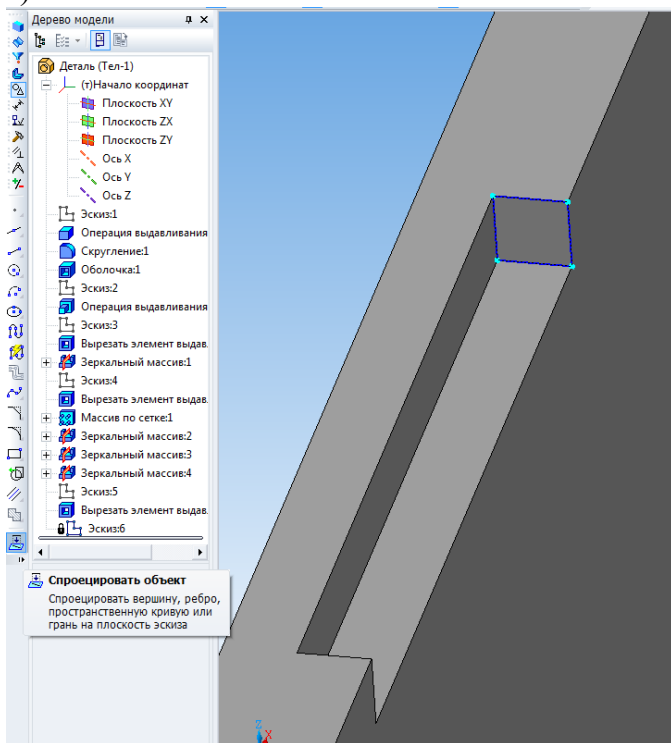


Рис. 3.2. Получение эскиза для сечения

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.

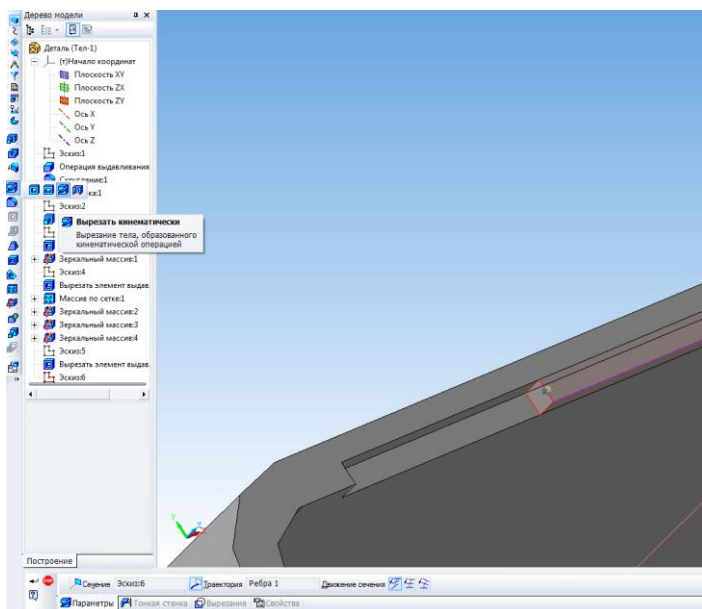


Рис. 3.3. Выполнение выреза кинематической операцией

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

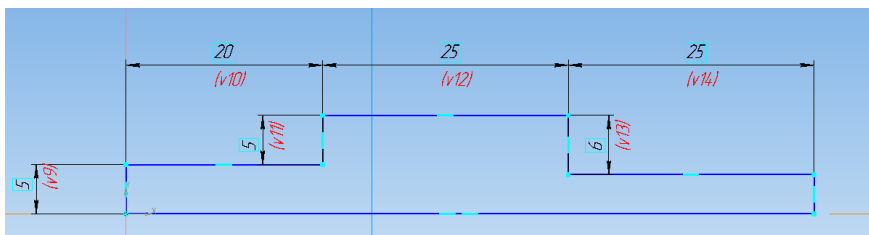


Рис. 3.4. Эскиз вала

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

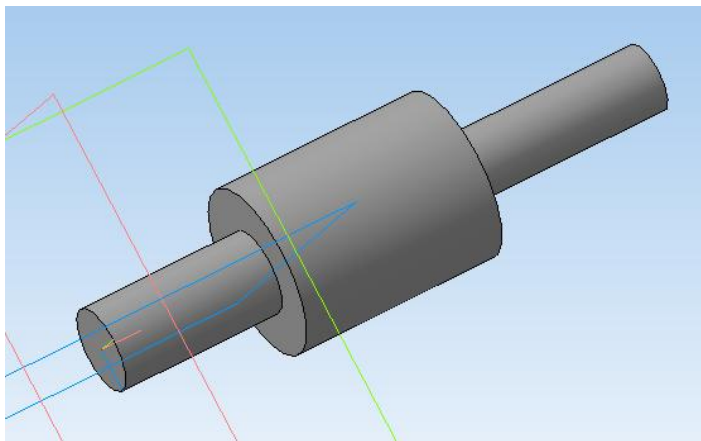


Рис. 3.5. Модель вала

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.

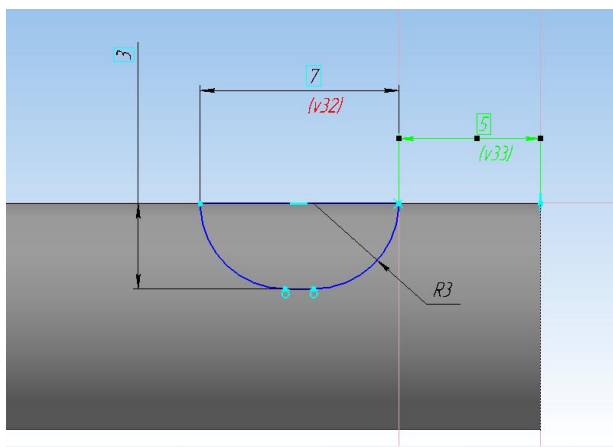


Рис. 3.6. Модель вала

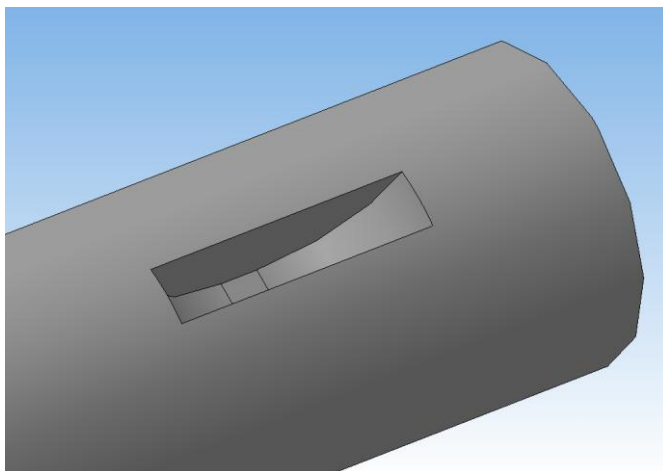


Рис. 3.7. Проточка под шпонку

Упражнение №3. Построение модели ручки.

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

3.8.

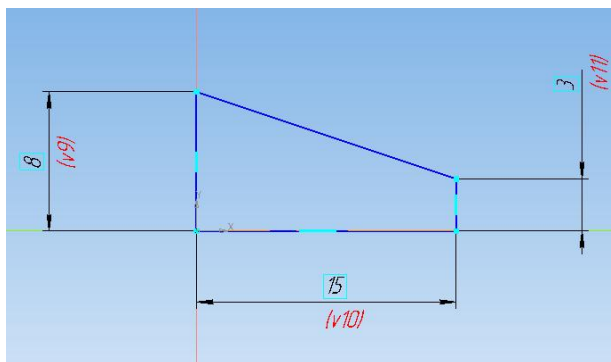


Рис. 3.8. Эскиз ручки

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

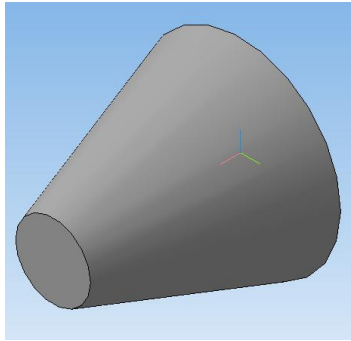


Рис. 3.9. Модель ручки

3. На поверхности ручки выполнить накатку шириной 1 мм, глубиной 1 мм и уклоном 30° . 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).

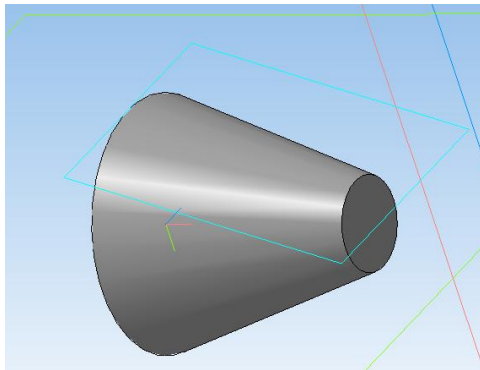


Рис. 3.10. Построение касательной плоскости

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

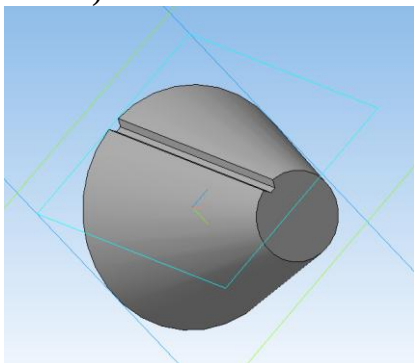


Рис. 3.11. Канавка накатки на ручке

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).

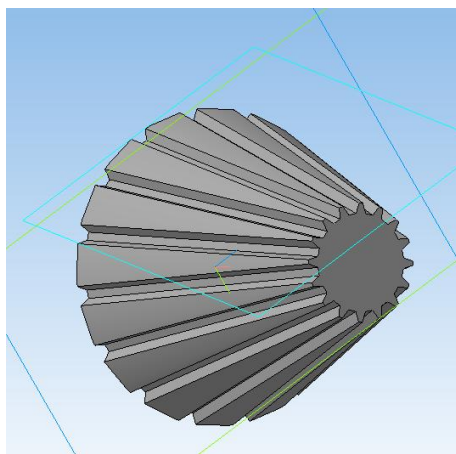


Рис. 3.12. Модель ручки

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4 ВЫПОЛНЕНИЕ СБОРОК

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

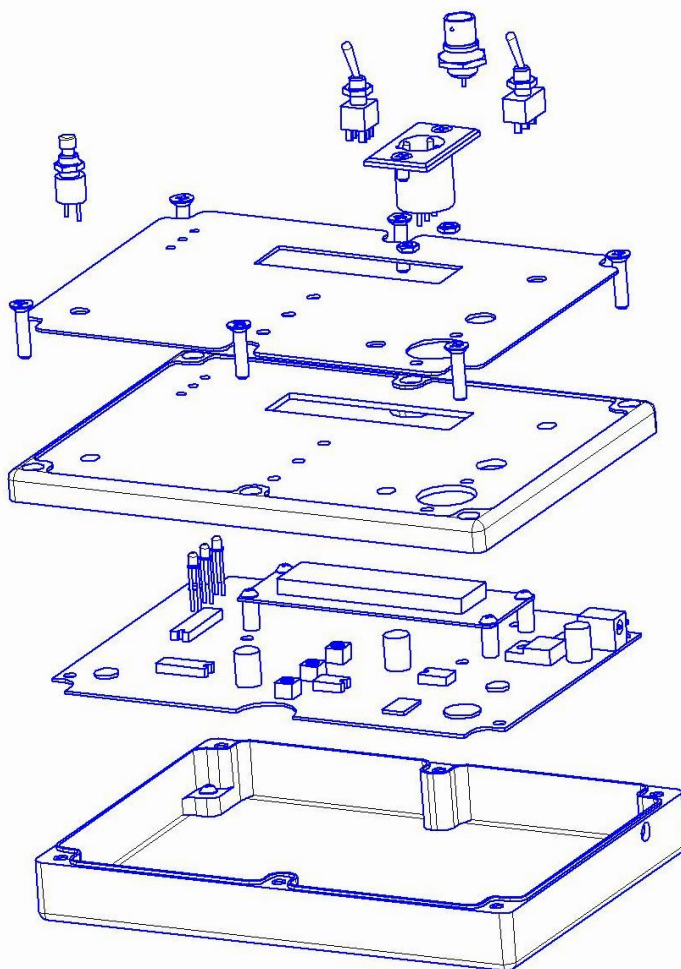


Рис. 4.1. Конструкция радиоэлектронного устройства

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.

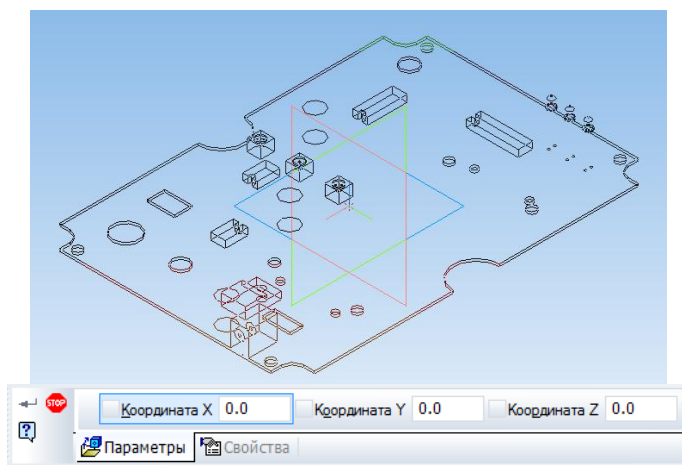


Рис. 4.2. Размещение платы в центре

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).

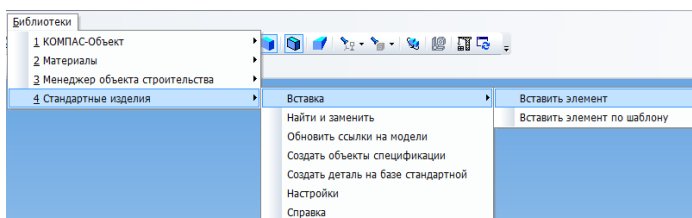


Рис. 4.3. Вызов библиотеки

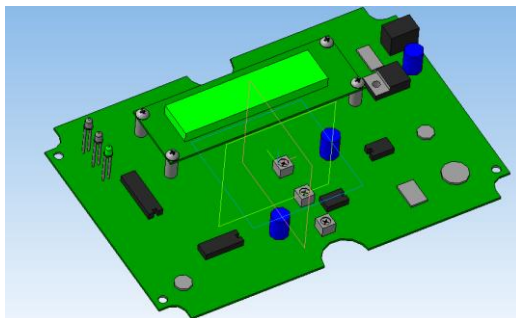


Рис. 4.4. Плата с индикатором

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).

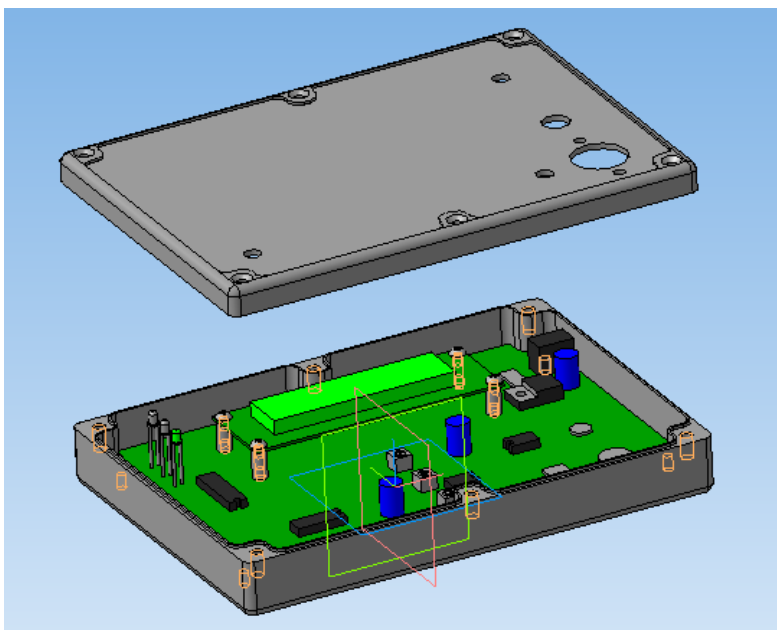


Рис. 4.5. Привязка крышки

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 устройства.

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

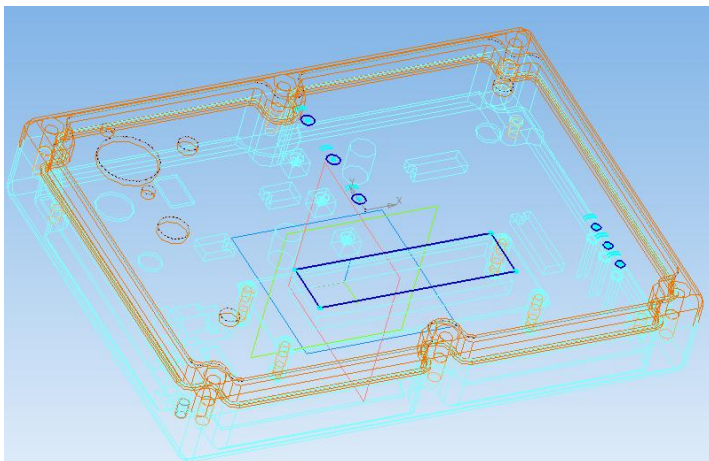


Рис. 5.1. Проецирование отверстий

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).

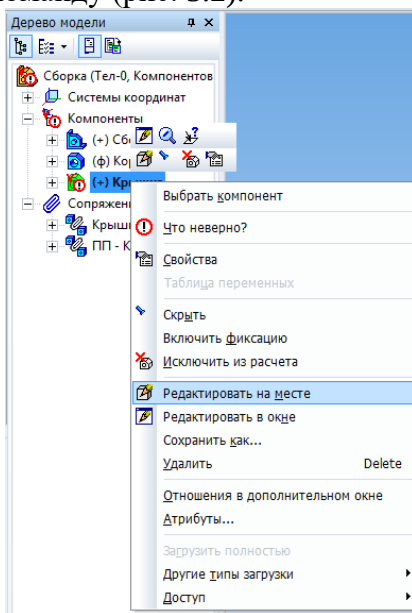


Рис. 5.2. Вызов команды ***Редактировать на месте***

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).

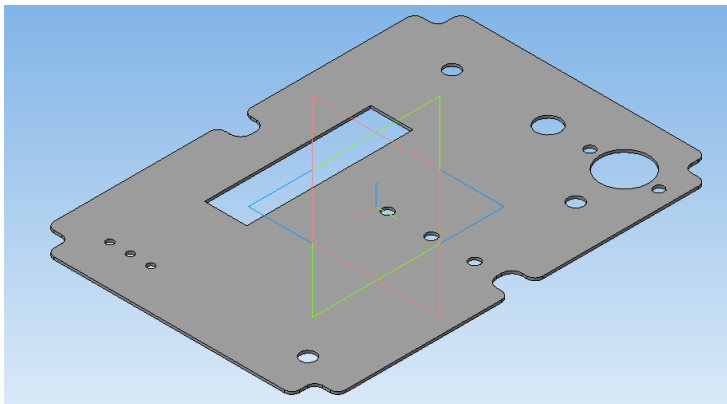


Рис. 5.3. Полученная панель

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).

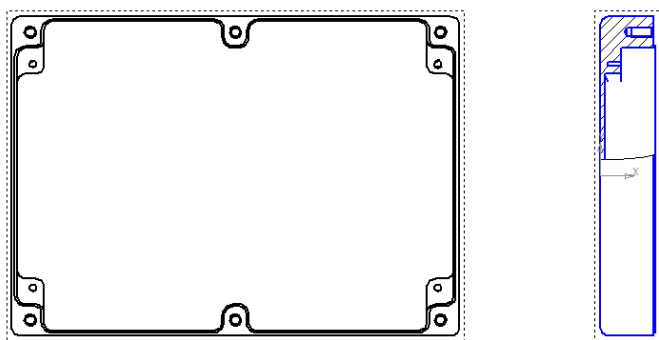


Рис. 6.1. Выполнение местных разрезов

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).

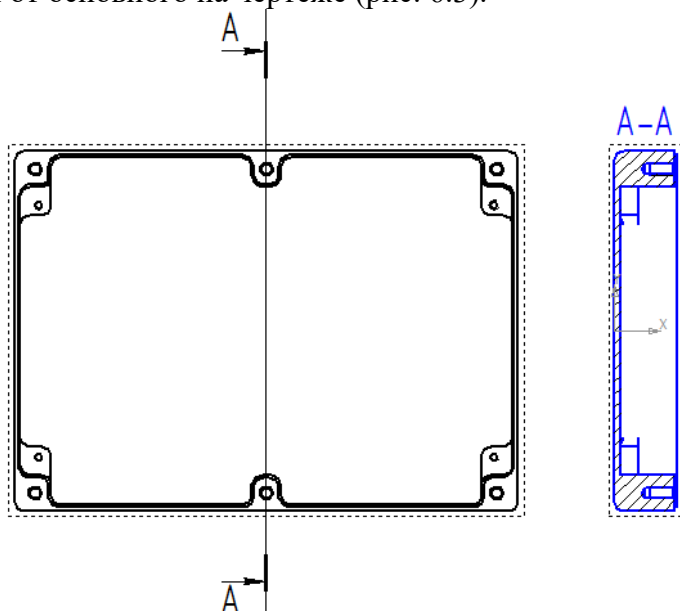


Рис. 6.2. Выполнение разрезов

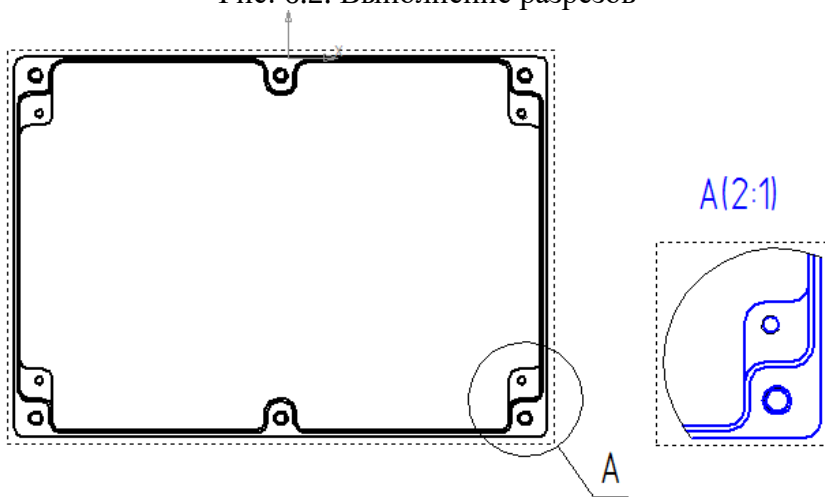


Рис. 6.3. Выполнение выносных элементов

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

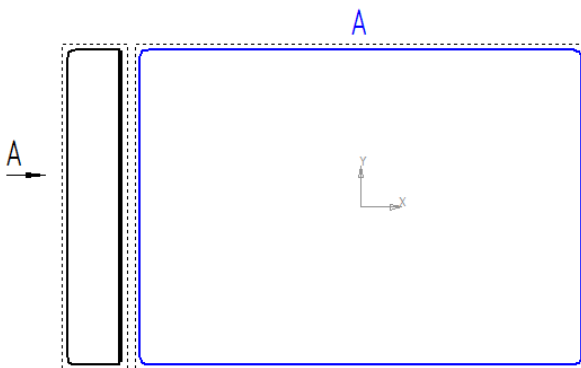


Рис. 6.4. Создание видов по стрелке взгляда

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).

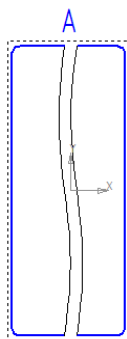


Рис. 6.5. Создание разрыва вида

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).

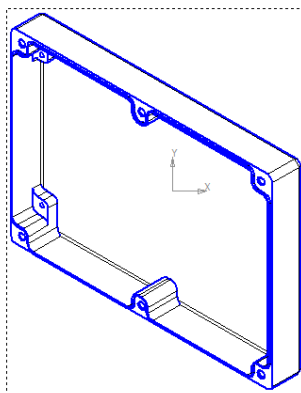


Рис. 6.6. Создание произвольного вида

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7 СОЗДАНИЕ СХЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ ПО ЕСКД

Упражнение №1. Подключение библиотеки ESK.

1. Библиотека ESK устанавливается в раздел библиотек КОМПАС C:\Program Files\ASCON\KOMPAS-3D V12 \Libs \ESKW

2. Запустить менеджер библиотек  и затем в разделе *Электрика и электроника* правой кнопкой мыши добавить описание прикладной библиотеки и указать путь к библиотеке ESK.

3. Запустить библиотеку ESK (рис. 7.1).

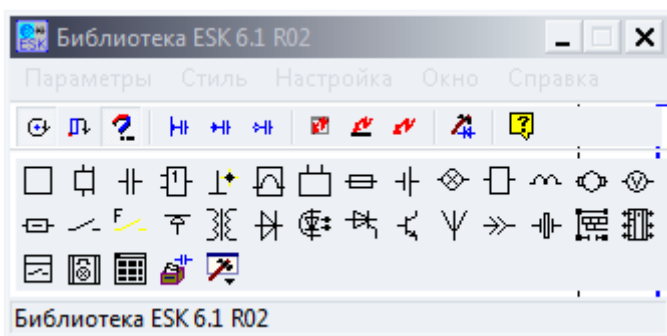


Рис. 7.1. Библиотека ESK

Упражнение №2. Выполнение схем.

Необходимо выполнить схему, представленную на рис.

7.2.

1. Условные графические обозначения элементов выбираются в библиотеке и устанавливаются на поле чертежа. Компонент ориентируется с помощью кнопок появляющейся панели рис. 7.3.

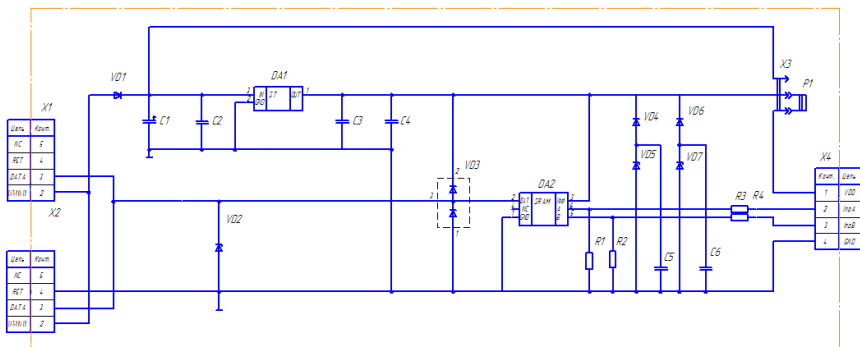


Рис. 7.2. Схема счетчика



Рис. 7.3. Панель параметров отрисовки

2. Для получения УГО микросхем используется режим отрисовки. (рис. 7.4). В ней задается параметры левых и правых выводов.

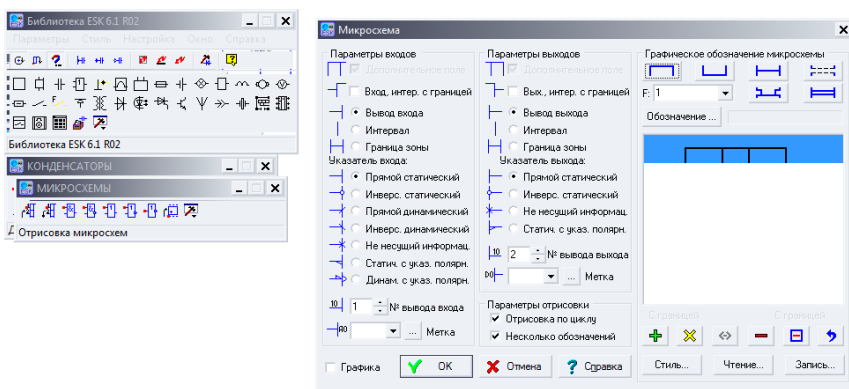


Рис. 7.4. Панель отрисовки микросхем

3. Для получения УГО соединителей используется панель отрисовки таблицы разъема (рис. 7.5).

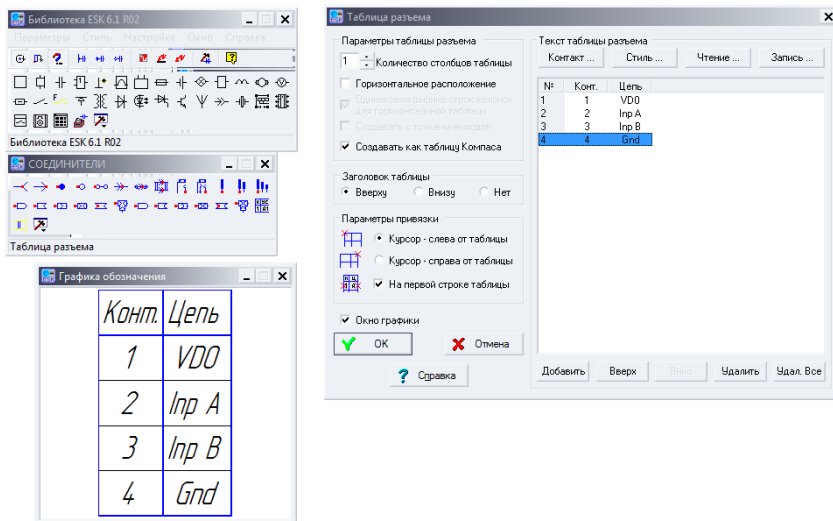


Рис. 7.5. Панель отрисовки таблицы разъема

Для создания таблицы надо создать 2 новых стиля таблиц для левых и правых разъемов (графа «Цепь» слева или справа). Для этого надо нажать на кнопку стиль, создать его имя и ввести новую графу «Цепь» (рис 7.6).

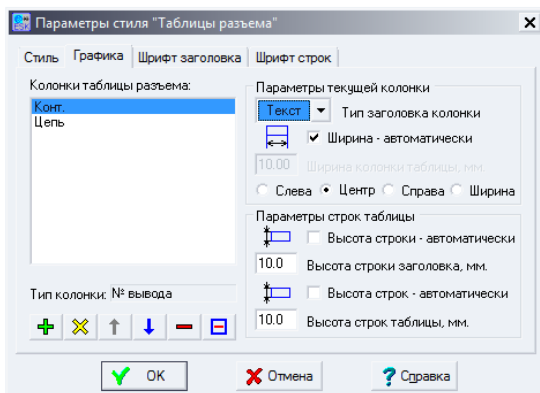


Рис. 7.6. Панель задания стиля таблицы разъема

Упражнение №3. Проставление буквенно-цифровых обозначений (БЦО).

БЦО проставляются строго сверху вниз, а затем слева направо.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8 СОЗДАНИЕ ПЕРЕЧНЯ ЭЛЕМЕНТОВ

Упражнение №1. Создание бланка *Перечень элементов*.

1. Необходимо создать новый документ- *Спецификация*. И в этом документе изменить стиль. Меню *Сервис-Параметры*. Выбрать вкладку *Текущая спецификация*. Нажать кнопку *Библиотеки* и выбрать *ESKW_GR.LYT* (рис. 8.1) .

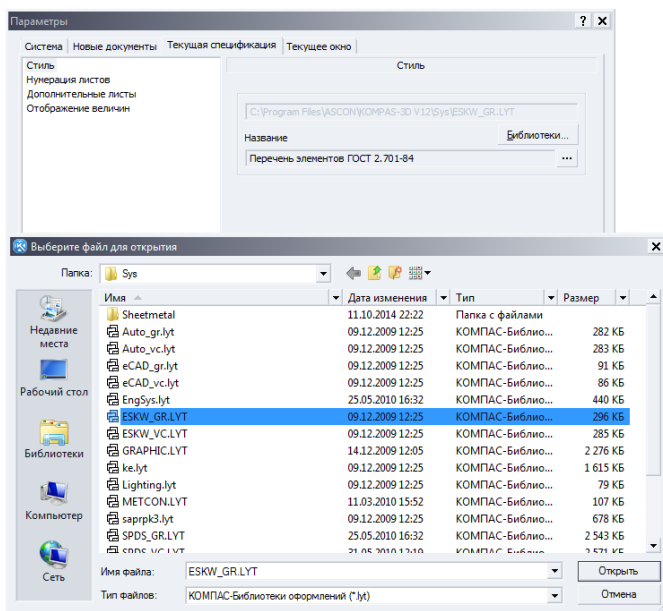


Рис. 8.1. Задание стиля перечня элементов

2. Кнопкой  надо создать базовый объект спецификации, а затем кнопкой  добавлять строки. В строках пишется информация об элементах. Элементы сортируются по английскому алфавиту БЦО. В пределах одной буквы БЦО по порядковому номеру. При этом если одинаковые по параметрам элементы идут подряд, то их можно сгруппировать, а если не подряд, то нельзя надо указывать заново.

Упражнение №2. Заполнение перечня элементов.

Перечень на разные ЭРЭ записываются следующим образом.

Конденсаторы электролитические.

B41827-25B-47 мкФ ± 20% (B41827A5476M000) Epcos

Тип–Напряжение–Емкость–Допуск (номер кода заводского заказа (для отечественных ТУ)–Фирма

Конденсаторы прочие.

CC 0805-50B-0,1 мкФ ±10%-X7R (CC0805KRX7R9BB104)

Yageo

Тип–Напряжение–Емкость–Допуск–Тип диэлектрика– (номер кода заводского заказа (для отечественных ТУ)–Фирма

Микросхемы.

LP2950CDT-5.0G ON Semiconductor

Тип–Фирма

Резисторы.

RC 0805-5,1 кОм ±5% (RC0805JRF075K1) Yageo

Тип–Мощность–Сопротивление–Допуск– (номер кода заводского заказа (для отечественных ТУ)–Фирма

Диоды, соединители, транзисторы.

1N4148W PBF DC Components

Тип–Фирма

Пример заполнения перечня элементов представлен на рис. 8.2

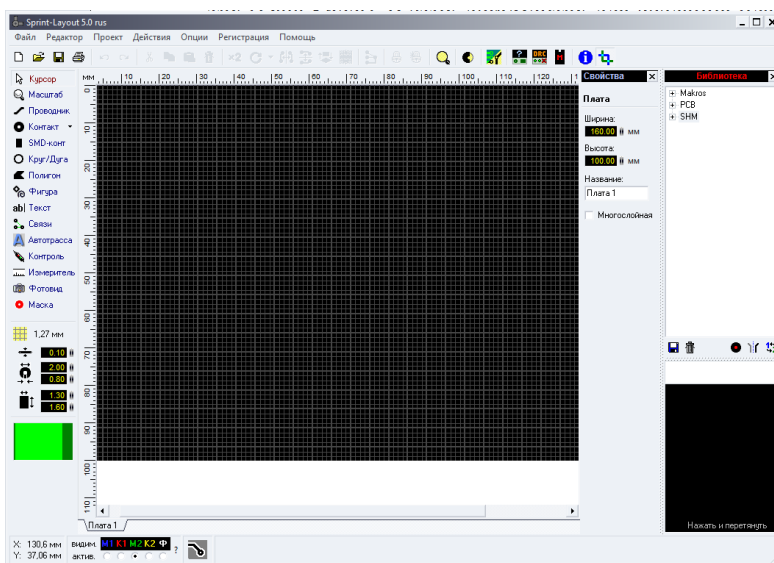


Рис. 9.1. Панели программы Sprint-Layout 5.0

Слева на вертикальной панели расположены кнопки отрисовки посадочных мест компонентов, проводников и других элементов. Справа панель задания размеров платы и библиотека встроенных посадочных мест. Внизу панель переключения слоев: M1-фольга с одной стороны, K1-шелкография с этой же стороны; M2-фольга с другой стороны, K2-шелкография с этой же стороны

Упражнение №1. Создание посадочных мест.

1. Необходимо создать посадочное место соединителей X1 и X2, типа TJ3-6P4C так как их нет в библиотеке. Данное посадочное место имеет размеры, указанные на рис. 9.2.

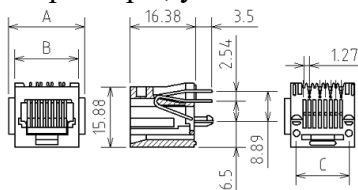


Рис. 9.2. Размеры корпуса разъема TJ3

Для TJ3-6P4C A=16 мм, B=13,5 мм, C=10,2 мм.

Надо включить слой K1 и проводниками  Проводник толщиной 0,3 мм выполнить контур компонента. Отверстия выполняются кнопкой  Контакт внутренним диаметром 1 мм на слое M2. Надо также предусмотреть крепежные отверстия диаметром 3,2 мм. Компонент надо снабдить надписью буквенно цифрового обозначения с помощью кнопки  Текст. Должно получиться как на рис. 9.3.

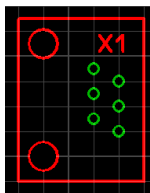
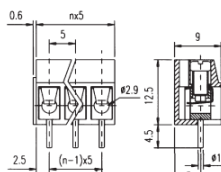


Рис. 9.3. Посадочное место разъема TJ3-6P4C

Для дальнейшего использования посадочное место можно сохранить в библиотеке. Для этого все надо выделить, в контекстном меню выбрать команду **Группировать**. Затем команду **Файл- Сохранить как макрос**.

2. Создать посадочное место X4. Это посадочное место создается аналогичным способом с использованием данных рис. 9.4 и учетом того, что у него 4 контакта.

Серия 300



Шаг: 5 мм (тип 1) / 10 мм (тип 2)
22-14 AWG / сеч.пров. 2.5 мм²
250 В / 16 А

Рис. 9.4. Размеры корпуса клеммника серии 300

2. Создать посадочное место X3. Создается также с учетом размеров (рис. 9.5) и того факта, что разъем имеет 3 контакта.

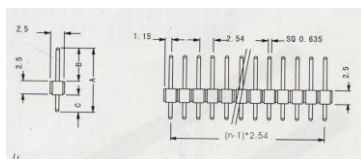


Рис. 9.5. Размеры штыревой вилки PLS

Остальные элементы имеются в библиотеке. Их можно найти в соответствии с таблицей. Устанавливаются на слой M2/K2. (C1 на слой M1/K1).

Типы корпусов компонентов

БЦО	Корпус	БЦО	Корпус
C2-C6, R1-R4	SMD 0805	VD1, VD4, VD6	SOD-123
DA1	DPAK	C1	ECAP5-7
DA2	TSOC-06		
VD2, VD3, VD5, VD7	SOT-23		

Упражнение №2. Создание связей между компонентами.

Контактные площадки между компонентами вначале связывают с помощью кнопки  [Связи](#). После создания всех связей в соответствии со схемой электрической принципиальной компоненты можно перемещать по плате для компактного размещения. Необходимо обратить внимание на то, что компоненты устанавливаются на разных сторонах платы. Должно получиться примерно как на рис. 9.6.

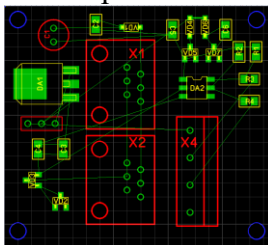


Рис. 9.6. Плата со связями между компонентами

Упражнение №3. Прокладка трасс проводников.

С помощью кнопки  Проводник проводятся проводники. Толщина задается в нижней части вертикальной панели. На рис. 9.7 представлен внешний вид платы с проводниками.

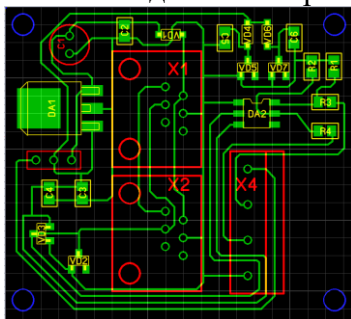


Рис. 9.7. Готовая плата

Упражнение №4. Получение рисунка фотошаблонов.

Рисунок фотошаблона выводится на печать с помощью кнопки . В открывшемся окне можно выбирать слои, выводимые на печать и с помощью кнопки  В буфер обмена слой можно вставить в документ растрового рисунка, а затем в чертеж платы. Готовый чертеж представлен на рис. 9.8.

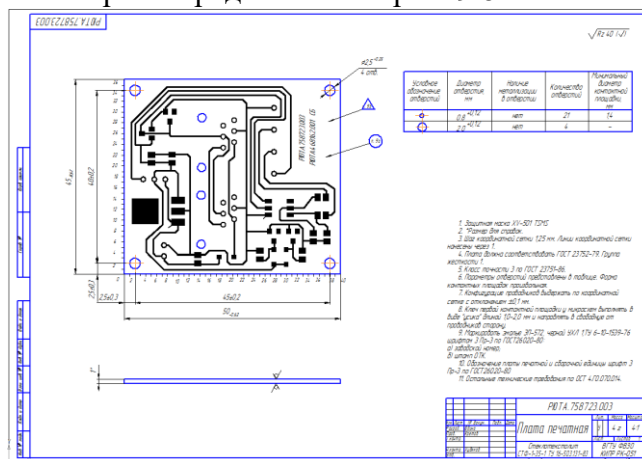


Рис. 9.8. Чертеж печатной платы

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	21
3. Практическая работа №3 Выполнение кинематических операций и построение тел вращения в 3D.....	29
4. Практическая работа №4 Выполнение сборок.....	36
5. Практическая работа №5 Редактирование деталей в сборках.....	40
6. Практическая работа №6 Создание ассоциативных чертежей.....	43
7. Практическая работа №7 Создание схем электрических принципиальных по ЕСКД.....	48
8. Практическая работа №8 Создание перечня элементов.....	51
9. Практическая работа №9 Создание плат.....	53
Библиографический список.....	58

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