МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

Витебский государственный технологический университет

Начертательная геометрия, инженерная и машинная графика

Лабораторный практикум



Витебск
2021

УДК 004.92 (075.8)

Составители:

П. А. Костин, И. М. Рассохина, В. И. Луцейкович

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ», протокол № 4 от 28.12.2020.

Начертательная геометрия, инженерная и машинная графика: лабораторный практикум / сост. П. А. Костин, И. М. Рассохина, В. И. Луцейкович. – Витебск : УО «ВГТУ», 2021. – 162 с.

Комплекс лабораторных и практических работ предназначен для студентов при изучении ими дисциплины «Начертательная геометрия, инженерная и машинная графика». На примере САПР «КОМПАС 3D» в издании освещаются компьютерные средства геометрического моделирования и разработки конструкторской документации.

УДК 004.92 (075.8)

© УО «ВГТУ», 2021

Витебский государственный технологический университет

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ 4
Задание 1. Геометрические построения 5
Методические указания к выполнению задания 1 10
Задание 2. Чертеж детали «Пластина» 17
Методические указания к выполнению задания 2 21
Задание 3. Построение параметризованных фрагментов 28
Методические указания к выполнению задания 3 31
Задание 4. Параметризация сложных контуров 39
Методические указания к выполнению задания 4 41
Задание 5. Построение детали по описанию 47
Методические указания к выполнению задания 5 51
Задание 6. Построение типовой детали 59
Методические указания к выполнению задания 6 60
Задание 7. Построение детали «Крышка» 69
Методические указания к выполнению задания 7 73
Задание 8. Построение детали со срезами 82
Методические указания к выполнению задания 8 84
Задание 9. Построение симметричной детали 96
Методические указания к выполнению задания 9 97
Задание 10. Построение деталей с нерегулярной формой 100
Методические указания к выполнению задания 10 104
Задание 11. Выполнение рабочего чертежа детали по твердотельной модели 114
Методические указания к выполнению задания 11 116
Задание 12. Построение чертежа симметричной детали 128
Методические указания к выполнению задания 12 128
Задание 13. Построение механизма 130
Методические указания к выполнению задания 13 132
Задание 14. Построение модели из листового металла. 140
Методические указания к выполнению задания 14 142

ВитебскийГосударственныйТехнологическийУниверситет

ВВЕДЕНИЕ

Задания и методические указания предназначены для проведения лабораторных и практических занятий по дисциплине «Начертательная геометрия, инженерная и машинная графика» для студентов, обучающихся по специальностям машиностроительного профиля. В настоящем издании на примере системы автоматизированного проектирования (САПР) «КОМПАС 3D» студенты осваивают компьютерные средства геометрического моделирования и разработки конструкторской документации.

Цель лабораторных и практических занятий – дать студенту необходимые навыки конструирования машиностроительных изделий на компьютере, создавать конструкторскую документацию и оформлять ее в соответствии с ГОСТ. Знания и умения, полученные во время прохождения этого курса, составят необходимую базу для изучения специальных дисциплин, курсового и дипломного проектирования.

Темы лабораторных и практических занятий охватывают четыре взаимосвязанных раздела: плоская графика, объемное твердотельное моделирование, выполнение ассоциативных чертежей по твердотельной модели, конструирование сборок.

В результате изучения раздела «Машинная графика» студенты должны уметь:

– строить твердотельную параметризованную модель детали различного уровня сложности;

– конструировать сборочные узлы (на основе твердотельного моделирования).

Для каждой лабораторной и практической работы приводятся методические указания по ее выполнению, а также краткий теоретический материал и критерии оценки выполненной работы.

Учебное издание может использоваться также специалистами машиностроительных предприятий для самостоятельного изучения САПР «КОМПАС 3D».

Витебский государственный технологический университет

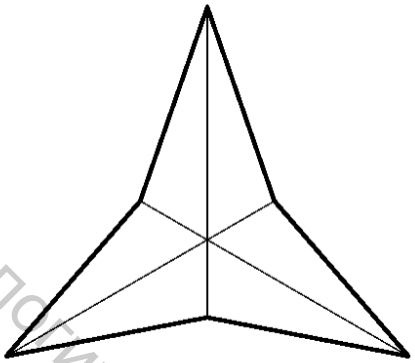
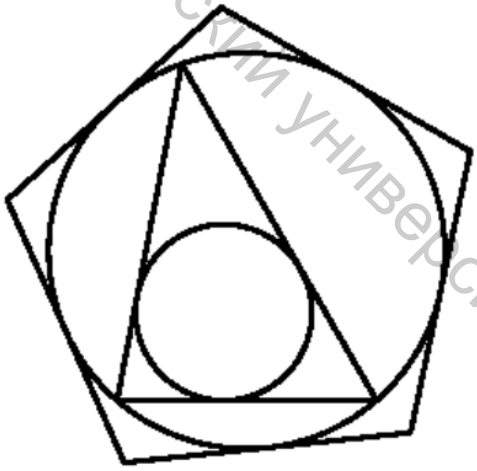
Задание 1. Геометрические построения

Цель: знакомство с САПР «Компас 3D». Освоение приемов построения основных геометрических примитивов. Работа со строкой параметров объекта.

Приемы работы (умения)

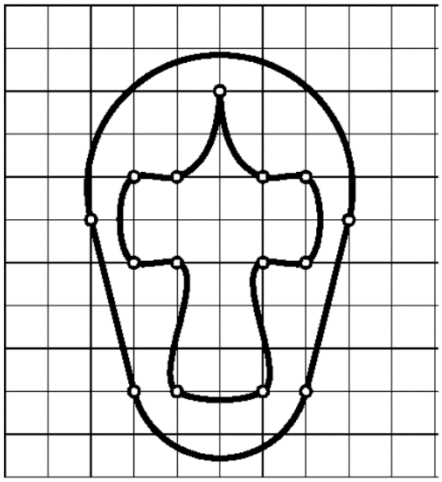
1. Порядок работы (создание нового фрагмента, сохранение фрагмента в файл, открытие и закрытие файлов, начало и окончание работы).
2. Построение отрезка по конечным точкам, по начальной точке, длине и углу.
3. Установка типа линии.
4. Непрерывный ввод объектов (отрезков и сопряженных дуг). Построение сплайна.
5. Установка режимов объектной привязки.
6. Управление графическим окном (сдвиг, увеличение, рамка).

Таблица 1.1 – Содержание задания

Построить звезду по известным длинам лучей (табл. 1.3). Лучи звезды выполнить тонкой линией, контур – основной линией	
Построить треугольник по известным длинам двух сторон и углу между ними. Построить две окружности – вписанную в треугольник (по 3 касательным) и описанную вокруг треугольника (по 3 точкам). Построить N-угольник, описанный вокруг большей окружности. Данные для построения взять в таблице 1.4	

Витебский государственный технологический университет

Окончание таблицы 1.1

Установить в соответствии с таблицей 1.5 требуемый шаг сетки. Используя привязку к сетке, построить два контура. Внешний контур содержит сопряженные две дуги и два отрезка, внутренний контур выполнен с помощью сплайна. Форма контуров соответствует приведенному рисунку	

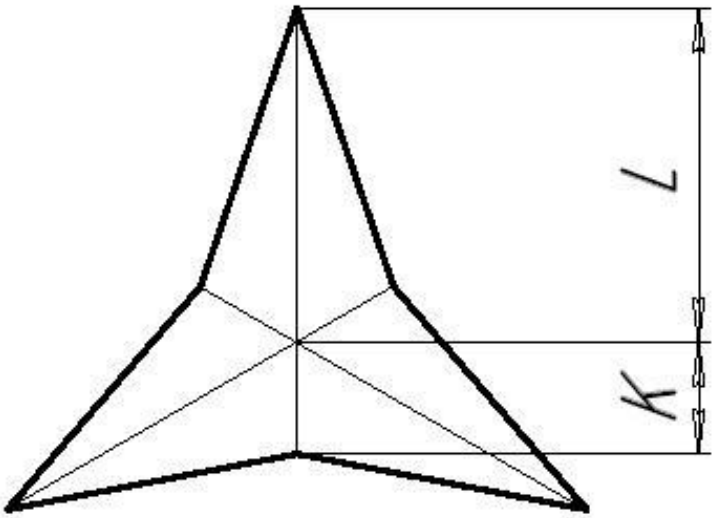
Каждый фрагмент должен быть сохранен в отдельном файле, имя которого должно содержать НОМЕР ЗАДАНИЯ и НОМЕР ФРАГМЕНТА (например, рис_1_Фраг_1).

Таблица 1.2 – Критерии оценки

Оценка	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9-10**
Построены 1-й и 2-й фрагменты полностью	+					
Построены все 3 фрагмента	+	+				
Выдержаны размеры фрагментов в соответствии с вариантом	+	+	+			
Фрагменты оформлены и сохранены в соответствии с требованиями	+	+	+	+		
При выполнении задания использовались эффективные инструменты и приемы	+	+	+	+	+	
Выполнено частично или полностью дополнительное задание	+	+	+	+	+	+

Витебский государственный технологический университет

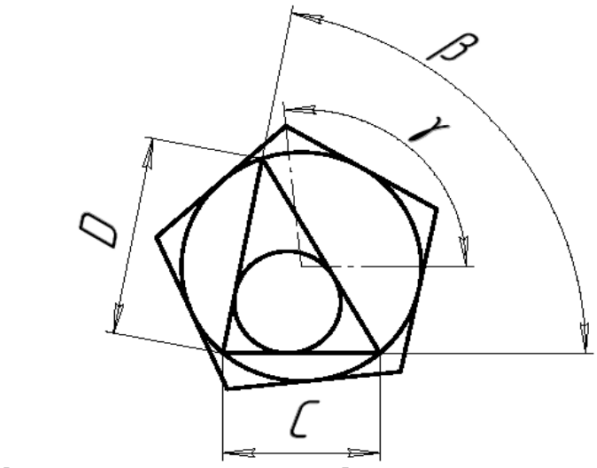
Таблица 1.3 – Размеры 1-го фрагмента



Вари-ант	Длинный луч, L	Короткий луч, K		Вари-ант	Длинный луч, L	Короткий луч, K
1	30	10,2		16	54	18,2
2	52	17,3		17	32	10,7
3	44	14,7		18	40	13,3
4	37	12,3		19	43	14,3
5	49	16,3		20	35	11,7
6	36	12,0		21	57	19,2
7	50	16,7		22	48	16,2
8	46	15,3		23	53	17,7
9	39	13,2		24	45	15,2
10	51	17,2		25	33	11,2
11	42	14,2		26	58	19,3
12	55	18,3		27	34	11,3
13	38	12,7		28	47	15,7
14	56	18,7		29	60	20,2
15	41	13,7		30	31	10,3

Витебский государственный технологический университет

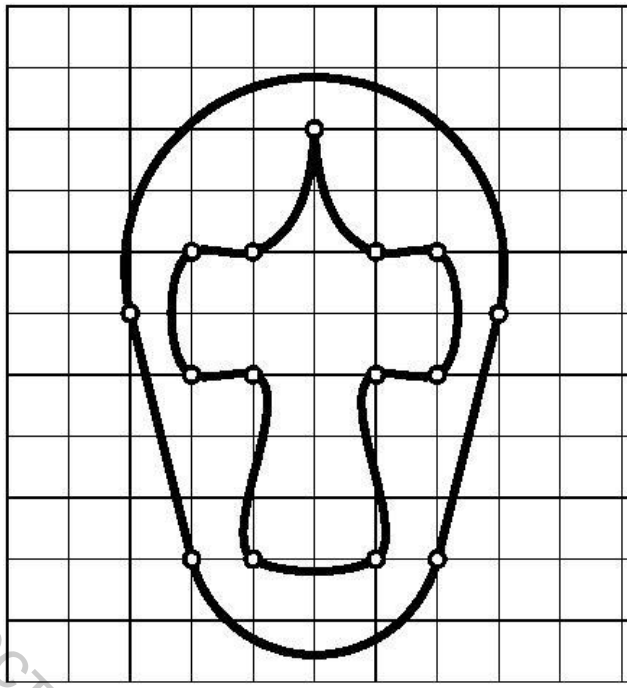
Таблица 1.4 – Размеры 2-го фрагмента



Вариант	C	D	β	Число вершин, N	Угол положения одной из вершин, γ
1	14,2	21,3	62	4	22
2	13,8	20,7	77	5	25
3	20,2	15,3	92	6	27
4	21,4	32,1	59	7	30
5	13,4	20,1	63	4	33
6	19,2	28,8	89	5	36
7	25,2	22,8	50	6	40
8	20,6	30,9	65	7	44
9	15,4	23,1	80	4	48
10	13,2	19,8	95	5	53
11	19,4	29,1	86	6	58
12	17,4	26,1	67	7	64
13	21,4	17,1	53	4	70
14	20,2	30,3	68	5	77
15	16,2	24,3	83	6	85
16	11,2	16,8	98	7	94
17	17,2	25,8	82	4	103
18	18,2	27,3	75	5	113
19	14,6	21,9	63	6	125
20	15,8	23,7	56	7	137
21	12,2	18,3	71	4	151
22	19,8	29,7	86	5	166
23	16,6	24,9	101	6	182
24	24,8	17,7	78	7	201
25	21,2	31,8	96	4	221
26	17,8	26,7	64	5	243
27	21,8	32,7	59	6	267
28	20,6	15,9	74	7	294
29	12,6	18,9	89	5	323
30	18,6	27,9	103	6	355

Витебский государственный технологический университет

Таблица 1.5 – Размеры 3-го фрагмента



Вариант	Шаг сетки, мм		Вариант	Шаг сетки, мм	
	по X	по Y		по X	по Y
1	9	10	16	6	6
2	4	4	17	7	6
3	5	3	18	4	6
4	7	8	19	5	5
5	6	7	20	9	7
6	3	4	21	8	6
7	3	3	22	10	10
8	7	7	23	3	5
9	8	7	24	10	9
10	5	4	25	8	10
11	6	5	26	5	6
12	4	5	27	4	3
13	6	4	28	8	8
14	5	7	29	7	9
15	7	5	30	6	8

Витебский государственный технологический университет

Методические указания к выполнению задания 1

1.1 Интерфейс «КОМПАС 3D»

Окно системы КОМПАС представлено на рисунке 1.1.

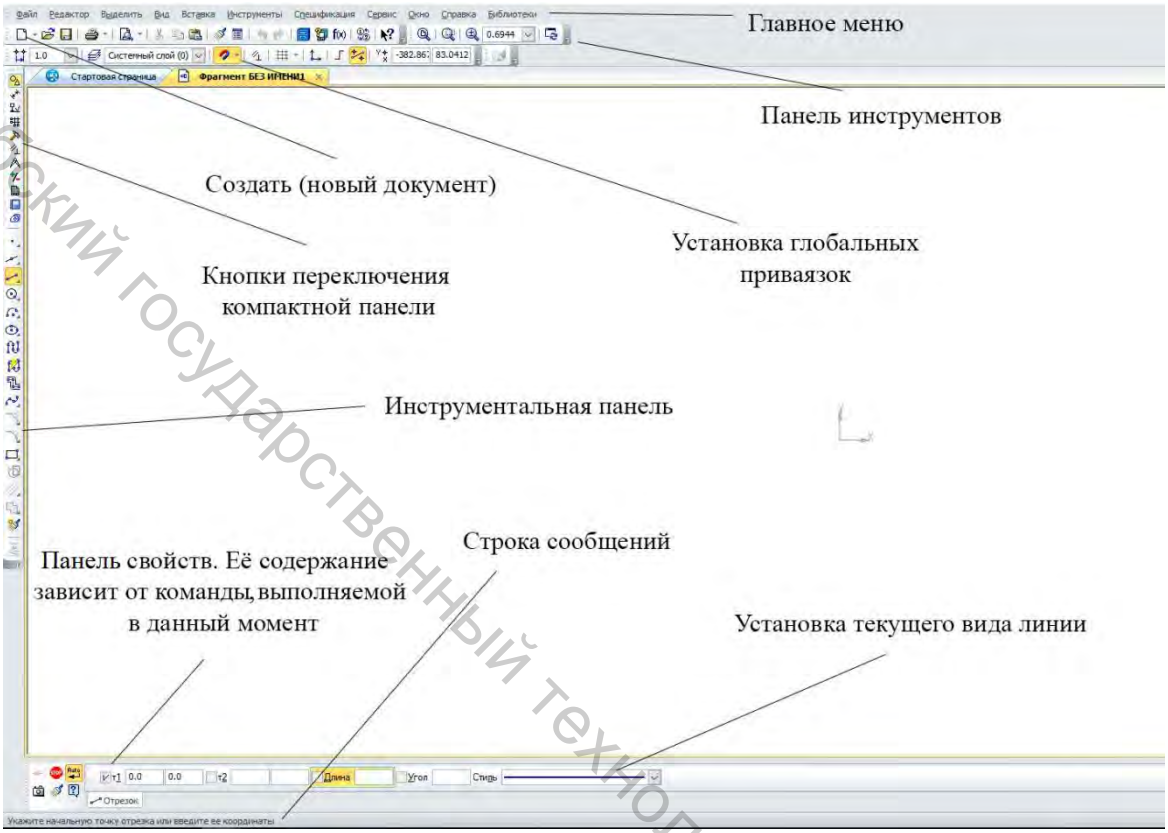


Рисунок 1.1

1.2 Получение справки

Для получения справки удобно использовать команду **Справка/Что это такое?** или нажать клавиши Shift+**F1**. После вызова команды курсор мыши примет вид: . Следует подвести курсор к интересующему Вас объекту экрана и щелкнуть по нему мышью.

1.3 Создание нового фрагмента

Фрагмент – это документ «КОМПАС», который содержит изображение без элементов оформления (рамки и т.п.).

Чтобы создать новый фрагмент, нужно нажать кнопку **Новый фрагмент** на *Панели управления* или задать команду **Файл/Создать/Фрагмент.**

Витебский государственный технологический университет

На экране появится новое окно с заголовком «Фрагмент БЕЗ ИМЕНИ», *Панель переключения* и *Инструментальная панель*.

1.4 Сохранение фрагмента

Чтобы сохранить документ «КОМПАС» (например, новый фрагмент) на диск, следует нажать кнопку **Сохранить документ** или выбрать команду **Файл/Сохранить**. После этого, если документ не имеет своего имени, появится окно с заголовком «Укажите имя файла для записи», где следует указать рабочую папку пользователя, имя файла и нажать кнопку **Сохранить**.

1.5 Построение 1-го фрагмента

На *Панели переключения* следует выбрать **Геометрия** для включения соответствующей страницы *Инструментальной панели* (рис. 1.1).

При построении звезды сначала следует построить тонкими линиями «каркас», состоящий из отрезков длинных и коротких лучей (рис. 1.2).

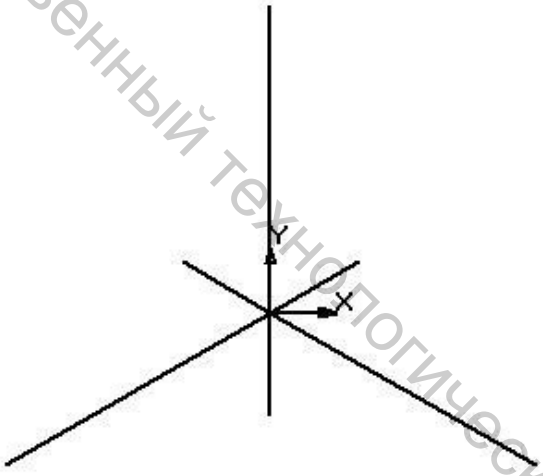


Рисунок 1.2

Чтобы построить отрезок (один луч), нужно щелкнуть на Инструментальной панели кнопку **Ввод отрезка**, а затем указать положение конечных точек мышкой.

Однако для указания точного положения отрезка следует использовать *Строку параметров объекта* (рис. 1.3).

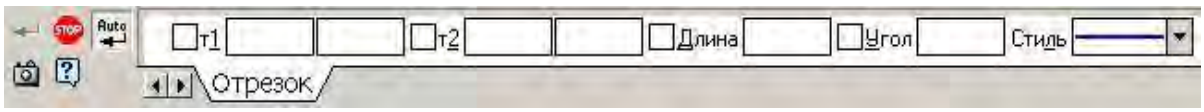


Рисунок 1.3

Витебский государственный технологический университет

т1 – поля для указания координат X и Y первой точки;
т2 – поля для указания координат X и Y второй точки;
Длина – поле для ввода длины отрезка;
Угол – угол между осью X и отрезком (против часов).

В Строке параметров объекта находится также поле **Стиль**, в котором отображается текущий тип линии (рис. 1.4).



Рисунок 1.4

Если щелкнуть по этому полю, появится окно, где можно выбрать нужный тип линии (для «каркаса» – тонкую). Например, для построения длинного вертикального луча длиной 40 мм, начинающегося в точке начала координат, можно указать координаты его концов в поля **т1** и **т2**, для этого щелкаем по соответствующему полю мышкой и исправляем координату x, затем – y; редактирование координат каждой точки подтверждаем нажатием клавиши ENTER.

Для построения длинного луча под углом 210° к оси X (влево) следует заполнить поля так, как показано на рисунке 1.5.

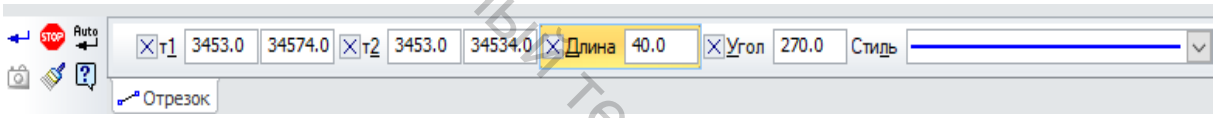


Рисунок 1.5

После того как «каркас» звезды готов, строят внешний контур **основной** линией. Для этого используют команду **Непрерывный ввод объектов.** Тип объекта нужно указать в *Строке параметров объекта* (рис. 1.6).

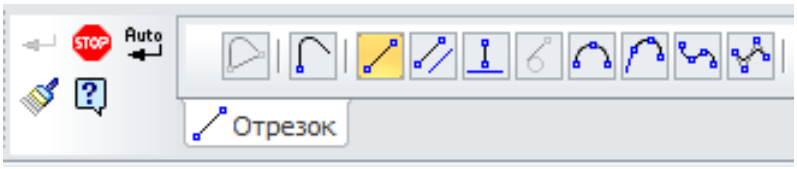


Рисунок 1.6

Чтобы концы вводимых отрезков находились точно на концах лучей, необходимо включить режим объектных привязок. Для этого нужно нажать кнопку **Установка глобальных привязок** в *Строке текущего состояния.* Затем следует указать необходимые пункты привязок в появившемся окне (рис. 1.7) (для привязки к концам точек лучей – пункт «Ближайшая точка») и нажать кнопку **ОК.**

Витебский государственный технологический университет

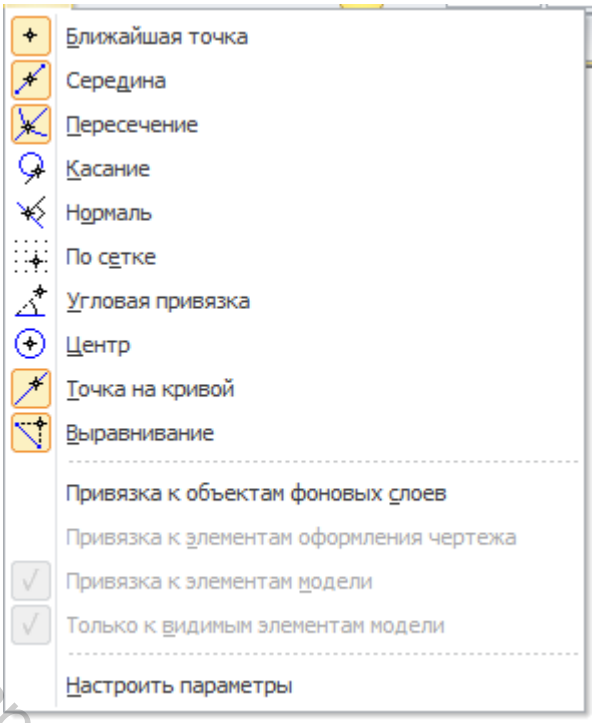


Рисунок 1.7

1.6 Построение 2-го фрагмента

Построение 2-го фрагмента начинают с построения треугольника, который состоит из трех отрезков аналогично 1-му фрагменту.

Чтобы вокруг треугольника описать окружность, следует воспользоваться командой **Инструменты/Геометрия/Окружности/ Окружность по 3 точкам.** Можно также выбрать окружность на *Инструментальной панели.* Различные варианты построения окружности появляются, если удерживать кнопку мышки нажатой на «выпадающей» кнопке.

На запрос «КОМПАС» «Укажите точку…» последовательно указывают мышкой вершины треугольника (привязка Ближайшая точка должна быть включена!).

Для построения вписанной в треугольник окружности вводят команду **Инструменты/Геометрия/Окружности/Окружность, касательная к 3 кривым**, затем мышкой указывают все стороны треугольника и Компас предложит 4 варианта построения окружности. Выбор текущего варианта можно осуществлять нажатием кнопок **Предыдущий/Следующий объект** либо указать нужный вариант курсором.

Чтобы нарисовать текущую окружность (изображена сплошной линией), нажимают кнопку **Создать объект** и «КОМПАС» перейдет к следующему варианту, чтобы закончить команду, нажимают кнопку **Прервать команду**.

Витебский государственный технологический университет

Для построения многоугольника используют команду **Инструменты /Геометрия/Многоугольник**. *В Строке параметров объекта* (рис. 1.8) следует указать **Количество вершин** и **Центр** многоугольника. Поле **т** задает координаты одной из его вершин, поле **Радиус** – радиус вписанной или описанной вокруг многоугольника окружности, поле **Угол** – угол положения одной из вершин, кнопки  или  определяют способ построения – по вписанной или описанной окружности.

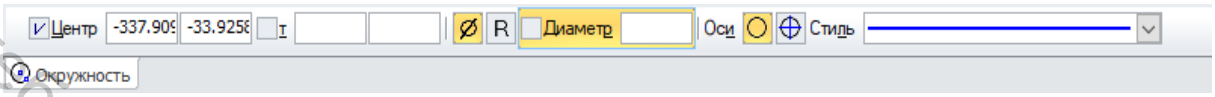


Рисунок 1.8

На запрос «Укажите точку центра многоугольника…» следует установить указатель мышки приблизительно в центр большей окружности, при этом, если включена привязка **Ближайшая точка**, то вводимая точка автоматически «прилипнет» к центру окружности.

После заполнения указанных полей остается лишь указать радиус вписанной в многоугольник окружности, для этого можно щелкнуть любую из вершин треугольника.

1.7 Построение 3-го фрагмента

Третий фрагмент представляет собой 2 контура, построенных с помощью команды **Инструменты/Геометрия/Непрерывный ввод объектов** по узлам сетки. Сетка представляет собой инструмент, с помощью которого удобно отслеживать размеры изображения и вводимых объектов.

Включение отображения сетки осуществляется щелчком по кнопке **Сетка** панели инструментов (рис. 1.9).

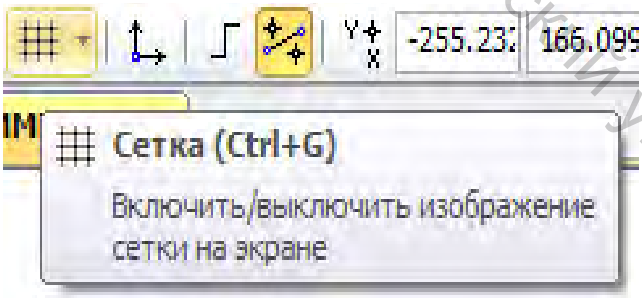


Рисунок 1.9

Установка параметров сетки осуществляется после щелчка мышкой по стрелке рядом с кнопкой **Сетка**.

В появившемся окне необходимо установить поля «Шаг по оси…» (рис. 1.10) в соответствии с вариантом.

Витебский государственный технологический университет

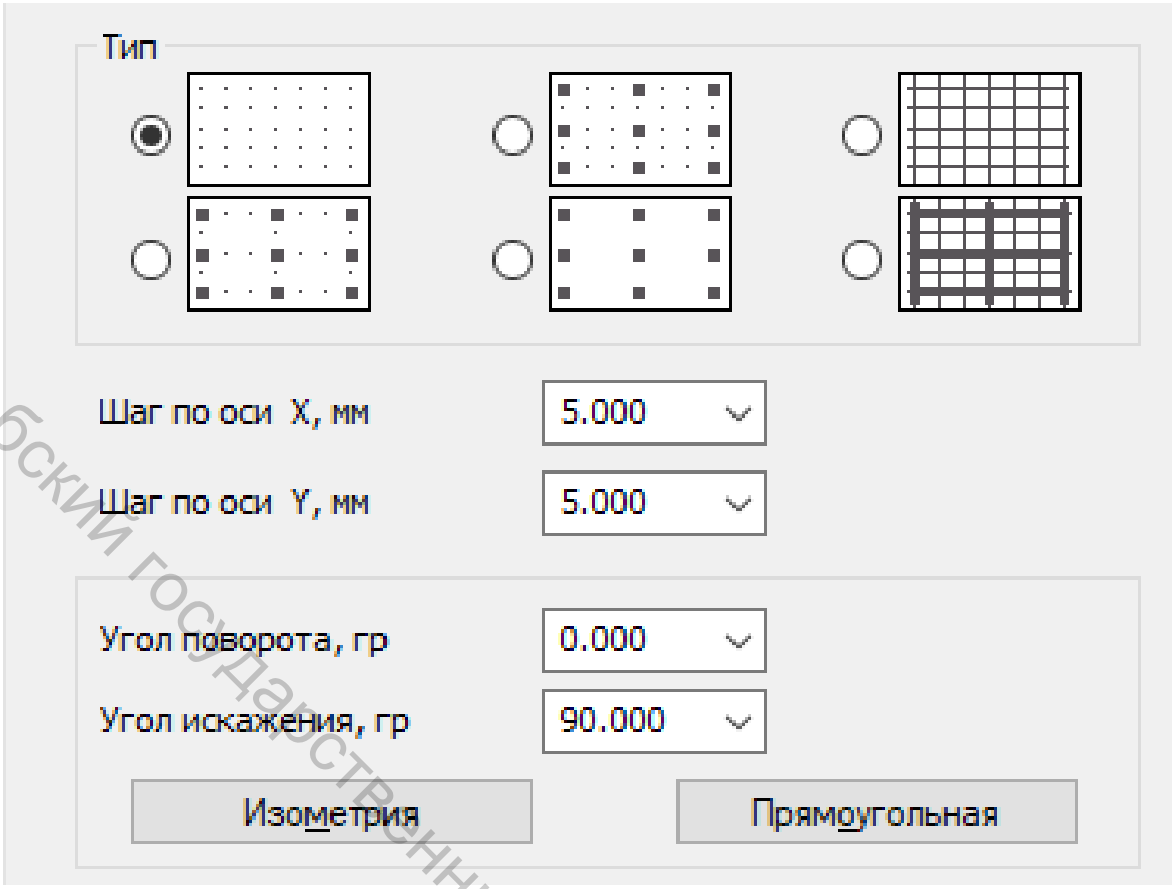


Рисунок 1.10

Отрисовка внутреннего контура осуществляется по команде **Инструменты/Геометрия/Непрерывный ввод объектов**. В *Строке параметров объекта* можно выбрать различный тип объектов, которые будут непрерывно следовать друг за другом. Для построения внутреннего контура следует выбрать **Сплайн** (рис. 1.11) и в *Параметрах глобальных привязок* включить пункт **По сетке.**

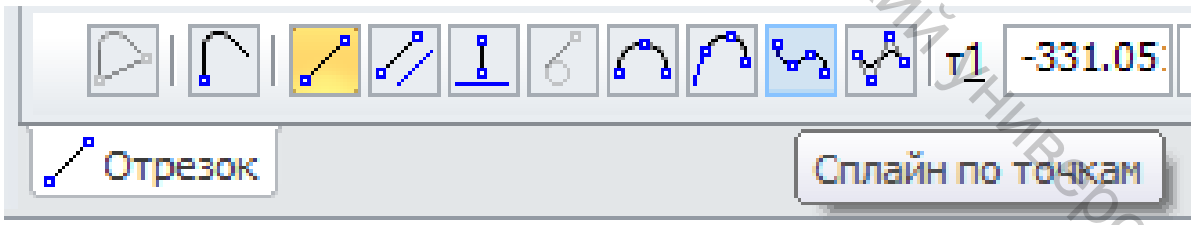


Рисунок 1.11

Последовательно по узлам сетки указывают положения вершин сплайна (рис. 1.12). После того, как указана последняя точка сплайна, нужно нажать кнопку **Создать объект**, а затем Прервать команду. Иначе можно, указав предпоследнюю точку, нажать команду **Замкнуть** в *Строке параметров объекта.*

Витебский государственный технологический университет

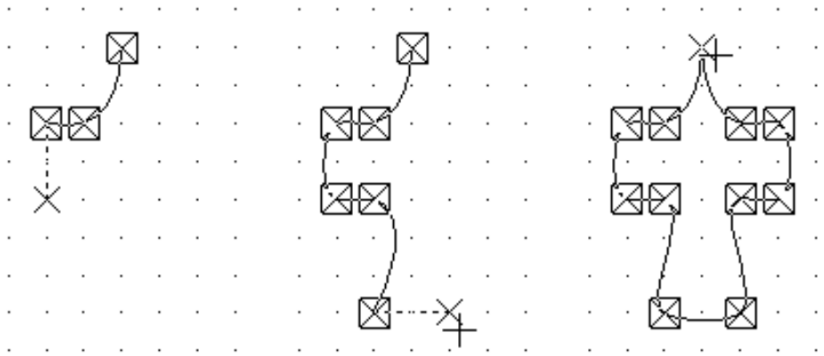


Рисунок 1.12

При построении внешнего контура третьего фрагмента объекты, из которых состоит контур, комбинируют. Вначале, после ввода команды **Непрерывный ввод объектов**, следует выбрать объект *отрезок* и построить его по узлам сетки. Затем выбрать объект *сопряженная дуга* и указать конечную точку дуги (рис. 1.13).

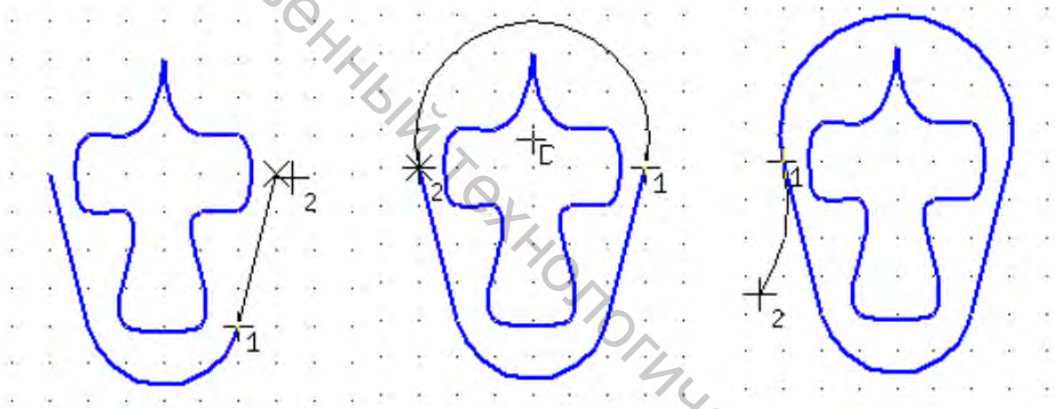


Рисунок 1.13

Витебский государственный технологический университет

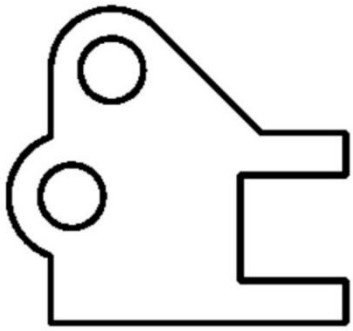
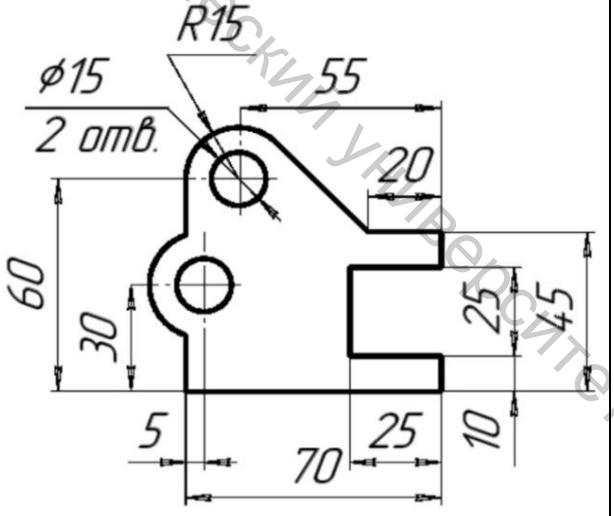
Задание 2. Чертеж детали «Пластина»

Цель: освоение приемов работы со вспомогательными построениями, нанесение размеров, заполнение основной надписи.

Приемы работы (умения)

1. Построение *вспомогательных прямых*: через две точки, горизонтальной и вертикальной прямых, касательных к окружности.
2. Элементы **Инструментальной панели «Редактирование»**. *Усечение* объектов, *выравнивание* объекта по границе.
3. Элементы **Инструментальной панели «Размеры и технологические обозначения»**.
4. Нанесение *линейных*, *радиальных*, *диаметральных* и *угловых* размеров.
5. Режим редактирования *основной надписи*.

Таблица 2.1 – Содержание задания

Создать новый документ – **Чертеж**. В чертеже создать «Вид 1». Построить контурное изображение пластины основной линией. Форма и размеры пластины в соответствии с вариантом приведены в таблице 2.3	
Нанести оси. Проставить размеры пластины в соответствии с ГОСТ	

Витебский государственный технологический университет

Окончание таблицы 2.1

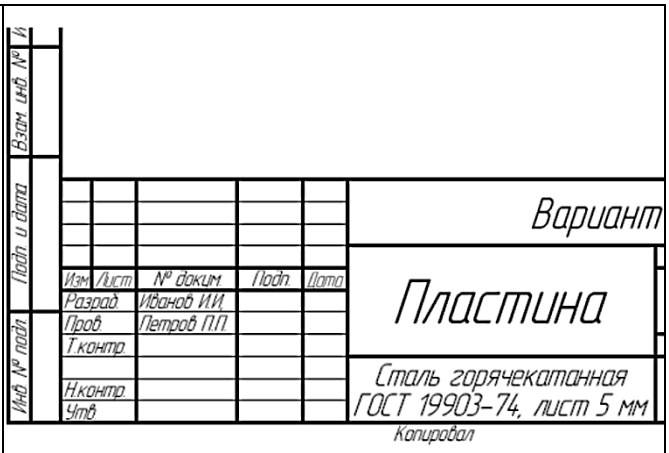
Заполнить основную надпись чертежа	

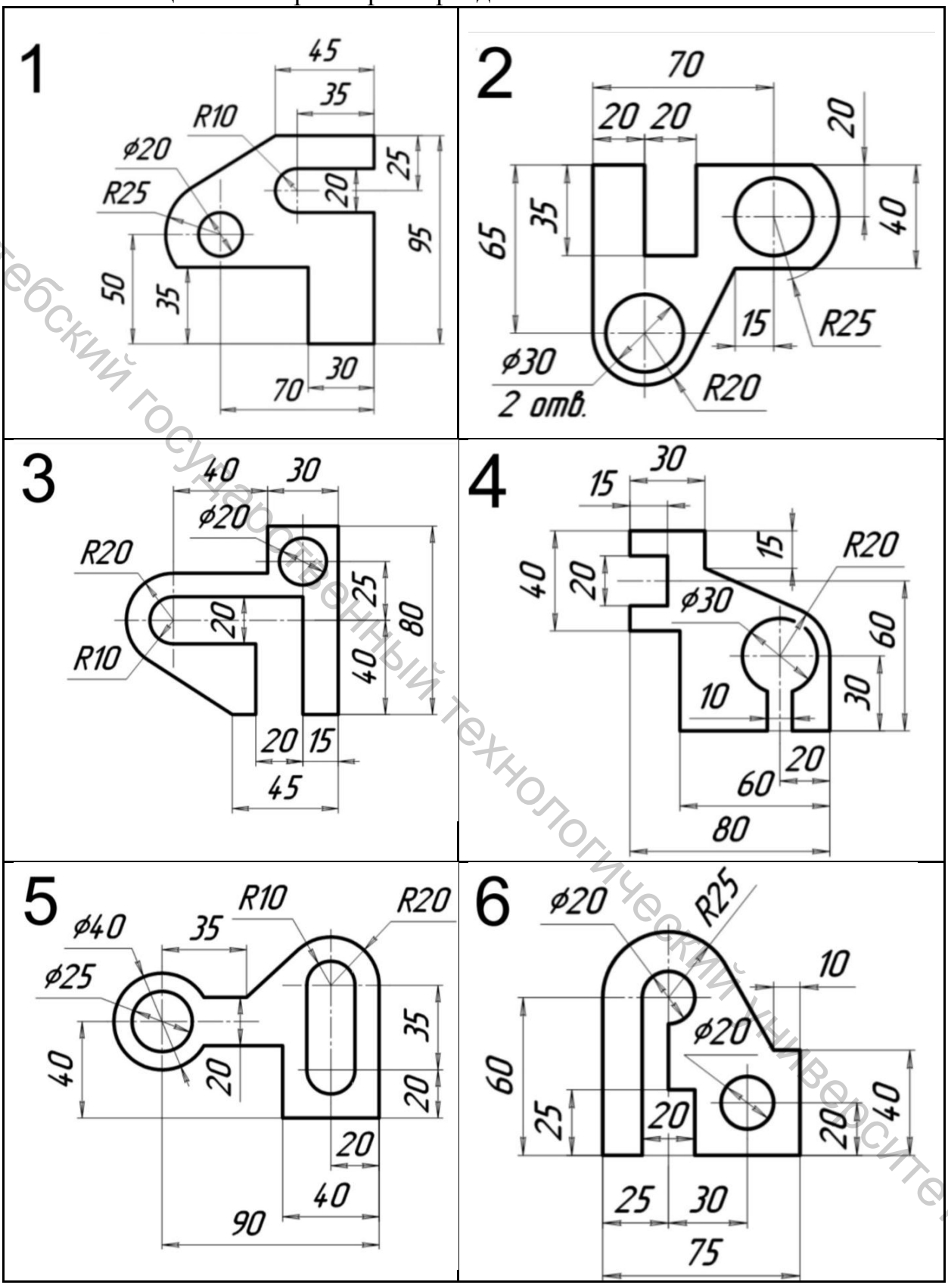
Таблица 2.2 – Критерии оценки

Оценка	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9-10**
Построено контурное изображение пластины полностью	+					
Выдержаны все размеры пластины	+	+				
Построены оси, проставлены размеры	+	+	+			
Заполнена основная надпись. Изображение оформлено в соответствии с ГОСТ	+	+	+	+		
При выполнении задания использовались эффективные инструменты и приемы (например, слои, пользовательские системы координат)	+	+	+	+	+	
Выполнено частично или полностью дополнительное задание	+	+	+	+	+	+

Из таблицы 2.3 выбрать вариант построения формы пластины соответствующих размеров.

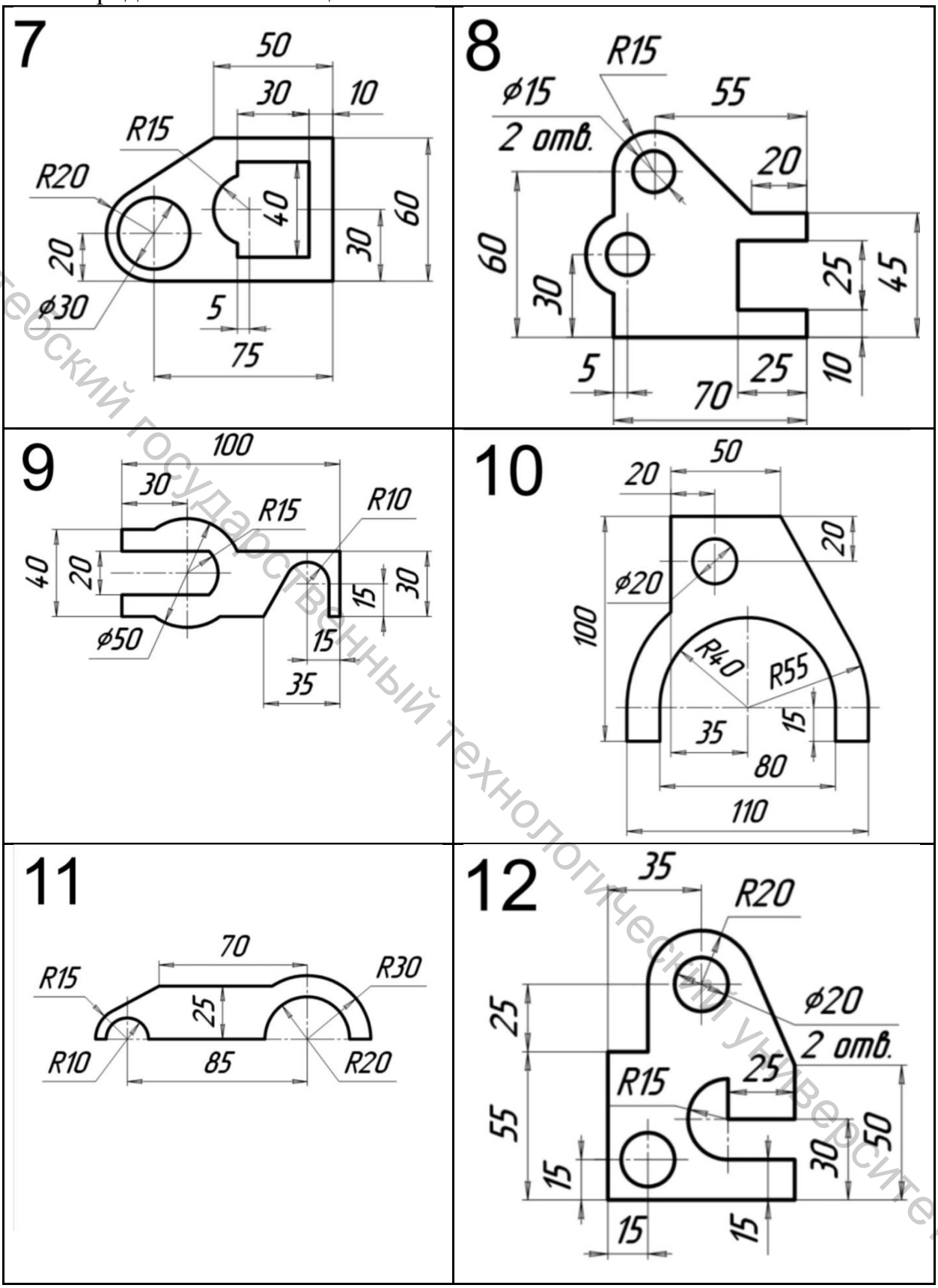
Витебский государственный технологический университет

Таблица 2.3 – Форма и размеры детали «ПЛАСТИНА»



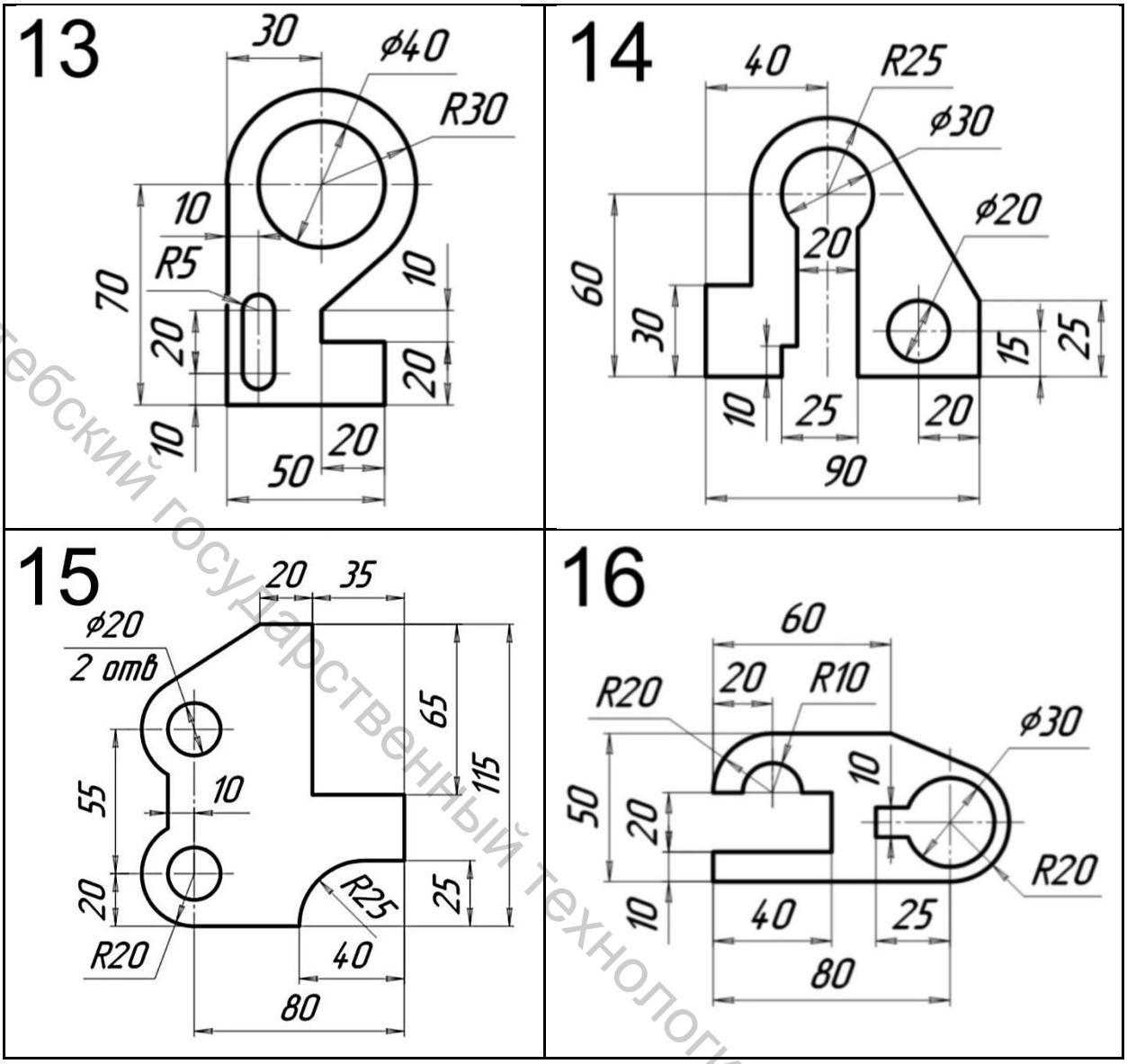
Витебский государственный технологический университет

Продолжение таблицы 2.3



Витебский государственный технологический университет

Окончание таблицы 2.3



Витебский государственный технологический университет

Методические указания к выполнению задания 2

2.1 Создание чертежа

Чтобы создать новый чертеж, следует выполнить команду **Файл/Создать** или щелкнуть кнопку **Создать** на *Панели управления*. Из появившегося окна нужно выбрать **Чертеж** и нажать **ОК**.

2.2 Задание параметров чертежа

Чтобы изменить формат чертежа, масштаб изображений по умолчанию, тип основной надписи и др., следует использовать команду **Сервис/Параметры** и выбрать вкладку **Текущий чертеж** (рис. 2.1).

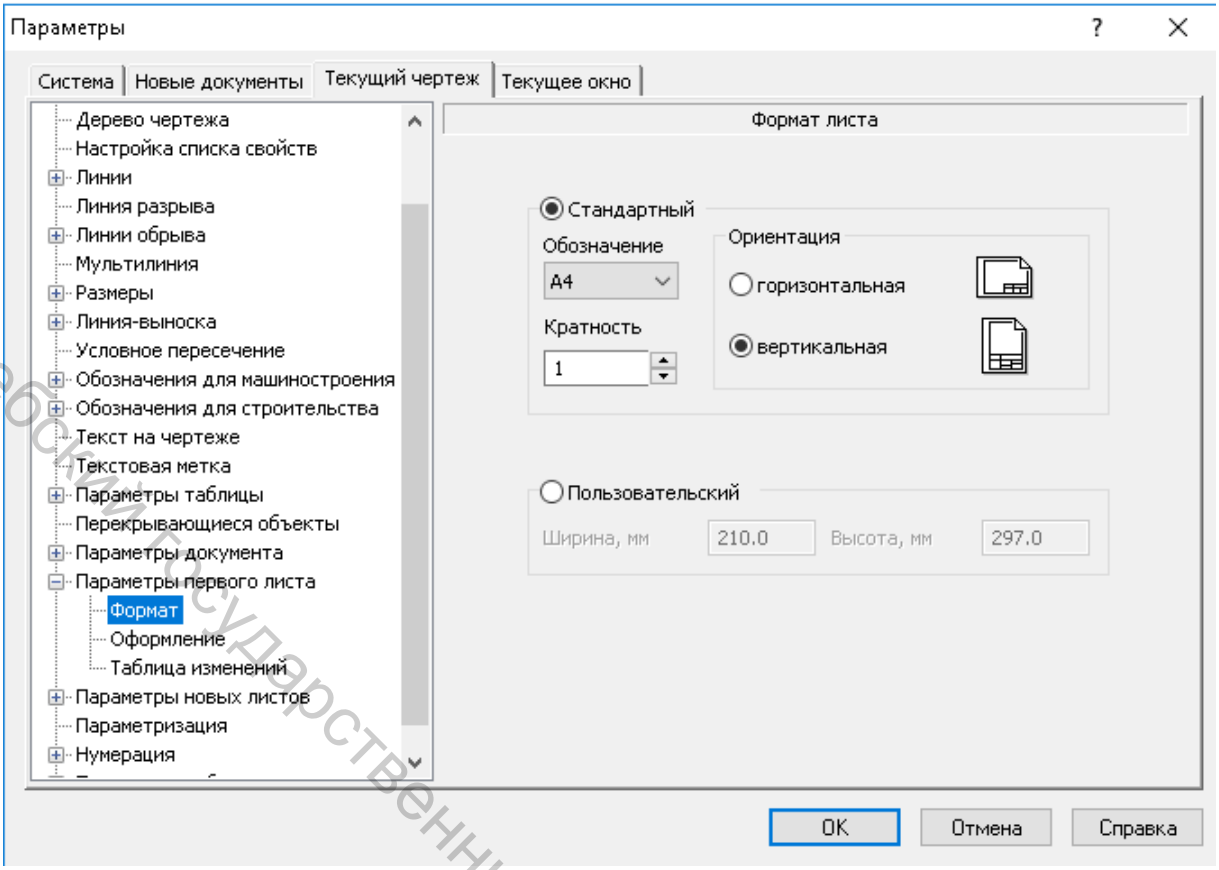


Рисунок 2.1 – Параметры текущего чертежа

2.3 Работа с видами чертежа

Каждое изображение в чертеже Компаса должно быть выполнено в отдельном виде. Это облегчает компоновку чертежа и управление масштабом изображений. Чтобы создать новый вид, вводят команду **Вставка/Вид**.

После этого курсор мыши примет вид: , а в панели свойств отобразятся параметры (рис. 2.2). Следует указать мышкой положение начала координат нового вида.



Рисунок 2.2 – Параметры вставки вида

При построении геометрических объектов они «заносятся» в текущий вид. Следует не забывать «включать» нужный вид в *строке текущего состояния* (рис. 2.3).

Витебский государственный технологический университет

Для удаления вида необходимо выполнить две команды: **Выделить/Вид/Выбором**, после чего **Редактор/Удалить/Выделенные объекты.**

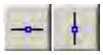


Рисунок 2.3

2.4 Вспомогательные построения

Построение контура изображения рекомендуется выполнять с использованием вспомогательных построений.

Все команды вспомогательных построений сгруппированы в меню **Инструменты – Геометрия – вспомогательные прямые,** а также на панели инструментов *Геометрия.*

Вначале следует сделать «разбивку» осей: с помощью команд  **Горизонтальная** и **Вертикальная прямая** строят сетку в соответствии с вариантом, например, как на рисунке 2.4.

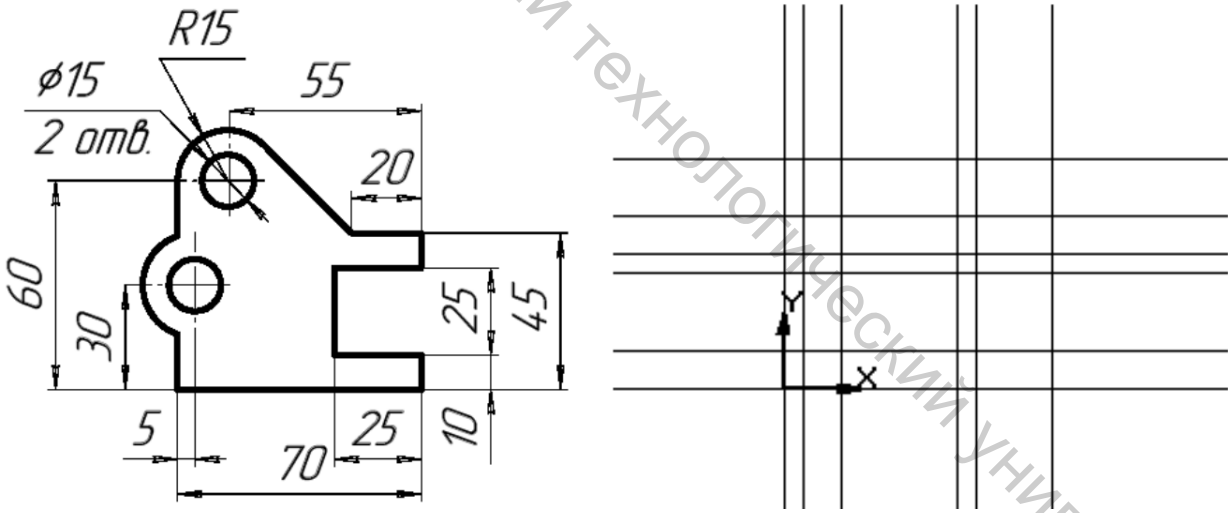


Рисунок 2.4 – Разбивка осей

Вспомогательные прямые строят через каждый вертикальный или горизонтальный отрезок будущего контура, а также через центры дуг и окружностей. Для этого считают, что начало координат лежит в левом нижнем углу контура. Строить вспомогательные прямые можно указывая только одну координату лежащей на них точки: для горизонтальных прямых – Y, для вертикальных – X. Например, для данного контура

Витебский государственный технологический университет

горизонтальные прямые проходят через точки, у которых координаты Y равны **0**, **10**, **30**, **35** (10+25), **45**, **60**.

После того, как разбивка выполнена, необходимо включить привязку **Пересечение** и построить окружности для всех дуг и окружностей в контуре, указывая их центр мышкой на пересечении вспомогательных прямых, а радиус задавая в *Строке параметров объекта* (рис. 2.5).

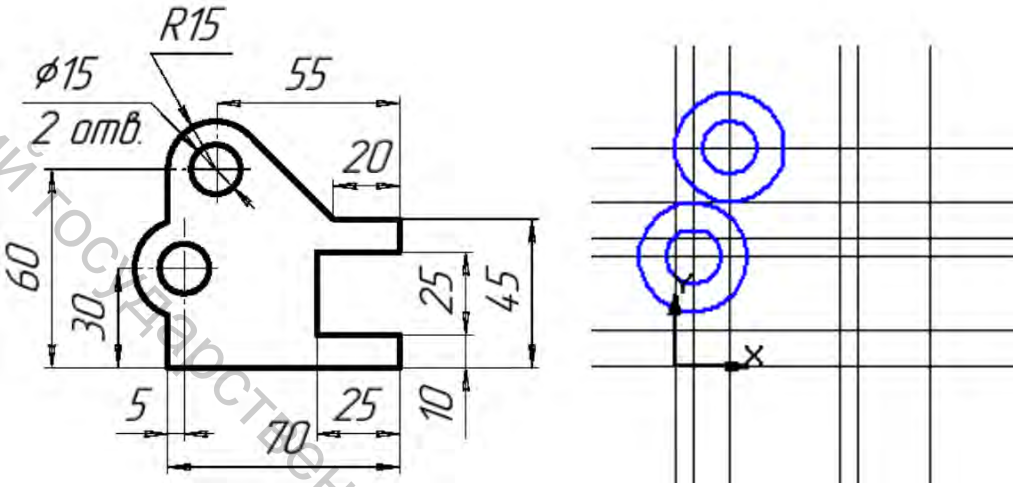


Рисунок 2.5 – Построение окружностей

После построения окружностей строят вспомогательные прямые – касательные к окружностям (в соответствии с заданием).

Когда касательные построены, остается построение отрезков контура с помощью команды **Инструменты/Геометрия/Отрезки** или **Непрерывный ввод объектов**. Следует выбрать тип линии **Основная** и привязку **Пересечение**.

2.5 Обрезка объектов

Лишние участки окружностей обрезают с помощью команды **Редактор/Удалить/Часть кривой** или соответствующей кнопки на панели *Редактирование*.

2.6 Нанесение размеров

Команды вставки размеров находятся в меню **Инструменты/Размеры** и на *Инструментальной панели* и на вкладке **Размеры и технологические обозначения**.

Витебский государственный технологический университет

Для вставки линейного размера нажимают кнопку **Линейный размер** и последовательно указывают точки **т1** начала первой выносной линии, **т2 –** второй выносной линии и **т3** – положения размерной линии (рис. 2.6).

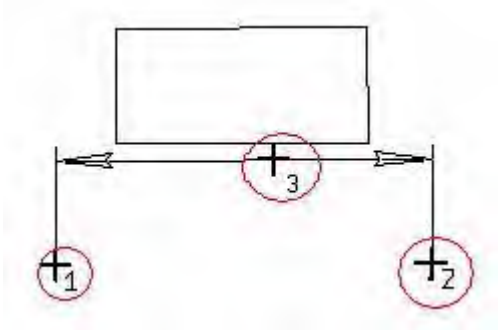


Рисунок 2.6

Первую и вторую точки указывают мышкой, используя объектную привязку **Ближайшая точка,** и, привязывая вводимые точки к контуру. Третью точку указывают без привязки или с привязкой **По сетке** так, чтобы расстояние между размерной линией и контуром было не менее 10 мм.

Строка параметров объекта при построении линейного размера содержит кроме 3 точек также кнопки для выбора направления размерной линии и поле **Текст**, на котором отображается размерный текст.

Чтобы построить диаметральный или радиальный размер, вводят команду **Диаметральный размер** или **Радиальный размер**, а затем мышкой выбирают окружность или дугу окружности, соответственно. После указания объекта остается лишь указать угловое положение размерной линии.

2.7 Редактирование размерного текста

Если в процессе указания размера щелкнуть по полю **Текст** (рис. 2.7), то появится диалог «Задание размерной надписи» (рис. 2.8), в котором можно изменить параметры размерного текста.

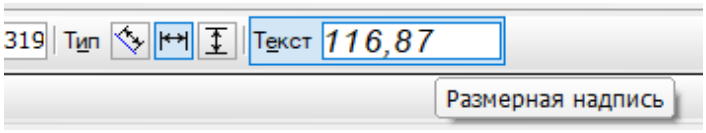


Рисунок 2.7

Если нужно, чтобы под размерной линией был какой-либо текст (например, «2 отв.»), необходимо щелкнуть по кнопке . Справа от окна *Параметров* появится поле для ввода этого текста.

Витебский государственный технологический университет

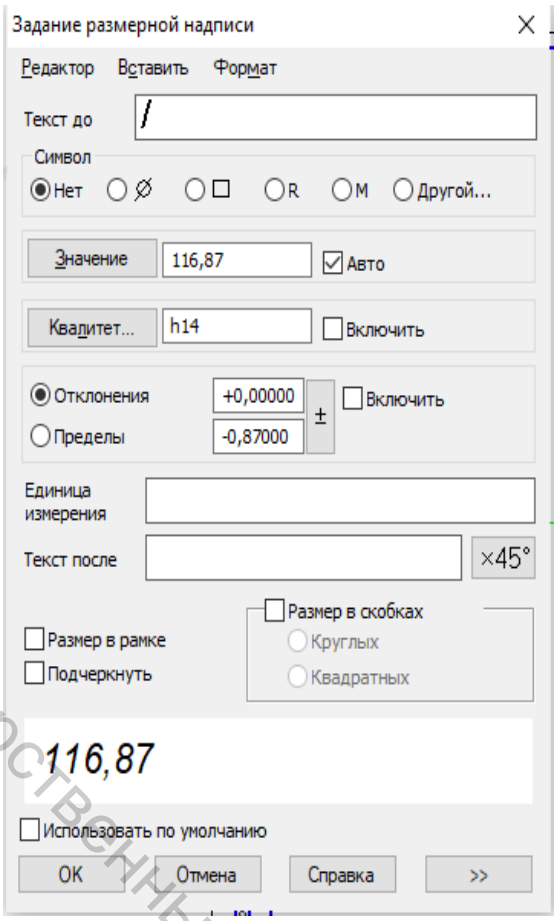


Рисунок 2.8 – Параметры размерного текста

2.8 Изменение положения размерного числа и стрелок

Если при построении размера в панели свойств включить вкладку **Параметры**, то появится возможность изменить положение и тип стрелок размерной линии и др. Там же можно установить **Ручное** размещение текста и тогда размерный текст можно будет перемещать мышкой в любое положение.

Диалог параметров размера для различных типов размеров отличается.

2.9 Редактирование размеров

Для изменения любых параметров размера следует выполнить двойной щелчок мышкой по его изображению. Затем можно поменять его положение, размерный текст и другие параметры размера. После редактирования следует нажать кнопку **Создать объект** на *Панели специального управления*.

Витебский государственный технологический университет

2.10 Заполнение основной надписи

Чтобы включить режим редактирования основной надписи, следует выполнить команду **Основная надпись** из меню **Вставка** или двойной щелчок мышкой по основной надписи чертежа.

После этого можно, перемещаясь стрелками (или с помощью мыши) по полям основной надписи, редактировать ее содержание.

Для окончания редактирования щелкают по кнопке  **Создать объект** на *Панели специального управления*.

Витебский государственный технологический университет

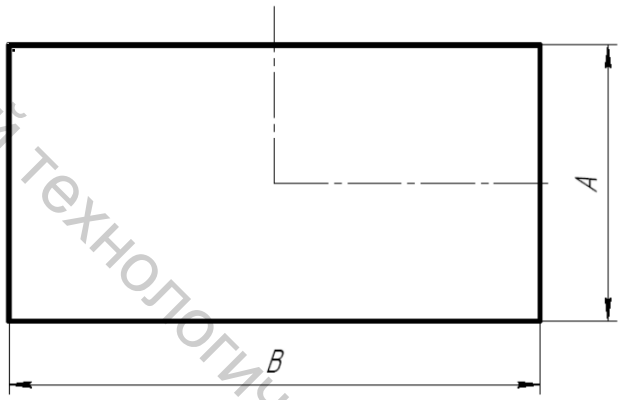
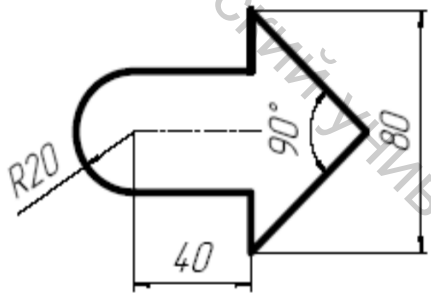
Задание 3. Построение параметризованных фрагментов

Цель: приобретение приемов по созданию параметризованных фрагментов и эскизов.

Приемы работы (умения)

1. Накладывание геометрических связей с помощью инструментальной панели *Параметризация*: выравнивание точек, вертикальность и горизонтальность отрезков, симметричность точек, принадлежность точек, построение касательных, параллельных и перпендикулярных прямых.
2. Построение прямоугольников, симметричных контуров, сопряженных контуров.
3. Просмотр и удаление взаимосвязей выделенного объекта.
4. Построение ассоциативных размеров.
5. Проверка достаточности геометрических ограничений на объекты фрагмента (эскиза).

Таблица 3.1 – Содержание задания

Построить параметризованный фрагмент, который содержит прямоугольник, симметричный относительно двух осей. Размеры А и В задать самостоятельно	
Построить 3 параметризованных фрагмента из таблицы 3.3 в соответствии с таблицей 3.5	

Витебский государственный технологический университет

Таблица 3.2 – Критерии оценки

Оценка	4	5	6	7	8	9-10
Построен прямоугольник	+					
Построен один контур	+	+				
Построено два контура	+	+	+			
Построено три контура	+	+	+	+		
Все контуры перестраиваются без ошибок	+	+	+	+	+	
Выполнено частично или полностью дополнительное задание	+	+	+	+	+	+

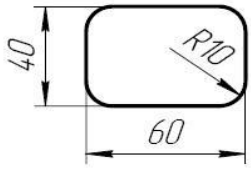
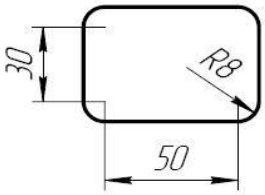
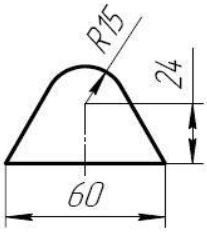
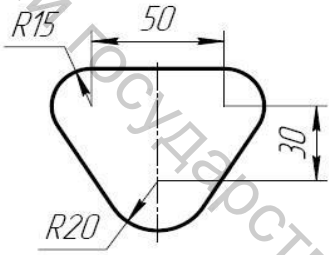
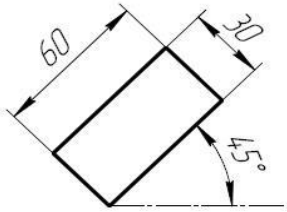
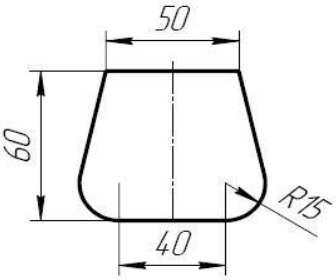
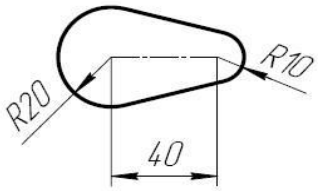
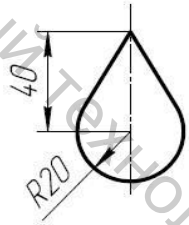
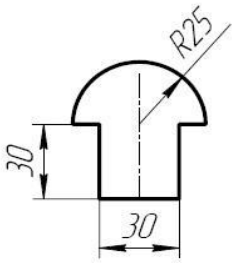
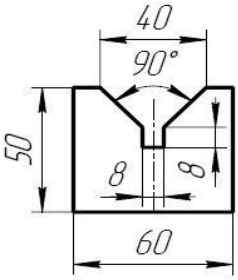
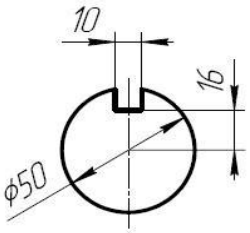
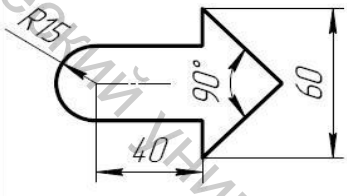
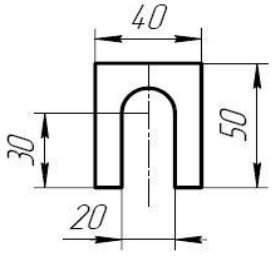
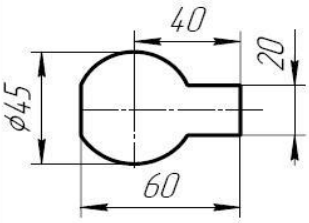
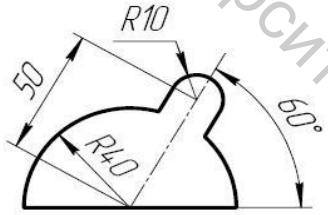
Таблица 3.3 – Варианты заданий

Вариант	Выполняемые контуры
1	A1, B3, C3, D3, E2
2	A1, B3, C3, D3, E2
3	A1, B2, C2, D2, E1
4	A2, B1, C2, D1, E3
5	A2, B3, C1, D3, E2
6	A2, B2, C1, D2, E1
7	A3, B1, C3, D1, E2
8	A3, B2, C3, D3, E2
9	A3, B3, C2, D2, E1
10	A1, B1, C2, D1, E3
11	A1, B2, C1, D3, E2
12	A1, B3, C1, D1, E1
13	A2, B1, C3, D3, E2
14	A2, B2, C3, D2, E3
15	A2, B3, C2, D1, E1

Вариант	Выполняемые контуры
16	A3, B1, C2, D3, E2
17	A3, B3, C1, D2, E3
18	A3, B2, C1, D1, E3
19	A1, B1, C3, D3, E2
20	A1, B3, C3, D2, E1
21	A1, B2, C2, D1, E2
22	A2, B1, C2, D3, E3
23	A2, B3, C1, D2, E3
24	A2, B2, C1, D1, E2
25	A3, B1, C3, D3, E1
26	A3, B3, C3, D2, E2
27	A3, B2, C2, D1, E3
28	A1, B1, C2, D3, E3
29	A1, B3, C1, D2, E2
30	A1, B2, C1, D1, E1

Витебский государственный технологический университет

Таблица 3.4 – Контуры для построения параметризованных фрагментов

	1	2	3
A			
B			
C			
D			
E			

Витебский государственный технологический университет

Методические указания к выполнению задания 3

3.1 Инструментальная панель Параметризация



Рисунок 3.1

Если параметры параметризации текущего эскиза не определены, примитивы эскиза после построения не имеют ограничений. В этом случае можно вручную накладывать необходимые ограничения с помощью страницы **Параметризация** *Инструментальной панели*:

На странице **Параметризация** (рис. 3.1) доступны следующие команды для установки ограничений:

– горизонтальность и вертикальность отрезков;

– выравнивание точек по вертикали и горизонтали;

– совпадение точек;

– принадлежность точки и кривой;

– симметрия точек относительно отрезка;

– параллельность и перпендикулярность отрезков;

– коллинеарность отрезков;

– касание отрезка и окружности;

– фиксирование точки;

– равенство радиусов дуг и равенство длин отрезков.

Кроме наложения ограничений есть команды по управлению параметризированными объектами:

– зафиксировать размер и установить значения размера;

– автоматически параметризовать выделенные объекты;

– включение режимов отображения взаимосвязей и степеней свободы;

– просмотреть ограничения у выделенного объекта;

– удалить ограничения в выделенных объектах.

3.2 Построение прямоугольника, симметричного относительно двух осей

С помощью команды **Отрезок**, выбрав стиль линии **Осевая,** следует построить два произвольных отрезка (рис. 3.2).

Далее нужно вызвать команду меню **Инструменты/Параметризация**

Витебский государственный технологический университет

/Точки/Объединить точки для слияния концов отрезков.

С помощью инструментов **Вертикальность** и **Горизонтальность** (команды меню **Инструменты/Параметризация/Прямые**) устанавливаем соответствующие ограничения для каждой оси.

Выбрав инструмент **Зафиксировать точку** (**Инструменты/Параметризация/Зафиксировать точку)**, следует указать вершину угла, образованного осями (рис. 3.3).

Если все действия выполнены верно, то построенные оси невозможно повернуть или переместить с помощью мыши.

Для контроля наложенных ограничений нужно включить режимы **Отображать ограничения** и **Отображать степени свободы** (в меню **Инструменты/Параметризация/Ограничения**).



Рисунок 3.2



Рисунок 3.3

На изображении появятся значки (рис. 3.4), которые поясняют текущее состояние объектов.



Рисунок 3.4

Витебский государственный технологический университет

Далее, вернувшись к панели **Геометрия,** следует построить четыре произвольных отрезка – стороны будущего прямоугольника (в меню команда – **Инструменты/Геометрия/Отрезки/Отрезок**) (рис. 3.5).

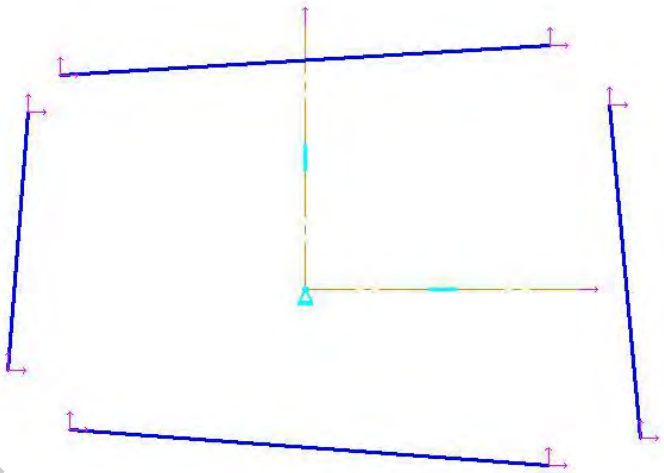


Рисунок 3.5

Используя команду **Объединить точки** панели инструментов **Параметризация** (или команду меню **Инструменты/Параметризация/Точки/Объединить точки**), нужно последовательно объединить построенные отрезки в четырехугольник.

Последовательно накладываем три ограничения **Симметрия 2 точек** (**Инструменты/Параметризация/Точки/Симметрия 2 точек**):

- относительно вертикальной оси точки две верхние вершины;
- относительно вертикальной оси точки две нижние вершины;
- относительно горизонтальной оси точки две левые вершины;
- четырехугольник примет прямоугольную форму (рис. 3.6).

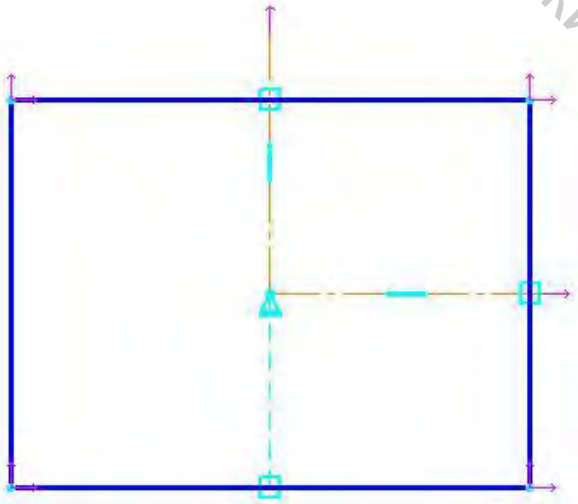


Рисунок 3.6

Витебский государственный технологический университет

При перемещении мышкой какой-либо угловой точки полученного прямоугольника весь прямоугольник будет менять размер так, чтобы сохранялась симметричность относительно осей.

Перед нанесением размеров следует включить режим ассоциативного ввода размеров по команде **Сервис/Параметры** и выбрать вкладку **Текущий фрагмент**, раздел **Параметризация** (рис. 3.7). Теперь нанесение размеров возможно только при указании объектов, к которым размер относится.

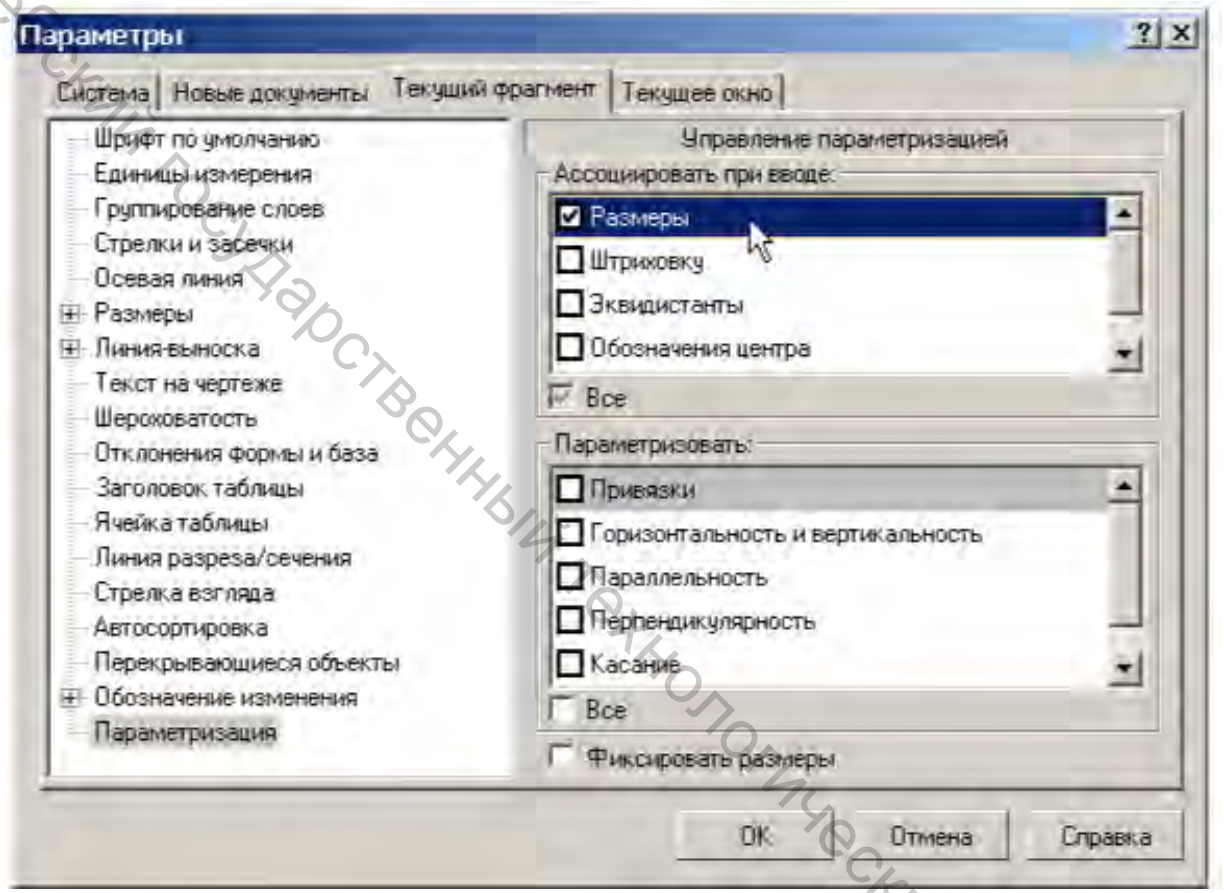


Рисунок 3.7

На панели инструментов **Размеры** выбираем **Линейный размер** или в меню: **Инструменты/Размеры/Линейные** и проставляем высоту и ширину прямоугольника (рис. 3.8).

При перемещении стороны прямоугольника мышкой значение размера также должно меняться.

На панели **Параметризация** (или в меню **Инструменты/ Параметризация**) нужно выбрать инструмент **Установить значение.**

После щелчка мышкой по размерному числу появится диалог, где следует указать требуемое значение размера.

Витебский государственный технологический университет

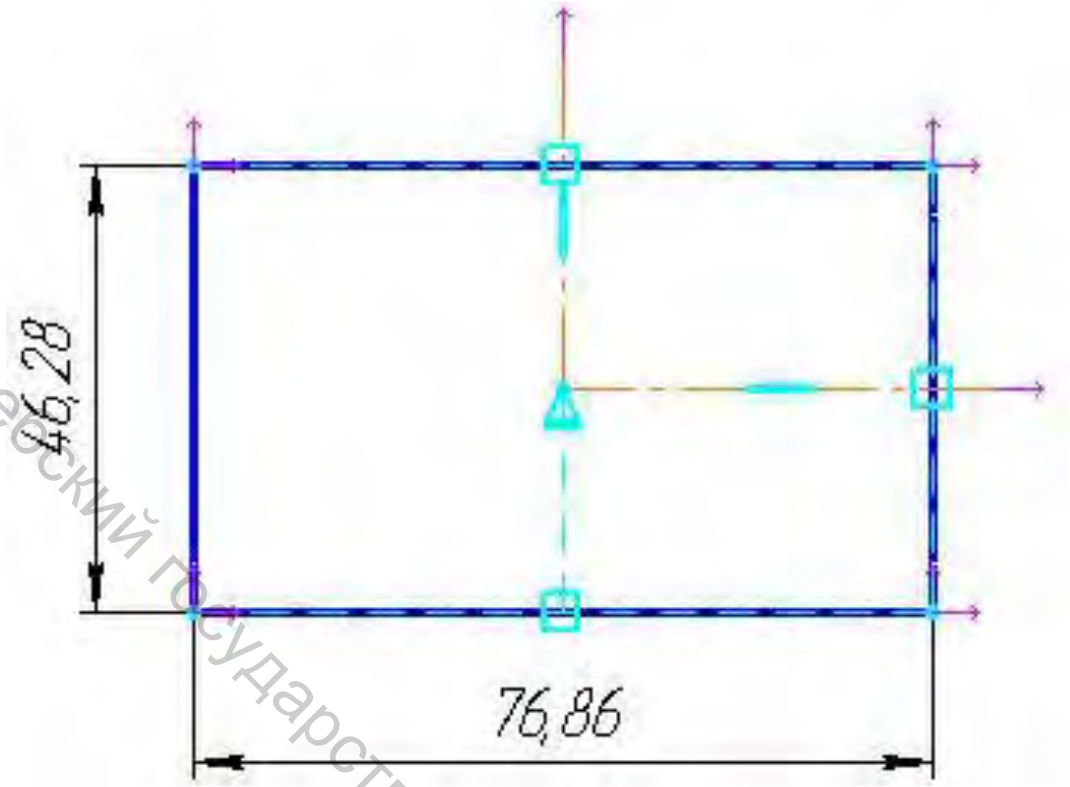


Рисунок 3.8

3.3 Общий порядок построения параметризованного контура

В качестве примера рассмотрим построение контура, изображенного на рисунке 3.9.

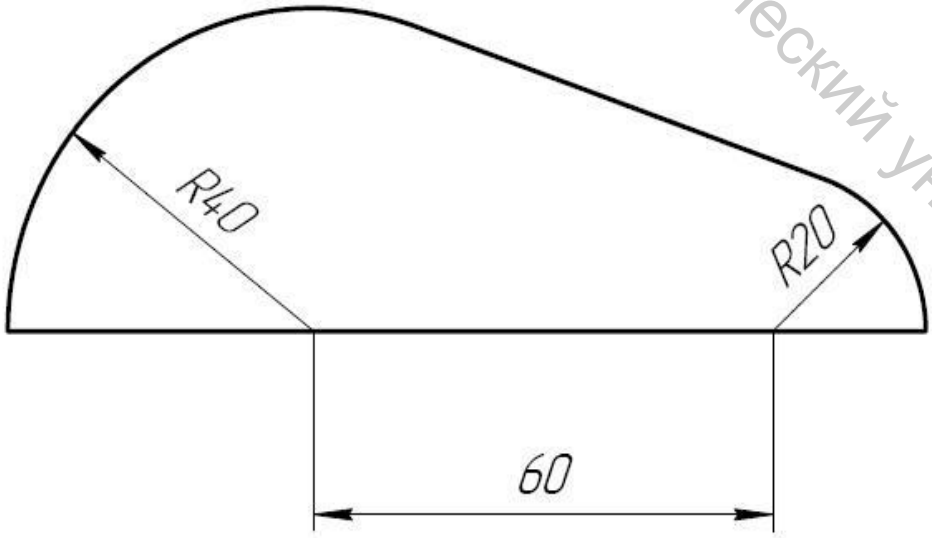
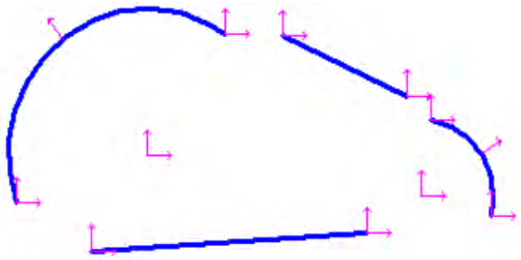
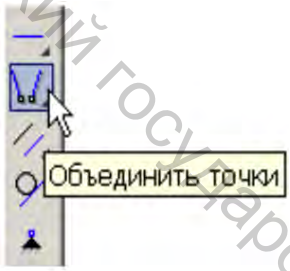
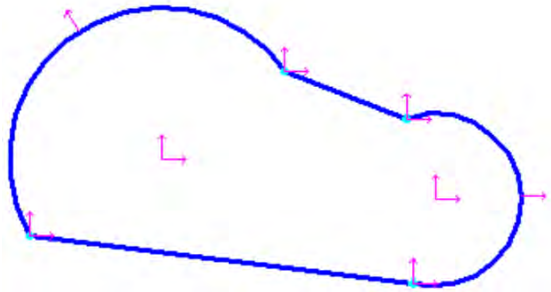
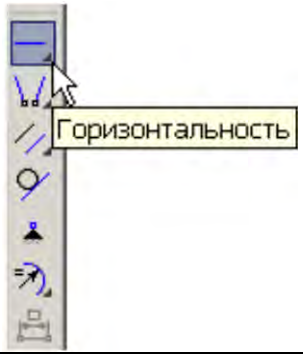
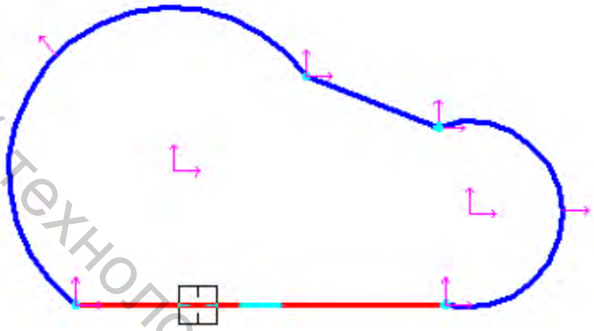
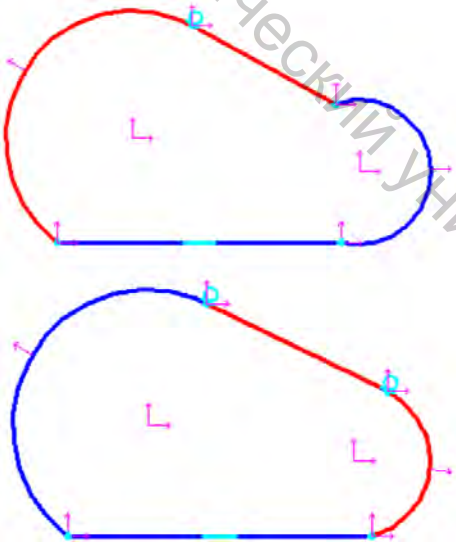


Рисунок 3.9

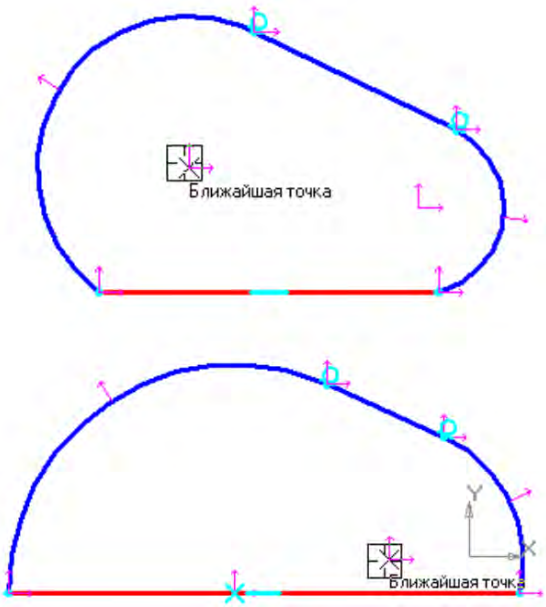
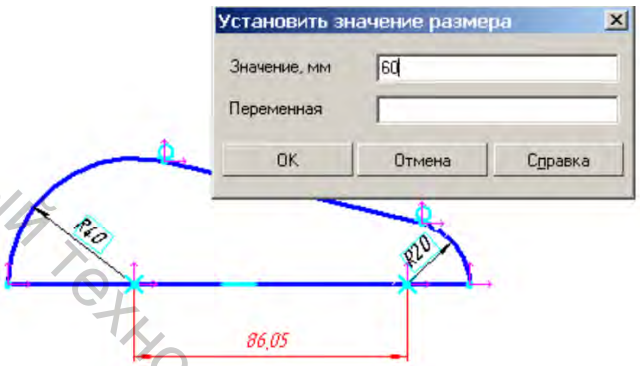
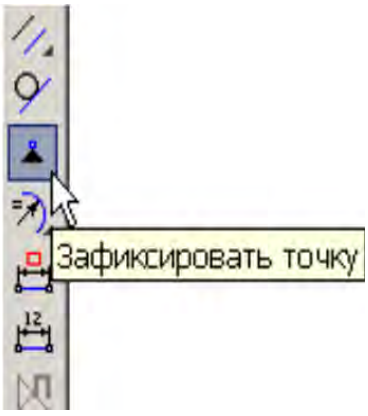
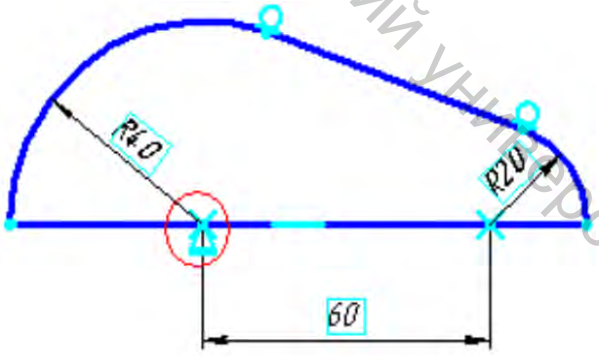
Витебский государственный технологический университет

Таблица 3.5 – Последовательность построения контура

Построение отрезков дуг, из которых состоит контур, в виде отдельных, не связанных примитивов	
Объединение примитивов в контур 	
Задание горизонтальности 	
Задание касаний 	

Витебский государственный технологический университет

Окончание таблицы 3.5

Определение взаимного положения точек объектов 	
Включение режима ассоциативного ввода размеров по команде **Сервис/Параметры.** Нанесение размеров и установка их значений	
Фиксирование контура в пространстве за одну из точек 	

Витебский государственный технологический университет

В результате на контуре не должно быть значков, показывающих степени свободы точек (рис. 3.10).



Рисунок 3.10

3.4 Просмотр и удаление взаимосвязей

Если при выполнении эскиза желаемые ограничения не накладываются или примитивы эскиза перестали редактироваться, значит, между этими примитивами существуют ограничения, которые могли быть установлены случайным образом (например, при включенном автоматическом режиме параметризации или при включенных привязках).

Чтобы просмотреть ограничения, относящиеся к объектам эскиза, необходимо выделить его, а затем щелкнуть по команде Показать/Удалить ограничения.

Появится окно (рис. 3.11), в котором будут перечислены все ограничения выделенного объекта эскиза.

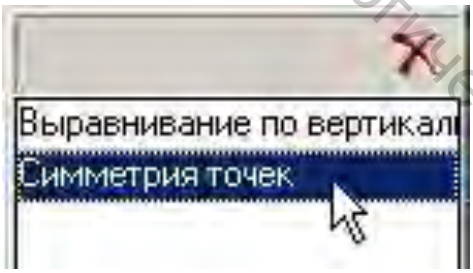


Рисунок 3.11

Если в списке выделить какое-нибудь ограничение, то объекты, на которые действует это ограничение, выделятся красным цветом, точки изобразятся маркерами. Для удаления выделенного ограничения нужно щелкнуть по кнопке .

Витебский государственный технологический университет

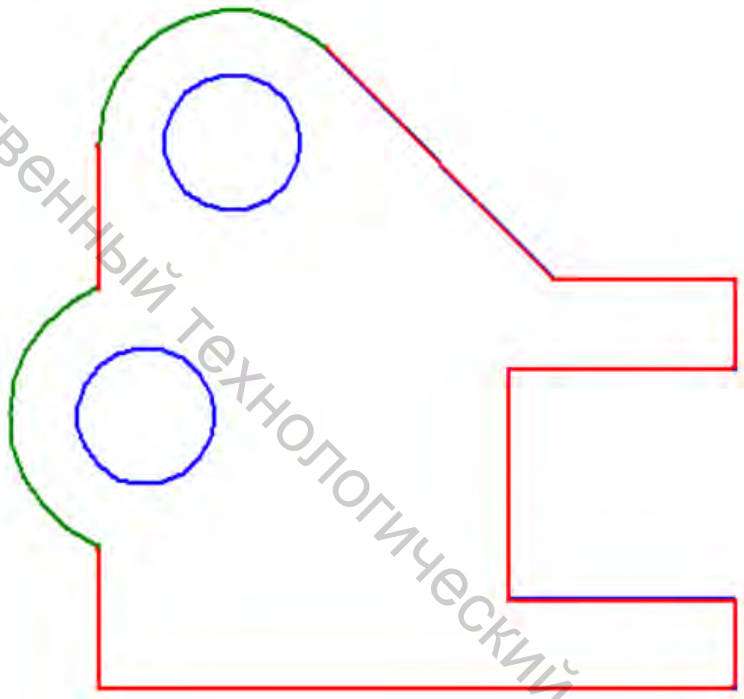
Задание 4. Параметризация сложных контуров

Цель: освоение теории параметризации, закрепление навыков по созданию параметризованных изображений.

Приемы работы (умения)

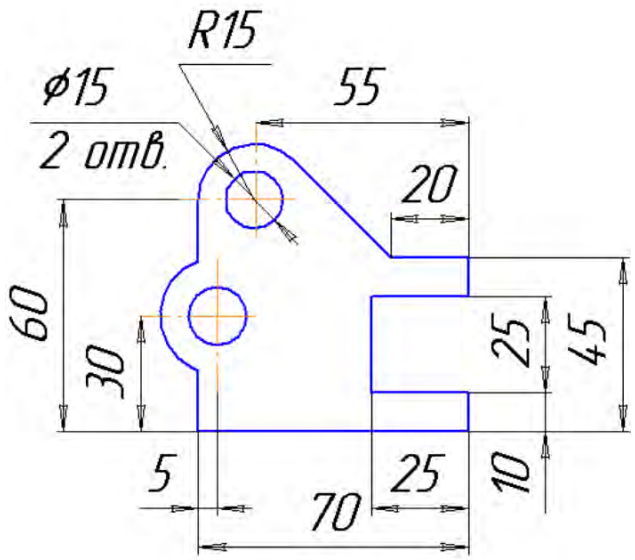
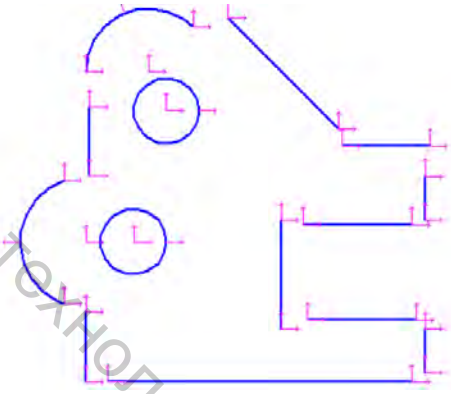
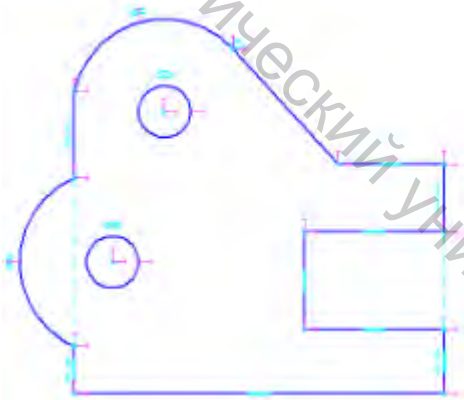
1. Анализ количества примитивов в контуре.
2. Расчет требуемого количества взаимосвязей для определения примитива в пространстве.
3. Оптимизация количества геометрических и размерных взаимосвязей.

Таблица 4.1 – Содержание задания

<table>
<tr><td>Произвести расчет отрезков, дуг и окружностей в контуре</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td></td><td>Кол-во отрезков</td><td>10</td><td>x 4 =</td><td>40</td></tr>
<tr><td></td><td>Кол-во дуг</td><td>2</td><td>x 5 =</td><td>10</td></tr>
<tr><td></td><td>Кол-во окружностей</td><td>2</td><td>x 3 =</td><td>6</td></tr>
<tr><td></td><td>ВСЕГО</td><td></td><td>S =</td><td>56</td></tr>
</table>

Витебский государственный технологический университет

Окончание таблицы 4.1

Рассчитать количество размеров в контуре	 13 размеров
Создать ЧЕРТЕЖ, вставить ВИД и построить необходимые примитивы, располагая их отдельно, без взаимосвязей	
Последовательно наложить взаимосвязи на примитивы контура, постоянно контролируя достаточность или избыточность ограничений	
Проставить размеры и, изменяя размеры, проконтролировать перестроение контура	

Витебский государственный технологический университет

Таблица 4.2 – Критерии оценки

Оценка	4	5	6	7	8	9-10
Контур построен, примитивы соответствуют заданию	+					
На примитивы наложены ограничения и размеры	+	+				
Изображение перестраивается при изменении размеров. Возможны ошибки	+	+	+			
Ошибок при перестроении нет	+	+	+	+		
Выполнен проверочный расчет	+	+	+	+	+	
Выполнено частично или полностью дополнительное задание	+	+	+	+	+	+

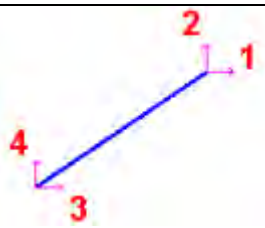
Витебский государственный технологический университет

Методические указания к выполнению задания 4

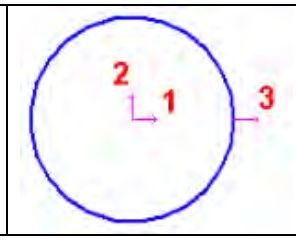
4.1 Теоретические основы параметризации

Для того чтобы некоторый контур был однозначно определен в пространстве, необходимо, чтобы число степеней свободы примитивов контура и число степеней свободы, лишаемой наложенными ограничениями, совпадали.

Таблица 4.3 – Степени свободы

Объект	Изображение	Число степеней свободы
Точка		2
Отрезок		4
Дуга		5

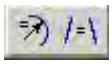
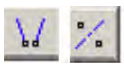
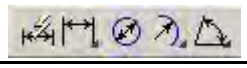
Окончание таблицы 4.3

Окружность		3

Каждый геометрический примитив (отрезок, дуга и т.п.) имеет определенное число степеней свободы, т.е. чтобы его определить в пространстве, на него нужно наложить определенное количество ограничений или размеров (табл. 4.3).

Каждое геометрическое ограничение (параллельность, перпендикулярность, совпадение точек и т.д.) лишает определенное количество степеней свободы (табл. 4.4).

Таблица 4.4 – Виды сопряжений

Геометрическая взаимосвязь		Число лишаемых степеней свободы
	Горизонтальность, Вертикальность	1
	Выравнивание точек, Точка на кривой	
	Параллельность, Перпендикулярность, Коллинеарность	
	Касательность	
	Равенство радиусов, Равенство длин	
	Зафиксировать точку	2
	Объединить точки, Симметричность точек	
	Любой размер	1

Чтобы установить, что наложенные на контур ограничения однозначно определяют контур в пространстве, следует:

− определить количество степеней свободы у примитивов, включенных в контур (**S**);

− определить количество степеней свободы, лишаемое наложенными ограничениями и размерами (**W**).

Рассчитанные числа должны совпадать **S=W.**

Витебский государственный технологический университет

4.2 Пример выполнения расчета

Контур (рис. 4.1) состоит из двух отрезков и двух дуг, следовательно, число степеней свободы контура будет равно S=18 (табл. 4.5).

Таблица 4.5 – Расчет элементов для построения контура

Примитив	Кол-во	Степеней свободы	Всего
Отрезки	2	x 4 =	8
Дуги	2	x 5 =	10
ИТОГО		S =	18

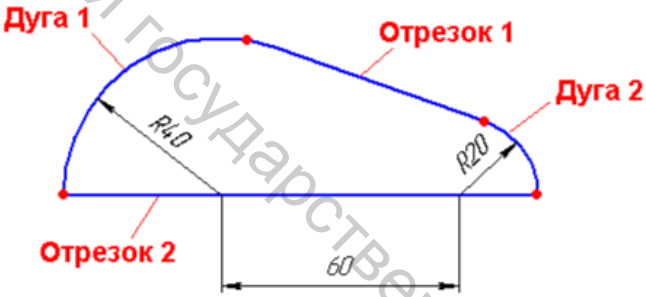


Рисунок 4.1

Ограничения, необходимые для закрепления этого контура в пространстве, приведены в задании 3 (следует ознакомиться с порядком выполнения этого контура в пункте 3.3).

Таблица 4.6 – Ограничения в контуре

	Ограничение	**Количество**	**Степени**	**Сумма**
1	Горизонтальность	1	x 1 =	1
2	Вертикальность	Нет	x 1 =	
3	Выравнивание точек	Нет	x 1 =	
4	Точка на кривой	2	x 1 =	2
5	Параллельность	Нет	x 1 =	
6	Перпендикулярность	Нет	x 1 =	
7	Коллинеарность	Нет	x 1 =	
8	Касательность	2	x 1 =	2
9	Равенство радиусов	Нет	x 1 =	
10	Равенство длин	Нет	x 1 =	
11	Зафиксировать точку	1	x 2 =	2
12	Объединить точку	4	x 2 =	8
13	Симметричность	нет	x 2 =	
14	Количество размеров	3	x 1 =	3
	ВСЕГО		W=	18

Получили: S=W=**18**, следовательно, контур построен верно.

Витебский государственный технологический университет

4.3 Эффективные приемы параметризации примитивов

В случае, когда в контуре есть отрезки, принадлежащие одной прямой, следует использовать – **Коллинеарность,** а прочие ограничения (**Вертикальность, Горизонтальность**) следует удалить с одного из отрезков (рис. 4.2).

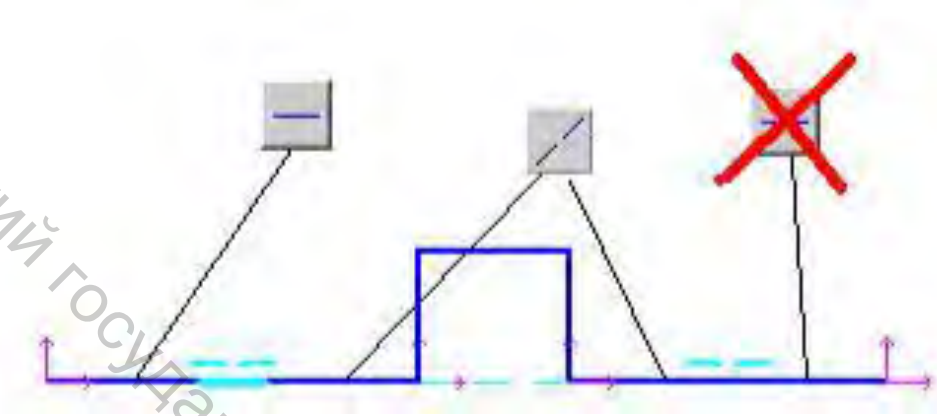


Рисунок 4.2

Если положение центра дуги определено размерами, а касательный к дуге отрезок находится под неизвестным углом, то следует использовать ограничения, указанные на рисунке 4.3.

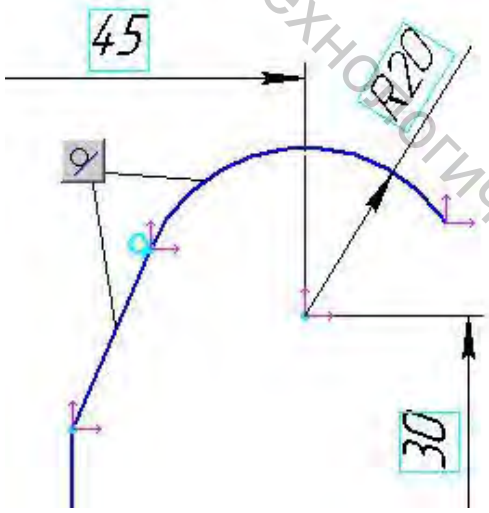


Рисунок 4.3

Но если угол и положение касательного отрезка известны (рис. 4.4 – **Вертикальность и размер 20**), то размер радиуса дуги будет лишним. Его следует или удалить, или не устанавливать его значение (тогда он отображается без рамки).

Витебский государственный технологический университет

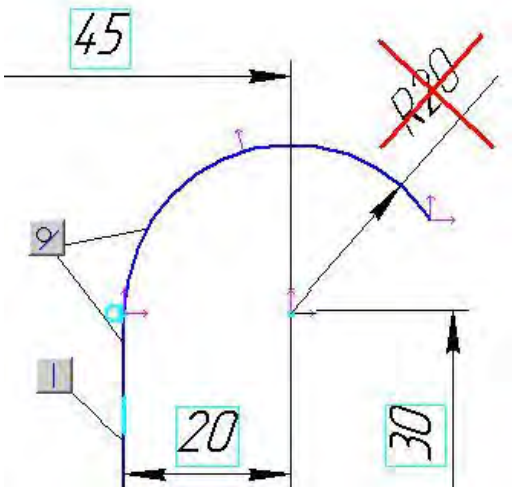
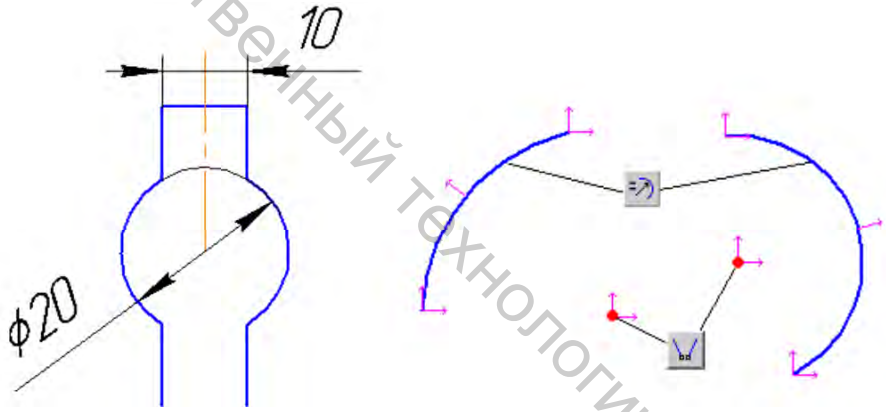


Рисунок 4.4

Для построения двух дуг, которые лежат на одной окружности (рис. 4.5 а), следует использовать **Объединение точек** для их центров и **Равенство радиусов дуг** (рис. 4.5 б).



а б

Рисунок 4.5

При использовании ограничения – **Симметрия 2-х точек** следует строить отрезок осевой линией – ось симметрии. При этом, если на ось симметрии накладывается взаимосвязь **Вертикальность** или **Горизонтальность**, то в общем подсчете она **не учитывается**.

При параметризации контура не следует использовать «лишние» осевые линии, относительно которых не используется ограничение **Симметрия 2-х точек** (например, оси окружностей). Следует строить **оси** только в случаях, когда предполагается использовать их для ограничения **Симметрия 2-х точек**.

При указании симметричности двух точек относительно какой-либо оси, чаще всего отпадает необходимость в ограничениях **Вертикальность**,

Витебский государственный технологический университет

Горизонтальность или **Коллинеарность**. Например, в случаях, показанных на рисунке 4.6.

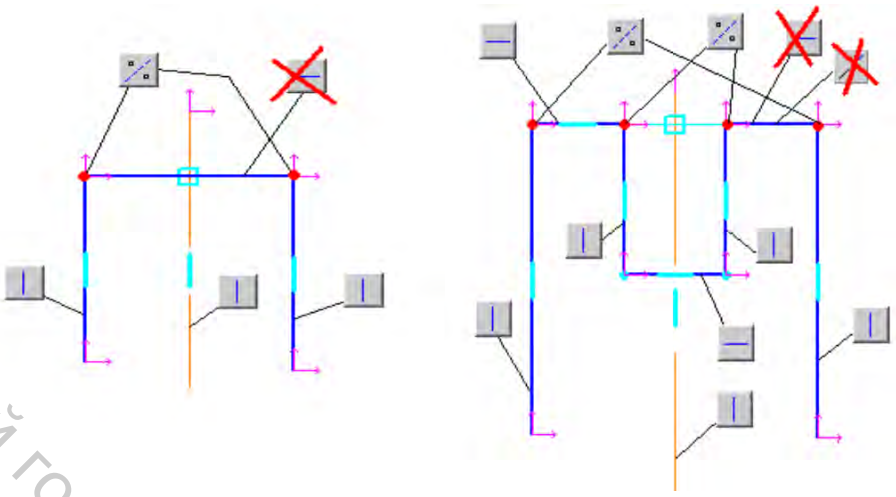


Рисунок 4.6

Витебский государственный технологический университет

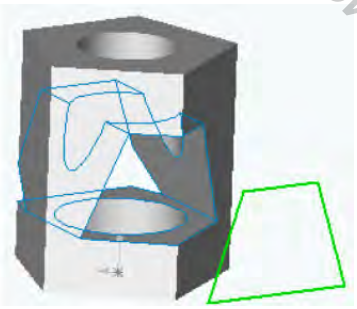
Задание 5. Построение детали по описанию

Цель: знакомство с основами объемного твердотельного моделирования.

Приемы работы (умения)

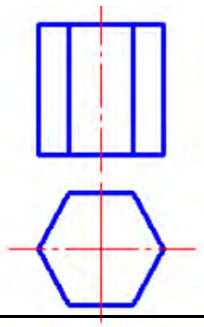
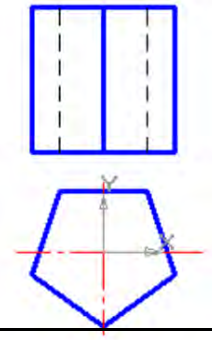
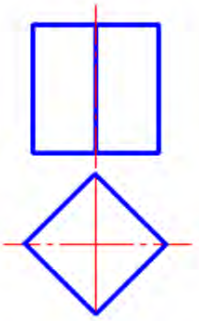
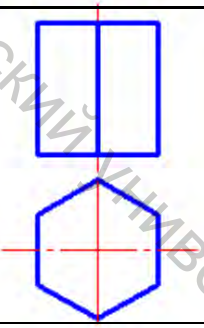
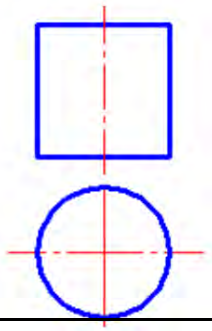
1. Создание новой детали.
2. Использование дерева построений.
3. Создание эскиза.
4. Инструмент **Выдавливание** (управление направлением, глубиной выдавливания, выдавливание до вершины, до поверхности).
5. Инструменты управления изображением модели (**Сдвинуть**, **Приблизить/Удалить**, **Повернуть**).
6. Переключение режимов раскраски детали (кар, полутоновый, невидимые линии, перспектива).

Таблица 5.1 – Содержание задания

Построить призматический или цилиндрический предмет. Нижнее основание предмета должно находиться в горизонтальной плоскости, центр нижнего основания – в начале координат. Ось предмета должна совпадать с осью Z. Остальные условия приведены в таблице 5.2	
Выполнить коническое отверстие в предмете. Ось отверстия совпадает с осью детали. Начальный диаметр отверстия находится в верхнем основании предмета. Уклон (угол образующей) отверстия – 3°. При четном номере варианта уклон направлен внутрь, при нечетном – наружу. Значения начального диаметра отверстия – в таблице 5.3	
Выполнить призматическое отверстие в предмете. Ребра отверстия перпендикулярны фронтальной плоскости. Форма, размеры и положение отверстия приведены в таблице 5.6	

Витебский государственный технологический университет

Таблица 5.2 – Описание и размеры предмета

Вариант	Размеры	Форма предмета
1, 11, 21	Основание вписано в окружность 90 мм. Высота предмета – 100 мм	
6, 16, 26	Основание описано вокруг окружности 70 мм. Высота предмета – 100 мм	
2, 12, 22	Основание вписано в окружность 90 мм. Высота предмета – 100 мм	
7, 17, 27	Основание описано вокруг окружности 70 мм. Высота предмета – 100 мм	
3, 13, 23	Основание вписано в окружность 90 мм. Высота предмета – 100 мм	
8, 18, 28	Основание описано вокруг окружности 70 мм. Высота предмета – 100 мм	
4, 14, 24	Основание вписано в окружность 90 мм. Высота предмета – 100 мм	
9, 19, 29	Основание описано вокруг окружности 70 мм. Высота предмета – 100 мм	
5, 15, 25	Основание – 100 мм. Высота предмета – 100 мм	
10, 20, 30	Основание – 80 мм. Высота предмета – 100 мм	

Витебский государственный технологический университет

Таблица 5.3 – Коническое отверстие в предмете

Вариант	Начальный диаметр конического отверстия D (рис. 5.1)
1, 13, 25	35
9, 20, 28	45
2, 14, 23	30
7, 18, 29	43
4, 15, 24	41
10, 17, 26	34
5, 12, 21	28
6, 19, 27	36
8, 11, 30	38
3, 16, 22	42

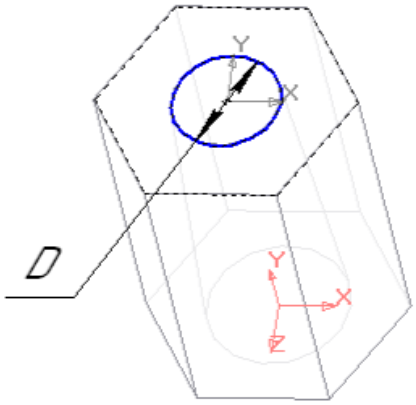


Рисунок 5.1

Таблица 5.4 – Уклон (угол образующей) отверстия – 3°

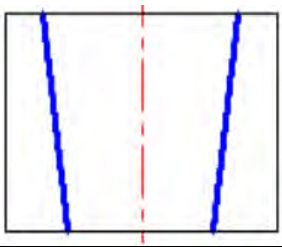
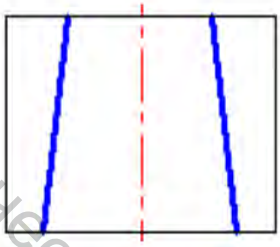
Четные варианты выбирают конусность **внутрь**	
Нечетные варианты выбирают конусность наружу	

Таблица 5.5 – Критерии оценки

Оценка	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9-10**
Построена призма и коническое отверстие	+					
Построено призматическое отверстие	+	+				
Все эскизы параметризованы	+	+	+			
Ошибок при перестроении нет	+	+	+	+		
Выполнено частично дополнительное задание	+	+	+	+	+	
Выполнено полностью дополнительное задание	+	+	+	+	+	+

Витебский государственный технологический университет

Таблица 5.6 – Форма и размеры призматического отверстия (рис. 5.2)

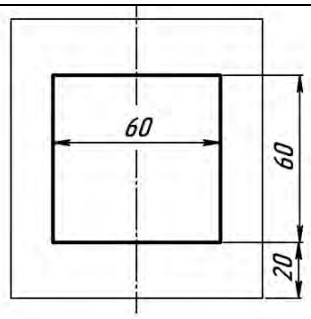
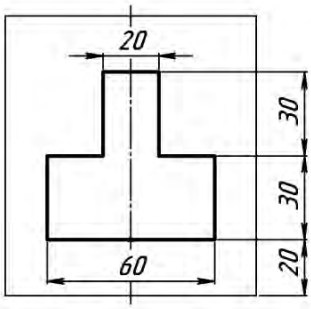
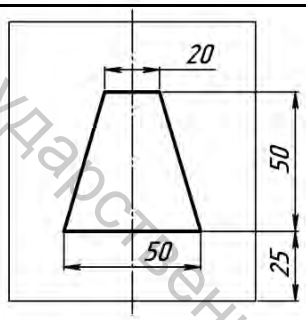
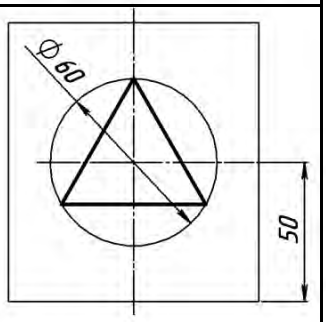
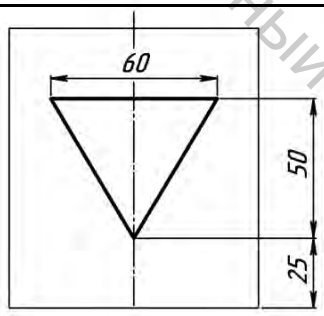
<table>
<tr><th>Вариант</th><th>Форма призматического отверстия</th><th>Вариант</th><th>Форма призматического отверстия</th></tr>
<tr><td>1, 13, 25</td><td rowspan="2">
</td><td>5, 12, 21</td><td rowspan="2">
</td></tr>
<tr><td>9, 20, 28</td><td>6, 19, 27</td></tr>
<tr><td>2, 14, 23</td><td rowspan="2">
</td><td>8, 11, 30</td><td rowspan="2">
</td></tr>
<tr><td>7, 18, 29</td><td>3, 16, 22</td></tr>
<tr><td>4, 15, 24</td><td rowspan="2">
</td><td colspan="2" rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>10, 17, 26</td></tr>
</table>



Рисунок 5.2

Витебский государственный технологический университет

Методические указания к выполнению задания 5

5.1 Создание нового файла детали

Для того чтобы создать новый файл, содержащий трехмерную модель детали, вызовите из меню **Файл** команду **Создать/Деталь**.

На экране откроется окно нового КОМПАС-документа (детали) с системой координат, изменится набор кнопок на панелях инструментов.

В окне новой детали находится *Дерево построений* (рис. 5.3), в котором перечислены три основные плоскости (горизонтальная, фронтальная и профильная), связанные с системой координат.

После создания файла документа-детали можно приступать к созданию в нем трехмерной модели.

5.2 Построение эскиза

Эскиз представляет собой плоский контур, при движении которого образуется поверхность детали. В нашем случае для получения предмета в качестве эскиза нужно использовать основание призмы или цилиндра. Предмет «выдавится» при движении этого основания в направлении перпендикулярном его плоскости.

Прежде чем строить эскиз, необходимо выделить *плоскость*, в которой он должен лежать. *Плоскостью эскиза* может являться одна из исходных плоскостей, плоскость, построенная пользователем, или плоская грань детали.

В задании сказано, что основание предмета должно находиться в горизонтальной плоскости. Следует выделить горизонтальную плоскость (**Плоскость XY**) в *Дереве построений* щелчком мышки. В графической области выбранная плоскость подсветится зеленым цветом (рис. 5.3).

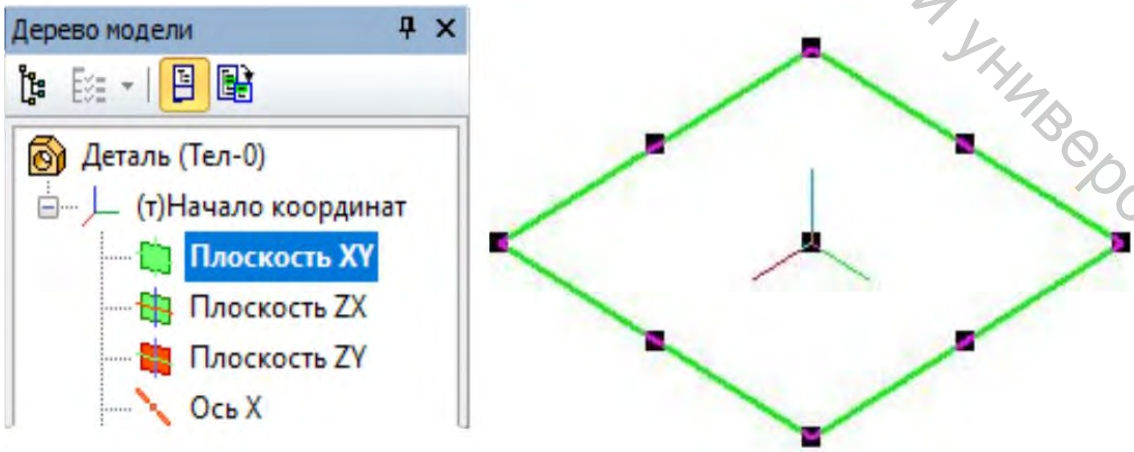


Рисунок 5.3

Витебский государственный технологический университет

Для того чтобы создать эскиз в выделенной плоскости, вызовите команду меню **Операции/Эскиз** или нажмите кнопку **Эскиз** на Панели текущего состояния.

Система перейдет в режим редактирования эскиза (изменится набор кнопок на панелях инструментов). Режим редактирования эскиза мало отличается от режима редактирования фрагмента КОМПАС.

Для построения правильного многоугольника, который является основанием призмы, необходимо выбрать «выпадающую» кнопку **Многоугольник** или команду меню **Инструменты/Геометрия/Многоугольник.** Количество вершин указывается в *Строке параметров объекта.*

Следуя подсказке, нужно указать мышкой центр многоугольника в начале координат (в соответствии с заданием) и положение одной из вершин.

Для параметризации многоугольника следует построить вспомогательную (тонкой линией) окружность с центром в начале координат. Затем перейти на панель параметризации и последовательно задать взаимосвязь **Точка на кривой** между окружностью и вершинами многоугольника. Затем установить взаимосвязь **Равенство** одной стороны со всеми остальными сторонами.

Окончательно следует **Выровнять по горизонтали** или **Выровнять по вертикали** одну из вершин с началом координат.

После нанесения диаметра получаем полностью определенный эскиз (рис. 5.4).

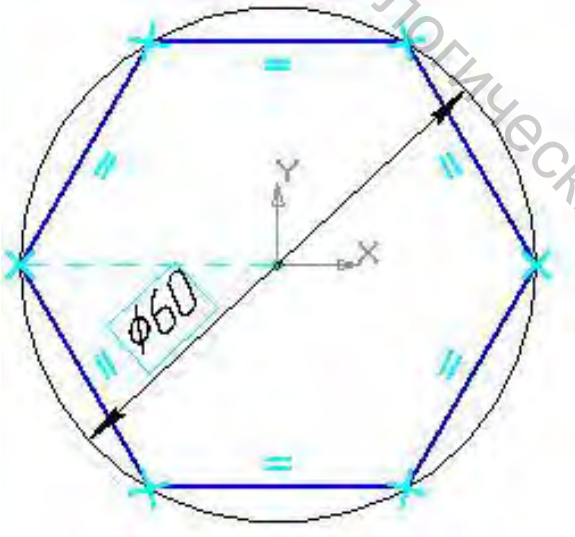


Рисунок 5.4

Для выхода из режима редактирования эскиза следует отжать кнопку Эскиз.

Витебский государственный технологический университет

5.3 Операция выдавливания

Выдавливание доступно, если в модели построен и выделен один эскиз. Чтобы выделить эскиз, нужно щелкнуть мышкой по его значку в Дереве построений.

Перед тем, как строить объемный элемент детали, целесообразно расположить модель в аксонометрии так, чтобы было удобно контролировать операцию формообразования. Для этого можно установить в списке **Ориентация** опцию **Изометрия**. Однако удобнее использовать команду **Повернуть** из меню **Вид** или кнопку **Повернуть** на *Панели управления*. Для создания элемента выдавливания вызовите из меню **Операции** команду **Операция выдавливания** или нажмите кнопку **Операция выдавливания** на *Инструментальной панели*.

После вызова команды **Операция выдавливания** на экране появляется диалог *Параметры операции выдавливания* (рис. 5.5).

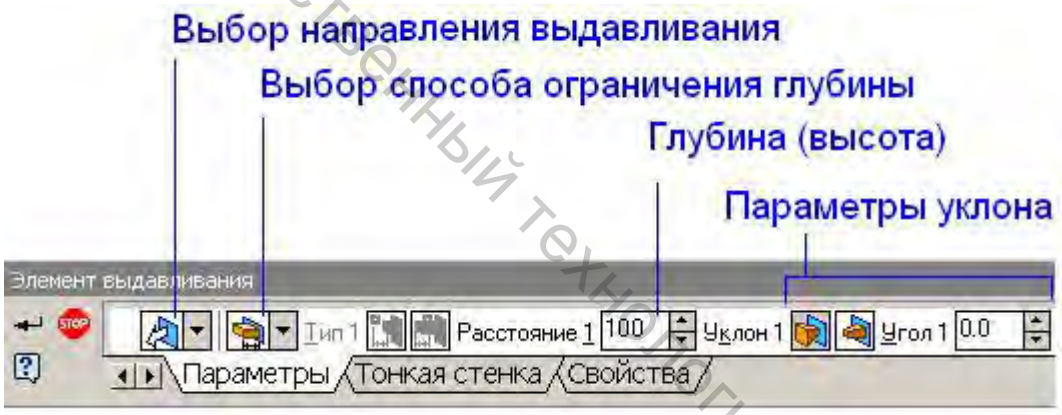


Рисунок 5.5

Все значения параметров при их вводе и редактировании немедленно отображаются на экране в виде фантома элемента выдавливания (рис. 5.6).

Рекомендуется попробовать установить различные значения параметров без окончательного подтверждения (не нажимая на кнопку **Создать объект**) и наблюдать, каким образом изменяется форма будущего предмета. Окончательно следует установить прямое направление выдавливания (в положительном направлении оси Z). Также установите тип ограничения **На расстояние**. Укажите 100 мм, уклон – 3°. После задания всех параметров элемента выдавливания нажмите кнопку **Создать** для построения основания. Созданный элемент выдавливания появляется в окне детали, а соответствующая ему пиктограмма – в **Дереве построения**.

Витебский государственный технологический университет

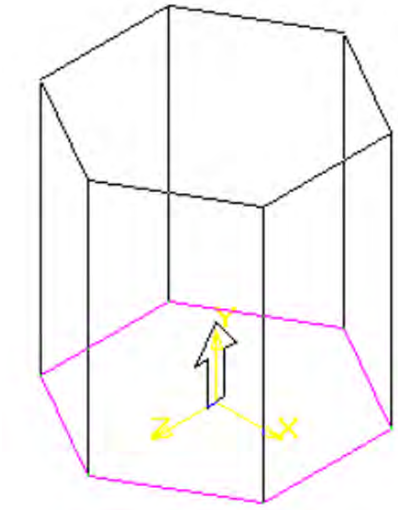


Рисунок 5.6

5.4 Выполнение отверстия в предмете

По условию задачи отверстие должно начинаться в верхнем основании предмета (там находится начальный диаметр отверстия), следовательно, верхнее основание должно являться плоскостью эскиза.

Чтобы выделить верхнее основание, необходимо щелкнуть по его плоскости левой кнопкой мышки. Верхнее основание выделится зеленым цветом.

Для создания нового эскиза нужно вызвать команду **Операции/Эскиз** или нажать кнопку **Эскиз** на *Панели управления*. Если требуется, установите **Ориентацию** детали: **Нормально к…**

Эскиз должен представлять собой окружность (рис. 5.7). Чтобы ее построить на *Инструментальной панели,* следует щелкнуть кнопку

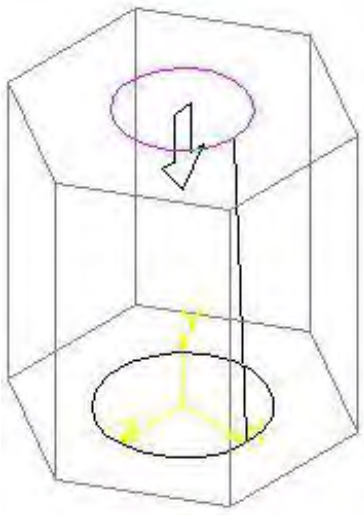


Рисунок 5.7

Витебский государственный технологический университет

Окружность или выбрать команду **Инструменты/Геометрия/Окружности/Окружность**. При этом следует указать ее центр в начале координат эскиза, затем установить размер диаметра.

Когда эскиз, содержащий одну окружность, будет построен, следует для выхода из режима редактирования эскиза отжать кнопку **Эскиз.** Для построения выреза сначала следует щелчком мышки выделить эскиз в *Дереве построения*, который содержит построенную окружность. Затем нужно вызвать из меню **Операции** команду **Вырезать выдавливанием** или нажать кнопку **Вырезать выдавливанием** на *Инструментальной панели*. Команда **Вырезать выдавливанием** доступна, если в модели есть основание детали и выделен один эскиз.

После вызова команды **Вырезать выдавливанием** на экране появляется диалог ввода *Параметров элемента выдавливания* для получения вертикального отверстия требуемой формы (рис. 5.8).

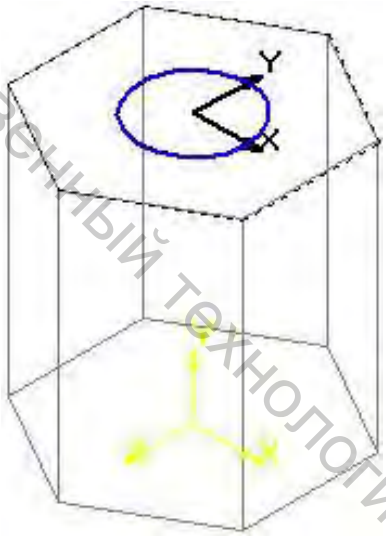


Рисунок 5.8

Следует установить параметры, указанные на рисунке 5.9.

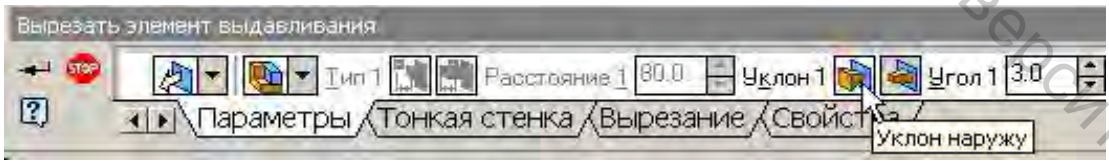


Рисунок 5.9

Студенты с четными номерами вариантов устанавливают опцию *Уклон внутрь*.

Витебский государственный технологический университет

Когда требуемые параметры заданы, следует нажать кнопку  **Создать объект**. В дереве построения появится пиктограмма созданного элемента.

5.5 Построение вспомогательной плоскости и эскиза для призматического отверстия

Команды вспомогательных построений находятся на панели *Вспомогательная геометрия*, которую можно включить щелчком по соответствующей кнопке *Панели переключения* (рис. 5.10).



Рисунок 5.10

КОМПАС предлагает множество способов построения вспомогательной плоскости. Ознакомьтесь с каждым из них по всплывающим над кнопками подсказкам. Можно использовать любой из существующих способов, например, **Смещенная плоскость,** который позволяет построить плоскость параллельно существующей плоскости и проходящую через какую-либо точку.

После щелчка мышкой по этой кнопке в *Строке сообщений* появится подсказка «Укажите плоскость или вершину». В качестве базовой плоскости можно указать любую плоскую грань детали (щелкнув по изображению в окне детали) или одну из существующих плоскостей в дереве построения.

Для нашего задания нужно использовать *Фронтальную плоскость* (Плоскость ZX) (рис. 5.11) и наиболее удаленную от плоскости вершину призмы.

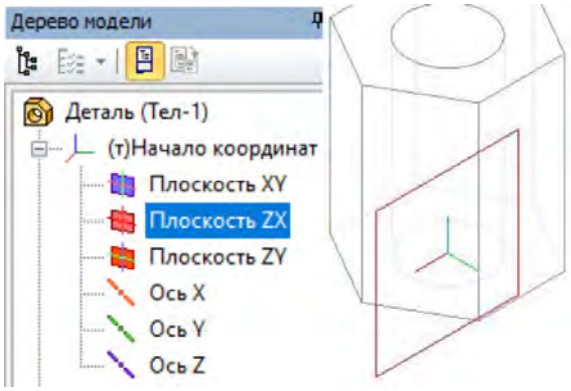


Рисунок 5.11

Витебский государственный технологический университет

Выделив построенную плоскость в *Дереве построения,* следует щелкнуть по кнопке  **Эскиз** на *Панели управления* и построить параметризированный эскиз в соответствии со своим вариантом (например, рис. 5.12).

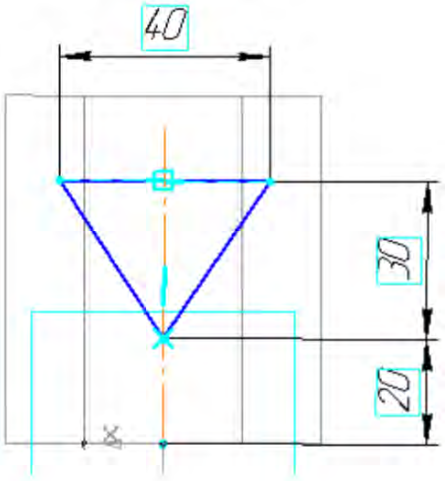


Рисунок 5.12



Построенный эскиз (контур призматического отверстия) не должен иметь разрывов или отростков. Иначе при построении отверстия будет автоматически включена опция «Создавать тонкую стенку» или возникнет ошибка «Самопересечение контура».

Операция выдавливания призматического отверстия выполняется аналогично выполненному ранее коническому отверстию.

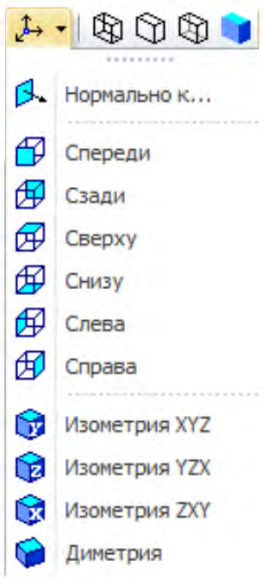


Рисунок 5.13

Витебский государственный технологический университет

5.6 Управление параметрами отображения модели

Направление взгляда на деталь удобно изменять с помощью команды **Ориентация** (**Вид/Ориентация**) (рис. 5.13).

Для управления изображением детали также используют следующие кнопки *Панели управления:* 

Кнопки  позволяют, соответственно, увеличить или уменьшить изображение.

Кнопка  увеличивает изображение до прямоугольной рамки, указанной пользователем. Рамка указывается двумя диагональными углами.

Кнопки  используются для перемещения, масштабирования и вращения модели в реальном времени. Для этого пользователь после щелчка мышки по кнопке должен переместить курсор мыши в окно детали, нажать левую кнопку мышки и, удерживая ее нажатой, двигать мышь в нужном направлении.

Кнопки  управляют режимом отображения кромок и граней модели. Кнопка  включает режим перспективной проекции.

Витебский государственный технологический университет

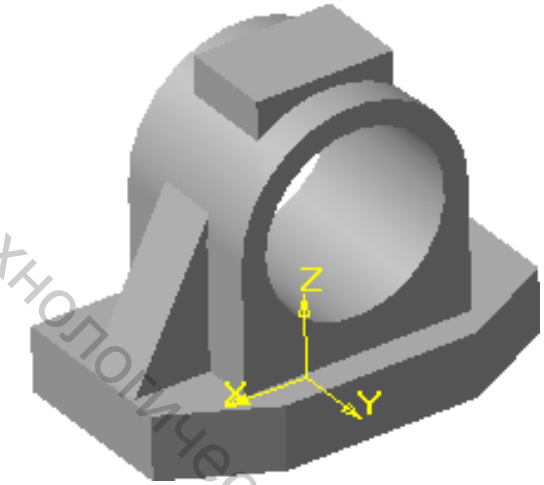
Задание 6. Построение типовой детали

Цель: освоение типовых приемов параметрического твердотельного моделирования.

Приемы работы (умения)

1. Использование инструментов формообразования: *выдавливание*, *ребро жесткости*.
2. Логические инструменты: *вычитание компонентов*, *объединение компонентов*. *Построение отверстий*.
3. Инструмент: *Зеркальная копия*.
4. Работа с деревом конструирования: редактирование элементов, эскизов, исключение из расчета, изменение свойств.

Таблица 6.1 – Содержание задания

Построить параметризованную модель детали, приведенной на рисунке 6.1. При выполнении задания следует соблюдать следующие требования: – модель должна быть построена строго по размерам, приведенным в чертеже (с учетом системы нанесения размеров); – все эскизы модели должны быть параметризованы и не должны содержать свободных или переопределенных элементов; – при наличии в детали симметричных элементов (ребра жесткости, отверстия, вырезы и т.п.) при их построении следует использовать зеркальное копирование; – при наличии в детали нескольких одинаковых элементов (отверстия, вырезы, пазы и т.п.) следует использовать копирование или массив	 Рисунок 6.1

Витебский государственный технологический университет

Таблица 6.2 – Критерии оценки

Оценка	4	5	6	7	8	9-10
Построены основные элементы детали	+					
Деталь построена полностью. Возможны незначительные ошибки геометрии	+	+				
Деталь построена полностью. Ошибок нет	+	+	+			
Все эскизы параметризованы	+	+	+	+		
Деталь перестраивается без ошибок при редактировании эскизов	+	+	+	+	+	
Выполнено полностью или частично дополнительное задание	+	+	+	+	+	+

Витебский государственный технологический университет

Методические указания к выполнению задания 6

6.1 Построение основания

По команде меню **Файл/Создать/Деталь** следует создать новый документ и на горизонтальной плоскости (**Плоскость XY**) построить параметризованный эскиз, представляющий собой прямоугольник со сторонами 60x120 и симметричный относительно осей координат (рис. 6.2).

Далее следует выдавить построенный эскиз на высоту 18 мм (рис. 6.3).

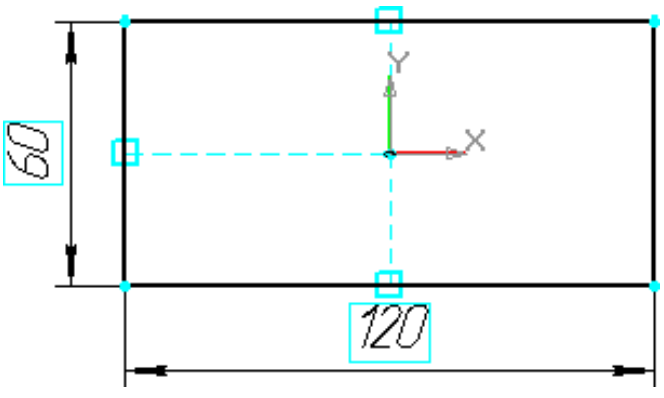


Рисунок 6.2

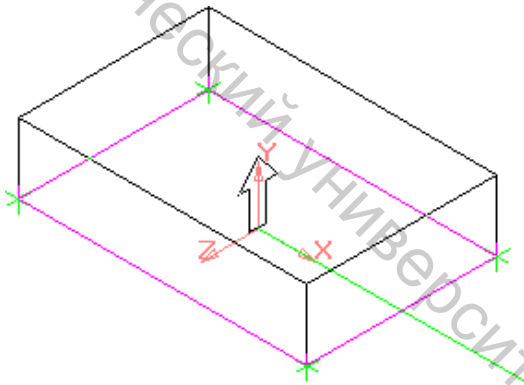


Рисунок 6.3

6.2 Построение эскиза выступа

Для построения второго эскиза следует выбрать плоскость фронтальной грани (рис. 6.4).

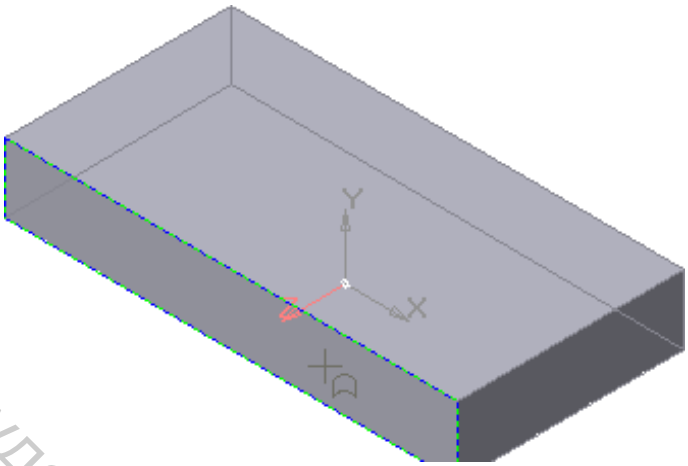


Рисунок 6.4

При построении эскиза следует придерживаться следующего плана:

1. Строим три отрезка, привязывая к кромке основания концы горизонтального отрезка. Затем устанавливаем взаимосвязь **Симметрия 2-х точек** (рис. 6.5).

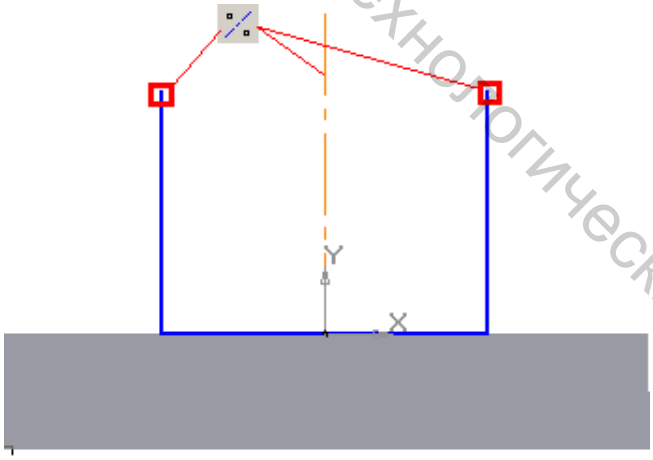


Рисунок 6.5

2. Используя привязку **Ближайшая точка**, строим дугу по 3 точкам (1-я и 3-я точки совпадают со вспомогательными точками, 2-я – произвольно) (рис. 6.6) и проставляем необходимые размеры (рис. 6.7). Вместо размера радиуса (R24) можно установить **Касание** дуги и одного из вертикальных отрезков.

Витебский государственный технологический университет

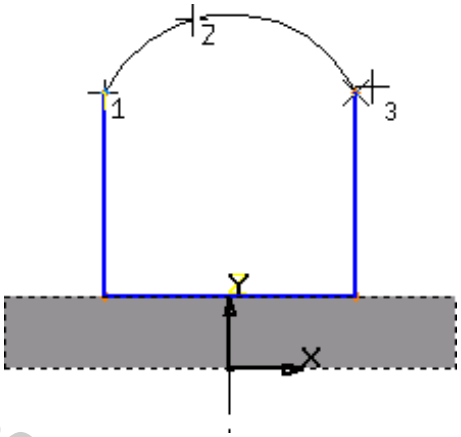


Рисунок 6.6

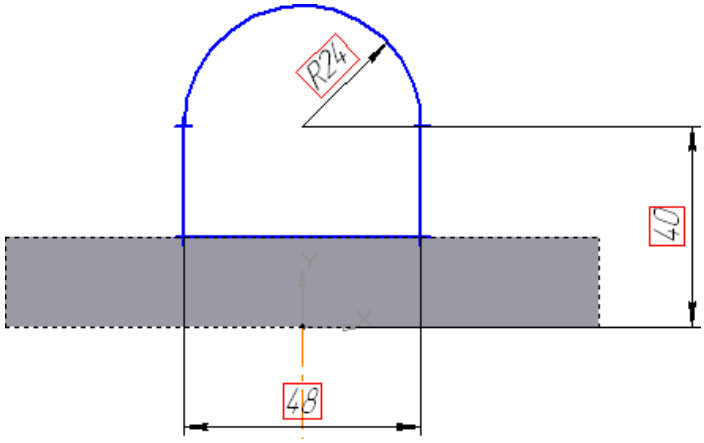


Рисунок 6.7

6.3 Изменение плоскости эскиза и выдавливание от средней плоскости

Построенный эскиз лежит в передней грани (рис. 6.8) и его положение нужно изменить. Переместим созданный эскиз во фронтальную плоскость системы координат (рекомендуется перемещать эскизы только в параллельных плоскостях). Для этого нужно щелкнуть правой кнопкой мышки по эскизу в *Дереве построения* и выбрать команду **Разместить эскиз** из контекстного меню. Затем указать в *Дереве построения Фронтальную плоскость* (**Плоскость ZX**) (рис. 6.9).

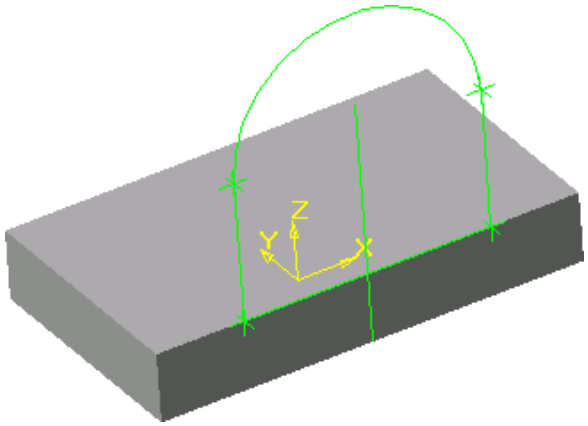


Рисунок 6.8

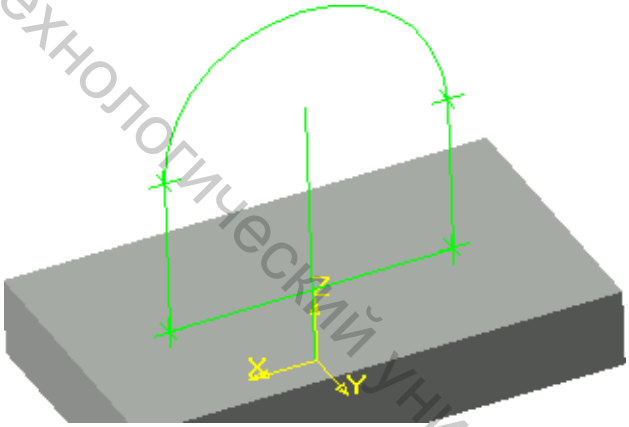


Рисунок 6.9

То, что эскиз находится в плоскости ZX, позволяет выдавливать его с использованием параметра Средняя плоскость. Следует указать тип построения **На расстояние**, **Расстояние – 40 мм** (рис. 6.10).

Витебский государственный технологический университет

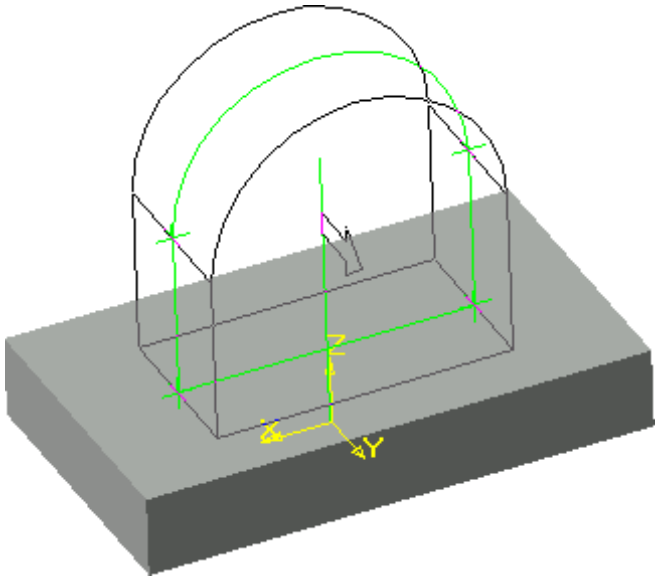


Рисунок 6.10

6.4 Отверстие

В качестве плоскости для эскиза следует выбрать фронтальную грань построенного выступа, и по команде **Операции/Эскиз** создать эскиз – окружность (**Инструменты – Геометрия – Окружности – Окружность**), центр которой совпадает с центром дуги (Глобальная привязка **Ближайшая точка**) (рис. 6.11), диаметр окружности – 35 мм.

Щелчком по кнопке выходим из режима редактирования эскиза и вводим команду **Операции – Вырезать – Выдавливанием**. Указываем Тип построения **Через все** и щелкаем по кнопке .

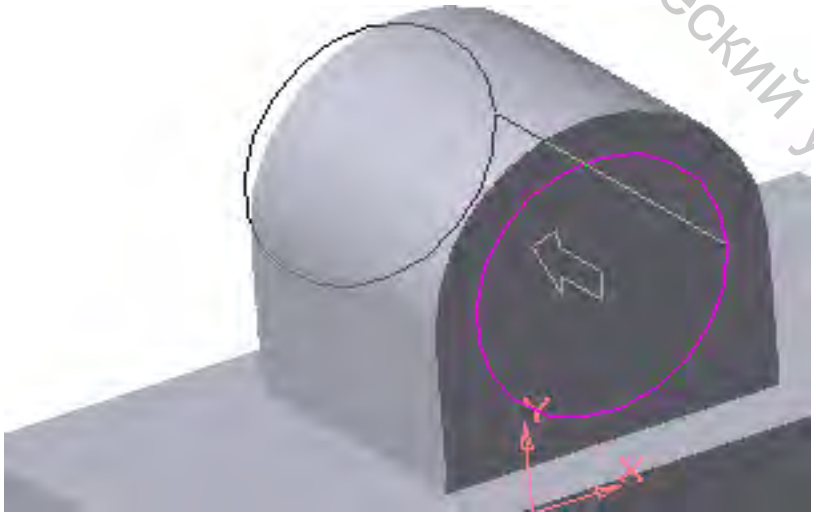


Рисунок 6.11

Витебский государственный технологический университет

6.5 *Выдавливание с ограничением* **До поверхности**

При выдавливании некоторых элементов рационально использовать тип ограничения **До поверхности**. Например, чтобы создать призматический выступ, показанный на рисунке 6.12.

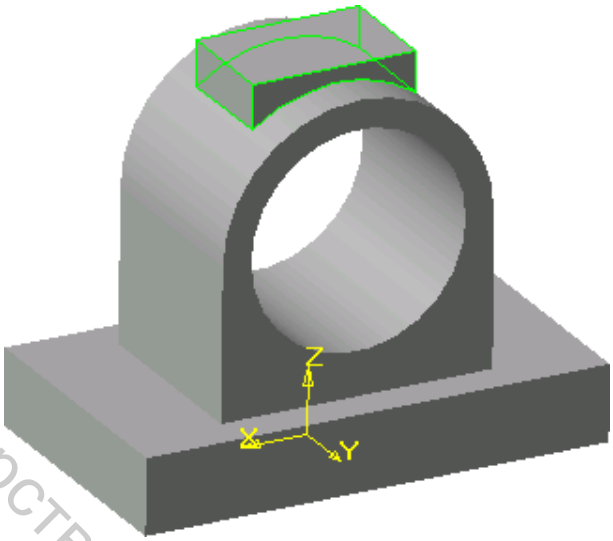


Рисунок 6.12

По команде **Операции/Плоскость/Смещенная** нужно создать вспомогательную плоскость (рис. 6.13). Во-первых, следует выделить «исходную плоскость» – в нашем случае это горизонтальная плоскость XY – и указать размер смещения – 70 мм.

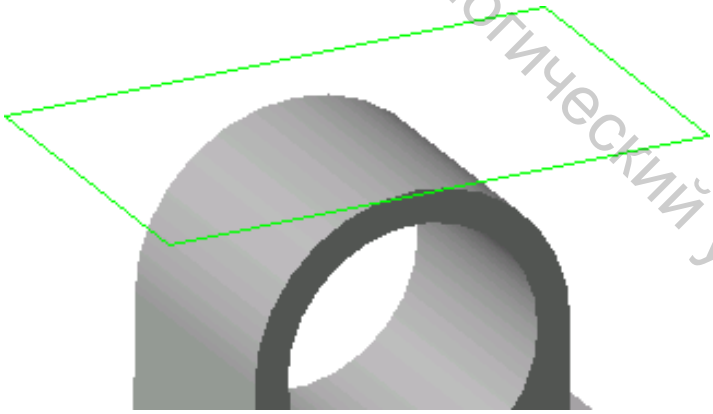


Рисунок 6.13

В построенной плоскости следует выполнить эскиз, представляющий собой прямоугольник, симметричный относительно двух осей (рис. 6.14). Построение аналогично построению эскиза основания.

Витебский государственный технологический университет

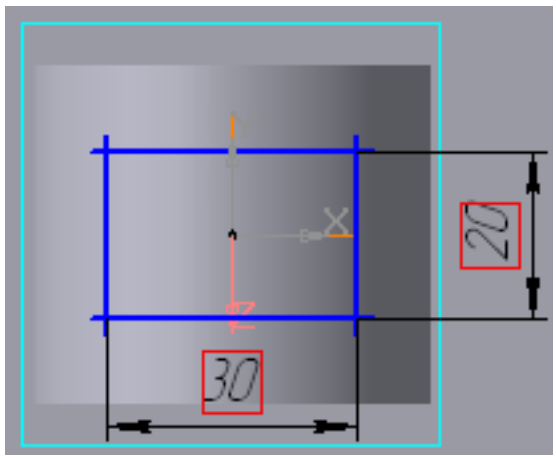


Рисунок 6.14

В Панели свойств нужно указать направление выдавливания **Обратное**, а способ построения – **До поверхности**. Поверхность, до которой будет «выдавливаться» элемент (цилиндрическая поверхность – рис. 6.15), нужно указать щелчком мыши.

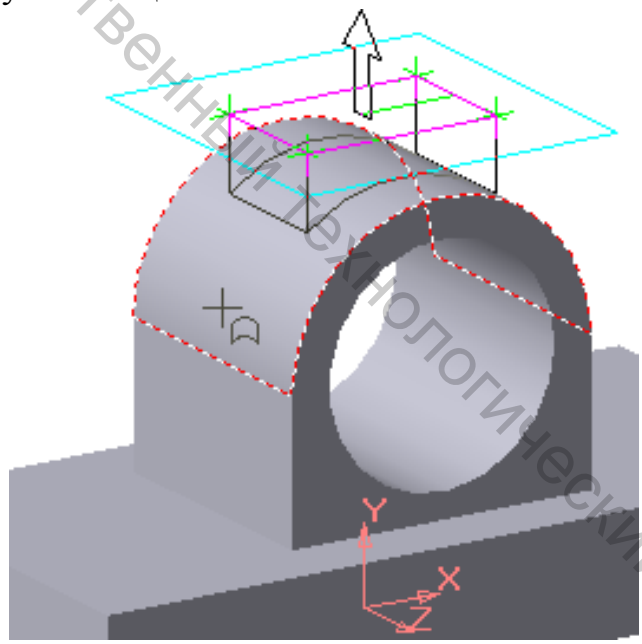


Рисунок 6.15

6.6 Построение ребра жесткости

Эскиз, на основе которого строится ребро жесткости, представляет собой отрезок, один конец которого касается цилиндрической поверхности выступа, другой – упирается в кромку основания (рис. 6.16).

Витебский государственный технологический университет

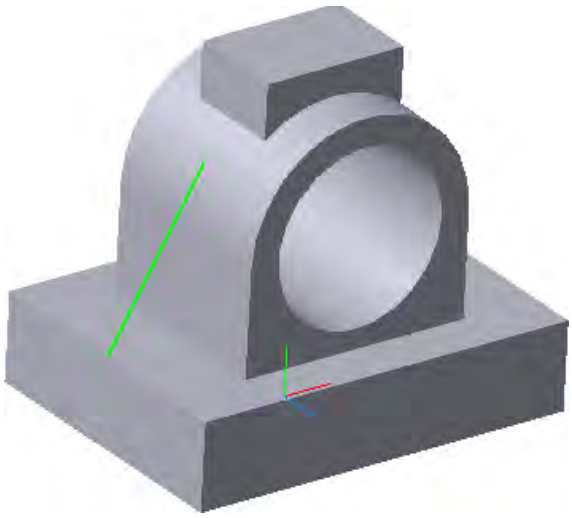


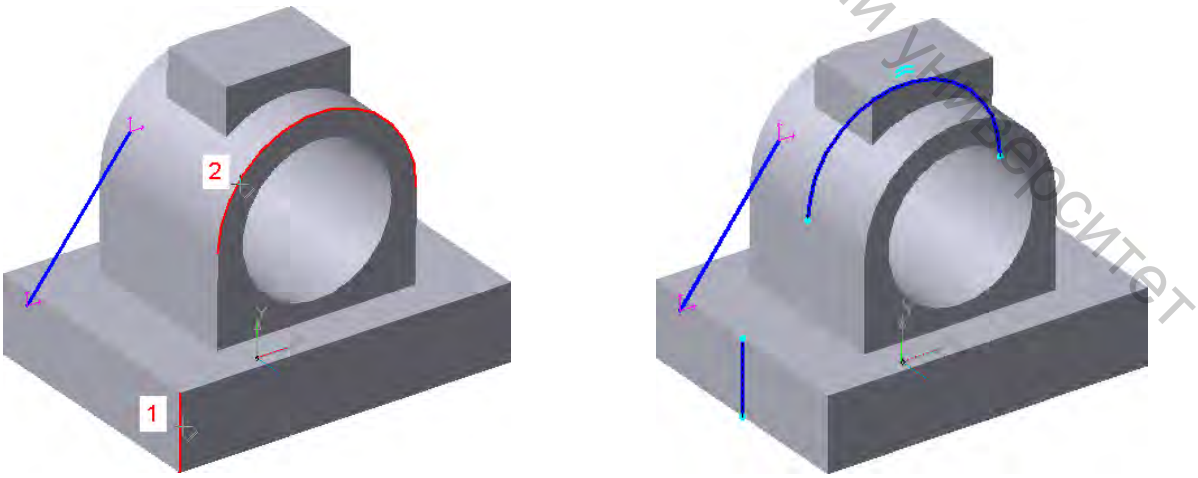
Рисунок 6.16

В качестве плоскости эскиза следует указать Плоскость ZX. Перейдя в режим редактирования эскиза (**Операции/Эскиз**), следует построить произвольный отрезок.

Однако наложить на отрезок необходимые взаимосвязи невозможно, т.к. КОМПАС позволяет задавать параметрические ограничения только между точками или линиями, ЛЕЖАЩИМИ В ОДНОЙ ПЛОСКОСТИ, а в плоскости эскиза требуемых для привязки отрезка объектов НЕТ.

В таких случаях следует прибегать к инструменту **Спроецировать объект** на панели **Геометрия** (в меню **Операции/Спроецировать объект**). После ввода команды следует последовательно щелкнуть по кромке основания (**1**) и по кромке цилиндрической поверхности (**2**) (рис. 6.17 а). Указанные объекты построятся в плоскости эскиза (рис. 6.17 б).

Для того чтобы спроецированные объекты не влияли на геометрию модели, изменим их стиль линии с *Основная* на *Тонкая*. Для этого выделим обе линии и выполним команду **Сервис/Изменить стиль.**



а б

Рисунок 6.17

Витебский государственный технологический университет

Чтобы однозначно определить отрезок в пространстве, следует наложить три ограничения: 1 – Точка на кривой, 2 – Объединение точек, 3 – Касание (рис. 6.18).

Для построения ребра используем команду **Ребро жесткости** на панели инструментов или в меню **Операции** – **Ребро жесткости.**

В *Панели свойств* на вкладке *Параметры* следует указать требуемое направление, на вкладке *Толщина* задать *Тип построения* **Средняя плоскость**, и толщину стенки (8 мм), затем – **Создать объект**.

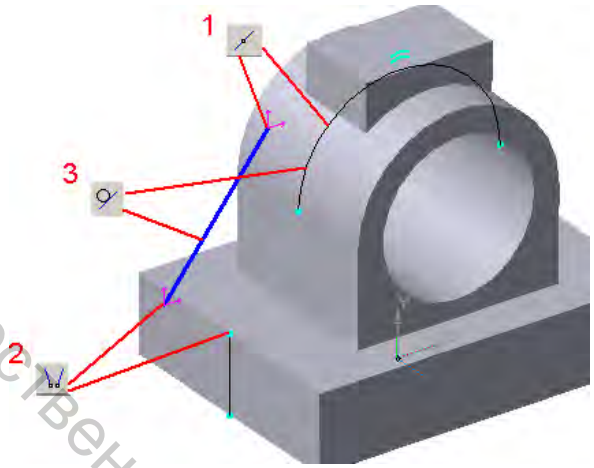


Рисунок 6.18

Второе ребро строится аналогично или можно воспользоваться командой **Зеркальный массив**.

6.7 Построение среза и выполнение Зеркального массива

Для построения среза нужно на верхней плоскости основания построить эскиз, содержащий три отрезка (концы привязаны к кромкам основания), и нанести размеры (рис. 6.19).

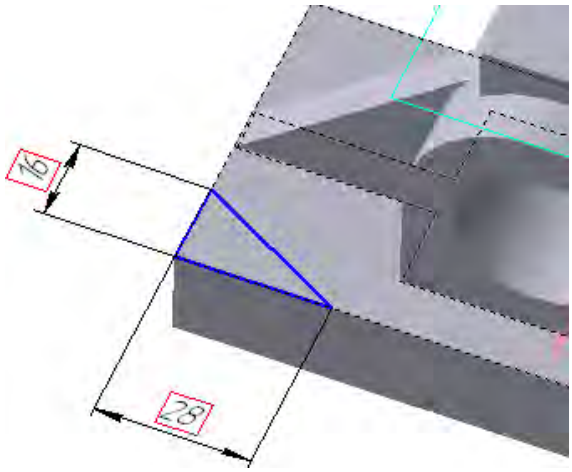


Рисунок 6.19

Витебский государственный технологический университет

Выйдя из режима редактирования эскиза нажимаем кнопку **Вырезать выдавливанием** и выполняем срез.

Для того чтобы зеркально отразить срез, используем команду  **Зеркальный массив** (**Операции/Зеркальный массив**).

После ввода команды нужно в *Дереве конструирования* указать плоскость симметрии (в нашем случае – плоскость ZY) и элементы, которые нужно отразить (срез и ребро) (рис. 6.20)

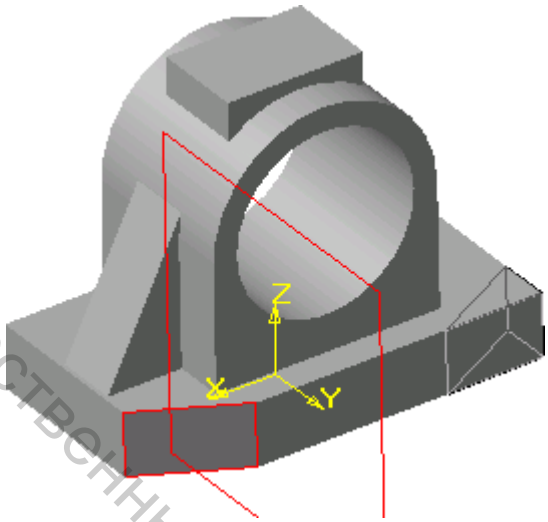


Рисунок 6.20

Витебский государственный технологический университет

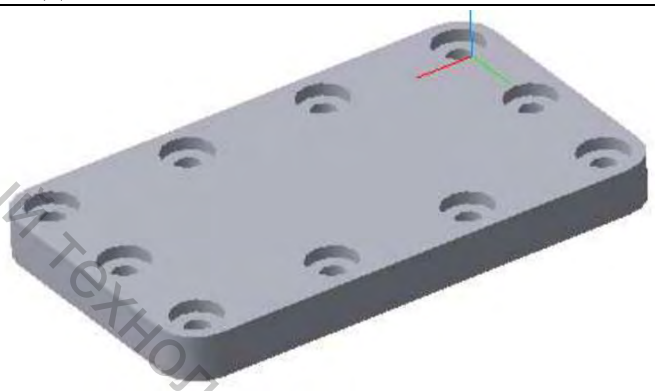
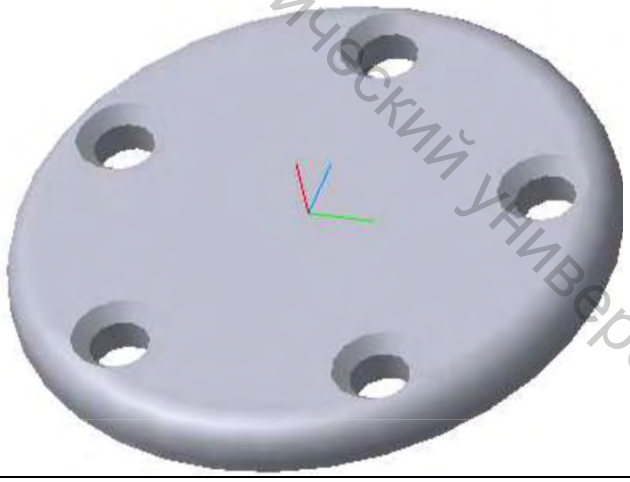
Задание 7. Построение детали «Крышка»

Цель: освоение инструментами по созданию массивов элементов, знакомство со встроенной библиотекой отверстий.

Приемы работы (умения)

1. Выполнение в детали отверстия заданной формы и размеров при помощи инструмента *Отверстие*.
2. Редактирование эскиза отверстия, задание положения отверстия.
3. Создание массива отверстий с помощью инструментов *Массив по сетке, Массив по концентрической сетке.*
4. Построение *скруглений* и *фасок* (задание ребер, граней).
5. Работа с деревом конструирования: откат модели с помощью *Указателя окончания построения модели*.
6. Создание элементов: *Вырезание вращением*.

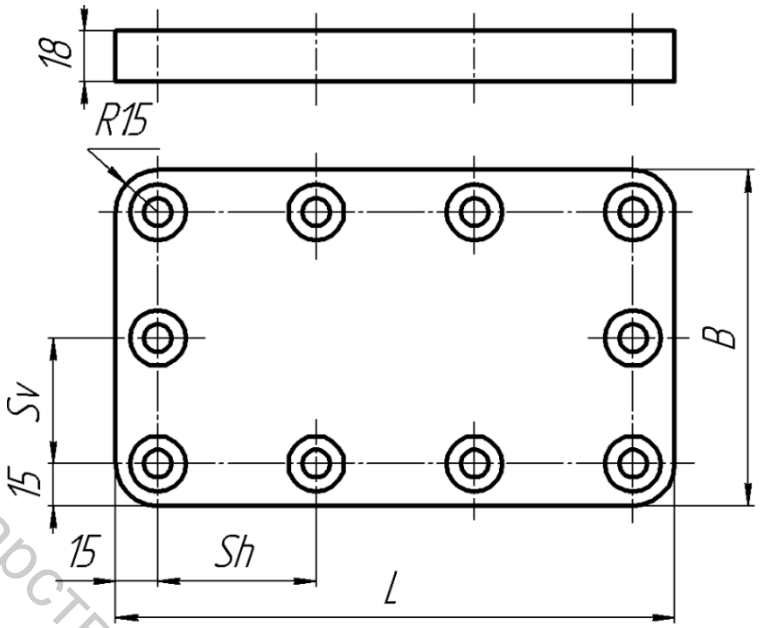
Таблица 7.1 – Содержание задания

Построить призматическую крышку. Размеры приведены в таблицах 7.2 и таблице 7.3	
Построить цилиндрическую крышку. Размеры приведены в таблице 7.4	

Витебский государственный технологический университет

Таблица 7.2 – Параметры призматической крышки

Размеры призматической крышки



Примечание: размеры ***Sh*** и ***Sv*** рассчитываются самостоятельно

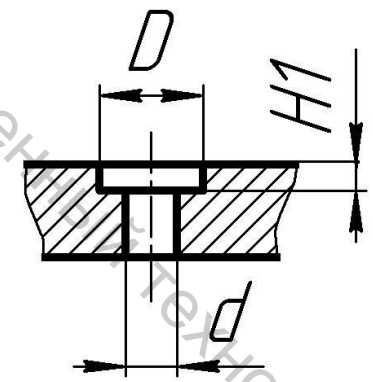
Вариант	L, мм	B, мм	Число отверстий по горизонтали	Число отверстий по вертикали
1	200	120	4	3
2	80	180	2	4
3	180	100	3	3
4	160	220	4	5
5	220	80	4	2
6	140	200	3	4
7	200	60	5	2
8	100	140	3	4
9	160	160	4	4
10	60	140	2	4
11	180	75	5	2
12	150	200	3	4
13	220	100	4	3
14	90	120	3	4
15	160	60	4	2
16	140	180	3	5
17	200	100	5	4
18	80	160	3	6
19	120	120	4	4

Витебский государственный технологический университет

Окончание таблицы 7.2

20	90	160	2	4
21	100	140	3	4
22	160	160	4	4
23	60	140	2	4
24	180	75	5	2
25	150	200	3	4
26	220	100	4	3
27	160	100	4	2
28	200	150	5	4
29	160	120	4	3
30	70	150	2	4

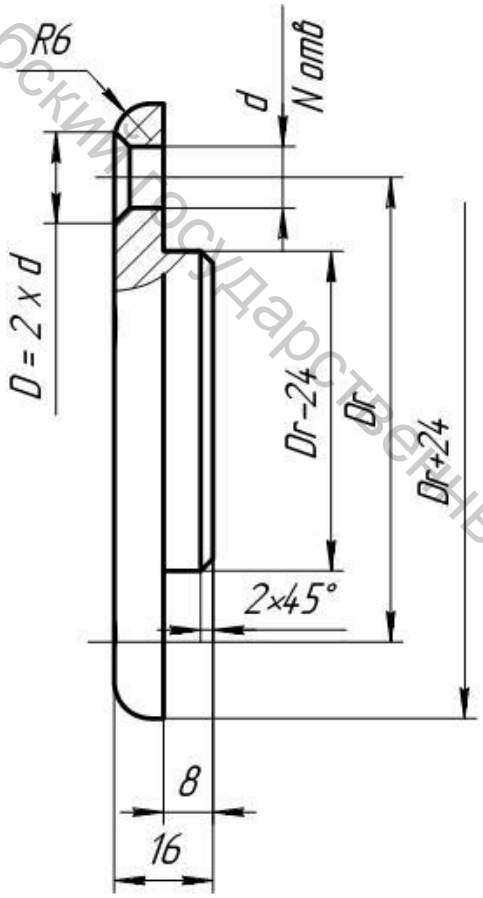
Таблица 7.3 – Размеры отверстия в призматической крышке



Вариант	d	D	H1
1, 11, 21	6	12	6
2, 12, 22	8	15	11
3, 13, 23	10	16	8
4, 14, 24	12	18	12
5, 15, 25	8	16	10
6, 16, 26	10	18	8
7, 17, 27	6	14	9
8, 18, 28	11	15	10
9, 19, 29	9	16	8
10, 20, 30	7	13	12

Витебский государственный технологический университет

Таблица 7.4 – Размеры цилиндрической крышки



Вари-ант	$D_г$	Кол-во отв., $N_{отв}$	Диаметр отверстий, d
1	100	4	10
2	150	6	6
3	120	5	7
4	230	7	6
5	175	4	8
6	110	3	10
7	200	5	9
8	195	6	6
9	125	4	9
10	170	6	7
11	225	7	6
12	155	6	6
13	105	4	8
14	210	5	10
15	145	4	9
16	190	6	8
17	130	3	10
18	180	6	7
19	145	5	9
20	160	4	10
21	205	6	6
22	235	6	7
23	250	7	6
24	165	6	8
25	220	8	5
26	240	7	7
27	110	3	10
28	185	5	4
29	135	4	10
30	215	7	6

Витебский государственный технологический университет

Таблица 7.5 – Критерии оценки

Оценка	4	5	6	7	8	9-10
Построена призматическая крышка, выполнен массив	+					
Построена цилиндрическая крышка	+	+				
Обе крышки построены полностью. Ошибок нет	+	+	+			
Все эскизы параметризованы	+	+	+	+		
Выполнено частично дополнительное задание	+	+	+	+	+	
Выполнено полностью дополнительное задание	+	+	+	+	+	+

Методические указания к выполнению задания 7

Для создания эскиза для основания крышки следует выбрать горизонтальную плоскость (Плоскость XY), построить прямоугольник и выполнить выдавливание на заданную высоту (**Операция выдавливания).**

7.1 Построение отверстия

Для создания отверстия следует щелчком мыши выделить плоскость (рис. 7.1), перпендикулярную оси отверстия, а затем выбрать команду **Отверстие** на панели **Элементы** или в меню – **Операции/Отверстие**.

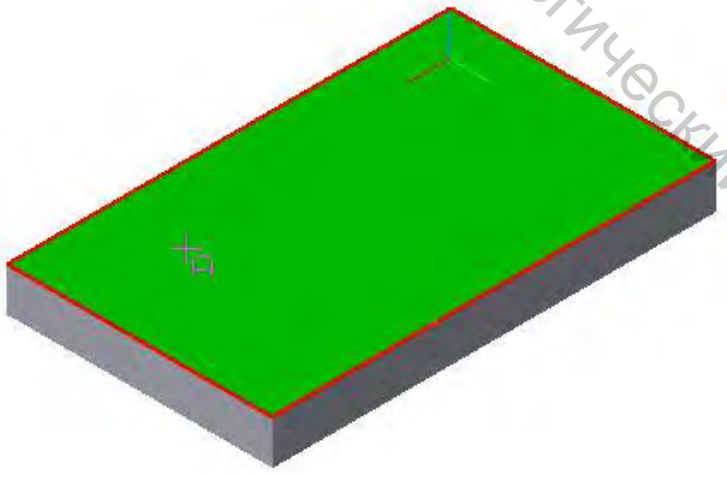


Рисунок 7.1

На экране появится *Панель свойств* отверстия (рис. 7.2) с активным диалогом *Выбор отверстия* (рис.7.3).

Витебский государственный технологический университет

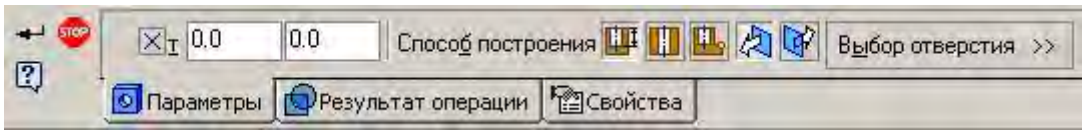


Рисунок 7.2

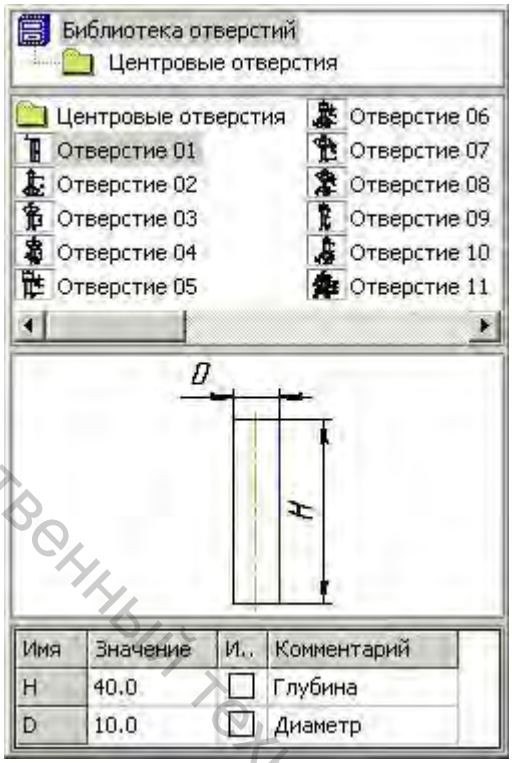


Рисунок 7.3 – Панель свойств отверстия

Для построения отверстия следует выбрать отверстие с цековкой (**Отверстие 05**), выбрать в *Панели свойств* способ построения **Через все** и указать в соответствии с вариантом размеры **d, D** и **H1.** Для окончания построения следует **Создать объект,** щелкнув по кнопке .

7.2 Задание положения отверстия

Построенное отверстие располагается на детали произвольно (возможно даже не пересекая ее полностью). Для того чтобы задать определенное положение отверстия, следует редактировать эскиз отверстия по команде **Операции/Эскиз**, выделив его в *Дереве построения* или используя контекстное меню (после щелчка правой кнопкой мыши).

В режиме редактирования эскиза отверстие условно изображается знаком ⊠. Нужно мышкой переместить отверстие на деталь и проставить размеры положения отверстия относительно вершины основания (от начала

Витебский государственный технологический университет

координат). После этого следует выйти из режима редактирования эскиза (**Операции/Эскиз)**.

7.3 Создание прямоугольного массива отверстий (по сетке)

Для создания массива отверстий следует выделить это отверстие в *Дереве построения*.

Прямоугольный массив элементов строится по команде **Массив по сетке** (в меню – **Операции/Массив элементов/По сетке**).

Панель свойств (рис. 7.4) для построения прямоугольного массива содержит параметры построения в **2** направлениях, которые определяются **Осью 1** и **Осью 2.**

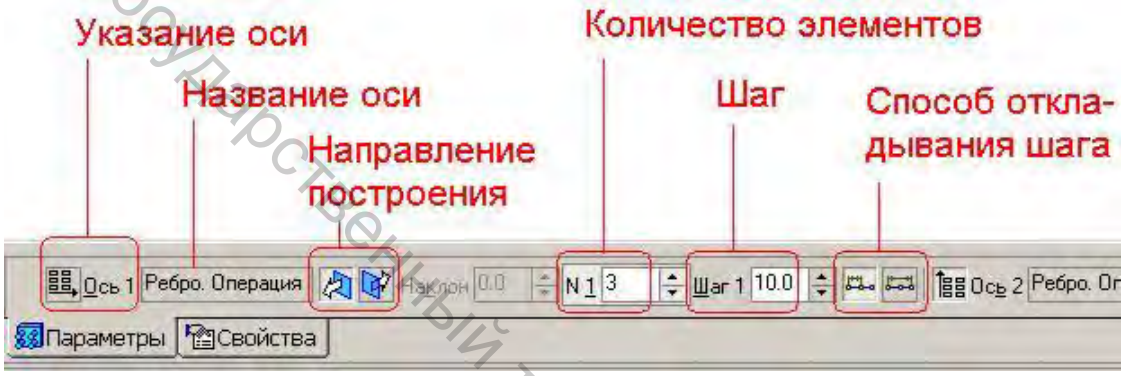


Рисунок 7.4

В качестве осей, определяющих направление «сетки» массива, можно использовать любые непараллельные кромки детали. По умолчанию за **Ось 1** принимается ось **X** эскиза, а за **Ось 2** – ось **Y**.

При изменении параметров построения массива в графической области будет отображаться «фантом» будущих отверстий (рис. 7.5).

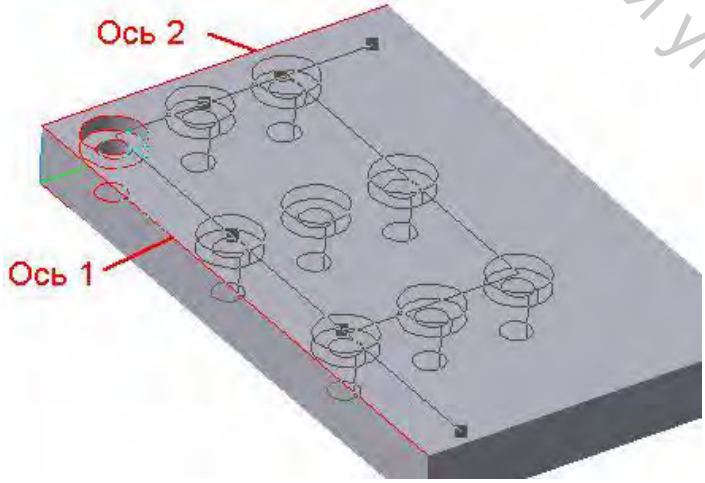


Рисунок 7.5

Витебский государственный технологический университет

Следует попробовать задавать разные оси и различные параметры построения в каждом из направлений, чтобы освоить принцип создания прямоугольного массива.

Окончательно нужно задать требуемое количество отверстий и подобрать (рассчитать) шаг в **соответствии с вариантом** (так, чтобы расстояние от крайних отверстий до кромок было **15 мм**), включить опцию **Удалять копии внутри сетки** и щелкнуть по кнопке **Создать объект**.

7.4 Создание скруглений

Скругления выполняются по команде **Скругление** (**Операции/Сругление**). Затем следует задать в *Панели свойств* радиус скругления (**15 мм**) и мышкой последовательно указать кромки детали, которые нужно скруглить.

Чтобы указать невидимые кромки детали, можно повернуть модель (**Повернуть**) или включить режим отображения модели **Каркас** (рис. 7.6). Для окончания построения следует щелкнуть по кнопке **Создать объект**.

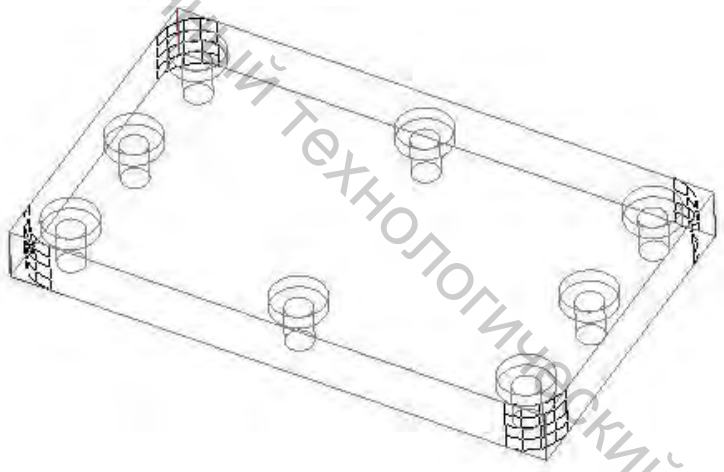


Рисунок 7.6

7.5 Построение цилиндрической крышки

Для построения основания следует выбрать профильную плоскость (**Плоскость ZY**) и создать в ней новый эскиз (**Операции/Эскиз**).

Эскиз основания представляет собой окружность с центром в начале координат и диаметром **Dr+24**.

Далее, выбрав операцию выдавливания (**Операции/Операция/Выдавливания**), следует указать толщину крышки (**Расстояние 1**) равной **16** мм и получить цилиндр (рис. 7.7).

Витебский государственный технологический университет

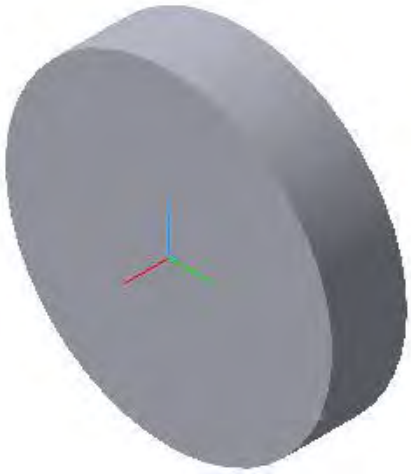


Рисунок 7.7

Для создания цилиндрической поверхности крышки, которая входит в закрываемое отверстие, следует создать эскиз на «задней» торцевой поверхности.

Эскиз будет состоять из двух окружностей: одна – диаметром Dr-24, вторая окружность представляет собой кромку крышки (рис. 7.8).

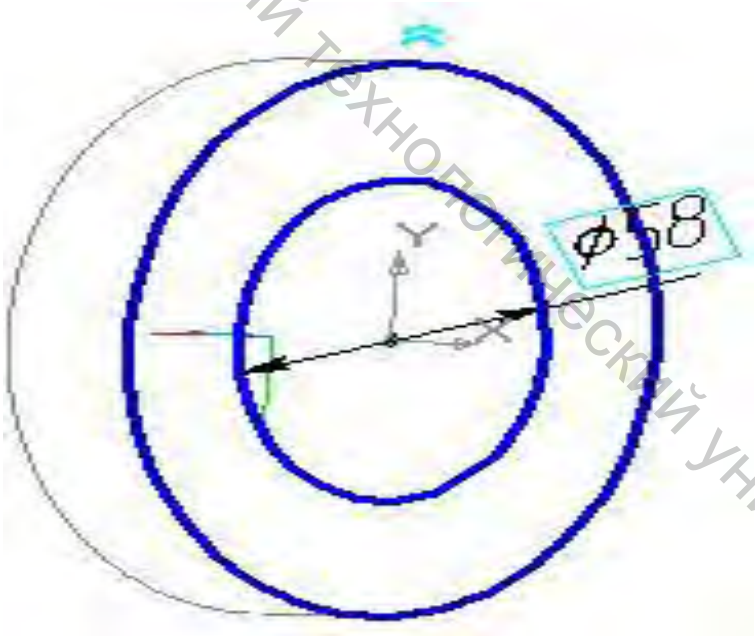


Рисунок 7.8

Когда эскиз готов, нужно воспользоваться операцией вырезания (**Операции/Вырезать/Выдавливанием**).

В *Панели свойств* нужно указать глубину выреза (**Расстояние 1**) равной **8 мм** и создать вырез.

Витебский государственный технологический университет

Далее, аналогично отверстию в призматической крышке, выполняется отверстие. Для создания отверстия следует выбрать торцевую плоскость крышки. В появившейся *Панели свойств* нужно указать тип построения **Через все** и в библиотеке отверстий выбрать **Отверстие 3**, указать диаметр отверстия d и диаметр зенковки, равный D = 2 x d. Для окончания построения следует щелкнуть по кнопке **Создать объект**.

Чтобы изменить положение отверстия, следует редактировать эскиз. Для этого нужно выделить эскиз в *Дереве построения* и задать команду **Операции/Эскиз** или воспользоваться контекстным меню (после щелчка правой кнопкой мыши).

В эскизе отверстия следует построить осевой линией окружность диаметром **Dr**. Вдоль этой окружности будут располагаться отверстия для винтов. Затем нужно воспользоваться взаимосвязью **Точка на кривой** (**Инструменты/Параметризация/Точки/Точка на кривой**) (рис. 7.9).

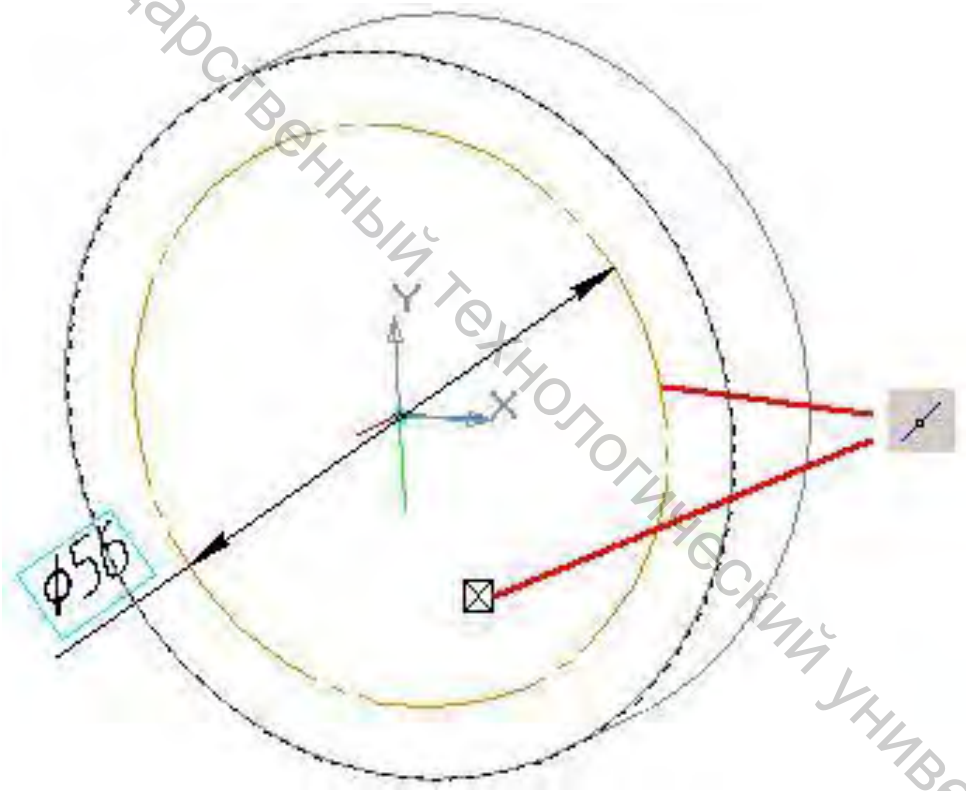


Рисунок 7.9

Чтобы задать вполне определенное положение отверстия на окружности, нужно «выровнять» точку относительно центра крышки (взаимосвязь **Инструменты/Параметризация/Точки/Выровнять точки по горизонтали**). После этого следует выйти из режима редактирования эскиза (**Операции/Эскиз)**. Результат построения показан на рисунке 7.10.

Витебский государственный технологический университет



Рисунок 7.10

7.6 Создание массива отверстий, расположенных на окружности (по концентрической сетке)

Для создания массива отверстий следует выделить отверстие в *Дереве построений* и задать команду **Массив по концентрической сетке** (**Операции/Массив элементов/По концентрической сетке**). *Панель свойств* содержит следующие параметры создания массива (рис. 7.11).

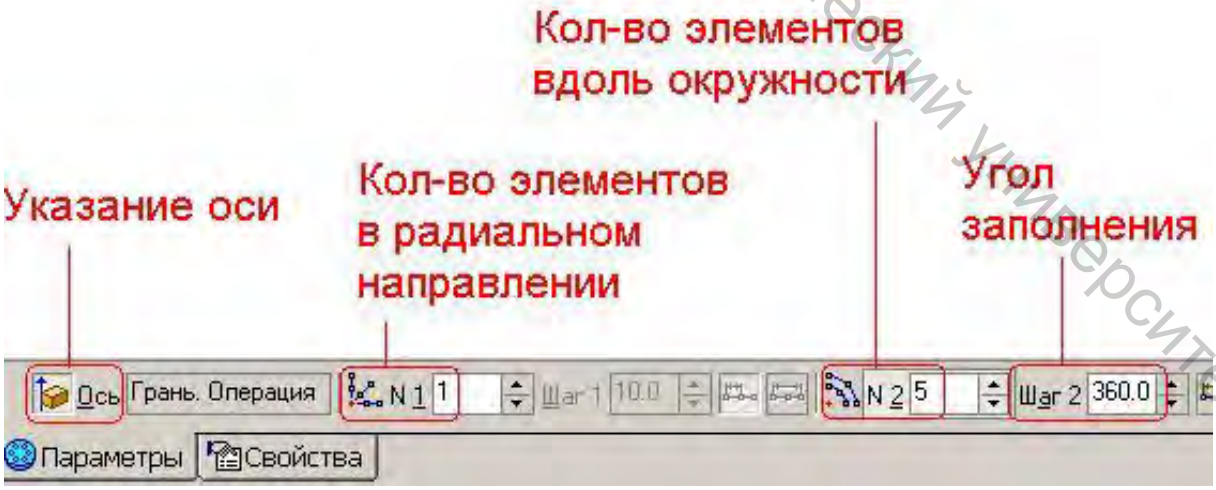


Рисунок 7.11

Витебский государственный технологический университет

В качестве оси массива можно использовать ось, созданную на панели *Вспомогательной геометрии,* или ось любой цилиндрической поверхности. В нашем случае следует указать ось массива щелчком мыши по цилиндрической поверхности крышки (рис. 7.12).

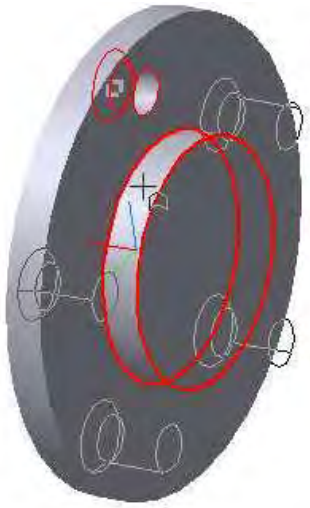


Рисунок 7.12

Чтобы отверстия равномерно располагались вдоль окружности, следует установить угол заполнения (360º) и опцию **Шаг между крайними экземплярами**. Для окончания построения следует щелкнуть по кнопке **Создать объект**.

7.7 Построение фасок и скруглений

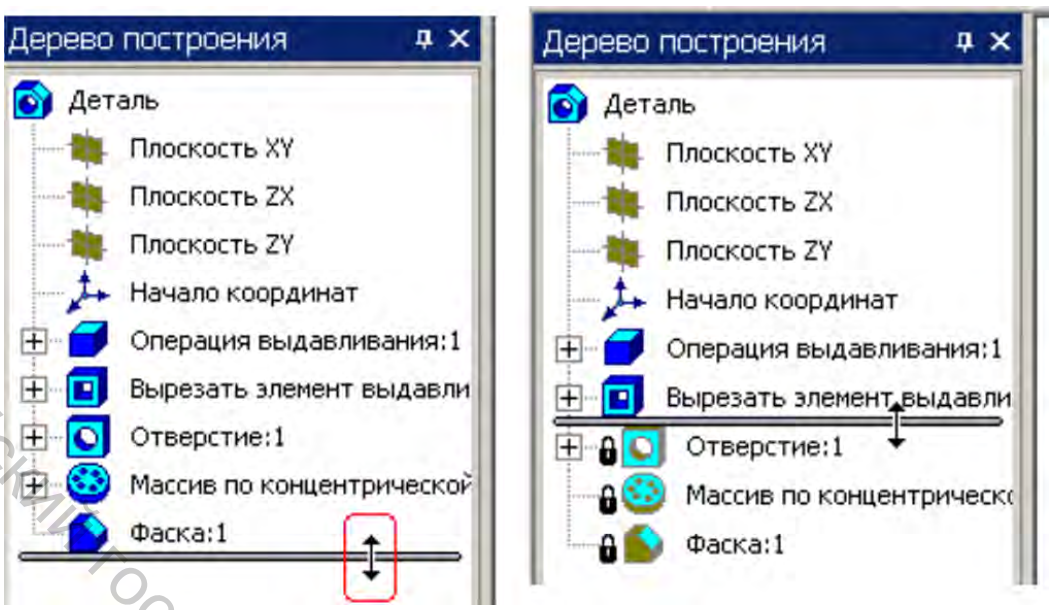
Фаски строятся по команде **Операции/Фаски**. Затем следует мышкой указать кромку, на которой строится фаска, и задать размер фаски в *Панели свойств*.

Для построения скругления нужно задать команду **Операции/Скругление** и выделить поверхность (или кромки), которые нужно скруглить. Для окончания построения следует щелкнуть по кнопке **Создать объект**.

7.8 Использование отката модели

Выполним скругление внешней торцевой поверхности крышки. Для того, чтобы отверстия не повлияли на построение, используем откат модели в более раннее состояние – до построения отверстия. Для этого нужно мышкой переместить *Указатель окончания построений* до отверстия (рис. 7.13).

Витебский государственный технологический университет

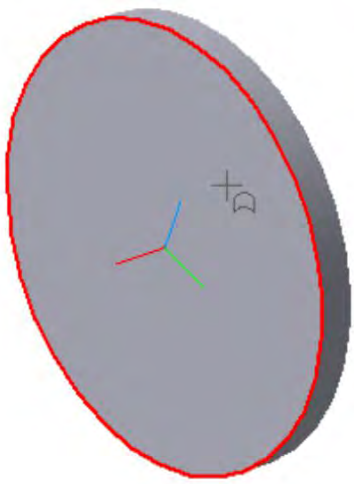


без отката с откатом

Рисунок 7.13

В состоянии отката вновь создаваемые элементы вставляются в позицию *Указателя окончания построений*.

Выполнив скругление (**Сругление 1**) торцевой грани (рис. 7.14) и вернув *Указатель окончания построений* в конец *Дерева построений* (рис. 7.15), получаем, что отверстия были выполнены после скругления (рис. 7.16).



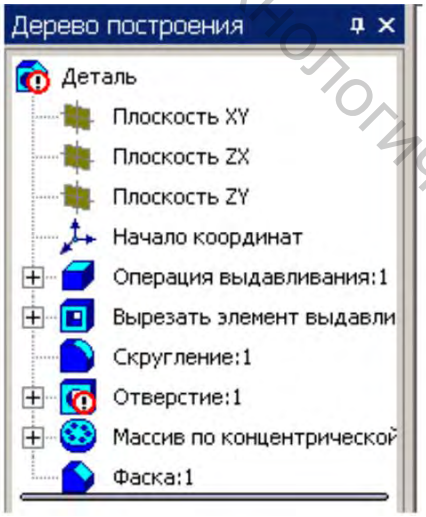




Рисунок 7.14 Рисунок 7.15 Рисунок 7.16

Если геометрия модели не перестроилась автоматически, для перестроения модели используем команду **Вид/Перестроить.**

Витебский государственный технологический университет

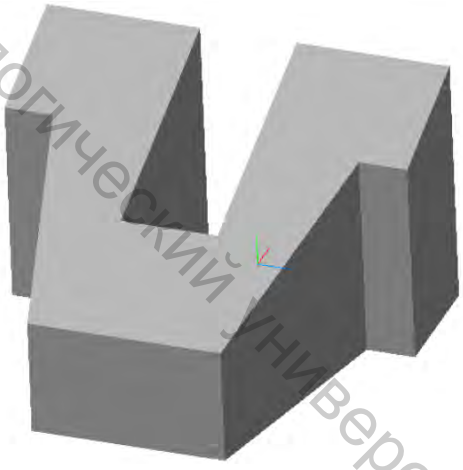
Задание 8. Построение детали со срезами

Цель работы: приобретение навыков членения формы детали на элементы.

Приемы работы (умения)

1. Разделение формы детали на элементы, выработка последовательности выполнения модели, с учетом схемы простановки размеров.
2. Создание элементов, симметричных относительно плоскости при помощи направления построения *Средняя плоскость*.
3. Создание элементов, симметричных относительно плоскости при помощи симметрии в эскизах. Операция *Зеркальный массив*.
4. Инструменты *Сечение поверхностью, Сечение по эскизу.*

Таблица 8.1 – Содержание задания

Разделить форму заданной детали на элементы. Разработать последовательность построения детали. Согласовать последовательность с преподавателем. Деталь задана в таблице 8.2	
Построить параметризованную модель детали, строго соблюдая размерную схему, заданную чертежом	

Построить параметризованную модель детали, строго соблюдая размерную схему, заданную чертежом.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 8.2 – Номера заданий для построения модели

Вариант	Номер задания	Вариант	Номер задания
1	1_01	16	1_43
2	1_02	17	1_45
3	1_03	18	1_46
4	1_06	19	1_47
5	1_08	20	1_48
6	1_10	21	1_49
7	1_11	22	1_50
8	1_15	23	1_51
9	1_17	24	1_52
10	1_22	25	1_53
11	1_31	26	1_54
12	1_34	27	1_55
13	1_37	28	1_56
14	1_38	29	1_57
15	1_42	30	1_60

Задание следует взять из 1-го раздела **«Практикума по инженерной графике. Построение изображений. Часть 1»**. Задание представляет собой два вида предмета – спереди (главный) и сверху. Указаны размеры предмета.

Для удобства можно использовать пример построения модели в каталоге **МОДЕЛИ К Заданию 8**, открыв соответствующий документ. В примере модель представлена «без истории» построения.

Таблица 8.3 – Критерии оценки

Оценка	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9-10**
Модель построена полностью	+					
Для построения элементов использовались параметризованные эскизы	+	+				
Модель перестраивается без ошибок	+	+	+			
Выполнено полностью или частично дополнительное задание (2-я модель)	+	+	+	+		
2-я модель выполнена полностью	+	+	+	+	+	
2-я модель перестраивается без ошибок	+	+	+	+	+	+

Витебский государственный технологический университет

Методические указания к выполнению задания 8

8.1 Членение «тела» детали на элементы

Моделирование начинается с тщательного анализа формы детали. В процессе анализа выполняют:

1. Разделение «тела» детали на элементы.
2. Выбор положения начала координат.
3. Определение последовательности построения элементов.
4. Выбор плоскости эскиза для каждого элемента.
5. Выявление возможности копирования одинаковых элементов.

Например, для детали (рис. 8.1) нужно построить 7 элементов: плиту, втулку, ребро слева, ребро справа, отверстие во втулке, одно отверстие в плите, массив отверстий в плите.



Рисунок 8.1

При членении детали на элементы следует стремиться к максимальному упрощению отдельных элементов. Эскизы, на основе которых строится модель, должны представлять собой простые геометрические фигуры.

Не следует строить с помощью одной операции несколько элементов сразу, даже если геометрически это возможно. Например, как у детали на рисунке 8.2 а.

Во втором случае (рис. 8.2 б) простота эскизов и содержание *Дерева построений* упрощает создание и редактирование модели. Кроме этого, во втором случае, модель допускает изменение порядка выполнения элементов, что при изменении формы детали позволит не переделывать модель полностью.

Витебский государственный технологический университет



а б

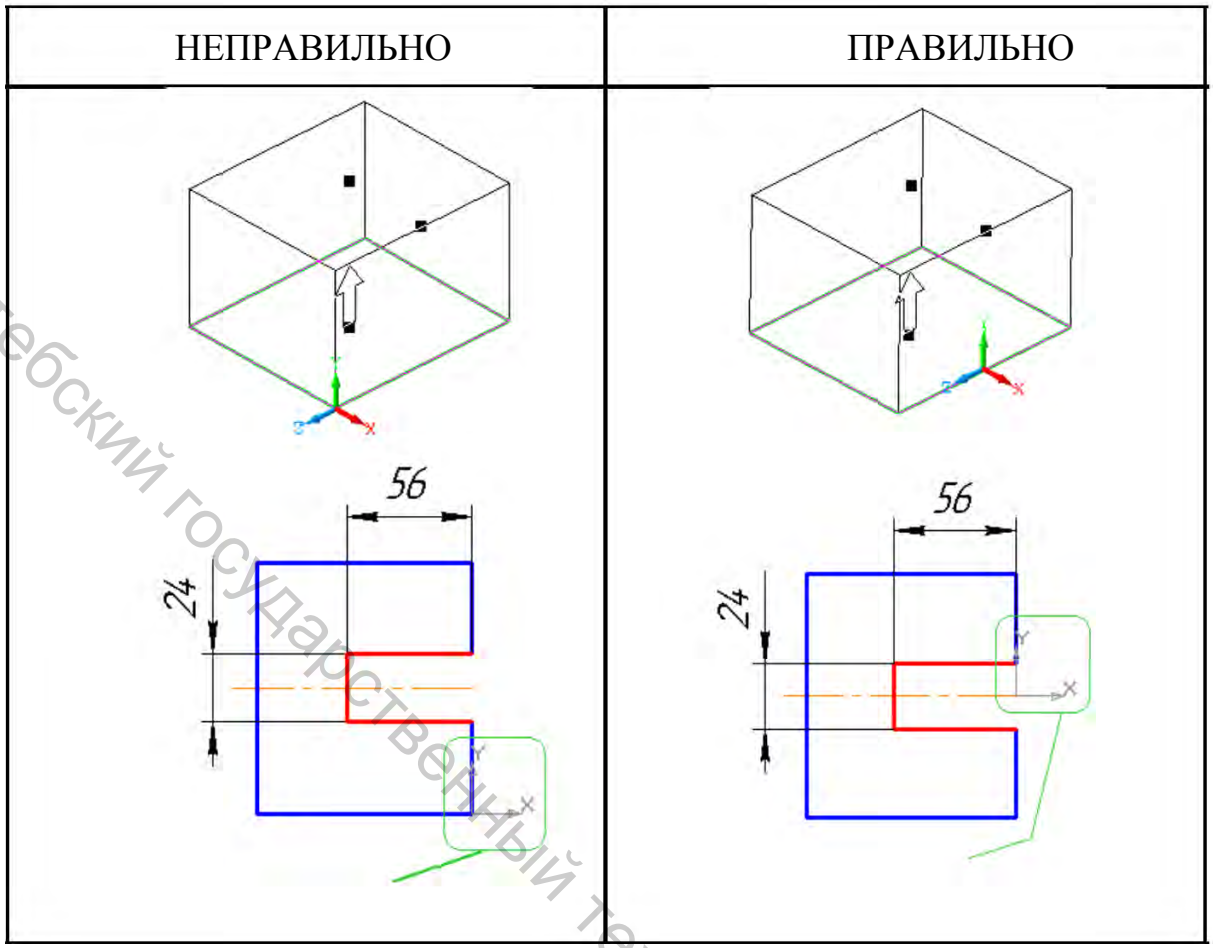
Рисунок 8.2

8.2 Выбор положения начала координат

Правильный выбор положения начала координат относительно будущей модели позволяет значительно упростить моделирование. Прежде всего, это проявляется при создании симметричных элементов.

Например, при создании паза, положение которого задается осью симметрии детали (рис. 8.3). На рисунке 8.3 а основание было создано так, что начало координат оказалось «в углу» детали. Возникла проблема: *как задать положение оси паза?* Если проставить дополнительный размер, определяющий положение паза относительно начала координат или кромок детали, то это будет противоречить размерной схеме. Кроме этого, при изменении размеров основания, паз будет оставаться на месте, и симметрия будет нарушена. На рисунке 8.3 б основание детали изначально было построено симметрично относительно начала координат и при построении паза проблем с привязкой оси симметрии не возникнет.

Витебский государственный технологический университет



а б

Рисунок 8.3

При конструировании детали, у которой есть одна или более плоскостей симметрии (симметрия используется в схеме нанесения размеров) нужно, чтобы начало координат находилось в плоскости симметрии или в месте пересечения плоскостей симметрии детали.

Для этого следует использовать симметрию в эскизах и способ построения С*редняя плоскость*.

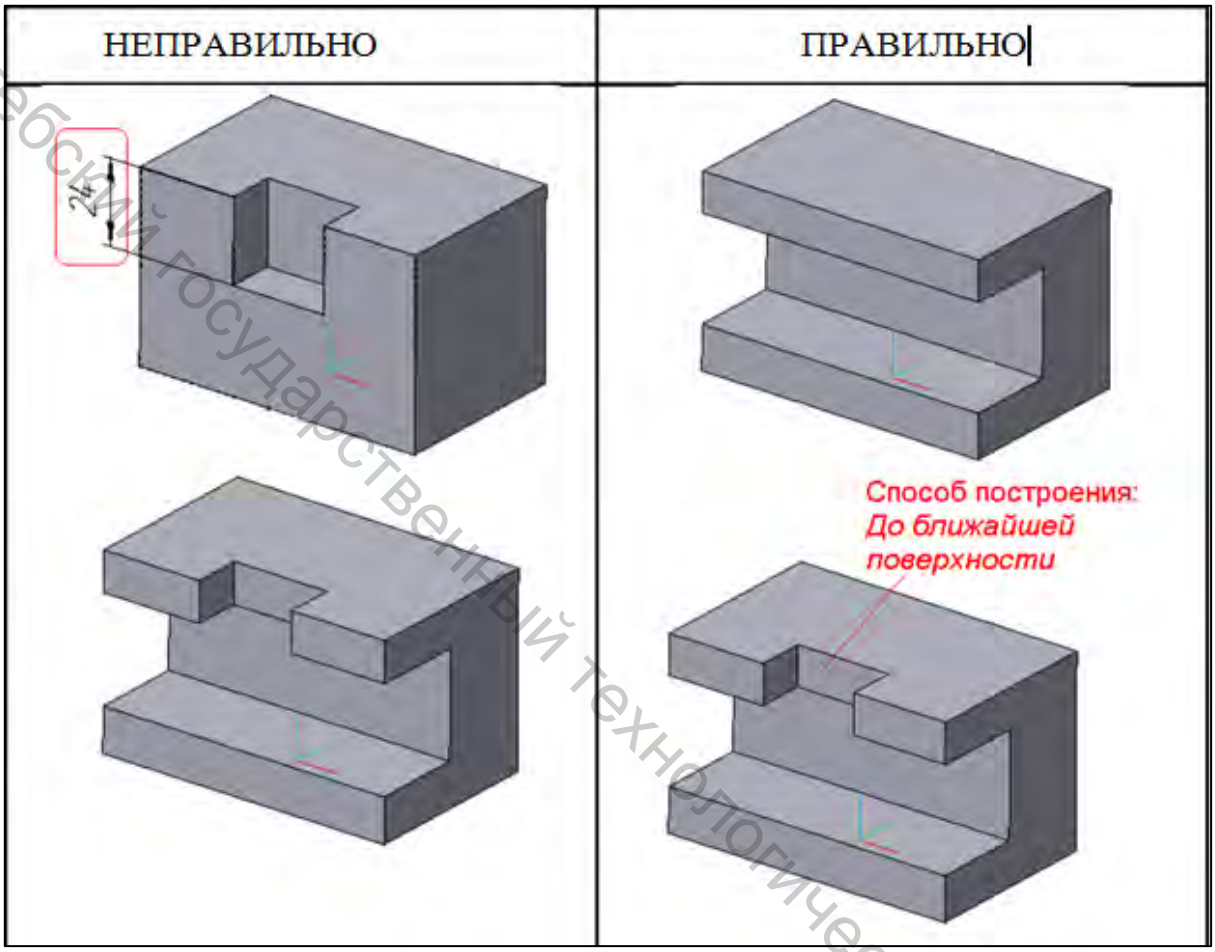
8.3 Последовательность построения элементов

Последовательность построения элементов чаще всего очевидна для конструктора: невозможно выполнить отверстие в плите, если плита еще не создана. Однако в некоторых случаях от последовательности построения может зависеть форма детали. Общим принципом организации последовательности конструирования является следующее **правило**: сначала создаются элементы (основания, бобышки, ребра) с использованием «приклеивания» материала. Во вторую очередь создаются

Витебский государственный технологический университет

элементы (пазы, отверстия, фаски) с использованием «вырезания» материала.

При конструировании детали последовательность создания элементов должна не только обеспечивать геометрию модели, но и отвечать логическим взаимосвязям между элементами. Например, при выполнении двух пазов на рисунке 8.4.



а б

Рисунок 8.4

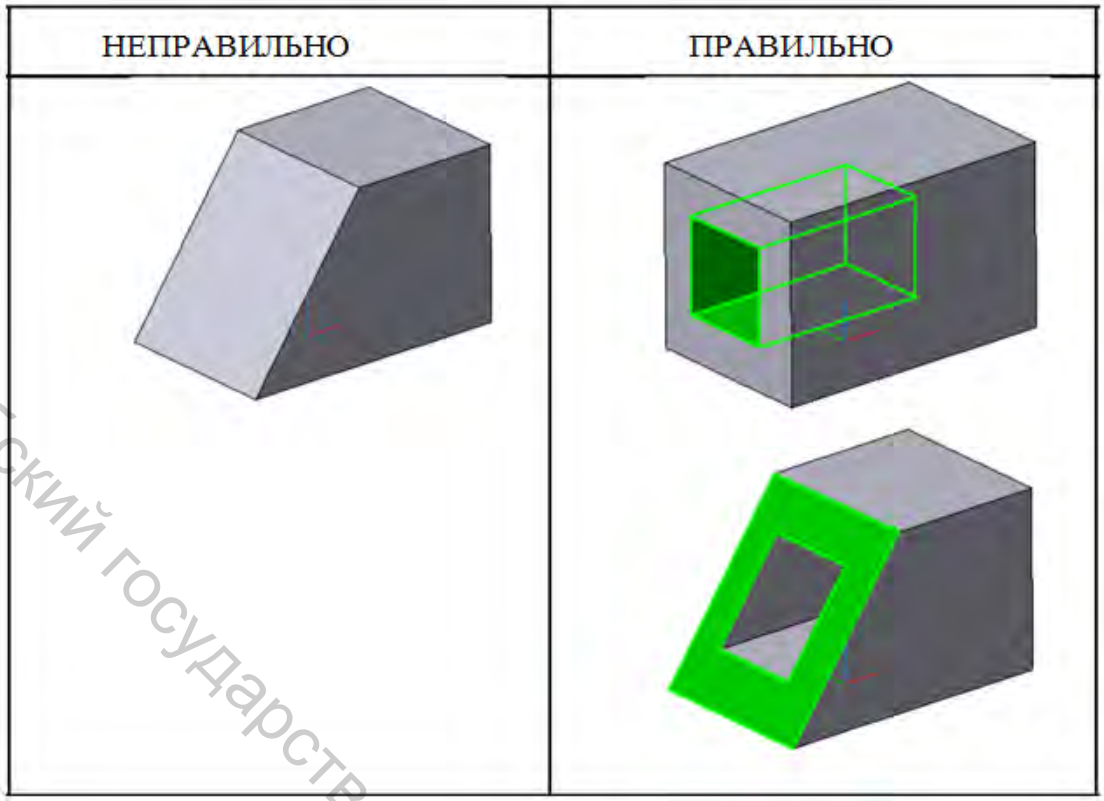
При выполнении вертикального паза вынужденно использовался тип построения *На расстояние*.

Размер «24» – «лишний» и при редактировании форма детали может быть перестроена неверно!

В этом случае вертикальный паз логически связан с горизонтальным пазом.

При определении последовательности создания элементов следует также учитывать, что при выполнении некоторых элементов разрушаются поверхности, которые должны использоваться для построения других элементов. Например, при построении детали (рис. 8.5) срез нужно выполнять после построения призматической полости.

Витебский государственный технологический университет



а б

Рисунок 8.5

После выполнения среза *Отсутствует плоскость эскиза для создания призматической полости.*

Это требует лишних операций по созданию вспомогательной плоскости.

8.4 Выбор плоскости эскиза

В качестве плоскости эскиза для элемента следует выбирать:

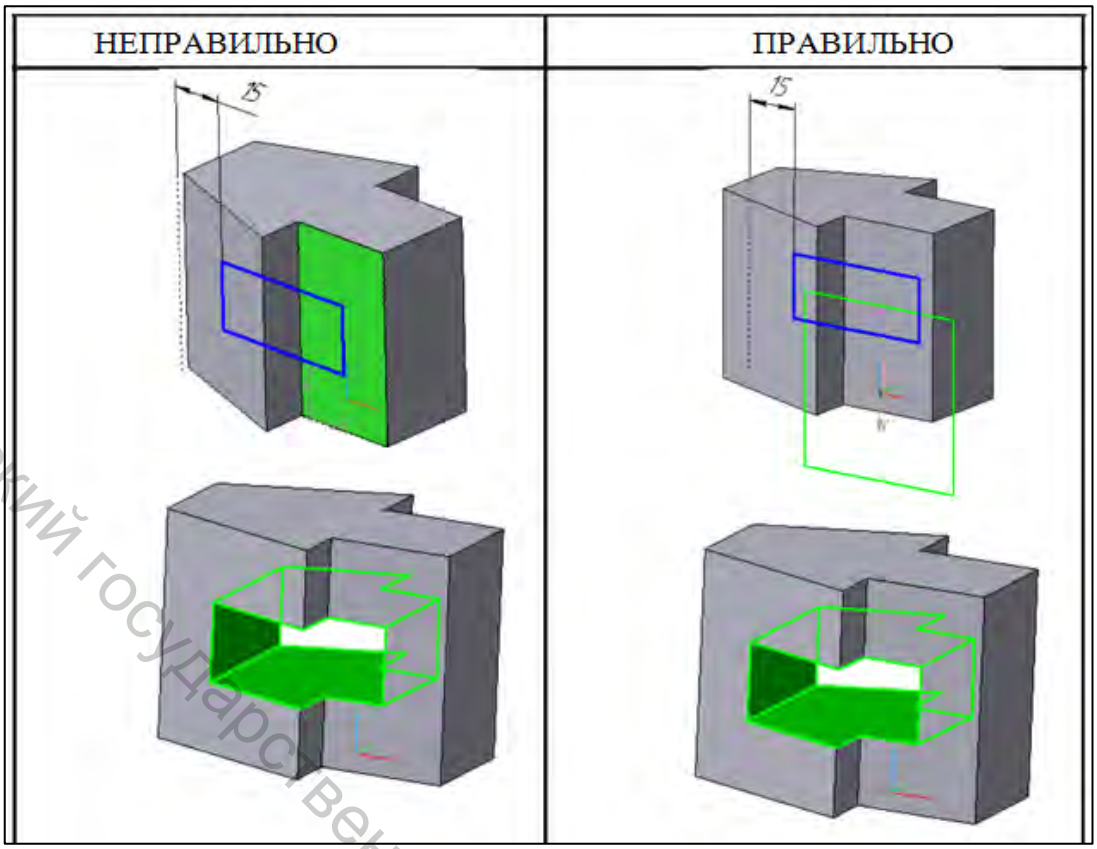
− поверхности детали, логически и с помощью размеров связанные с формой будущего элемента;

− вспомогательные плоскости, геометрически закрепленные с уже имеющимися элементами модели (проходящие через вершины, кромки и т. п.), с которыми имеется логическая или размерная связь с формой будущего элемента;

− если будущий элемент не связан с формой уже построенного предмета, следует использовать исходные плоскости в *Дереве построения* (Плоскость XY, ZX или ZY).

Например, если деталь (рис. 8.6) имеет срезы, выполненные вертикальными плоскостями, и призматическое отверстие, которое не увязано со срезами размерами и логически, то для выполнения отверстия плоскость эскиза не должна располагаться на поверхностях среза.

Витебский государственный технологический университет



а б

Рисунок 8.6

Для построения эскиза отверстия была использована плоскость выступа, которая *не связана с будущим отверстием*. При удалении выступа отверстие также будет удалено.

При построении эскиза отверстия использована **Плоскость XY.** Редактирование или удаление выступа не отразится на отверстии.

Следует выбирать плоскость эскиза так, чтобы размеры элемента задавались в эскизе, а также сократить использование привязок к существующей геометрии. Например, для детали, изображенной на 8.7, следует строить эскиз, показанный на рисунке 8.8 б.

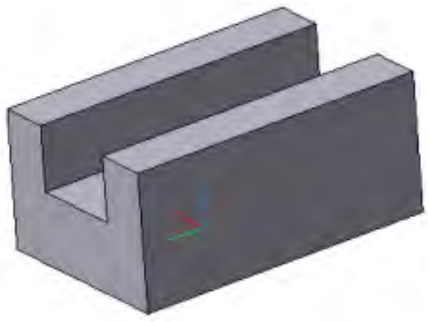
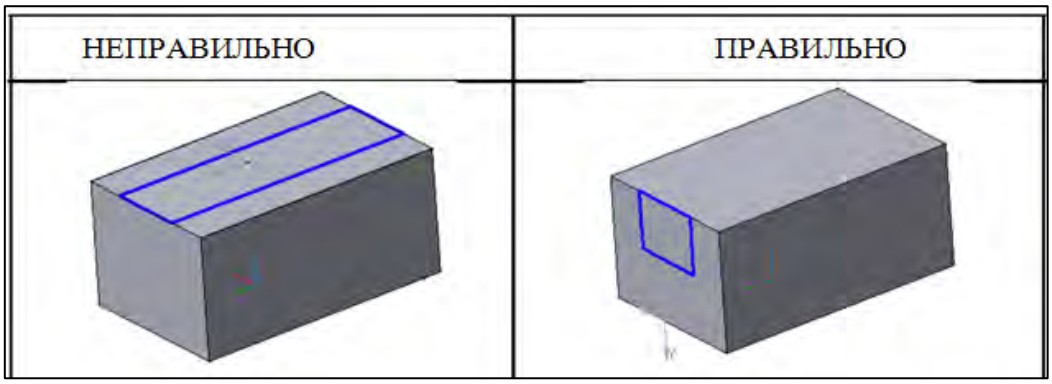


Рисунок 8.7

Витебский государственный технологический университет



а б

Рисунок 8.8

Размеры эскиза связаны с геометрией модели (4 связи). Размер элемента задается операцией вырезания.

Размеры эскиза связаны с геометрией модели (1 связь). Размер элемента задается эскизом (используется способ построения *Через все*).

8.5 Построение элементов, которые должны быть симметричны своим копиям

При построении некоторых элементов следует использовать симметричность, заданную на чертеже. Например, при построении среза (рис. 8.9) следует учесть, что на чертеже заданы размеры 48 и 76, исходя из симметричности детали.

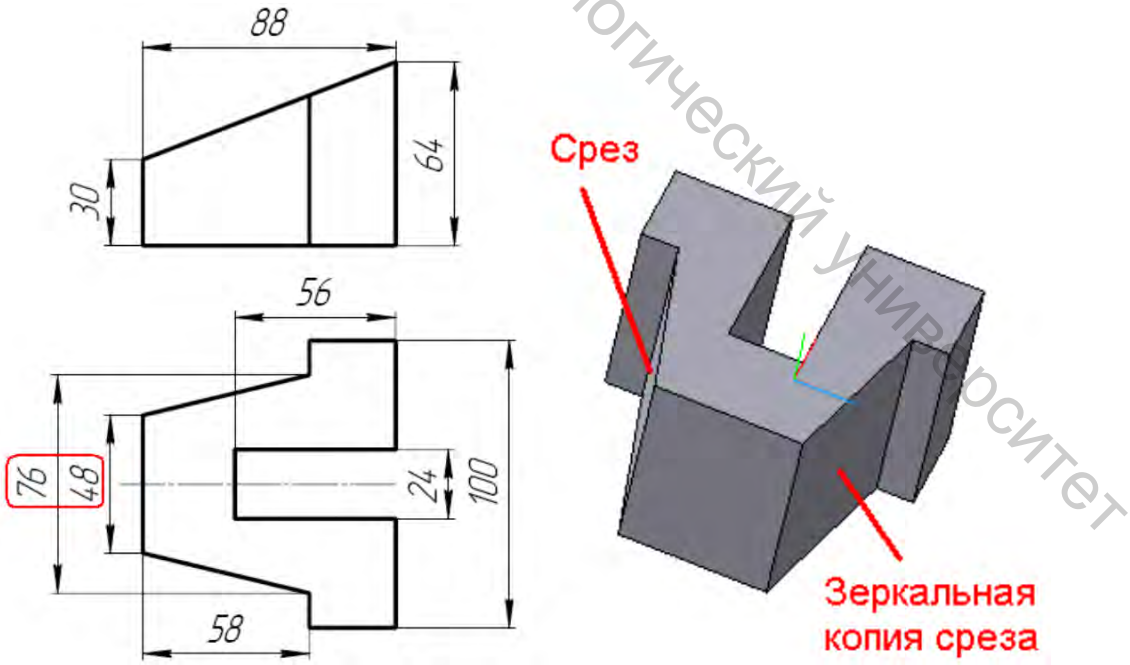


Рисунок 8.9

Витебский государственный технологический университет

В этом случае при построении эскиза и нанесении размеров следует создать две вспомогательные точки и задать их симметричность с вершинами эскиза (рис. 8.10). Это обеспечивает симметричность срезов и соответствие размерной схемы.

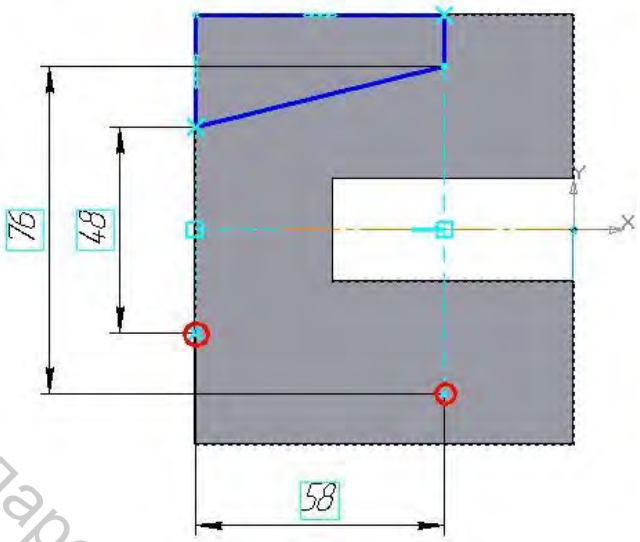


Рисунок 8.10

8.6 Учет размерной схемы при построении формы детали

Как правило, построение модели может быть выполнено различными способами и в различной последовательности. При этом геометрия модели получится одинаковой. Однако, кроме геометрической формы, в модели важны размерные взаимосвязи.

В следующем примере способ построения зависит от того, как проставлены размеры детали.

Если заданы высота плиты и высота втулки (рис. 8.11), то можно сначала построить плиту высотой 10 мм, а затем на верхней грани построить основание цилиндра и выдавить его на высоту 30 мм.

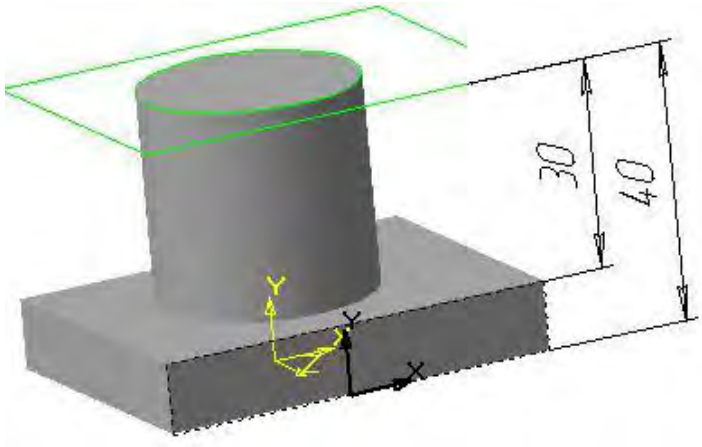


Рисунок 8.11

Витебский государственный технологический университет

Если задана общая высота детали и высота втулки (рис. 8.11), то сначала нужно построить основание высотой 40 мм, а затем вырезать пространство вокруг цилиндра на высоту 30 мм.

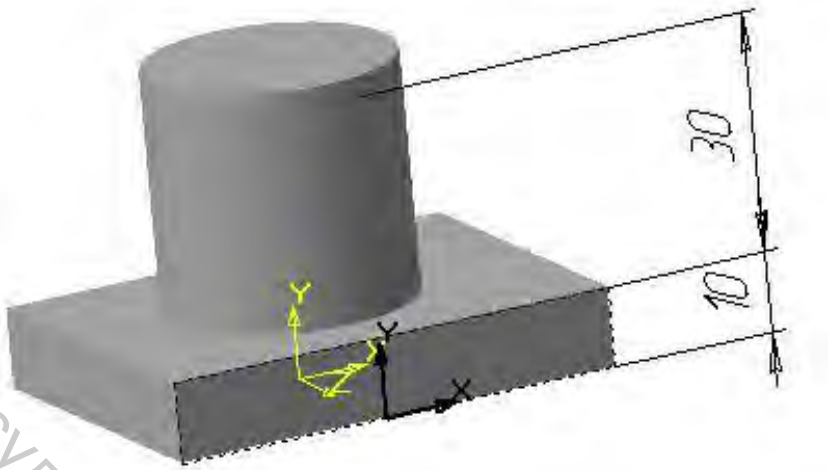


Рисунок 8.12

8.7 Требования к эскизам

Как правило, эскиз представляет собой замкнутый контур, образующую объемного элемента. Реже эскиз является разомкнутым, например, эскиз направляющей. Для создания элемента требуется изображение в эскизе, которое подчиняется следующим **правилам**: контур в эскизе изображается стилем линии «Основная»; контуры в эскизе не пересекаются и не имеют общих точек.

Если для построения контура в эскизе (особенно параметрическом) требуются вспомогательные объекты, не входящие в контур (например, оси), то их нужно изображать другим стилем линии; такие объекты не будут учитываться при выполнении операций.

Кроме этого, существуют отдельные требования к эскизам, предназначенным для выполнения некоторых операций (см. справку по КОМПАСУ).

8.8 Редактирование модели с использованием Дерева построений

Если на каком-либо этапе построения появилась необходимость отредактировать уже построенный элемент модели, то для этого совсем не обязательно отменять (или удалять) построенные после него элементы.

Для редактирования элементов модели удобно использовать *Дерево построения*. Чтобы включить отображение *Дерева построения,* на экране следует установить «галочку» в меню **Сервис** или в контекстном меню (после щелчка правой кнопкой мыши в окне детали) (рис. 8.13).

Витебский государственный технологический университет

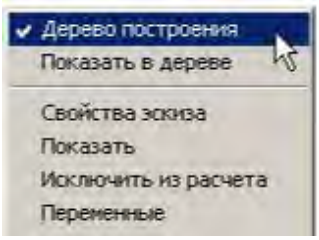


Рисунок 8.13

Используя дерево построения, можно:
– отредактировать эскиз элемента;
– отредактировать параметры построения элемента;
– исключить из расчета элемент;
– изменить порядок следования элементов и др.

Для выполнения редактирования элемента (или эскиза) нужно щелкнуть правой кнопкой мыши по соответствующему элементу в дереве построения и выбрать один из пунктов контекстного меню (рис. 8.14).

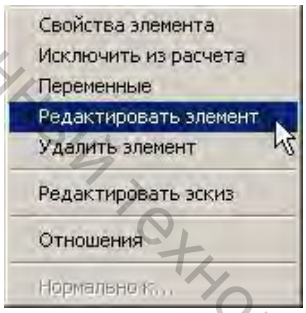


Рисунок 8.14

Следует учесть, что **редактирование элемента** (или эскиза, на основе которого элемент был создан) **ведет к изменению всех *производных* элементов модели, зависящих от редактируемого элемента**. После редактирования возле каждого производного элемента в *Дереве построения* появится «галочка» .Чтобы перестроить производные элементы модели используют команду **Перестроить Сервис,** или нажимают кнопку **F5**, или в меню соответствующую кнопку панели управления (рис. 8.15).



Рисунок 8.15

Витебский государственный технологический университет

Если редактирование (исключение из расчета или удаление) элемента привело к тому, что некоторые производные элементы не смогли быть построены, то около них появится значок . В этом случае нужно либо отменить редактирование исходного элемента, либо исправить производные элементы так, чтобы они могли быть перестроены.

Прежде чем удалять элемент из модели, следует посмотреть, существуют ли производные от него элементы. Для этого используют команду **Отношения** из контекстного меню элемента.

Пункт **Свойства** контекстного меню элемента позволяет изменить цвет элемента.

Один щелчок левой кнопкой мыши по названию выделенного в *Дереве построений* элемента позволяет изменить название элемента (рис. 8.16).

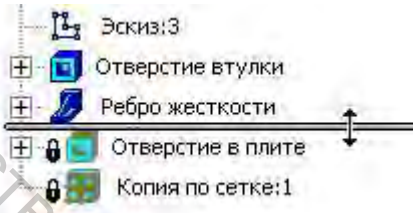


Рисунок 8.16

8.9 Редактирование порядка построения модели

Чтобы изменить порядок следования элементов в модели, нужно переместить мышкой соответствующие им иконки в Дереве построения. При перетаскивании курсор мыши примет вид изогнутой стрелки, а элемент, после которого будет осуществлена вставка, выделится. Например, элемент **Отверстие в плите** можно поставить после элемента **Втулка** (рис. 8.17).



Рисунок 8.17

Витебский государственный технологический университет

Чтобы вставить какой-либо **новый** элемент перед определенным элементом *Дерева построения,* нужно исключить из расчета часть элементов, передвигая полоску внизу *Дерева построения – Указатель окончания построения модели*. Например, на рисунке 8.18 можно добавить новый элемент после элемента **Ребро жесткости**.



Рисунок 8.18

Исключенные из расчета элементы будут отображаться со значком замка ( ).

Витебский государственный технологический университет

Задание 9. Построение симметричной детали

Цель: приобретение опыта твердотельного конструирования.

Приемы работы (умения)

1. Разделение формы детали на элементы, выработка последовательности выполнения модели, с учетом размерной схемы.
2. Создание элементов, симметричных относительно плоскости, при помощи направления построения *Средняя плоскость*.
3. Создание элементов, симметричных относительно плоскости, при помощи симметрии в эскизах. Операция **Зеркальный массив**.

Таблица 9.1 – Содержание задания

Разделить форму заданной детали на элементы. Разработать последовательность построения детали. Согласовать последовательность с преподавателем. Построить параметризованную модель детали, строго соблюдая размерную схему, заданную чертежом. **Модель должна строго соответствовать следующим правилам**: – начало координат модели находится на пересечении плоскостей симметрии; – последовательность выполнения элементов соответствует технологическим требованиям; – элементы и эскизы элементов параметризированы и соответствуют размерной схеме, заданной чертежом	

Витебский государственный технологический университет

Деталь задается преподавателем из 3-го раздела **«Практикума по инженерной графике. Построение изображений. Часть 1»**. При работе можно использовать пример построения модели в каталоге **МОДЕЛИ К Заданию 11**, открыв соответствующий документ. В примере модель представлена «без истории» построения.

Таблица 9.2 – Критерии оценки

Оценка	4	5	6	7	8	9-10
Построены все основные элементы детали	+					
Модель построена полностью	+	+				
При построении использовались инструменты *Зеркало* и *Массив*	+	+	+			
Выдержан порядок построения модели, учтены технологические требования и размерная схема	+	+	+	+		
Модель перестраивается без ошибок при редактировании	+	+	+	+	+	
Выполнено дополнительное задание	+	+	+	+	+	+

Методические указания к выполнению задания 9

9.1 Учет технологических требований при построении модели

Процесс изготовления большинства деталей машиностроительного производства можно условно разделить на два этапа:

- изготовление заготовки (рис. 9.1 а);
- обработки поверхностей заготовки – пазов, отверстий и т.п. (рис. 9.1 б).



а б

Рисунок 9.1

Витебский государственный технологический университет

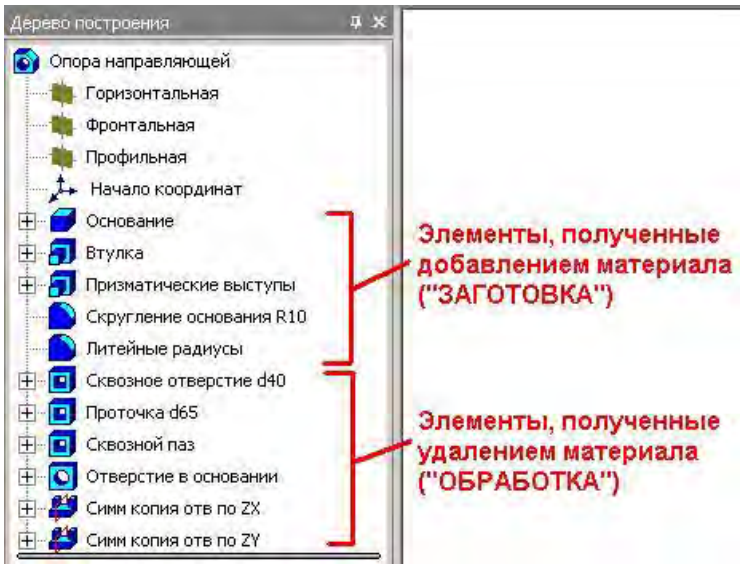


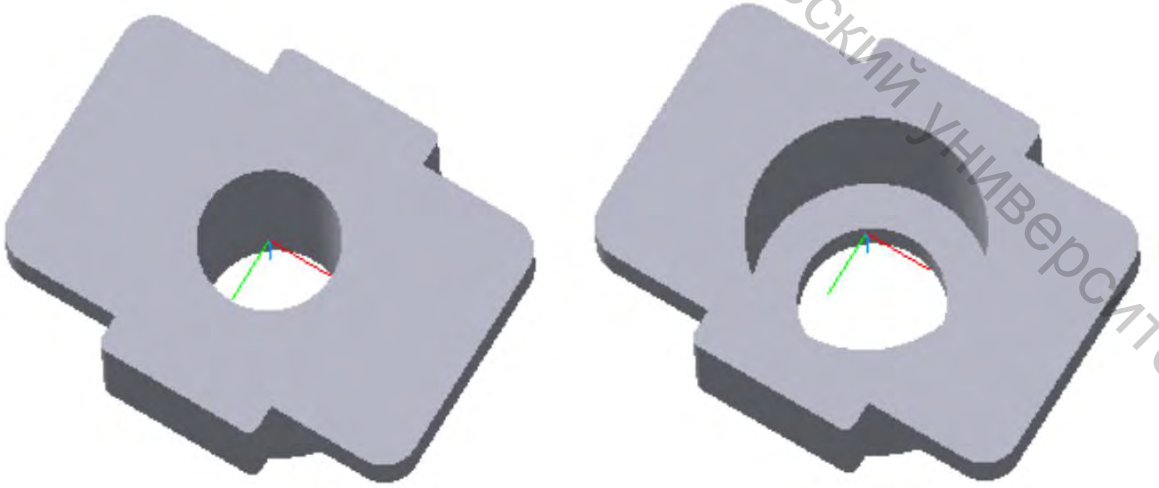
Рисунок 9.2

С учетом этого при конструировании модели следует группировать в *Дереве построения* операции «приклеивания» и «вырезания» (рис. 9.2).

9.2 Порядок построения вырезов

Если при конструировании «заготовки» порядок построения должен соответствовать только размерной схеме, то при выполнении вырезов следует сопоставить элементы **технологическим операциям**.

Например, при выполнении ступенчатого отверстия следует выполнить сначала сквозное отверстие (рис. 9.3 а) (меньшим диаметром), а потом его «расточить» (рис. 9.3 б).



а б

Рисунок 9.3

Витебский государственный технологический университет

9.3 Оформление модели

При коллективном проектировании инженеры часто вынуждены работать с моделями, которые выполнены другими исполнителями.

Чтобы облегчить чтение модели и ее редактирование, следует каждому элементу детали присвоить уникальное, содержательное название. Это можно делать при создании элемента на вкладке **Свойства** *Панели свойств* или переименовать уже созданные элементы в *Дереве конструирования*, после одиночного щелчка мышкой по выделенному элементу.

При выполнении модели следует ознакомиться с методическими рекомендациями предыдущего задания (п. 8.1– 8.9).

Витебский государственный технологический университет

Задание 10. Построение деталей с нерегулярной формой

Цель: знакомство с инструментами создания сложных поверхностей.

Прием работы (умения)

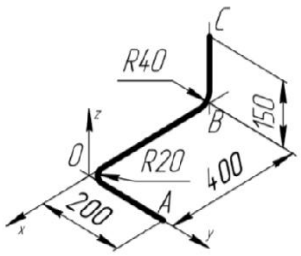
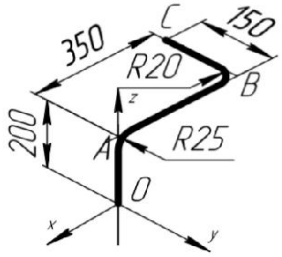
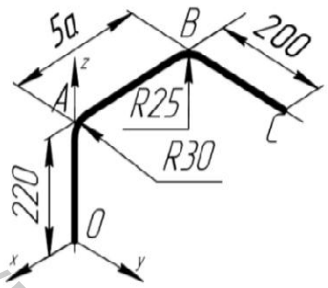
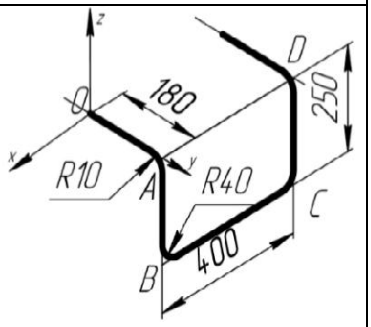
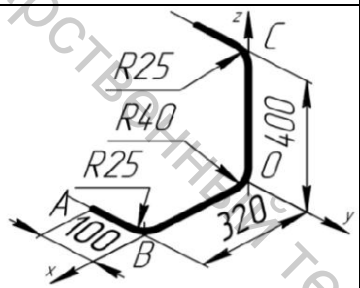
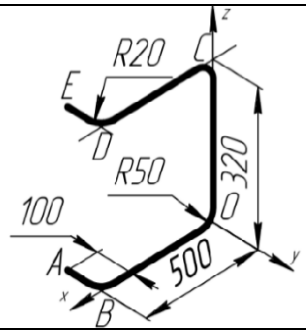
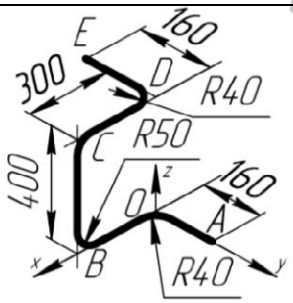
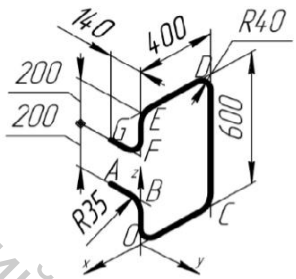
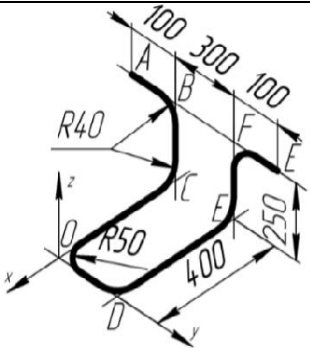
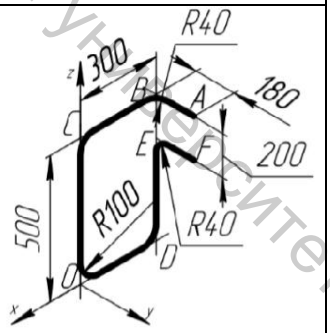
1. Создание вспомогательных плоскостей различными способами (*смещенная плоскость, под углом к другой плоскости, перпендикулярно к ребру*).
2. Построение 3-мерной направляющей из сочлененных эскизов.
3. Создание *тонкостенного кинематического элемента.*
4. Построение *элемента по сечениям* (задание граничных условий).
5. Инструмент *Оболочка*.

Таблица 10.1 – Содержание задания

Построить модель патрубка. Форма и размеры патрубка заданы в таблице 10.2, форма сечения – в таблице 10.3	
Построить модель коллектора в соответствии с таблицей 10.4	

Витебский государственный технологический университет

Таблица 10.2 – Форма и размеры патрубка

Вариант	Схема	Вариант	Схема
1, 11, 21		2, 12, 22	
3, 13, 23		4, 14, 24	
5, 15, 25		6, 16, 26	
7, 17, 27		8, 18, 28	
9, 19, 29		10, 20, 30	

Витебский государственный технологический университет

Таблица 10.3 – Форма и размеры сечений патрубка

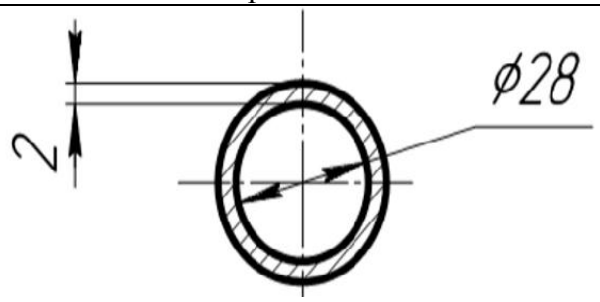
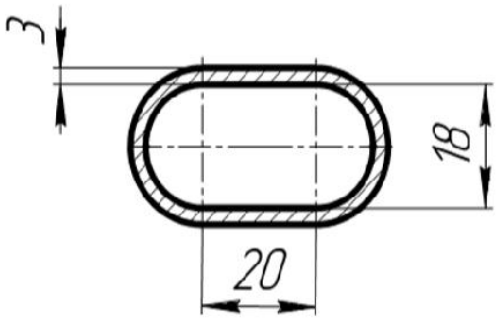
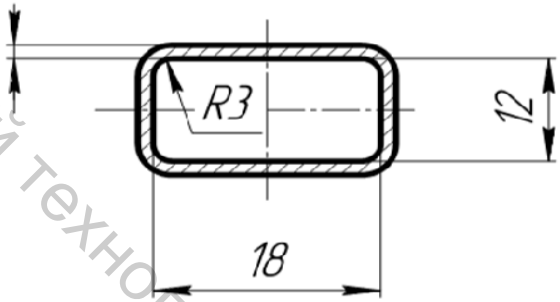
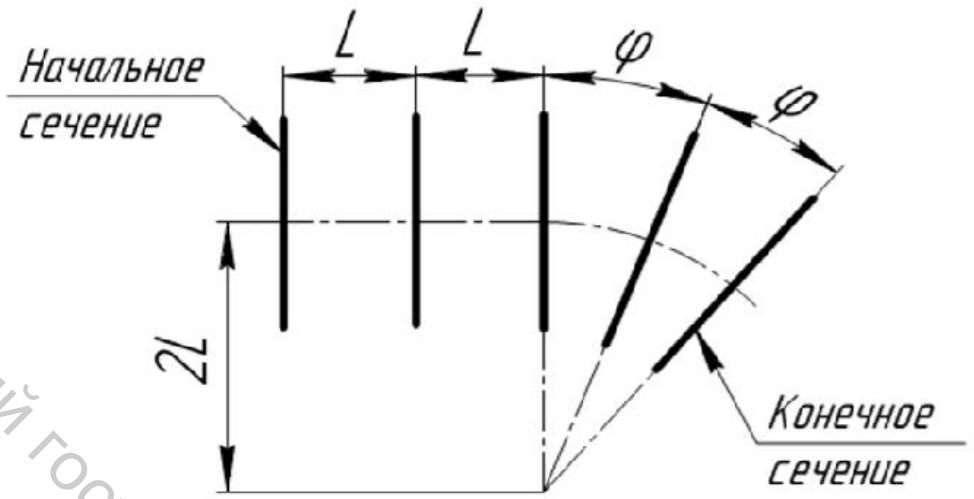
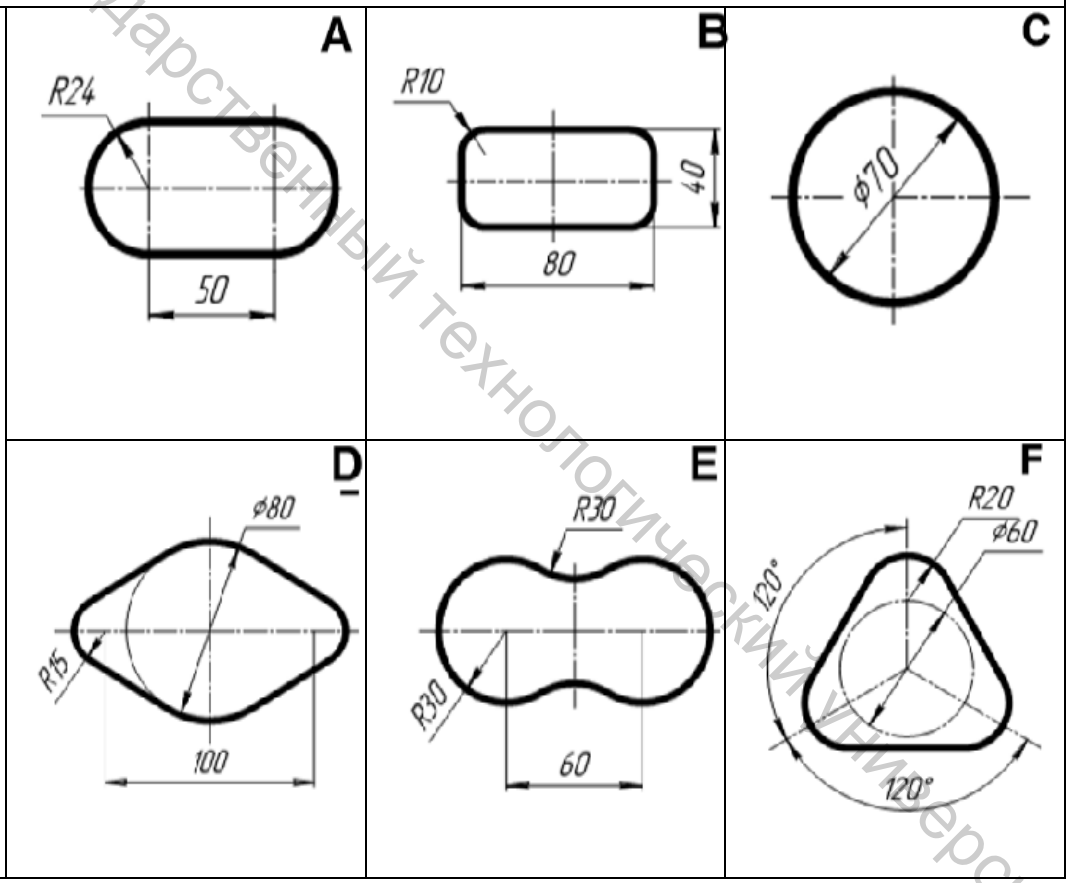
Номера вариантов	Размеры сечения
1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28	
2, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26, 29	
3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30	

Таблица 10.4 – Данные для построения коллектора

Варианты	L, мм	ф,	Начальное сечение	Конечное сечение
1, 16	80	30	A	B
2, 17	50	40	F	C
3, 18	75	45	D	A
4, 19	80	60	B	E
5, 20	65	50	F	D
6, 21	70	30	A	B
7, 22	85	40	C	F
8, 23	75	45	D	A
9, 24	60	60	B	D
10, 25	75	50	A	E
11, 26	55	70	C	E
12, 27	60	75	F	A
13, 28	50	45	D	B
14, 29	80	60	A	F
15, 30	85	50	C	E

Витебский государственный технологический университет

Таблица10.5 – Размеры начального и конечного сечений

Расположение опорных сечений	
Форма сечений (начального и конечного)	

Витебский государственный технологический университет

Таблица 10.6 – Критерии оценки

Оценка	4	5	6	7	8	9-10
Построен патрубок	+					
Построены плоскости сечений коллектора	+	+				
Построены начальное и конечное сечения коллектора	+	+	+			
Построен коллектор	+	+	+	+		
Построены фланцы	+	+	+	+	+	
Выполнено дополнительное задание	+	+	+	+	+	+

Методические указания к выполнению задания 10

10.1 Основные принципы построения кинематической поверхности

Кинематическая поверхность представляет собой поверхность, образованную движением замкнутого контура – образующей вдоль другой линии – направляющей (траектории) (рис. 10.1). При этом в качестве направляющей можно использовать:

- плоский эскиз;
- несколько составленных плоских эскизов;
- пространственную полилинию;
- пространственный сплайн.



Рисунок 10.1

10.2 Построение направляющей с использованием пространственной ломаной

Для использования ломаной или сплайна следует знать пространственные координаты опорных вершин. Например, для схемы на рисунке 10.2 координаты вершин показаны в таблице 10.7.

Витебский государственный технологический университет

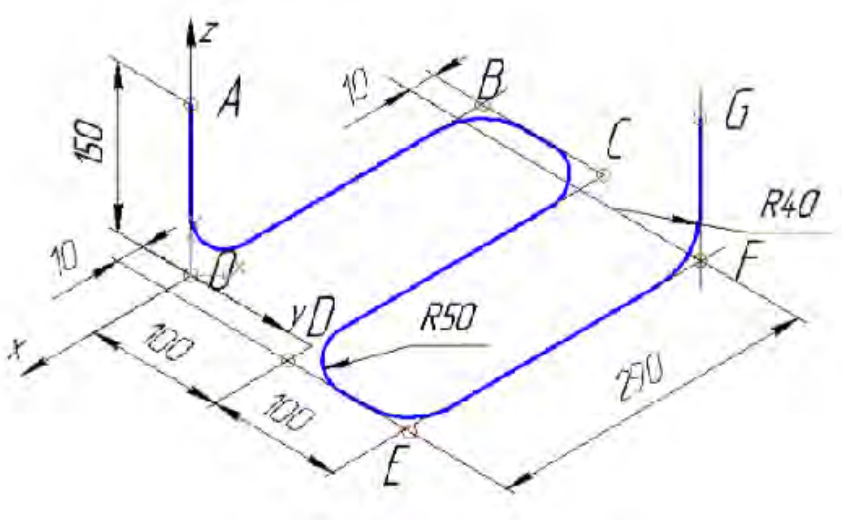


Рисунок 10.2

Таблица 10.7 – Координаты вершин пространственной ломаной (рис. 10.2)

Точка	X	Y	Z	Радиус
A	0	0	150	0
O	0	0	0	40
B	-290	0	0	50
C	-290	100	0	50
D	10	100	0	50
E	10	200	0	50
F	-280	200	0	40
G	-280	200	150	0

Для построения пространственной ломаной следует задать команду **Ломаная** (на **Компактная панель/Пространственные кривые/Ломаная**).

На панели свойств появится таблица для ввода координат вершин ломаной (рис. 10.3).

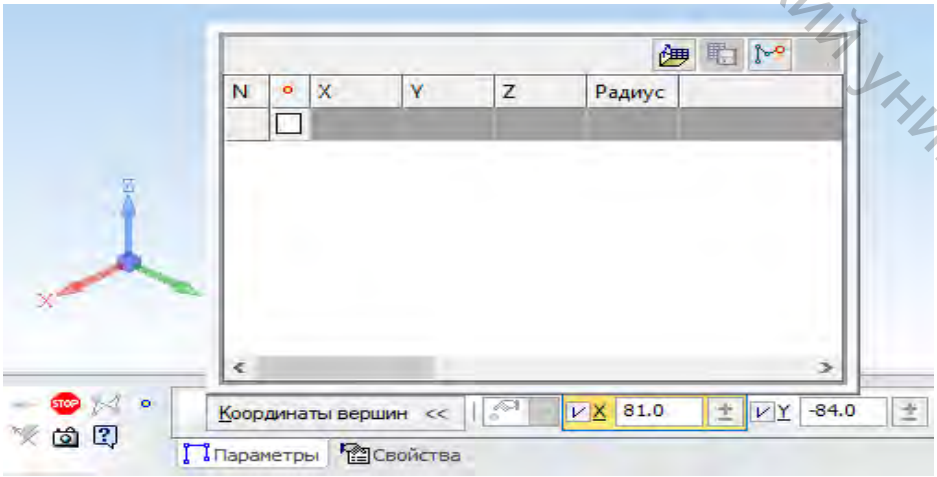


Рисунок 10.3

Витебский государственный технологический университет

Рассчитанные по схеме координаты вершин, а также радиусы скруглений направляющей при вершине следует последовательно указать в таблице.

10.3 Построение плоскости образующей, перпендикулярной направляющей

Когда построена направляющая, следует вычертить эскиз, который будет являться образующей. Эскиз образующей должен обязательно лежать в плоскости, проходящей через конечную (начальную) точку направляющей.

Чтобы построить такую плоскость, удобно использовать команду **Плоскость через вершину перпендикулярно ребру** на панели инструментов **Вспомогательной геометрии** (в меню **Операции/Плоскость/Через вершину перпендикулярно ребру).**

Далее следует щелчком мыши указать ребро (первый сегмент направляющей) и вершину (начальную точку направляющей) (рис. 10.4).

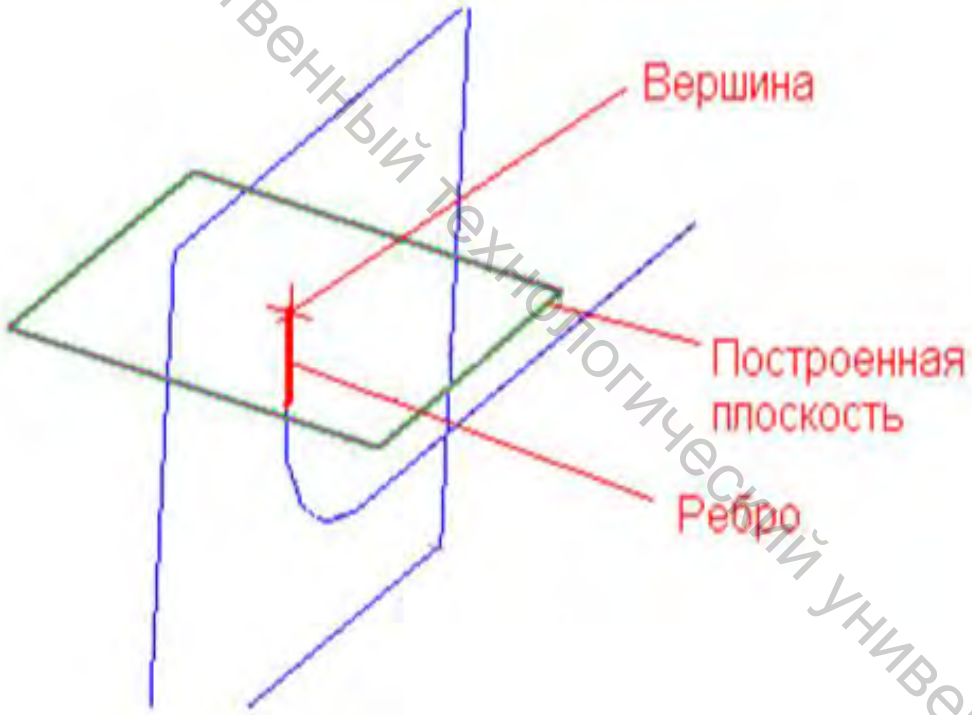


Рисунок 10.4

В построенной плоскости следует выполнить замкнутый эскиз, соответствующий форме отверстия в патрубке (табл. 10.3) (рис. 10.5).

Витебский государственный технологический университет

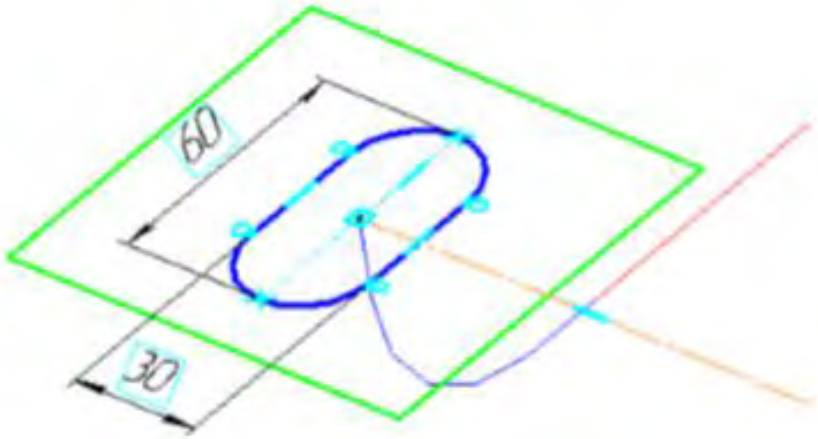


Рисунок 10.5

10.4 Выполнение кинематической операции с созданием тонкостенного элемента

Для построения кинематического элемента используется команда **Кинематическая операция** (в меню **Операции/Операция/Кинематическая**).

В *Панели свойств* (рис. 10.6) следует указать: в разделе **Сечение** – эскиз образующей, в разделе **Траектория** – последовательно нужно указать направляющую (или сегменты эскизов, из которых состоит направляющая). Следует также включить параметр **Ортогонально траектории.**

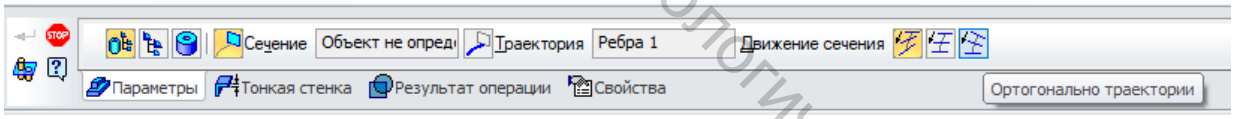


Рисунок 10.6

В окне документа будущую поверхность следует контролировать по фантому (рис. 10.7).

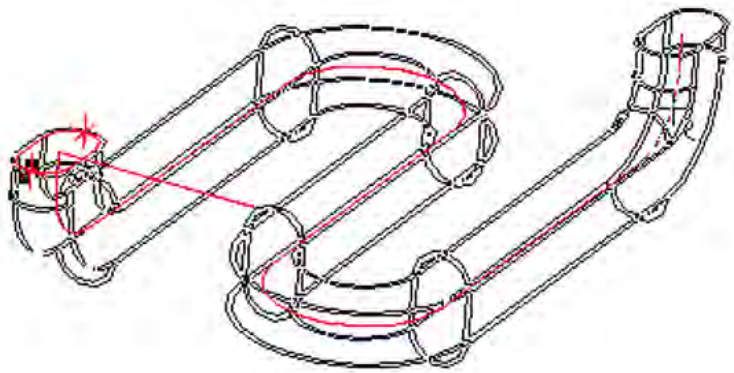


Рисунок 10.7

Витебский государственный технологический университет

На *Панели свойств*, включив вкладку **Тонкая стенка**, следует указать **Тип построения стенки – Наружу** и задать толщину патрубка из таблицы 10.2 (рис. 10.8).

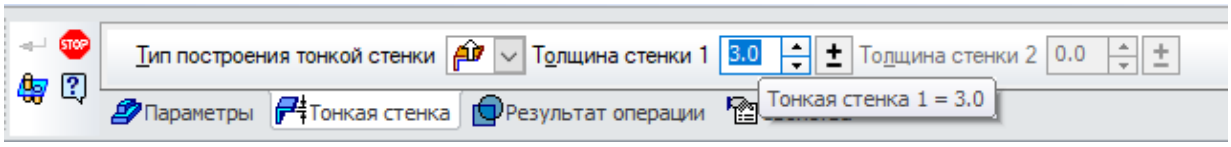


Рисунок 10.8

После указания всех сегментов следует щелкнуть кнопку  **Создать объект** на *Панели свойств*.

10.5 Основные принципы построения поверхности по сечениям

Операция по сечениям позволяет построить нерегулярную поверхность по заданным сечениям (рис. 10.9). Такой способ задания поверхности часто используется в различных техничных отраслях.

В качестве сечений следует использовать плоские замкнутые контура (эскизы) различной формы – полилинии из отрезков и дуг, сплайны и т. п. Значительной гладкости поверхности можно достичь, если выполняются следующие требования:

− контуры представляют собой гладкие линии;

− количество сегментов (или вершин сплайнов) в контурах совпадает.

Плоскости сечений могут быть как параллельными, так и располагаться под углом к друг другу. Плоскости должны располагаться так, чтобы образующая поверхность, «натягиваясь» на сечения, не пересекалась сама с собой.

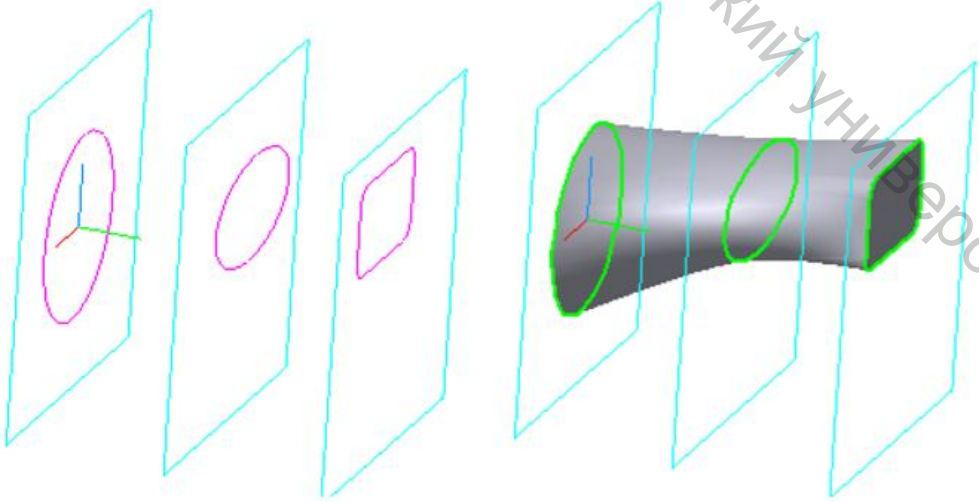


Рисунок 10.9

Витебский государственный технологический университет

10.6 Построение вспомогательных плоскостей для эскизов сечений

В соответствии с таблицей 10.5 требуется использовать 5 плоскостей:

- плоскость ZY (для начального сечения),
- 2 плоскости, параллельные Плоскости ZY,
- 2 плоскости, расположенные под углом к предыдущим плоскостям.

Для построения плоскостей, параллельных Плоскости ZY, используем команду *Смещенная плоскость* панели **Вспомогательная геометрия** (в меню **Операции/Плоскость/Смещенная**).

Далее следует указать (в *Дереве модели*) исходную плоскость – в нашем случае – Плоскость ZY и задать расстояние **L** между плоскостями в *Панели свойств* (рис. 10.10).

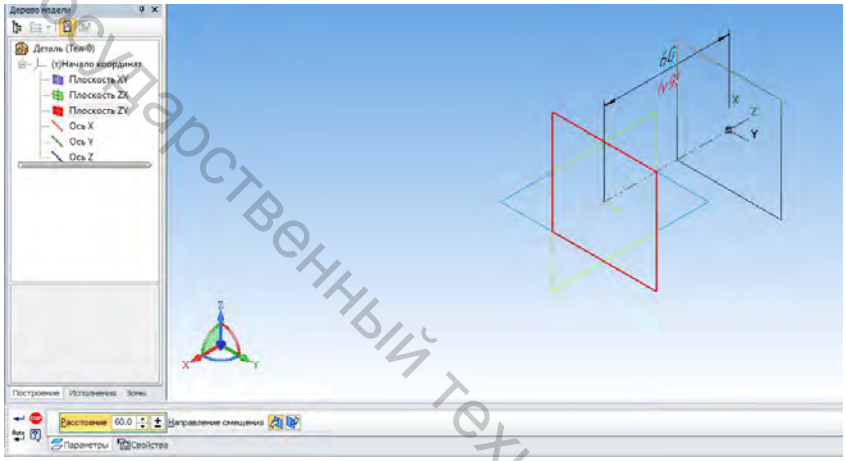


Рисунок 10.10

Для построения плоскостей, расположенных под углом, в третьей плоскости строим эскиз, который представляет собой осевую вертикальную линию (ось вращения плоскостей), отстоящую на заданное расстояние **2L** от оси будущей поверхности (рис. 10.11).

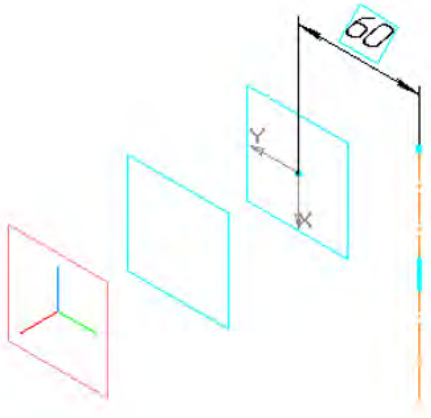


Рисунок 10.11

Витебский государственный технологический университет

Выйдя из эскиза, задаем команду **Плоскость под углом к другой плоскости** (в меню **Операции/Плоскость/Под углом к другой плоскости**).

Далее щелкаем мышкой по исходной плоскости (третьей), затем – по построенному эскизу (рис. 10.12).

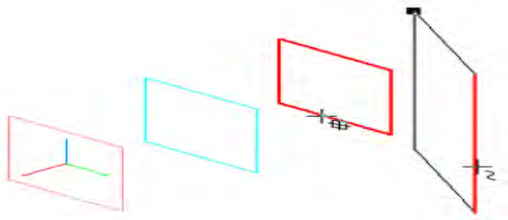


Рисунок 10.12

В *Панели свойств* указываем угол поворота **φ.**

10.7 Построение эскизов

Начальный и конечный контуры заданы в таблице 10.2. Выделяя соответствующую плоскость (в *Дереве модели*), вставляем эскиз и выполняем построения в соответствии с заданием.

Промежуточные сечения (2–4) следует построить самостоятельно, используя **Сплайн по точкам**, указав в *Панели свойств* режим построения – **Замкнутый объект** (рис. 10.13).

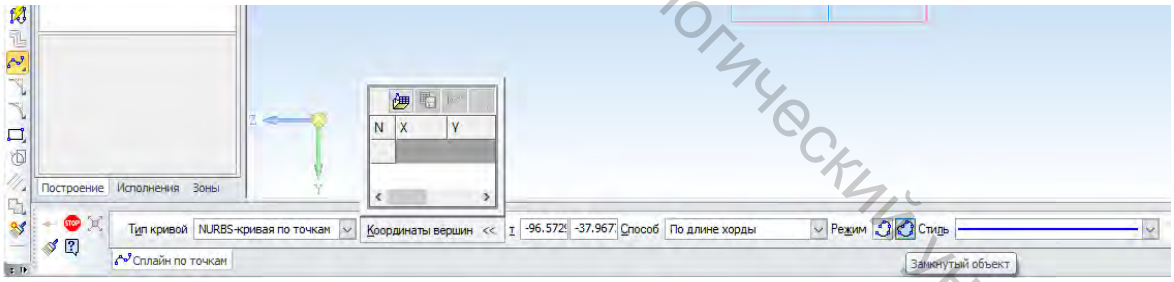


Рисунок 10.13

При построении сечений рекомендуются вспомогательные точки, которые выровнены и симметричны относительно осей сечения. Сечения следует последовательно приближать к форме заданных начального и конечного сечений.

Когда все эскизы построены, для удобства можно «погасить» изображение плоскостей, выбрав команду *Скрыть из контекстного* меню (после щелчка правой кнопки мыши в *Дереве модели*).

Витебский государственный технологический университет

Эскизы в наклонных плоскостях должны располагаться на заданном расстоянии **2L** от оси вращения плоскостей (рис. 10.14).

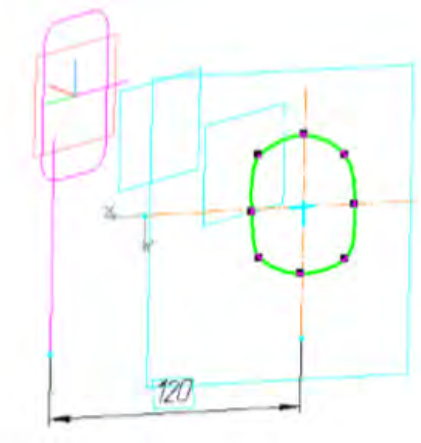


Рисунок 10.14

10.8 Выполнение элемента по сечениям

Когда сечения готовы, нужно ввести команду **Операции/Операция/По сечениям** и последовательно – от первого до последнего – указать эскизы, содержащие сечения (рис. 10.15).

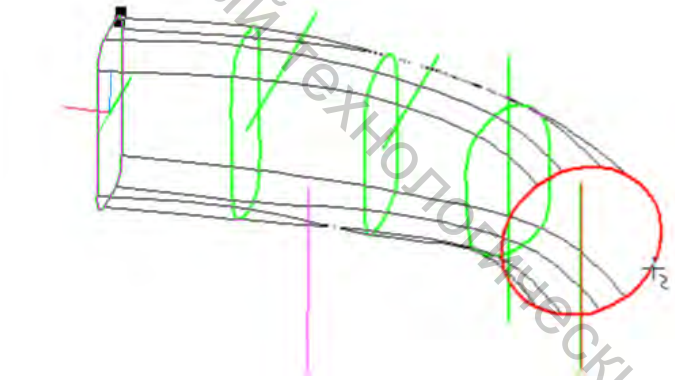


Рисунок 10.15

Рекомендуется в *Панели свойств* включить опцию **Автоматическая генерация траектории**. Для окончания построения следует щелкнуть кнопку **Создать объект**.

10.9 Построение оболочки

Команда **Операция/оболочка** позволяет создать внутри твердотельной модели полость, при этом можно удалить некоторые поверхности модели, чтобы эта полость была открытой.

После ввода команды **Операция/оболочка** на запрос *Укажите грань* следует последовательно указать две торцевые плоскости

Витебский государственный технологический университет

коллектора. Эти плоскости будут удалены. Затем, переключившись на вкладку **Тонкая стенка**, следует указать толщину стенки коллектора из задания (рис. 10.16).

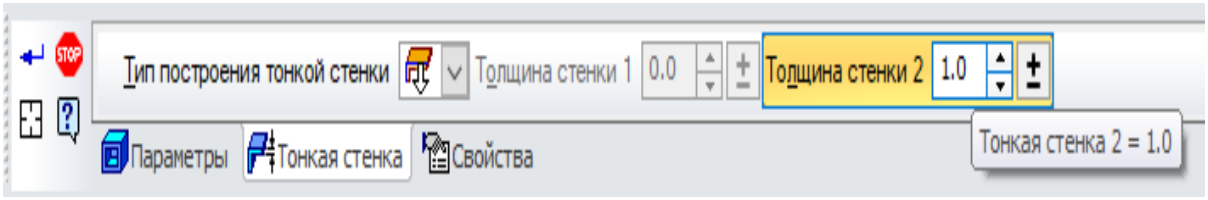


Рисунок 10.16

После щелчка кнопки  **Создать объект** на *Панели свойств* коллектор будет построен (рис. 10.17).



Рисунок 10.17

10.10 Построение фланцев

Для построения фланцев у патрубка или коллектора следует воспользоваться торцевой плоскостью (рис. 10.18).

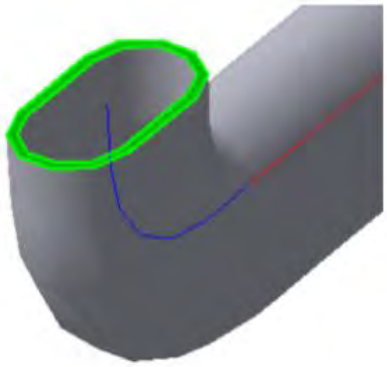


Рисунок 10.18

Витебский государственный технологический университет

На этой плоскости следует построить эскиз, содержащий два контура (рис. 10.19):

- первый – форма фланца (задать самостоятельно);
- второй – проекция кромки отверстия, построенная с помощью команды **Операции/Спроецировать объек**т (на рисунке 10.19 – красной линией).

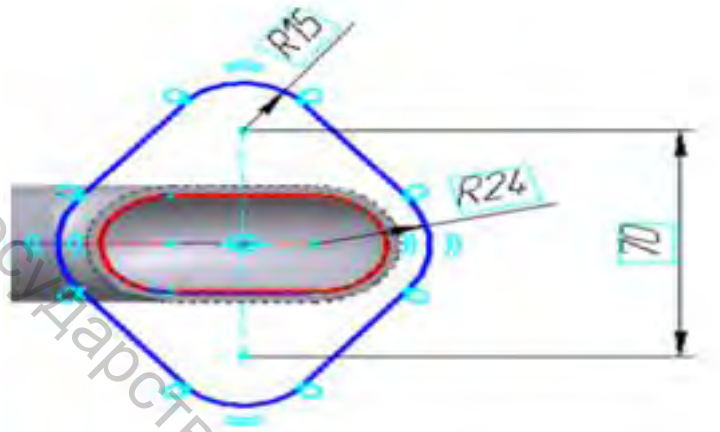


Рисунок 10.19

Построенный эскиз выдавливают по команде **Операция выдавливания** (**Операции/Операция выдавливания**).

Отверстия во фланце следует задать самостоятельно (например, как в задании) или по предложению преподавателя.

Витебский государственный технологический университет

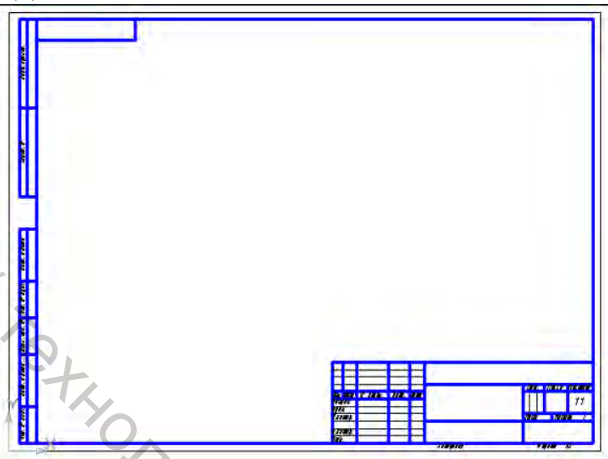
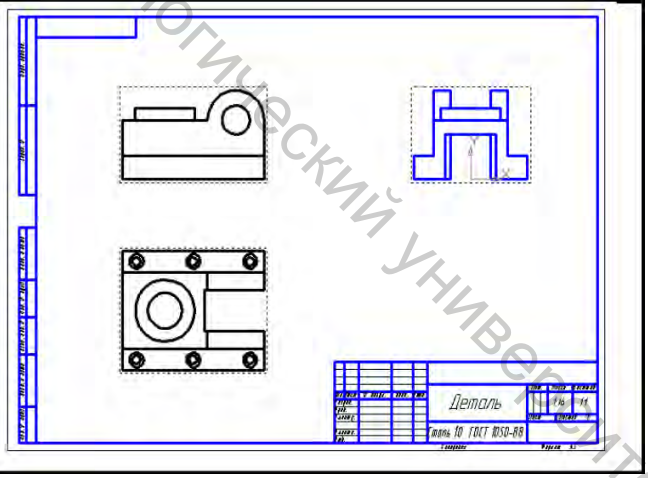
Задание 11. Выполнение рабочего чертежа детали по твердотельной модели

Цель: освоение техники выполнения чертежей в условиях твердотельного конструирования.

Приемы работы (умения)

1. Вставка вида спереди детали (произвольный вид).
2. Выполнение проекционных видов, видов по стрелке.
3. Выполнение разрезов.
4. Построение местных видов и разрезов.
5. Выносные элементы.

Таблица 11.1 – Содержание задания

Создать новый лист чертежа, задать формат **А3**	
Используя модель, построенную в соответствии с вариантом из таблицы 11.2, создать три вида предмета: спереди, сверху и слева	

Витебский государственный технологический университет

Окончание таблицы 11.1

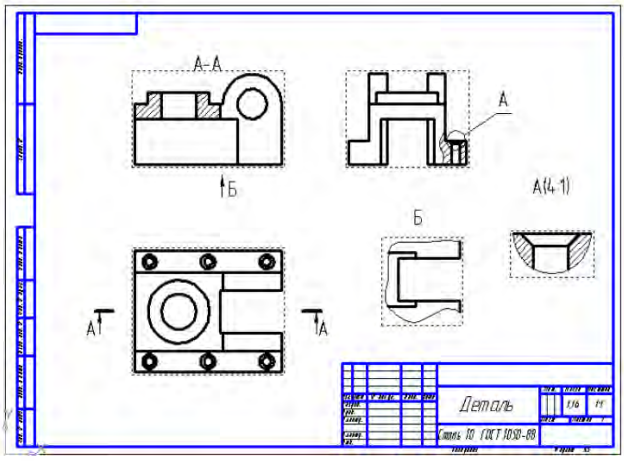
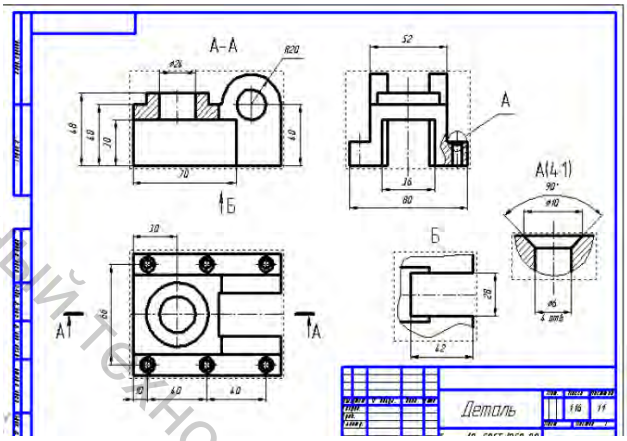
Выполнить: простой разрез; местный разрез или местный вид; вид по стрелке; выносной элемент. Положение секущих плоскостей разрезов и данные для выполнения других изображений задать самостоятельно	
Нанести осевые линии. Поставить размеры. Заполнить основную надпись	

Таблица 11.2 – Соответствие вариантов номерам заданий

Вариант	Номер задания		Вариант	Номер задания
1	2_01		16	2_16
2	2_02		17	2_18
3	2_03		18	2_19
4	2_04		19	2_20
5	2_05		20	2_21
6	2_06		21	2_22
7	2_07		22	2_23
8	2_08		23	2_24
9	2_09		24	2_25
10	2_10		25	2_26
11	2_11		26	2_27
12	2_12		27	2_28
13	2_13		28	2_29
14	2_14		29	2_30
15	2_15		30	2_31

Витебский государственный технологический университет

Номера заданий из **«Практикума по инженерной графике. Построение изображений. Часть 1».**

Таблица 11.3 – Критерии оценки

Оценка	4	5	6	7	8	9-10
Выполнены виды, разрез, вид по стрелке	+					
Чертеж выполнен в полном объеме. Присутствуют ошибки с выбором главного вида, положения секущих плоскостей и т.п.	+	+				
Форма предмета выявлена полностью. Нанесены размеры. Возможны незначительные ошибки в оформлении работы	+	+	+			
Форма предмета выявлена рационально, работа хорошо оформлена	+	+	+	+		
Нанесены все размеры. Размеры обладают ассоциативностью и находятся в соответствующем виде	+	+	+	+	+	
Выполнено дополнительное задание	+	+	+	+	+	+

Витебский государственный технологический университет

Методические указания к выполнению задания 11

11.1 Задание параметров текущего листа

Для создания нового чертежа следует выполнить команду **Файл/Создать/Чертеж**.

Чтобы изменить параметры чертежа, следует выбрать команду **Параметры** из меню **Сервис** или контекстного меню, после щелчка правой кнопкой мыши по окну листа чертежа.

В окне *Параметров* (рис. 11.1) следует выбрать вкладку **Текущий чертеж** и раздел **Параметры первого листа.** Там находятся пункты:

– **Формат** – для задания формата бумаги.

– **Оформление** – для задания необходимого оформления (включает в себя тип основной надписи, параметры рамки и т.п.)

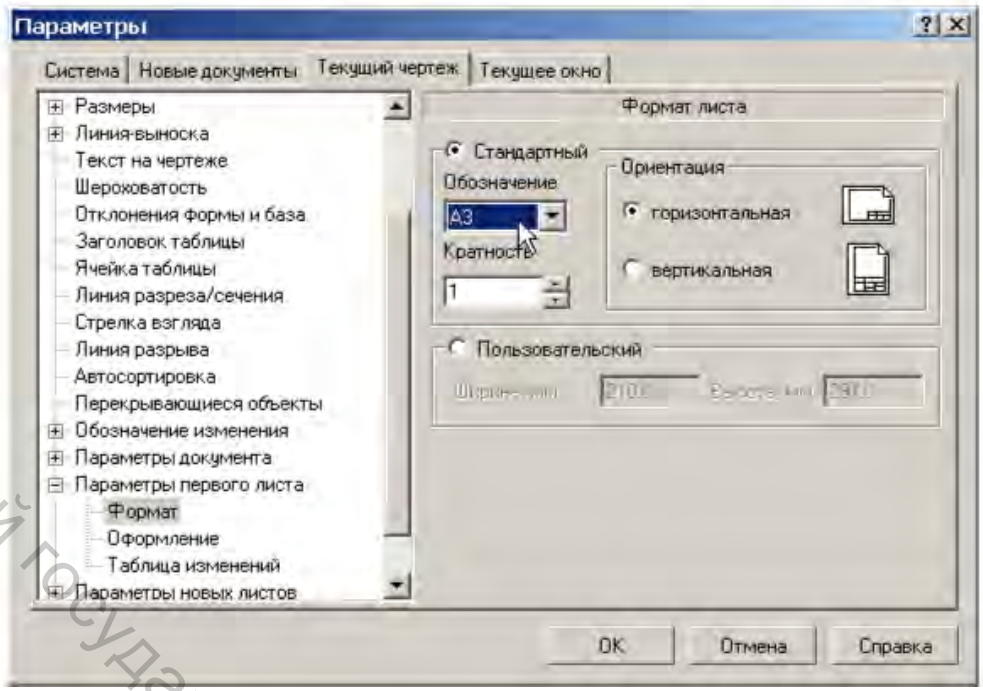


Рисунок 11.1

Необходимо установить параметры, в соответствии с заданием щелкнуть кнопку **ОК**.

11.2 Вставка главного вида модели

Для автоматического получения проекций детали (модели) используются команды *Инструментальной панели* на странице **Ассоциативных видов** (рис. 11.2).

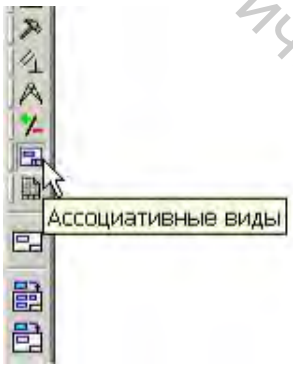


Рисунок 11.2

После щелчка по команде **Произвольный вид** (меню **Вставка/Вид с модели/Произвольный**) появится окно для выбора детали (если есть открытые документы деталей) или диалог открытия файла детали. После выбора детали вокруг курсора мыши отобразится рамка будущего главного вида. Следует расположить рамку на листе в месте главного вида и

Витебский государственный технологический университет

щелкнуть левой кнопкой мыши. В документе появится вид с номером 1 и изображением детали, полученным проецированием на фронтальную плоскость модели (рис. 11.3).

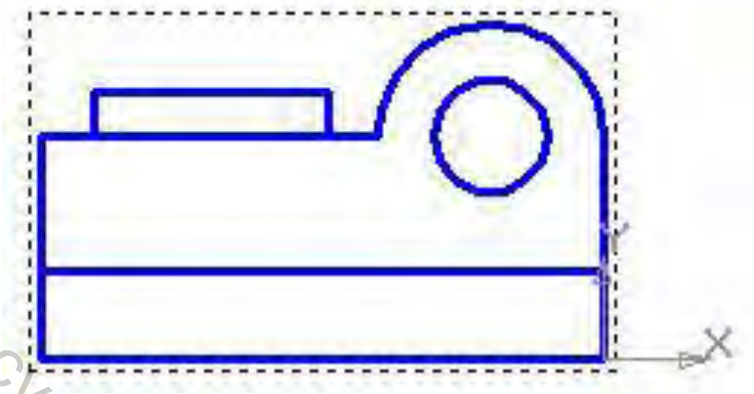


Рисунок 11.3

Изображение этого вида ассоциативно связано с моделью детали, его невозможно редактировать в чертеже. Но если изменить документ детали, с помощью которой был получен этот вид, то вид станет «перечеркнутым» (рис. 11.4) – его следует перестроить, для этого нужно щелкнуть команду **Перестроить (Вид/Перестроить).**

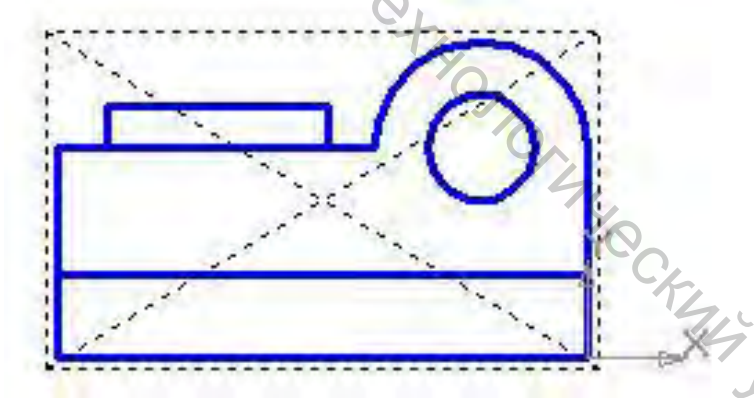


Рисунок 11.4

11.3 Параметры отображения вида

Ориентацию детали на главном виде можно изменить. Для этого нужно выполнить команду **Сервис/Параметры текущего вида**, после чего выбрать другую ориентацию в *Панели свойств* (рис. 11.5).

Витебский государственный технологический университет

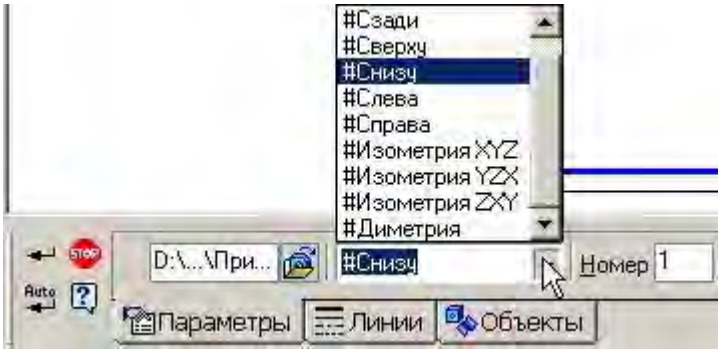


Рисунок 11.5

Здесь также можно изменить и другие параметры. Например, включить изображение линий невидимого контура или изменить тип линий для отображения видимого контура (на вкладке **Линии**).

11.4 Вставка проекционных видов

Для вставки вида, который находится в проекционной связи с существующим видом, нужно:

1. Выполнить команду **Проекционный вид** на *Инструментальной панели* (или в меню **Вставка/Вид с модели/Проекционный**) (рис. 11.6).

2. Щелкнуть мышкой по исходному (главному) виду.

3. Указать расположение проекционного вида. При этом если курсор мыши установить внизу от главного вида, то построится Вид сверху, если справа – Вид слева (рис. 11.6).

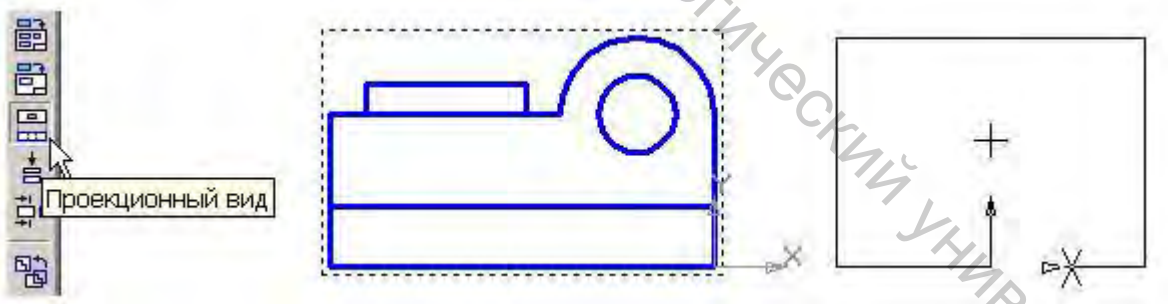


Рисунок 11.6

11.5 Выполнение разрезов. Понятие текущего вида

Для выполнения разреза необходимо:

Установить *текущим* изображение, на котором должны быть указаны следы секущей плоскости.

Текущий вид изображается на поле чертежа синим цветом (по умолчанию), а остальные изображения – черным (рис. 11.7).

Витебский государственный технологический университет

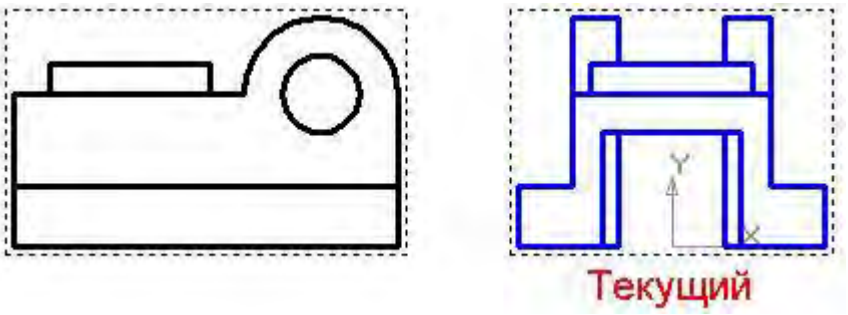


Рисунок 11.7

Для того, чтобы сделать вид текущим, следует выполнить одно из действий:

– выбрать вид в *Панели текущего состояния* (рис. 11.8);

– выполнить двойной щелчок по изображению;

– выбрать команду **Текущий** в контекстном меню *Дерева конструирования* (после щелчка правой кнопкой мыши).



Рисунок 11.8

Перейти на страницу **Обозначения** (рис. 11.9) *Инструментальной панели* и построить следы секущей плоскости (рис. 11.10) с помощью команды **Линия разреза** (меню **Инструменты/Обозначения/Линия разреза**).

Если нужно изменить направление взгляда, переключают параметр **Расположение стрелок** в *Строке параметров объекта* (рис. 11.11). Здесь же можно изменить текст обозначения разреза, предварительно отменив опцию **Автосортировка**.



Рисунок 11.9

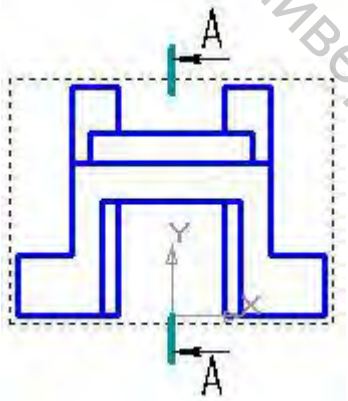


Рисунок 11.10

Витебский государственный технологический университет

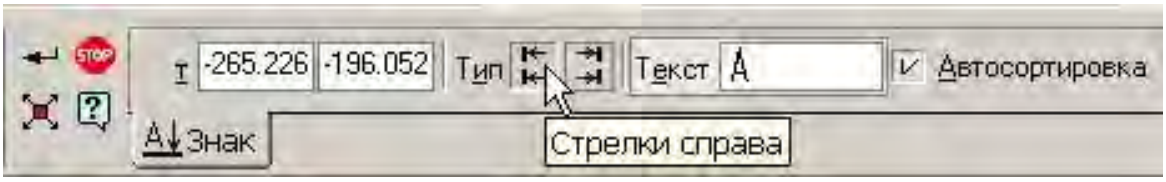


Рисунок 11.11

Перейти на страницу **Ассоциативные виды** *Инструментальной панели* и выбрать команду **Разрез/сечение** (меню **Вставка/Вид с модели/Разрез/Сечение**). Затем щелкнуть мышкой по построенной линии разреза и выбрать мышкой положение разреза (рис. 11.12).

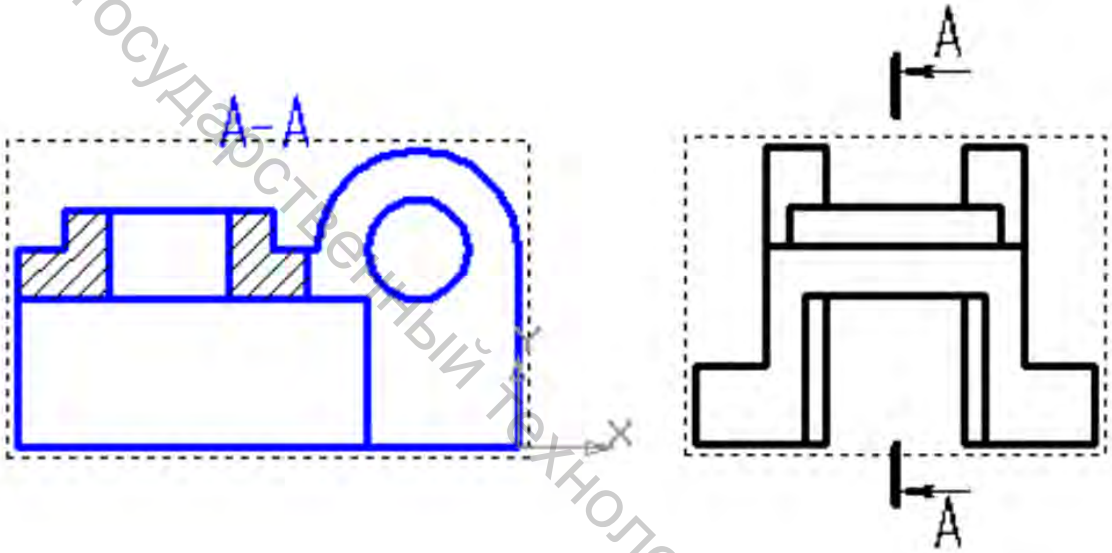


Рисунок 11.12

11.6 Вставка видов по стрелке

Для построения вида требуется выполнить следующие действия.

1. Исходный вид, относительно которого указывается направление взгляда, нужно сделать **текущим**.

2. На странице **Размеры и технологические обозначения** *Инструментальной панели* нужно выбрать команду **Стрелка взгляда** (меню **Инструменты/Обозначения/Стрелка взгляда**).

3. Указать 1-ю, 2-ю точки стрелки и 3-ю точку положения буквы вида (рис. 11.13).

Витебский государственный технологический университет

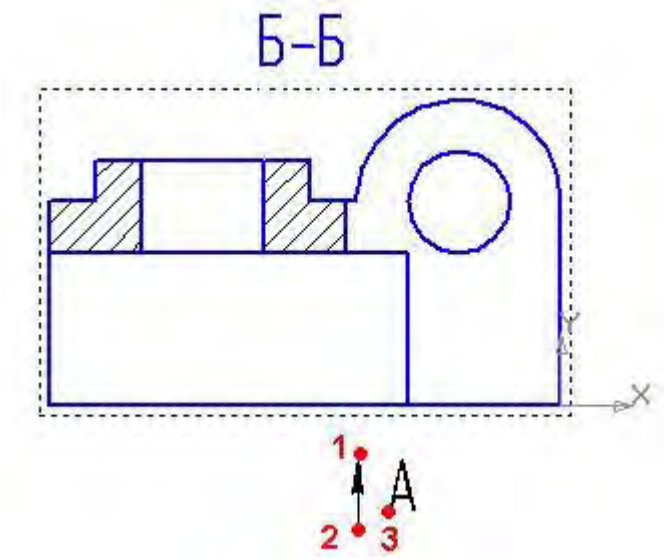


Рисунок 11.13

4. Перейти на страницу **Ассоциативные виды** *Инструментальной панели* и выбрать команду **Вид по стрелке** (меню **Вставка/Вид/Вид по стрелке**).

5. Щелкнуть по стрелке направления взгляда, а затем указать положение изображения.

11.7 Отключение проекционной связи

По умолчанию вновь создаваемые изображения расположены в проекционной связи с исходными (родительскими) изображениями. В некоторых случаях необходимо переместить изображение так, чтобы оно располагалось на чертеже произвольно.

Для этого нужно изменить параметры этого вида по команде **Сервис/Параметры текущего вида** (рис. 11.14).



Рисунок 11.14

На *Панели свойств* следует отключить параметр **Проекционная связь**. После этого можно переместить изображение, указав точку вида 

или переместить вид мышкой.

Витебский государственный технологический университет

11.8 Выполнение местных видов

Местный вид строится путем ограничения существующего вида или разреза. Чтобы построить местный вид, следует:

1. Вид, который следует ограничить, сделать **текущим**.
2. Перейти на страницу **Геометрические построения** *Инструментальной панели* и построить контур, ограничивающий местный вид (рис. 11.15). В качестве контура можно использовать **окружность**, **прямоугольник или** **кривую Безье**.

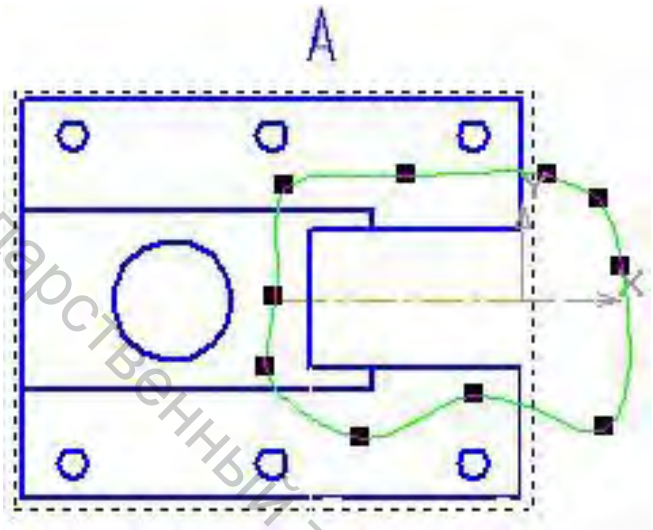


Рисунок 11.15

При использовании **кривой Безье** следует строить замкнутый контур. Для этого на *Панели свойств* следует включить соответствующую опцию (рис. 11.16).

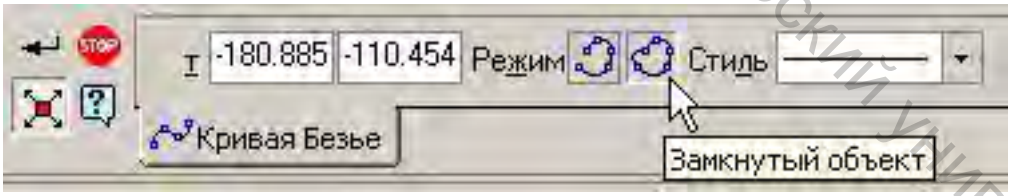


Рисунок 11.16

3. Перейти на страницу **Ассоциативные виды** *Инструментальной панели* и выбрать команду **Местный вид** (меню **Вставка/Вспомогательный вид/Местный вид**).

4. Указать контур (здесь – кривая Безье) мышкой. Содержимое вида, находящееся вне пределов указанного контура, перестает отображаться на экране (рис. 11.17).

Витебский государственный технологический университет

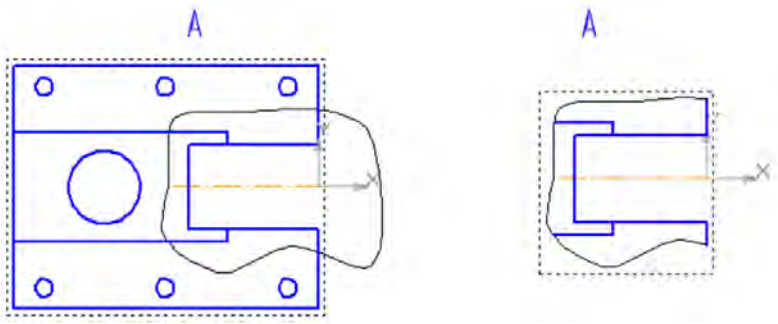


Рисунок 11.17

Чтобы вновь включить полное изображение вида (например, чтобы отредактировать ограничивающий контур), нужно вызвать контекстное меню (после щелчка по виду в *Дереве построения*) и выключить параметр **Местный вид**.

11.9 Местные разрезы

Для создания местного разреза необходимо:

1. Вид, на котором выполняется местный разрез, нужно сделать **текущим.**

2. С помощью инструментов страницы **Геометрия** *Инструментальной панели* нужно построить контур, ограничивающий местный раз рез (рис. 11.16).

В качестве контура можно использовать  **окружность**,  **прямоугольник** или  **кривую Безье.**

При использовании **кривой Безье** следует строить замкнутый контур (см. рис. 11.18).

3. На странице **Ассоциативных видов** следует выбрать команду  **Местный разрез** (меню **Вставка/Вспомогательный вид/Местный разрез**) и щелчком мыши указать построенный контур.

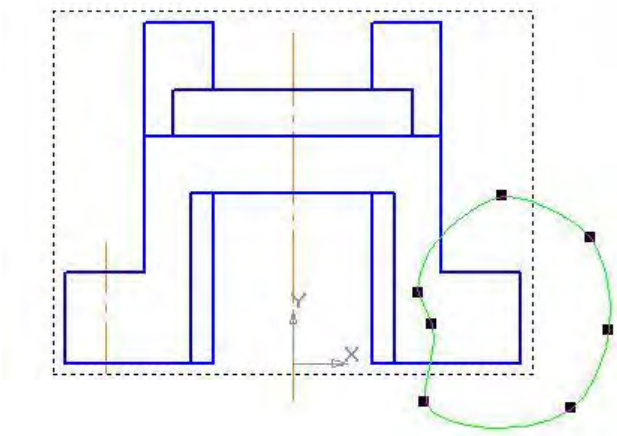


Рисунок 11.18

Витебский государственный технологический университет

Далее курсор мыши следует переместить на соседний вид и указать положение секущей плоскости. Плоскость задается точкой, при этом нужно следить, чтобы при указании точки использовалась **объектная привязка** (на рисунке 11.19 – «ближайшая точка»).

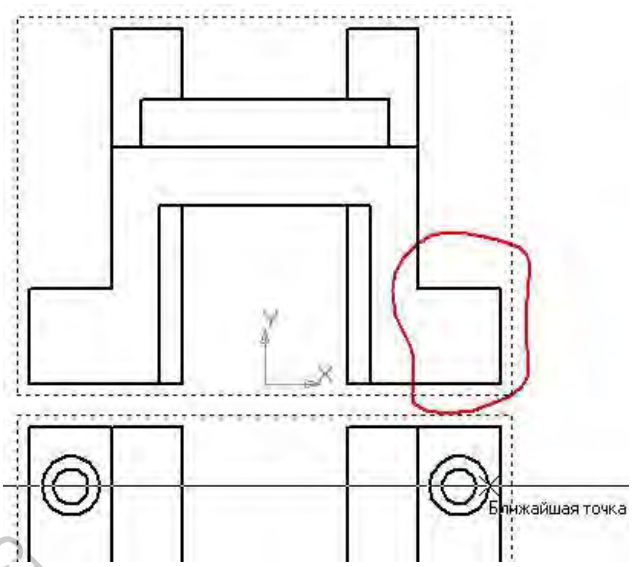


Рисунок 11.19

11.10 Выноски

Для создания выносного элемента следует выполнить следующие действия.

1. Исходный вид, с которого выполняется выносной элемент, нужно сделать **текущим.**

2. На странице **Обозначения** *Инструментальной панели* нужно выбрать команду **Выносной элемент** (меню **Инструменты/ Обозначения/Выносной элемент** и указать три точки, определяющие положение выноски (рис. 11.20).

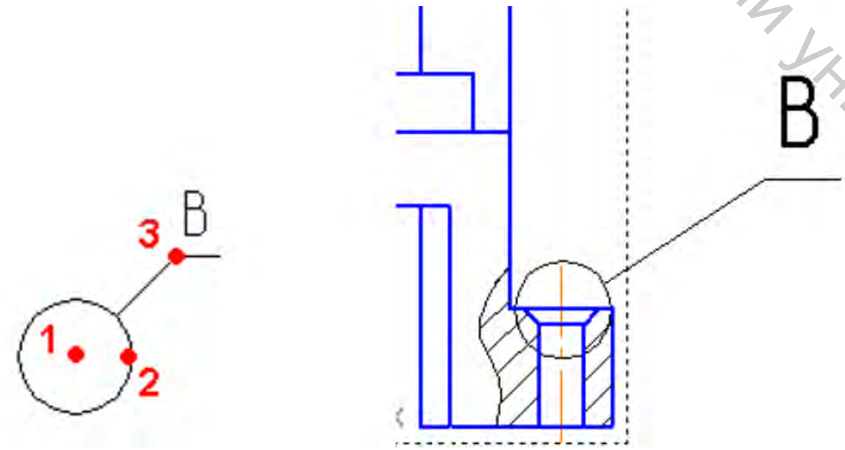


Рисунок 11.20

Витебский государственный технологический университет

3. Перейти на страницу **Ассоциативные виды** *Инструментальной панели* и выбрать команду **Выносной элемент** (меню **Вставка/ Вспомогательный вид/Выносной элемент**). В *Панели свойств* следует указать масштаб выносного элемента (рис. 11.21) и разместить его на поле чертежа (рис. 11.22).



Рисунок 11.21

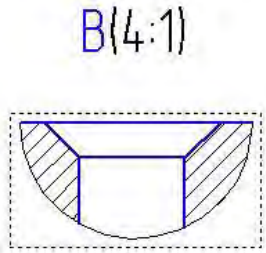


Рисунок 11.22

11.11 Нанесение размеров и оформление чертежа

Перед тем, как наносить осевые линии и проставлять размеры на каком-либо изображении, требуется сделать это изображение **текущим.**

Чтобы при редактировании модели изображения изменялись вместе с размерами (автоматически пересчитывались размерные числа и перестраивались выносные линии), нужно установить режим **Ассоциативной привязки размеров.** Для этого следует выполнить команду **Сервис/Параметры**. Далее на вкладке **Текущий чертеж** в списке настроек нужно выбрать пункт **Параметризация** и установить флажок в строке **Размеры** (рис. 11.23).

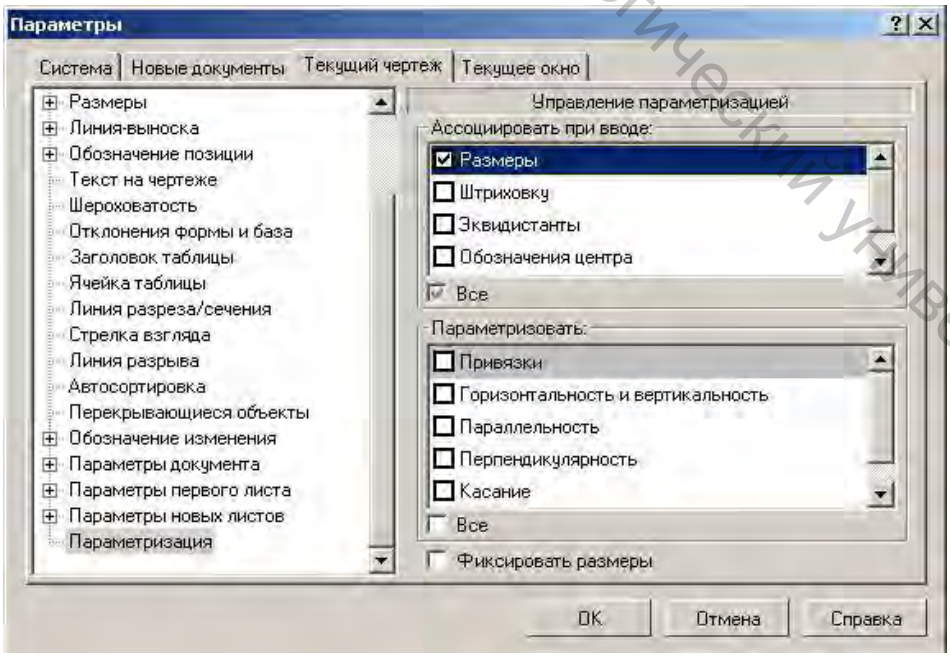


Рисунок 11.23

Витебский государственный технологический университет

Осевые линии можно строить, используя команду **Отрезок** на странице панели инструментов **Геометрия** *Инструментальной панели*. Однако, в случае выполнения чертежа по модели, выгодно использовать следующие команды на странице **Обозначения** (меню **Инструменты/ Обозначения**).

1. Осевая линия по двум точкам. Эта команда аналогична команде **Отрезок** панели **Геометрия**, но осевая линия строится с «заступом» относительно указанных точек (рис. 11.24).



Рисунок 11.24

2. Автоосевая. С помощью этой команды удобно наносить оси симметрии и оси отверстий, изображенных в разрезе. Для того чтобы нанести ось, следует указать два отрезка (линии изображения), относительно которых эта ось симметрична (рис. 11.25).



Рисунок 11.25

3. Обозначение центра. Эта команда позволяет построить указатели центра для небольших окружностей (рис. 11.26).

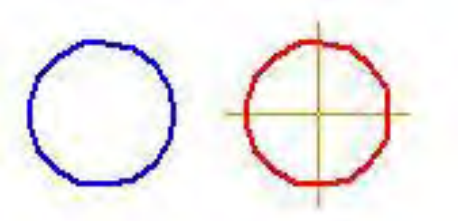


Рисунок 11.26

Витебский государственный технологический университет

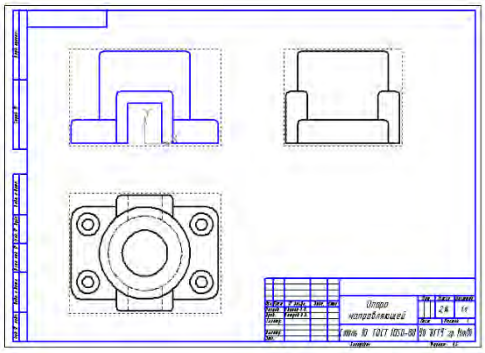
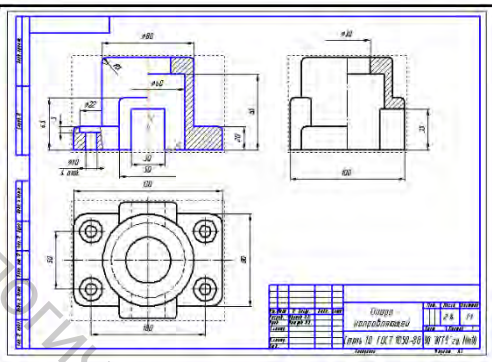
Задание 12. Построение чертежа симметричной детали

Цель: приобретение опыта оформления чертежей.

Приемы работы (умения)

1. Выполнение разрезов, совмещенных с видами.
2. Разрушение ассоциативных изображений для их ручного редактирования.

Таблица 12.1 – Содержание задания

Построить три вида детали по модели. Задать параметры вида сверху так, чтобы на нем отображались линии невидимого контура (штриховые)	
Выполнить фронтальный и профильный разрезы, совмещенные с соответствующими видами. При необходимости исправления изображений (например, редактирования штриховки) «разрушить» соответствующее изображение. Выполнить необходимые изображения (местные виды, местные разрезы) для выявления формы детали. Нанести размеры. Заполнить основную надпись.	

Методические указания к выполнению задания 12

12.1 Выполнение разрезов, совмещенных с видами

Для создания разреза, совмещенного с видом, необходимо выполнить следующие действия.

1. Вид, на котором выполняется разрез, нужно сделать **текущим**.
2. С помощью инструментов страницы **Геометрия** *Инструментальной панели* нужно построить  **прямоугольник** (рис. 12.1).

Витебский государственный технологический университет

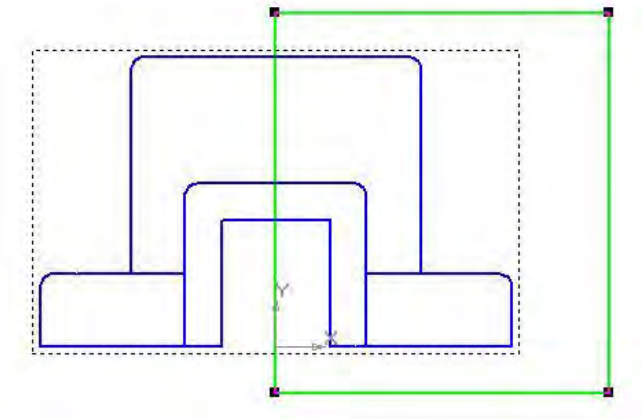


Рисунок 12.1

3. Далее следует выбрать команду **Местный разрез** на **странице Ассоциативных видов** (меню **Вставка/Вспомогательный вид/Местный разрез**) и щелчком мыши указать построенный контур.

4. Далее курсор мыши следует переместить на другой вид, на котором следует указать положение секущей плоскости (плоскость симметрии). Плоскость задается точкой, при этом нужно следить, чтобы при указании точки использовалась объектная привязка (например, к началу координат).

12.2 Разрушение ассоциативных изображений

Изображения, полученные с помощью панели ассоциативных видов, являются зависящими от модели, с которой они построены. Это означает, что при редактировании модели эти изображения также будут меняться.

В некоторых случаях возникает необходимость разрушить ассоциативную связь между изображением и моделью. Для этого используют команду **Разрушить вид** из контекстного меню вида.

После разрушения вида линии изображения можно стирать, редактировать и т.п.

Витебский государственный технологический университет

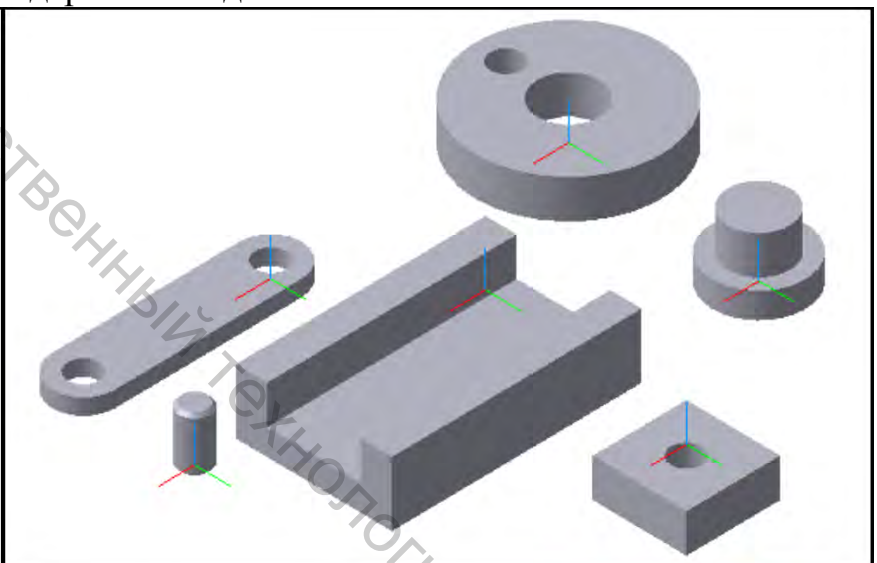
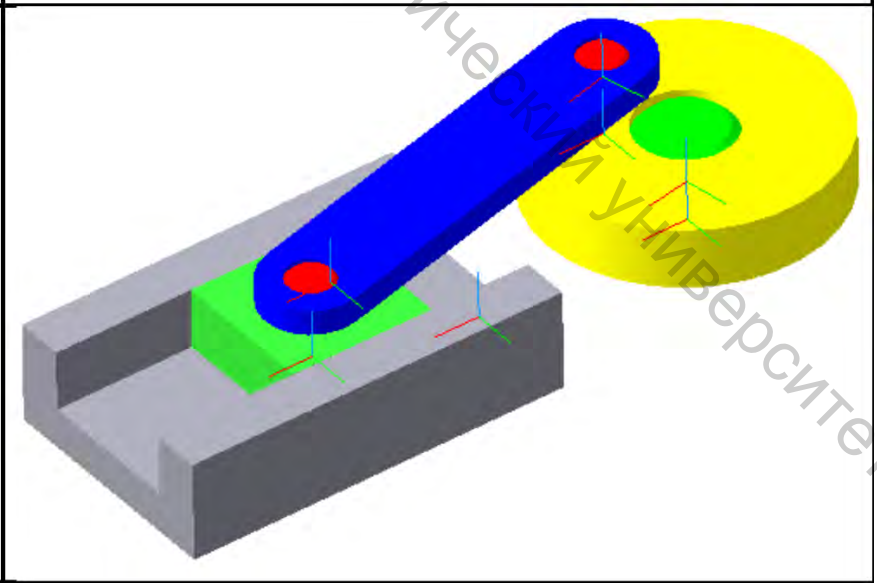
Задание 13. Построение механизма

Цель: ознакомиться с основами построения сборочных узлов в САПР «Компас».

Приемы работы (умения)

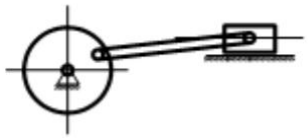
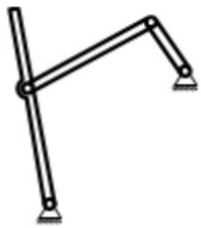
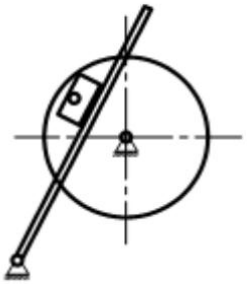
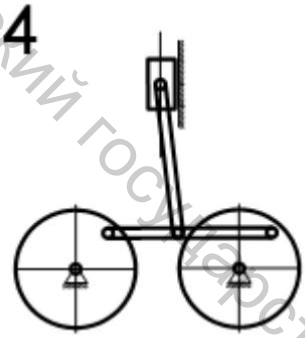
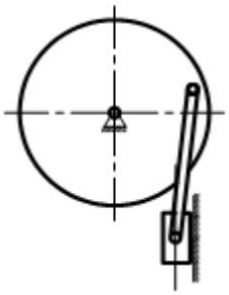
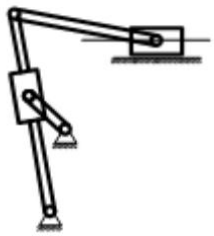
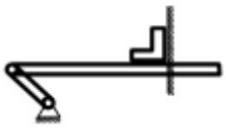
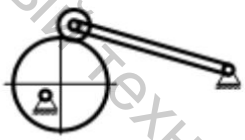
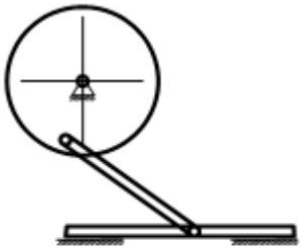
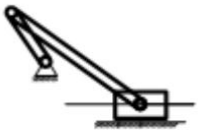
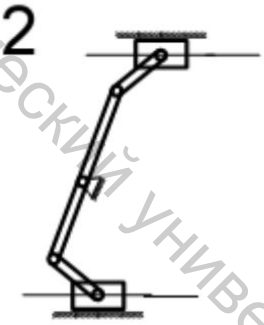
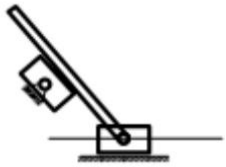
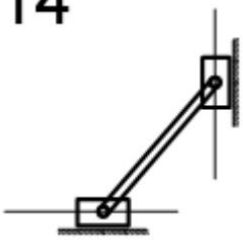
1. Создание сборки.
2. Добавление в сборку деталей из файла.
3. Задание сопряжений между деталями в сборке.
4. Редактирование деталей в сборке.
5. Контроль соударений при работе механизма.

Таблица 13.1 – Содержание задания

Построить детали механизма (табл. 13.1). Размеры деталей задать самостоятельно, с учетом сопряжений. Сохранить файлы деталей в отдельной папке	
Создать сборку. Добавить в сборку детали механизма, задать сопряжения. Подобрать размеры деталей так, чтобы при работе механизма не возникали конфликты	

Витебский государственный технологический университет

Таблица 13.1 – Схемы механизмов

1 	2 	3 
4 	5 	6 
7 	8 	9 
10 	11 	12 
13 	14 	15 

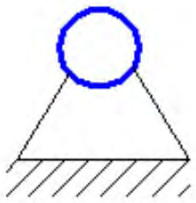
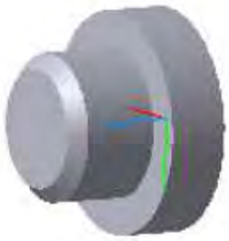
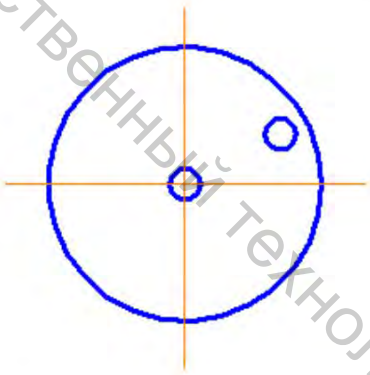
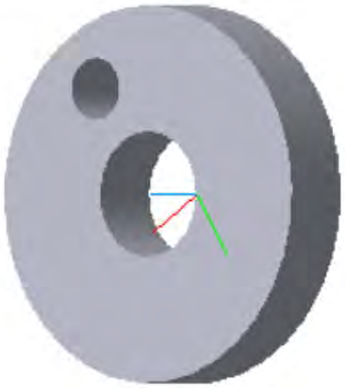
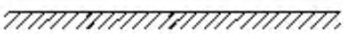
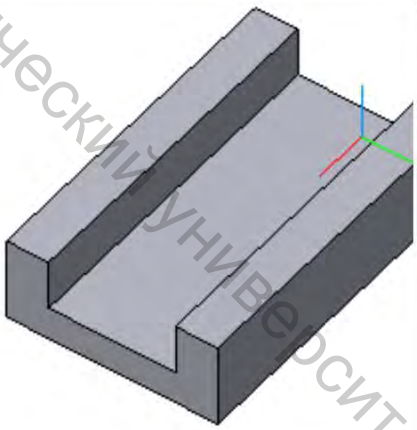
Витебский государственный технологический университет

Методические указания к выполнению задания 13

13.1 Построение деталей механизма

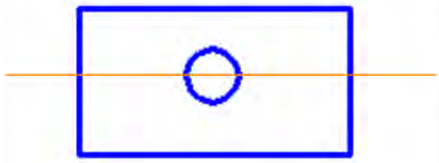
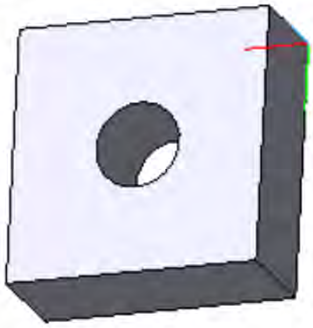
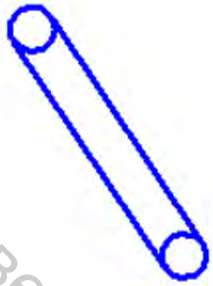
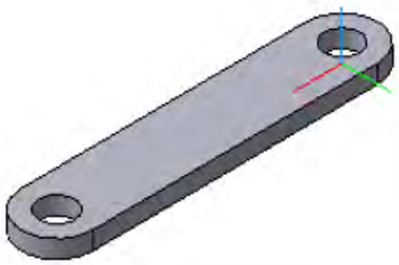
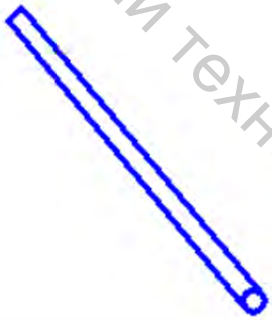
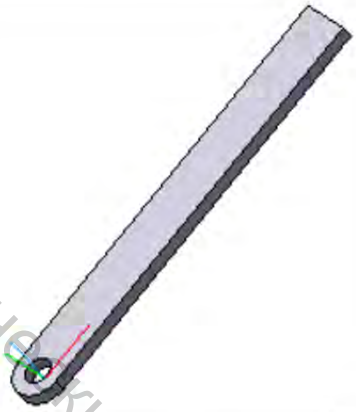
Механизм следует строить из упрощенных деталей, форма которых может быть принята из таблицы 13.2 или разработана самостоятельно.

Таблица 13.2 – Детали, используемые для построения сборки

Название	Обозначение на схеме	Форма
Опора/ неподвижная ось		
Маховик		
Направляющая		

Витебский государственный технологический университет

Окончание таблицы 13.2

Название	Обозначение на схеме	Форма
Камень/ ползун		
Шатун		
Кулиса		
Ось		

Размеры деталей должны быть подобраны с учетом собираемости механизма, т.е. соответствующие сопрягаемые размеры различных деталей должны иметь одинаковые значения (либо значения, обеспечивающие зазор) (рис. 13.1).

Витебский государственный технологический университет

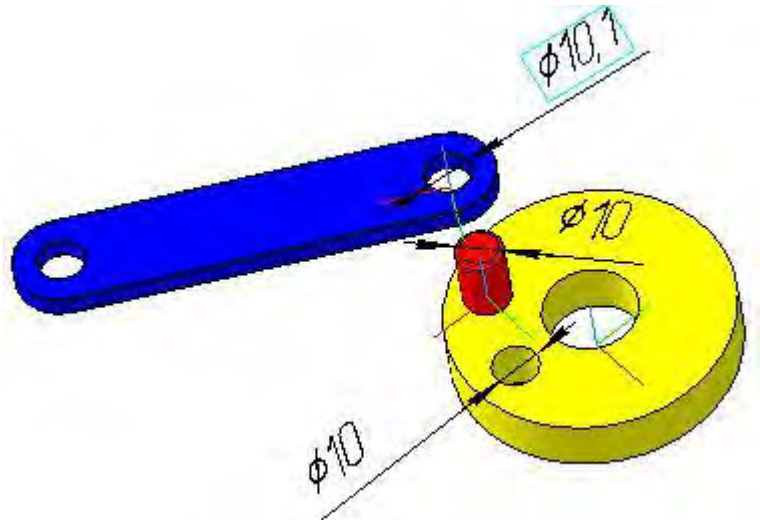


Рисунок 13.1

Кроме этого, при назначении размеров деталей следует учитывать работоспособность механизма, например, длина шатуна и диаметр кривошипа должны обеспечивать ход ползуна, соответствующий длине направляющей.

Все детали, которые будут использованы в механизме, следует сохранить на диске в виде отдельных файлов. Файлы деталей, относящиеся к одной сборке, нужно хранить вместе с файлом этой сборки в отдельной папке.

13.2 Общие сведения о сборках

Сборка в КОМПАС 3D представляет собой документ, который содержит трехмерные модели входящих в него деталей, а также связи (сопряжения) между ними, обеспечивающие необходимое взаимное их расположение.

Сборка является документом, зависимым от документов деталей, входящих в него: **при удалении файла детали сборка не может быть открыта или перестроена**. Рекомендуется все модели деталей, входящих в сборку, хранить вместе со сборкой в отдельной папке, чтобы при копировании сборки на другой компьютер, вместе со сборкой копировались детали, входящие в нее.

Между деталью в сборке и отдельной моделью детали существует ассоциативная связь, т.е. **изменение модели отдельной детали повлечет за собой изменение этой детали в сборке** (при ее открытии или перестроении) и, наоборот, **при редактировании детали в сборке изменяется также и ее отдельная модель**.

Наличие ассоциативной связи между моделями деталей и сборкой следует учитывать при использовании в сборке одинаковых деталей

Витебский государственный технологический университет

(вставленных из одного файла), а также при использовании одной детали в разных сборках.

Все детали в сборках можно разделить на **зафиксированные** и **свободные**. В *Дереве построения* перед названием зафиксированной детали в скобках указана буква «ф» (рис. 13.2).

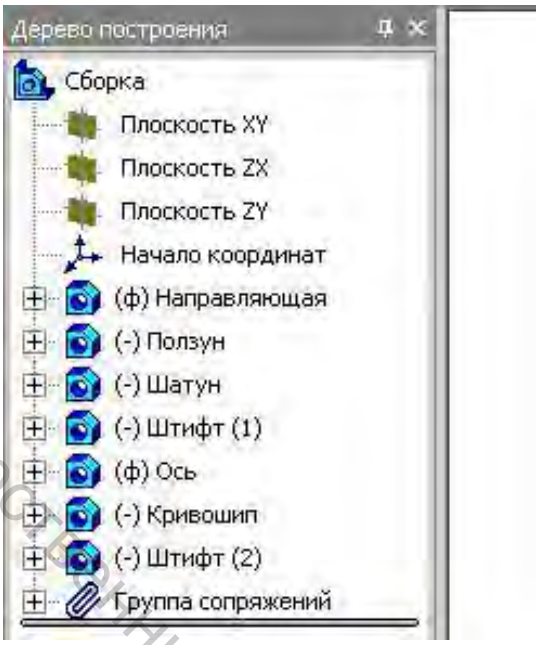


Рисунок 13.2

Зафиксированный компонент – это, как правило, корпусная деталь, которая определяет положение всего узла, с ее помощью узел крепится в пространстве.

Свободные (подвижные) компоненты – это детали, которые могут совершать движение относительно корпусной детали.

13.3 Создание сборки. Добавление деталей в сборку

Для создания сборки следует выполнить команду **Файл/Создать/Сборка**. После этого появится пустое окно документа, в *Дереве построений* будет система из трех базовых плоскостей.

Чтобы добавить в сборку деталь, следует щелкнуть на *Панели инструментов* **Добавить из файла** или выбрать команду меню **Операции/Добавить компонент из файла**. После этого появится диалог открытия файла, где нужно выбрать файл детали.

Как правило, первая деталь, которая добавляется в сборку, должна быть корпусной, т.е. неподвижной, к которой впоследствии будут крепиться остальные детали.

После того, как деталь будет выбрана, ее изображение появится рядом с курсором мыши. Следует поместить курсор в требуемое положение

Витебский государственный технологический университет

и щелкнуть левую кнопку мыши. Рекомендуется совместить начало координат корпусной детали с началом координат сборки.

Первая деталь, которая добавляется в сборку, автоматически будет зафиксирована.

13.4 Ориентирование деталей. Создание сопряжений

Последующие детали, которые вставляются в сборку, по умолчанию будут свободными и, чтобы задать их положение, их нужно ориентировать друг относительно друга, а затем наложить геометрические взаимосвязи – сопряжения.

Сопряжения в сборке – это геометрические условия (параллельность, перпендикулярность и т.п.) между поверхностями различных деталей, которые обеспечивают взаимное положение деталей в процессе работы механизма. Например, чтобы ползун двигался в пазу основания, следует организовать два сопряжения (рис. 13.3): совпадение горизонтальной и боковой плоскостей паза с соответствующими плоскостями на ползуне.

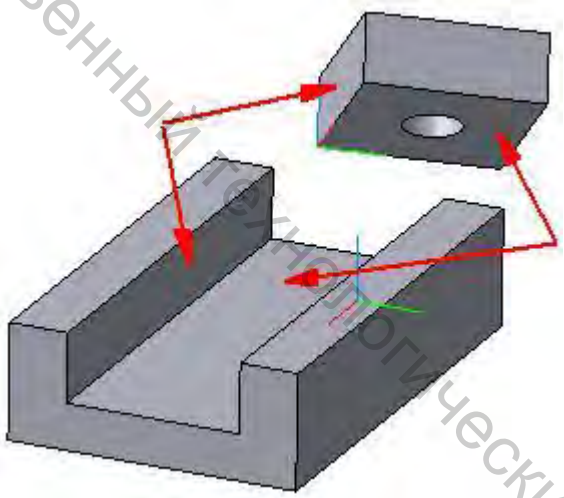


Рисунок 13.3

Перед тем, как накладывать сопряжения между двумя деталями, следует вручную их ориентировать так, чтобы их взаимное положение максимально соответствовало требуемому.

Для ориентирования свободных деталей используются команды меню **Сервис** или *Панели инструментов* **Переместить компонент** и **Повернуть компонент.**

После ввода этих команд свободные детали можно перемещать мышкой. По окончании ориентирования следует нажать кнопку **Прервать команду**. Команды сопряжения доступны при включенной

Витебский государственный технологический университет

панели **Сопряжения** (рис. 13.4) или в меню **Операции/Сопряжения компонентов**.

Существуют следующие сопряжения:

– параллельность;

– перпендикулярность;

– на расстоянии;

– под углом;

– касание;

– соосность;

– совпадение объектов.



Рисунок 13.4

Для сборки механизмов в рамках лабораторной работы достаточно двух сопряжений: **Совпадение объектов** и **Соосность**.

Например, чтобы ползун занял свое положение в пазу основания, следует использовать сопряжение **Совпадение объектов**. После ввода команды следует щелкнуть по «дну» паза, затем – по нижней плоскости ползуна. Ползун переместится вниз и «ляжет» на горизонтальную плоскость паза и в *Дереве построений*, в разделе *Группа сопряжений* добавится элемент **Совпадение**. Однако ползун не будет ориентирован относительно вертикальных «стенок» паза и может даже своим объемом пересекаться с основанием.

Для окончательного расположения ползуна следует задать **Совпадение** также боковой стенки паза и вертикальной грани ползуна. Ползун займет свое положение (рис. 13.5) и, выйдя из режима сопряжений по команде **Прервать команду**, можно убедиться в правильности построений. Для этого на *Панели переключения* нужно выбрать панель .

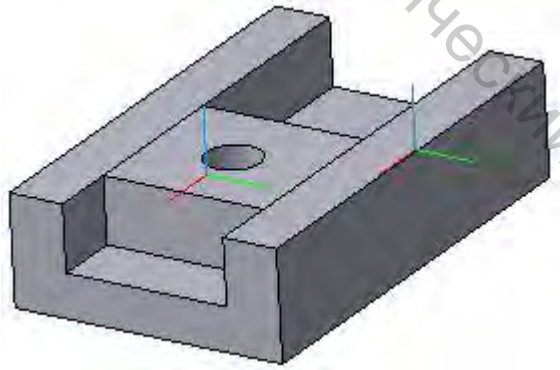


Рисунок 13.5

Редактирование сборки и по команде **Переместить компонент** двигать ползун.

Наложение сопряжения **Соосность** требуется для «вставки» цилиндрических деталей в отверстия. Например, чтобы в ползун установить

Витебский государственный технологический университет

ось, следует выбрать команду **Соосность**, а затем последовательно щелчками мышкой указать две цилиндрические поверхности (рис. 13.6): поверхность оси и отверстие ползуна.

Для окончательной сборки оси и ползуна следует установить **Совпадение** торцевой поверхности оси с нижней плоскостью ползуна (рис. 13.7). Для удобства указания различных поверхностей для сопряжений следует активно использовать команду **Повернуть** для управления отображением сборки («вращать всю сборку»). Эта команда выполняется в «прозрачном» режиме и после отмены режима вращения Компас вернется к указанию сопряжений.

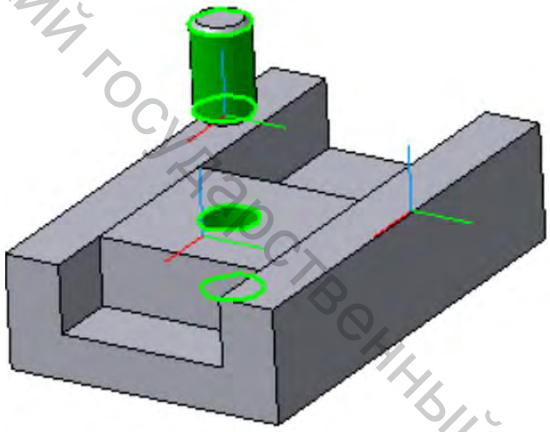


Рисунок 13.6

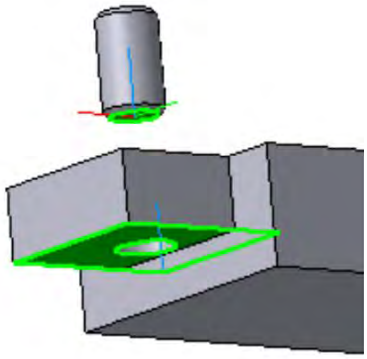


Рисунок 13.7

13.4 Проверка механизма на отсутствие конфликтов

Если во время режима перемещения свободных деталей на *Панели свойств* включить опцию **Контроль соударений компонентов**, то можно проверить работу механизма. При наличии конфликтов – пересечения объемов деталей – Компас отреагирует в соответствии с настройками режима контроля соударений. Например, остановит движение и подсветит поверхности, которые столкнулись.

13.5 Редактирование деталей в контексте сборки

Часто бывает, что при работе со сборкой возникает необходимость изменить размеры какой-либо детали. Для этого можно использовать два способа. Первый – выделив компонент в *Дереве построения*, открыть деталь в другом окне (**Редактор/Редактировать компонент/В окне**), внести необходимые изменения, сохранить деталь и закрыть окно. Компас перестроит сборку и в ней отразятся соответствующие изменения.

Витебский государственный технологический университет

Второй способ, более удобный – это редактирование детали непосредственно в сборке. Для этого нужно выделить компонент в *Дереве построения* и выполнить команду **Редактор/Редактировать компонент/На месте** или щелкнуть мышкой  **Редактировать на месте**. Компас перейдет в режим редактирования выбранной детали, все другие детали временно заморозятся. После окончания редактирования следует отжать кнопку  **Редактировать на месте**. Режим редактирования в контексте сборки можно также включить путем редактирования эскизов, относящихся к деталям в *Дереве построений*.

Витебский государственный технологический университет

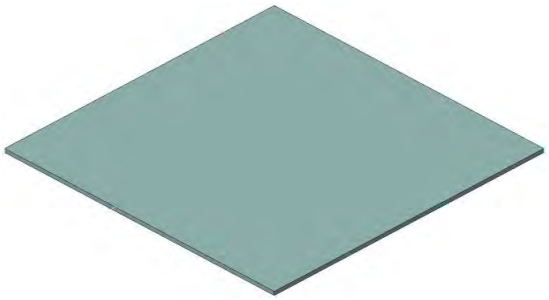
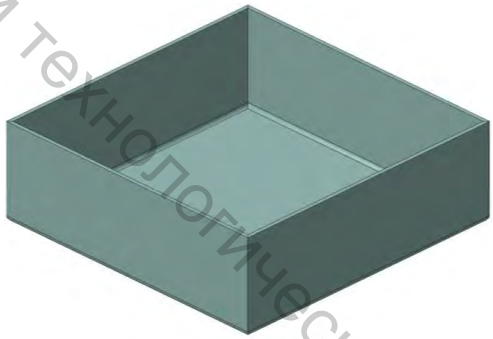
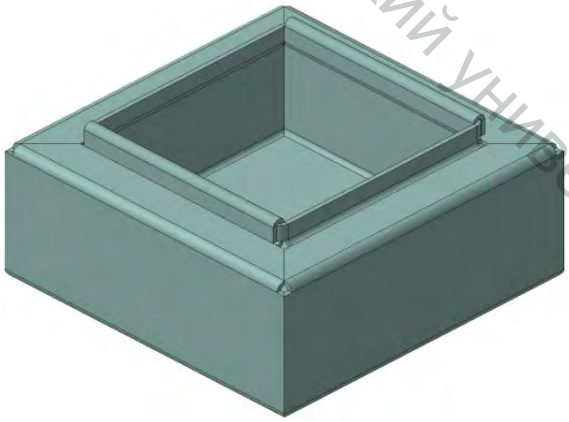
Задание 14. Построение модели из листового металла

Цель: продемонстрировать основные принципы и возможности модуля проектирования изделий из листового металла.

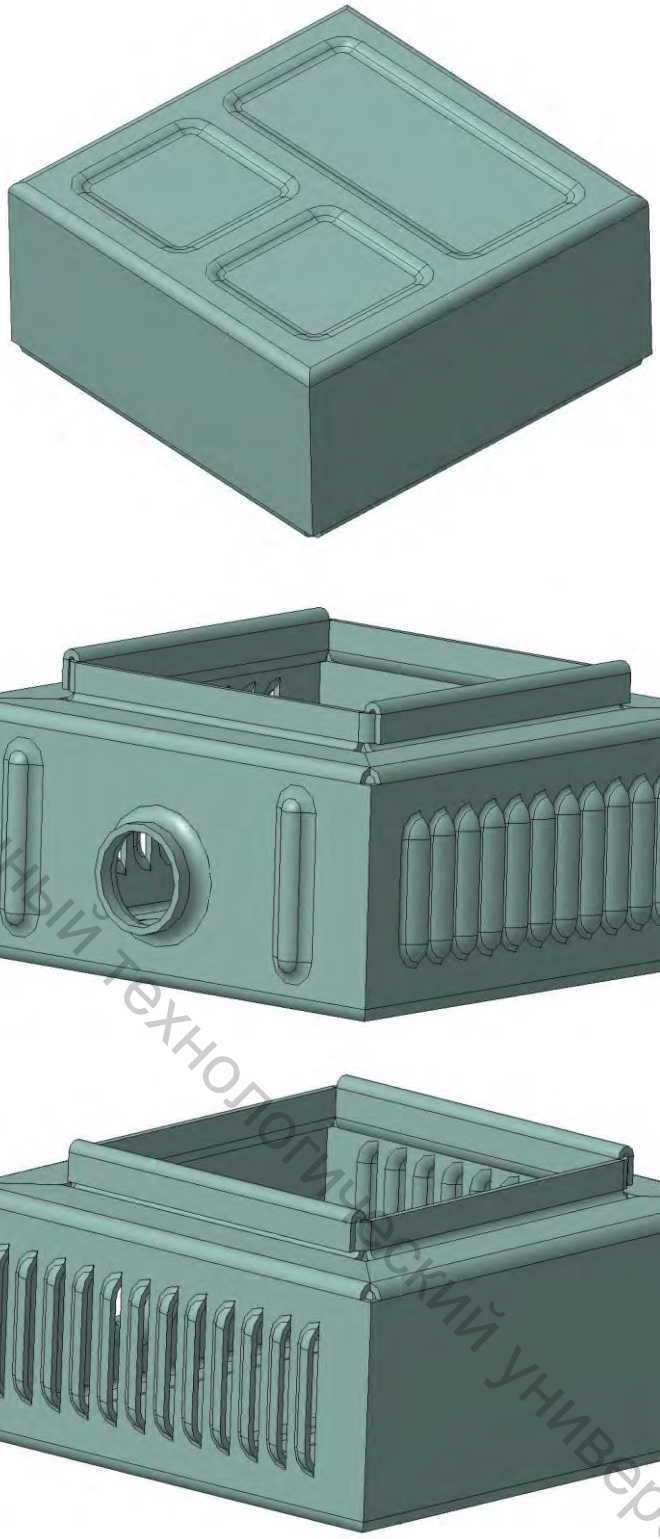
Приѐмы работы (умения):

1. Создание примитивного листового тела.
2. Применение основных функций модуля проектирования листовых тел.

Таблица 14.1 – Содержание задания

Построить эскиз и применить функцию построения листового тела	
К ранее построенному листовому телу применить функции сгиба с изменением множества параметров и функции замыкания углов. Построить зацепы также используя функции сгиба с определенными параметрами	 

Витебский государственный технологический университет

Научиться использовать функции открытой штамповки, закрытой штамповки, жалюзи и буртика	

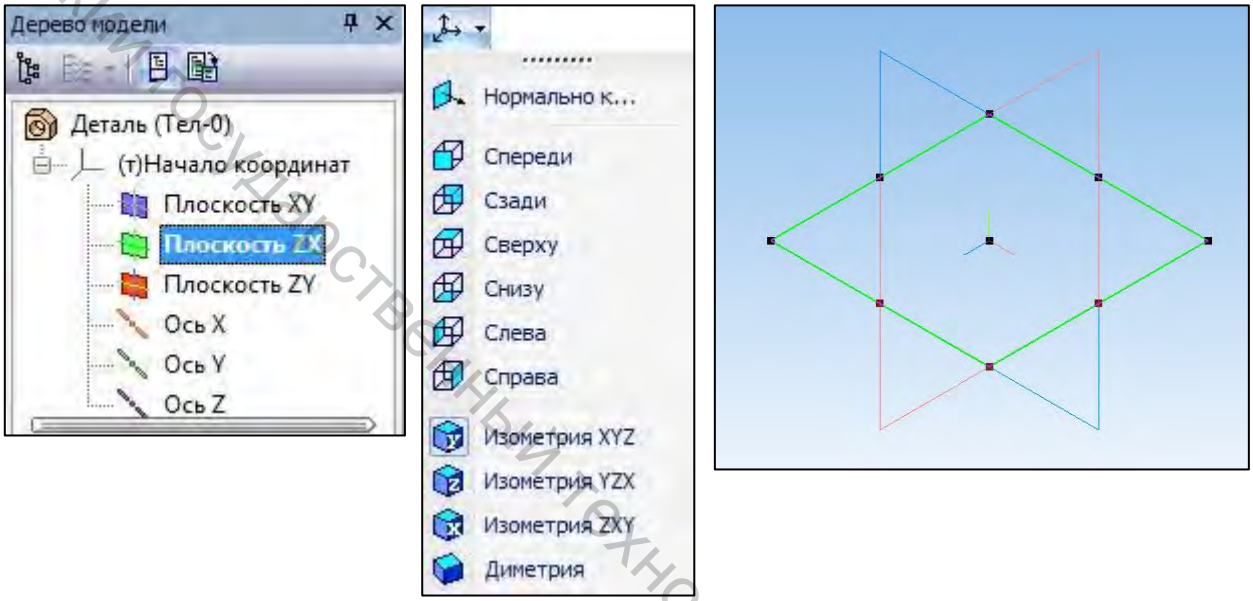
Витебский государственный технологический университет

Методические указания к выполнению задания 14

14.1 Создание нового файла детали и построение эскиза

Для того чтобы создать новый файл, содержащий трехмерную модель детали, вызовите из меню **Файл** команду **Создать/Деталь**.

В *Дереве построений* выбираем исходную горизонтальную плоскость (**Плоскость XY**) (рис. 14.1 а), кнопкой *ориентация*  устанавливаем ***изометрию XYZ*** (рис. 14.1 б). В графической области выбранная плоскость подсветится зеленым цветом (рис. 14.1 в).



а б в

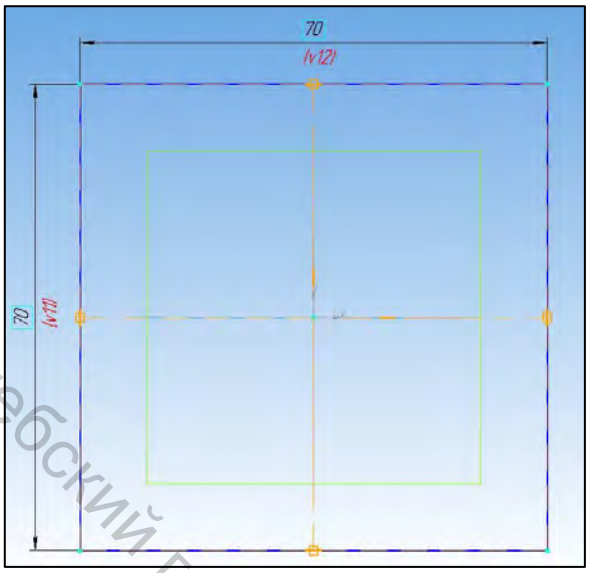
Рисунок 14.1

Для того чтобы создать эскиз в выделенной плоскости, вызовите команду меню **Операции/Эскиз** или нажмите кнопку  **Эскиз** на *Панели текущего состояния*. После этого система перейдет в режим редактирования эскиза.

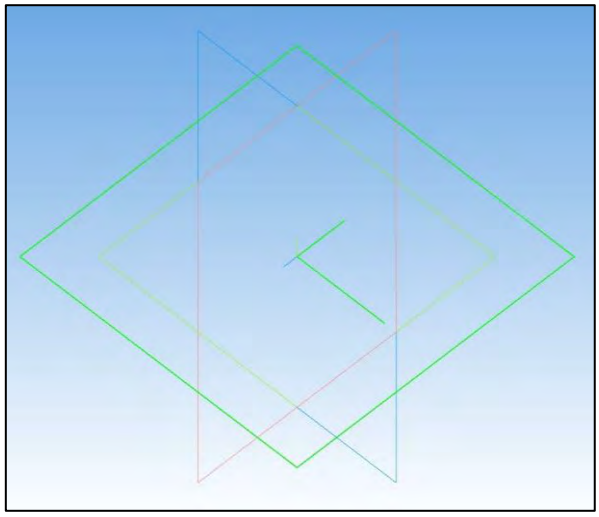
В данном эскизе следует начертить прямоугольник, используя панель **Инструменты/Геометрия** или нажав кнопку  . К построенному прямоугольнику необходимо применить функции параметризации  (объединение точек, вертикальность, горизонтальность, симметрия и т.д.). Далее параметризованному прямоугольнику необходимо задать размеры длины и ширины.

Для задания параметризованных размеров используем кнопки  и . В данном случае длина и ширина будут равны по **70 мм** (рис. 14.2 а).

Витебский государственный технологический университет



а



б

Рисунок 14.2

Для выхода из режима редактирования эскиза следует отжать кнопку **Эскиз**. В графической области произойдет отражение построенного эскиза (рис. 14.2 б).

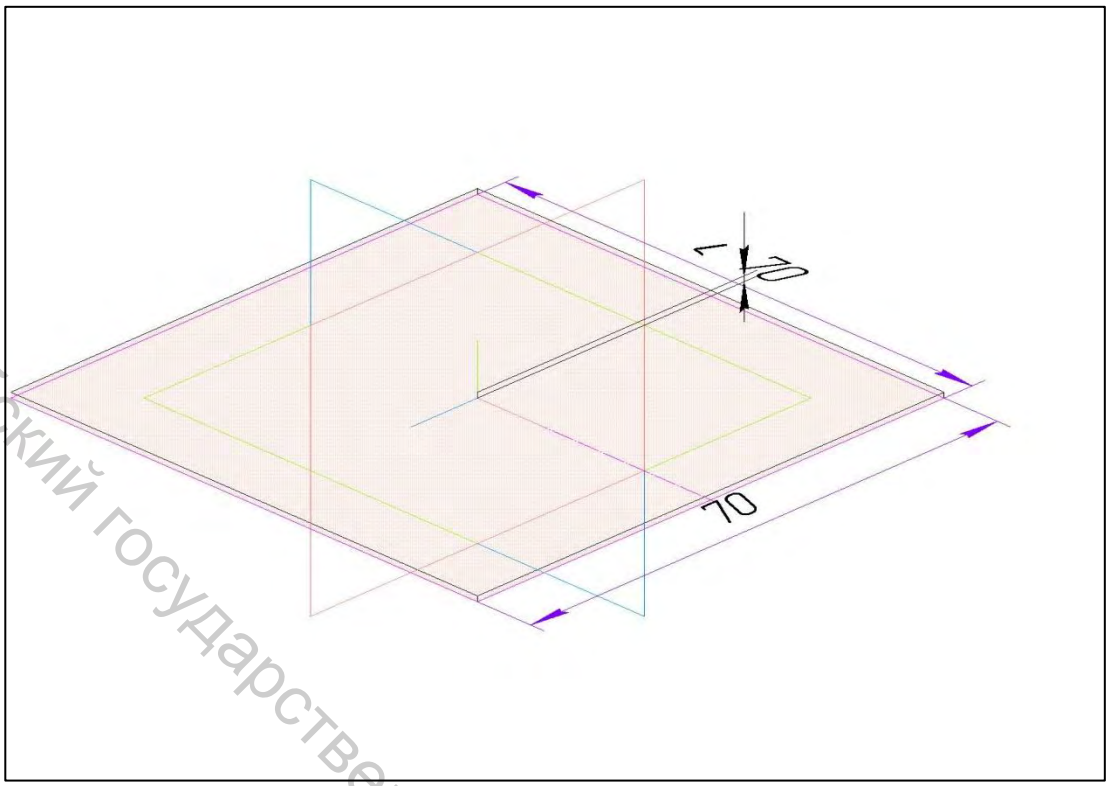
14.2 Создание листового тела по эскизу

В *Дереве модели* левой кнопкой мыши выделите начерченный эскиз (!) Эскиз:1, а затем применяем меню **Операции/Элементы листового тела/Листовое тело**.

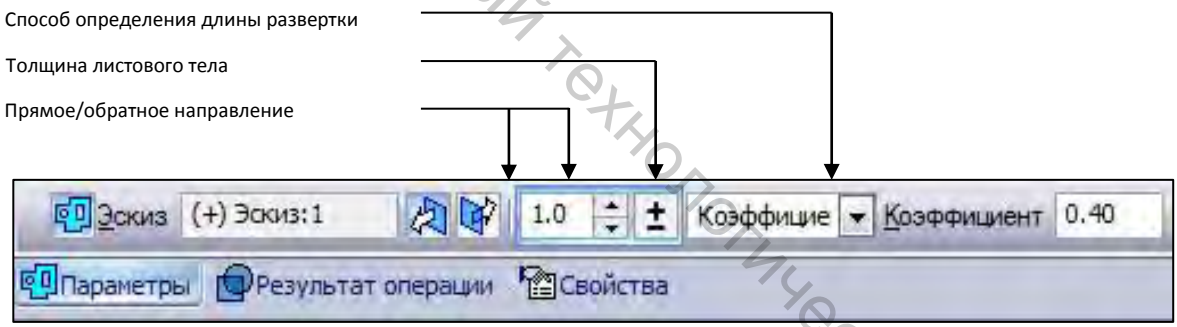
После проделанной команды мы наблюдаем в графической области построения автоматическое построение фантома листового тела по заранее построенному нами эскизу (рис. 14.3 а). Также после вызова данной команды на экране появляется диалог *Параметры листового тела* (рис. 14.3 б). Устанавливаем толщину листового тела **1 мм**, а также выбираем прямое направление распространения листового тела и нажимаем кнопку подтверждения действия .

В итоге получается листовое тело данной формы, построенное по заранее готовому эскизу (рис. 14.3 в).

Витебский государственный технологический университет



а



б



в

Рисунок 14.3

Витебский государственный технологический университет

14.3 Применение основных функций модуля построений листовых тел

14.3.1 На ранее построенной листовой модели днища короба необходимо осуществить сгибы с указанными параметрами. Для этого в меню **Операции/Элементы листового тела** выбираем функцию **Сгиб**.

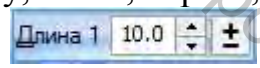
После нажатия данной кнопки на экране появится диалог *Параметры сгибов* (рис. 14.4), где:

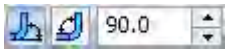


Рисунок 14.4

 – направление сгиба (прямое/обратное);

 – использование длины стороны кромки (по всей длине, по центру, слева, справа, два отступа, отступ слева, отступ справа);

 – длина сгиба;

 – угол сгиба;

 – радиус сгиба (внутренний/наружный радиус).

Для сгиба в определенном месте необходимо указать мышкой кромку, на которой будет происходить сгиб (рис. 14.5).

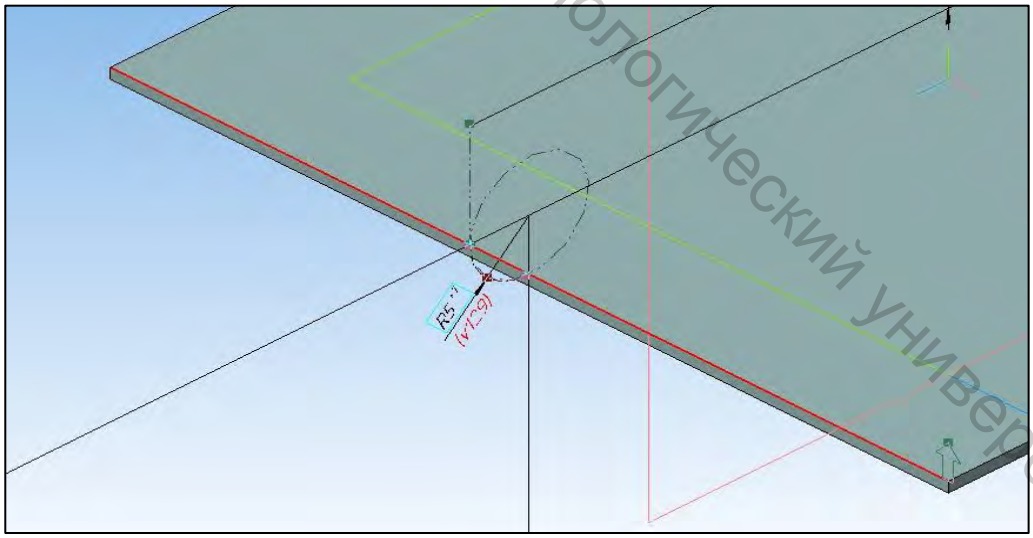


Рисунок 14.5

После нажатия на кромку (которая обозначена красной линией) будет автоматически построен фантом сгиба с параметрами, выставленными по умолчанию. Для включения/выключения отображения фантома

Витебский государственный технологический университет

используется кнопка . Для нашей детали необходимо в диалоге *Параметры сгибов* (рис. 14.4) указать:

– направление сгиба **– прямое**;

– использование длины стороны кромки – **по всей длине**;

– длина сгиба – **30 мм**;

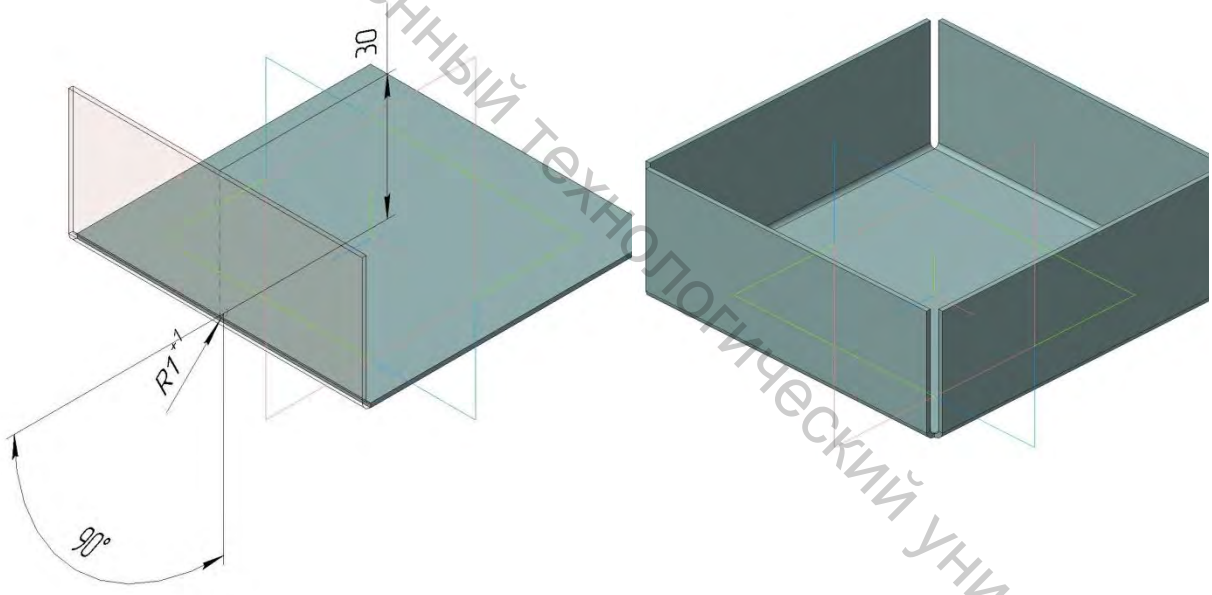
– угол сгиба – **90 градусов**;

– радиус сгиба – **1 мм**.

Итогом данных манипуляций на графической области построения наблюдаем такую картину (рис. 14.6 а).

Данную операцию можно делать ***по отдельности*** для каждой кромки абсолютно аналогично, однако можно воспользоваться ***автоматическим построением***.

Для автоматического построения сгибов с аналогичными параметрами необходимо нажать кнопку , после нажатия которой первый сгиб построится автоматически. При нажатой кнопке далее поочередно нажимаем соответствующие кромки днища короба, и сгибы с установленными ранее параметрами будут также строиться автоматически. Итогом этого действия является рисунок 14.6 б.



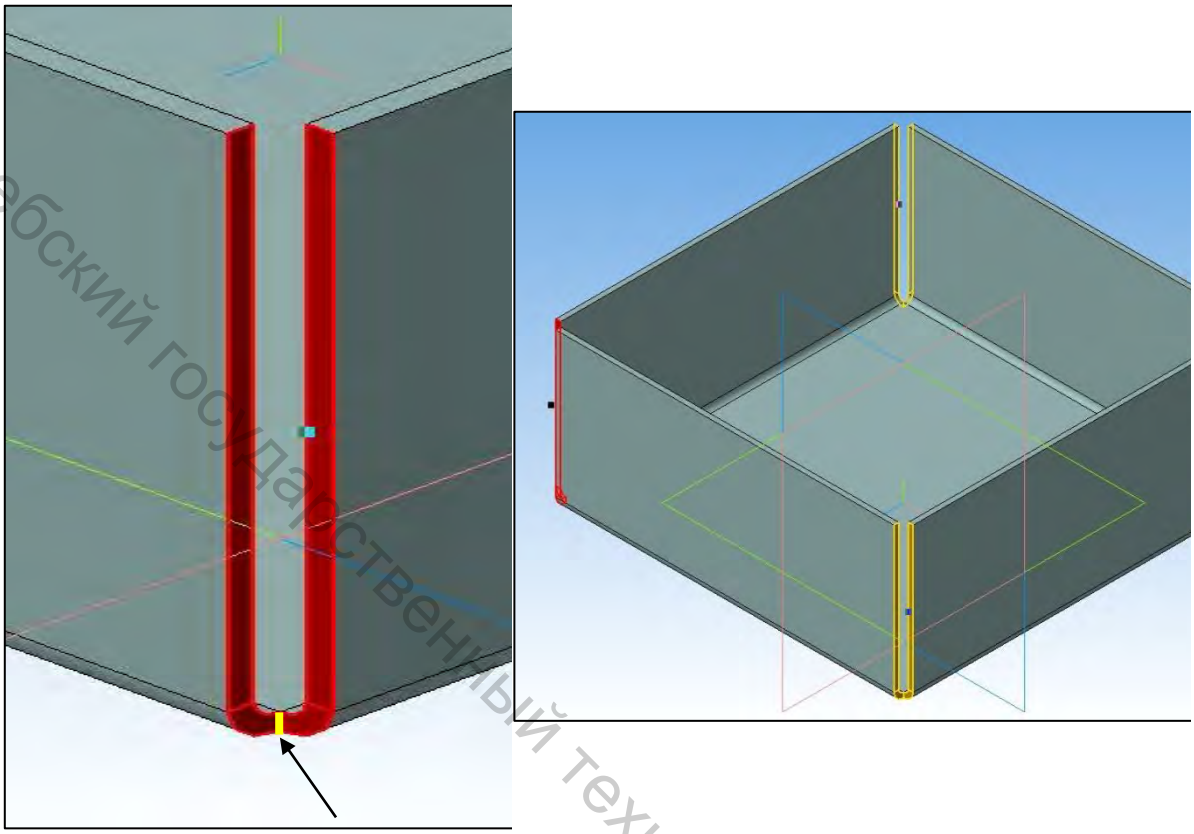
а б

Рисунок 14.6

14.3.2 Для замыкания углов построенных ранее сгибов используем команду **Операции/Элементы листового тела/Замыкание углов**. После выбора данной команды появится диалоговое окно с *Параметрами замыкания углов*. Затем необходимо указать угол, который мы будем замыкать. Для этого нужно левой кнопки мыши нажать на кромку смежных сгибов (рис. 14.7 а) одного любого угла, а затем также нажать на кромки

Витебский государственный технологический университет

смежных сгибов остальных углов, в результате чего мы наблюдаем такую картину (рис. 14.7 б).

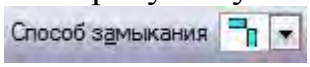


а б

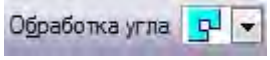
Рисунок 14.7

В диалоговом окне *Параметров замыкания углов* в графе ***углы*** 

прописаны все отмеченные ранее нами углы (рис. 14.8 а). Также в этом окне присутствуют параметры редактирования замыкания:



– способ замыкания (замыкание встык, замыкание с перекрытием, плотное замыкание);



– обработка угла (без обработки, круговая, стык по кромке, смык по хорде).

Для нашей детали необходимо указать следующие параметры:

– способ замыкания – **плотное замыкание**;

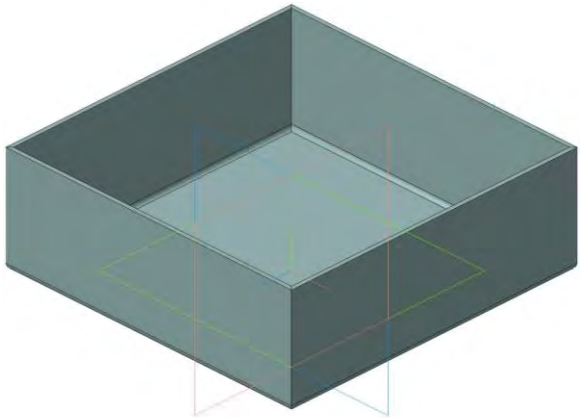
– обработка угла – **стык по кромке**.

Результатом данной операции будет следующий результат с замкнутыми углами (рис. 14.8 б).

Витебский государственный технологический университет



а



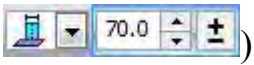
б

Рисунок 14.8

14.3.3 Для дальнейшего построения короба необходимо опять воспользоваться уже ранее использованной функцией ***Сгиб* (Операции/Элементы листового тела/Сгиб)**. В данном случае необходимо левой кнопкой мыши кликнуть на внутреннюю кромку, обозначенную красной линией, вследствие чего автоматически выстраивается фантом данного сгиба.

В диалоговом окне *Параметры сгибов* необходимо указать:

направление сгиба – **прямое**;

использование длины стороны кромки – **по центру** (вследствие нажатия **По центру** появляется окно размерности ширины сгиба );

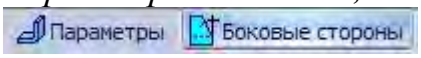
ширина сгиба – **70 мм**;

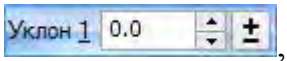
длина сгиба – **8 мм**;

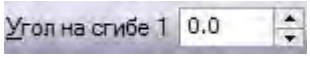
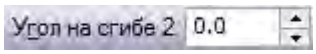
угол сгиба – **90 градусов**;

радиус сгиба – **1 мм**.

Результатом данных манипуляций является рисунок 14.9 а.

Не нажимая кнопку подтверждения действия в диалоговом окне *Параметров сгибов,* переходим на вкладку **Боковые стороны** , где видим новый набор параметров для данного сгиба:

,  – уклон длины сгиба;

,  – угол радиуса сгиба.

В диалоговом окне *Боковые стороны* необходимо указать:

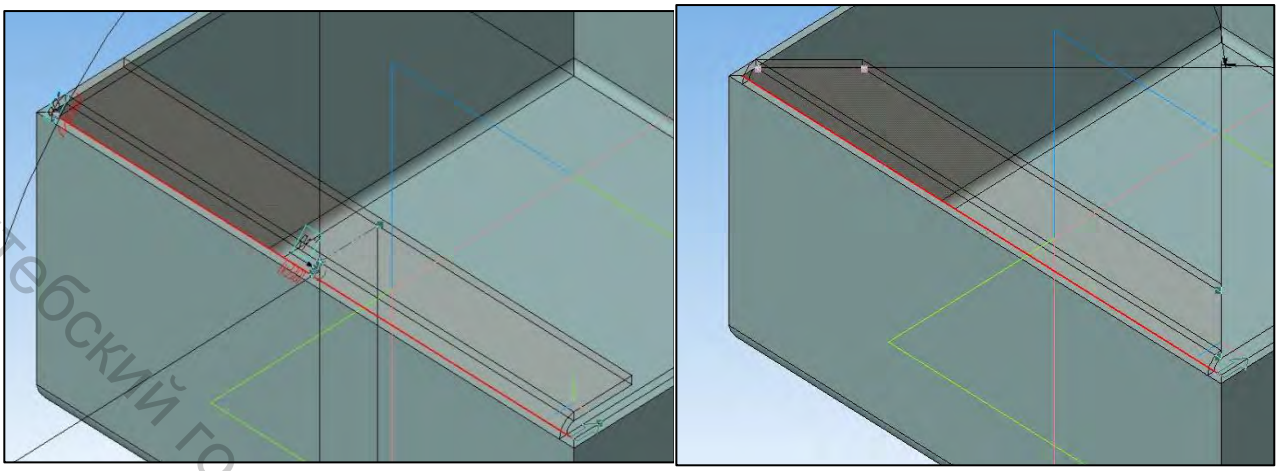
уклон 1 – **45 градусов**;

уклон 2 – **45 градусов**;

Витебский государственный технологический университет

Углы на сгибах остаются **неизменными**.

Результатом данных изменений является рисунок 14.9 б.



а **б**

Рисунок 14.9

Далее необходимо построить остальные три сгиба таким же образом и с аналогичными параметрами, используя функцию автопостроения  либо каждую по отдельности.

После выполнения вышеуказанных построений получается следующий результат (рис. 14.10).

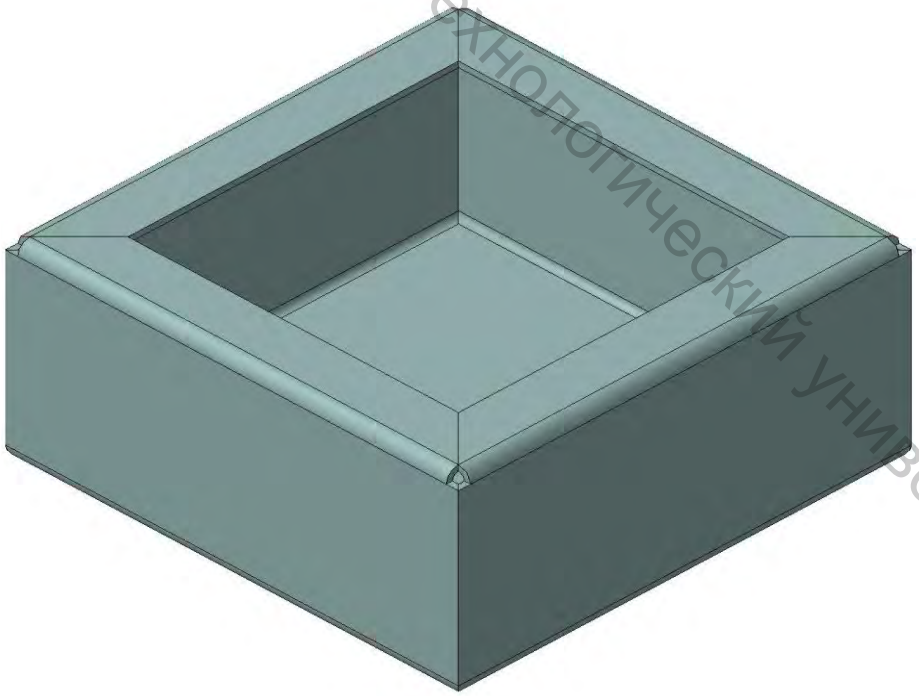


Рисунок 14.10

Витебский государственный технологический университет

14.3.4 Следующим этапом будет аналогичное построение сгибов и зацепов.

Воспользуемся опять данной функцией ***Сгиб*** **(Операции/Элементы листового тела/Сгиб)**. Выделяем требуемую кромку и задаѐм следующие параметры сгиба:

направление сгиба – **прямое**;

использование длины стороны кромки – **по центру**;

ширина сгиба – **50 мм**;

длина сгиба – **4 мм**;

угол сгиба – **90 градусов**;

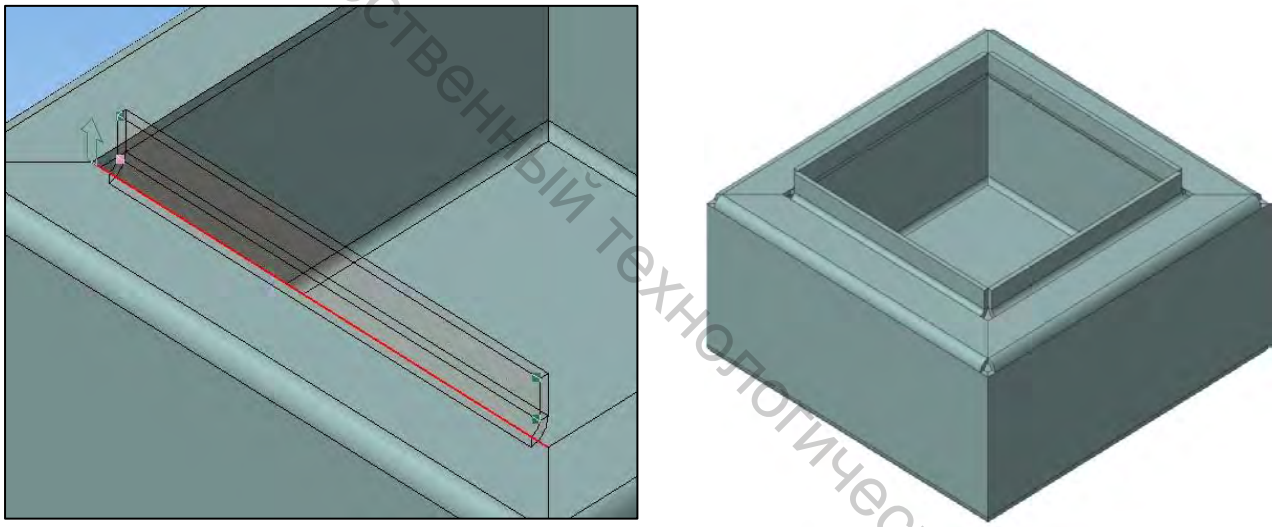
радиус сгиба – **1 мм**.

В диалоговом окне *Боковые стороны* необходимо указать:

уклон 1 – **0 градусов**;

уклон 2 – **0 градусов.**

Результатами данных построений является рисунок 14.11 а, а конечным построением – рисунок 14.11 б.



а **б**

Рисунок 14.11

На двух соответственных параллельных сгибах необходимо построить сгибы под углом ***180 градусов***. Для этого воспользуемся функцией ***Сгиб***. Выделяем требуемую кромку и задаѐм следующие параметры сгиба:

направление сгиба – **прямое**;

использование длины стороны кромки – **по всей длине**;

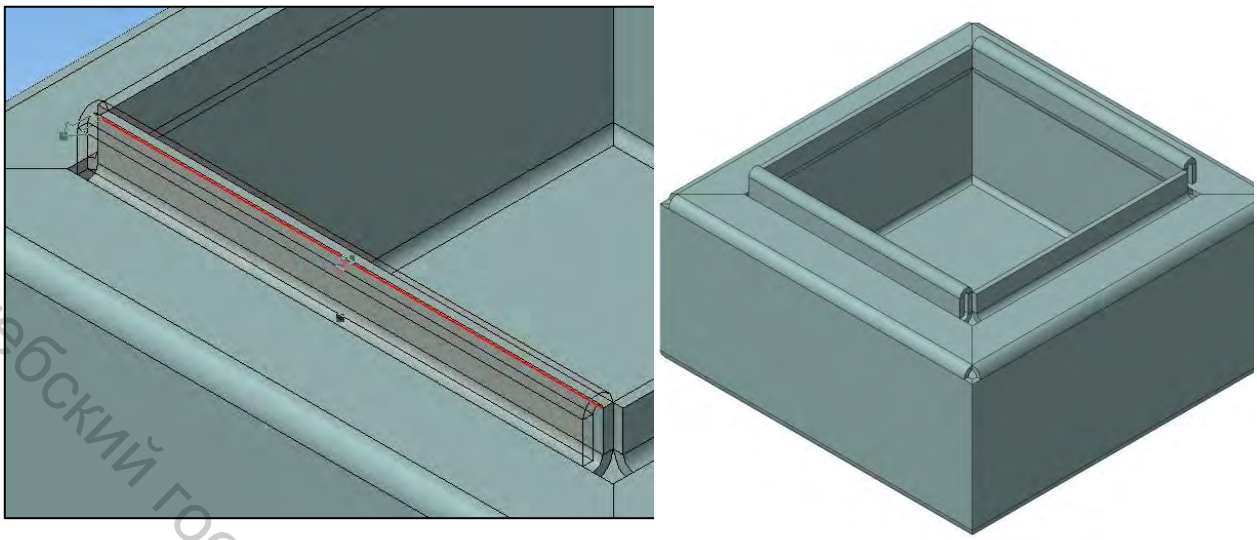
длина сгиба – **4 мм**;

угол сгиба – **180 градусов**;

радиус сгиба – **0,5 мм**.

Аналогичное построение выполняем и для соответствующего параллельного сгиба. Результатами будут рисунок 14.12 а, б.

Витебский государственный технологический университет



а б

Рисунок 14.12

Зацепы на данные параллельные сгибы выполняем по аналогичному плану. Выделяем требуемую кромку и задаѐм следующие параметры сгиба для построения зацепов:

направление сгиба – **прямое** (или **обратное**, в зависимости от автоматического направления построения);

использование длины стороны кромки – **по всей длине**;

длина сгиба – **4 мм**;

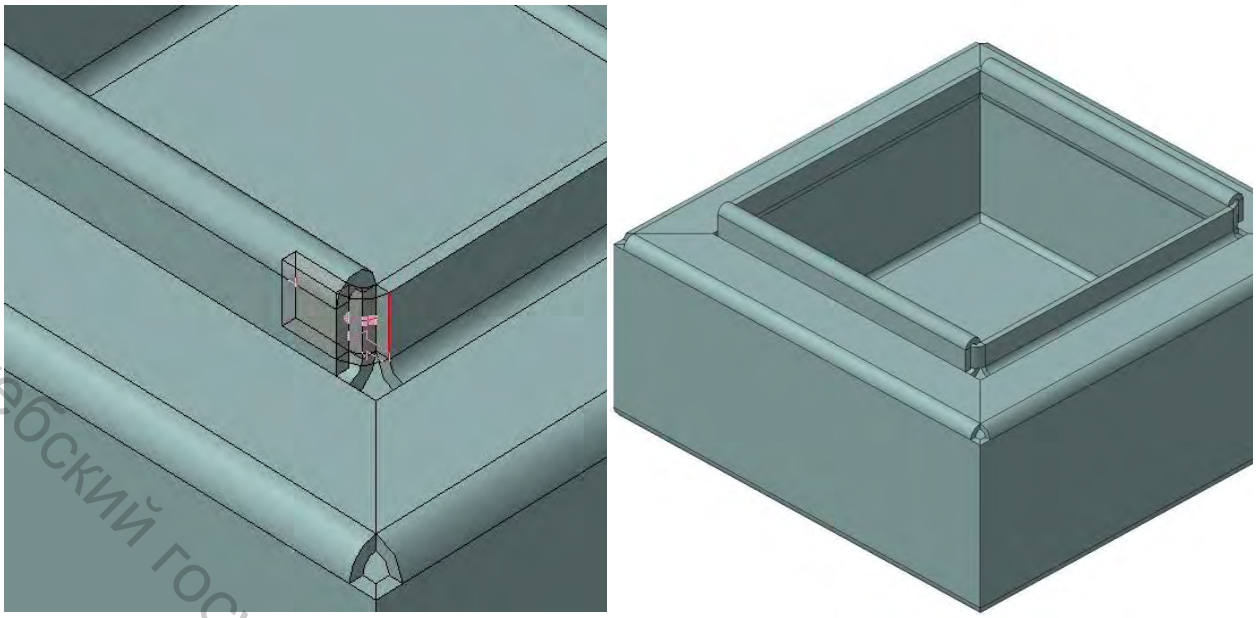
угол сгиба – **90 градусов**;

радиус сгиба – **1 мм**.

Фантом построения одного зацепа показан на рисунке 14.13 а. Далее необходимо построить остальные три зацепа таким же образом и с аналогичными параметрами, используя функцию автопостроения  либо каждую по отдельности.

Окончательным результатом построения зацепов будет иллюстрация на рисунке 14.13 б.

Витебский государственный технологический университет

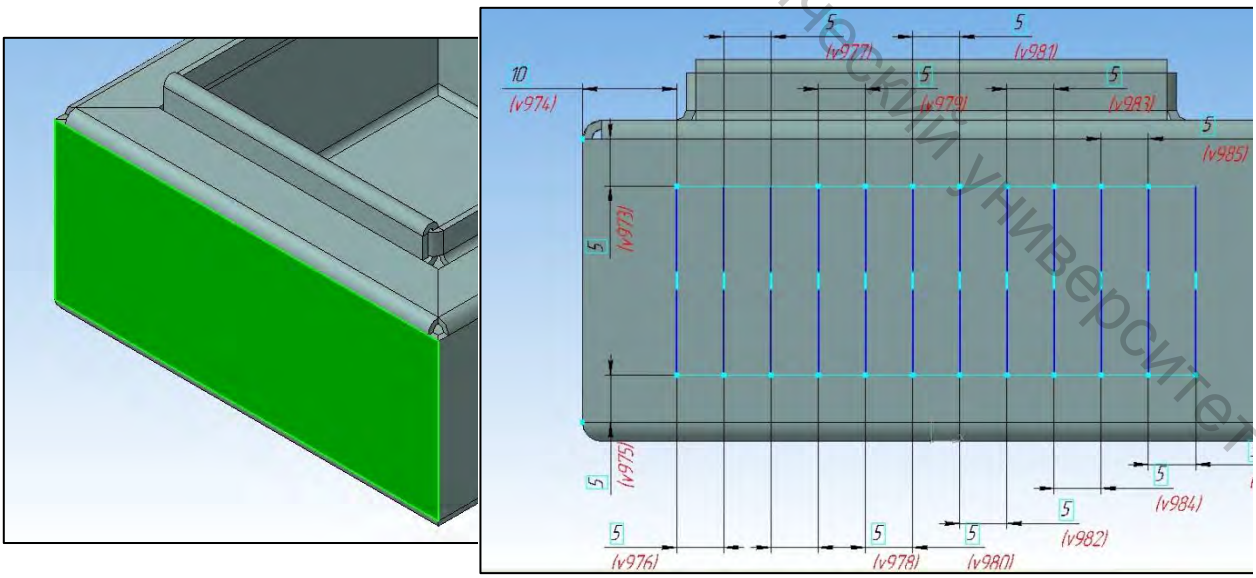


а б

Рисунок 14.13

14.4 Применение функций жалюзи, открытой и закрытой штамповки, буртика

14.4.1 Для построения элемента листового тела ***Жалюзи*** необходимо на плоскости, на которой будет данный элемент, построить соответствующий эскиз. Для этого выделяем данную плоскость (рис. 14.14 а), нажимаем на кнопку **Эскиз** и строим соответствующий ***параметризованный*** эскиз (рис. 14.14 б).



а б

Рисунок 14.14

Витебский государственный технологический университет

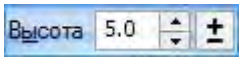
В *Дереве модели* нажимаем данный эскиз и выбираем **Операции/Элементы листового тела/Жалюзи**.

В диалоговом окне *Параметров жалюзи* присутствуют следующие параметры:

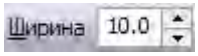
 – прямое/обратное направление жалюзи;

 – жалюзи справа/слева;

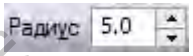
 – способ задания высоты жалюзи;



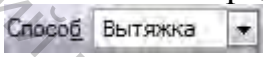
– высота жалюзи;



– ширина жалюзи;



– радиус лепестков жалюзи;



– способ построения жалюзи (вытяжка, подрезка).

Выставляем следующие параметры для построения жалюзи:

направление жалюзи – **прямое**;

жалюзи – **справа**;

способ задания – **полный**;

высота жалюзи – **3 мм**;

ширина жалюзи – **3 мм**;

радиус – **1 мм**;

способ построения – **вытяжка**.

Результат построения изображен на рисунке 14.15.

На стороне противоположной данной проделываем аналогичные действия: строим эскиз, параметризируем и применяем функцию ***Жалюзи***. В итоге должны получиться абсолютно ***симметричными*** жалюзи с обеих сторон.

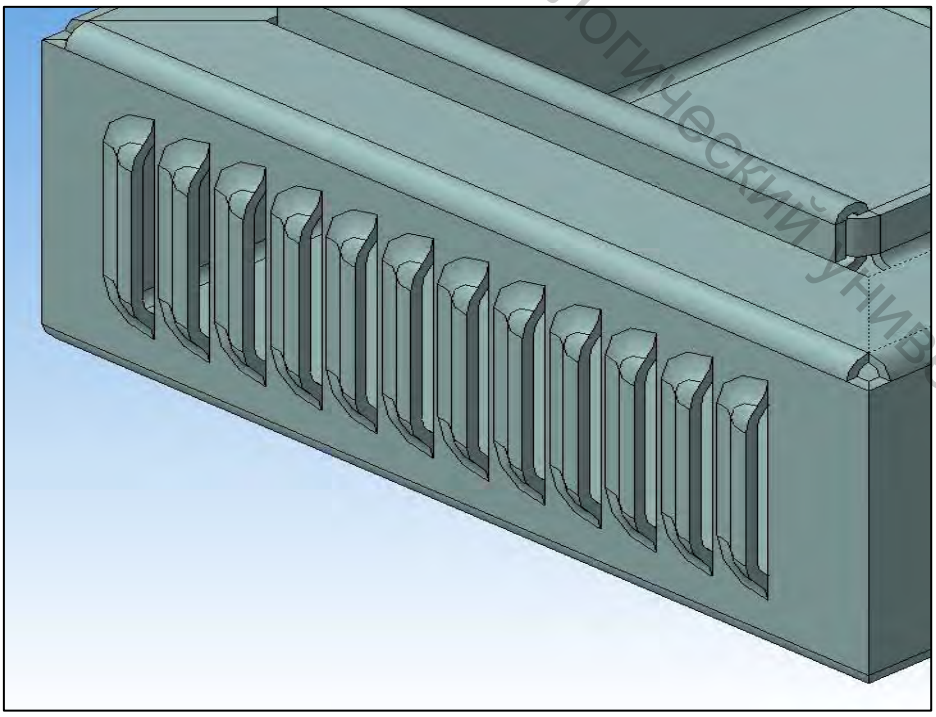


Рисунок 14.15

Витебский государственный технологический университет

Примечание!
На трехмерные элементы, сформированные при помощи команд создания и редактирования листовых деталей, не распространяются команды формирования массивов. По этой причине штамповку и прочие листовые элементы приходится формировать каждый отдельно.

14.4.2 Для построения элемента листового тела ***Закрытая штамповка*** необходимо на плоскости, на которой будет данный элемент, построить соответствующий эскиз. Для этого выделяем данную плоскость (рис. 14.16), нажимаем на кнопку **Эскиз**  и строим ***по отдельности*** три ***параметризованных*** эскиза с соответствующими размерами, указанными на рисунках (рис. 14.17 а, б, в).

Эскизы строятся ***по отдельности*** в соответствии с **примечанием**, указанным выше.

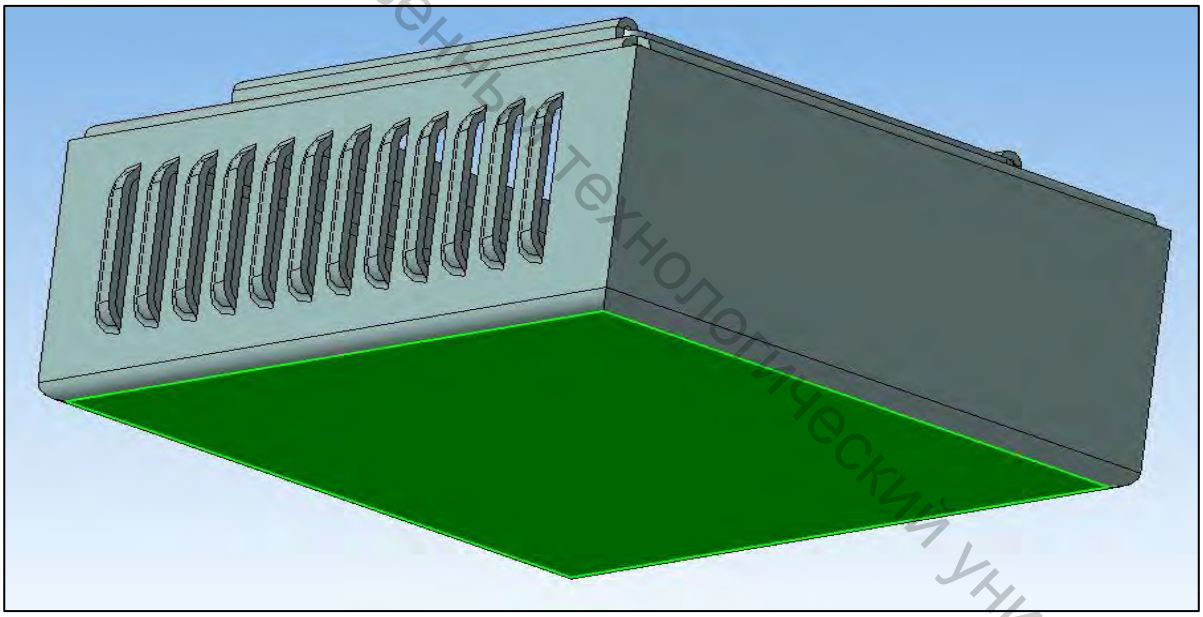


Рисунок 14.16

Витебский государственный технологический университет

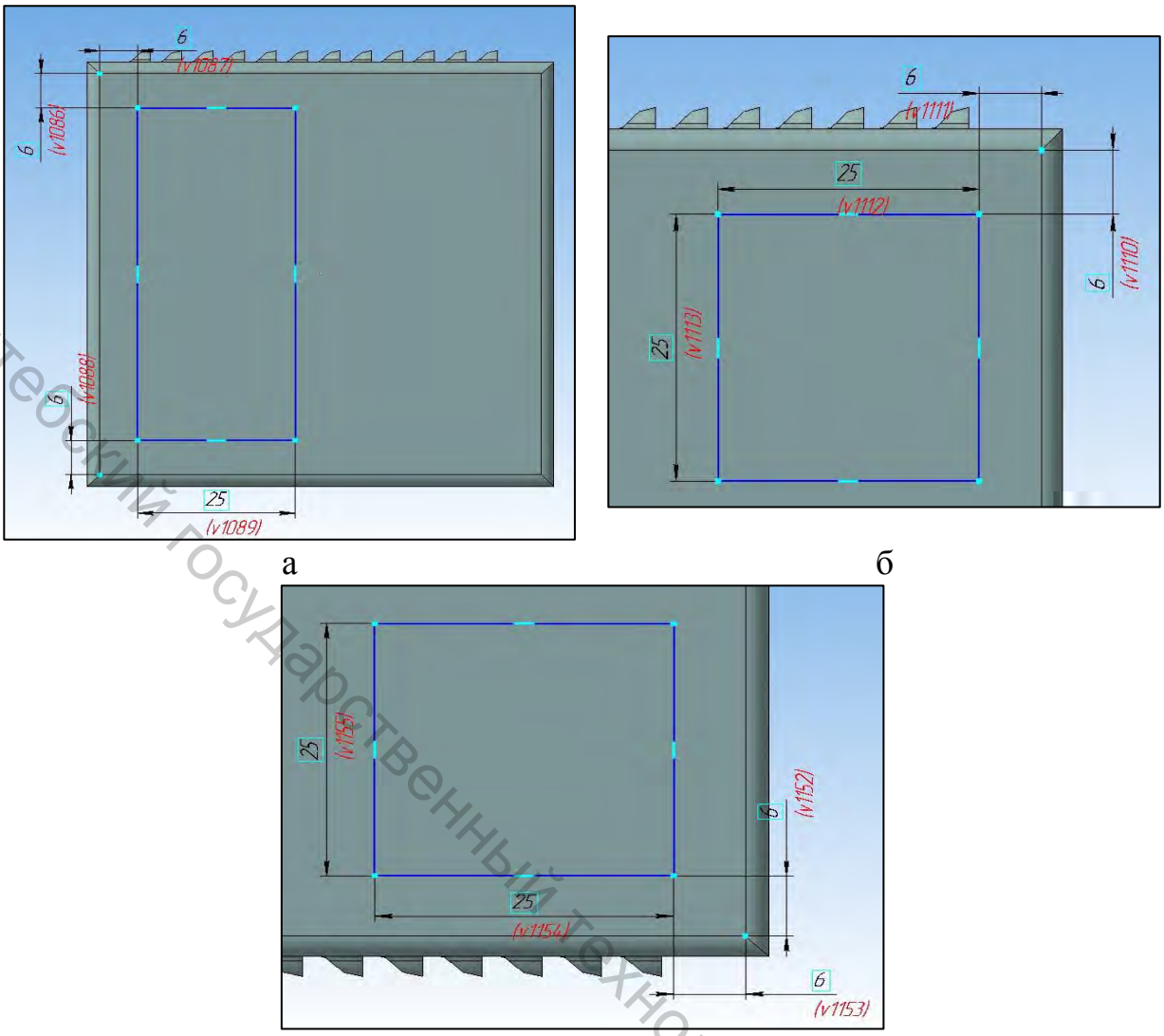


Рисунок 14.17

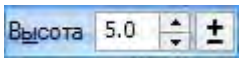
После построения эскизов к каждому из них ***по отдельности*** применяем функции ***Закрытой штамповки*** **(Операции/Элементы листового тела/Закрытая штамповка)**.

В диалоговом окне *Параметров закрытой штамповки* присутствуют следующие параметры:

 – прямое/обратное направление закрытой штамповки;

 – положение сторон;

 – способ задания высоты (полный, внутри, снаружи);



– высота закрытой штамповки.

Радиусы (слева направо):

минимальный радиус скругления боковых рёбер;

радиус скругления основания;

радиус скругления дна.

Для каждого построенного эскиза применяем следующие параметры ***закрытой штамповки***:

Витебский государственный технологический университет

направление – **обратное**;
положение сторон – **сторона 1**;
способ задания высоты – **полный**;
высота – **2 мм**;
минимальный радиус скругления боковых рѐбер – **2 мм**;
радиус скругления основания – **2 мм**;
радиус скругления дна – **2 мм**.

Результатом примения функции ***закрытой штамповки*** к каждому из эскизов служит иллюстрация на рисунке 14.18.

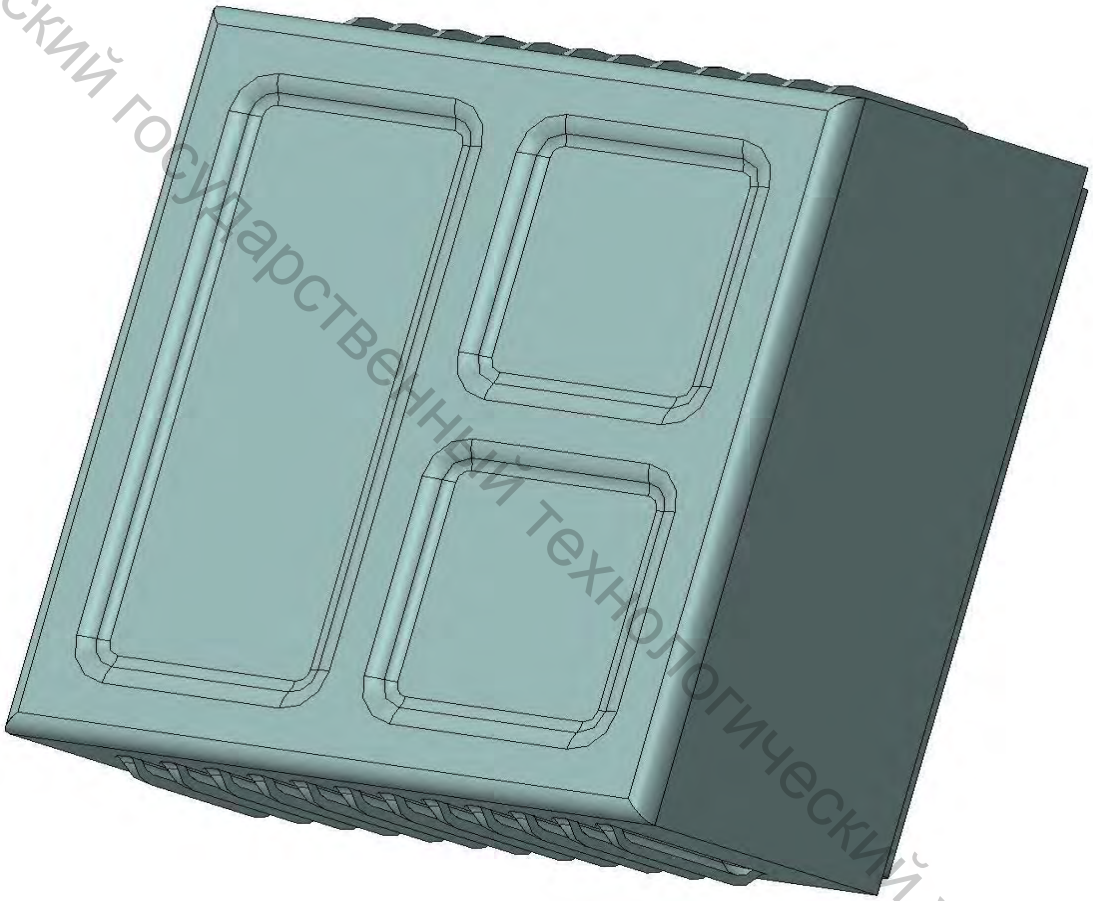
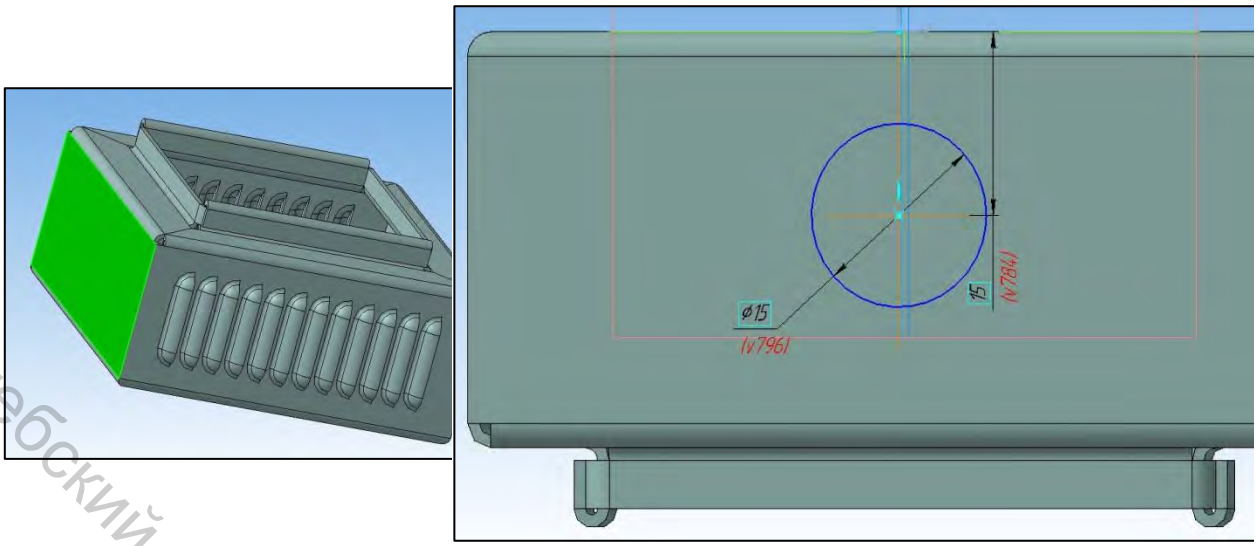


Рисунок 14.18

14.4.3 Для построения элемента листового тела ***Открытая штамповка*** необходимо на плоскости, на которой будет данный элемент, построить соответствующий эскиз. Для этого выделяем данную плоскость (рис. 14.19 а), нажимаем на кнопку **Эскиз** и строим ***параметризованный*** эскиз с соответствующими размерами, указанными на рисунке (рис. 14.19 б). В случае, если элементов открытой штамповки будет ***несколько***, то согласно **примечанию,** необходимо строить каждый эскиз по отдельности.

Витебскийгосударственныйтехнологическийуниверситет



а **б**

Рисунок 14.19

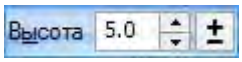
После построения эскиза применяем функцию ***Открытой штамповки*** **(Операции/Элементы листового тела/Открытая штамповка)**.

В диалоговом окне *Параметров открытой штамповки* присутствуют следующие параметры:

 – прямое/обратное направление открытой штамповки;

 – положение сторон;

 – способ задания высоты (полный, снаружи);



– высота открытой штамповки.

Радиусы (слева направо):

минимальный радиус скругления боковых рѐбер;

радиус скругления основания.

Для построенного эскиза применяем следующие параметры ***открытой штамповки***:

направление – **прямое**;

положение сторон – **сторона 1**;

способ задания высоты – **полный**;

высота – **5 мм**;

минимальный радиус скругления боковых рѐбер – **2 мм**;

радиус скругления основания – **2 мм**.

Результатом примения функции ***открытой штамповки*** к эскизу служит иллюстрация на рисунке 14.20.

Витебский государственный технологический университет

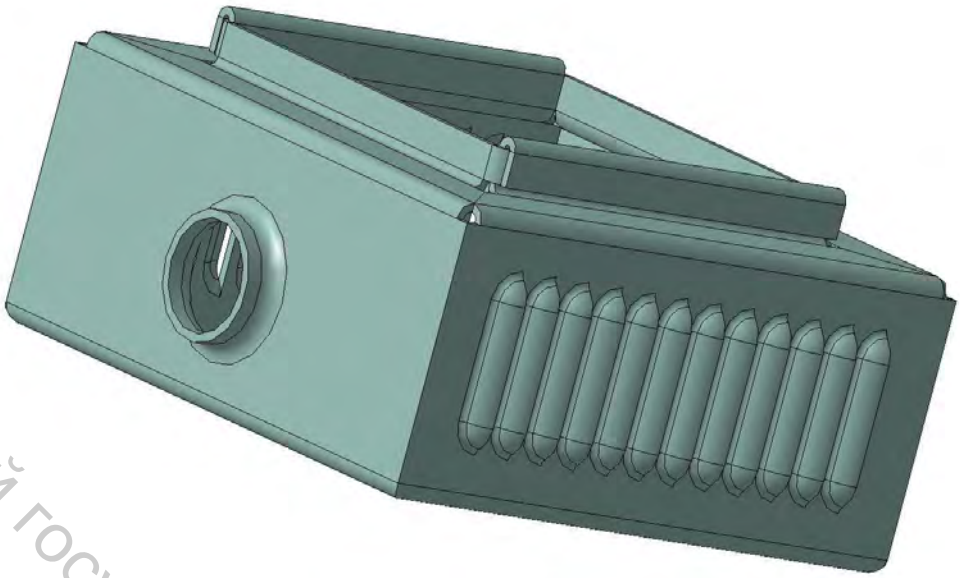
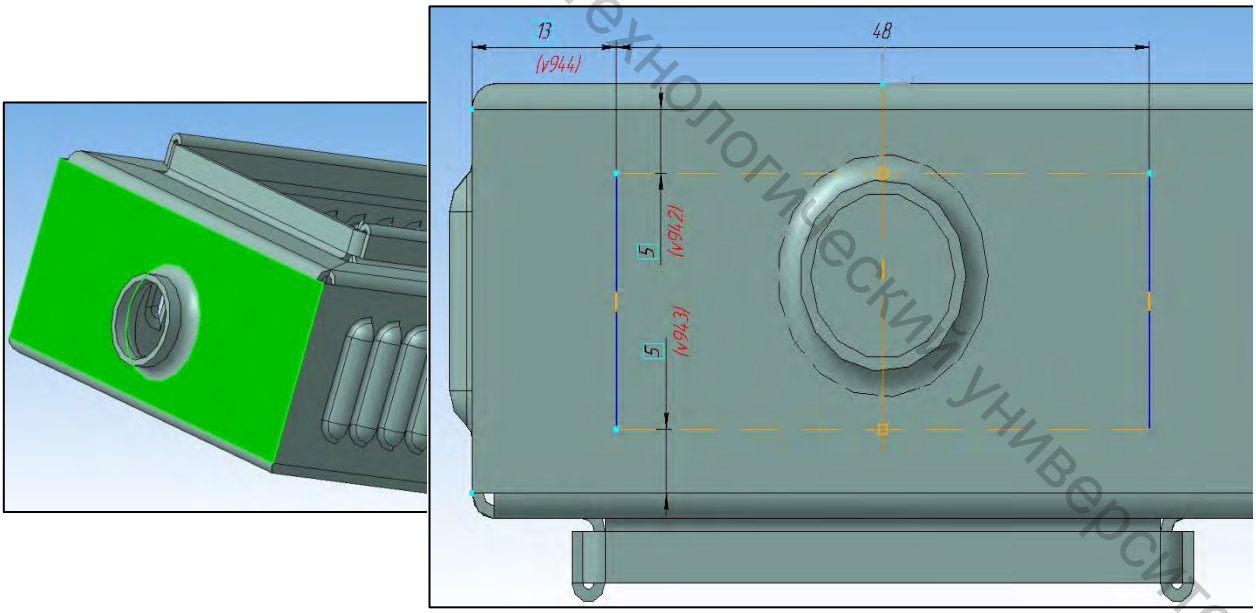


Рисунок 14.20

14.4.4 Для построения элемента листового тела ***Буртик*** необходимо на плоскости, на которой будет данный элемент, построить соответствующий эскиз. Для этого выделяем данную плоскость (рис. 14.21 а), нажимаем на кнопку **Эскиз**  и строим эскиз с соответствующими размерами, указанными на рисунке (рис.14.21 б).



а б

Рисунок 14.21

После построения эскиза применяем функцию ***Буртика*** **(Операции/Элементы листового тела/Буртик)**.

В диалоговом окне *Параметров буртика* присутствуют следующие параметры:

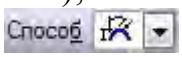
Витебский государственный технологический университет

 – прямое/обратное направление открытой штамповки;

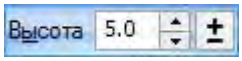
 – вид буртика (круглый, U-образный, V-образный);



– тип обработки концов (закрытый, открытый, рубленый);



– способ задания;



– высота буртика.

Радиусы (слева направо):

радиус;

радиус скругления основания.

Для построенного эскиза применяем следующие параметры ***буртика***:

направление – **прямое**;

вид буртика – **V-образный**;

тип обработки концов – **закрытый**;

способ задания – **по высоте, углу и радиусу**;

высота буртика – **2 мм**;

радиус – **1 мм**;

радиус скругления основания – **2 мм**.

Результатом применения функции ***буртика*** к эскизу служит иллюстрация на рисунке 14.22.

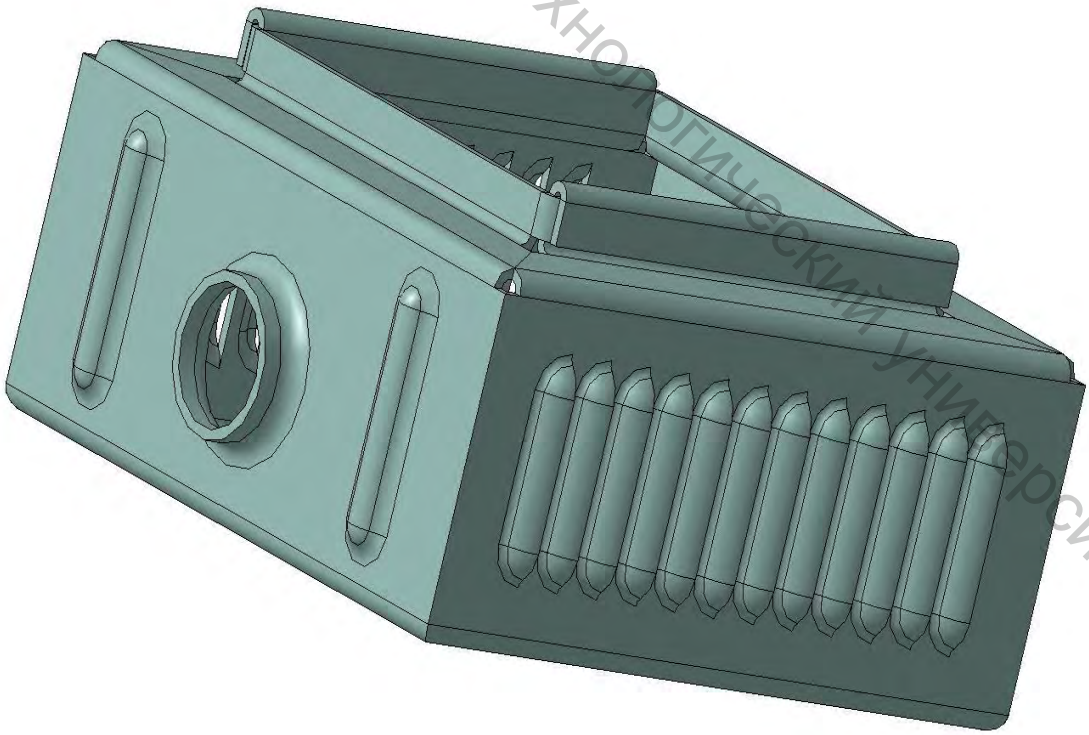


Рисунок 14.22

Витебский государственный технологический университет

14.5 Применение функции развертки листового тела

У листовых моделей есть одна очень интересная возможность: поскольку большинство элементов модели получено с помощью гибки, то саму деталь можно разогнуть, то есть получить модель листа, из которого деталь изготовлялась, то есть ***развертку***.

Предварительно необходимо задать параметры развертки: грань, которая будет оставаться неподвижной при развертывании детали, а также сгибы, которые следует разгибать (по умолчанию разгибаются все сгибы в модели).

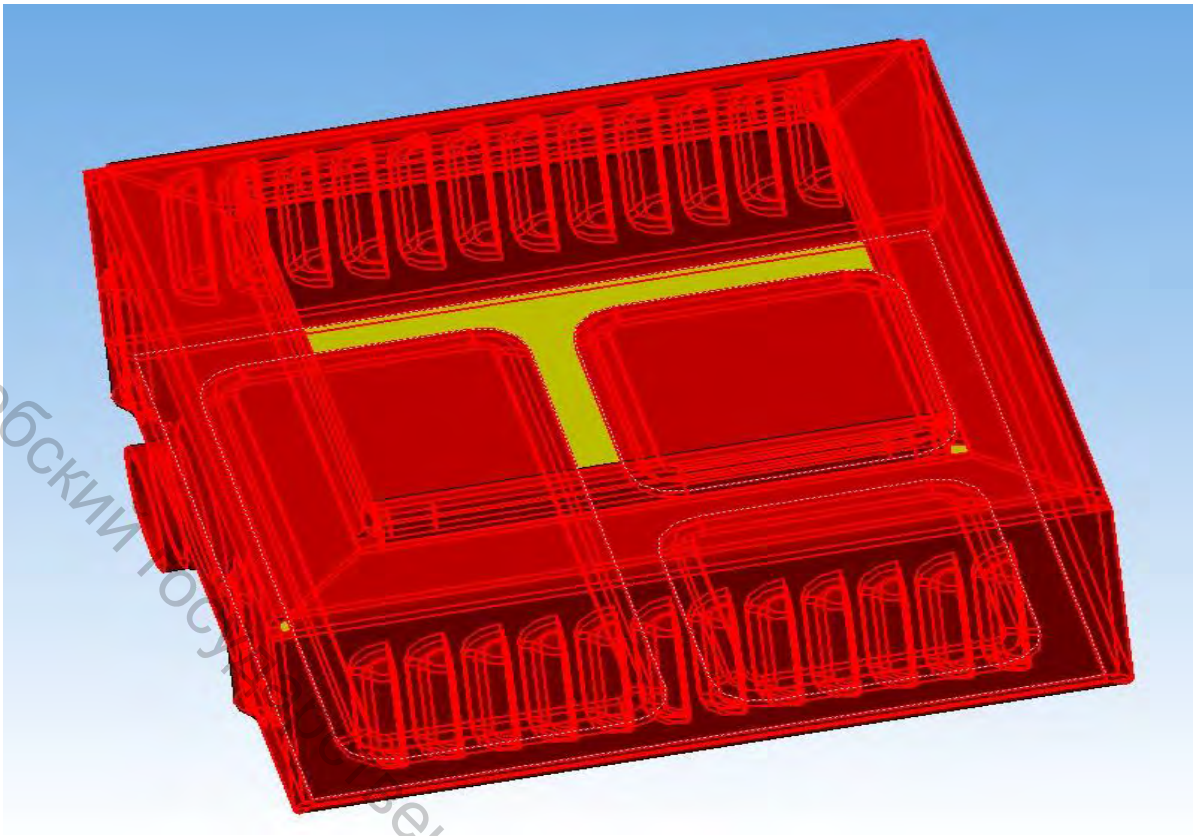
Для этого нажмите в меню **Операции/Элементы листового тела/Параметры развертки**, а затем укажите неподвижную грань. В качестве этой грани следует принять одну из граней первой операции листового тела (ту, с которой начиналось построение). На рисунке плоскость указана **желтым цветом** (рис. 14.23 а).

Сгибы выбирать не надо, так как нам необходима полная развертка, а именно ее система и предлагает по умолчанию. Нажмите кнопку **Создать объект** , чтобы окончательно установить параметры ***развертки***.

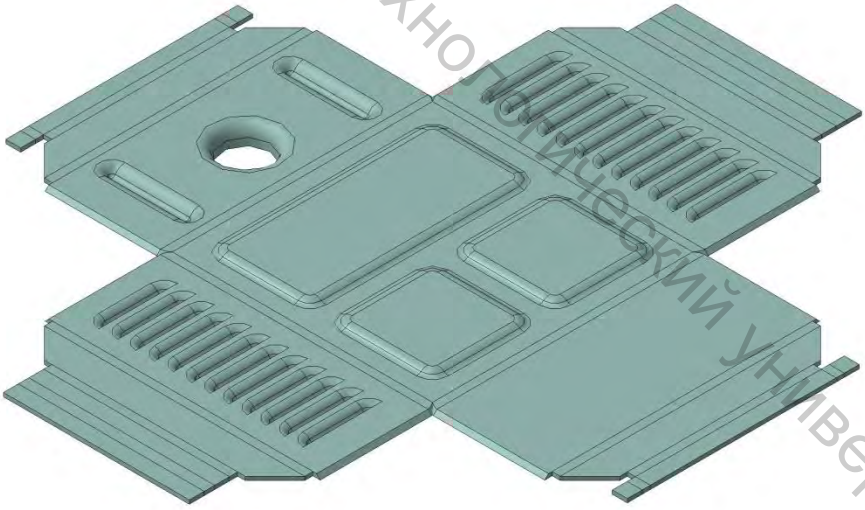
После этого в меню **Операции/Элементы листового тела** станет доступной кнопка **Развертка**. Нажмите ее, и вы получите лист металла, из которого была сделана корпусная деталь (рис. 14.23 б).

При повторном нажатии на кнопку **Развертка** деталь соберется в исходное состояние.

Витебский государственный технологический университет



а



б

Рисунок 14.23

Витебский государственный технологический университет

Учебное издание

Начертательная геометрия, инженерная и машинная графика

Лабораторный практикум

Составители:
Костин Павел Андреевич
Луцейкович Валерий Иванович
Рассохина Ирина Михайловна

Редактор *Т.А. Осипова*
Корректор *Т.А. Осипова*
Компьютерная верстка *П.А. Костин*

Подписано к печати 04.01.2021. Формат 60x90 1/8. Усл. печ. листов 20,3.
Уч.-изд. листов 12,8. Тираж 65 экз. Заказ № 2.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»
210038, г. Витебск, Московский пр., 72.
Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Витебский государственный технологический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.

Витебский государственный технологический университет