

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГАОУ ВО «МГТУ»)

*Кафедра Математики, информационных систем  
и программного обеспечения*

**Методические указания  
к практической работе студентов**

<b>Дисциплина</b>	Б1.О.27 «Прикладные программы в моделировании и проектировании в нефтегазовом деле» <small>код и наименование дисциплины</small>
<b>Направление подготовки/специальность</b>	21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства <small>код и наименование направления подготовки /специальности</small>
<b>Направленность/специализация</b>	"Физические процессы нефтегазового производства <small>наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы</small> комплекса Арктического шельфа"
<b>Квалификация выпускника</b>	горный инженер (специалист) <small>указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО</small>
<b>Кафедра-разработчик</b>	Математики, информационных систем и программного обеспечения <small>наименование кафедры-разработчика МУ к СР</small>

Мурманск  
2021

Составитель - Возженников А.П., преподаватель кафедры МИСиПО

МУ к СР рассмотрены и одобрены на заседании выпускающей кафедры морского нефтегазового дела и физики

\_\_\_\_\_г. протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой МНГДиФ, доктор технических наук, доцент

Васеха М.В.

## 1. ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания составлены на основе рабочей программы дисциплины «Прикладные программы в моделировании и проектировании в нефтегазовом деле», разработанной в соответствии с ФГОС ВО по специальности 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства, утвержденного Министерством образования и науки РФ 12.08.2020 г., № 981, учебного плана в составе ОПОП по специальности 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства, специализации «Физические процессы нефтегазового производства, 2021 года начала подготовки.

**Целью дисциплины** «Прикладные программы в моделировании и проектировании в нефтегазовом деле» является формирование компетенций (части компетенций) в соответствии с ФГОС по специальности 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства и учебным планом для направления подготовки/специальности 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства, специализации «Физические процессы нефтегазового производства».

### **Задачи дисциплины:**

закljučаются в формировании систематизированного представления о концепциях, принципах, методах, технологиях инженерной графики; в получении практической подготовки в области создания элементов инженерной графики, использования систем автоматизированного проектирования;

дать теоретические знания и практические навыки комплексной визуализации всех этапов вычислений в среде Mathematica с целью их применения в профессиональной деятельности.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

### **знать:**

стандарты ЕСКД, ЕСТД, ЕСПД:

- правила построения и чтения чертежей и схем;
- методы и средства компьютерной графики и геометрического моделирования;
- графические пакеты для создания моделей объектов;
- принципы организации, структуры технических средств систем компьютерной графики;
- основные методы и алгоритмы формирования и преобразования изображений.

принципы обработки и анализа информации в среде Mathematica.

- методы математического анализа и моделирования;
- основные операторы решения систем уравнений и задач оптимизации;
- методы обработки массивов данных;
- основные алгоритмы и варианты решения систем уравнений в среде Mathematica;
- методы решения систем, применяемых при моделировании технологических процессов.

### **уметь:**

- использовать методы начертательной геометрии и машиностроительного черчения для создания изображений технических изделий, геометрических моделей объектов,
- использовать графические пакеты при выполнении чертежей и схем.
- выполнять типовые расчетные задачи в Mathematica;

- обрабатывать массивы данных, необходимых для расчетов, в среде Mathematica;
- выполнять практические расчеты моделирования в среде Mathematica;
- рассчитывать параметры технологических процессов в среде Mathematica.

**обладать навыками:**

- работы со средствами разработки и оформления технической документации;
- навыками представления информации в требуемом формате с использованием компьютерных технологий;
- навыками анализа полученных данных;
- навыками обработки массивов экспериментальных данных при моделировании;
- навыками расчета в среде Mathematica моделей оптимизации технологических процессов

## 2. СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

### Практическое занятие №1. Основы работы в САПР. Основные графические примитивы.

**К геометрическим примитивам** относятся: точка, прямая, отрезок и геометрические фигуры, которые вам известны из математики. Изучая возможности программы КОМПАС, вы будете постоянно пользоваться этими элементами.

Все команды построения геометрических примитивов сгруппированы по типам объектов и вызываются кнопками, расположенными на Инструментальной панели **Компактная** кнопки переключения – **Геометрия**.

Рассмотрим их построение:



откройте документ **Фрагмент**;



– инструментальная панель **Геометрия**;



текущий масштаб на Инструментальной панели **Вид М 1:1**.




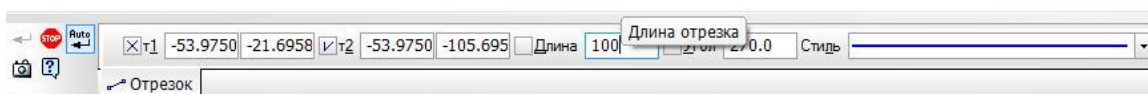
#### *Построение отрезков:*


Отрезки по направлению могут быть горизонтальными, вертикальными, наклонными.

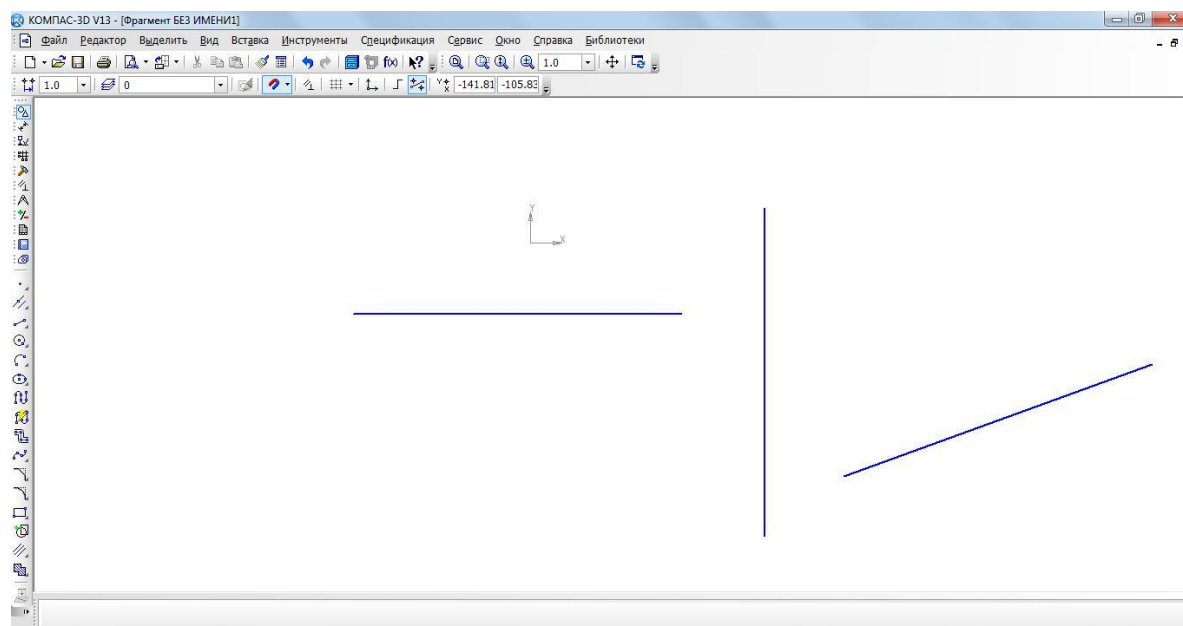




– отрезок;

- для построения горизонтального и вертикального отрезка на панели **Текущее состояние** выберите кнопку  – **Ортогональное черчение**;
- укажите курсором первую точку отрезка;
- два раза щелкнув **левой клавишей мыши (ЛКМ)** в поле **длина** панели **Свойств**, введите значение 100 и нажмите **<Enter>**;
- обратите внимание на панель **Специального** управления, кнопка **Автосоздание** объекта по умолчанию нажата. Пока она находится в этом состоянии, все объек-ты создаются немедленно после ввода параметров, достаточных для построения (рис. 1);
- перемещайте курсор, фантом отрезка строго горизонтален или вертикален, в зависимости от направления, ближе к которому находится курсор;





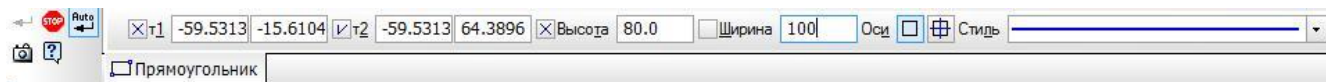
- зафиксируйте конечную точку отрезка, расположив его горизонтально, щелкнув ЛКМ (рис. 2);
- повторите построение отрезка, расположив его вертикально;
- для построения наклонного отрезка отключите кнопку  – **Ортогональное черчение**;
- дополнительно в поле **угол** панели **Свойств** введите значение 20 и нажмите **<Enter>**;
- проверьте правильность построения (рис. 2);




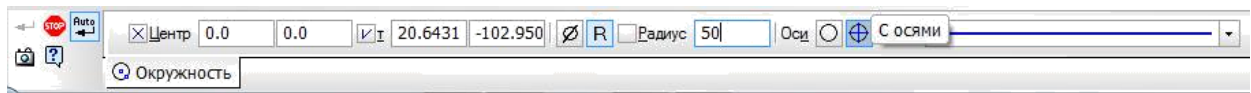
- ☞ если вы допустили ошибку, на Инструментальной панели **Стандартная** нажми-те на кнопку  – отмените и постройте отрезки еще раз;
- ☞ если неправильно построен только первый отрезок, подведите к нему курсор и щелкните ЛКМ (отрезок стал зеленого цвета с черными маркерами) и нажмите **<Delete>**;
- ☞ если вы случайно удалили правильно построенный отрезок, на Инструментальной панели **Стандартная** нажмите на кнопку  – повторить;
- ☞ после проверки закройте окно документа.

### *Построение прямоугольника:*

- ☞ откройте документ **Фрагмент**;
  - ☞  – инструментальная панель **Геометрия**;
  - ☞ текущий масштаб на Инструментальной панели **Вид М 1:1**;
  - ☞  – прямоугольник;
- укажите первую вершину прямоугольника (начало координат);
  - два раза щелкнув ЛКМ в поле **высота** панели **Свойств**,
  - введите значение 80 и нажмите **<Enter>**;
  - два раза щелкнув ЛКМ в поле **ширина** панели **Свойств**, введите значение 100 и нажмите **<Enter>**;

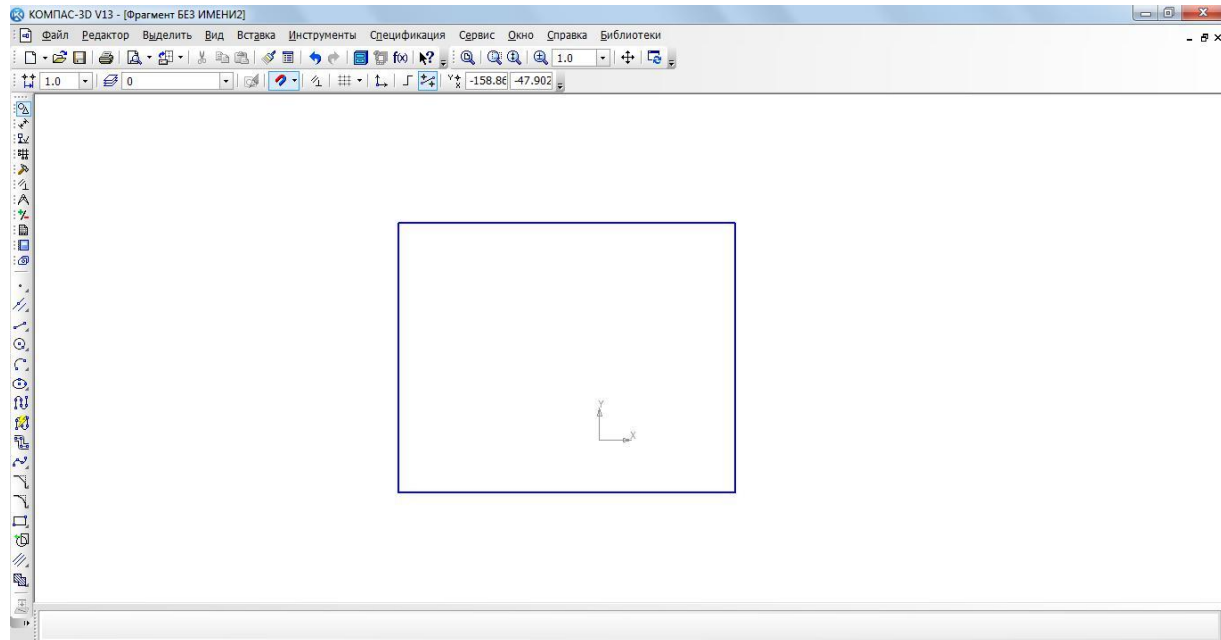


- если прямоугольник не входит в окно документа на Инструментальной панели **Вид**, вызовите команду  – **Сдвинуть**. Курсор изменит свою форму.





Перемещайте курсор, удерживая ЛКМ. Достигнув необходимого положения, отпустите кнопку мыши и отключите команду;

- проверьте правильность построения (рис. 3);
- после проверки закройте окно документа.

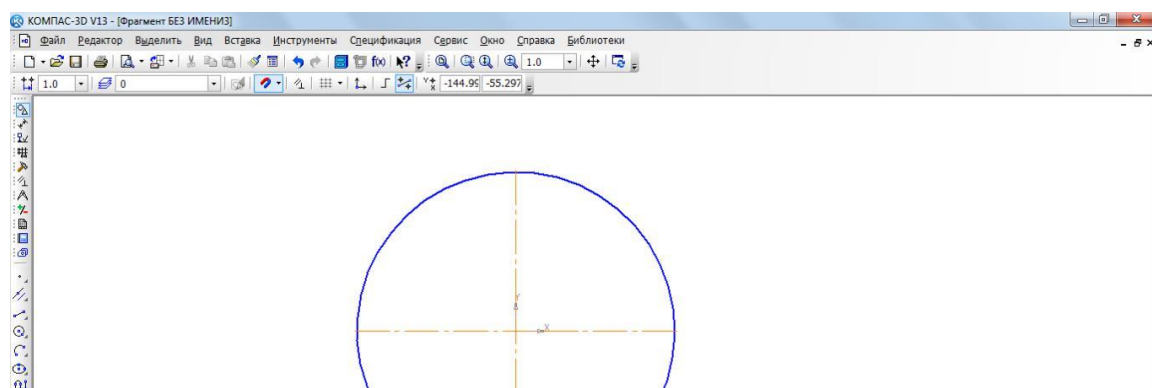


*Построение окружности:*

- откройте документ **Фрагмент**;
-  – инструментальная панель **Геометрия**;
- текущий масштаб на Инструментальной панели **Вид М 1:1**;
-  – окружность;
- укажите центр окружности (начало координат);
- на панели **Свойств** выберите кнопку **с осями**;
- два раза щелкнув ЛКМ в поле **радиус** панели свойств, введите значение 50 и нажмите **<Enter>**;

проверьте правильность построения

- после проверки закройте окно документа.



## **Практическое занятие №2. Эскиз на плоскости. Добавление и удаление элементов чертежа.**

При компьютерном черчении основным инструментом является курсор – это графический элемент, который можно передвигать по экрану с помощью мыши. Как вы уже убедились, с его помощью можно выбирать команды на панелях окна документа и активизировать поля на панели **Свойств**. Кроме этого курсор принимает активное участие в процессе создания геометрических объектов чертежа, то есть является, по сути, острием вашего карандаша.


При компьютерном черчении любые построения ни в коем случае не следует выполнять на «глаз». Это считается грубой ошибкой. Машинная графика предполагает абсолютно точное взаимное положение геометрических объектов на чертеже. Тем более что графическая система обладает полным объемом функций, обеспечивающих такую точность.

В процессе работы над чертежом при необходимости точного установления курсора в различные точки элемента, уже существующего на чертеже, выполняют **при-вязку** к точкам или объектам.

Если при черчении вы не используете привязки, значит, вы чертите неверно. Предусмотрены две разновидности привязки – глобальная (действует по умолчанию) и локальная (однократная).

Глобальная привязка (если она установлена) постоянно действует при вводе и редактировании объектов. Она является простейшим инструментом, позволяющим осуществлять быстрое и точное указание существующих точек на чертеже.

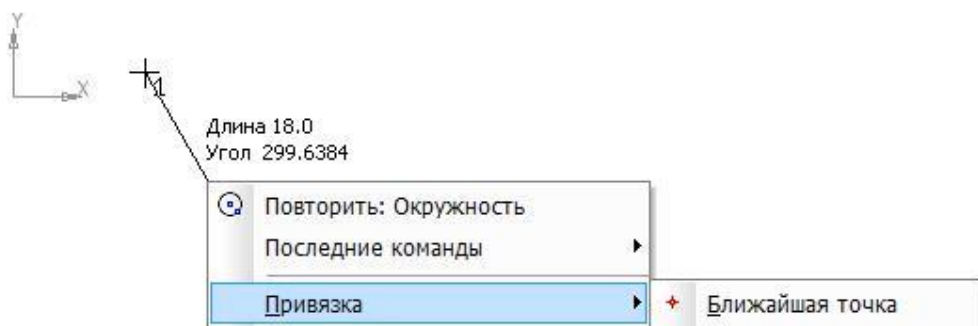
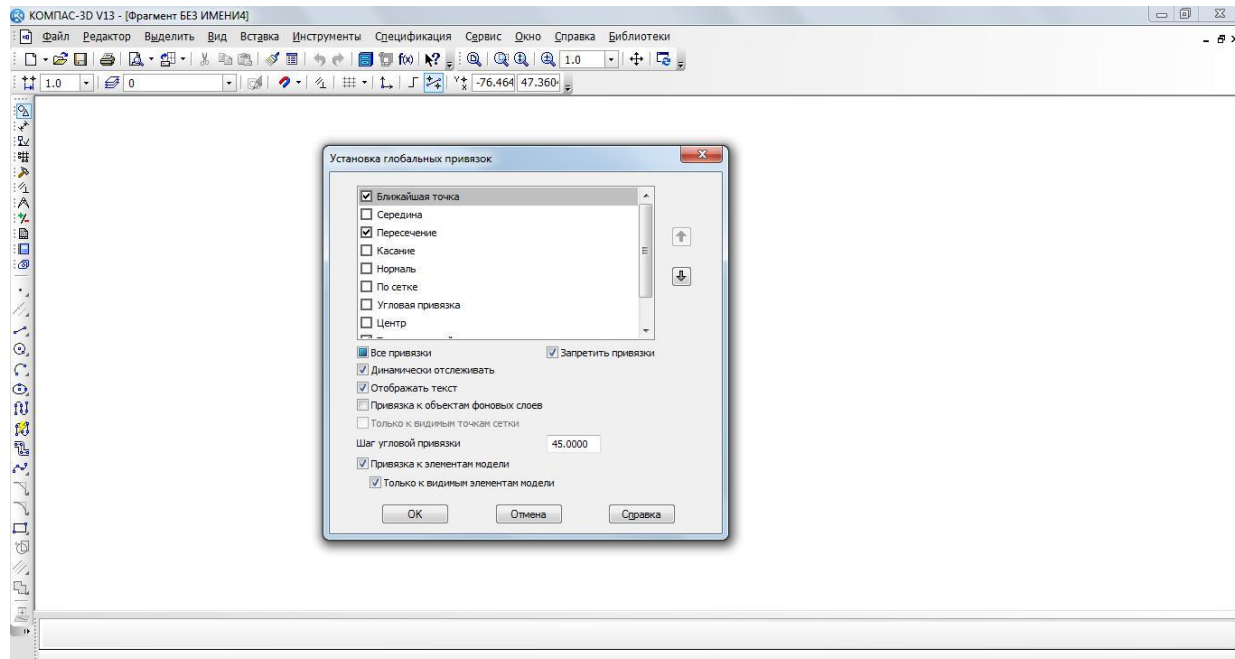


Чтобы включить глобальные привязки в текущем окне, нажмите кнопку  – **Установка глобальных привязок** Инструментальная панель **Текущее состояние**. На экране появится диалог установки глобальных привязок (рис. 1).

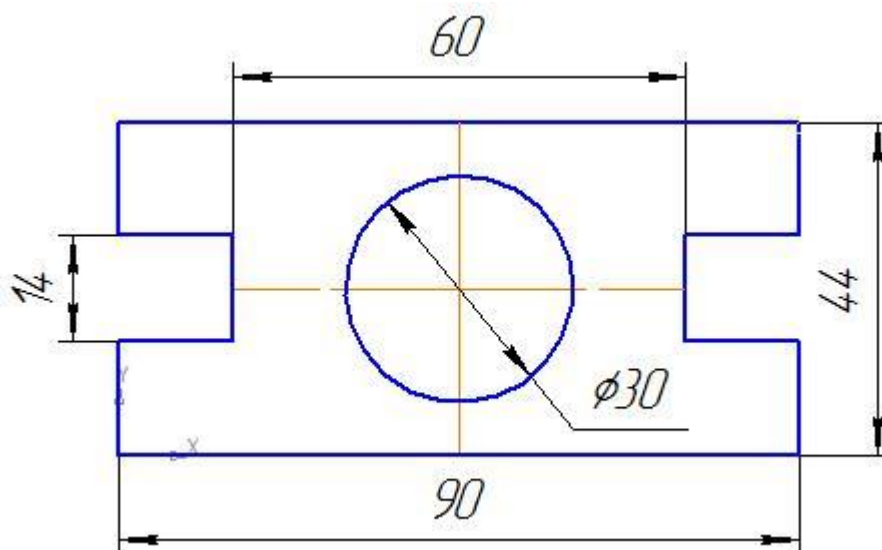
**Локальную привязку** требуется каждый раз вызывать заново, но она является более приоритетной, чем глобальная. При вызове какой-либо команды локальной привязки она подавляет установленные глобальные привязки на время своего действия (до ввода точки или отказа от ввода). После ввода текущей точки локальная привязка отключается, и система возвращается к выполнению глобальных привязок.


Все локальные привязки собраны в контекстном меню локальных привязок. Вы-зов меню на экран во время выполнения команды осуществляется щелчком правой клавиши мыши в любой точке чертежа

Чертеж любой сложности строится на основе базовых графических элементов (графических примитивов) и знаний правил оформления чертежно-графической документации. Метод построения каждого отдельного чертежа в большинстве случаев зависит от требуемой точности.



Рассмотрим алгоритм построения чертежа пластины простейшими командами




- 👉 запустите программу КОМПАС-3D;
- 👉 откройте документ **Фрагмент**;
-  – инструментальная панель **Геометрия**;
- 👉 текущий масштаб на Инструментальной панели **Вид М 1:1**;

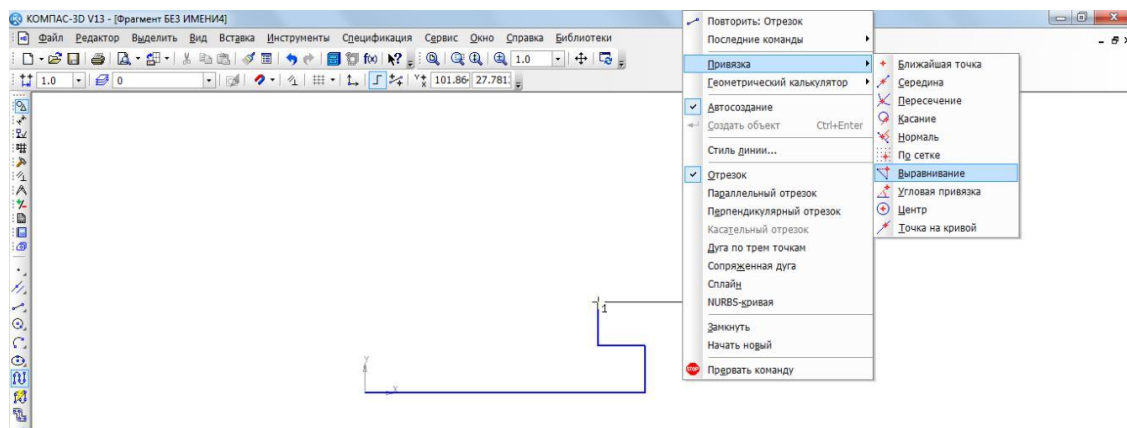
- ☞ так как контур пластины замкнут и ограничен вертикальными и горизонтальными отрезками, то целесообразнее построение выполнять с помощью команды



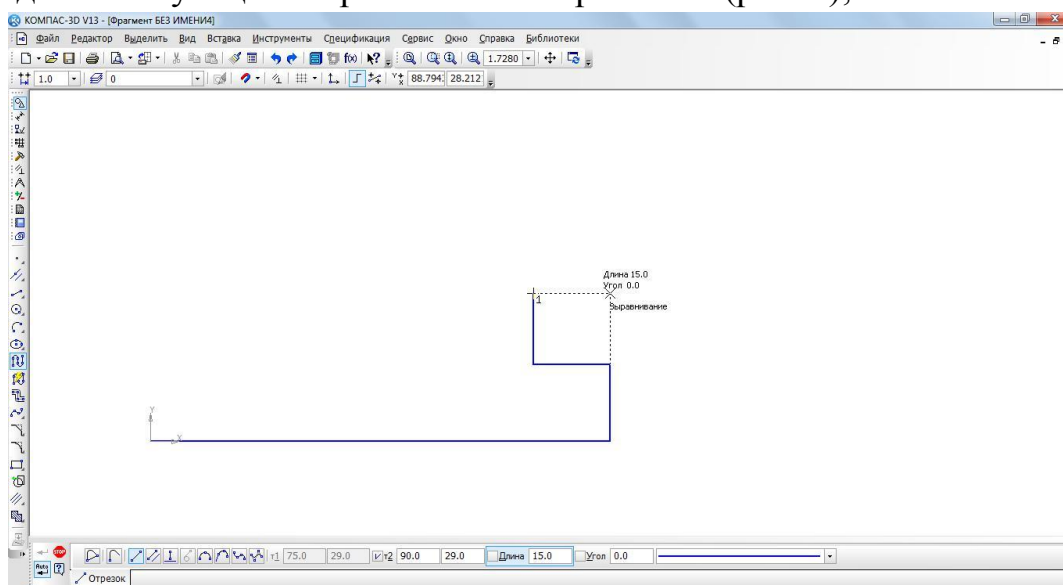
### – Непрерывный ввод объекта Инструментальной панели Геометрия. В

данном случае конечная точка созданного объекта автоматически становится начальной точкой следующего объекта. Однако построенная последовательность примитивов не является единым объектом. Они будут выделяться, редактироваться и удаляться по отдельности;

- ☞  – **Ортогональное черчение** панель **Текущее состояние**;
- ☞ укажите начальную точку отрезка (начало координат);
- ☞ два раза щелкнув (ЛКМ) в поле **длина** панели **Свойств**, введите значение 90, нажмите **<Enter>** и расположите отрезок горизонтально вправо;
- ☞ вновь в поле **длина** панели **Свойств** введите значение следующего отрезка, рассчитанное по формуле  $(44 - 14) : 2 = 15$ , нажмите **<Enter>** и расположите отрезок вертикально вверх;
- ☞ определите длину третьего отрезка по формуле  $(90 - 60) : 2 = 15$ , введите значение в поле **длина** панели **свойств**, **<Enter>** и расположите отрезок горизонтально влево;
- ☞ далее введите поле **длина** панели **Свойств** 14, нажмите **<Enter>** и расположите отрезок вертикально вверх;
- ☞ для точного построения следующего отрезка щелкните **правой клавишей мыши (ПКМ)** в любой точке чертежа. В появившемся контекстном меню поставьте курсор на меню **Привязки**, щелчок мыши при этом выполнять не нужно. После этого содержимое меню автоматически раскроется. Выберите из списка привязку **Выравнивание** щелчком ЛКМ (рис. 4);

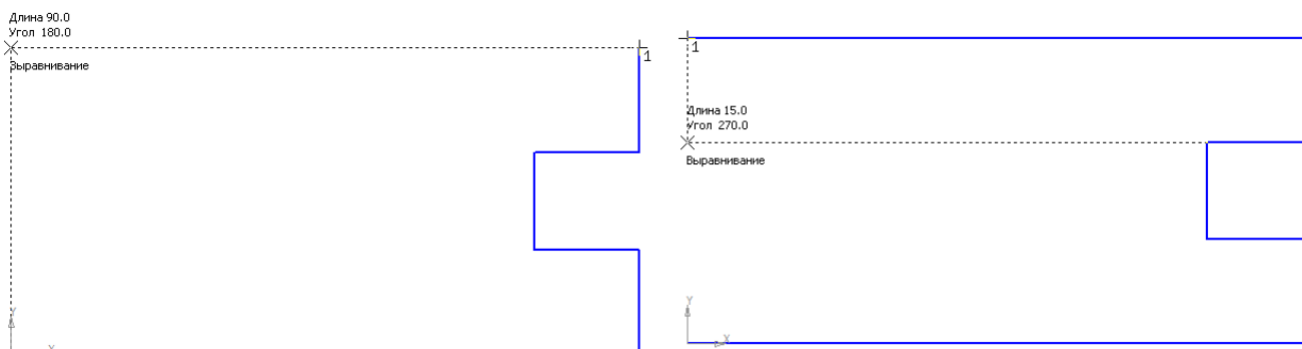


- курсор изменил свою форму, что свидетельствует о том, что привязка активна;
- установите курсор так, чтобы его «ловушка» захватывала объект (вертикальный отрезок), к которому требуется привязаться. В точке, соответствующей выбранной привязке, появится «крестик», свидетельствующий о срабатывании привязки (рис. 5);

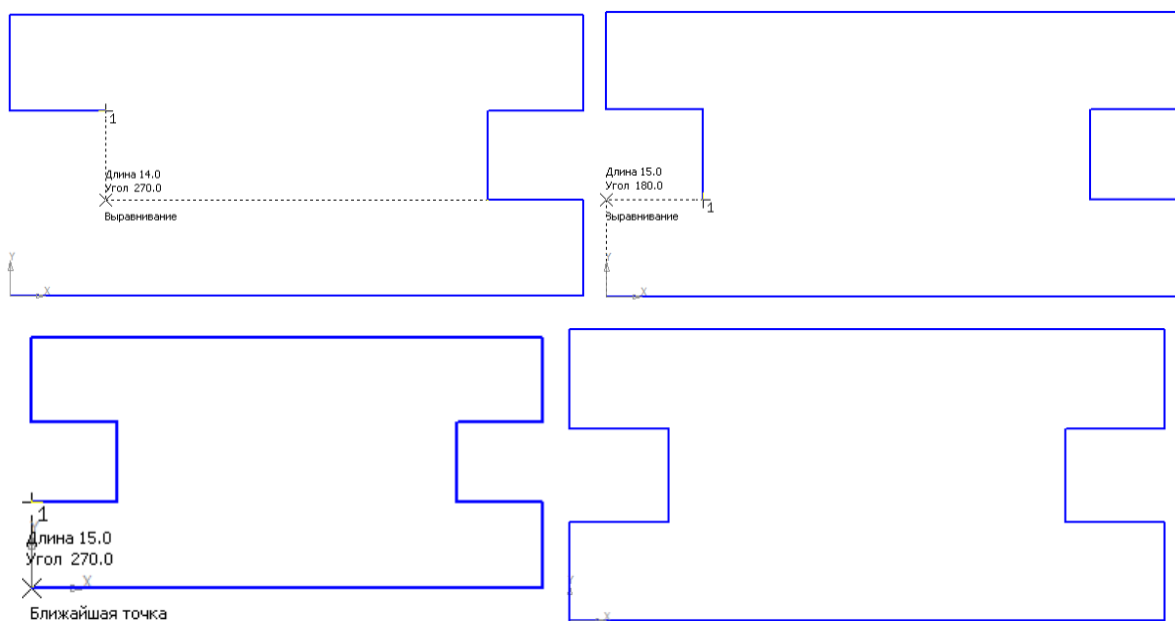




- щелчком ЛКМ зафиксируйте отрезок;
- так как деталь симметричная, то величина верхнего вертикального отрезка равна нижнему. Вновь в поле длина панели свойств введите значение следующего отрезка, рассчитанное по формуле  $(44 - 14) : 2 = 15$ , нажмите <Enter> и расположите отрезок вертикально вверх;

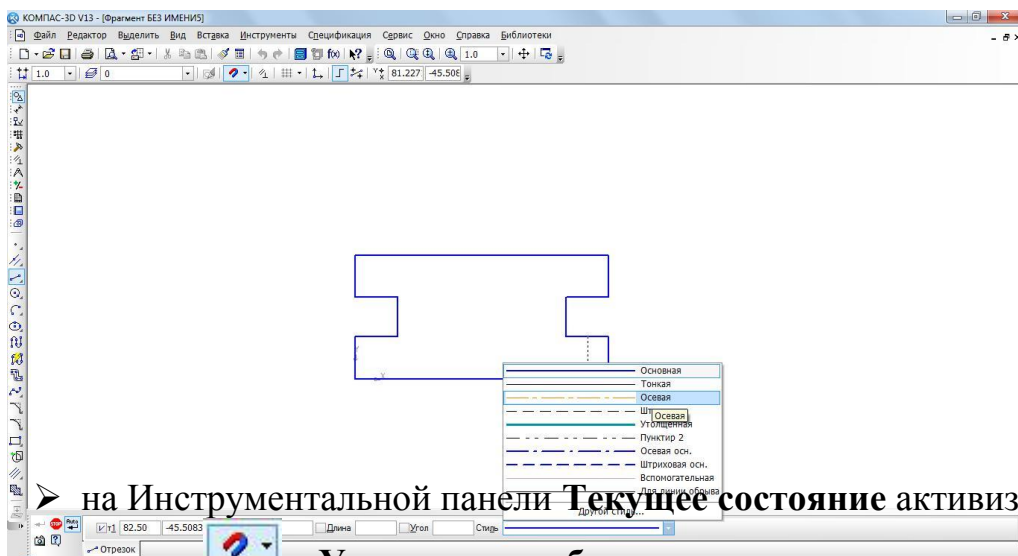
- вызовите щелчком ПКМ локальную привязку выравнивание и зафиксируйте следующий отрезок (рис. 6);
- повторите предыдущий пункт и выровняйте отрезок по вертикали (рис. 7);




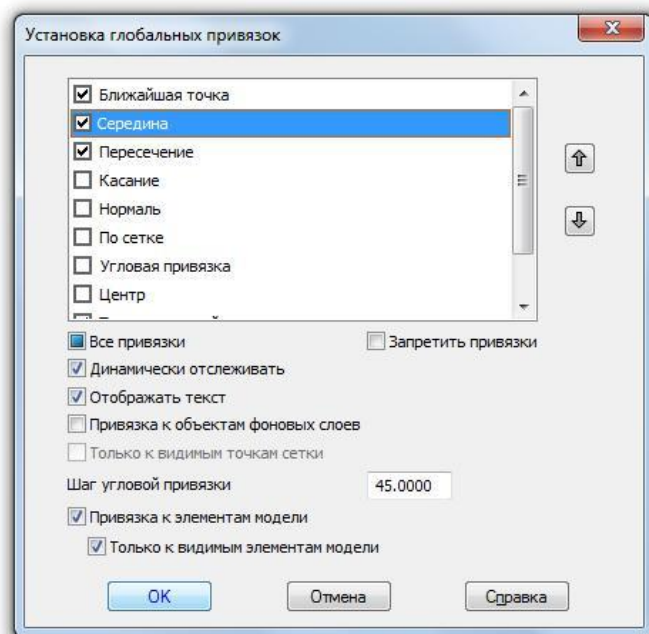
- так как деталь симметричная, то величина левого горизонтального отрезка равна правому. Введите значение отрезка, рассчитанного по формуле  $(90 - 60) : 2 = 15$  в поле **длина** панели **Свойств**, **<Enter>** и расположите отрезок горизонтально вправо;
- вызовите щелчком ПКМ локальную привязку **Выравнивание** и зафиксируйте следующий вертикальный отрезок
- повторите предыдущий пункт и выровняйте отрезок по вертикали
- подведите курсор к началу координат, сработает глобальная привязка (действующая по умолчанию) **Ближайшая точка**
- зафиксируйте отрезок щелчком ЛКМ



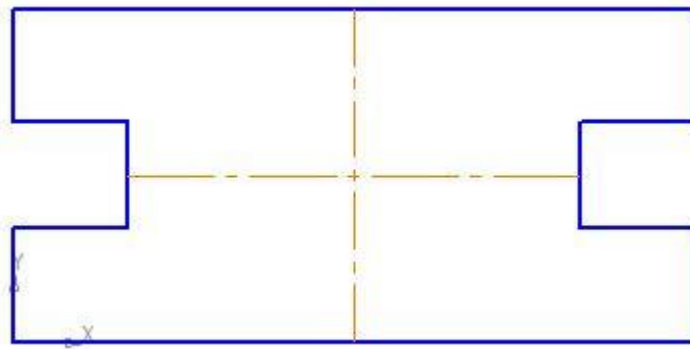
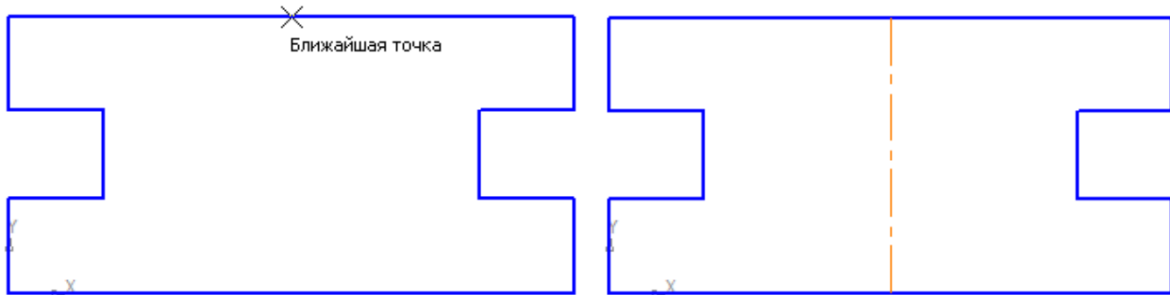
- на панели **Специального** управления нажмите кнопку  – **Прервать команду**;
- чтобы найти центр данной пластины, на Инструментальной панели **Геометрия** выберите  **Отрезок**;
- на панели **Свойств** щелкните ЛКМ в поле **Стиль** и щелчком выберите тип линии **Осевая** (рис. 12);





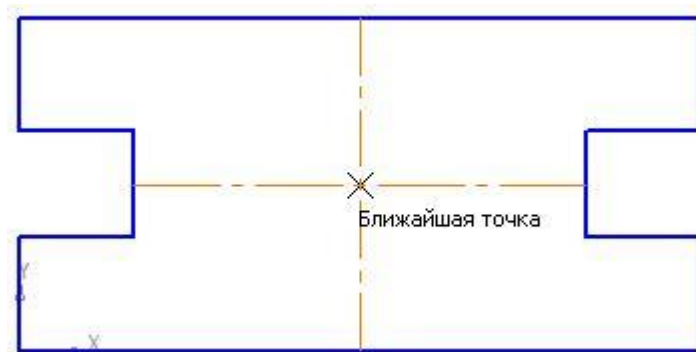
- на Инструментальной панели **Текущее состояние** активизируйте ЛКМ кнопку  – **Установка глобальных привязок**;
- в диалоговом окне выберите привязку **Середина** и включите флажок, нажмите «**ОК**»;




- ведите курсор мыши по линии до тех пор, пока его «ловушка» не захватит объект
- постройте вертикальный отрезок
- аналогичным образом найдите середину вертикального отрезка и постройте горизонтальный отрезок

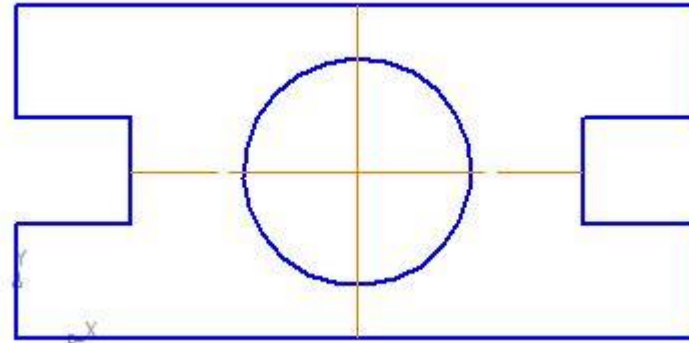


- на панели Свойств щелкните ЛКМ в поле Стилль и щелчком выберите тип линии **Основная**;
-  – Прервать команду;
-  – окружность;
- укажите центр окружности (точка пересечения осевых линий). Сработает установленная вами глобальная привязка **Середина** (рис 17);



➤ два раза щелкнув ЛКМ в поле **радиус** панели **Свойств**, введите значение 15 (на чертеже дано значение диаметра ( $\varnothing = 30$ )) и нажмите **<Enter>**;

-  – Прервать команду;
- проверьте правильность построения





### **Практическое занятие №3. Эскиз на плоскости. Массив геометрических элементов.**

В системе КОМПАС–3D LT команда Копировать копирует выделенные объекты в буфер обмена, при этом предыдущее содержимое буфера обмена удаляется. Команда Копировать доступна только в том случае, если в документе имеются выделенные объекты (группу объектов можно выделить с помощью клавиш Shift и Ctrl).

Перед копированием в буфер обмена система КОМПАС–3D LT ожидает указания базовой точки выделенных объектов: при этом курсор изменяет свою форму на оси координат.

Базовая точка представляет собой точку, относительно которой производится копирование выбранного набора объектов.

Скопировать выделенные объекты в буфер обмена можно также при помощи комбинаций клавиш Ctrl+C или Ctrl+Ins.

Кроме этого имеется специальная операция Копия: – Указанием, – По кривой, – По окружности, – По сетке, – По концентрической сетке. Эта операция копирует выделенный набор объектов по четко определенному алгоритму. Пользователю остается только указать базовую точку и задать или изменить параметры копирования.

Рассмотрим различные варианты выполнения Операции Копия.  
**Операция Копия - Указанием.**


Команда Копия - Указанием позволяет выполнить копирование выделенных объектов документа.


После выделения объекта или группы объектов следует выбрать команду, затем необходимо указать курсором базовую точку копирования и ее новое положение.

Можно ввести в строку параметров объекта величину сдвига копии вдоль осей X и Y.

После фиксации нового положения базовой точки система копирует выделенные элементы и ожидает указания следующего места для копирования.

Внимание! При выполнении этой работы отключите режим Автосоздание. В режиме автоматического создания объект создается без дополнительного подтверждения после ввода необходимого набора его параметров. Для переключения режима используется кнопка команды Автосоздание, которая имеет два состояния:

1. Кнопка Автосоздание "отжата" - : требуется подтверждение для создания объекта.

2. Кнопка Автосоздание нажата - : подтверждение для объекта не требуется.

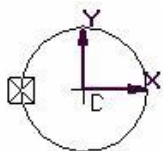
Состояние команды при работе фиксируется до переключения.

После выбора команды отключить режим автоматического создания объекта можно двумя способами:

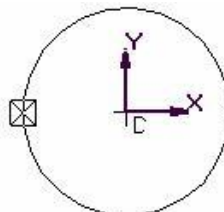
1. "Отжать" кнопку Автосоздание.
2. В объектном меню снять флажок пункта Автосоздание.

Зачем нужно отключить автоматическое создание объекта?

☐ этом режиме система предлагает вам вариант построения. В системе КОМПАС–3D LT вариант построения называется фантомом. На рисунке показан фантом окружности радиусом 3 мм.



а)




б)

До создания объекта вы можете менять параметры объекта и посмотреть различные варианты построения. На рис. 8.1б) показан фантом окружности после того, как в строку параметров объекта было введено новое значение радиуса окружности - 5 мм.

Задание 1.

Построить на листе фрагмента окружность без осей симметрии. Диаметр окружности 3 мм. Центр окружности находится в начале СК, т.е. в точке (0, 0).

☐ помощью команды Операция - Копия - Указанием построить вторую окружность с центром в точке (30, 0).


1. Создайте лист фрагмента .
2. Выберите команду Ввод окружности. Тип линии - Основная.
3. Привяжитесь к началу СК и нажмите клавишу Enter.
4. Нажмите Alt+r и введите в строку параметров объекта значение радиуса - 3 мм.

Если вы все сделали правильно, то будет построена первая окружность заданного радиуса.

☐ Сохраните файл под именем Иллюзия\_окружности.

Построим вторую окружность радиусом 3 мм.

6. Выделите построенную окружность.
7. Выберите команду Операция - Копия - Указанием.
8. Укажите базовую точку первой окружности - центр окружности.

При перемещении курсора строка параметров объекта может иметь следующий вид: .

Нажмите Alt+2 и введите новые координаты положения базовой точки, т.е. центра второй окружности - (30, 0).

Теперь для создания объекта можно использовать любой из трех способов:

- нажать кнопку Создать объект;
- выбрать из объектного меню команду Выполнить копирование;
- нажать клавишу Enter.

Прервите выполнение команды.

Итак, построены две одинаковые окружности

## Операция Копия - По окружности.

Эта команда позволяет выполнить копирование выделенных объектов, разместив их по окружности с указанным центром и радиусом.

Задание 2.

Постройте вокруг первой окружности шесть окружностей радиусом 1 мм.

Центры этих окружностей равномерно расположены на вспомогательной окружности радиусом 5 мм.

1. Начертите вспомогательную окружность радиусом 5 мм, центр окружности находится в точке (0, 0).
2. Проведите через центр окружности Вспомогательную вертикальную прямую. Поставьте переключатель Ставить точки пересечений.
3. Выберите команду ввод окружности. Смените тип линии на Основной.

Центр окружности радиусом 1 мм выберите в точке пересечения вспомогательной окружности и прямой.

- Создайте объект - рис. 8.2.

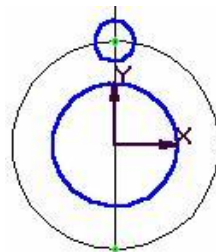


Рис. 16.2

Создание копий.

- Выделите окружность радиусом 1 мм.
- Выберите команду Операции - Копия - По окружности.

По запросу в строке сообщений выберите центр копирования по окружности, т.е. точку (0, 0).

Строка	параметров	объекта	выбранной
	команды		



содержит новые для нас поля ввода и

кнопки-переключатели:

st - шаг копирования по окружности (задается в градусах);

n - количество копий;

Кнопка с двумя состояниями:



- располагать копии равномерно по окружности или



- располагать копии с заданным шагом копирования;

Кнопка с двумя состояниями:



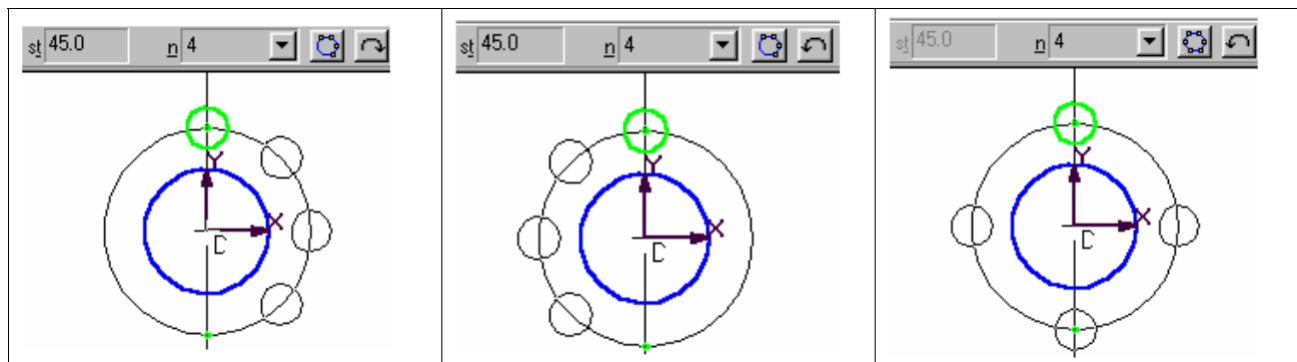
- копии располагаются от исходного объекта по часовой стрелке;

- копии располагаются от исходного объекта против часовой стрелки.

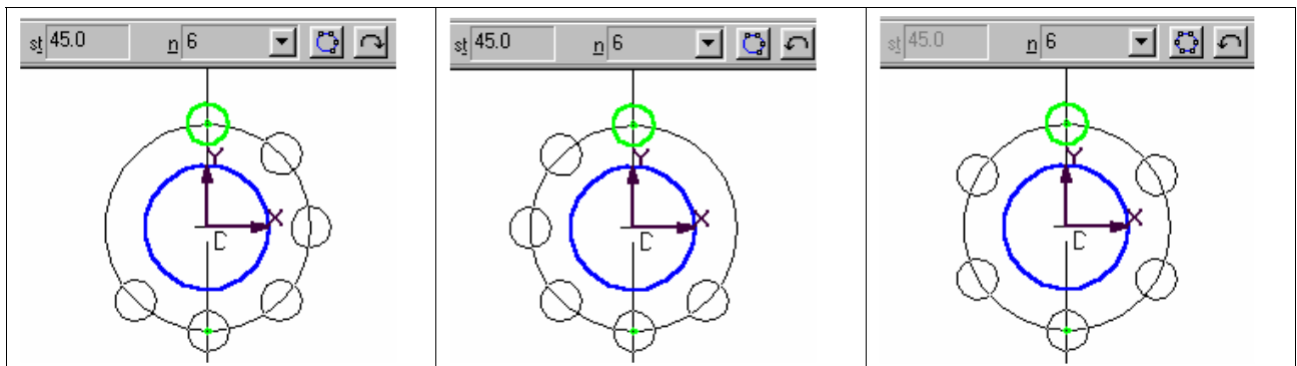
Проверьте: автоматическое создание объектов должно быть отключено!

6. Рассмотрите и проанализируйте следующие варианты копирования по окружности при различных параметрах операции Копирование - По окружности:

число копий  $n = 4$ .



число копий  $n = 6$



Остановитесь на последнем варианте параметров копирования:  
число копий - 6, равномерно по окружности.

Выберите команду создать объект. Прервите выполнение команды.

## Практическое занятие №4. Чертеж на плоскости. Основная надпись.

Согласно стандарту ГОСТ 2.104-2006 основную надпись располагают вдоль длинной или короткой стороны листа, кроме формата А4, где надпись помещают вдоль короткой стороны (см. рис. 16). На учебных чертежах в целях экономии бумаги основную надпись можно располагать и вдоль длинной стороны листа формата А4.

На рисунке показана форма и дан пример заполнения основной надписи для производственных чертежей.

The diagram shows a title block for a technical drawing with overall dimensions of 185 (width) and 55 (height). The height is divided into five 11-unit sections. The width is divided into sections of 7, 10, 23, 15, 10, 70, and 50 units. The sample fill includes:

- Top right: *МКТП. XX XXXX.031*
- Center: *Втулка*
- Bottom center: *Сталь 35 ГОСТ 1050-74*
- Bottom right: *1ГПЗ*
- Left side (vertical text):
 

а	Зам 1	АБВГ 17	Борисов	10.9.86
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Усачев			18.3.86
Пров.	Кольцов			19.3.86
Т. контр.	Скворцова			20.3.86
Н. контр.	Долгоруков			23.3.86
Утв.	Воробьев			23.3.86
- Right side (vertical text):
 

Лит.	Масса	Масштаб
И	0,650	1:2
15		18
Лист	Листов 1	
20		

В графе 2 указывают обозначение (номер) чертежа. Это же обозначение, повернутое на 180°, помещают в левом верхнем углу чертежа, что облегчает отыскание чертежей, не подшитых в альбом, а хранящихся россыпью.

В графе 4 проставляют литеру чертежа. Чертежам для единичного производства присваивают литеру И, установочной серии - А, серийного или массового производства - Б.

В графе 7 записывают порядковый номер листа. Если чертеж состоит из одного листа, то графу 7 не заполняют.

В графе 8 проставляют общее количество листов документа.

В графе 9 проставляют наименование или различительный индекс предприятия, выпустившего чертеж.

Графы 14-18 являются таблицей изменений. Изменения (исправления) на чертеже разрешается вносить лишь предприятию - держателю подлинника чертежа в соответствии с установленными ГОСТ 2.503-74 (СТ СЭВ 1631-79) правилами. При этом в графе 14 проставляют литеру изменения (буквы а, б, вит. д.), которая повторяется около внесенного изменения. Заполняются также графы 15-18. Заметьте, что если изменение так не оформлено, то чертежом пользоваться нельзя.

Для чертежей, выполняемых в качестве учебного задания, разрешается помещать упрощенную основную надпись, размеры и пример заполнения которой приведены на рис. 18, а и б.

Наименование			Училище	№ задания
Чертил	Фамилия	Материал	Масштаб	Дата
Проверил	Фамилия	Группа		
40	55	40	25	
185				

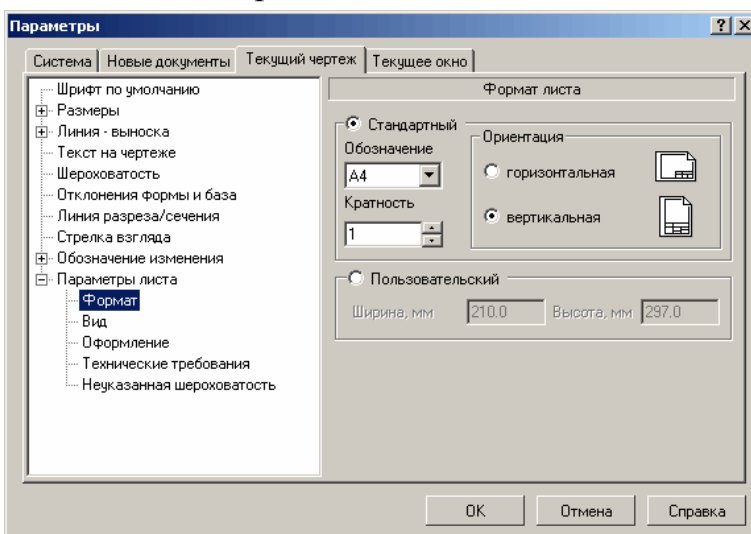
а)

Кольцо фрикционное			СПТУ №30	№7
Чертил	Остриков	Сталь 45	Масштаб	12.XII.86
Проверил	Соколов	Гр. Т18	1:1	

б)

*Чертеж* — основной тип графического документа в КОМПАС. Чертеж содержит графическое изображение изделия в одном или нескольких видах, рамку формата, а также дополнительные объекты оформления: основную надпись, знак неуказанной шероховатости и технические требования.

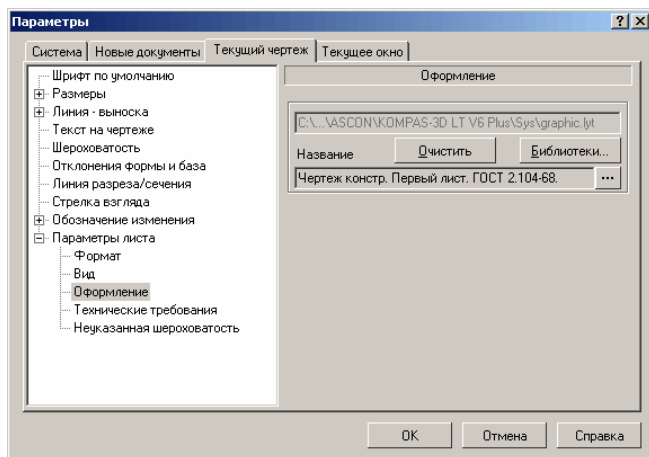
Рамка формата является неотъемлемой частью чертежа. По умолчанию при создании нового чертежа он имеет рамку формата А4 с основной надписью для первого листа по ГОСТ 2.104-68.



В любой момент работы над чертежом может быть изменен его формат и оформление. Для изменения формата чертежа необходимо выполнить команду Сервис > Параметры... > Текущий

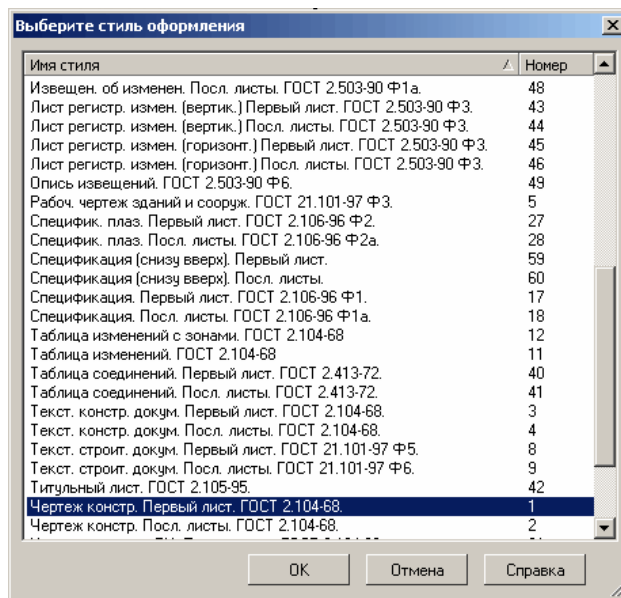


чертеж > Параметры листа > Формат и установить новые параметры формата.



выбрать пункт *Оформление* и щелчком по кнопке [...] вызвать окно «Выберите стиль оформления» из которого выбрать необходимый стиль оформления.

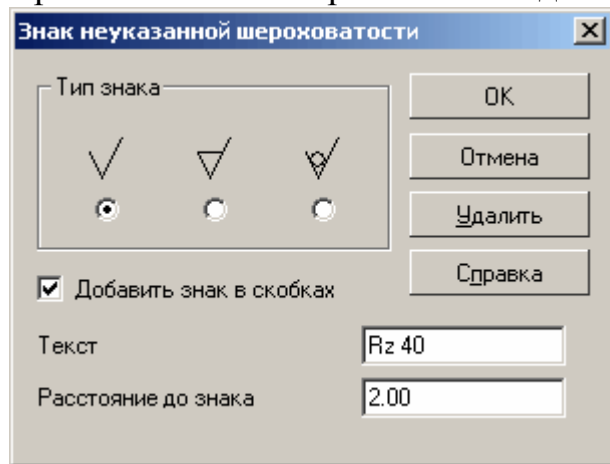
Для изменения оформления листа и основной надписи необходимо в окне *Параметры*



Для заполнения основной надписи необходимо выполнить команду Вставка > Основная надпись или дважды щелкнуть мышью в основной надписи. Заполнение граф таблицы основной надписи подобно вводу текстовой надписи, отличающееся при этом подключением автоматических режимов форматирования.

Возможно полное очищение содержимого основной надписи командой Редактор > Удалить > Содержимое основной надписи.

Знак неуказанной шероховатости практически всегда присутствует на чертежах машиностроительных деталей. Для простановки этого знака на



чертеже используется команда Вставка > Неуказанная шероховатость. В появившемся окне необходимо задать параметры неуказанной шероховатости. Знак автоматически будет отрисован в правом верхнем углу чертежа.

Удаление знака неуказанной шероховатости выполняется

командой Редактор > Удалить > Неуказанную шероховатость.

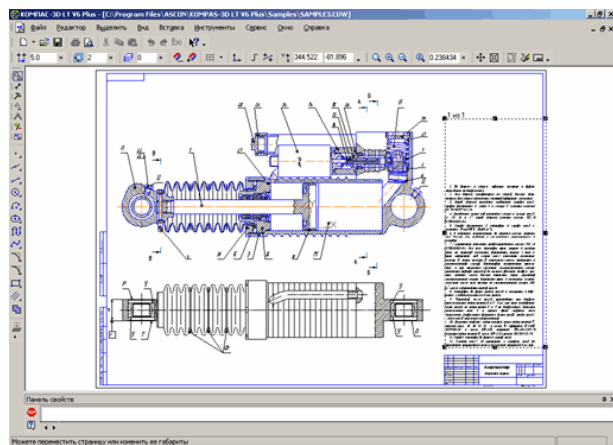
Технические требования дополняют графическую информацию и позволяют изготовить деталь или узел в точном соответствии с замыслом конструктора. Чтобы перейти к вводу технических требований необходимо выполнить команду Вставка > Технические требования > Ввод. При этом системы переходит в режим ввода технических требований в специальном окне текстового редактора.

Ввод текстов технических требований осуществляется также как и ввод текстовых надписей.

Перенос введенных технических требований в чертеж осуществляется командой Файл > Сохранить > В чертеж. Текст размещается на листе в строго заданных для этого границах (по ширине основной надписи). При достижении правой границы выполняется автоматический переход на новую строку.

Изменить размещение технических требований можно командой Вставка > Технические требования > Размещение или командой *Ручное размещение Тех. требований* из их контекстного меню. В режиме размещения вокруг текста технических требований отображается рамка с характерными точками. Перетаскивая мышью характерные точки можно изменить размер страницы технических требований, разбить их на две или более страницы.

Разместив курсор внутри страницы технических требований и нажав левую клавишу мыши можно перенести страницу в нужное место чертежа.



Для входа в режим редактирования уже введенных технических требований можно использовать три способа:

дважды щелкнуть мышью на технических требованиях;

вызвать команду *Редактировать Тех. требования* из их контекстного меню;

вызвать команду Вставка > Технические требования > Ввод.

Для удаления технических требований из чертежа также существует три способа:

вызвать команду Редактор > Удалить > Технические требования;

вызвать команду Удалить > Тех. требования из их контекстного меню;

удаление технических требований в режиме их редактирования.

*Вид чертежа* — это часть графического изображения характеризующаяся постоянством масштаба и положения. Разбиение чертежа на виды имеет ряд преимуществ:

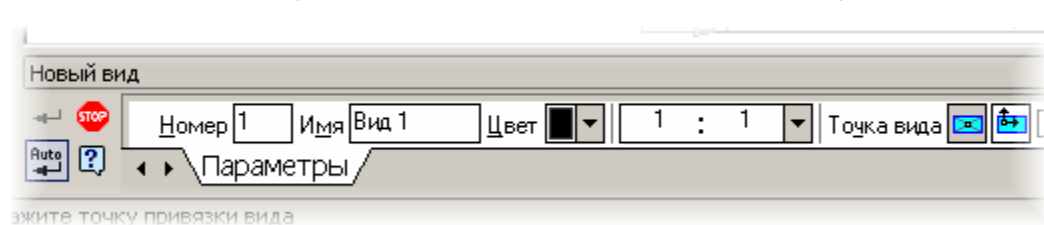
становится возможным черчение в разных масштабах без пересчета размеров, так как умножение на заданный коэффициент производится автоматически;

компоновка чертежа становится более удобной и наглядной, так как к виду можно применять команды редактирования сдвиг, поворот, масштабирование, симметрия, работая с видом целиком как с одним объектом;

в любой момент работы над чертежом можно разрешить/запретить редактирование, а также включить/отключить отображение на экране тех или иных видов.

При создании нового чертежа в нем автоматически создается системный вид с масштабом 1:1. Параметры системного вида изменить невозможно. Поэтому, если в чертеже требуется создать изображение в масштабе отличном от 1, необходимо создать новый вид с нужным масштабом.

Чтобы создать в чертеже новый вид необходимо выполнить команду Вставка > Вид. В Панели свойств можно задать имя вида и присвоить ему цвет и масштаб, угол наклона осей и задать или указать на чертеже точку



привязки  
вида.

После  
создания  
вида на  
чертеже

отображается его система координат, помещенная в начале координат вида.

Каждый вид на чертеже может находиться в одном из четырех возможных состояний: текущий, активный, фоновый и погашенный.


*Текущий* вид всегда единственный в чертеже. В этом виде можно выполнять любые операции по вводу, редактированию и удалению объектов.





Текущий вид обладает важной особенностью: все вновь создаваемые объекты располагаются в текущем виде и принадлежат именно ему.

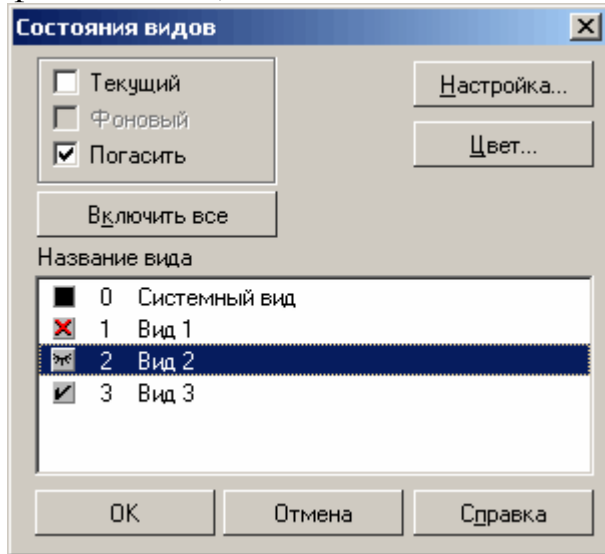
*Активными* могут быть сразу несколько видов. Элементы активных видов доступны для выполнения операций редактирования и удаления.


*Фоновые* виды доступны только для выполнения операций привязки к точкам или объектам. Эти виды нельзя перемещать, а их содержимое недоступно для редактирования.

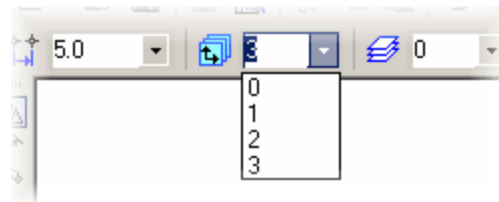
*Погашенные* виды отображаются на чертеже только их габаритными рамками, само содержимое видов при этом не показывается.

Для изменения состояния вида нужно выполнить команду Сервис > Состояние Видов или щелкнуть на кнопке  *Состояние Видов* в панели *Текущее состояние*.

Установленное состояние вида отображается в списке видов слева от номера специальным символом:  — слой текущий;  — слой активен;  — фоновый вид;  — слой погашен.



Наиболее просто переключать виды — устанавливать текущий вид с помощью раскрывающегося списка видов, расположенного рядом с кнопкой  *Состояние Видов*.



Иногда возникает необходимость изменить параметры вида — точку привязки, имя или масштаб. Для этого используется команда Сервис > Параметры текущего вида...

Любой вид, кроме системного, предварительно выделив можно удалить нажатием клавиши [Delete] или вызвав команду Редактор > Удалить > Выделенные объекты.

## Практическое занятие №5. Трехмерное моделирование линий.

В КОМПАС!3D возможно создание пространственных кривых следующих типов:

- ▼ дуга окружности,
- ▼ спираль цилиндрическая,
- ▼ спираль коническая,
- ▼ ломаная,
- ▼ сплайн.

Кроме этого, можно усечь кривые и построить следующие объекты:

- ▼ сплайн, повторяющий форму объекта,
- ▼ скругление угла, образованного двумя кривыми,
- ▼ соединение двух кривых,
- ▼ эквидистантную кривую,
- ▼ кривую пересечения поверхностей.

Команды создания пространственных кривых расположены в меню

### Операции



Пространственные ломаная и сплайн являются точечно заданными кривыми. Точки, определяющие эти кривые, называются **вершинами**.

Пространственная ломаная состоит из отрезков, последовательно соединяющих заданные вершины.

Пространственный сплайн определяется набором вершин и его порядком.

Форма сплайна зависит от расположения заданных вершин в пространстве. В зависимости от типа

сплайн может проходить непосредственно через заданные вершины или проходить на

расстоянии от них. Расстояние до каждой вершины зависит от ее веса.

Подробно о порядке кривых и весе точек рассказано в разделе 119.3 на с. 335.

После вызова команды построения кривой требуется задать параметры ее вершин.

Вершина кривой может быть построена следующими способами:

- ▼ По точкам
- ▼ По осям
- ▼ По объектам

Для задания координат вершины используются следующие приемы:

- ▼ ввод значений координат в таблицу параметров вершин кривой
- ▼ построение специальной точки

- ▼ связывание вершины с точечным объектом

### Таблица параметров вершин

Каждая вершина ломаной или сплайна характеризуется набором параметров. Их значения отображаются в таблице параметров вершин.

Эта таблица называется **Координаты вершин** и находится на вкладке Панели свойств

### Параметры.

Каждая вершина кривой описывается строкой таблицы.

Набор полей таблицы параметров вершин зависит от типа кривой. Для обоих типов кривой в таблице содержатся следующие параметры:

- ▼ номер вершины,
- ▼ пространственные координаты вершины,
- ▼ значок связи, если вершина ассоциативно связана с точечным объектом,
- ▼ значок связи и значок вершины, если вершина была создана с помощью команды **Точка**

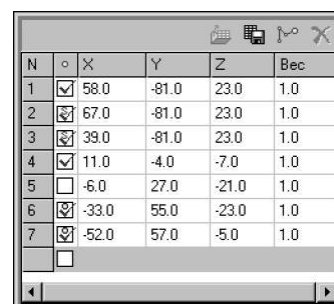
(см. раздел 120.2 на с. 350).

Специфическими являются следующие параметры:

- ▼ для ломаной— радиус скругления;
- ▼ для сплайна:
- ▼ вес;
- ▼ значок связи и значок системного полюса, если

координаты полюса изменены системой (при построении сплайна по полюсам).

Значок системного полюса показывает, что координаты полюса изменены системой с целью обеспечения построения сплайна по заданному сопряжению его начальной или конечной вершины с объектом сопряжения.



N		X	Y	Z	Вес
1	<input checked="" type="checkbox"/>	58.0	-81.0	23.0	1.0
2	<input checked="" type="checkbox"/>	67.0	-81.0	23.0	1.0
3	<input checked="" type="checkbox"/>	39.0	-81.0	23.0	1.0
4	<input checked="" type="checkbox"/>	11.0	-4.0	-7.0	1.0
5	<input type="checkbox"/>	-6.0	27.0	-21.0	1.0
6	<input checked="" type="checkbox"/>	-33.0	55.0	-23.0	1.0
7	<input checked="" type="checkbox"/>	-52.0	57.0	-5.0	1.0

Чтобы выполнить построение вершины сплайна или ломаной по точкам, следует выбрать вариант **По точкам** из раскрывающегося списка **Способ построения**.

Для задания положения вершины могут использоваться следующие приемы:

- ▼ указание курсором положения вершины в окне модели,
- ▼ привязка вершины к точечному объекту,
- ▼ построение специальной точки,

- ▼ ввод данных в ячейки таблицы параметров вершин,
- ▼ чтение значений параметров из файла параметров вершин.

При построении сплайна или ломаной по осям накладывается ограничение на направление линии построения вершины: линия строится параллельно выбранной оси системы координат кривой

Чтобы выбрать координатную ось, параллельно которой будет построена линия построения вершины, можно воспользоваться следующими способами:

- ▼ выбрать нужный вариант из раскрывающегося списка **Способ построения:**

- ▼ вызвать соответствующую команду контекстного меню,
- ▼ использовать изображение координатных осей рядом с построенной вершиной в окне модели

При построении сплайна или ломаной по объектам накладывается ограничение на направление линии построения вершины. Для задания направления этой линии в качестве направляющих можно использовать существующие в окне модели прямолинейные или плоские объекты. Линия построения вершины может быть построена параллельно прямолинейному объекту либо перпендикулярно прямолинейному или плоскому объекту.

Если линия построения вершины строиться параллельно объекту, то в качестве объекта, определяющего ее направление, можно использовать вектор.

Вектор можно создать при помощи команды **Построение вектора**, не выходя из процесса построения кривой

Для задания положения вершины на линии построения могут использоваться следующие приемы:

- ▼ указание положения вершины в окне модели
- ▼ задание расстояния между создаваемой вершиной и предыдущей
- ▼ привязка вершины к точечному объекту

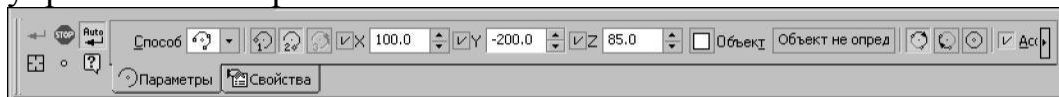
## Практическое занятие №6. Методы построения пространственных кривых

Дугу окружности в пространстве можно построить следующими способами:

- ▼ По 3 точкам,
- ▼ По центру и радиусу,
- ▼ По 2 точкам с направлением,
- ▼ С касанием к кривой.

Чтобы создать дугу окружности в пространстве, вызовите команду **Дуга окружности**.

Выберите вариант построения дуги из списка **Способ** или при помощи команд контекстного меню. На Панели свойств появятся элементы управления построением



Затем задайте параметры дуги и объекты, используемые при построении.

После задания одного из параметров дуги переход к следующему параметру происходит автоматически.

Во всех способах объектами построения являются точки. Точку дуги можно указать следующими способами:

дующими способами:

- ▼ задать координаты в пространстве или указать положение мышью в окне модели;
- ▼ связать с уже имеющимся точечным объектом;
- ▼ создать, используя способы построения точки команды **Точка**, не выходя из процесса

построения дуги (см. раздел 120.2 на с. 350).

Указание точечного объекта при включенной опции **Ассоциировать** приводит к форми!

рованию ассоциативной связи точки дуги с этим объектом.

Признаком наличия связи является отображение «галочки» на кнопке **Объект** и на име!

нования точечного объекта в поле **Объект** на Панели свойств. При любом изменении по!

ложения объекта точка дуги будет следовать за объектом.

Чтобы отменить ассоциативную связь с точечным объектом, следует нажать кнопку



**Объект.** «Галочка» на кнопке исчезнет.

Команды создания спиралей доступны, если в окне модели выделен какой-либо плоский

объект: вспомогательная или проекционная плоскость, плоская грань детали.

Этот объект является опорным для спирали.

После вызова любой команды построения спирали требуется задать ее параметры в полях на Панели свойств.

Все значения параметров отображаются на экране в виде фантома спирали.

Элементы управления, расположенные на вкладке **Свойства** Панели свойств, позволяют изменить название и цвет спирали, настроить параметры ее отображения

Чтобы зафиксировать эту спираль в модели, нажмите кнопку **Создать объект** на Панели

специального управления.

В окне модели появляется созданная спираль, а в Дереве модели — ее пиктограмма.

Чтобы создать цилиндрическую спираль, вызовите команду **Спираль цилиндрическая**.

Укажите способ построения спирали: **По числу витков и шагу**, **По числу витков и высоте** или **По шагу витков и высоте**, выбрав его из списка **Способ построения**.

Введите число витков спирали в поле **Число витков**. Число витков может быть не целым. Если выбран способ построения спирали **По шагу витков и высоте**, то поле **Число витков** недоступно для ввода и в нем отображается вычисленное число витков.

Введите шаг витков спирали в поле **Шаг**. Если выбран способ построения спирали **По**

**числу витков и высоте**, то поле **Шаг** недоступно для ввода и в нем отображается вычисленное значение шага.

Если выбран способ построения спирали **По шагу витков и высоте** или **По числу витков и высоте**, становится доступной группа опций, позволяющих задать высоту спирали.

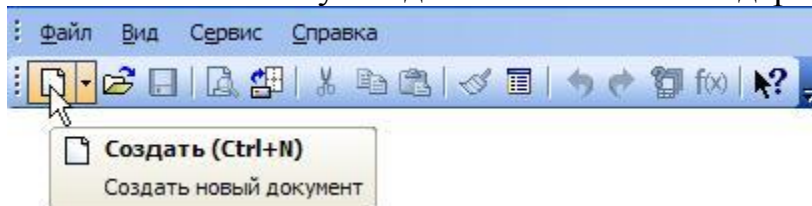
Чтобы создать коническую спираль, вызовите команду **Спираль коническая**.

Способ построения, число витков, шаг, высота, направление навивки и построения кони!

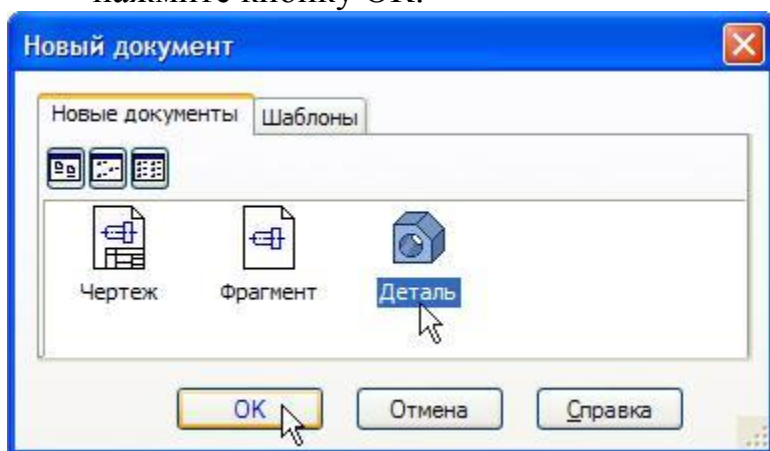
ческой спирали задаются точно так же, как и при построении цилиндрической спирали

## Практическое занятие №7. Построение твердотельных объектов методом выдавливания

- Для создания новой детали выполните команду Файл – Создать или нажмите кнопку Создать на панели Стандартная.



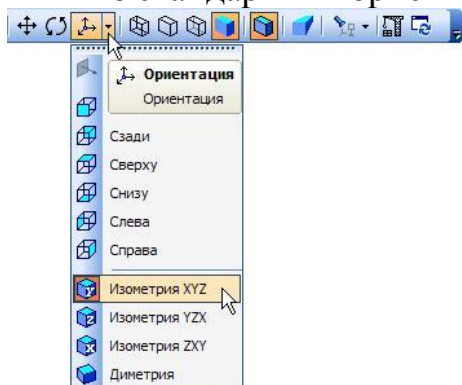
- В диалоговом окне укажите тип создаваемого документа Деталь и нажмите кнопку ОК.



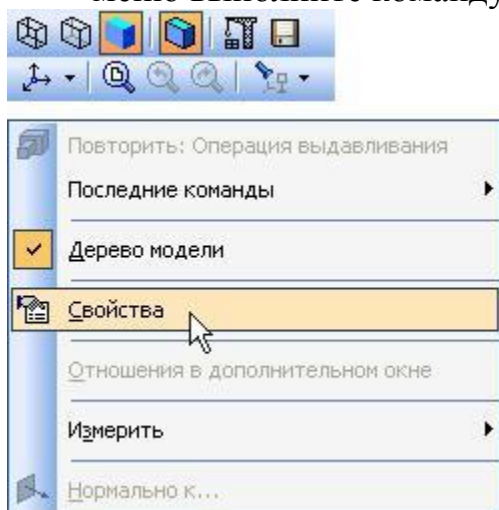
На экране появится окно новой детали.

### Выбор начальной ориентации модели

На панели Вид нажмите кнопку списка справа от кнопки Ориентация вариант Изометрия XYZ. Выбор начальной ориентации модели не оказывает влияния на ход ее моделирования и на ее свойства. От этого будет зависеть только ее ориентация в пространстве при выборе одной из стандартных ориентаций

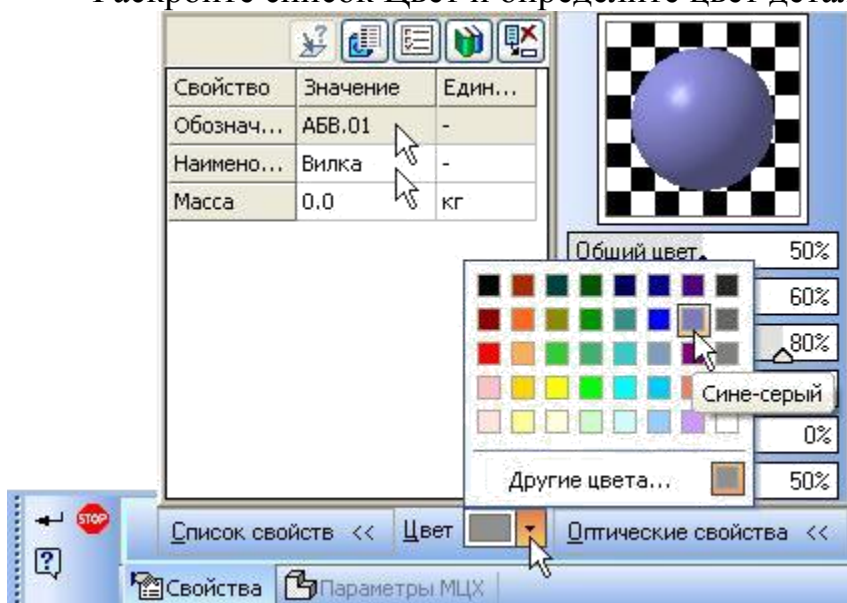


- Для входа в режим определения свойств детали щелкните правой клавишей мыши в любом пустом месте окна модели. Из контекстного меню выполните команду Свойства.




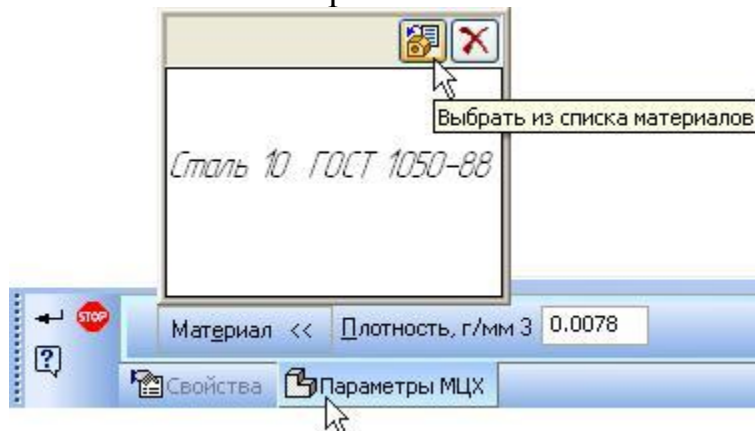
Ввод обозначения, наименования и выбор цвета детали

- Щелкните мышью в поле Обозначение на Панели свойств и введите обозначение детали АВВ.01.
- Щелкните мышью в поле Наименование и введите наименование детали Вилка.
- Раскройте список Цвет и определите цвет детали.

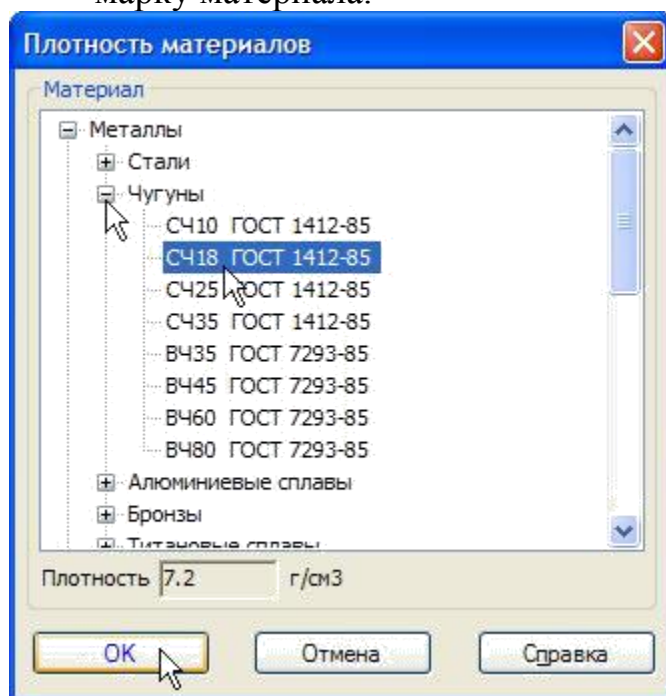



Выбор материала из списка материалов

- Для определения материала, из которого изготовлена деталь, откройте вкладку Параметры МЦХ.
- На панели Наименование материала нажмите кнопку Выбрать из списка материалов .



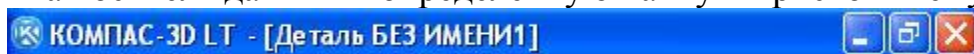
- В окне Плотность материалов раскройте "ветвь" Чугуны и укажите марку материала.



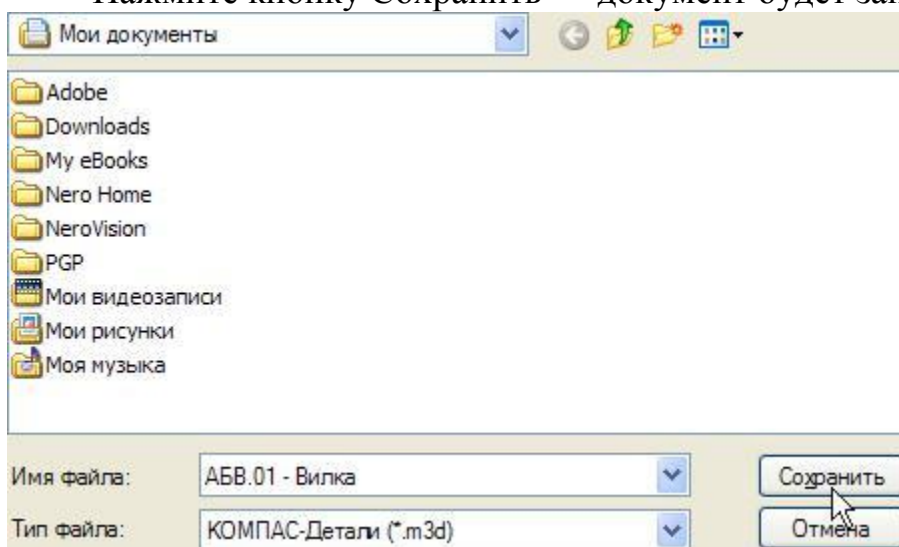
- Для выхода из режима определения свойств детали с сохранением данных нажмите кнопку Создать объект  на Панели специального управления.

## Сохранение файла модели

Обратите внимание на заголовок окна — в нем показано имя модели по умолчанию [Деталь БЕЗ ИМЕНИ1]. Новый документ нужно сохранить на носитель данных в определенную папку и присвоить ему имя.



- Нажмите кнопку Сохранить на панели Стандартная.
- В поле Имя файла введите текст АБВ.01 – Вилка — обозначение и наименование детали.
- Нажмите кнопку Сохранить — документ будет записан на диск.



- В окне Информация о документе просто нажмите кнопку ОК. Поля этого окна заполнять необязательно.

Обратите внимание на то, как изменился заголовок окна — теперь в нем показано определенное имя детали.




По умолчанию документы сохраняются в папке Мои документы. Можно сделать рабочей любую другую папку на носителе данных, изменив настройку системы. Для хранения файлов, относящихся к конкретному проекту, следует создать в рабочем каталоге отдельную папку.

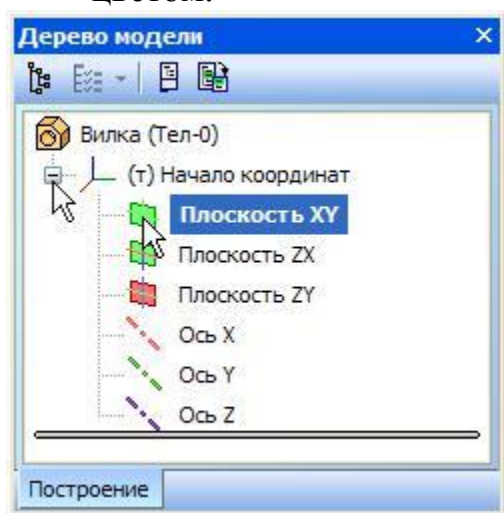
## Создание основания детали. Привязки


Построение детали начинается с создания основания. Построение основания начинается с создания его плоского эскиза. Как правило,


для построения эскиза основания выбирают одну из стандартных плоскостей проекций.



Выбор плоскости для построения эскиза основания не влияет на дальнейший порядок построения модели и ее свойства. От этого зависит положение детали в пространстве при выборе одной из стандартных ориентаций.

- В Дереве модели раскройте "ветвь" Начало координат щелчком на значке  слева от названия ветви, и укажите Плоскость XY (фронтальная плоскость). Пиктограмма плоскости будет выделена цветом.

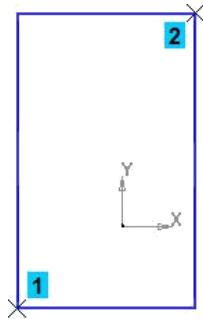


Нажмите кнопку Эскиз  на панели Текущее состояние. Система перейдет в режим редактирования эскиза, Плоскость XY станет параллельной экрану.

- Нажмите кнопку Геометрия  на Панели переключения. Ниже откроется одноименная инструментальная панель.

- Нажмите кнопку Прямоугольник  на панели Геометрия .

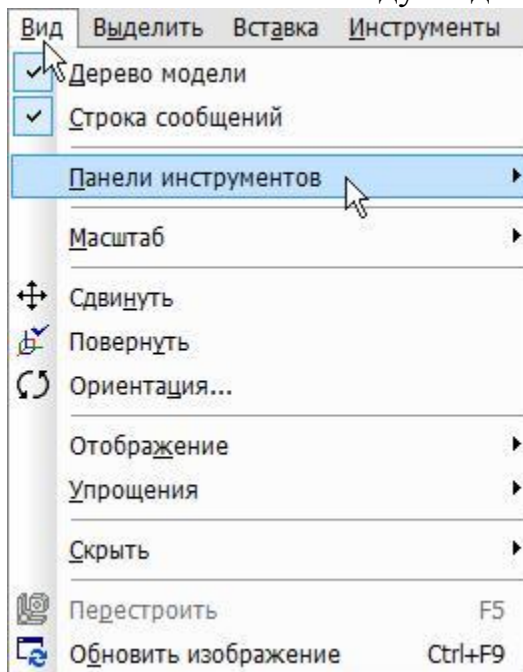
- Начертите небольшой прямоугольник так, чтобы точка начала координат эскиза оказалась внутри прямоугольника. Для построения достаточно указать две точки на любой из диагоналей, например точки 1 и 2.



## Использование Привязок

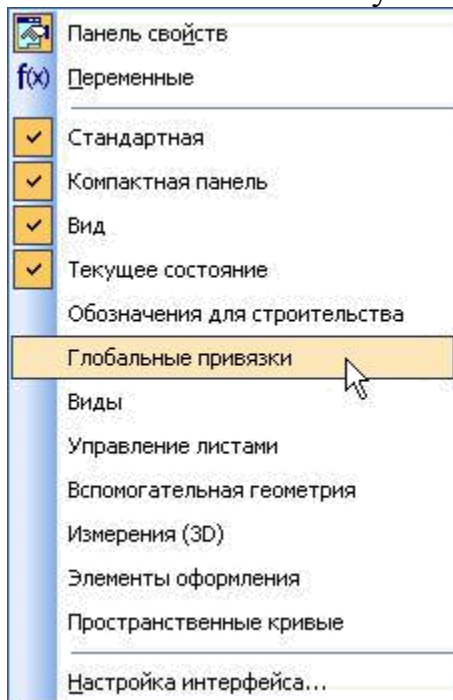
Привязки — механизм, позволяющий точно задать положение курсора, выбрав условие его позиционирования (например, в ближайшей характерной точке объекта, в его середине, на пересечении двух объектов и т.д.). Управлять привязками удобно с помощью специальной панели Глобальные привязки.

Выполните команду Вид – Панели инструментов.






В Меню панелей укажите Глобальные привязки.

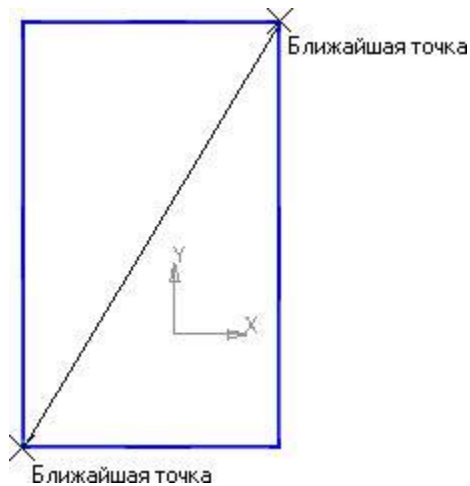






На экране появится панель Глобальные привязки. Перетащите панель мышью за заголовок на свободное место над окном документа.

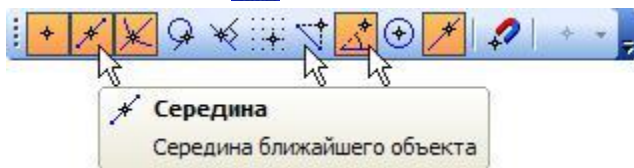
Нажмите кнопку Отрезок на панели Геометрия .

Постройте диагональ прямоугольника — с помощью привязки Ближайшая точка укажите две вершины прямоугольника. Для этого подведите курсор к вершине прямоугольника. На экране отобразится название привязки, а в указанной точке появится значок, свидетельствующий о срабатывании привязки. Нажмите левую кнопку мыши и точка, отмеченная значком, будет зафиксирована.

Аналогично укажите вторую вершину.




- Нажмите кнопку Прервать команду  на Панели специального управления.
  - Измените стиль линии диагонали с Основная (синяя линия) на Тонкая (черная линия).
  - Диагональ прямоугольника необходима для его правильного размещения в эскизе. В то же время, она не должна участвовать непосредственно в создании элемента — это будет нарушением одного из основных требований к эскизам. Изменение стиля линии решает эту проблему, так как при построении учитываются только основные (синие) линии.
- На панели Глобальные привязки отключите привязку Выравнивание , включите привязки Середина  и Угловая .

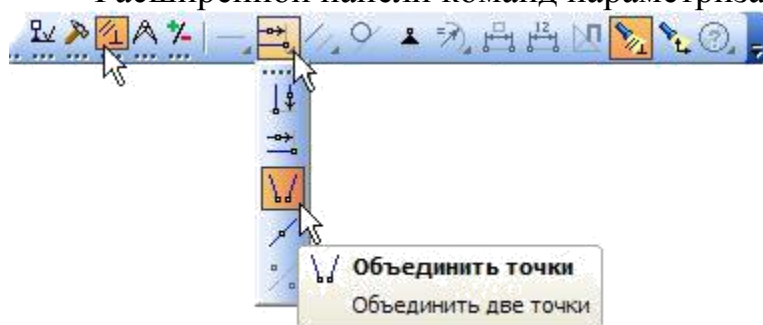


Нажмите кнопку Точка .

- С помощью привязки Ближайшая точка постройте точку на середине диагонали.




- Нажмите кнопку Параметризация  на Панели переключения и кнопку Объединить точки на Расширенной панели команд параметризации точек.



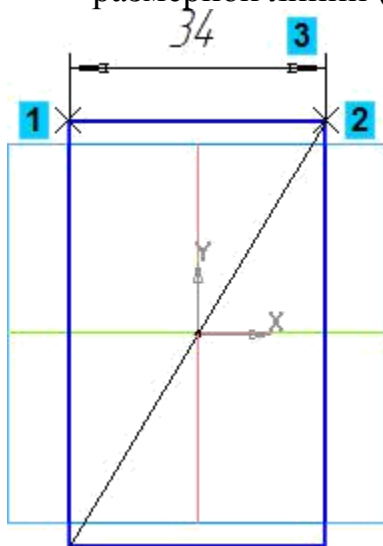
- Укажите начало координат эскиза и точку на диагонали прямоугольника. Центр прямоугольника переместится в точку начала координат.



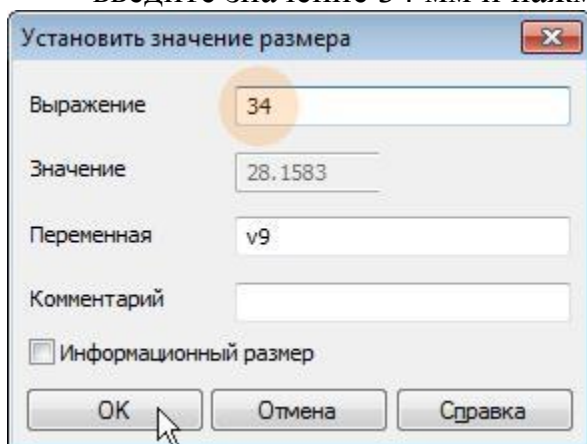
- Нажмите кнопку Линейный размер на инструментальной панели Размеры .




- Создайте горизонтальный размер. Для этого укажите две точки 1 и 2 на верхнем горизонтальном отрезке. Затем задайте положение размерной линии (точка 3).



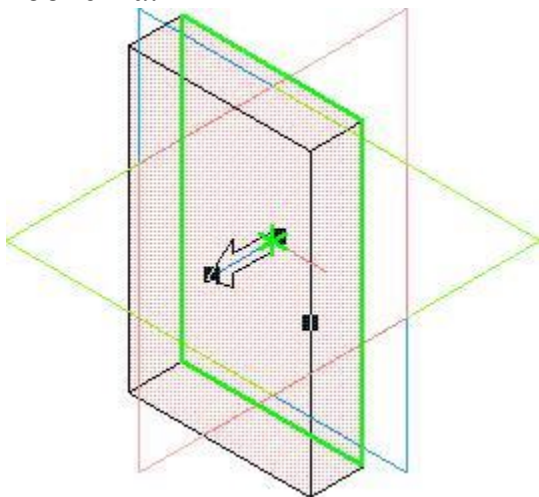
- В поле Выражение диалогового окна Установить значение размера введите значение 34 мм и нажмите кнопку ОК.



- Постройте вертикальный размер. Для этого укажите две точки 1 и 2, затем задайте положение размерной линии (точка 3) и присвойте размеру значение 56 мм.
- Закройте эскиз. Для этого нажмите кнопку Эскиз еще раз.

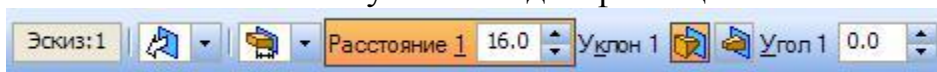
Нажмите кнопку **Операция выдавливания** на панели Редактирование детали .


На экране появится фантом трехмерного элемента — временное изображение, показывающее текущее состояние создаваемого объекта.

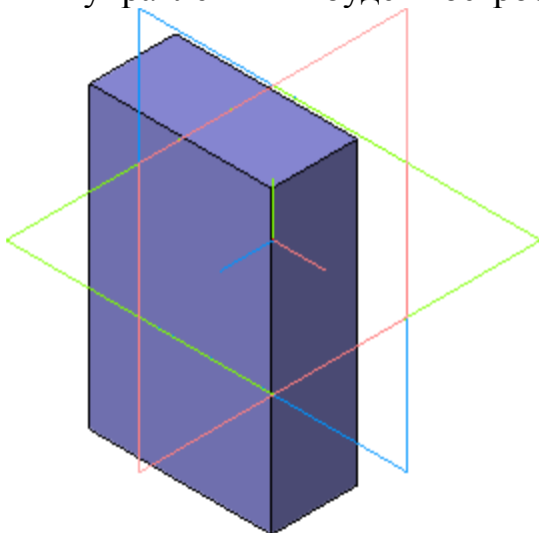


- Введите число 16. Значение попадет в поле **Расстояние 1** на Панели свойств. Это результат работы режима [Предопределенного ввода параметров](#).

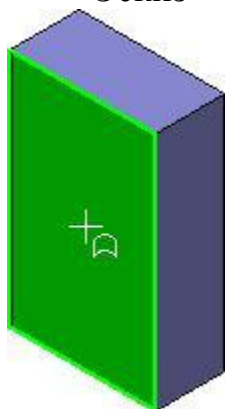
- Нажмите клавишу <Enter> для фиксации значения.



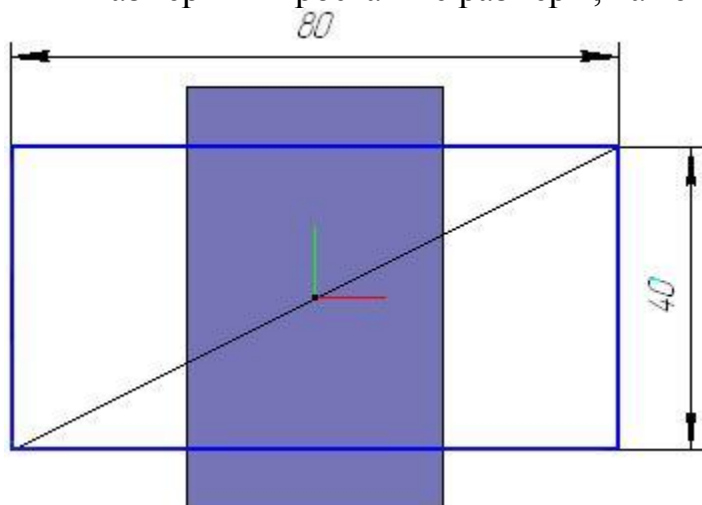
- Нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления — будет построено основание детали.





Укажите переднюю грань основания и нажмите кнопку  
Эскиз на панели Текущее состояние.

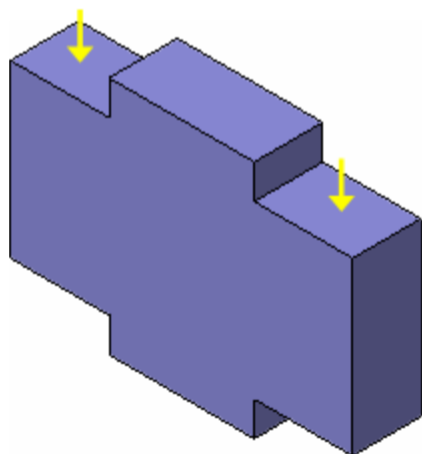
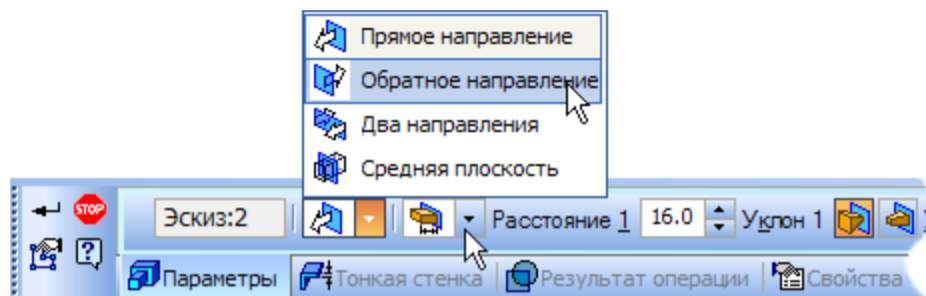


- Повторите те же построения, что и в эскизе основания.
- Нажмите кнопку Линейный размер на инструментальной панели Размеры и проставьте размеры, как это показано на рисунке.



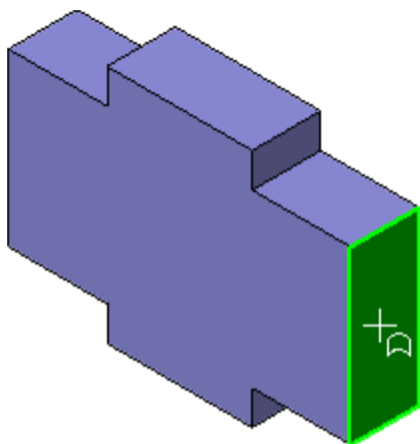
Закройте эскиз.


- Нажмите кнопку Операция выдавливания на панели Редактирование детали .
- На Панели свойств раскройте список Направление и укажите вариант Обратное направление.
- Введите число 16. Значение попадет в поле Расстояние 2 на Панели свойств.
- Нажмите клавишу <Enter> для фиксации значения.
- Нажмите кнопку Создать объект  на Панели специального управления.



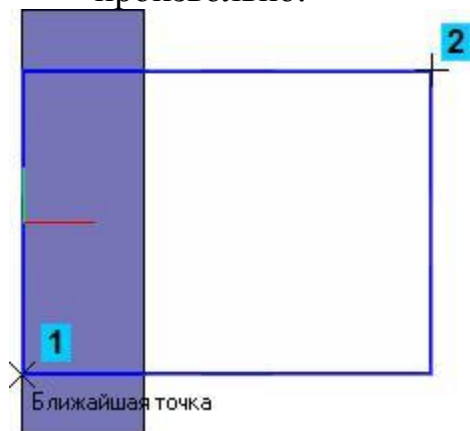
## Создание правой проушины


Укажите грань и нажмите кнопку Эскиз



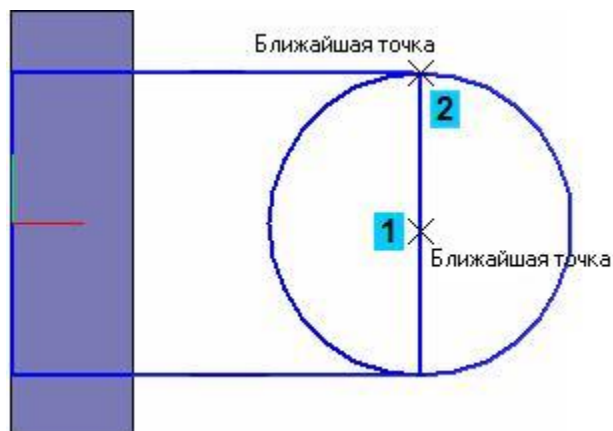
Нажмите кнопку Прямоугольник на панели Геометрия .


- С помощью привязки Ближайшая точка укажите вершину 1 детали как первую вершину прямоугольника. Вершину 2 укажите произвольно.

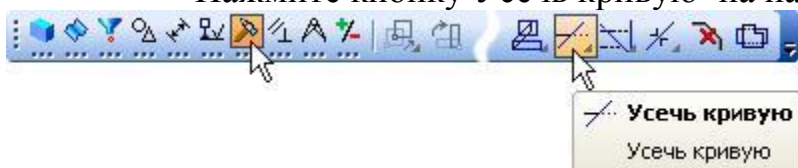


- Нажмите кнопку Окружность на панели Геометрия .
- С помощью привязки Ближайшая точка укажите точку 1 центра окружности в середине вертикального отрезка.
- С помощью привязки Ближайшая точка укажите точку 2, через которую должна пройти окружность.

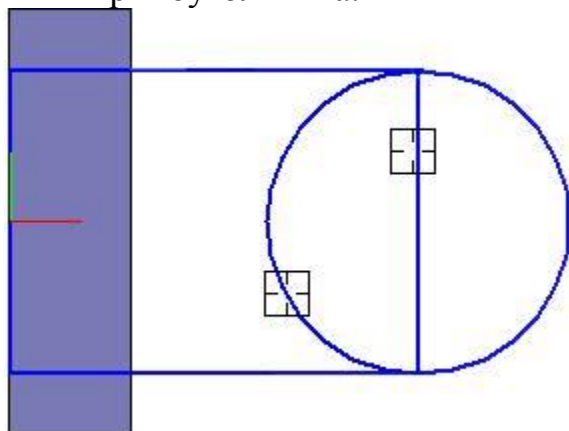





Нажмите кнопку Усечь кривую на панели Редактирование .



Укажите мишенью на лишние участки окружности и прямоугольника.

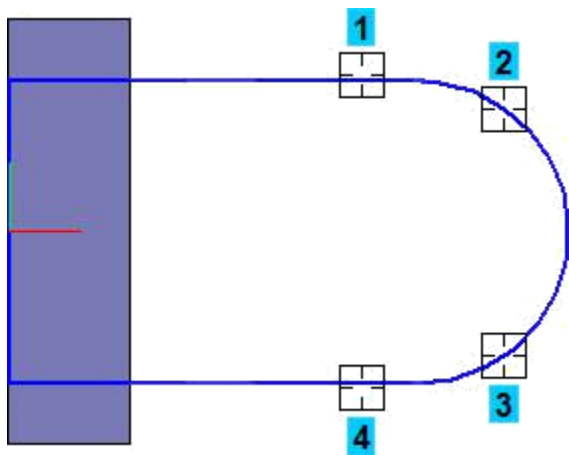



Для того, чтобы получить правильный контур, необходимо вручную добавить параметрические связи между его элементами.

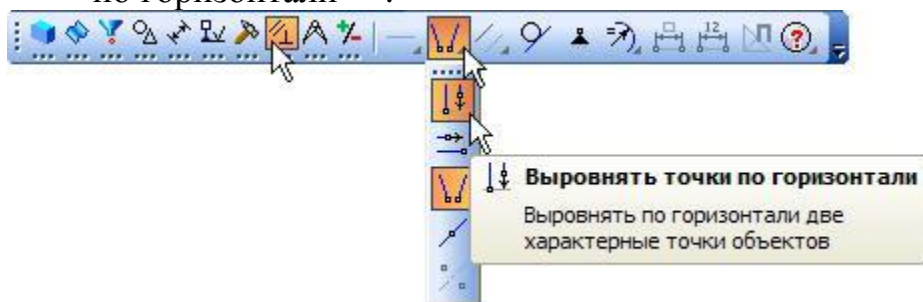
На панели Параметризация  нажмите кнопку Касание



Укажите верхний отрезок и дугу (мишени 1 и 2), затем дугу и нижний отрезок.



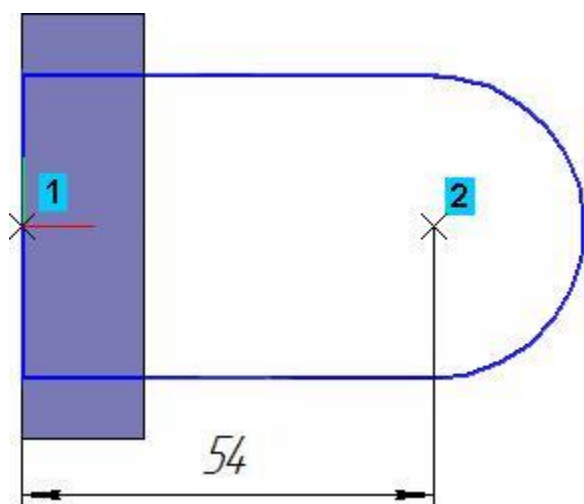
· На панели Параметризация  нажмите кнопку Выровнять точки по горизонтали .




· С помощью привязки Ближайшая точка укажите точку начала координат эскиза и точку центра дуги.



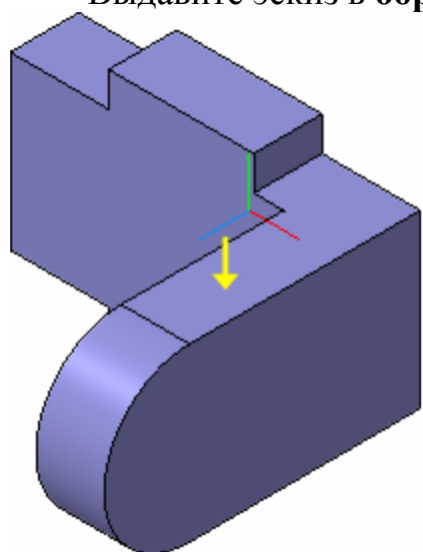
· Проставьте горизонтальный линейный размер между точками и присвойте ему значение 54 мм.



Закройте эскиз

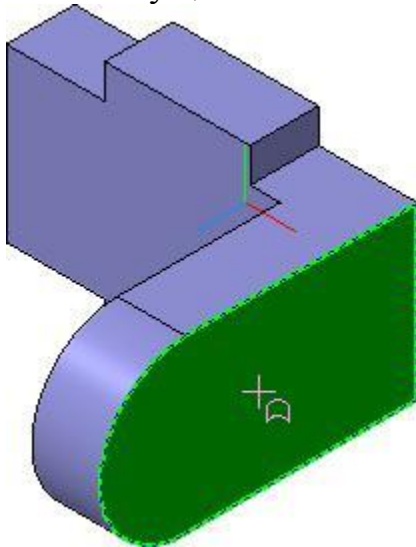
Нажмите кнопку **Операция выдавливания** на панели Редактирование детали .


Выдавите эскиз в **обратном** направлении на 16 мм.



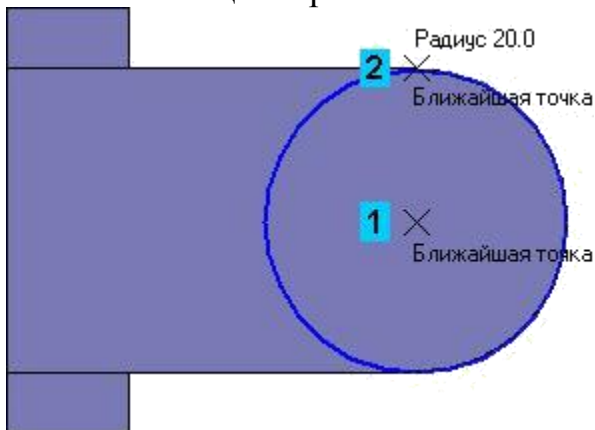
### Добавление бобышки




- Укажите грань основания и нажмите кнопку Эскиз на панели Текущее состояние.

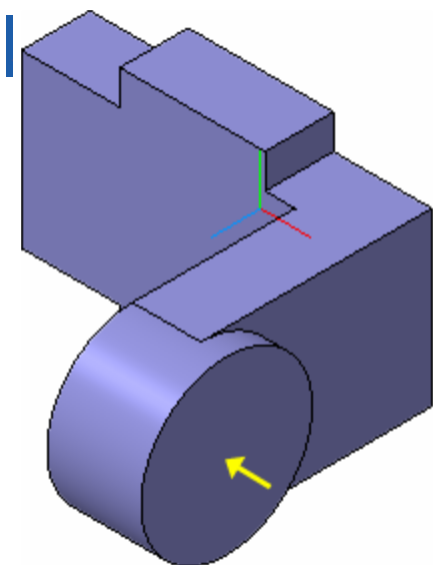


- Нажмите кнопку Окружность на панели Геометрия .

- С помощью привязки Ближайшая точка укажите точки 1 и 2.

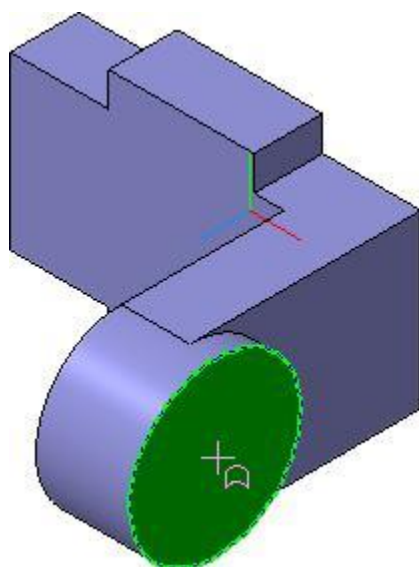


- Закройте эскиз. Нажмите кнопку Операция выдавливания на панели Редактирование детали .
- На Панели свойств раскройте список Направление и укажите Прямое направление .
- Введите число 6. Значение попадет в поле Расстояние 1 на Панели свойств.
- Нажмите клавишу <Enter> для фиксации значения.
- Нажмите кнопку Создать объект  на Панели специального управления.




### Добавление сквозного отверстия

Укажите грань и нажмите кнопку Эскиз

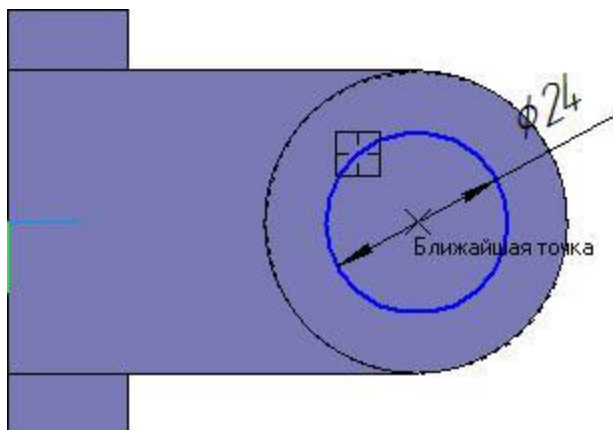


Нажмите кнопку Окружность на панели Геометрия .

С помощью привязки Ближайшая точка укажите точку центра окружности в центре круглого ребра. Радиус окружности укажите произвольно.

Нажмите кнопку Диаметральный размер на инструментальной панели Размеры .

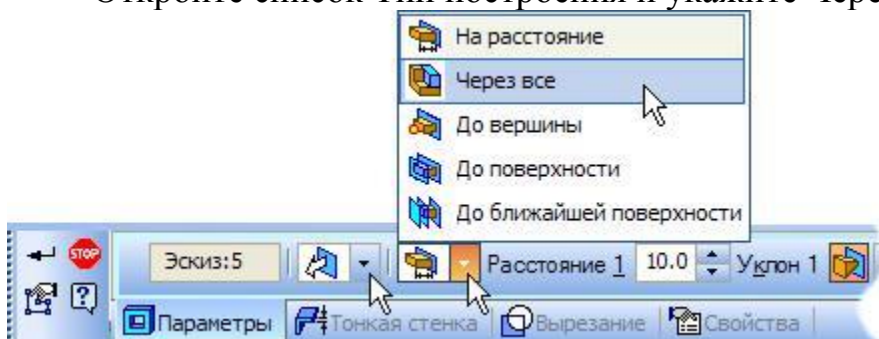
Укажите окружность, затем укажите положение размерной линии и присвойте размеру значение 24 мм.



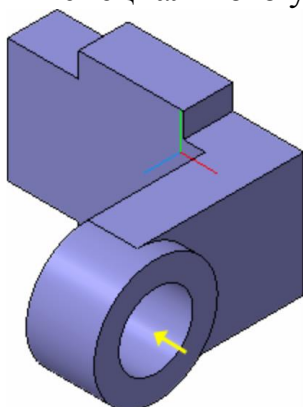
Закройте эскиз. Нажмите кнопку **Вырезать выдавливанием** на панели Редактирование детали.



- Проверьте состояние поля **Направление построения** и убедитесь, что установлено **Прямое направление**.
- Откройте список **Тип построения** и укажите **Через все**.




- Нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.





## Практическое занятие №8. Построение твердотельных объектов методом вращения


➤ При построении 3D модели вращением необходимо сначала построить эскиз, который представляет половину сечения детали и ось симметрии детали, относительно которой будет происходить вращение. Ось симметрии задается штрихпунктирной линией (рис. 1);

➤ После создания эскиза нужно нажать кнопку  «Операция вращения» и убедиться, что в панели свойств задан угол поворота эскиза 360 и выключена опция «Тонкая стенка». Результатом операции будет заготовка, изображенная на рис. 2;

➤ Чтобы заменить цилиндрическую поверхность диаметром 56 мм на шестигранную, в качестве плоскости эскиза выбирается торцевая поверхность этого цилиндра и с помощью команды «Спроецировать объект» на ней строится окружность диаметром 56 мм. В нее вписывается шестиугольник, после чего окружность убирается. Для удаления материала вне шестиугольника необходимо построить окружность с диаметром большим, чем 56 мм. Операция «Вырезать выдавливанием» при наличии двух эскизов удалит все, что находится между этими двумя эскизами на заданную глубину (рис. 3);

➤ Фаски на поверхности детали можно нанести с помощью кнопки  «Фаска», указав в панели свойств ее длину и угол, под которым она нанесена;

➤ Для создания четырех отверстий диаметром 11 мм необходимо применять вспомогательную геометрию. Так как эскиз можно создавать только на плоских поверхностях, нужно построить вспомогательную плоскость, касательную к цилиндру. Для этого в панели инструментов 

«Вспомогательная геометрия» нужно нажать кнопку  «Плоскость касательная к грани». Для ее построения надо указать цилиндрическую поверхность и одну из координатных плоскостей, которой будет параллельна вспомогательная плоскость. В ней строится эскиз отверстия, которое вырезается на нужную глубину. Чтобы отверстие сошло на конус, нужно разбить операцию вырезания на две. В ходе первой вырезается на нужную глубину цилиндрическое отверстие, а в ходе второй – коническое отверстие, для чего в панели свойств надо указать уклон стенок отверстия

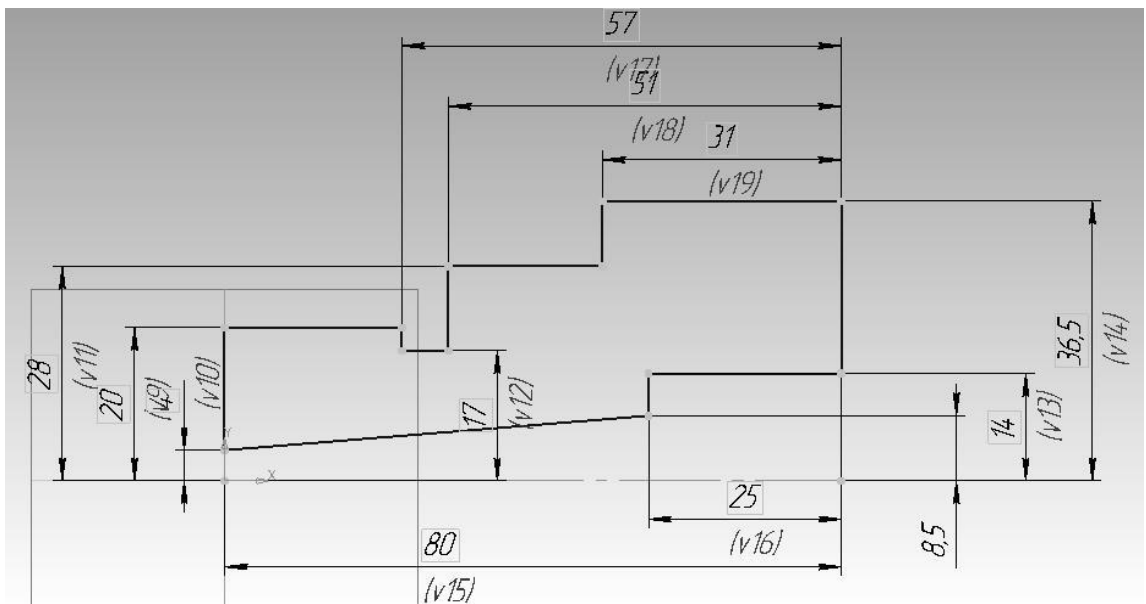


Рис.1 Эскиз для построения модели с помощью операции вращения

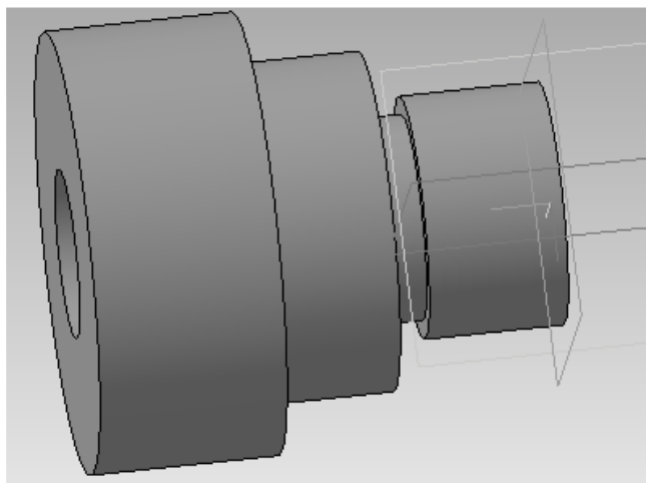


Рис.2 Результат применения операции вращения к эскизу

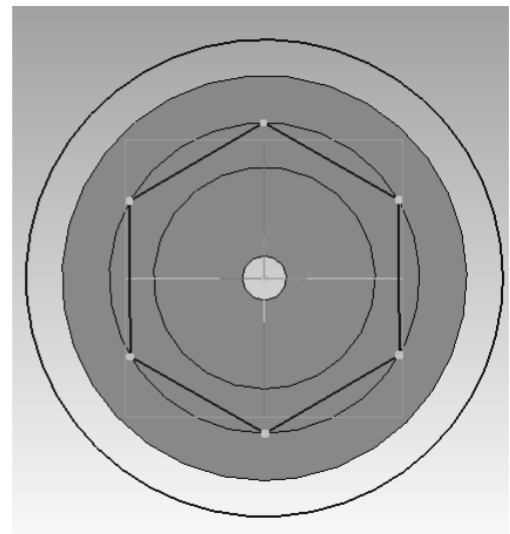

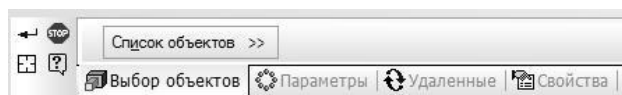


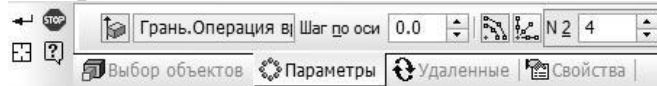
Рис. 3 Эскиз для создания шестигранника

- Чтобы не строить для остальных трех отверстий вспомогательные плоскости можно воспользоваться панелью инструментов  «Массив» «Массив по концентрической сетке». На панели свойств сначала выбирается вкладка «Выбор объектов»





и в дереве модели указывается поверхность отверстия, сделанного ранее. На вкладке «Параметры» указывается цилиндрическая поверхность, на которую должны быть нанесены отверстия и их количество по кольцевому направлению (4).



Результат применения операции

«Массив» представлен на рис. 4.

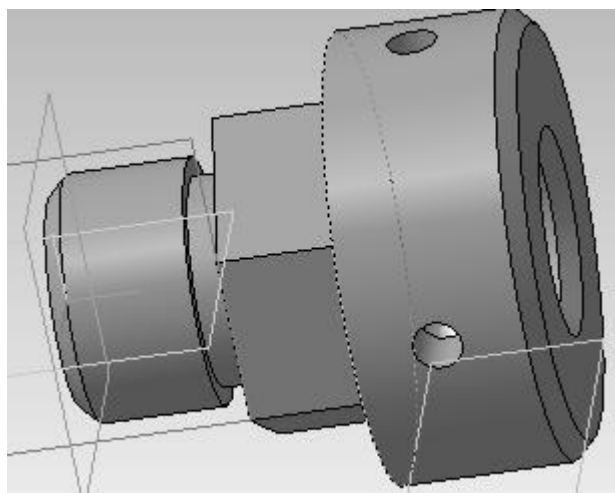


Рис. 4 Готовая 3-D модель объекта

## Практическое занятие №9. Построение твердотельных объектов методом выдавливания по траектории

Для создания кинематического элемента вызовите команду Операции — Операция — Кинематическая или нажмите кнопку Кинематическая операция на панели Редактирование детали.

Команда **Кинематическая операция** доступна, если в модели есть один эскиз. Выделение эскиза перед вызовом команды необязательно.

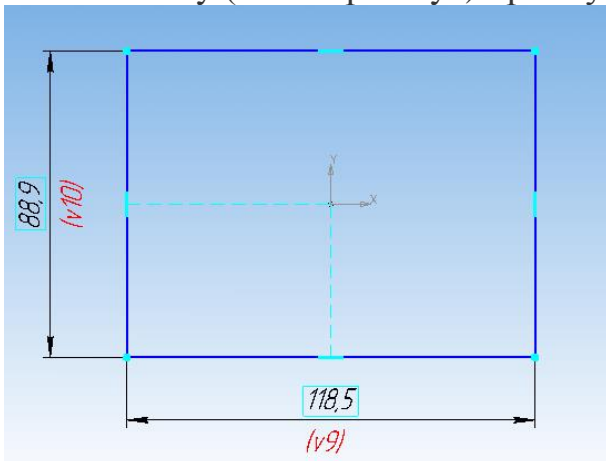
Для создания кинематического элемента требуется задание его сечения и траектории перемещения сечения. Сечение должно быть изображено в эскизе. Траекторией может служить любая пространственная или плоская кривая — ребро, спираль, сплайн, контур в эскизе — или несколько стыкующихся кривых.


После вызова команды на Панели свойств появятся элементы управления, которые позволяют задать параметры операции:

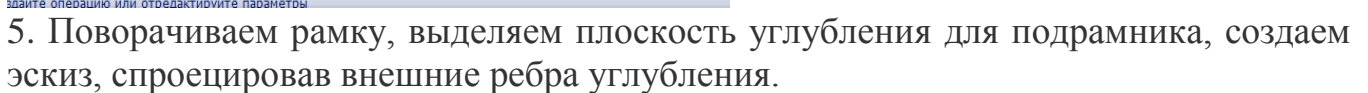
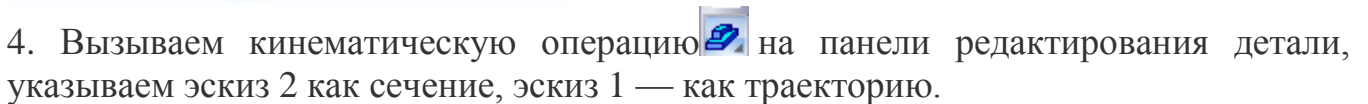
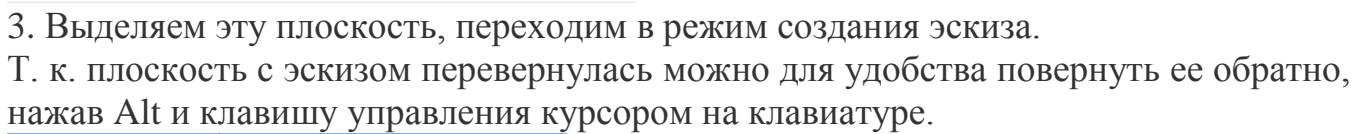
- на вкладке Параметры — сечение, траекторию и характер движения сечения,
- на вкладке Тонкая стенка — параметры тонкостенного кинематического элемента,
- на вкладке Результат операции — результат построения: новое тело или приклеенный элемент.

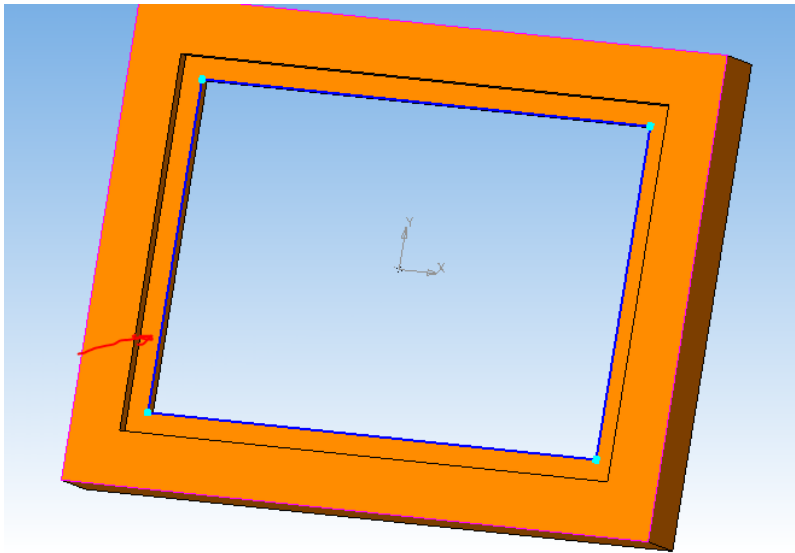
### Создание модели рамки кинематической операцией

1. Предварительно узнав размеры рисунка в миллиметрах, строим на плоскости ху (изометрия хуz) прямоугольник.



2. Создаем вспомогательную плоскость через вершину перпендикулярно ребру  (см. стрелку).



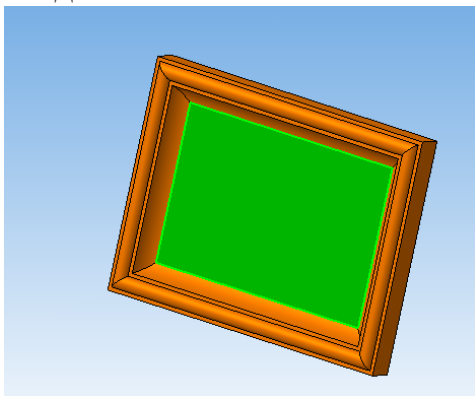


6. Операцией выдавливания на 1, 8 мм в обратном направлении создаем подрамник.

7. Изменяем цвет модели, можно задать также и материал.

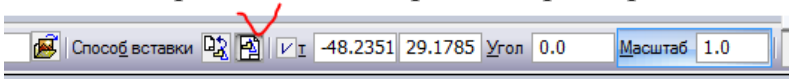
**Вставка картинки**

8. Для вставки фото или картинки выделяем переднюю поверхность подрамника, создаем эскиз.



В главном меню выбираем команду **Вставка-Рисунок**, находим нужное изображение, вставляем его в модель.

На панели свойств указываем способ вставки — **взять в документ**. При таком способе картинка не потеряется при переносе модели на другой компьютер.



## Практическое занятие №10. Массив трехмерных геометрических объектов.

Массивы используются когда необходимо создание копий объектов (например, операций или компонентов), которые были бы определенным образом упорядочены — образовывали прямоугольную сетку с заданными параметрами или были симметричны относительно плоскости и т.п.

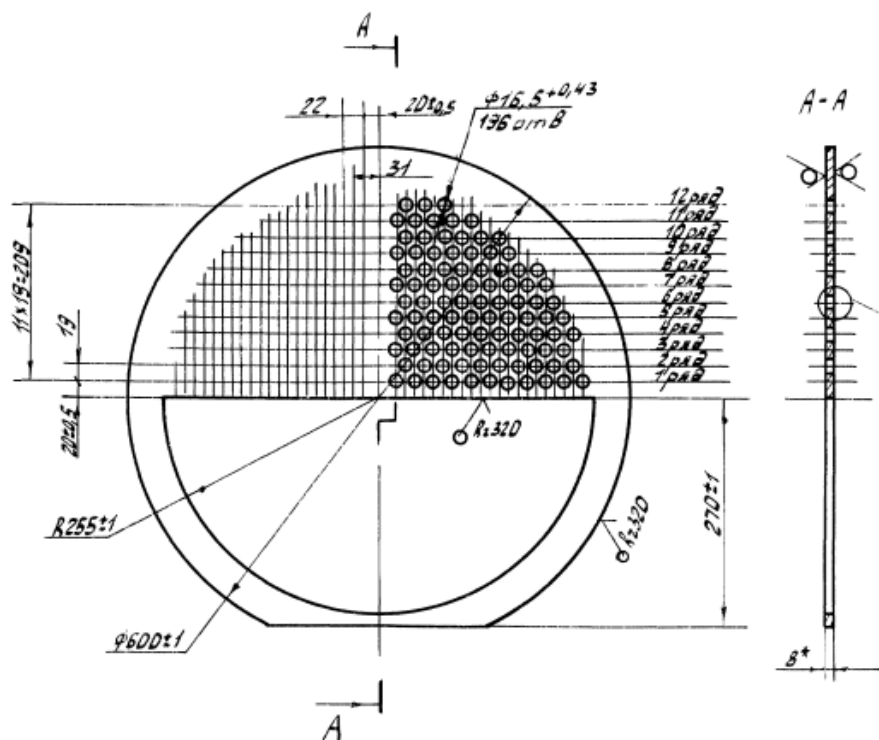
Для создания в модели упорядоченных групп одинаковых объектов можно воспользоваться командами построения массивов. В КОМПАС-3D имеется возможность построения массивов следующих типов:

- по сетке,
- по концентрической сетке,
- вдоль кривой,
- по точкам,
- по таблице,
- зеркальный массив,
- по образцу.

Команды построения массивов расположены в меню Операции — Массив, а кнопки для их вызова находятся на панели *Массивы*.



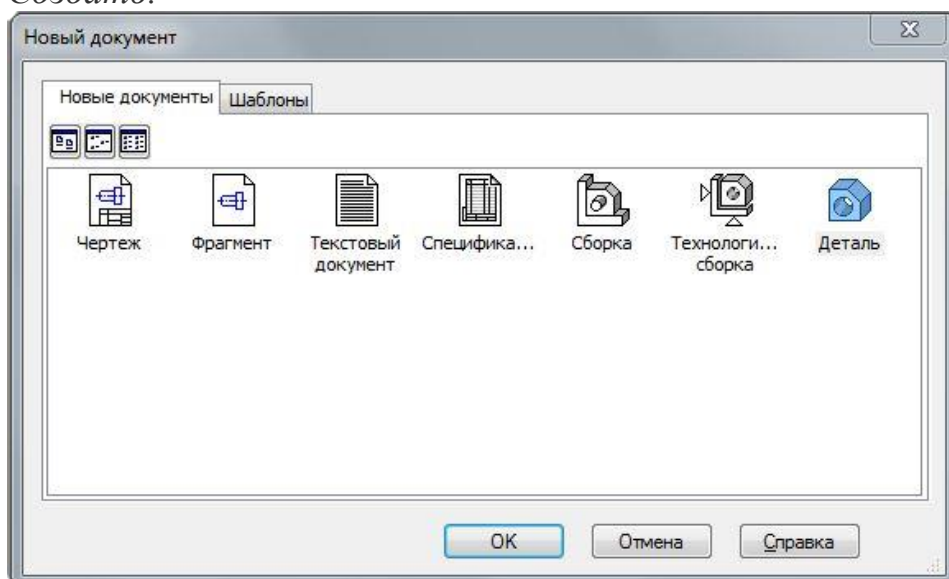
Чертеж детали, которую мы создадим в ходе урока, приведен на рисунке:



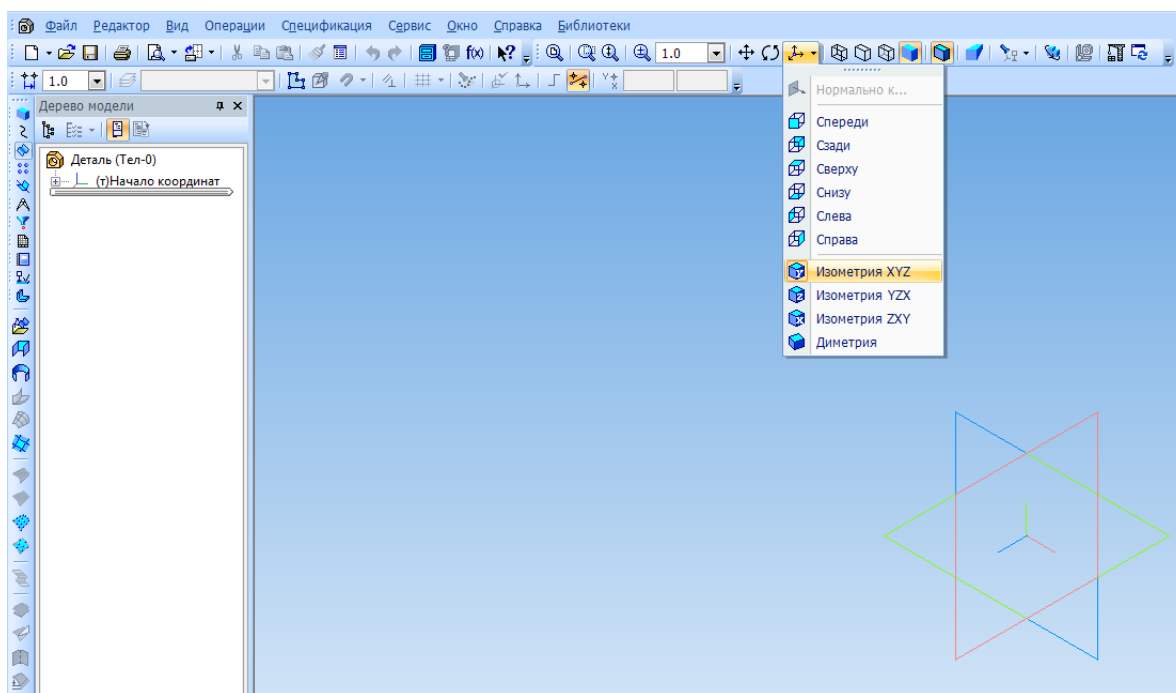
Количество отверстий в решетке опорной по рядам.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
22	20	20	20	20	18	18	16	14	12	10	6

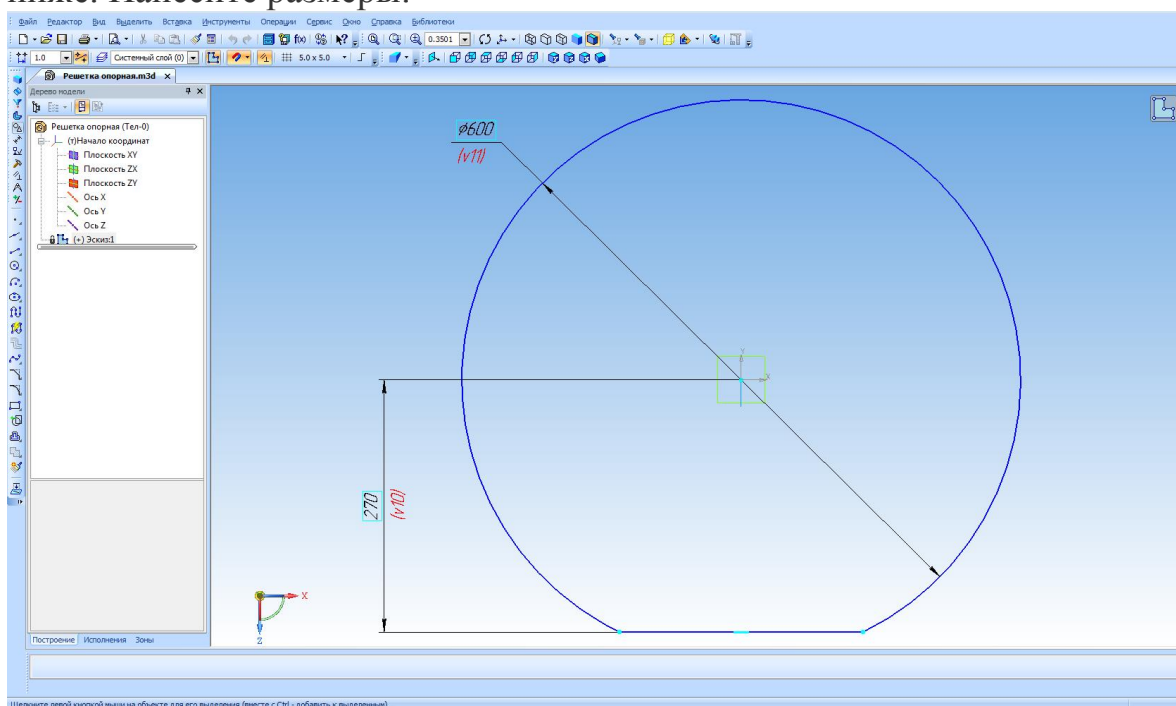
Приступим к созданию модели. Создайте новую деталь, выполнив команду *Файл – Создать*:



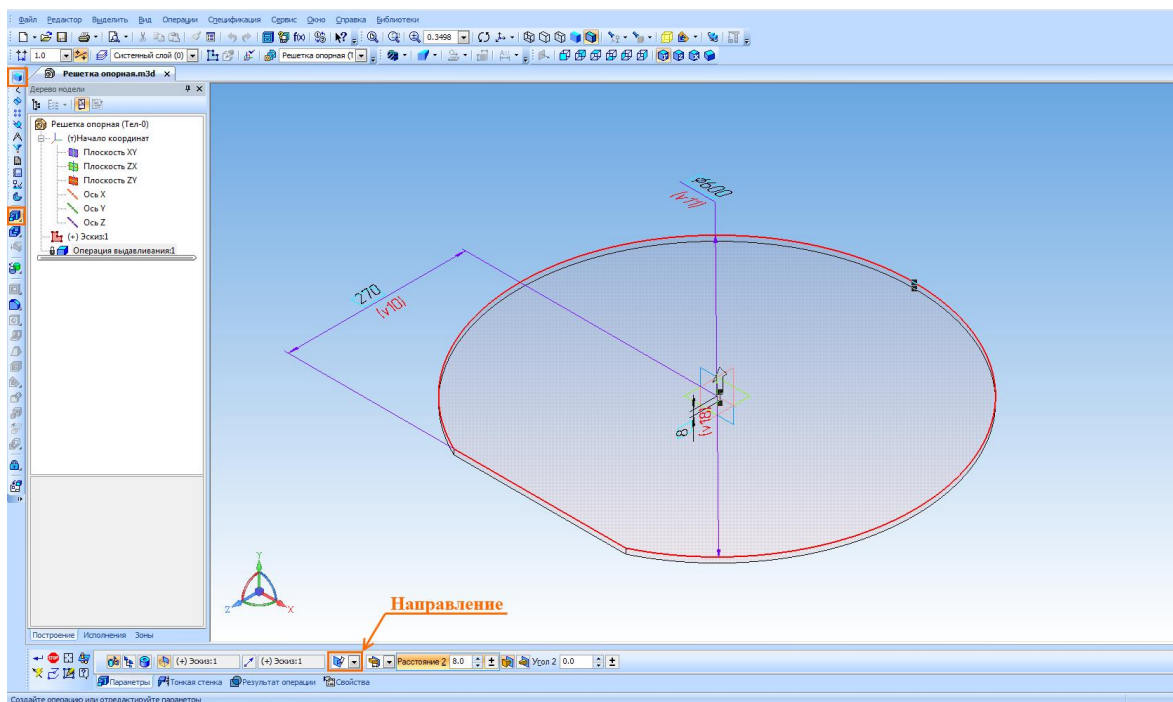
Установите ориентацию *Изометрия XYZ*:



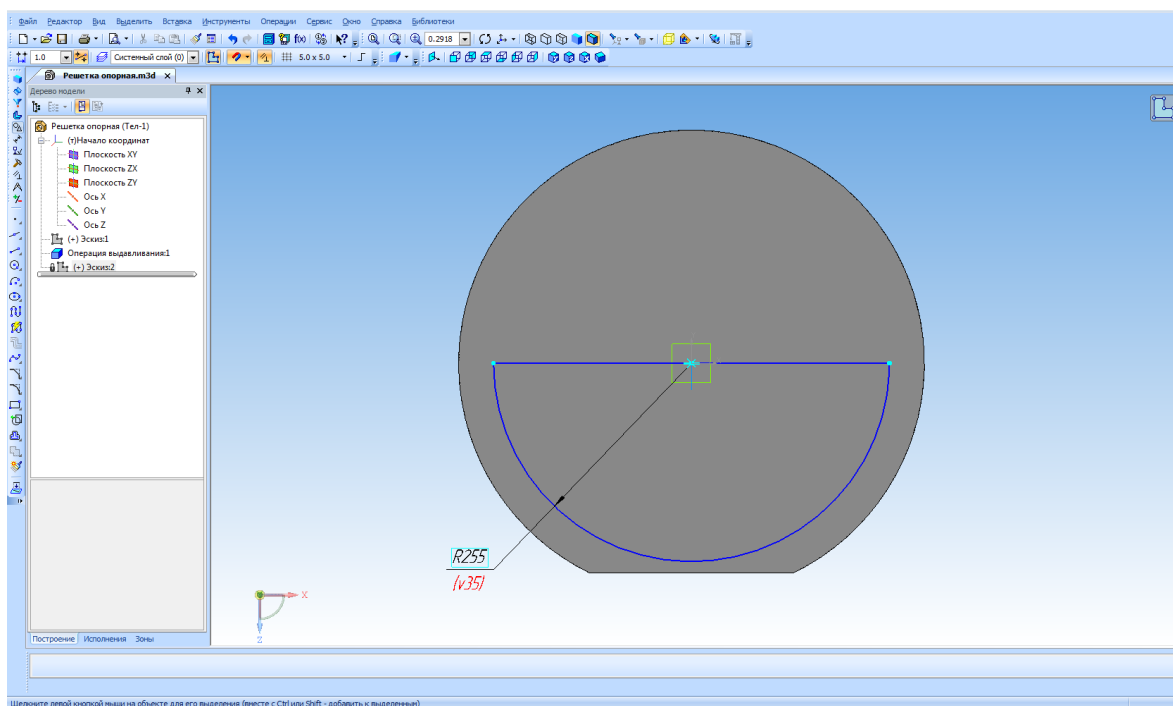
Для создания первого эскиза выберите плоскость  $ZX$  и нажмите *Эскиз* на панели инструментов *Текущее состояние*. Создайте эскиз, как показано на рисунке ниже. Нанесите размеры:



Выдавите эскиз в обратном направлении на 8 мм.

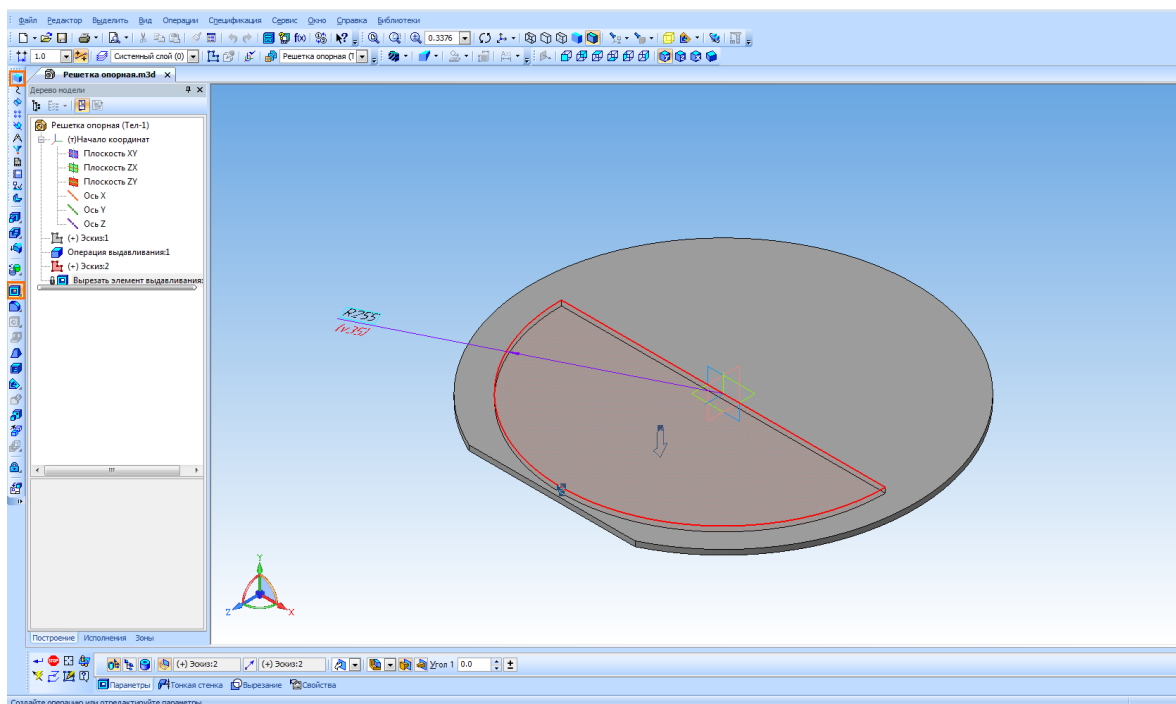


Выберите верхнюю поверхность модели и создайте на ней эскиз:



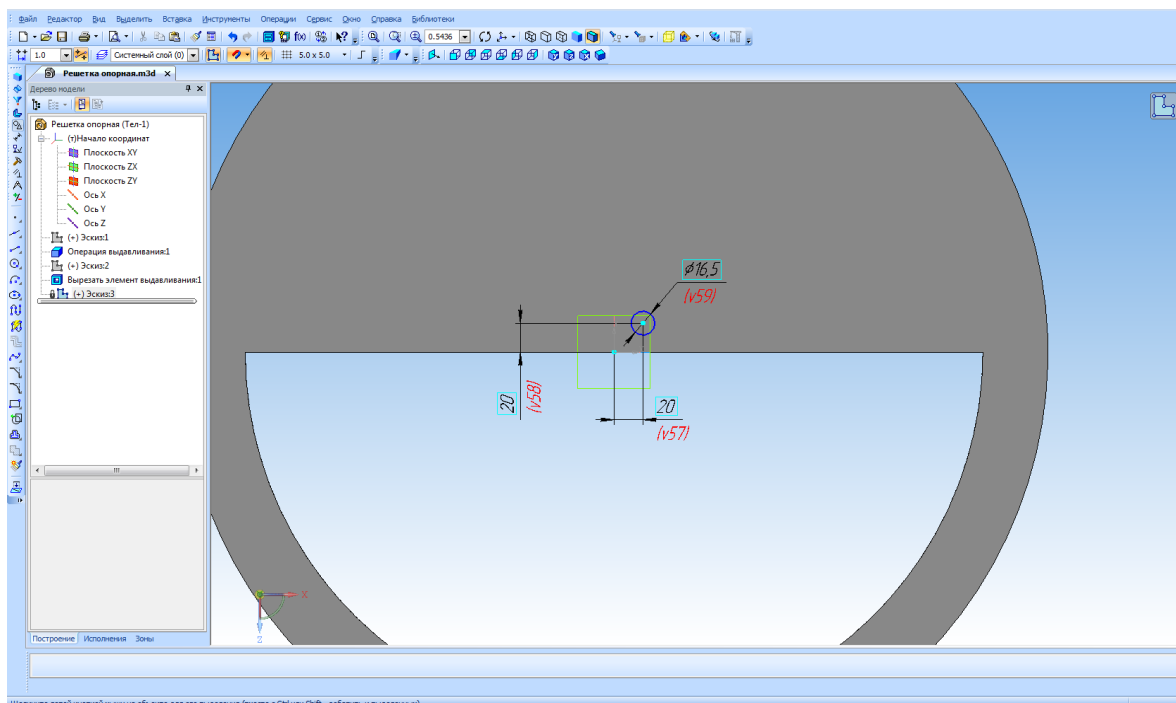
Создайте вырез в прямом направлении *Через все*:



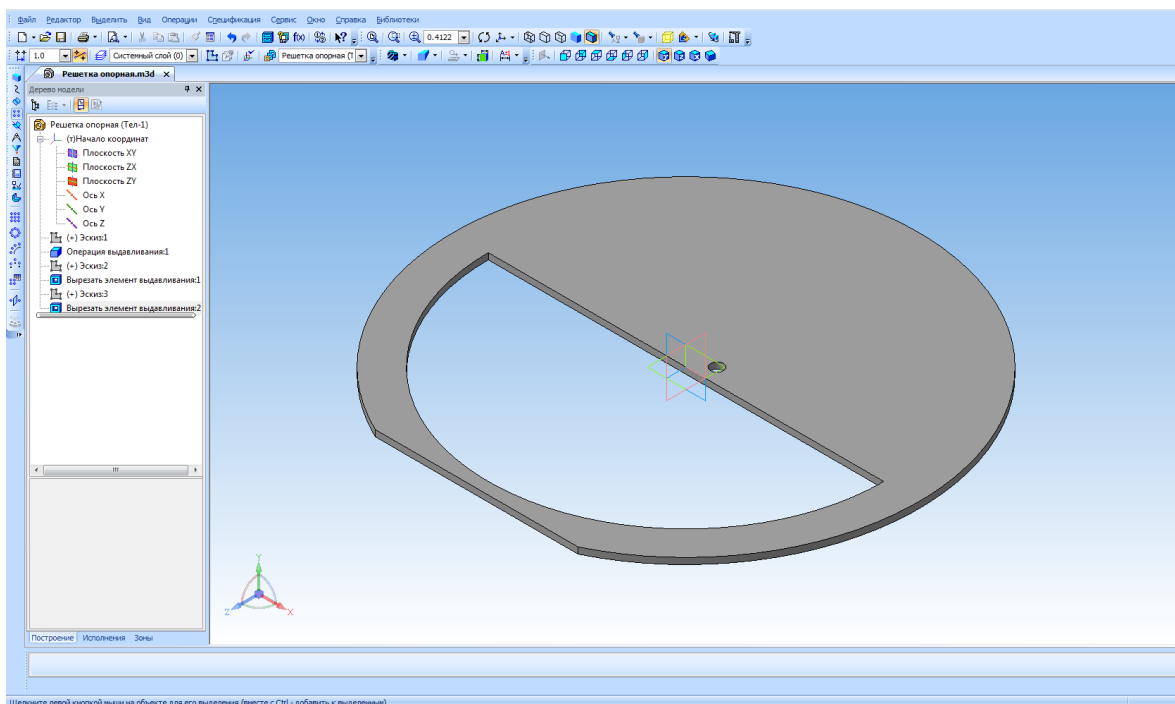


Теперь остается только создать отверстия. Как мы видим, отверстия расположены симметрично двумя группами, поэтому создавать будем одну группу, а вторую получим с помощью команды *Зеркальный массив*.

Создайте эскиз первого отверстия на верхней поверхности модели. Это отверстие будет базовым экземпляром массива.



Создайте вырез в прямом направлении *Через все*:

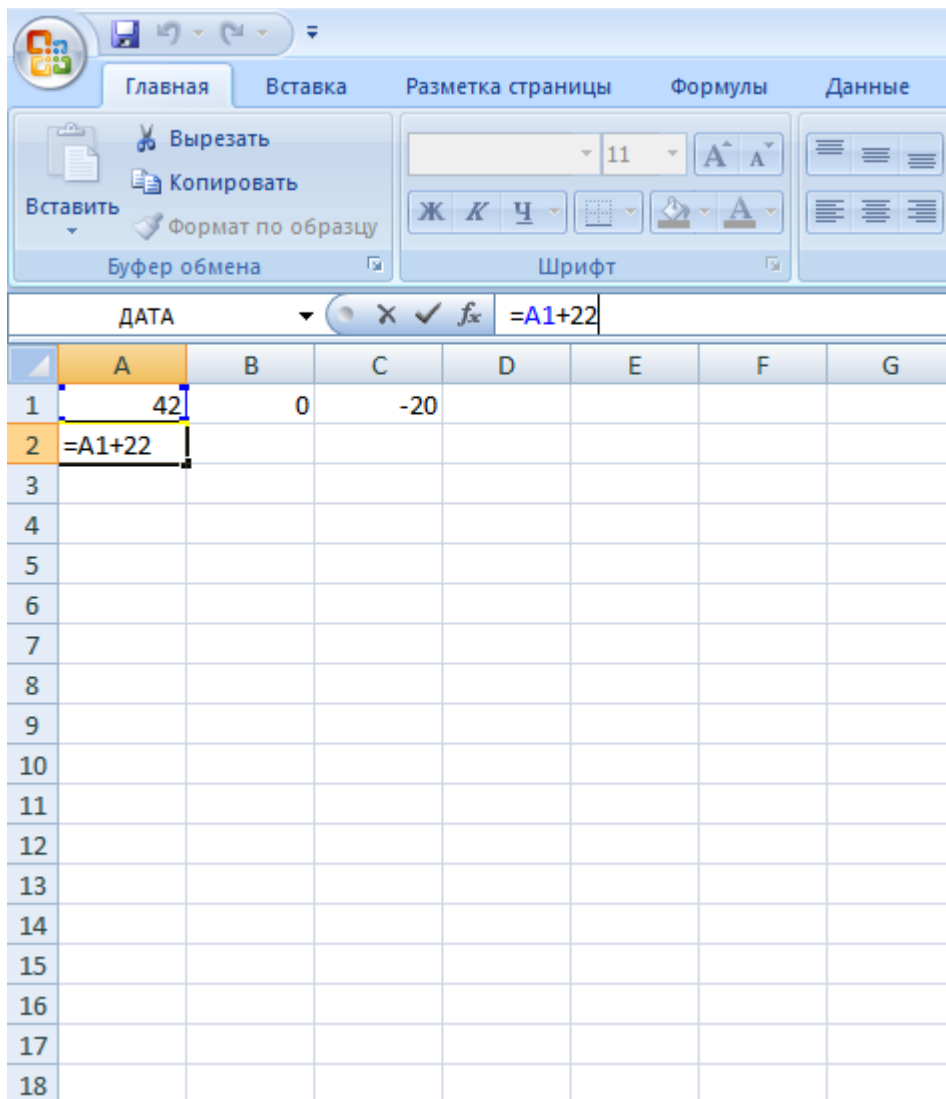


Как я уже говорил, для построения экземпляров отверстия мы будем использовать *Массив по таблице*. Задание позиций экземпляров можно осуществить двумя способами, *Ввод вручную* из *Файла-источника*. Воспользуемся вторым способом, для этого создадим таблицу Microsoft Excel (xls). В первые три столбца таблицы будут вводиться координаты экземпляров отверстий x, y и z соответственно. Координаты экземпляров будем вводить ряд за рядом. В первую строку введите координаты второго экземпляра отверстия из первого ряда:

	A	B	C	D	E	F	G
1	42	0	-20				
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

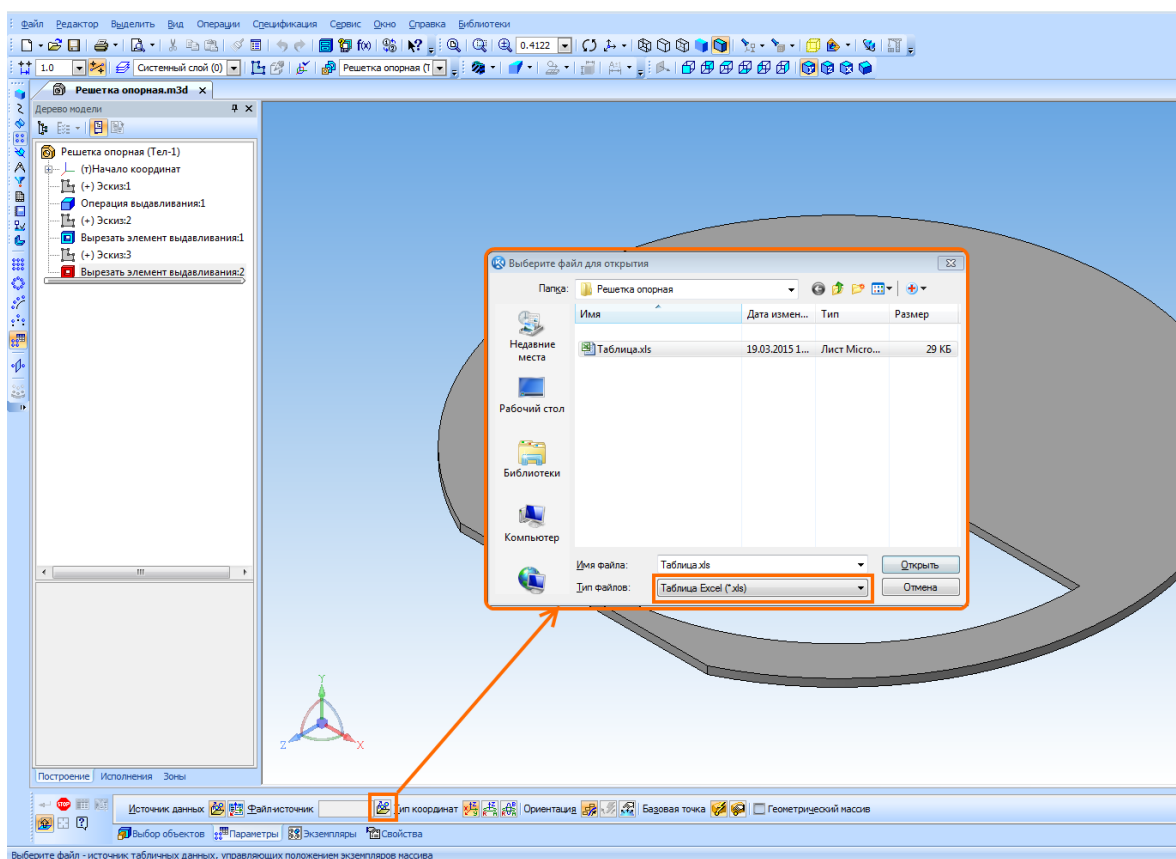
Для ускорения ввода координат можно использовать возможности Excel. В качестве координаты x для третьего экземпляра указывается ссылка на ячейку с

координатой x второго экземпляра и к ней прибавляется 22 (межосевое расстояние по чертежу):

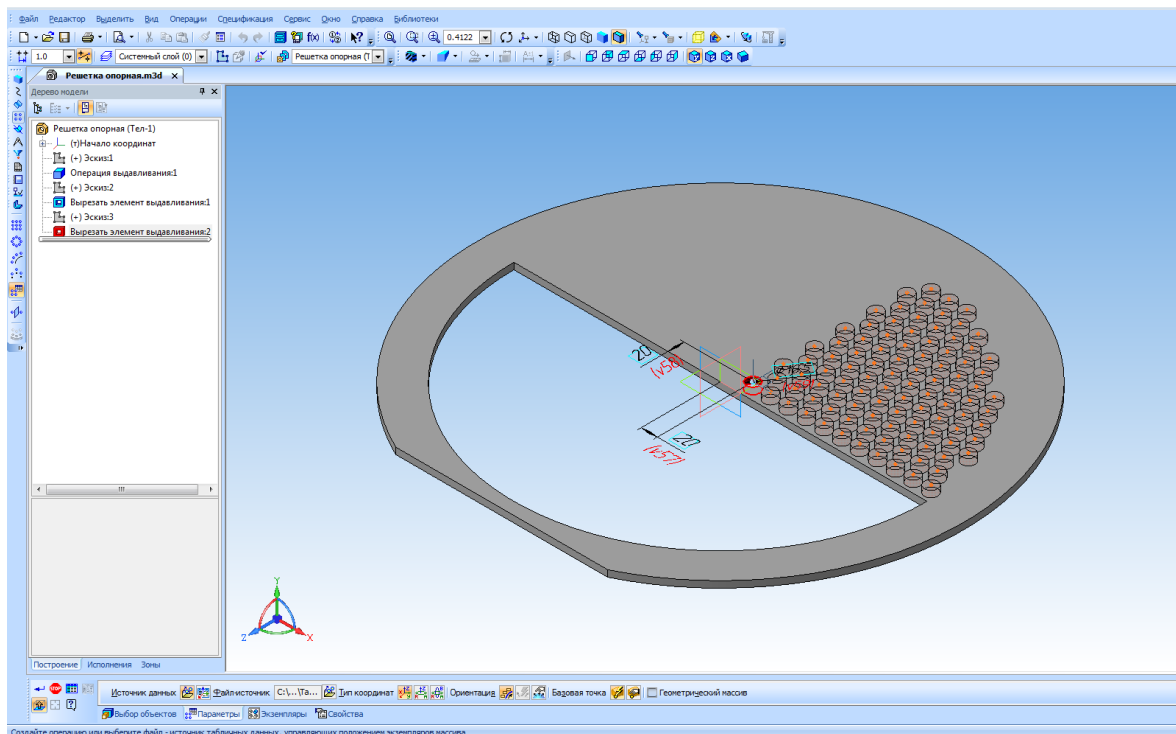


Далее данные из этой ячейки можно просто скопировать в необходимое количество ячеек (по числу отверстий в первом ряду минус один, т.к. базовый экземпляр уже присутствует в модели). Координаты y и z просто копируются, так как они для этого ряда не изменяются.

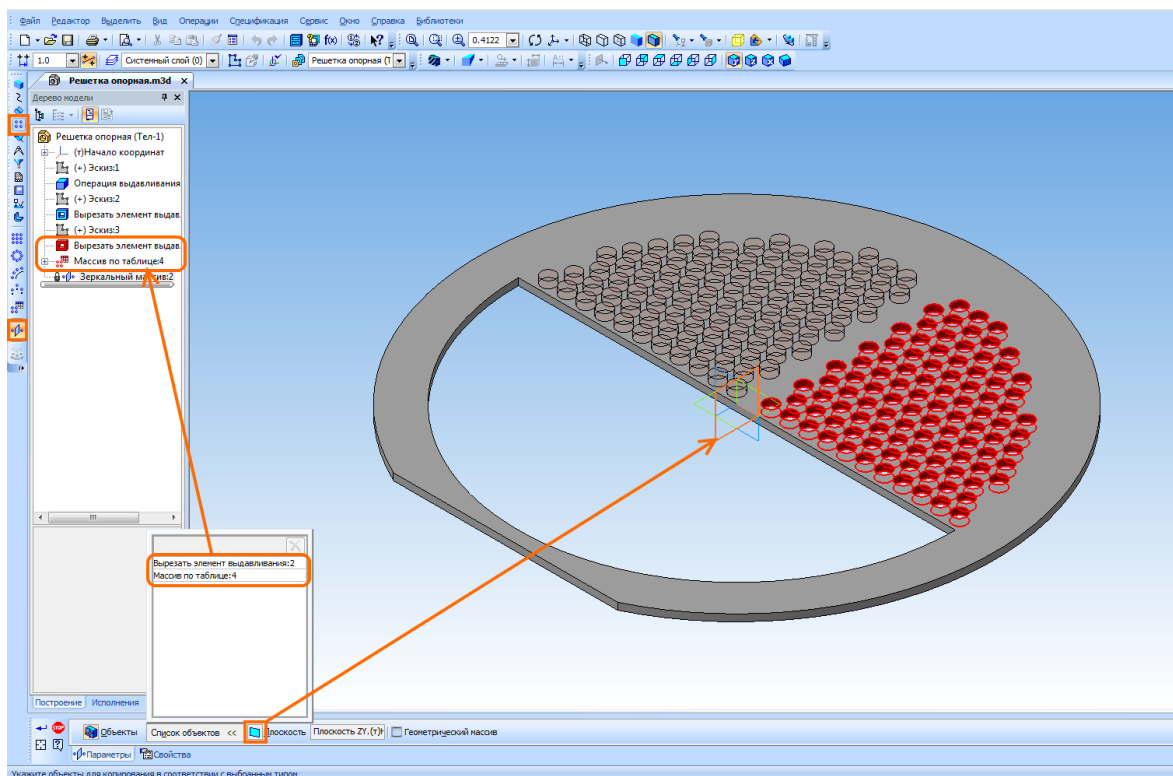




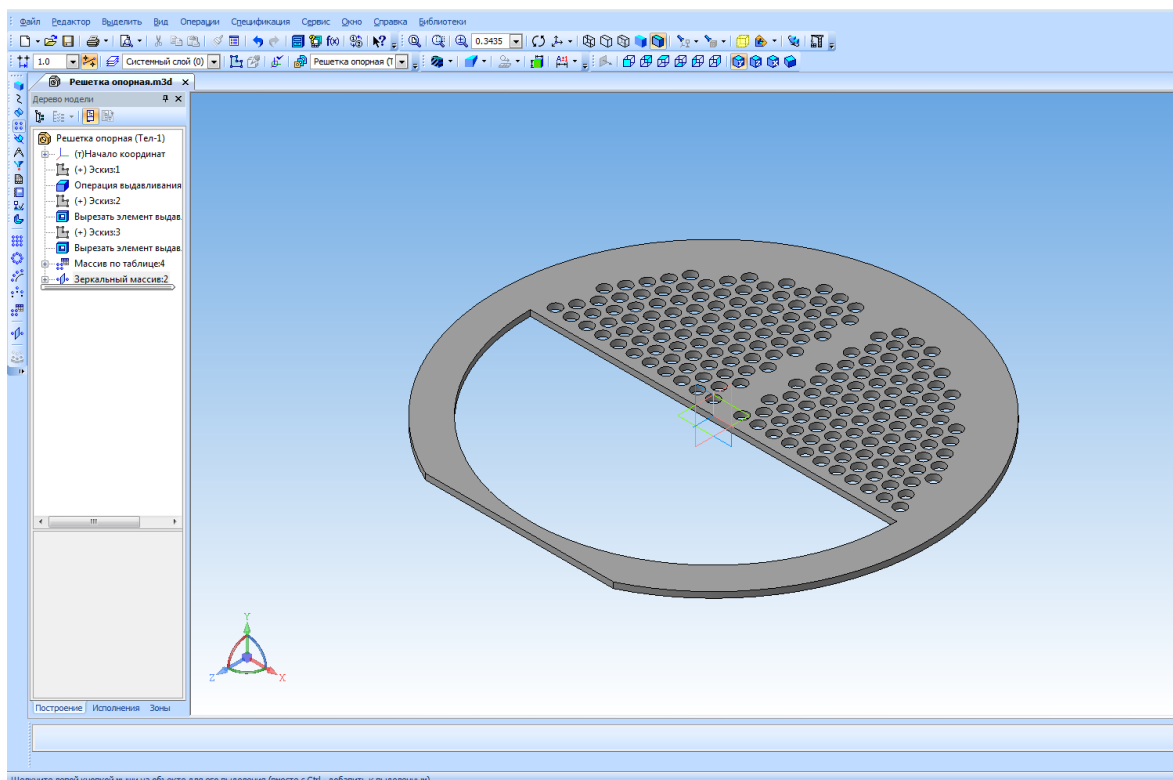
После этого вы увидите фантом создаваемого массива. Завершите операцию.



Создайте зеркальную копию массива.



Модель готова.



## Практическое занятие №11. Построение твердотельных объектов методом выдавливания по сечениям

**Операция по сечениям** – это построение объемного элемента по нескольким эскизам, которые рассматриваются как сечение элемента в нескольких плоскостях. Команда Операция по сечениям позволяет создать основание детали, указав несколько его сечений, изображенных в разных эскизах. Если необходимо, можно указать направляющую - контур, задающий направление построения элемента по сечениям. Команда, доступна, если в детали существует хотя бы два эскиза.

Требования к эскизам элемента по сечениям следующие:

- Эскизы могут быть расположены в произвольно ориентированных плоскостях;
- Эскиз начального (конечного) сечения может содержать контур или точку;
- Эскиз промежуточного сечения может содержать только контур;
- Контур в эскизе может быть только один;
- Контур в эскизах должны быть или все замкнуты, или все разомкнуты.

Требования к эскизу осевой линии следующие:

- В эскизе может быть только один контур;
- Контур может быть разомкнутым или замкнутым;
- Контур должен пересекать плоскости всех эскизов;
- Эскиз должен лежать в плоскости, не параллельной плоскостям эскизов сечений.

Например, если создать два эскиза: окружности, расположенные на параллельных плоскостях и выполнить операцию по сечениям в результате образуется цилиндр

### 1.1 Создание головной (рабочей) части молотка

1. Создаем деталь, изометрия хуз, выбираем плоскость zu. Вызываем команду Вспомогательная геометрия — Смещенная плоскость.

Первую плоскость строим на расстоянии 14 мм, в прямом направлении.

Вторая плоскость — 14 мм от плоскости zu, обратное направление.

Третья плоскость — 5 мм от плоскости 2, обратное направление.

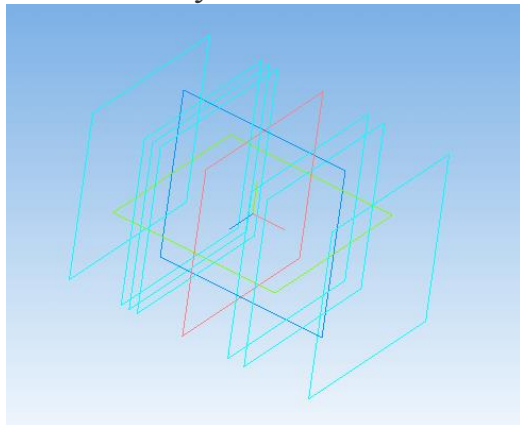
Четвертая плоскость — 20 мм от плоскости 3, обратное направление.

Пятая плоскость — 5 мм от плоскости 1, прямое направление.

Шестая плоскость — 16 мм от плоскости 5, прямое направление.

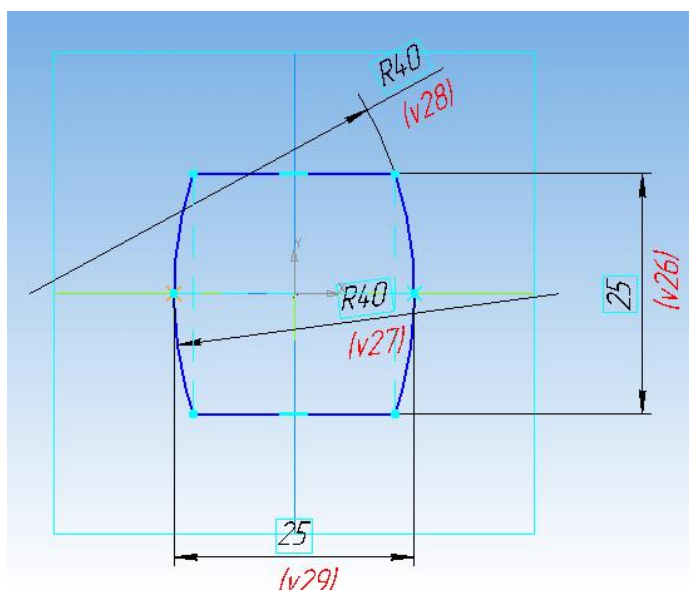
Седьмая плоскость — 2,5 мм от плоскости 1, прямое направление.

В итоге получаем 8 плоскостей.

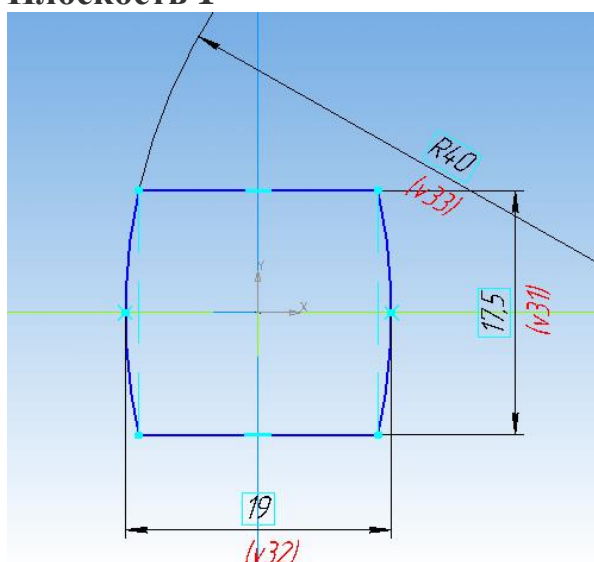


2. Теперь создаем в каждой из этих плоскостей по эскизу.

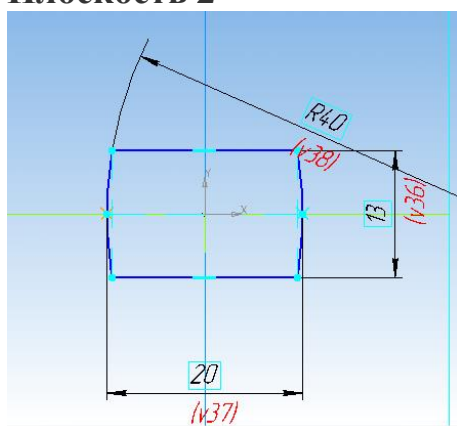
**Плоскость zu**



**Плоскость 1**

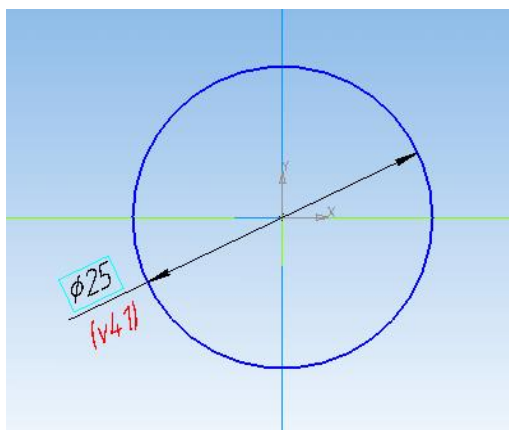


**Плоскость 2**

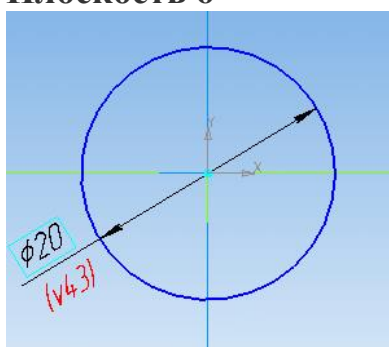


**Плоскость 5**

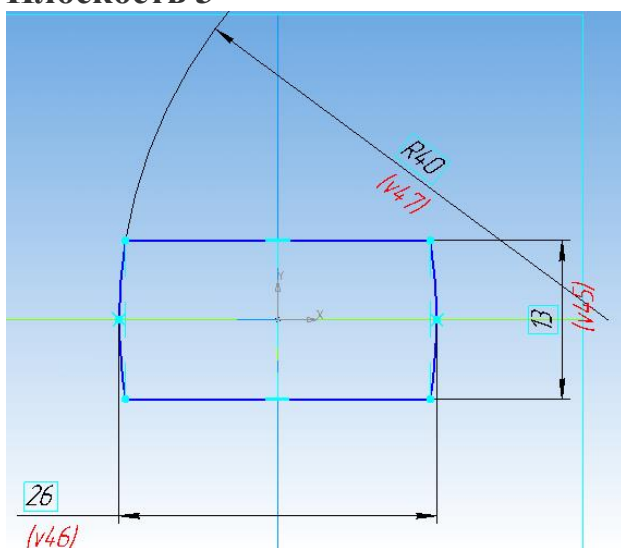




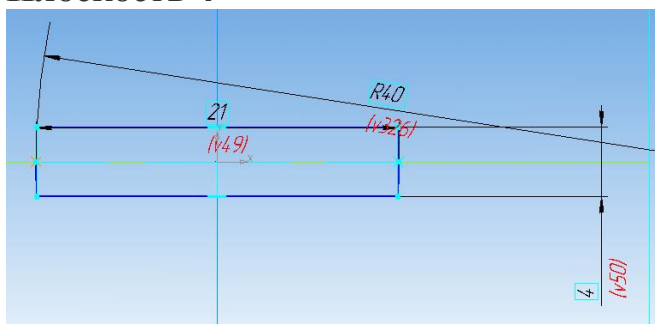
**Плоскость 6**



**Плоскость 3**



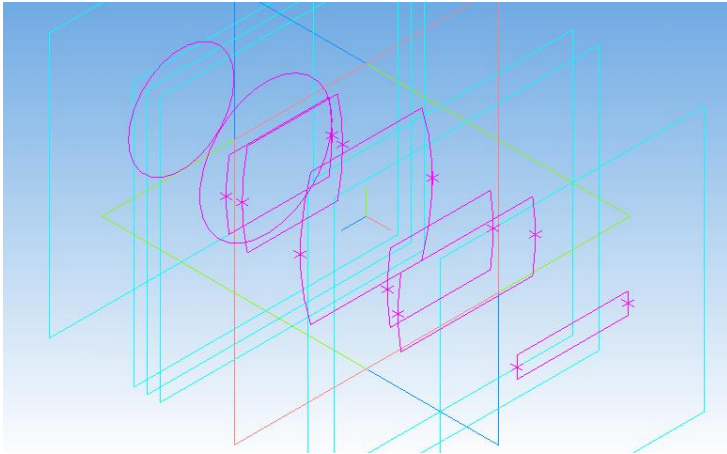
**Плоскость 4**



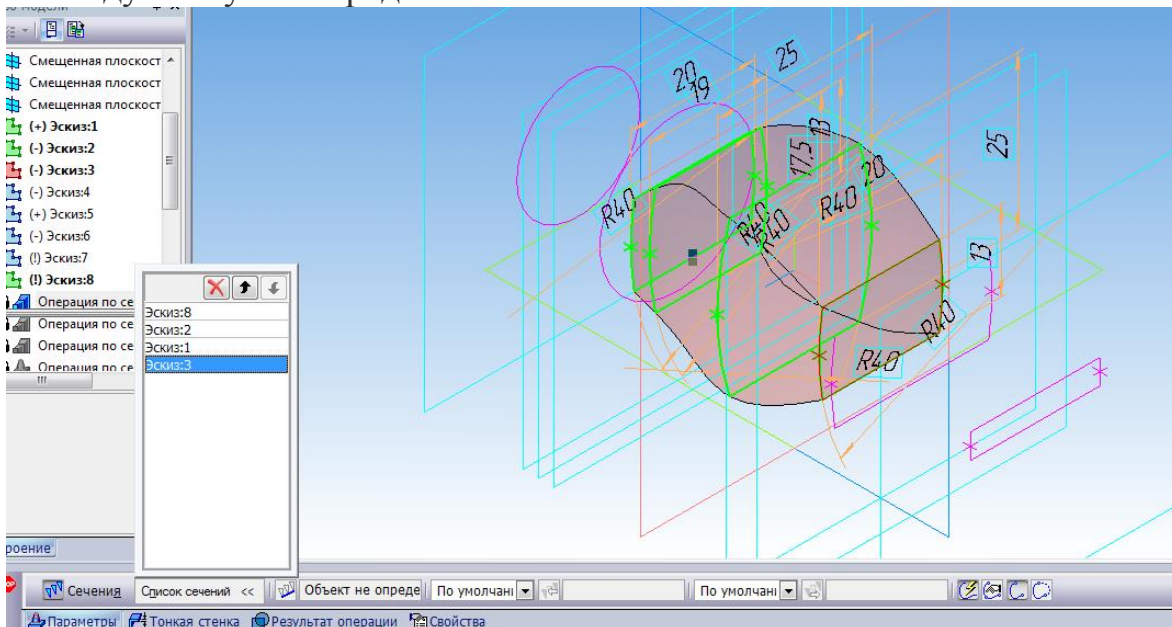
**Плоскость 7**

Копируем эскиз из плоскости 2.

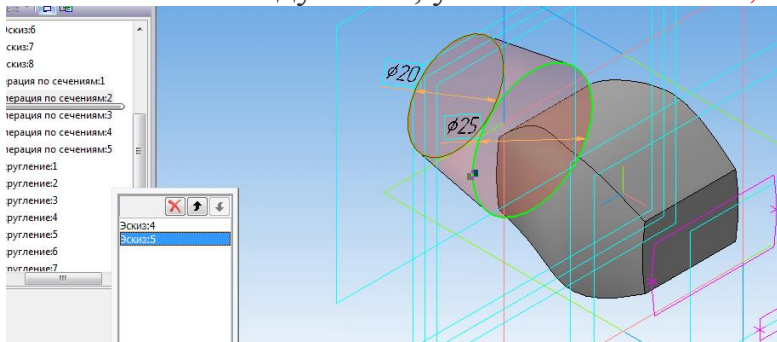
В результате получаем 8 эскизов в 8ми различных плоскостях.



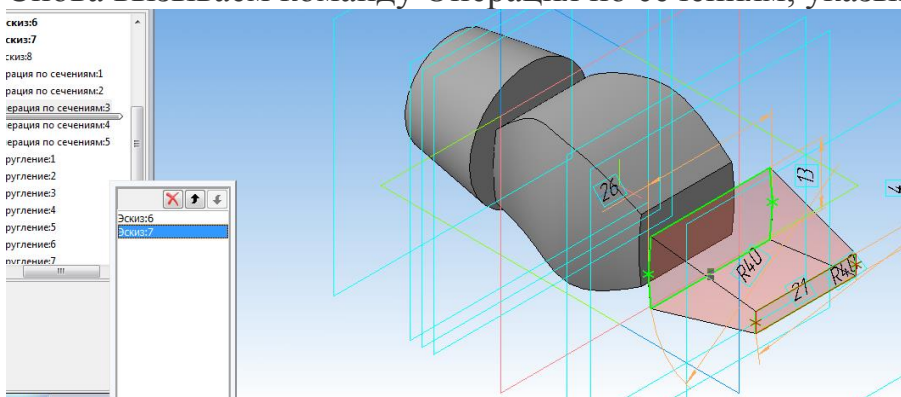
3. Вызываем команду Операция по сечениям на панели редактирования детали. В дереве модели **последовательно** указываем **эскизы 8, 2, 1 и 3**. Завершаем команду. Получили среднюю часть молотка.



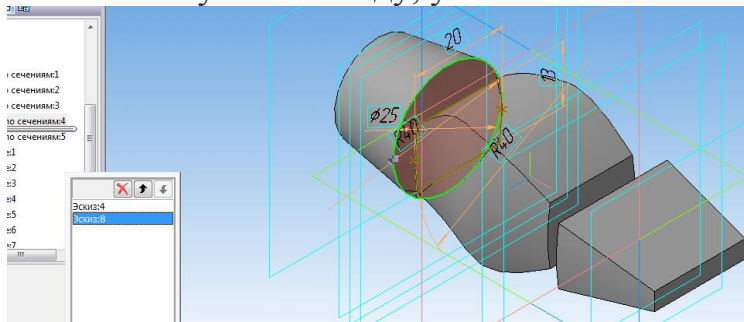
Вызываем команду снова, указываем **эскизы 4, 5**. Нажимаем стоп.



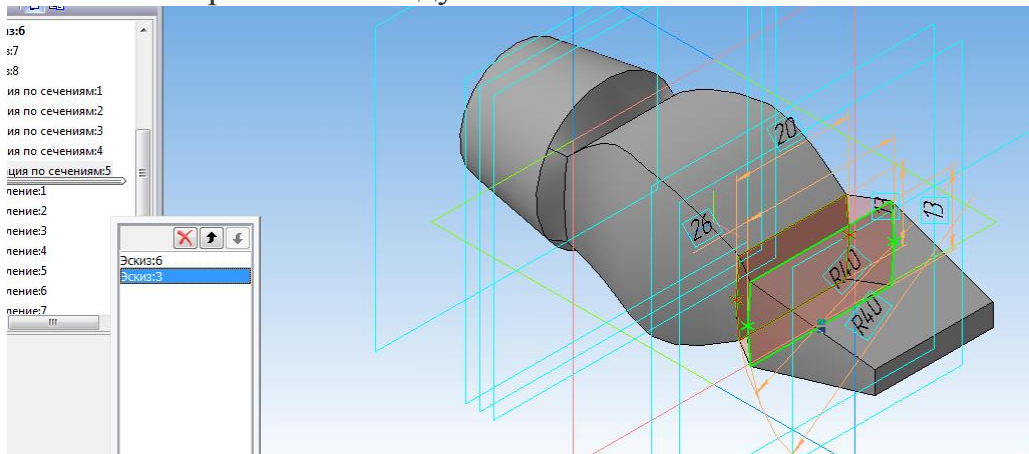
Снова вызываем команду Операция по сечениям, указываем **эскизы 6,7**.



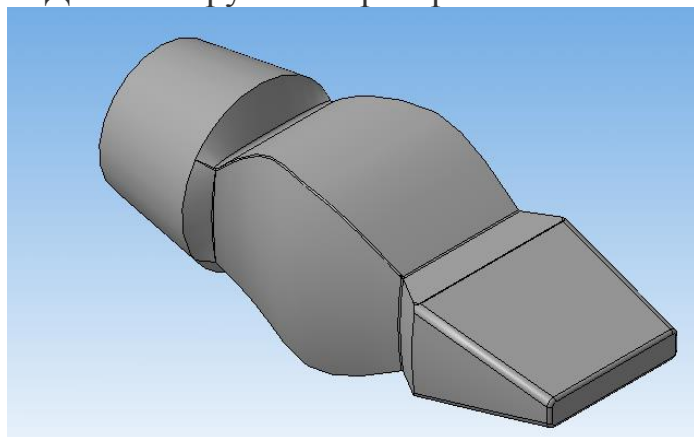
Вызываем ту же команду, указываем **эскизы 4, 8**. Нажимаем стоп.



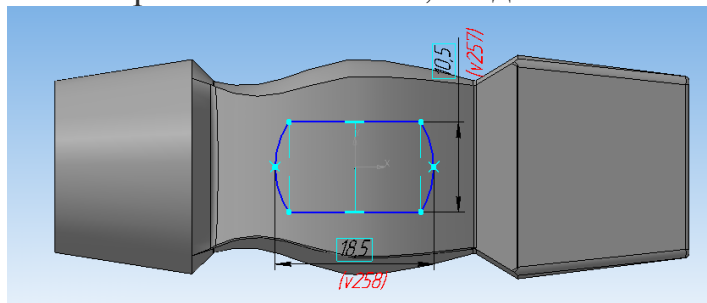
**И 6 и 3**. Завершаем команду.



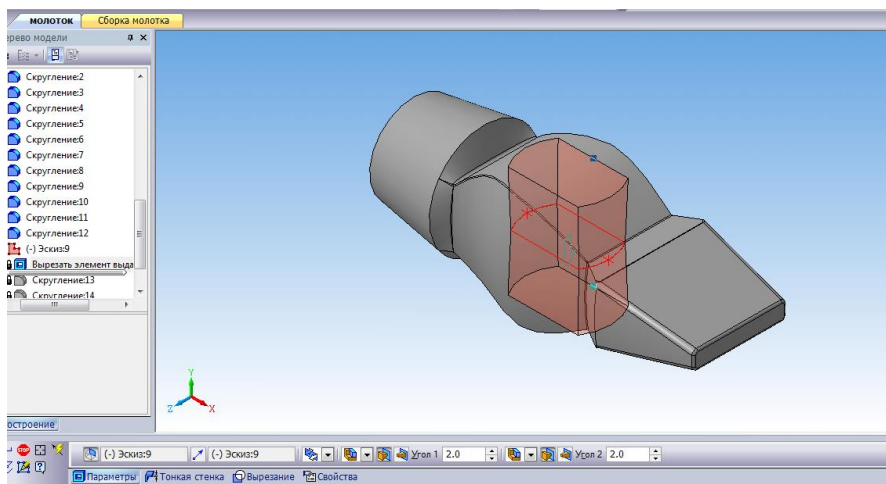
4. Делаем скругления ребер.



5. Выбираем плоскость ZX, создаем эскиз отверстия под ручку.



6. Вырезаем эскиз выдавливанием — через все, в два направления. Дважды задаем уклон наружу  $2^\circ$ .



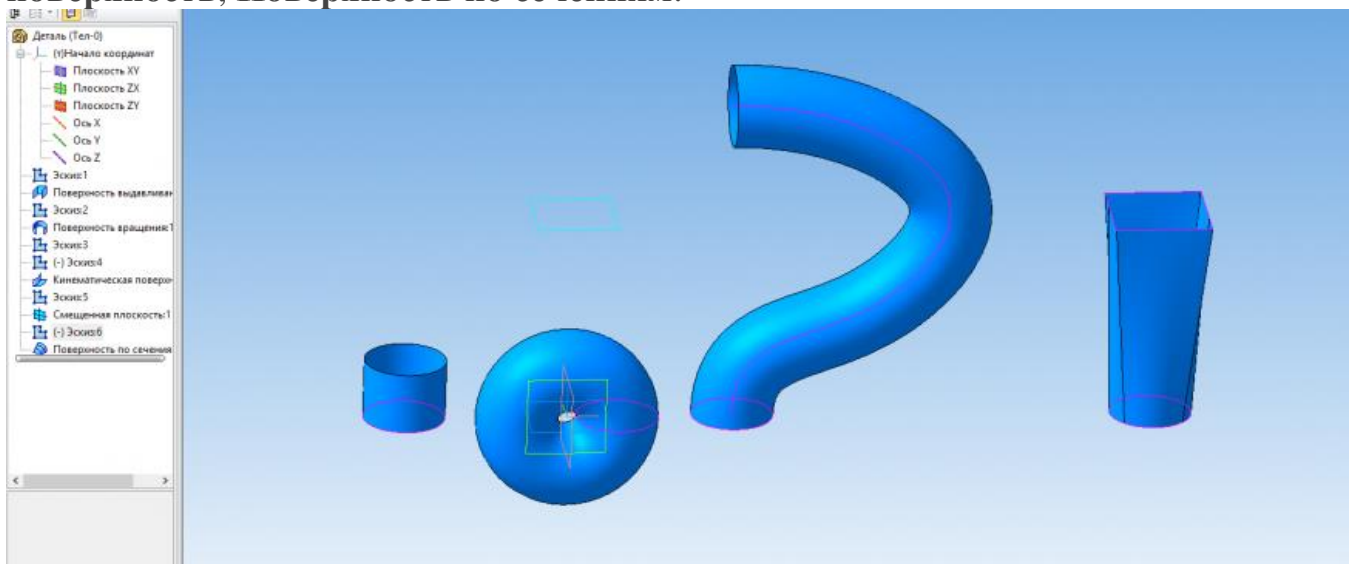
Делаем скругления ребер отверстия 1 мм.

## Практическое занятие №12. Построение поверхности

В системах автоматизированного проектирования используют понятия **Твердотельное моделирование** и **Поверхностное моделирование**. Комбинация методов твердотельного и поверхностного моделирования называется **Гибридным моделированием**. Результатом любого моделирования является оболочка (или набор оболочек), описывающая поверхность проектируемого объекта. Итоговая оболочка не обязательно будет телом и не обязательно будет замкнутой.

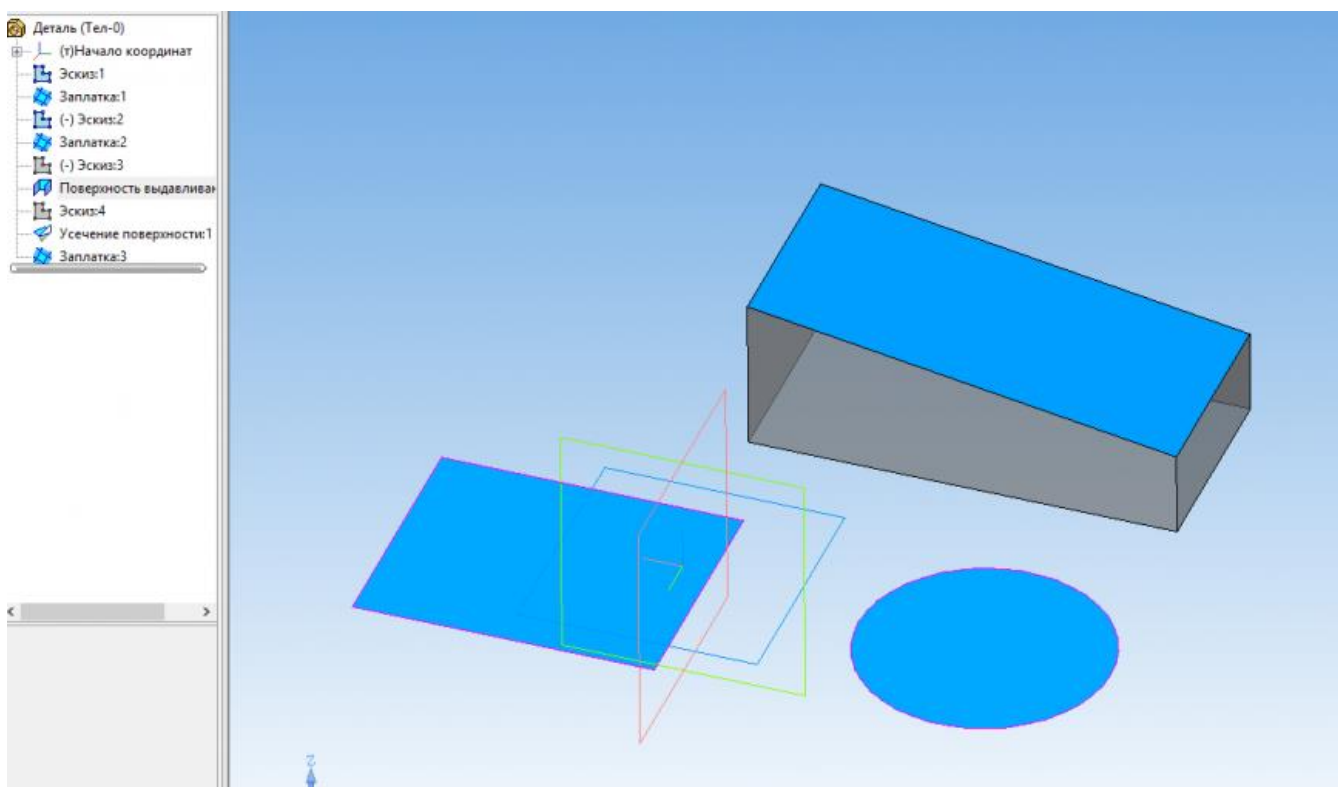
В **твердотельном моделировании** с самого начала работа идет с телами, отделяющими внутренний объем от остальной части пространства. Процесс построения модели в данном случае аналогичен процессу изготовления моделируемого объекта. Сначала создается некоторая заготовка простой формы. Далее заготовка изменяется необходимым образом. Для этого используются булевы операции над телами, операции построения тонкостенного тела из заготовки, операции скругления ребер, операция построения ребер жесткости и другие операции. С помощью операций телу придается требуемая форма.

Базовые поверхности совпадают с базовыми твердотельными операциями и строятся аналогично. На картинке слева направо: **Поверхность выдавливания**, **Поверхность вращения**, **Кинематическая поверхность**, **Поверхность по сечениям**.



Если требуется закрыть какой-то контур, зазор или отверстие, применяется поверхность **Заплата**

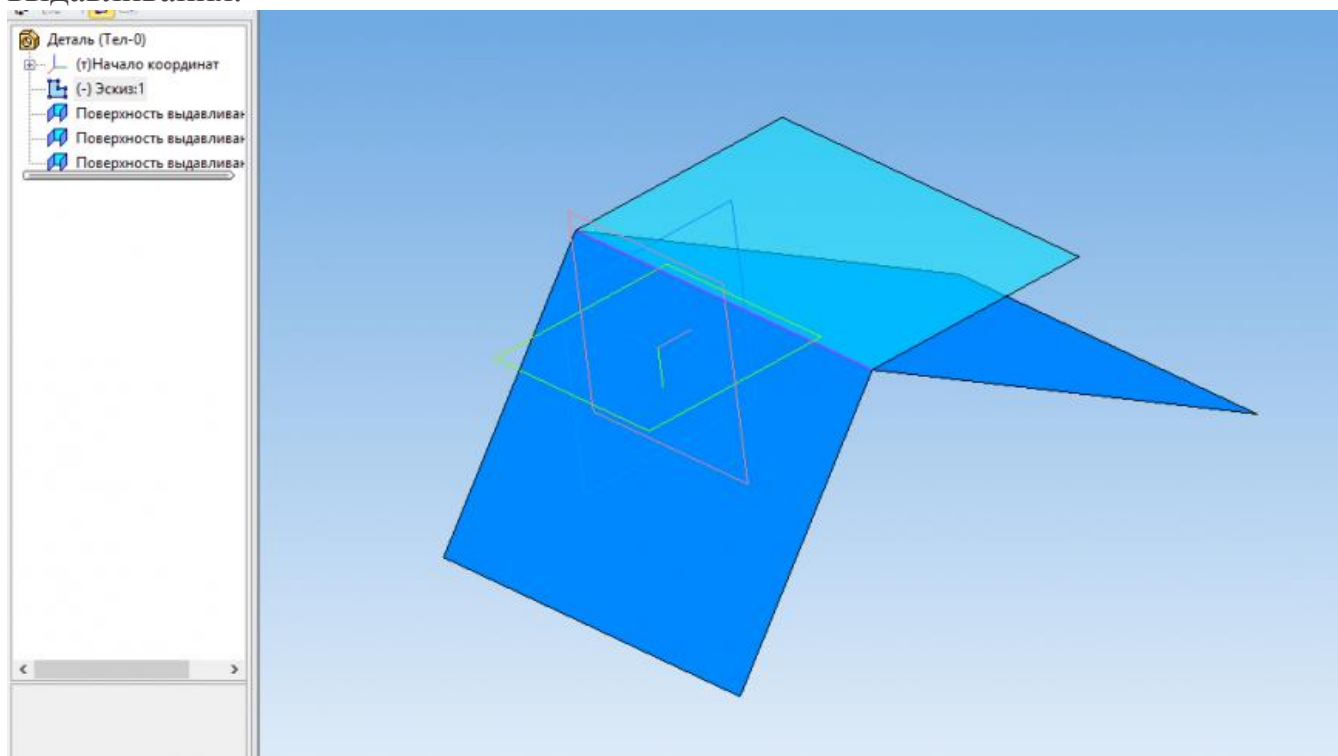




В справке указаны следующие требования к контуру зачатки:

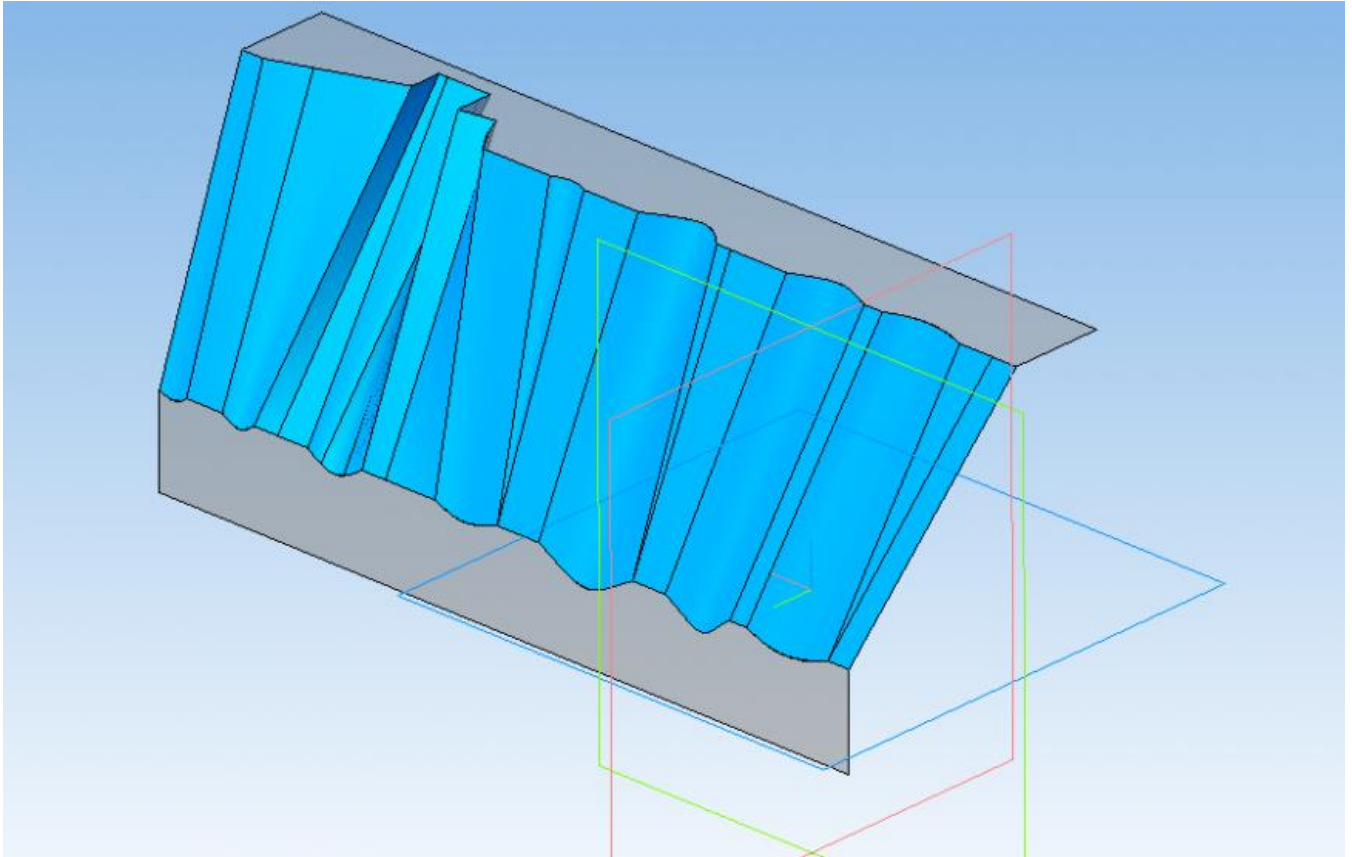
- Контур не должен иметь самопересечений.
- Если сегменты лежат в одной плоскости или на одной существующей поверхности, то их количество может быть любым, в противном случае — не менее двух и не более четырех. Но в действительности заплата будет стараться построить результат несмотря на эти ограничения.

Если требуется построить плоскую поверхность можно использовать Поверхность выдавливания.

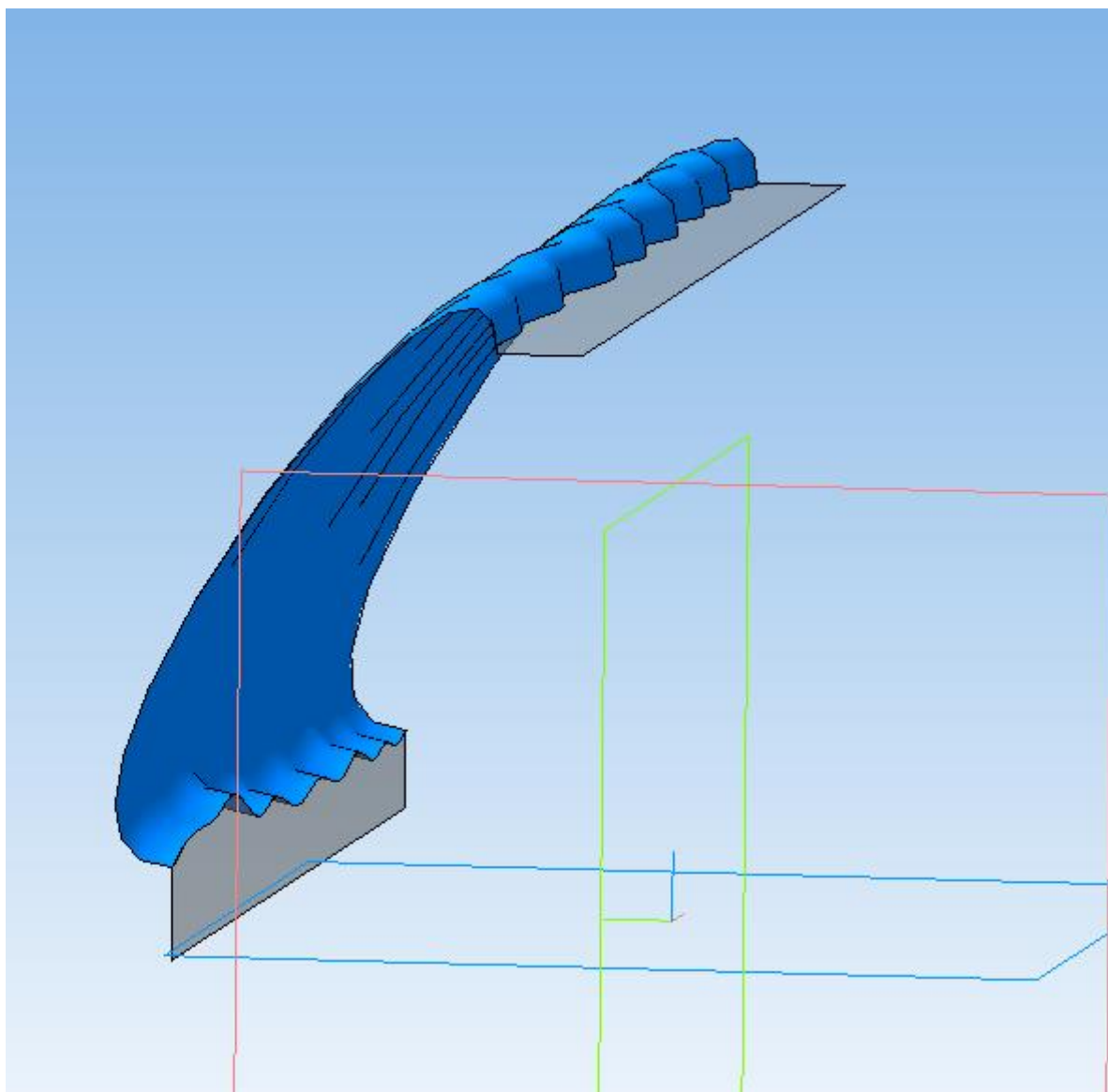


**Линейчатая поверхность** используется для соединения двух кривых. Кривые могут иметь сколько угодно сложную форму.

Соединение всегда идет по кратчайшему расстоянию. Если соединение не может быть обеспечено единой поверхностью, то линейчатая поверхность разбивается на сегменты.



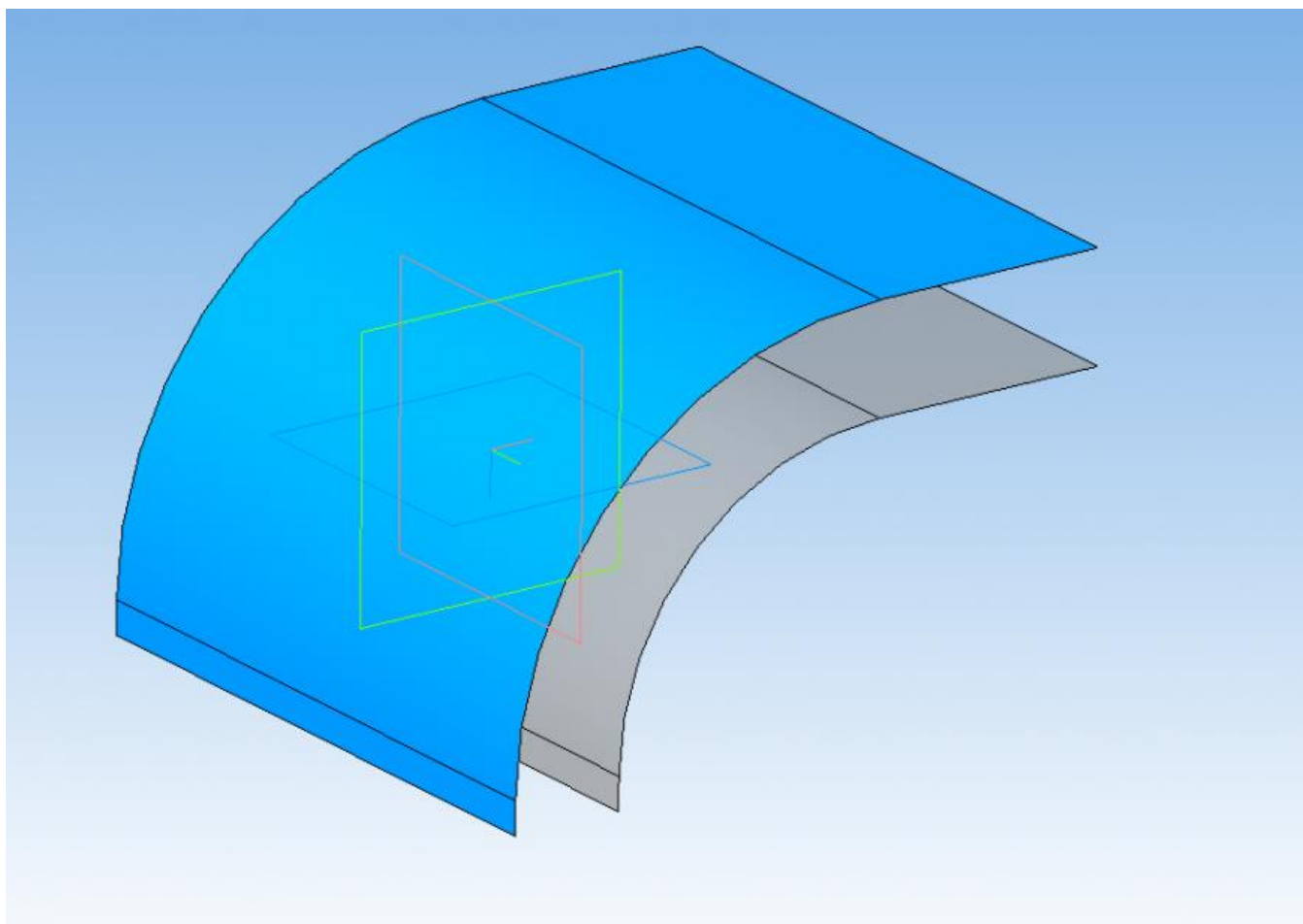
**Поверхность соединения** используется для двух ребер или двух гладких цепочек ребер одной из граней. При этом функционал позволяет настроить тип сопряжения поверхностей, соединение может быть касательным, гладким и перпендикулярным. Если же оставить тип сопряжения неизменным, то результат будет совпадать с линейчатой поверхностью.



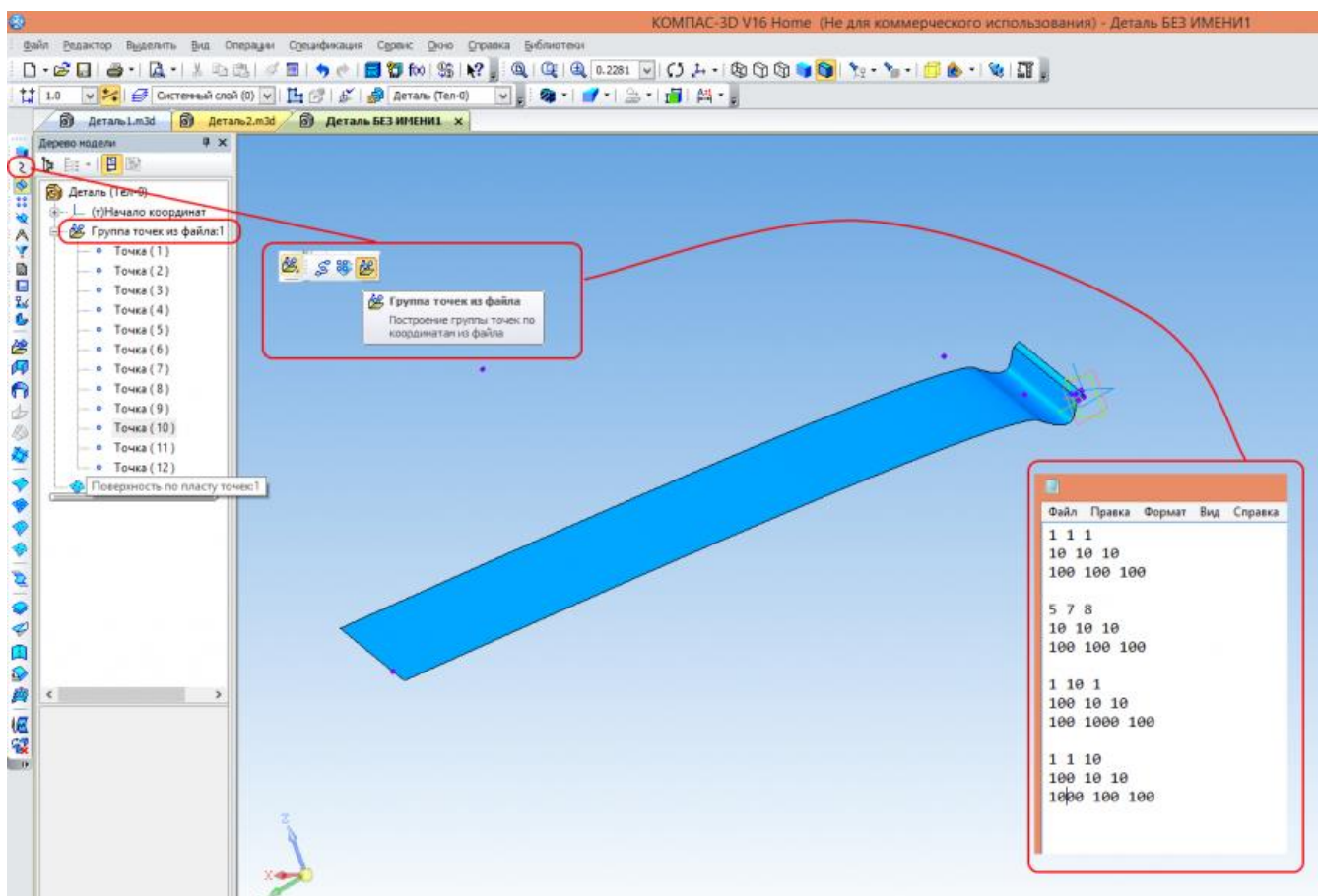
**Эквидистанта поверхности** создает поверхность на определенном расстоянии от указанной.

Если установить нулевое расстояние, то создается копия указанной поверхности.

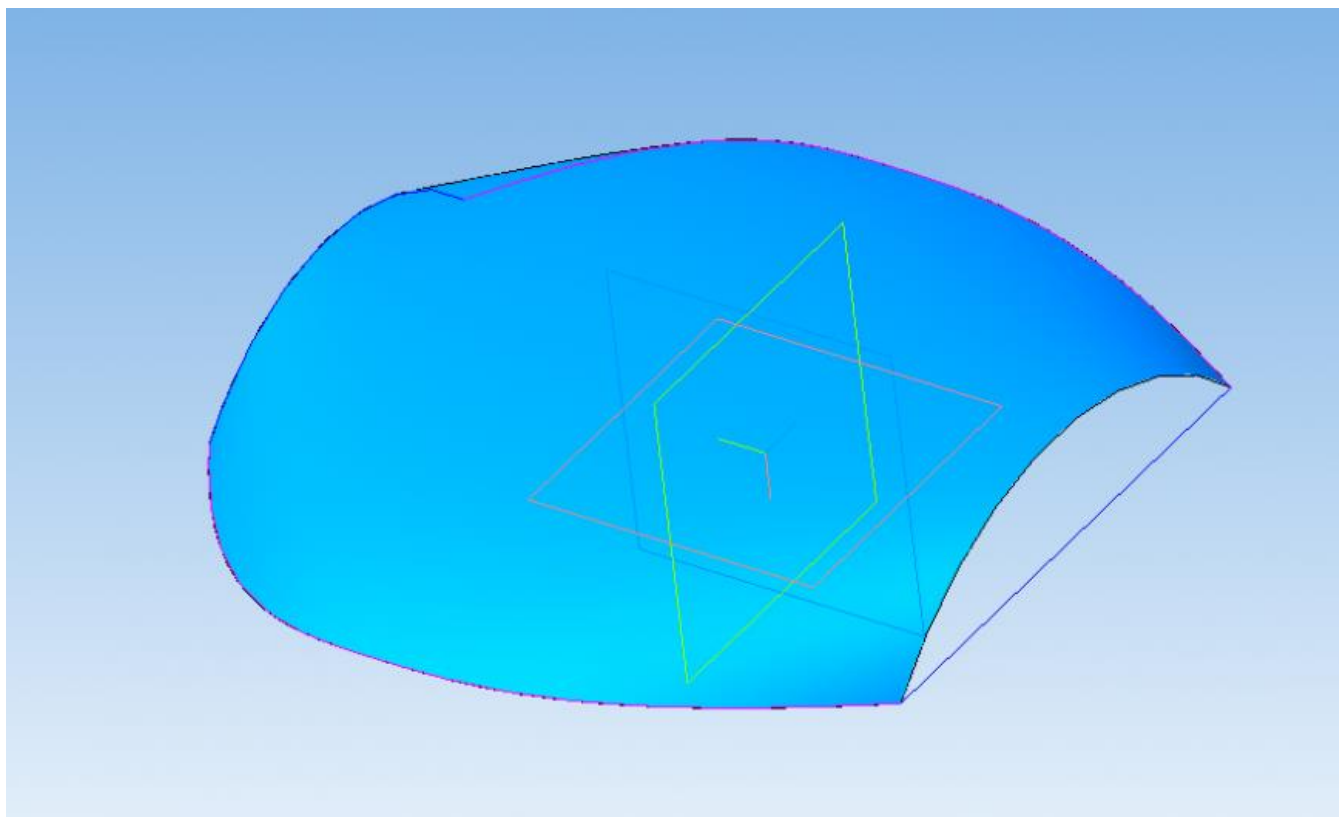




**Поверхность по сети точек** Может быть использована для создания поверхностей из облака точек, например, полученных с 3D-сканера, или из точек, полученных математическими расчетами.



**Поверхность по сети кривых** позволяет создать поверхность на основе двух взаимно пересекающихся групп кривых.

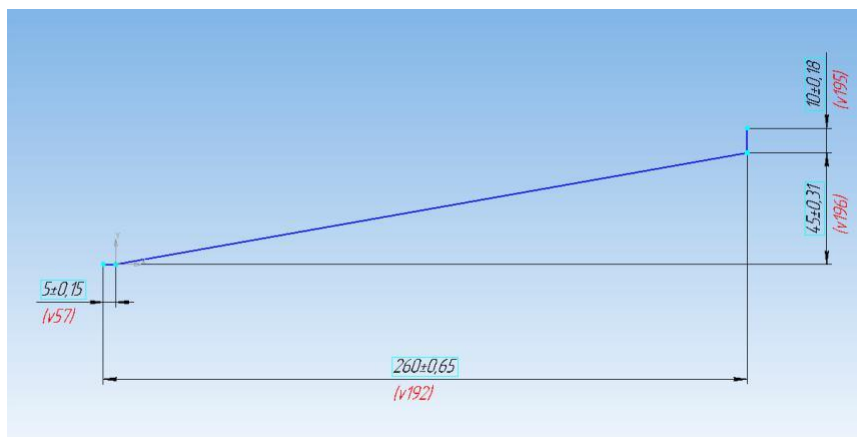


## Практическое занятие №13. Построение поверхности методом выдавливания

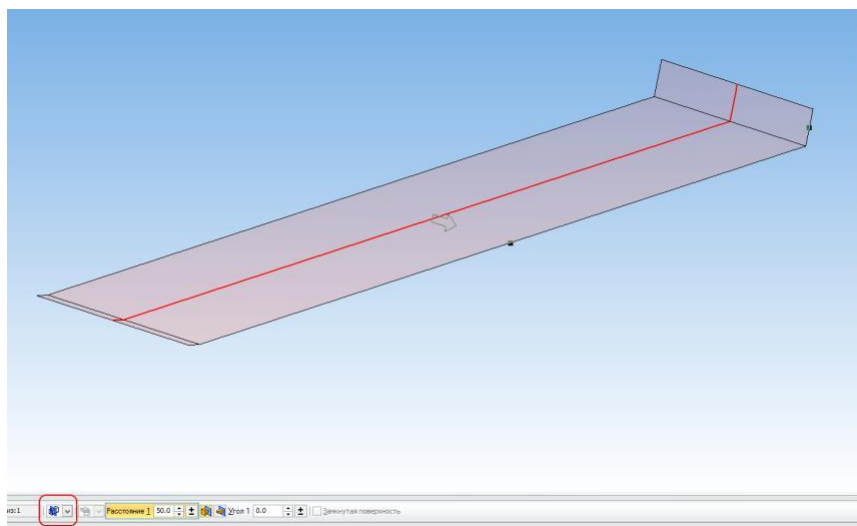
### Поверхностное моделирование. Практика

В этом уроке мы освоим на практике поверхностное моделирование и создадим модель скребка для очистки стекол автомобиля с внутренней стороны.

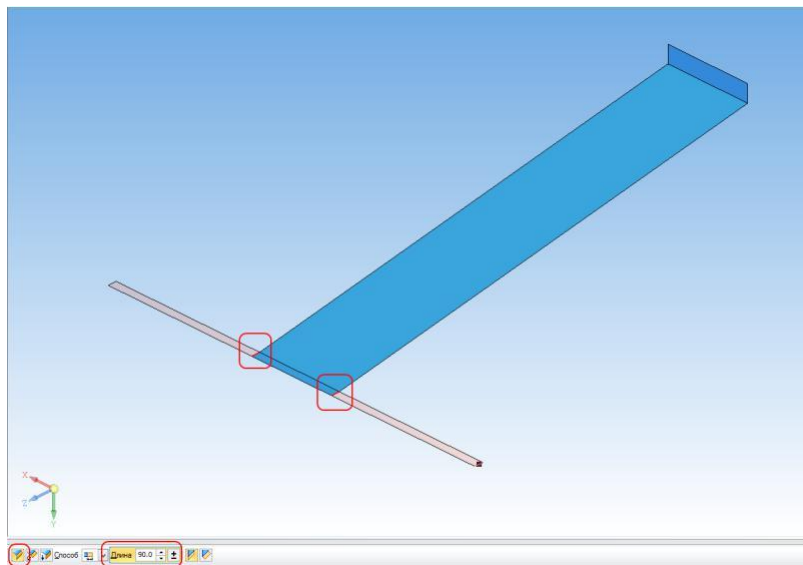
Постройте эскиз в плоскости ZY.



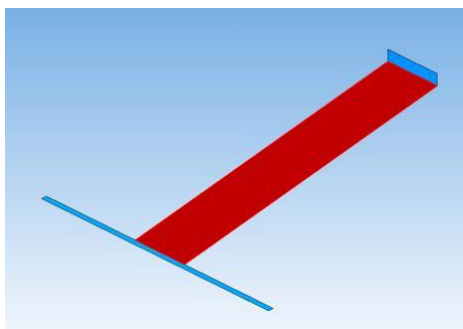
Запустите команду **Поверхность выдавливания** с панели **Поверхности**. Выдавите эскиз от средней плоскости на 50 мм.



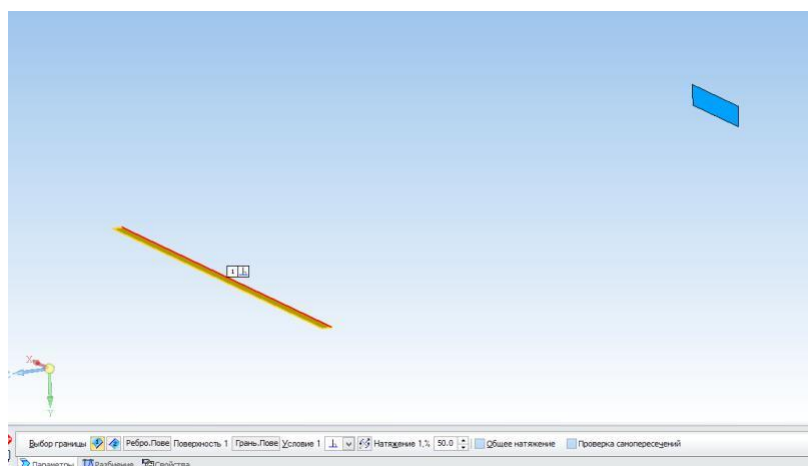
Запустите команду **Продление поверхности** с панели **Поверхности**.  
Укажите ребра, показанные на рисунке, и выполните продление той же поверхностью на 90 мм.



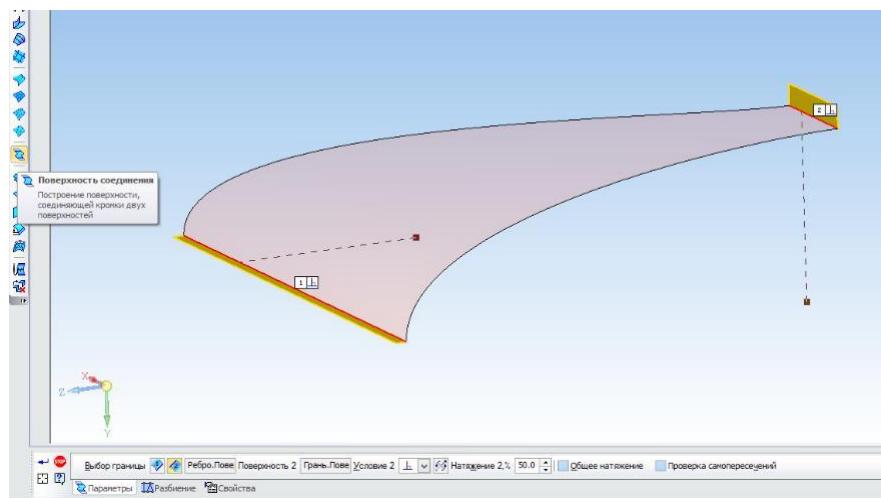
Запустите команду **Удалить грани** с панели **Поверхности** и укажите грани.



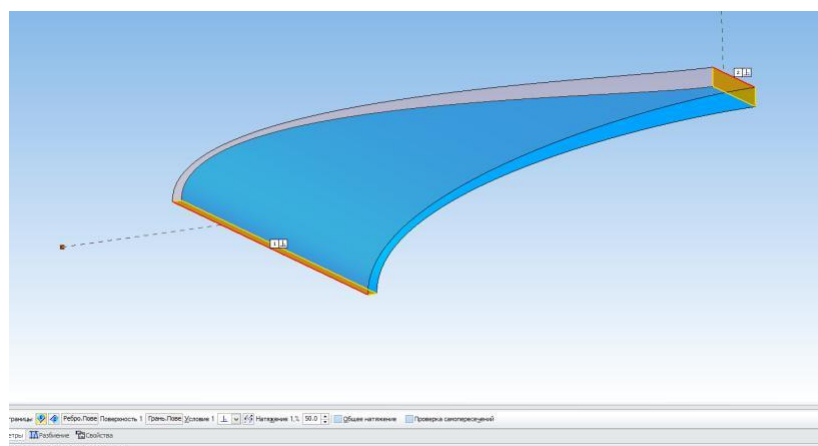
Запустите команду **Поверхность соединения** с панели **Поверхности**.  
Укажите первое ребро, установите условие Перпендикулярность. Натяжение не меняйте.



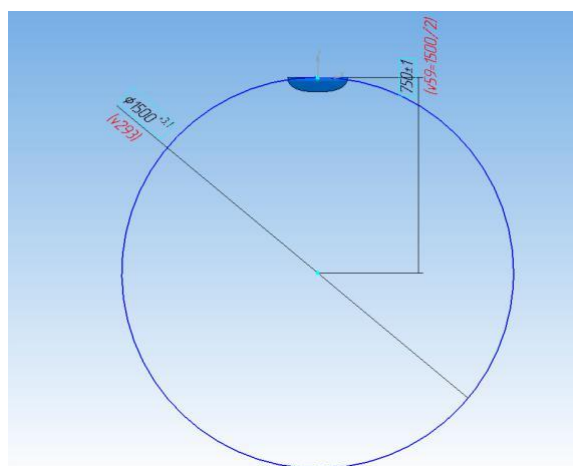
Укажите второе ребро и так же установит условие Перпендикулярность. Натяжение вновь не меняем.



Аналогично постройте вторую поверхность соединения.

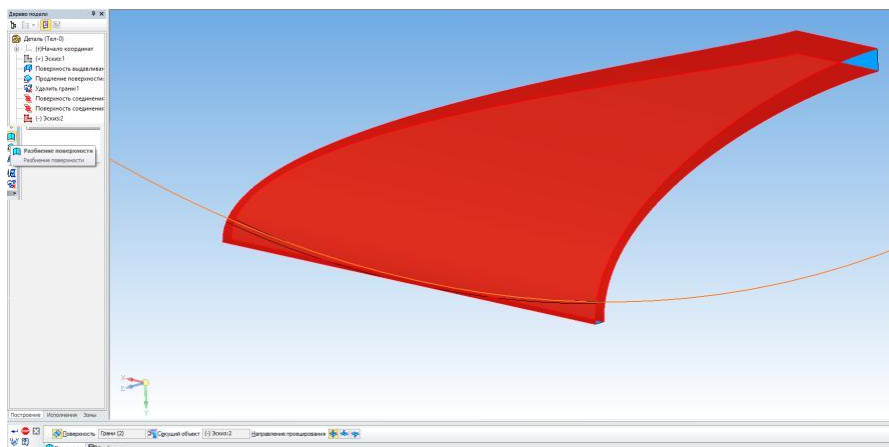


Создайте в плоскости XY эскиз окружности диаметром 1500 мм, расположенную следующим образом.

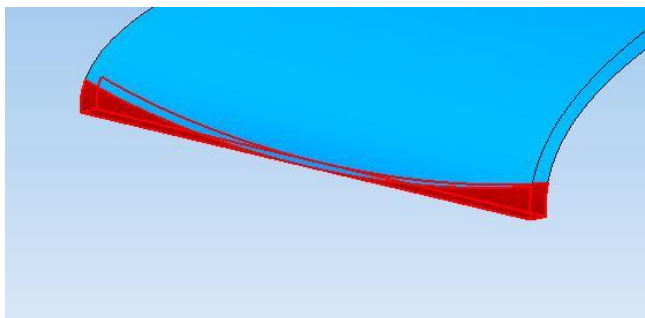


Данная окружность нужна для получения внутренней окружности стекла. Если размеры скребка не подойдут, то нужно будет изменить именно эту окружность.

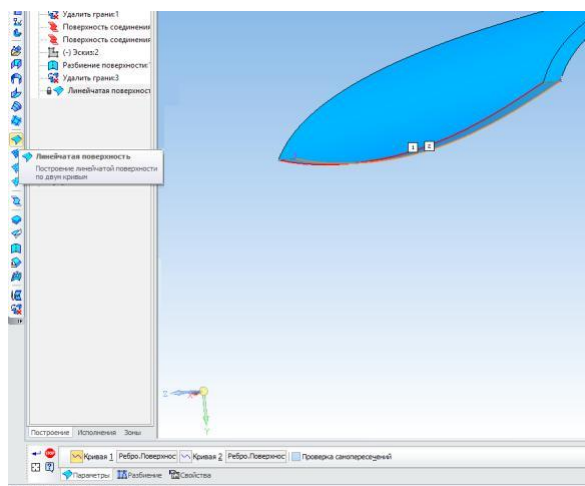
Запустите команду **Разбиение поверхности** с панели **Поверхности**. Укажите поверхности соединения и эскиз окружности.



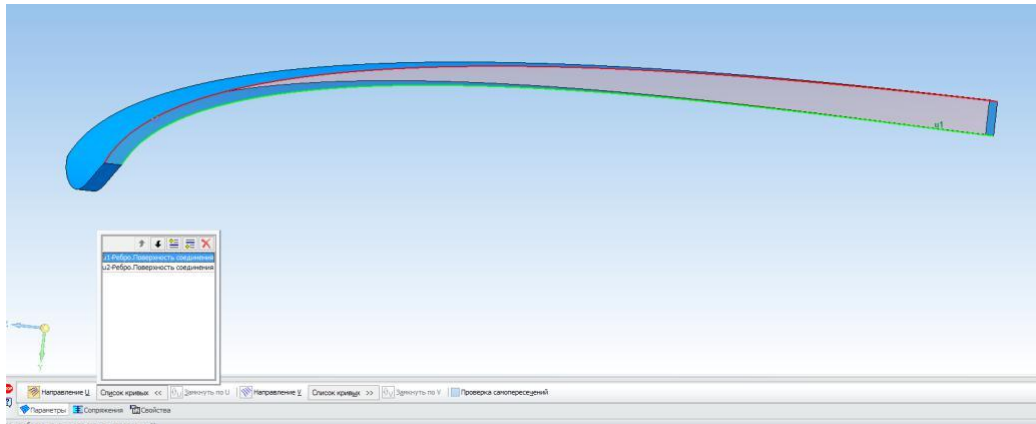
Запустите команду **Удалить грани** с панели **Поверхности** и укажите грани.



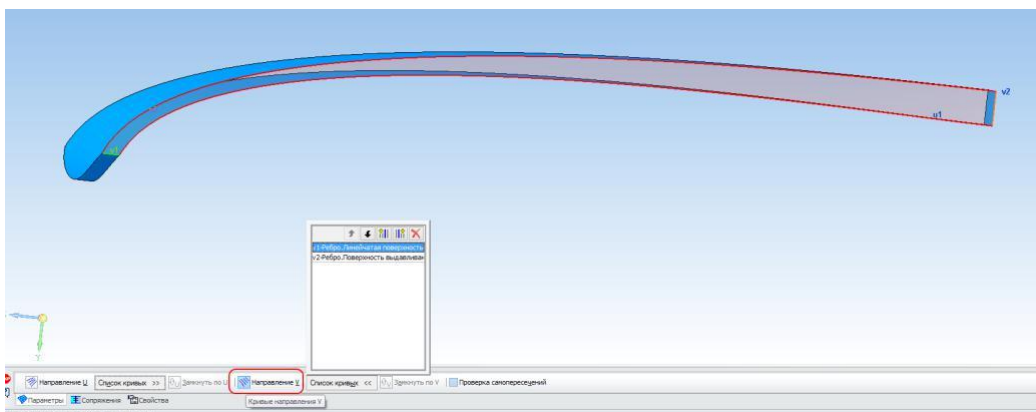
Запустите команду **Линейчатая поверхность** с панели **Поверхности**. Аналогично поверхности соединения укажите сначала одно ребро, показанное на рисунке, затем другое.



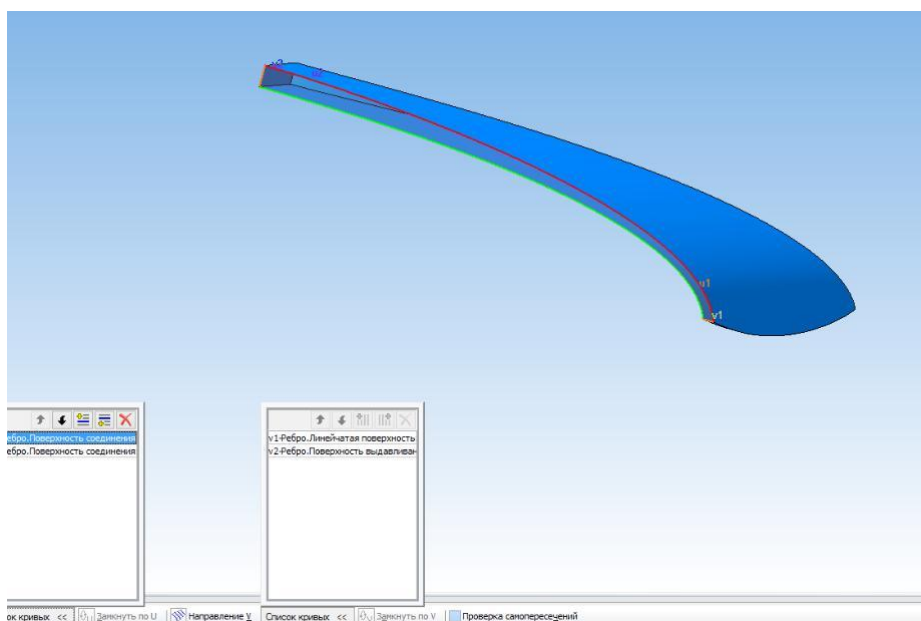
Запустите команду **Поверхность по сети кривых** с панели **Поверхности**. Укажите два ребра в направлении U.



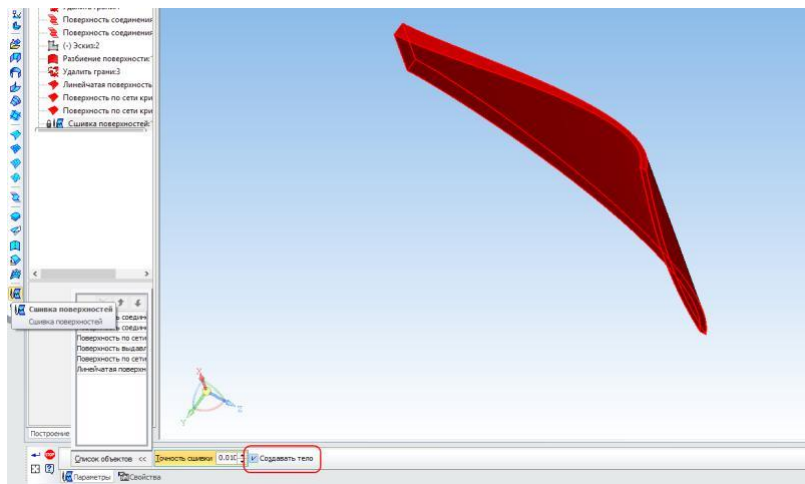
Переключите на направление V и укажите оставшиеся два ребра, чтобы замкнуть поверхность.



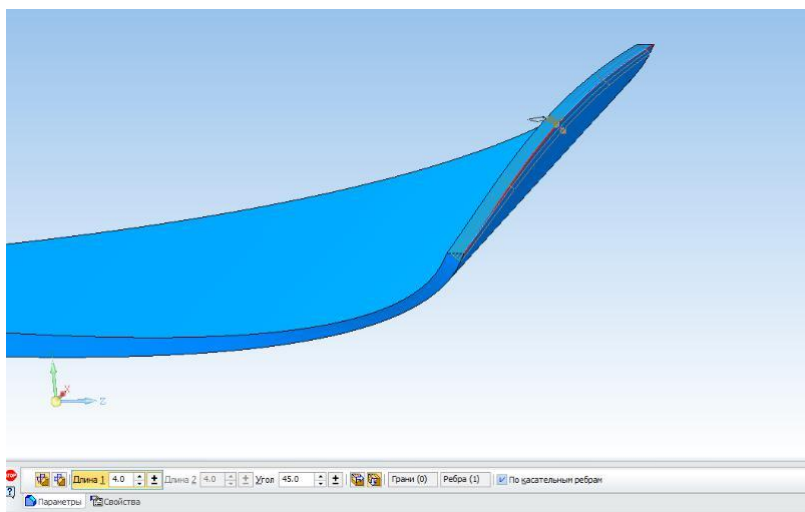
Аналогично постройте вторую поверхность по сети кривых с другой стороны.



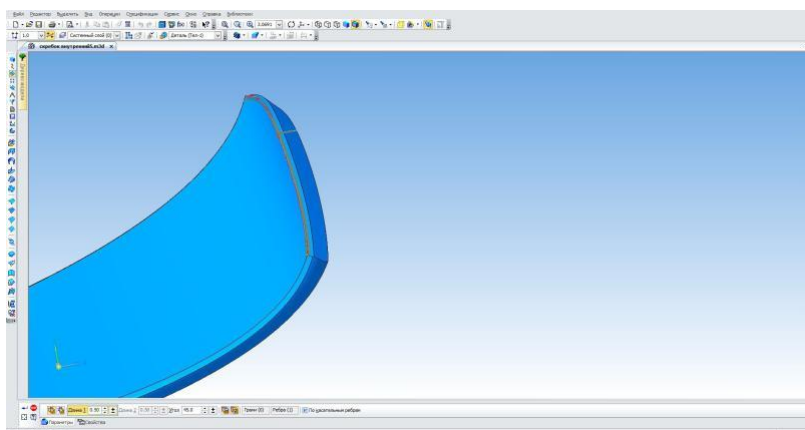
Запустите команду **Сшивка поверхностей** с панели **Поверхности**. Укажите все созданные ранее поверхности. Установите галочку **Создавать тело**. Это необходимо, чтобы из набора поверхностей получилось твёрдое тело.



Постройте на передней кромке скребка фаску 4 мм для образования режущей кромки.

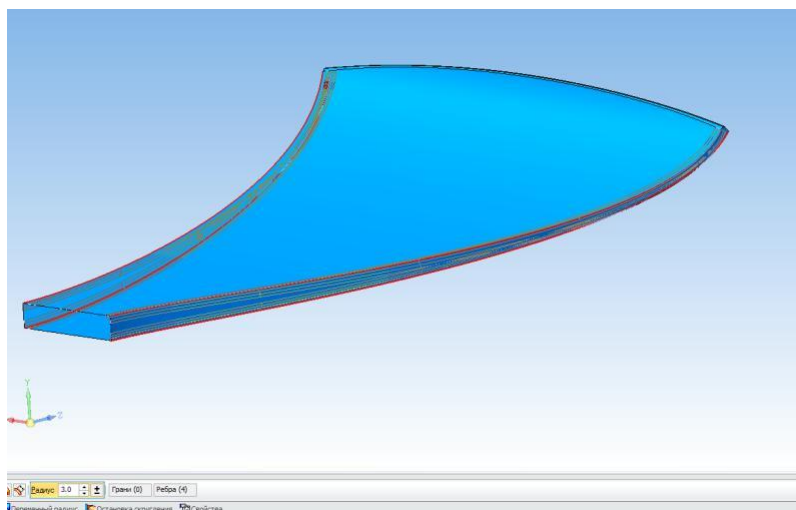


Постройте на задней кромке скребка фаску 0,5 мм.

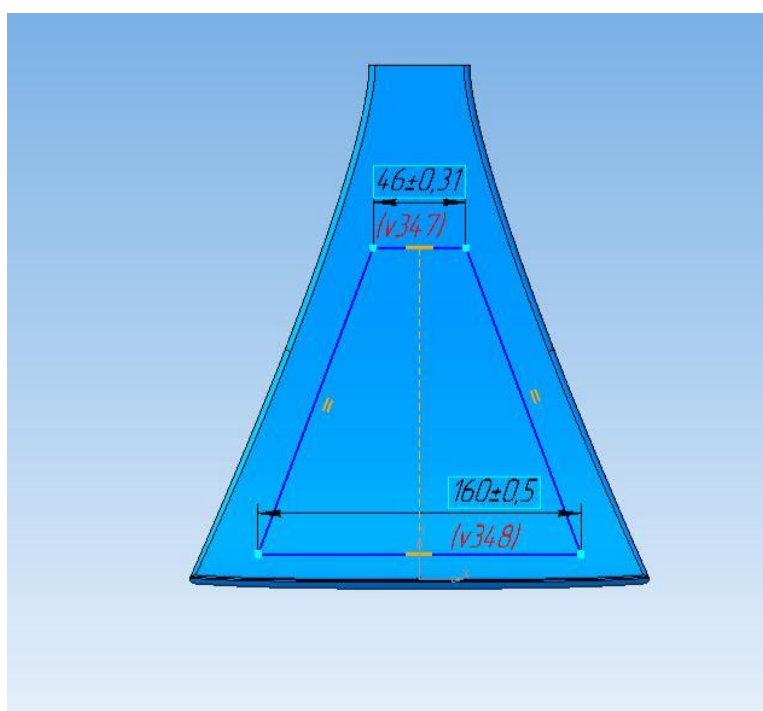




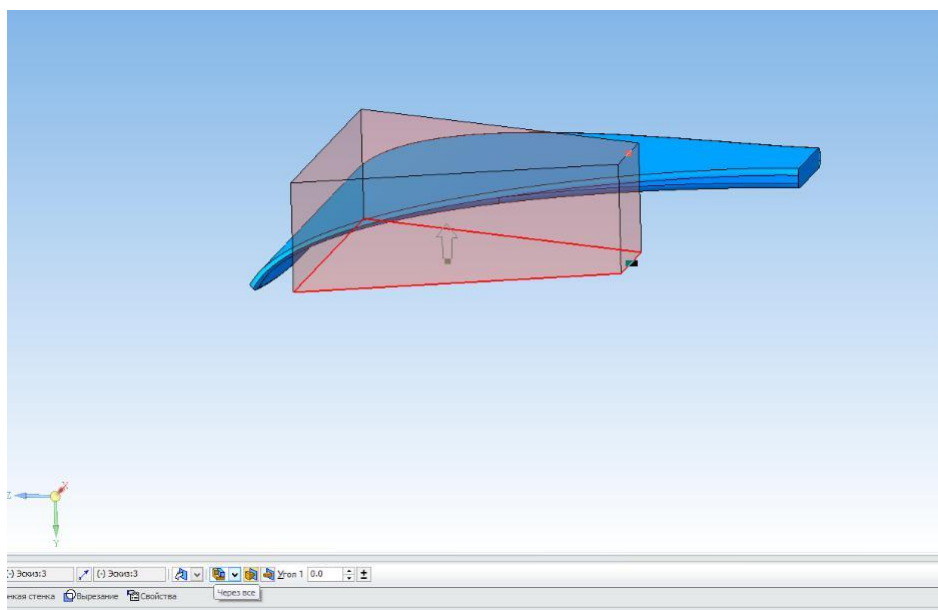
Постройте по краям скребка скругления 3 мм.



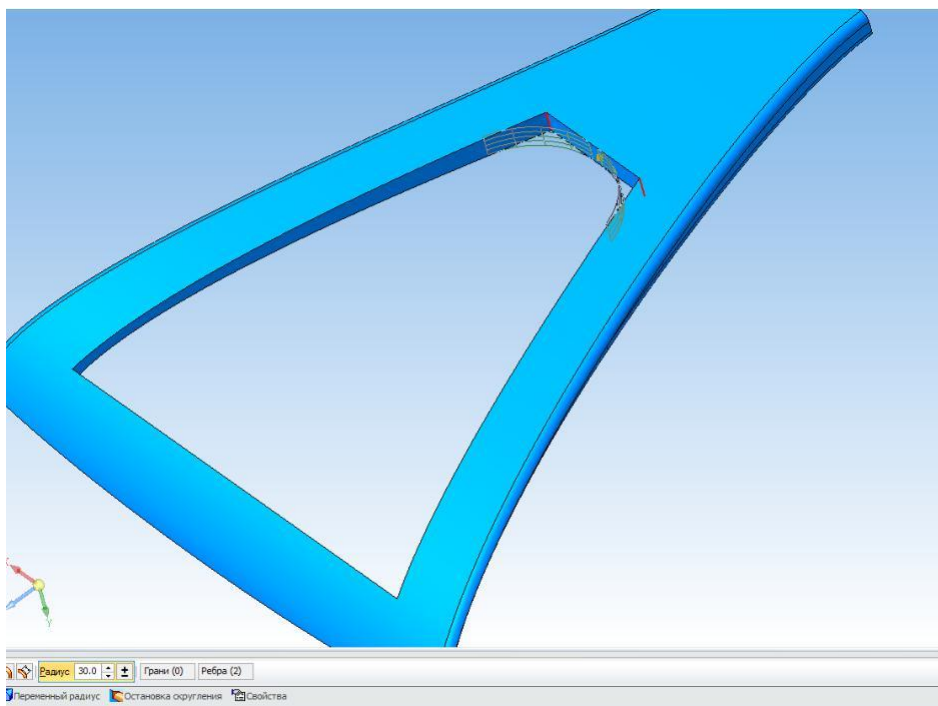
Постройте в плоскости ZX эскиз.



Вырежьте данный эскиз через всё.



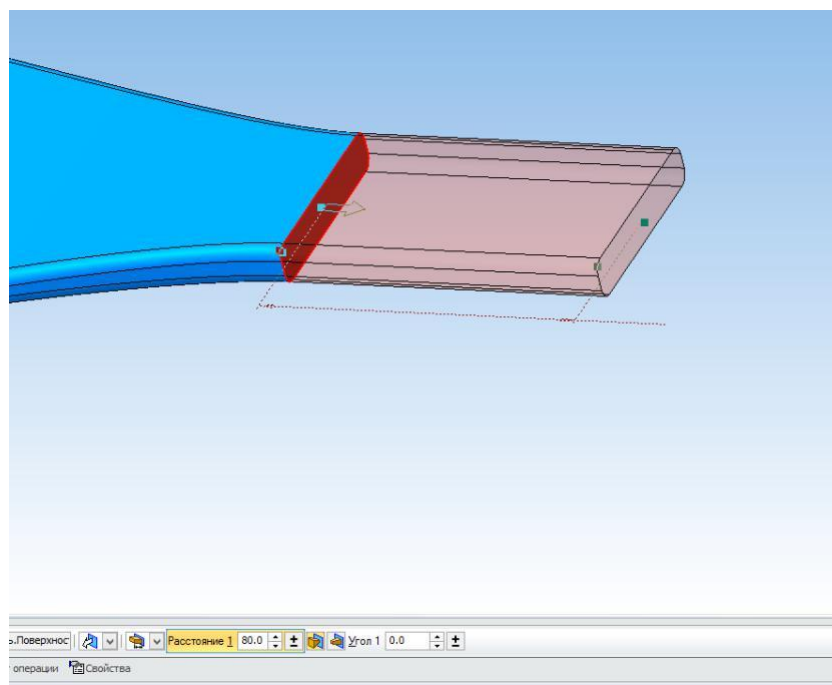
Постройте скругления 30 мм.



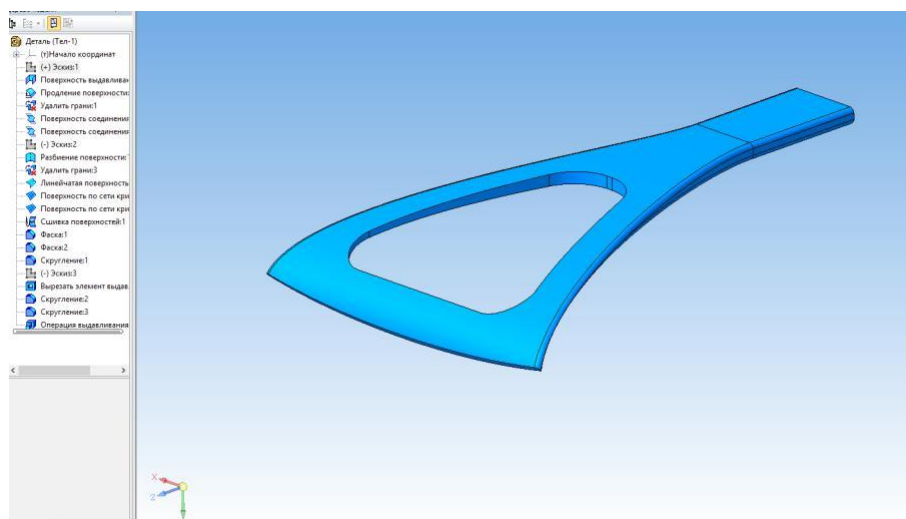
Постройте скругления 20 мм.



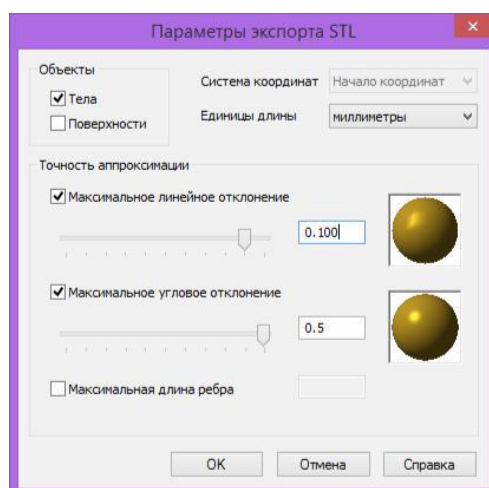
При необходимости удлините скребок с помощью **Операции выдавливания** или **Операции придания толщины**.



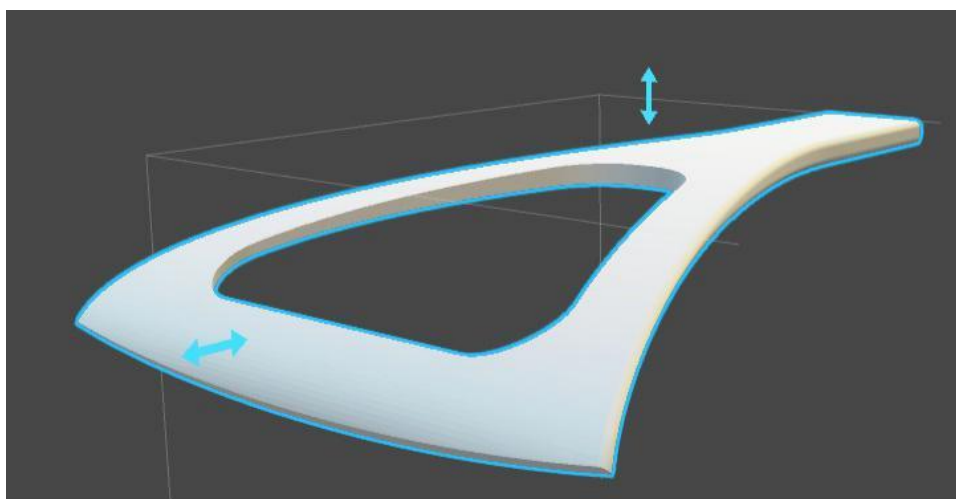
Получили результат.



Сохраните в формат STL с использованием следующих настроек.



Вы создали модель с использованием поверхностного моделирования.

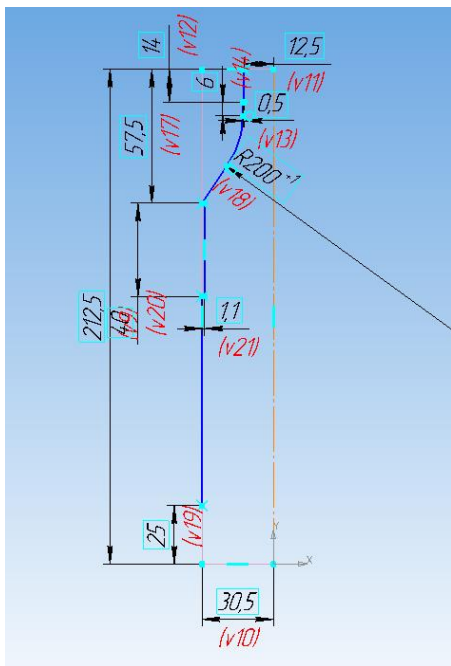


## Практическое занятие №14. Построение поверхности методом вращения

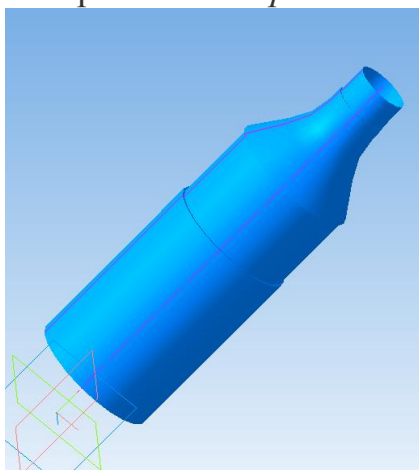
### Последовательность создания поверхности в Компас 3d

Моделирование проведем в два этапа: сначала создадим при помощи поверхности корпус бутылки, а затем добавим к нему донную часть, полученную твердотельным моделированием.

1 В плоскости ху создаем такой эскиз.

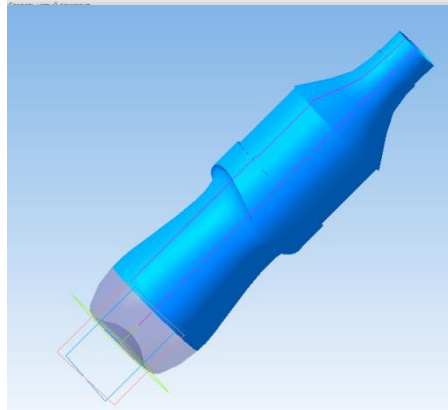
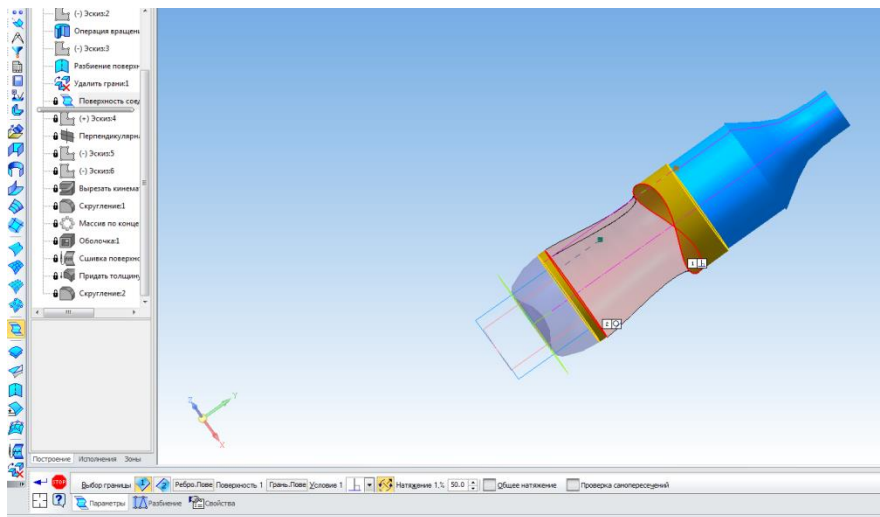


2 Создаем поверхность вращения , панель Поверхности , тип построения – *тороид*!



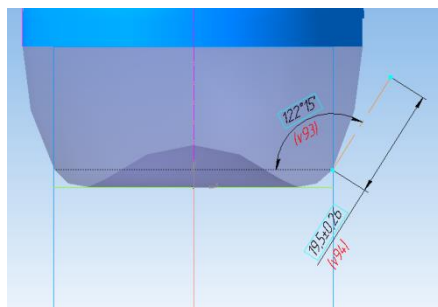
3 Строим эскиз донной части, создаем вращение твердое тело, режим – *сфероид*!





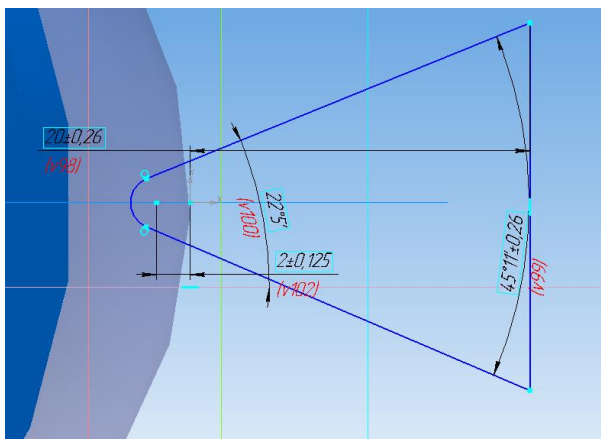
6 Теперь приступаем к доработке донной части. Мы должны сделать вырезы для придания большей устойчивости нашей бутылке.

а) Создаем последовательно эскизы в плоскости ху.

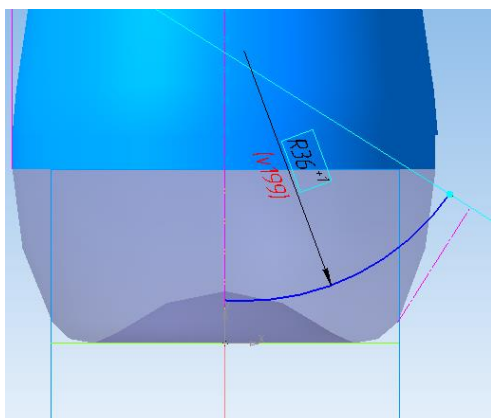


б) Плоскость через вершину, перпендикулярно ребру.

в) В этой плоскости создаем эскиз.

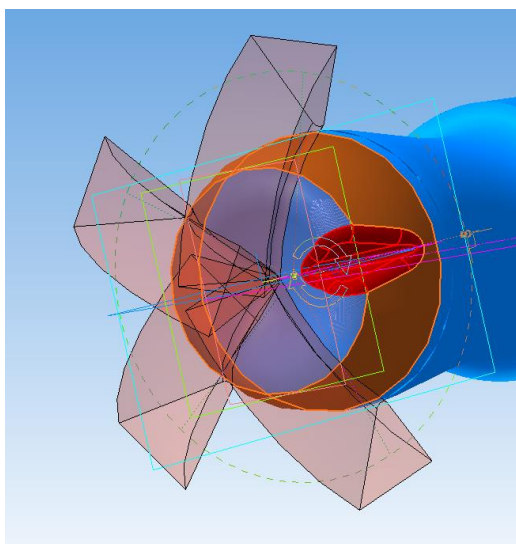


г) В плоскости ху создаем эскиз — траекторию для кинематического вырезания.




д) Создаем вырез кинематически. Добавляем скругления.

е) Массивом по концентрической сетке размножаем вырезы (5 копий).



ж) Создаем оболочку дна (1 мм внутрь), предварительно скрыв поверхность.

7. Отображаем поверхности, сшиваем их   
Придаем толщину (1 мм внутрь), скрываем поверхности.

Изменяем цвет модели, настраиваем прозрачность.



## **Список литературы**

### **Основная литература:**

1. Инженерная 3D-компьютерная графика : учеб. пособие для бакалавров / А. Л. Хейфец [и др.]; под ред. А. Л. Хейфеца ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Юж.-Урал. гос. ун-т. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2015. - 464 с. : ил (19)

### **Дополнительная литература:**

2. Инженерная графика : учеб. пособие для вузов по направлениям подгот. бакалавров и магистров "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств" и дипломир. специалистов "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / И. Ю. Скобелева [и др.]. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2014. - 299 с. : ил.