

**КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

КАФЕДРА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

**Е. И. Трубилин
Е. В. Труфляк
С. М. Сидоренко
В. С. Курасов**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

**для высших учебных заведений
инженерных специальностей**

***«КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В АГРОИНЖЕНЕРНОЙ НАУКЕ
И ПРОИЗВОДСТВЕ»***

Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов
Российской Федерации по агроинженерному образованию
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных
заведений, обучающихся по специальности
«Механизация сельского хозяйства»



**Краснодар
2012**

ББК 32.973
УДК 681.3

Рецензент:

К. А. Сохт – д-р техн.наук, Заведующий отделом механизации
Краснодарского НИИСХ им. П. П. Лукьяненко.

Т77	<p>Трубилин Е. И., Труфляк Е. В., Сидоренко С. М., Курасов В. С. Компьютерные технологии в агроинженерной науке и производстве: Учебное пособие. КубГАУ, Краснодар. 2012. – 224 с.</p> <p>Задания, представленные в данном учебном пособии разработаны на основе лицензионных пакетов программ КОМПАС-3D, АРМ WinMachine и упражнений, представленных в них.</p> <p>Учебное пособие предназначено для студентов, магистров и аспирантов инженерных вузов.</p> <p style="text-align: right;">ББК 32.973 УДК 681.3</p>
-----	--

© Трубилин Е. И., Труфляк Е. В.,
Сидоренко С. М., Курасов В. С., 2010.
© ФГОУ ВПО Кубанский государственный
аграрный университет, 2012.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ В СИСТЕМЕ КОМПАС	5
1.Создание детали вилка	12
2.Создание рабочего чертежа.....	53
3. Создание сборок.....	69
4. Создание сборочного чертежа.....	79
5. Создание сборки изделия.....	90
6. Создание компонента на месте	111
7. Построение элементов по сечениям.....	134
8. Моделирование листовых деталей	154
9. Построение тел вращения.....	179
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ТРЕХМЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В МОДУЛЕ APM STRUCTURE 3D СИСТЕМЫ APM WINMACHINE.....	188
10. Прочностной расчет металлической конструкции в модуле APM Structure3d системы APM Winmachine.....	192
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	220
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	223

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время неотемлимой частью жизни человека стал компьютер, который проник практически во все сферы жизнедеятельности. С компьютерными технологиями современный человек сталкивается при использовании не только компьютеров, но и сотовых телефонов, автомобилей, сельхозтехники, бытовой техники и т. д. Плохо это или хорошо ответить сложно. Найдутся миллионы сторонников и противников этого. С одной стороны развитие компьютерных технологий ведет к прогрессу, с другой – к зависимости человека от “умной машины”, способной упростить жизнь человека. Однако, не смотря на это, в настоящее время, сложно помешать запущенному механизму по проникновению компьютера в нашу жизнь. Да и глупо не пользоваться плодами этого развития, иначе тогда стоило бы вернуться в древние времена и не использовать блага современной цивилизации: машины, телефоны, кондиционеры и др. Да, безусловно, оппоненты скажут: “Вы разучились писать, считать, чертить. Какие могут из вас получиться инженеры?”. Но и они ведь пользуются тем, что когда-то было новшеством – ездят на машинах, а не на лошадях, используют калькуляторы, а не счета и т. п. Все нужно использовать в меру.

Жизнь не стоит на месте, поэтому современный инженер должен уметь пользоваться современными компьютерными технологиями. Их преимущества неоспоримы по сравнению с недостатками.

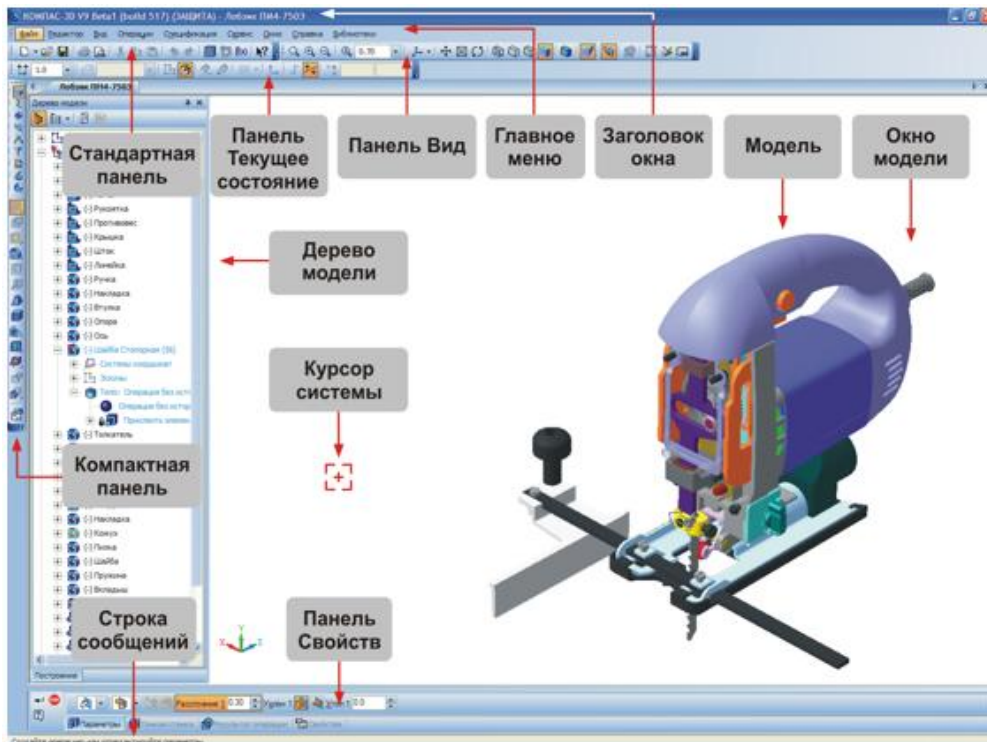
В данном пособии представлены примеры построения трехмерных моделей и их расчета в современных отечественных программах КОМПАС-3D и APM WinMachine.

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ В СИСТЕМЕ КОМПАС

Основные элементы интерфейса

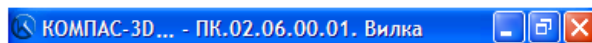
КОМПАС-3D – это программа для операционной системы Windows. Поэтому ее окно имеет те же элементы управления, что и другие Windows-приложения.

Главное окно системы



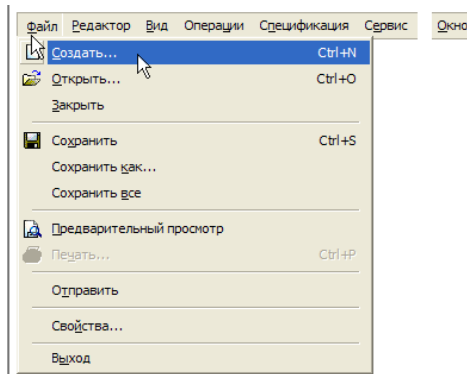
Заголовок программного окна

Заголовок расположен в самой верхней части окна. В нем отображается название программы, номер ее версии и имя текущего документа.



Главное меню

Главное меню расположено в верхней части программного окна, сразу под заголовком. В нем расположены все основные меню системы. В каждом из меню хранятся связанные с ним команды.



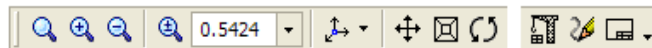
Стандартная панель

Стандартная панель расположена в верхней части окна системы под Главным меню. На этой панели расположены кнопки вызова стандартных команд операций с файлами и объектами.



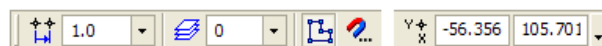
Панель Вид

На панели Вид расположены кнопки, которые позволяют управлять изображением: изменять масштаб, перемещать и вращать изображение, изменять форму представления модели.



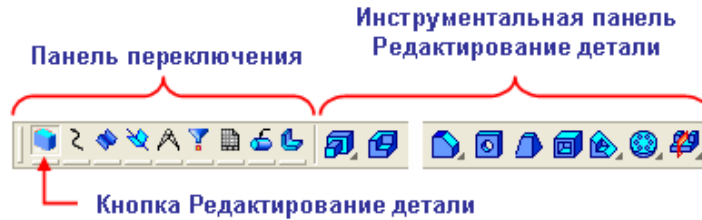
Панель Текущее состояние

Панель Текущее состояние находится в верхней части окна сразу над окном документа. Состав панели различен для разных режимов работы системы. Например, в режимах работы с чертежом, эскизом или фрагментом на ней расположены средства управления курсором, слоями, привязками и т. д.



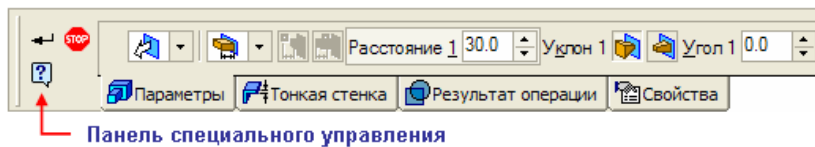
Компактная панель

Компактная панель находится в левой части окна системы и состоит из Панели переключения и инструментальных панелей. Каждой кнопке на Панели переключения соответствует одноименная инструментальная панель. Инструментальные панели содержат набор кнопок, сгруппированных по функциональному признаку. Состав панели зависит от типа активного документа.



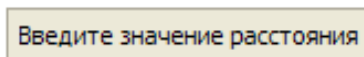
Панель свойств и панель Специального управления

Панель свойств служит для управления процессом выполнения команды. На ней расположены одна или несколько закладок и Панель специального управления.




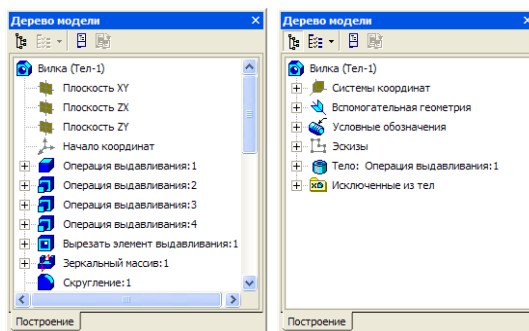
Строка сообщений

Строка сообщений располагается в нижней части программного окна. В ней появляются различные сообщения и запросы системы. Это может быть: краткая информация о том элементе экрана, к которому подведен курсор; сообщение о том, ввода каких данных ожидает система в данный момент; краткая информация по текущему действию, выполняемому системой.



Дерево модели

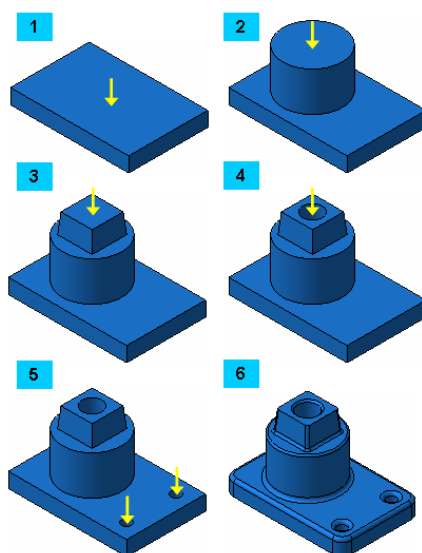
Дерево модели – это графическое представление набора объектов, составляющих модель. Корневой объект Дерева – сама модель, т. е. деталь или сборка. Пиктограммы объектов автоматически возникают в Дереве модели сразу после создания этих объектов в модели. В окне Дерева отображается либо последовательность построения модели (слева), либо ее структура (справа). Способом представления информации можно управлять с помощью кнопки Отображение структуры модели на Панели управления Дерева модели. 



Общие принципы моделирования

Построение твердотельной модели заключается в последовательном выполнении операций объединения, вычитания и пересечения над простыми объемными элементами (призмами, цилиндрами, пирамидами, конусами и т. д.). Многократно выполняя эти простые операции над различными объемными элементами можно построить самую сложную модель.

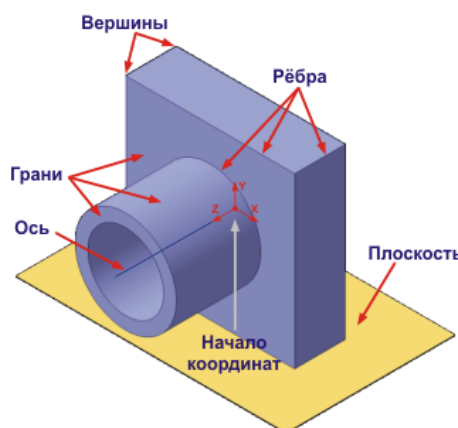
1. Создание призмы.
2. Добавление цилиндра.
3. Добавление усеченной пирамиды.
4. Вычитание цилиндра.
5. Вычитание двух цилиндров.
6. Добавление фасок и скруглений.



Основные термины модели

Объемные элементы, из которых состоит трехмерная модель, образуют в ней грани, ребра и вершины.

- Грань** Гладкая (необязательно плоская) часть поверхности детали. Гладкая поверхность детали может состоять из нескольких граней.
- Ребро** Прямая или кривая, разделяющая две смежные грани.
- Вершина** Точка на конце ребра.



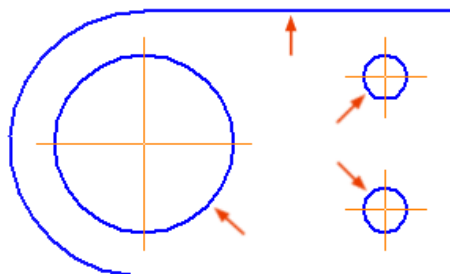
Кроме того, в модели могут присутствовать дополнительные элементы: символ начала координат, плоскости и оси.

Для создания объемных элементов используется перемещение плоских фигур в пространстве. Плоская фигура, в результате перемещения которой образуется объемное тело, называется эскизом, а само перемещение – операцией.

Эскизы

Эскиз может располагаться на одной из стандартных плоскостей проекций, на плоской грани созданного ранее элемента, или на вспомогательной плоскости. Эскизы создаются средствами модуля плоского черчения и состоят из одного или нескольких контуров.

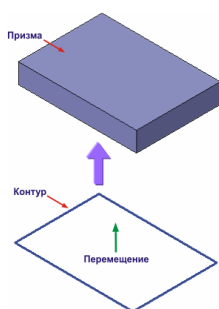
Контур – одно из основных понятий при описании эскиза. При построении эскиза под контуром понимается графический объект (отрезок, дуга, сплайн, прямоугольник и т. д.), или совокупность последовательно соединенных графических объектов. Например, в таком эскизе 4 контура.



Операции

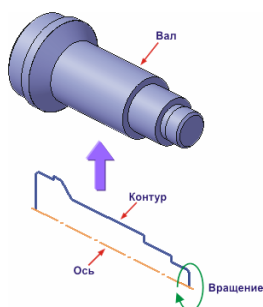
Система КОМПАС-3D располагает разнообразными операциями для построения объемных элементов, четыре из которых считаются базовыми.

Операция выдавливания Выдавливание эскиза перпендикулярно его плоскости



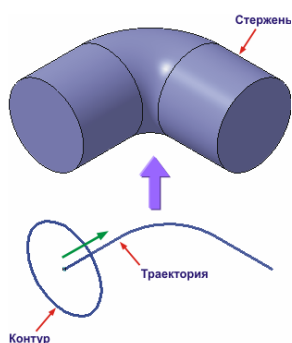
Операция вращения

Вращение эскиза вокруг оси, лежащей в его плоскости



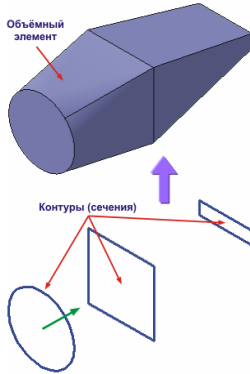
Эскиз тела вращения состоит из контура со стилем линии Основная, и оси вращения в виде отрезка со стилем линии Осевая. Контур должен располагаться с одной стороны от оси вращения.

Кинематическая операция Перемещение эскиза вдоль направляющей

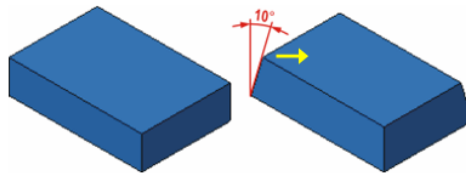


Операция по сечениям

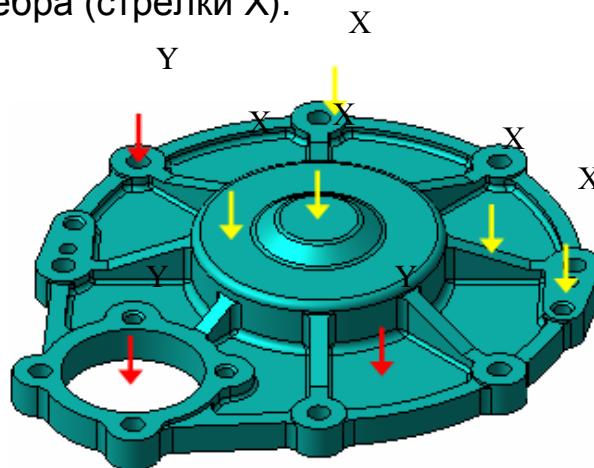
Построение объемного элемента по нескольким эскизам (сечениям)



Операция может иметь дополнительные возможности (опции), которые позволяют изменять или уточнять правила построения объемного элемента. Например, если в операции выдавливания прямоугольника дополнительно задать величину и направление уклона, то вместо призмы будет построена усеченная пирамида.

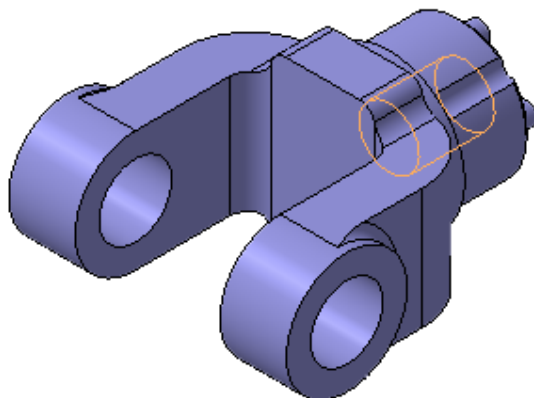


Процесс создания трехмерной модели заключается в многократном добавлении или вычитании дополнительных объемов. Примерами вычитания объема из детали могут быть различные отверстия, проточки, канавки, пазы (стрелки Y), а примерами добавления объема – бобышки, выступы, ребра (стрелки X).




1. СОЗДАНИЕ ДЕТАЛИ ВИЛКА

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

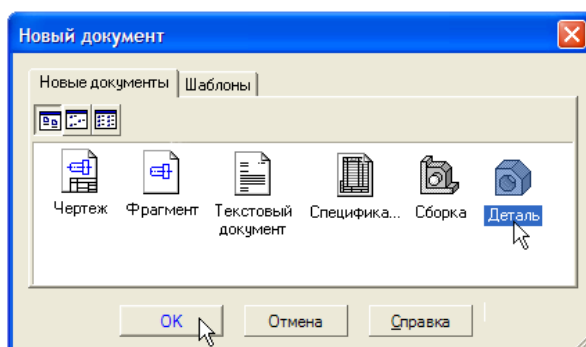


Задание 1. Создайте файл детали

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



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




На экране появится окно новой детали.

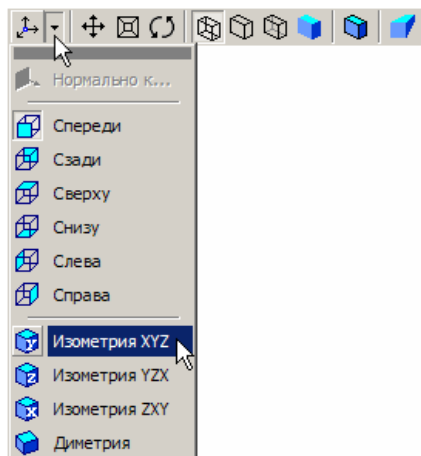
3. Нажмите кнопку **Сохранить**  на панели **Стандартная**.

4. В поле **Имя файла** диалогового окна сохранения документов введите имя детали **Вилка**.

5. Нажмите кнопку **Сохранить**


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


7. На панели **Вид** нажмите кнопку списка справа от кнопки **Ориентация**  и укажите вариант **Изометрия XYZ**.





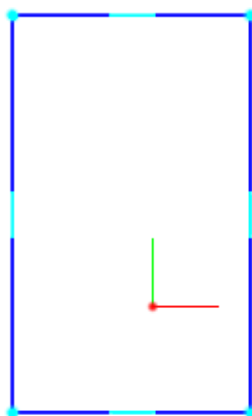
Задание 2. Создайте основание детали

1. В Дереве модели укажите **Плоскость XY** (фронтальная плоскость). Пиктограмма плоскости будет выделена цветом.

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

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

4. 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.



5. Нажмите кнопку **Отрезок**  на панели **Геометрия** .

6. Постройте диагональ прямоугольника. Для этого, с помощью привязки **Ближайшая точка**, укажите две вершины прямоугольника.

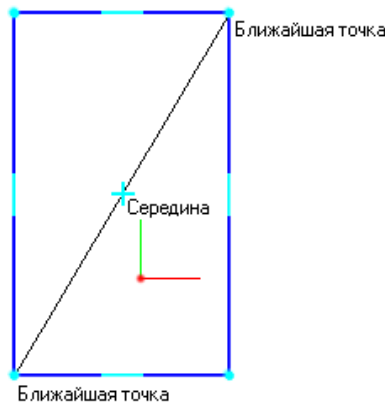
Диагональ прямоугольника необходима для его правильного размещения в эскизе. В то же время, она не должна участвовать непосредственно в создании элемента – это будет нарушением одного из основных требований к эскизам. Изменение стиля линии решает эту проблему, так как при построении учитываются только основные (синие) линии.



7. Измените стиль линии диагонали с **Основная** (синяя линия) на **Тонкая** (черная линия).

8. На панели **Глобальные привязки** включите привязку **Середина**.

9. Нажмите кнопку **Точка** .

10. С помощью привязки **Середина** постройте точку на середине диагонали.





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



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



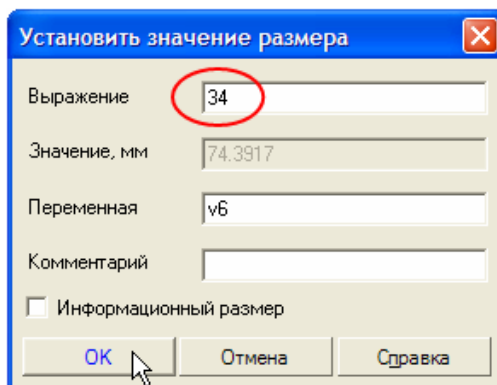
ординат.

13. Нажмите кнопку **Авторазмер**  на инструментальной панели **Размеры** .

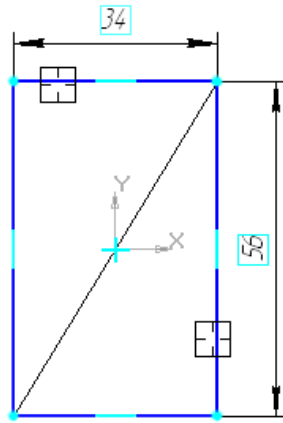


14. Укажите мишенью верхний горизонтальный отрезок, задайте положение размерной линии.


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

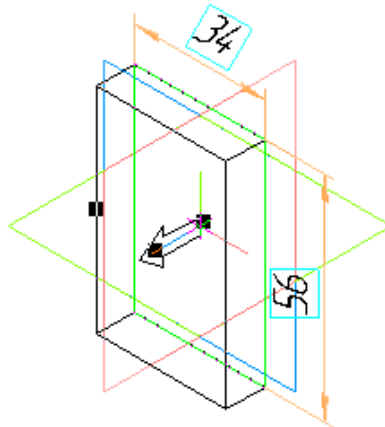


15. Постройте вертикальный размер и присвойте ему значение 56 мм.



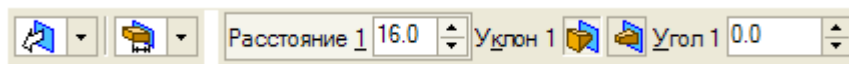
16. Закройте эскиз. Для этого нажмите кнопку **Эскиз**  еще раз.

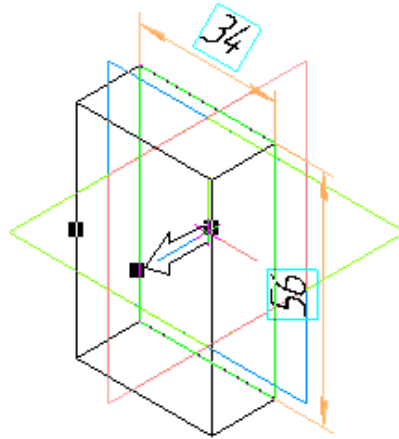
17. Нажмите кнопку **Операция выдавливания**  на панели Редактирование детали .




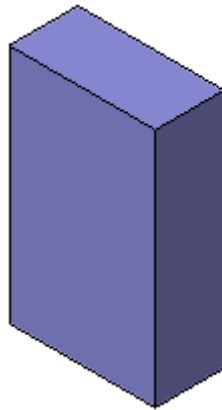
18. Введите с клавиатуры число **16**. Значение попадет в поле **Расстояние 1** на Панели свойств. Это результат работы режима **Предопределенного ввода параметров**.

19. Нажмите клавишу **<Enter>** для фиксации значения.




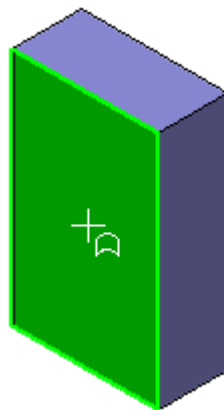


20. Нажмите кнопку **Создать объект**  на **Панели специального управления** – система построит основание детали.



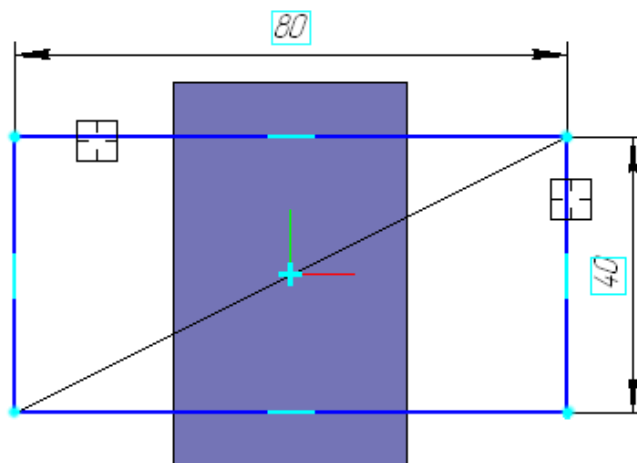
Задание 3. Добавьте материал к основанию детали

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




2. Повторите те же построения, что и в эскизе основания.

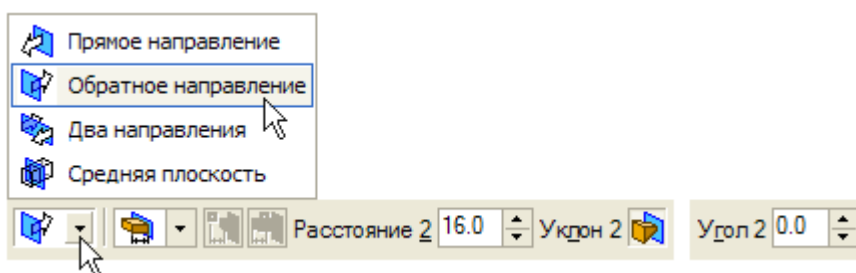
3. Нажмите кнопку **Авторазмер**  и проставьте размеры, как это показано на рисунке.



4. Закройте эскиз .


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

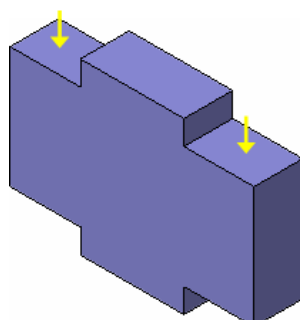
6. На **Панели свойств** раскройте список **Направление** и укажите вариант **Обратное направление**.



7. Введите с клавиатуры число **16**. Значение попадет в поле **Расстояние 2** на **Панели свойств**.

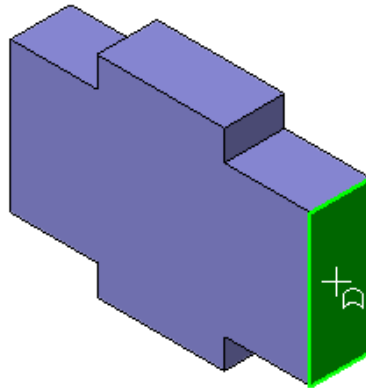
8. Нажмите клавишу **<Enter>** для фиксации значения.

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



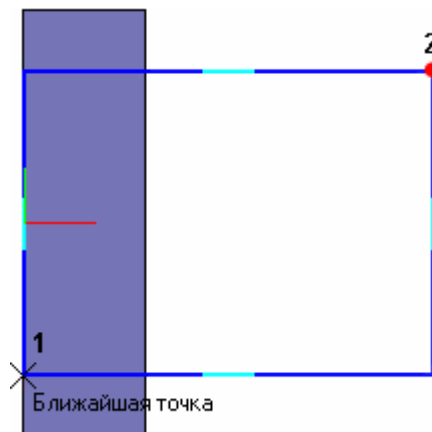
Задание 4. Создайте правую проушину

1. Укажите грань и нажмите кнопку **Эскиз** 



2. Нажмите кнопку **Прямоугольник**  на панели **Геометрия** .

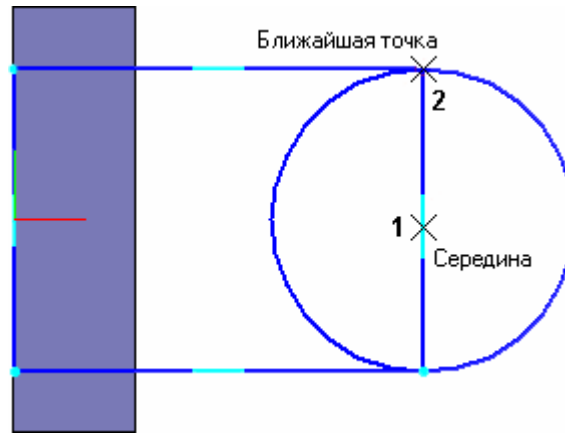
3. С помощью привязки **Ближайшая точка** укажите вершину **1** детали, как первую вершину прямоугольника. Вершину **2** укажите произвольно.



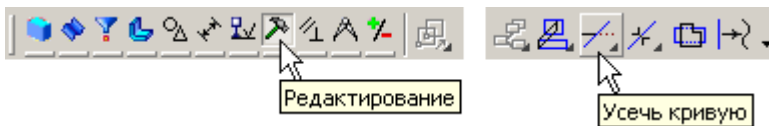
4. Нажмите кнопку **Окружность**  на панели **Геометрия**.

5. С помощью привязки **Середина** укажите точку **1** центра окружности в середине вертикального отрезка.

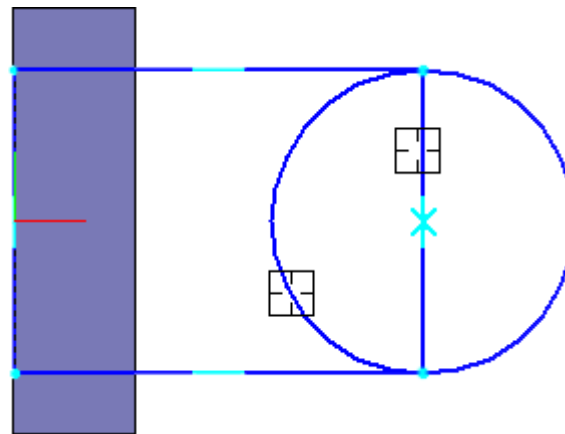
6. С помощью привязки **Ближайшая точка** укажите точку **2**, через которую должна пройти окружность.



7. Нажмите кнопку **Усечь кривую**  на панели Редактирование

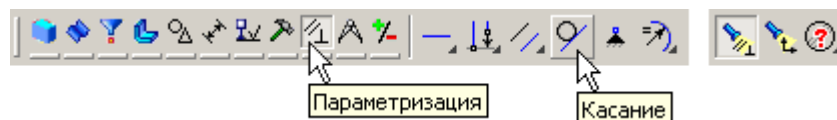


8. Укажите мишенью на лишние участки окружности и прямоугольника.

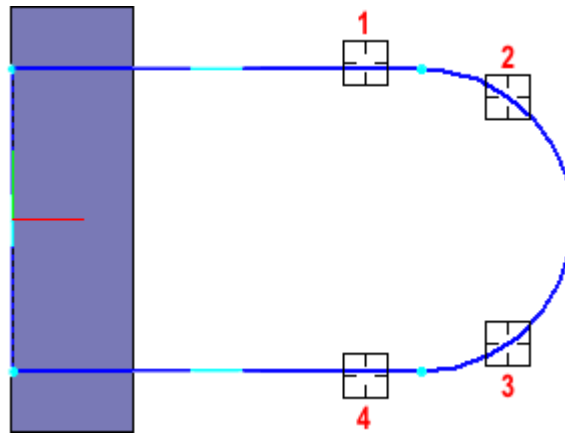


Для того, чтобы получить правильный контур, необходимо вручную добавить параметрические связи между его элементами.

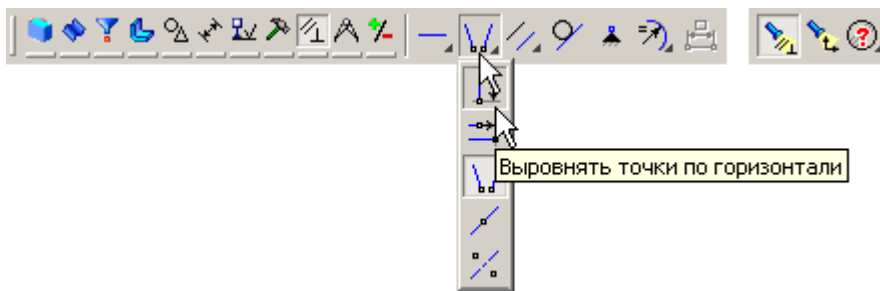
9. На панели **Параметризация**  нажмите кнопку **Касание** .



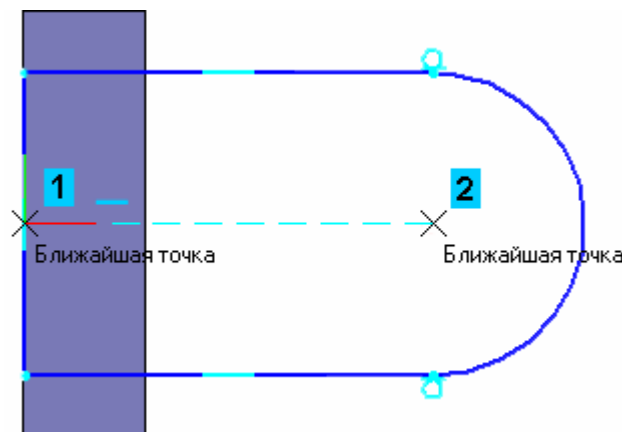
10. Укажите верхний отрезок и дугу, затем дугу и нижний отрезок.



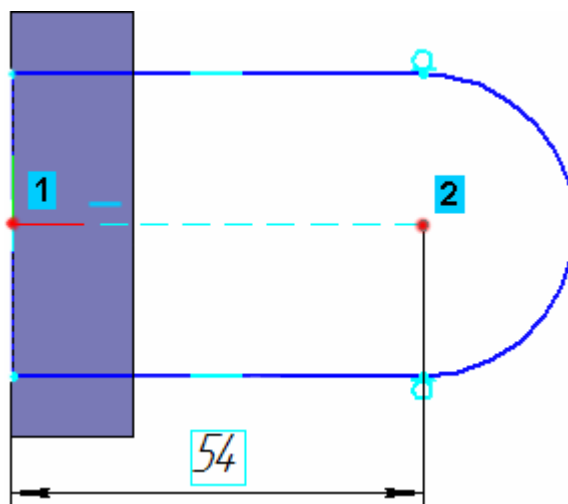
11. На панели **Параметризация** нажмите кнопку **Выровнять точки по горизонтали**.






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



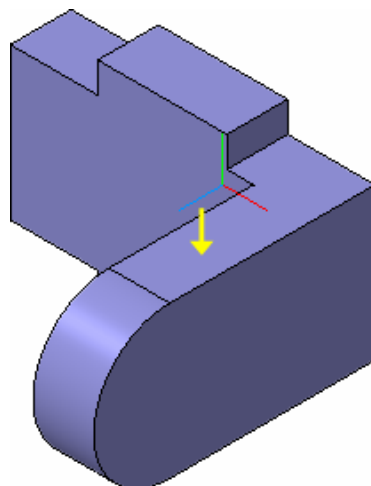
13. Проставьте горизонтальный линейный размер между точками и присвойте ему значение 54 мм.




14. Закройте эскиз .

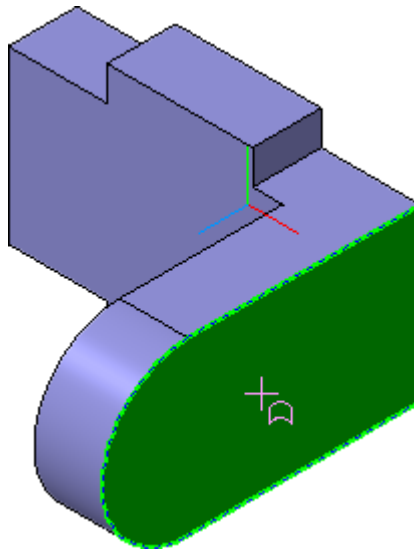
15. Нажмите кнопку **Операция выдавливания**  на панели **Редактирование детали** .



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

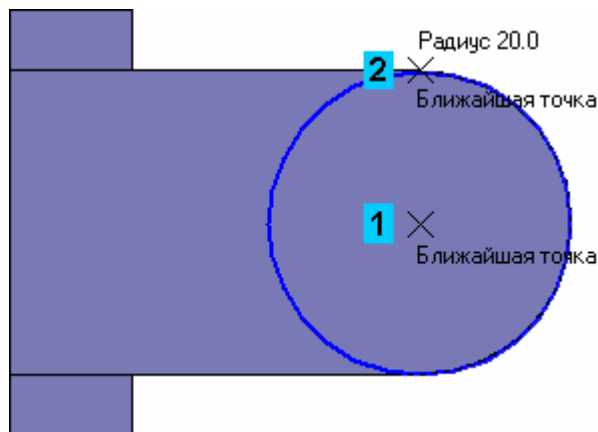


Задание 5. Добавление бобышки


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




2. Нажмите кнопку **Окружность**  на панели **Геометрия** 
3. С помощью привязки **Ближайшая точка** укажите точки **1** и **2**.



4. Закройте эскиз .

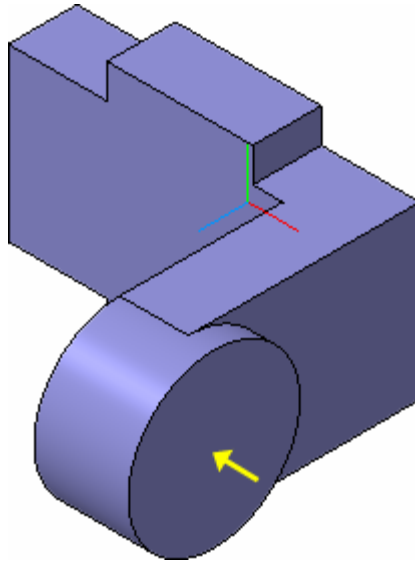
5. Нажмите кнопку **Операция выдавливания**  на панели **Редактирование детали** .

6. На **Панели свойств** раскройте список **Направление** и укажите **Прямое направление** .

7. Введите с клавиатуры число **6**. Значение попадет в поле **Расстояние 1** на **Панели свойств**.

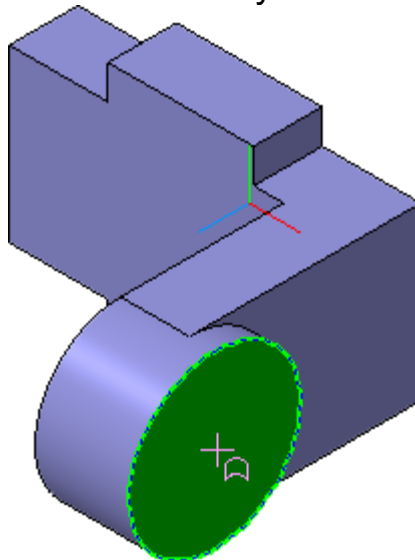
8. Нажмите клавишу **<Enter>** для фиксации значения.

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



Задание 6. Добавление сквозного отверстия

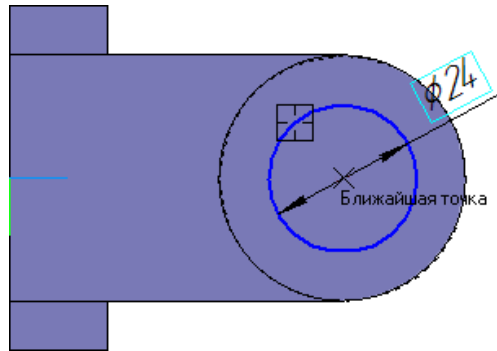
1. Укажите грань и нажмите кнопку **Эскиз** .




2. Нажмите кнопку **Окружность**  на панели **Геометрия** .

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

4. Нажмите кнопку **Авторазмер**  на панели **Размеры** , укажите окружность, присвойте размеру значение 24 мм.



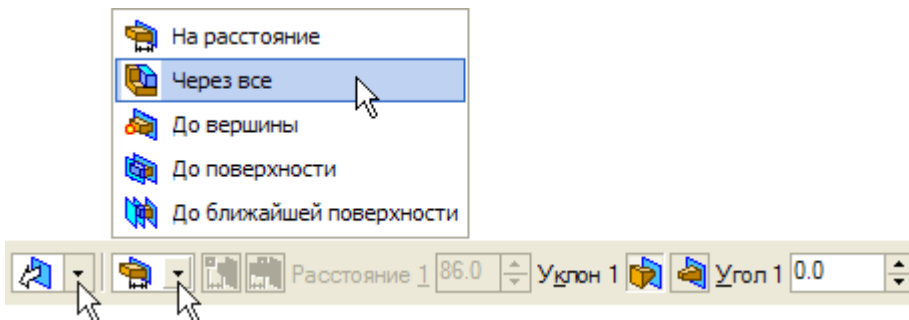
5. Закройте эскиз 


6. Нажмите кнопку **Вырезать выдавливанием**  на панели **Редактирование детали** .

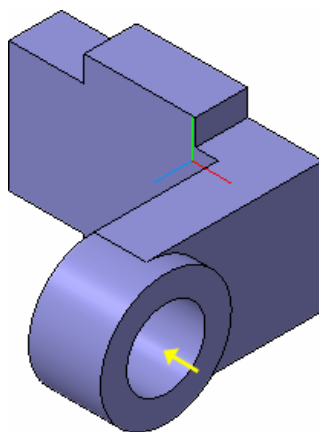


7. Проверьте состояние поля **Направление построения** и убедитесь, что установлено **Прямое направление**.



8. Откройте список **Тип построения** и укажите **Через все**.

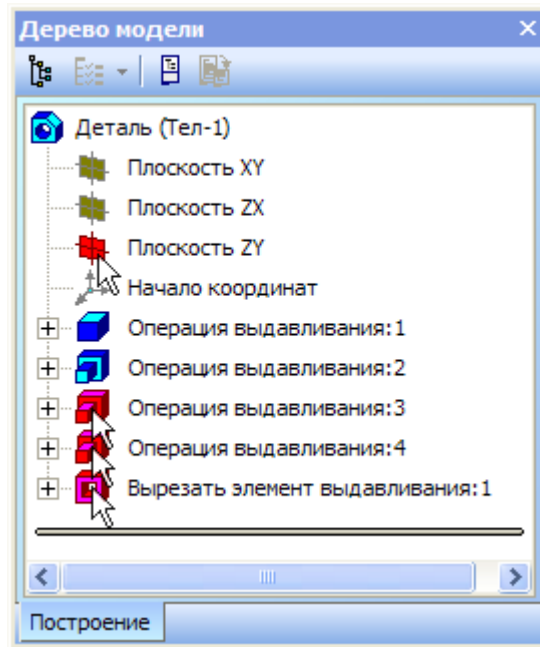



9. Нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления.

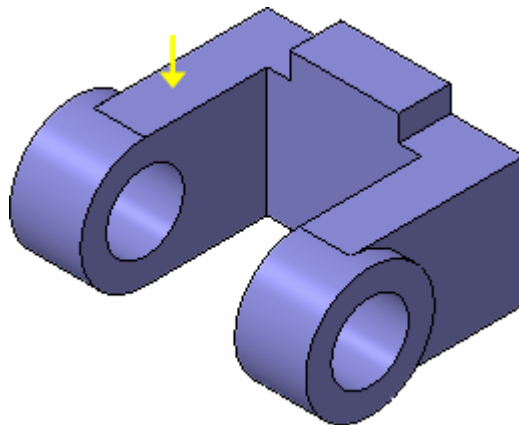


Задание 7. Создание зеркального массива



1. Нажмите кнопку **Зеркальный Массив**  на панели **Редактирование детали** .
2. В Дереве модели укажите **Плоскость ZY**.

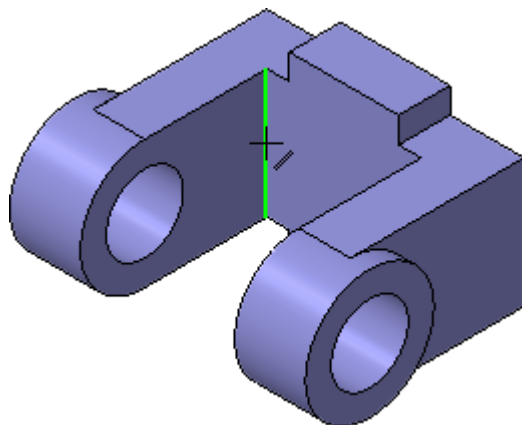


3. Затем укажите три элемента, составляющие правую проушину.
4. Нажмите кнопку **Создать объект** .



Задание 8. Добавление скруглений

1. Нажмите кнопку **Скругление**  на панели **Редактирование детали** .
2. Укажите ребро в основании левой проушины. Обратите внимание на форму курсора.




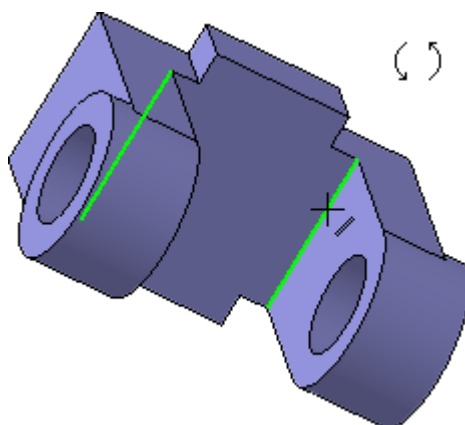
Старайтесь указывать как можно больше элементов, которые требуется скруглить одинаковым радиусом. В этом случае упрощается редактирование модели и расчеты будут выполняться быстрее.


3. Нажмите кнопку **Повернуть**  на панели **Вид**.

4. Поместите курсор рядом с моделью, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте курсор – модель начнет поворачиваться.

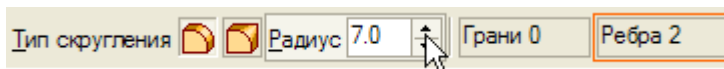
5. Поверните деталь так, чтобы стало видно ребро на правой проушине.

6. После этого отпустите кнопку мыши и отключите кнопку **Повернуть** .



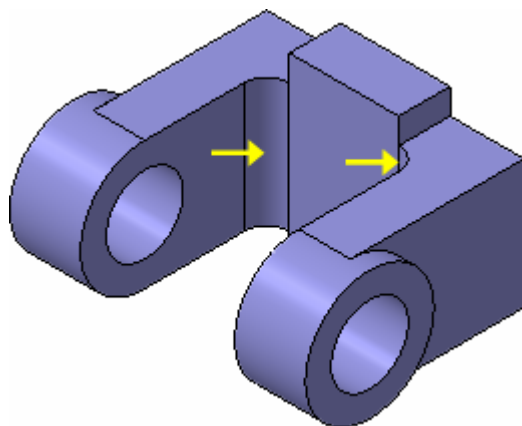
7. В поле **Радиус** на **Панели свойств**, с помощью счетчика приращения/уменьшения , установите значение **7 мм**.

8. Обратите внимание на справочное поле, содержащее сведения о количестве указанных ребер.



9. Нажмите кнопку **Создать объект** 

10. Вновь установите для модели стандартную ориентацию **Изометрия XYZ**




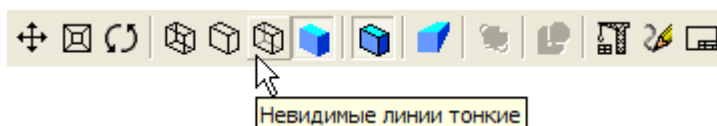
Задание 9. Изменение отображения модели

Для указания ребер, невидимых в текущей ориентации, необязательно поворачивать модель. Вместо этого можно изменить тип отображения модели.

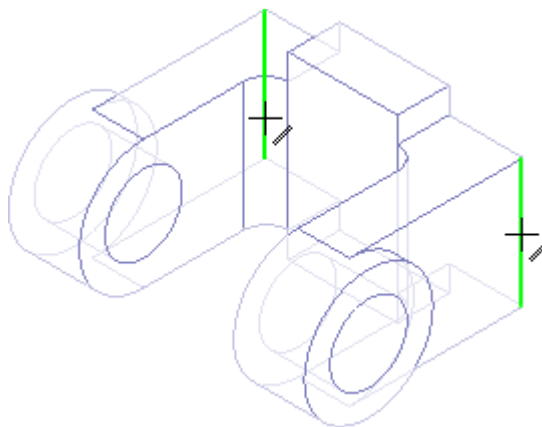
1. Нажмите кнопку **Скругление**  на панели **Редактирование детали** .

2. В поле **Радиус** на **Панели свойств** введите значение **23 мм**.

3. Нажмите кнопку **Невидимые линии тонкие**  на панели **Вид**. Невидимые ребра модели будут отображаться более светлым цветом.

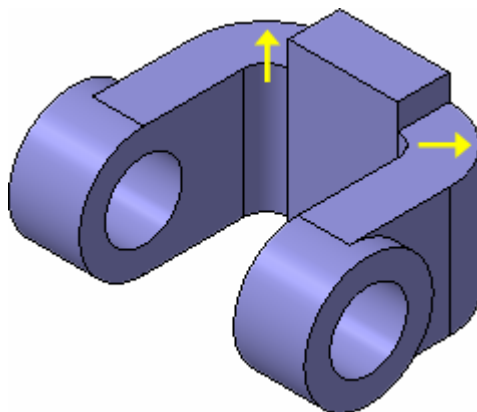


4. Укажите два внешних ребра на проушинах




5. Нажмите кнопку **Создать объект** 

6. Вновь установите режим отображения **Полутоновое**.



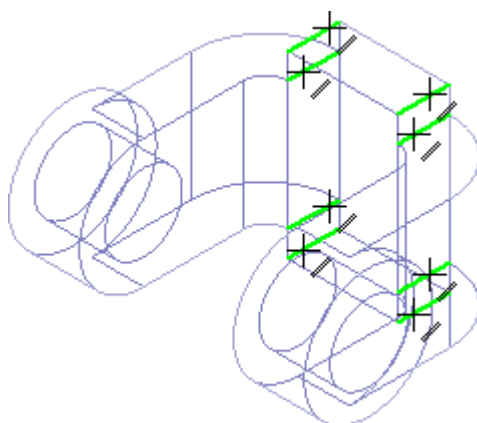
Задание 10. Скругление ребер основания

1. Нажмите кнопку **Каркас**  на панели **Вид**. После этого станут видны все ребра модели.



2. Нажмите и удерживайте нажатой кнопку **<Ctrl>** на клавиатуре.
3. Укажите восемь ребер на основании.

Если вы испытываете затруднения при выборе ребер, увеличьте масштаб отображения модели вращением колесика мыши, или поверните модель.

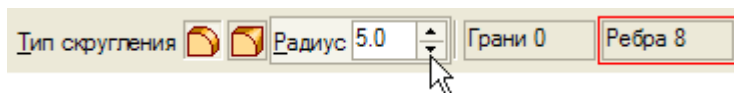


4. Отпустите кнопку **<Ctrl>**. В окне модели указанные ребра будут выделены цветом.

5. Нажмите кнопку **Скругление** .

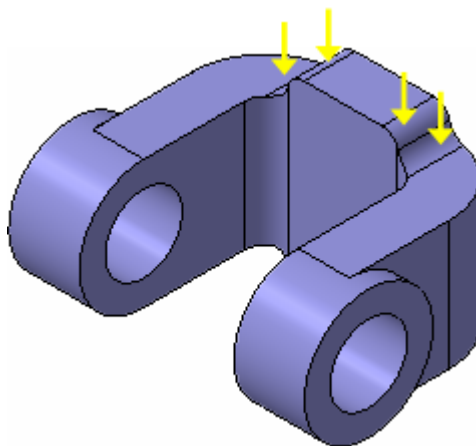
6. С клавиатуры введите значение 5 мм. Значение появится в поле **Радиус** на **Панели свойств**.

7. Убедитесь, что в справочном поле на **Панели свойств** отображается информация о выборе восьми ребер.



8. Нажмите кнопку **Создать объект** .

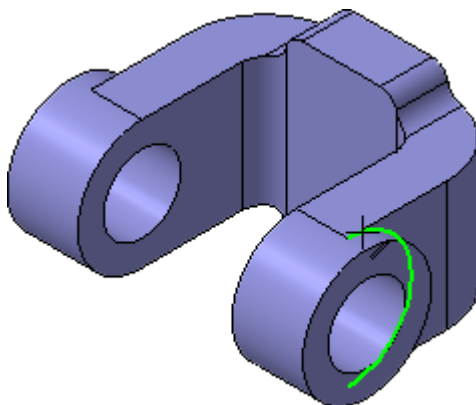
9. Установите режим отображения **Полутоновое** .



Задание 11. Вращение модели мышью

1. Нажмите кнопку **Скругление** .

2. Укажите ребро на правой проушине.



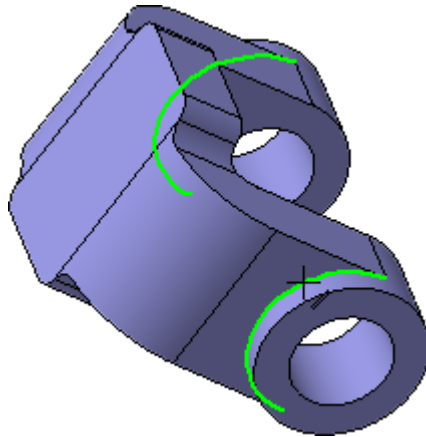
3. Поместите курсор рядом с моделью и нажмите колесико мыши до щелчка, при этом курсор изменит свою форму.

4. Оставляя колесико в нажатом состоянии, перемещайте мышь – модель начнет поворачиваться.

5. Поверните деталь так, чтобы стало видно ребро на правой проушине.

6. После того, как модель примет нужную ориентацию отпустите колесико мыши.

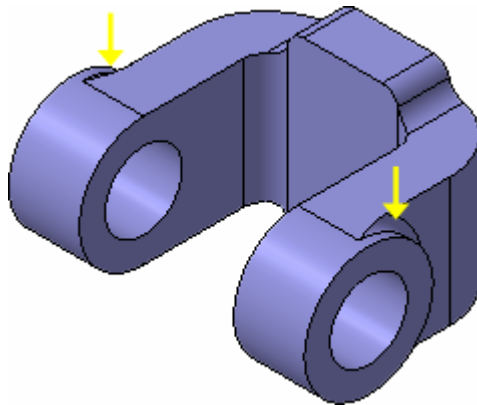
7. Укажите второе ребро.



8. В поле **Радиус** введите значение 3 мм.

9. Нажмите кнопку **Создать объект** .

10. Установите ориентацию **Изометрия XYZ**.

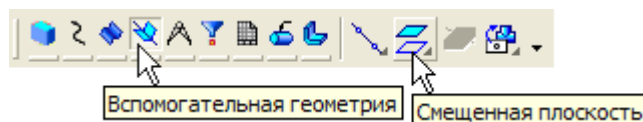


Задание 12. Создание конструктивной плоскости

Для размещения эскиза следующего элемента потребуется создать дополнительную конструктивную плоскость.

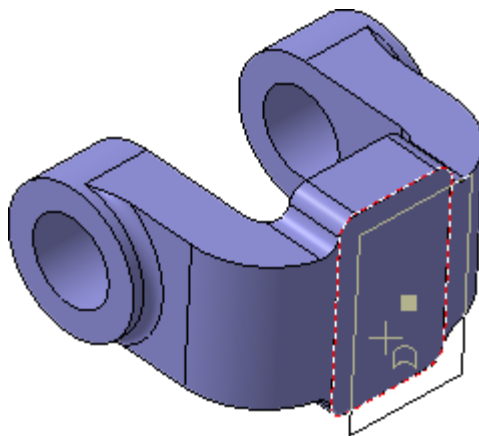
1. Нажмите кнопку **Вспомогательная геометрия**  на **Панели переключения**.

2. Нажмите кнопку **Смещенная плоскость** .

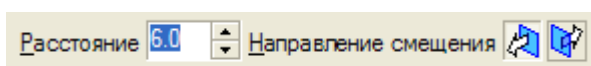


3. Разверните модель в пространстве так, чтобы стала видна обратная грань основания детали.

4. Укажите грань.




5. В поле **Расстояние** на **Панели свойств** введите значение 6 мм





6. Нажмите кнопку **Создать объект** .

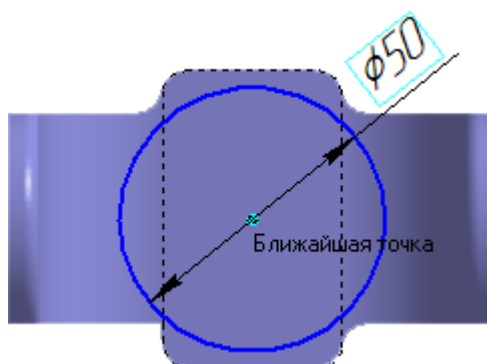
7. Нажмите кнопку **Прервать команду** .

Задание 13. Выдавливание до ближайшей поверхности

1. В Дереве модели укажите элемент **Смещенная плоскость:1** и нажмите кнопку **Эскиз** .

2. В эскизе постройте окружность  с центром в точке начала координат.

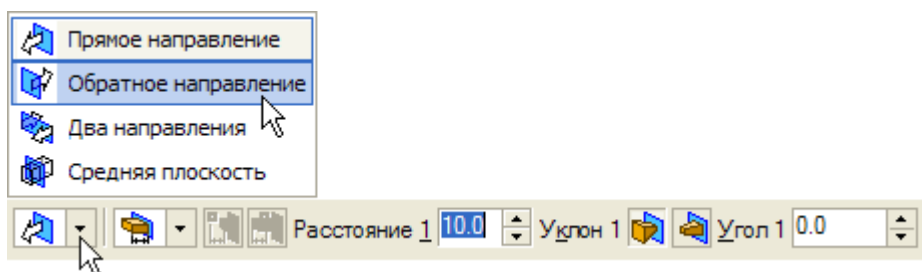
3. Проставьте диаметральный размер  и присвойте ему значение 50 мм.



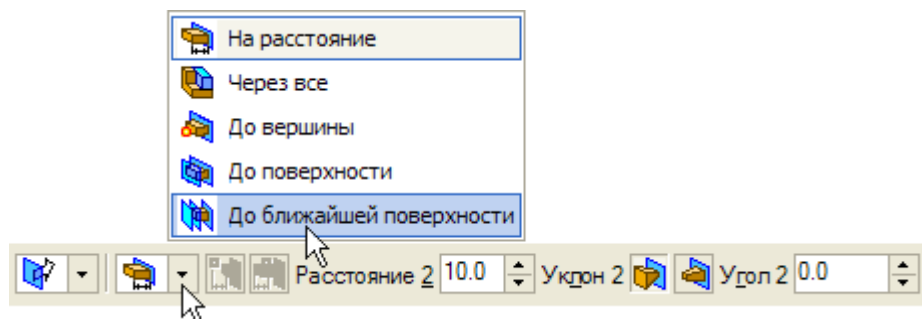
4. Закройте эскиз .

5. Нажмите кнопку **Операция выдавливания** .

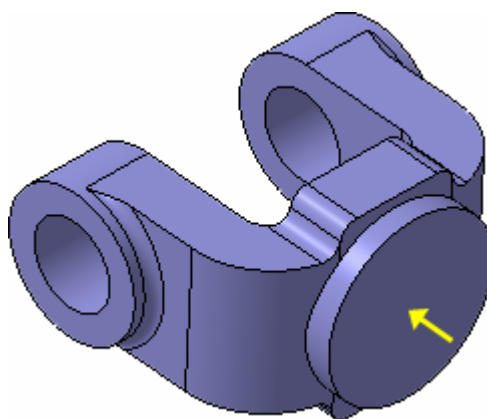
6. На **Панели свойств** откройте список **Направление построения** и укажите **Обратное направление**.



7. Откройте список **Способ построения** и укажите **До ближайшей поверхности**.



8. Нажмите кнопку **Создать объект** .



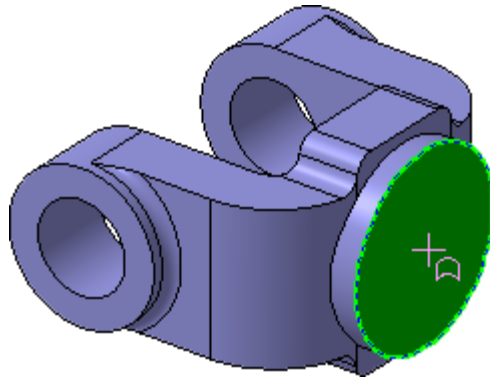
При желании конструктивные плоскости можно убрать с экрана. Для этого нужно выполнить команду Вид – Скрыть – Конструктивные плоскости.




Задание 14. Использование характерных точек

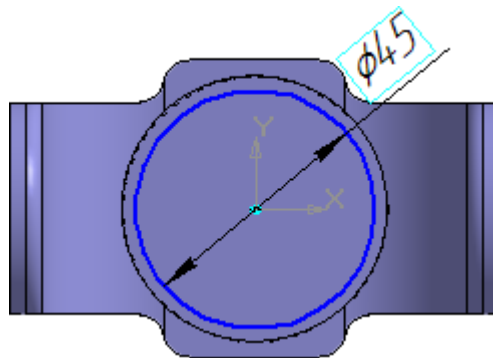
При создании и редактировании трехмерных объектов можно задавать параметры этих объектов, "перетаскивая" их характерные точки мышью.


1. Разверните модель в пространстве так, чтобы стала видна плоская грань бобышки.

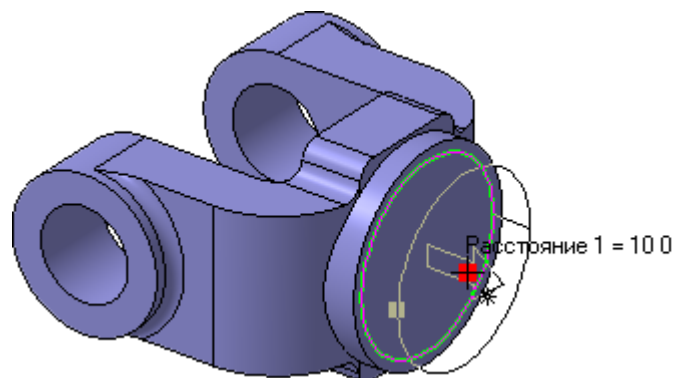
2. Укажите грань и нажмите кнопку **Эскиз** .



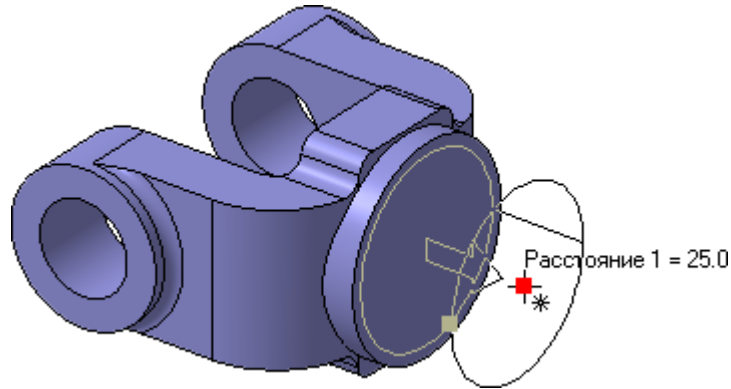
3. В эскизе постройте окружность  с центром в точке начала координат.
4. Проставьте диаметральный размер  и присвойте ему значение **45** мм.
5. Закройте эскиз .



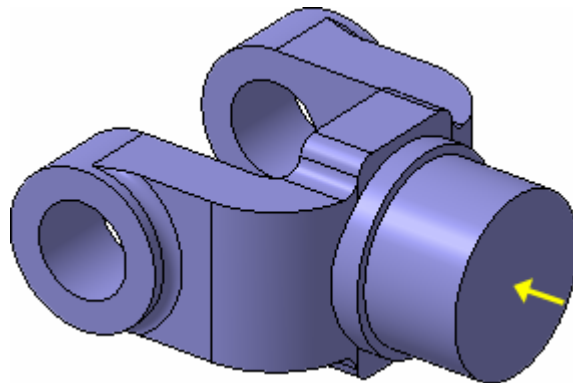
6. Нажмите кнопку **Операция выдавливания** .
7. Установите **Прямое** направление выдавливания.
8. Для активизации центральной точки, соответствующей расстоянию выдавливания, подведите к ней курсор мыши.
9. После того, как точка будет выделена и рядом с ней появится надпись, содержащая имя и значение параметра, нажмите левую кнопку мыши.



10. Не отпуская кнопку, перемещайте мышь вправо. После того, как нужное значение **25** мм будет достигнуто, отпустите кнопку мыши



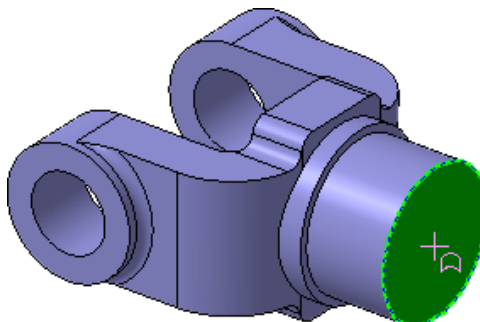
11. Нажмите кнопку **Создать объект** .



Задание 15. Добавление глухого отверстия

С помощью команды **Вырезать выдавливанием**  можно построить простые цилиндрические отверстия. Для построения отверстий более сложной формы следует пользоваться специальной командой **Отверстие**.

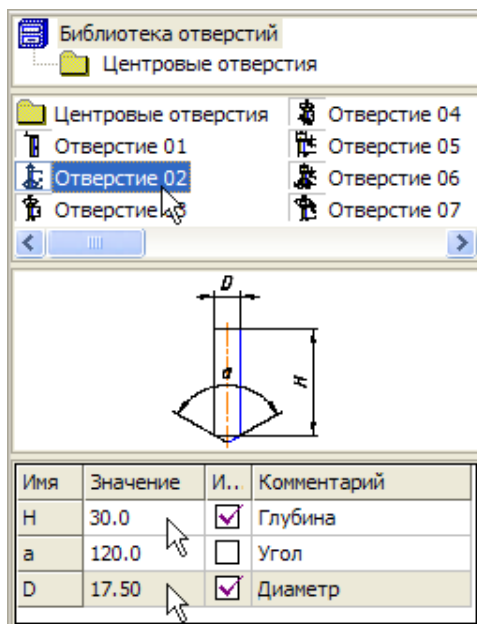
1. Разверните модель и укажите грань.




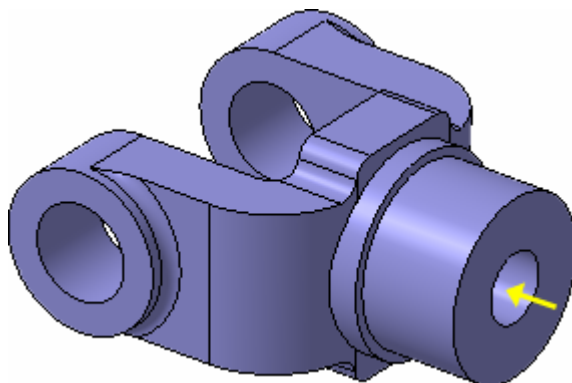
2. Нажмите кнопку **Отверстие**  на панели **Редактирование детали** .

3. В окне **Библиотеки** отверстий укажите **Отверстие 02**.

4. В таблице параметров задайте глубину отверстия Н 30 мм и его диаметр D 17,5 мм.





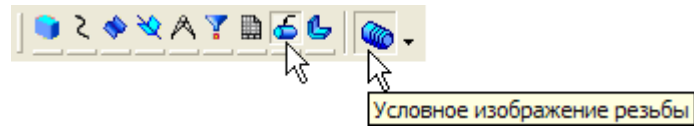
5. По умолчанию центр отверстия совмещается с точкой начала координат эскиза – просто нажмите кнопку **Создать объект** .



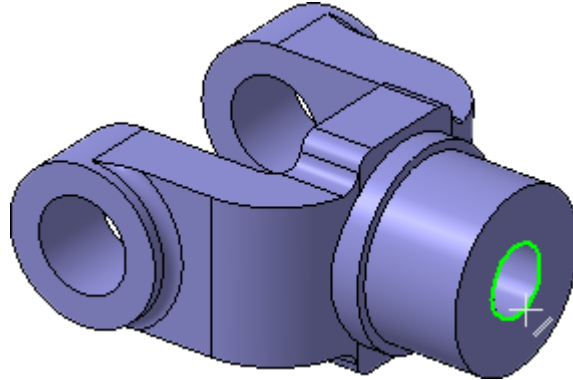
Задание 16. Создание обозначения резьбы

КОМПАС-3D позволяет создать условное изображение резьбы на цилиндрической или конической поверхности детали для правильного ее отображения на чертеже.

1. Нажмите кнопку **Условное изображение резьбы**  на инструментальной панели **Условные обозначения** .

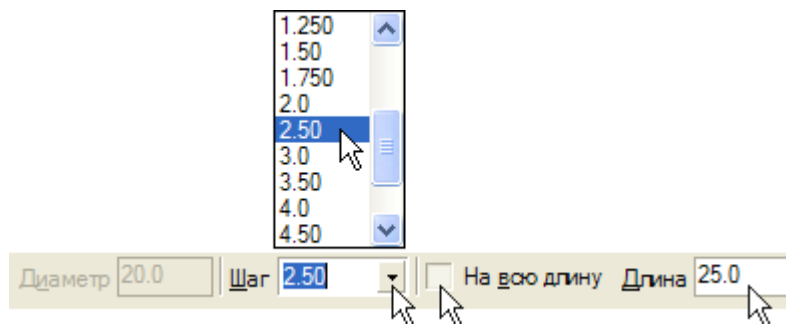


2. Укажите круглое ребро на отверстии.

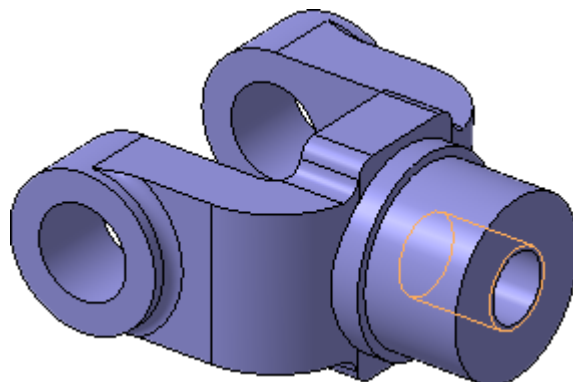


3. Раскройте список **Шаг** и укажите значение **2,5** мм.

4. Отключите флажок **На всю длину**. В поле **Длина** введите значение **25** мм.



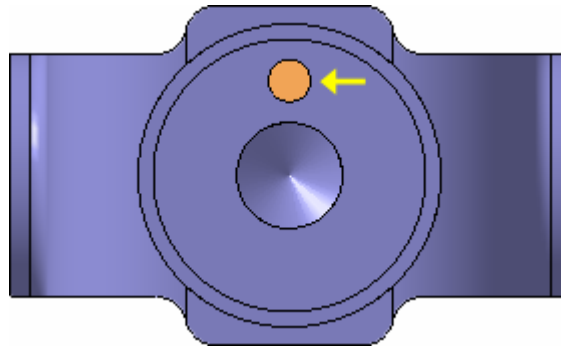
5. Нажмите кнопку **Создать объект** .



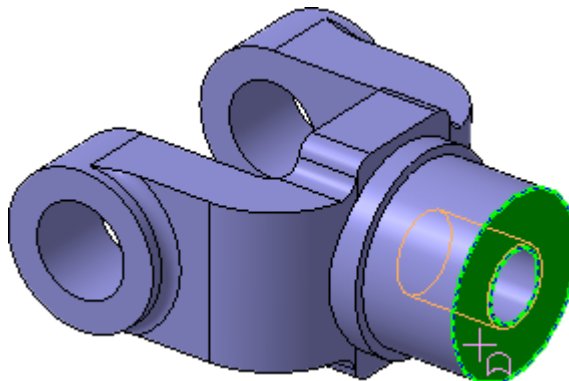
При желании изображения резьбы можно убрать с экрана. Для этого нужно выполнить команду **Вид – Скрыть – Изображения резьбы**. Это не повлияет на ее отображение на чертежах.


Задание 17. Использование переменных и выражений

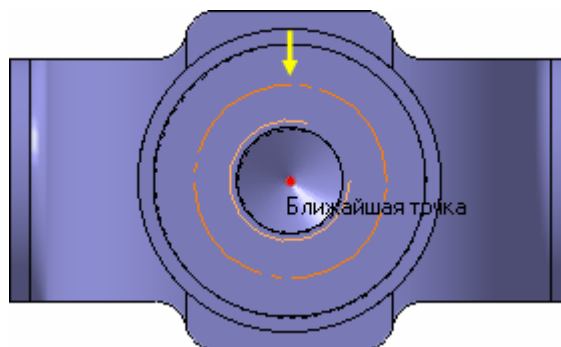
На кольцевой грани, получившейся после вычитания отверстия, нужно построить небольшую цилиндрическую бобышку так, чтобы она постоянно находилась посередине между внешним и внутренним ребрами грани в вертикальном направлении. Этого можно добиться за счет использования в эскизе переменных и выражений.



1. Укажите грань и нажмите кнопку **Эскиз** .

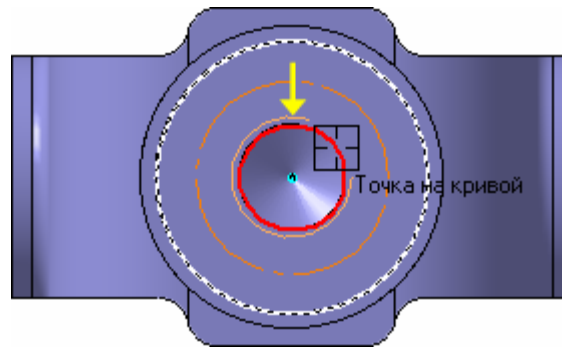


2. Постройте в эскизе окружность  стилем линии **Осевая** с центром в точке начала координат. Радиус окружности укажите произвольно.



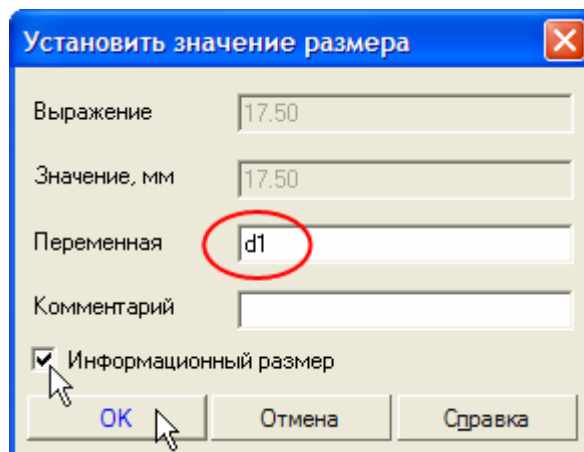
3. Нажмите кнопку **Авторазмер** .

4. Укажите круглое ребро отверстия.



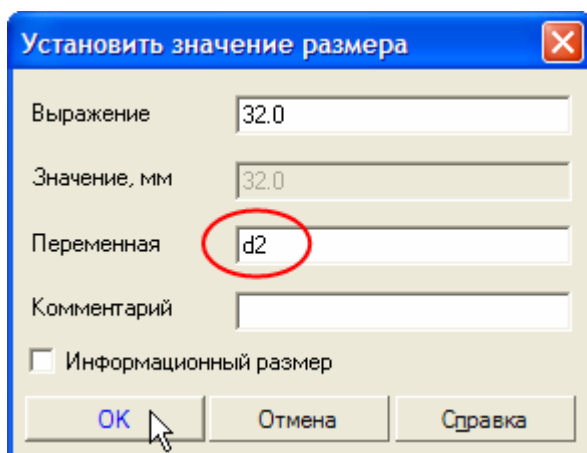
5. Задайте положение размерной надписи.

6. В поле **Переменная** диалогового окна **Установить значение размера** введите имя переменной **d1**, включите флажок **Информационный размер** и нажмите кнопку **ОК**.

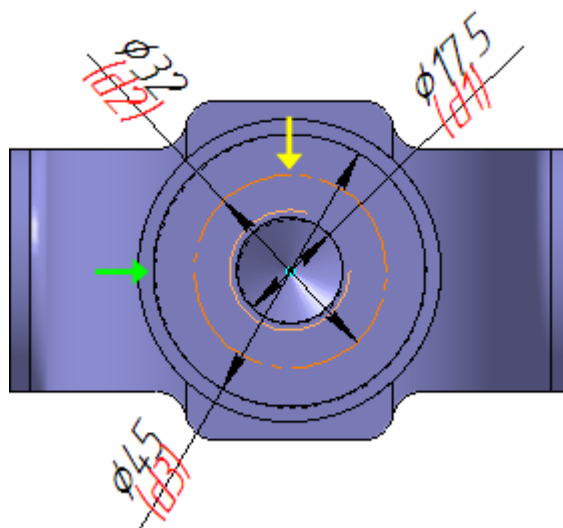


*Включение опции означает, что размер будет информационным. Поле **Выражение** для информационного размера недоступно, так как его значение зависит от размера геометрического объекта, к которому он проставлен. В данном случае диаметр ребра уже определен диаметром резьбового отверстия и может быть изменен только при редактировании этого отверстия.*


7. Проставьте диаметральный размер к осевой окружности и присвойте ему имя переменной **d2**. Значение в поле **Выражение** оставьте без изменений – это текущий диаметр осевой окружности.



8. Проставьте диаметральный размер к круглому ребру цилиндрической бобышки, присвойте ему имя переменной **d3**, включите флажок **Информационный размер**.

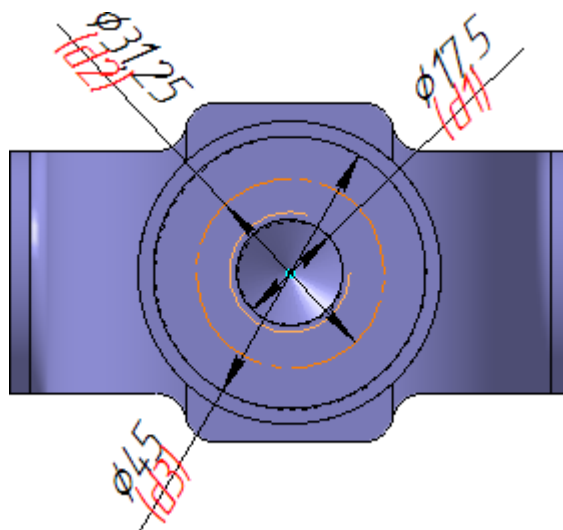


Задание 18. Использование переменных и выражений

1. Нажмите кнопку **Переменные**  на панели **Стандартная**. На экране появится окно **Переменные** для работы с переменными и выражениями.
2. Щелчком на символе раскройте "ветвь" **Деталь**. Ниже откроется список всех элементов, составляющих модель.
3. Щелчком на символе раскройте "ветвь" самого последнего эскиза – **Эскиз:9**. Ниже откроется список всех переменных, созданных в эскизе.
4. Щелчком мыши сделайте текущей ячейку **Выражение** для переменной **d2** и введите выражение **0.5*(d3+d1)**.
5. После ввода выражения нажмите клавишу **<Enter>** на клавиатуре.



Переменные				
Имя	Выражение	Значение	Параметр	Комментарий
Деталь (Тел-1)				
Плоскость XY				
Плоскость ZX				
Плоскость ZY				
Начало координат				
Операция выдавливания: 1				
Операция выдавливания: 2				
Отверстие:				
Условное изображение резьбы: 1				
Эскиз: 9				
v.123				
d1	17.50	17.50		
d2	$0.5*(d1+d3)$	31.250		
d3	45.0	45.0		

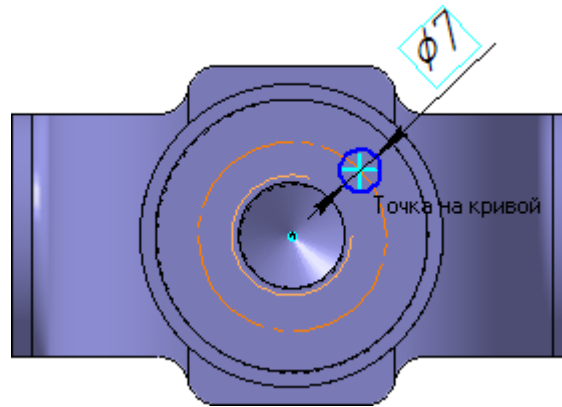
Система выполнит введенное выражение и диаметр осевой окружности примет значение **31,25** мм.





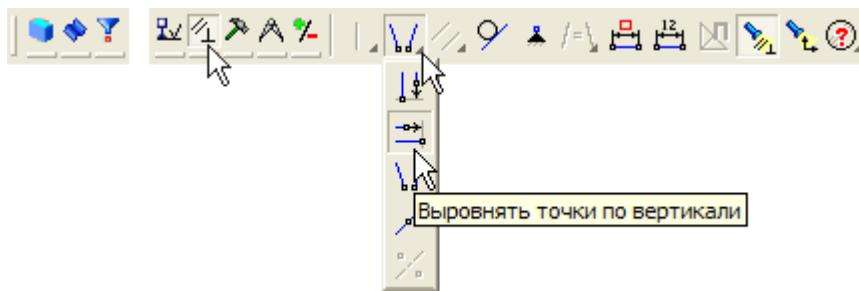
6. Закройте окно для работы с переменными и выражениями .

Задание 19. Создание массивов по концентрической сетке

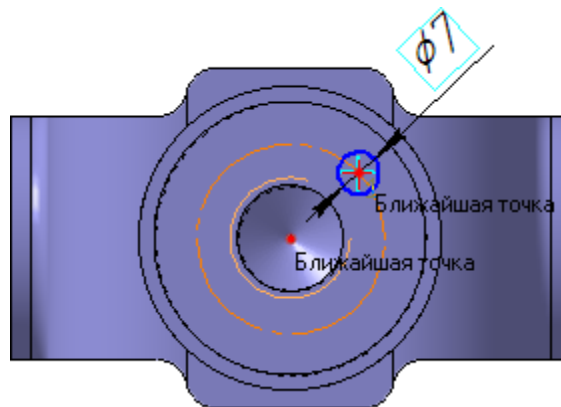
1. Нажмите кнопку **Окружность**  на панели **Геометрия** .
2. Укажите центр окружности на осевой окружности с помощью привязки **Точка на кривой**.
3. Радиус окружности укажите произвольно.
4. Проставьте к окружности диаметральный размер и присвойте ему значение **7 мм** (на следующих рисунках прочие размеры условно не показаны).



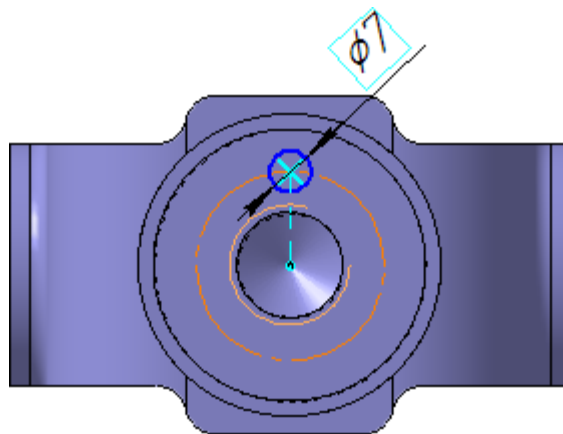
5. Нажмите кнопку **Выровнять точки по вертикали**  на Расширенной панели команд параметризации точек панели **Параметризация** .





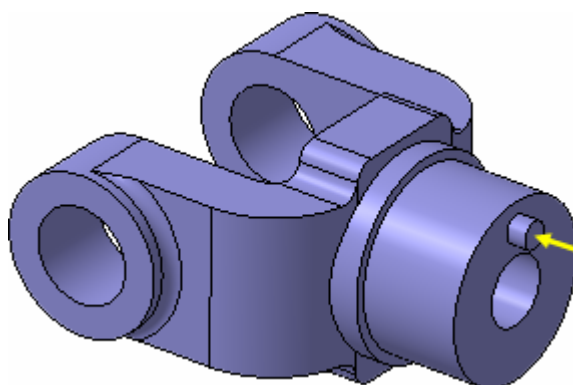
6. С помощью привязки **Ближайшая точка** укажите центральную точку окружности и точку начала координат эскиза.





После этого указанные точки будут выровнены в вертикальном направлении.

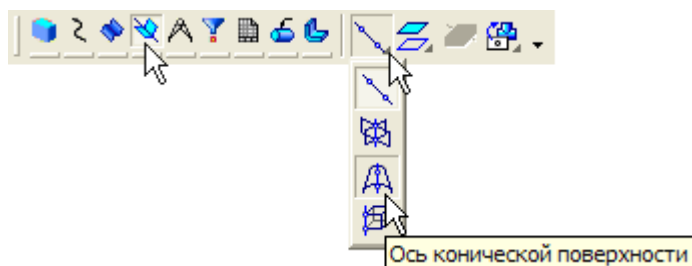


7. Закройте эскиз  и выдавите  его в прямом направлении на **5 мм**. Этот элемент будет исходным компонентом концентрического массива.



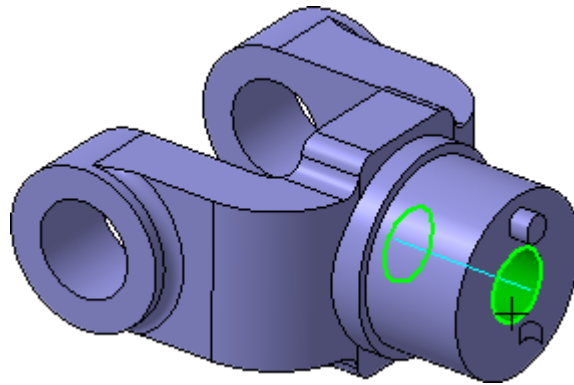
Для создания массива по концентрической сетке, в модели необходимо создать элемент вспомогательной геометрии – конструктивную ось.



8. Нажмите кнопку **Ось конической поверхности**  на Расширенной панели команд построения конструктивных осей панели **Вспомогательная геометрия**  .



9. Укажите цилиндрическую грань отверстия – система построит ось.

10. Нажмите кнопку **Прервать команду**  .



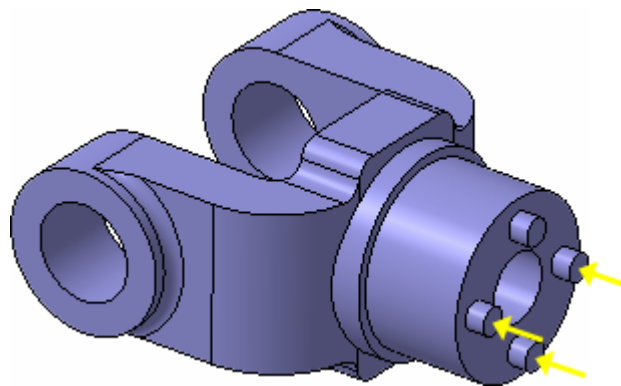
11. Нажмите кнопку **Массив по концентрической сетке**  на Расширенной панели команд создания массивов панели **Редактирование детали** .



12. В Дереве модели укажите элементы **Ось конической поверхности: 1** и **Операция выдавливания: 7**.

13. Убедитесь, что поле **N2 – Количество по кольцевому направлению** на Панели свойств содержит значение **4**.

14. Нажмите кнопку **Создать объект** .

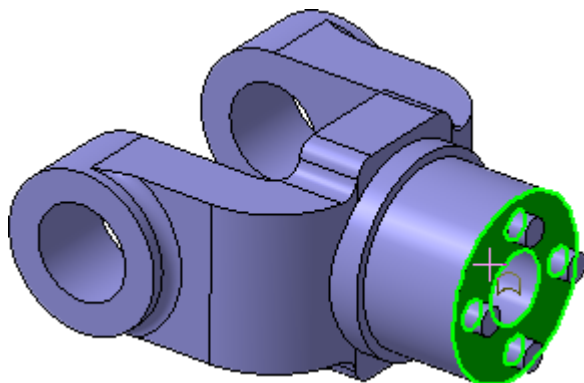


*При желании изображения конструктивных осей можно убрать с экрана. Для этого нужно выполнить команду **Вид – Скрыть – Конструктивные оси**.*

Задание 20. Создание канавки



К детали необходимо добавить массив из четырех канавок, смещенный относительно массива бобышек на 45 градусов.



1. Укажите грань и нажмите кнопку **Эскиз** .



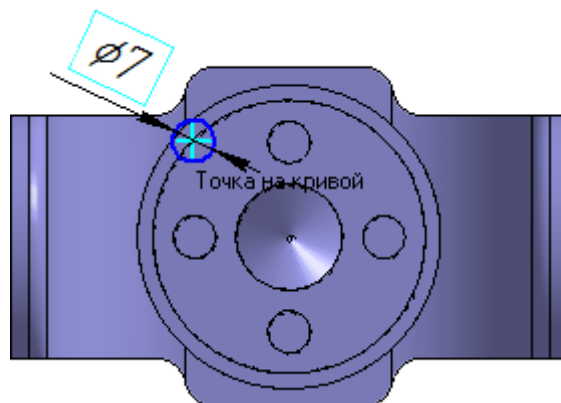
2. Нажмите кнопку **Окружность**  на панели **Геометрия** .

3. С помощью привязки **Точка на кривой** укажите центр окружности на внешнем круглом ребре большой цилиндрической бобышки.

В отдельных случаях, вместо универсальной команды **Авторазмер** , удобнее использовать команды простановки размеров определенного типа, расположенные на инструментальной панели **Размеры** .

4. Нажмите кнопку **Диаметральный размер**  на инструментальной панели **Размеры** .

5. Укажите окружность, затем укажите положение размерной линии и присвойте размеру значение **7 мм**.

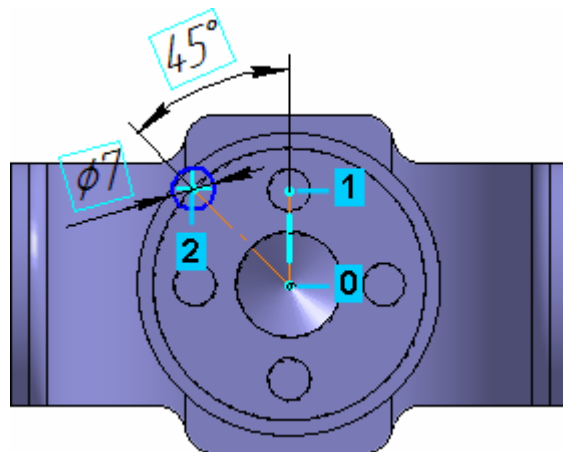


6. Нажмите кнопку **Отрезок**  на панели **Геометрия** .

7. Постройте отрезок **0–1** из точки начала координат эскиза до центра круглого ребра вертикальной бобышки.

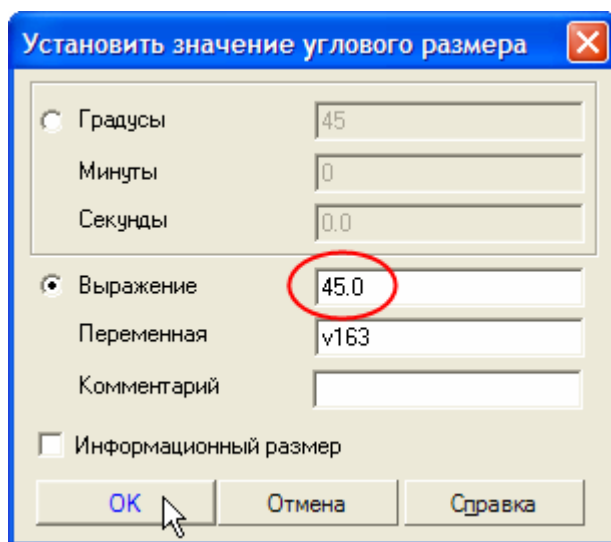
8. Постройте отрезок **0–2** из точки начала координат эскиза до центра окружности.

9. Измените стиль отрезков с **Основная** на **Осевая**.





10. Нажмите кнопку **Угловой размер**  на панели **Размеры** .

11. Укажите осевые отрезки, затем укажите положение размерной линии и присвойте размеру значение **45** градусов.

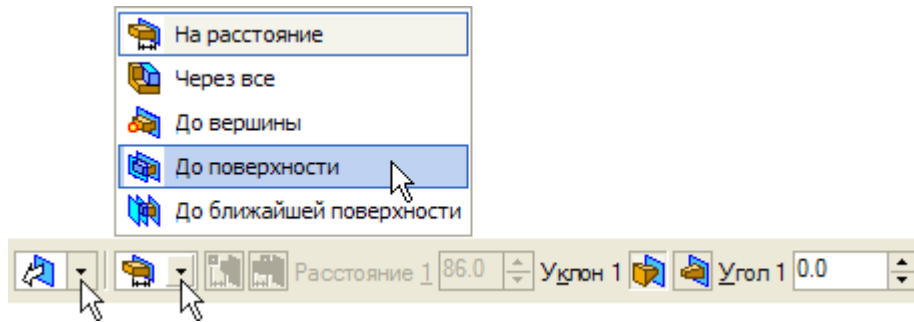


12. Закройте эскиз .

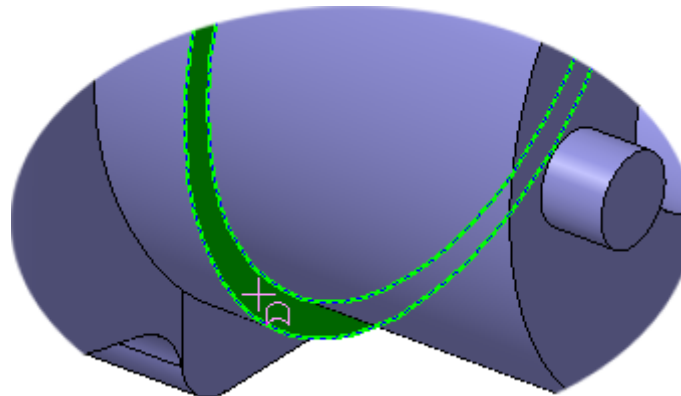
13. Нажмите кнопку **Вырезать выдавливанием**  на панели **Редактирование детали** .

14. Проверьте состояние поля **Направление построения** и убедитесь, что установлено **Прямое направление**.

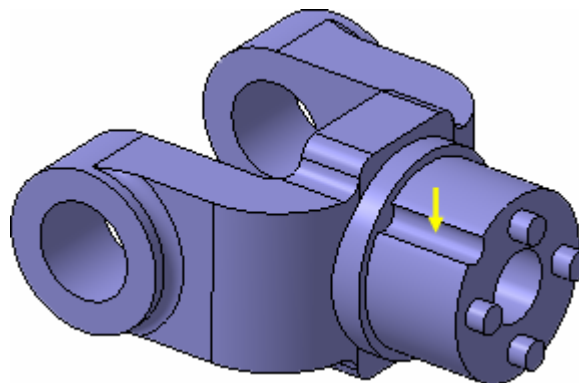
15. Откройте список **Тип построения** и укажите **До поверхности**.



16. В модели укажите узкую кольцевую грань круглой бобышки.



17. Нажмите кнопку **Создать объект** .



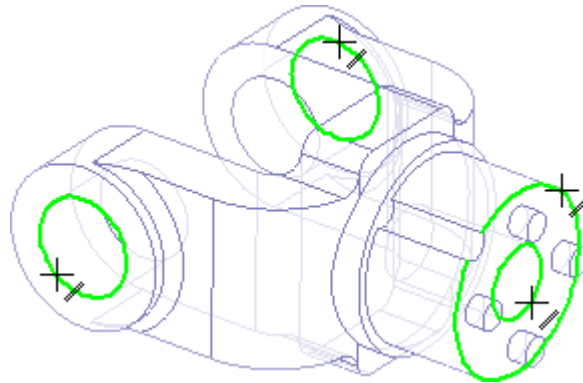
Задание 21. Добавление фасок

1. Нажмите кнопку **Фаска**  на Расширенной панели команд построения скруглений и фасок.

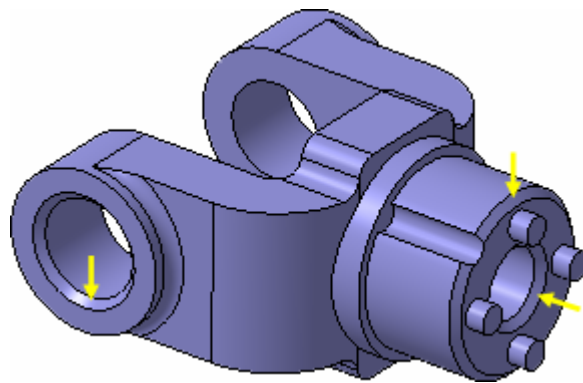


2. Введите значение длины фаски **2 мм**, нажмите клавишу **<Enter>**.



3. В модели укажите четыре ребра.

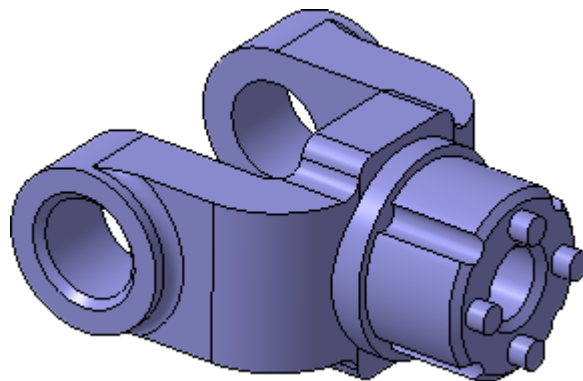


4. Нажмите кнопку **Создать объект** .





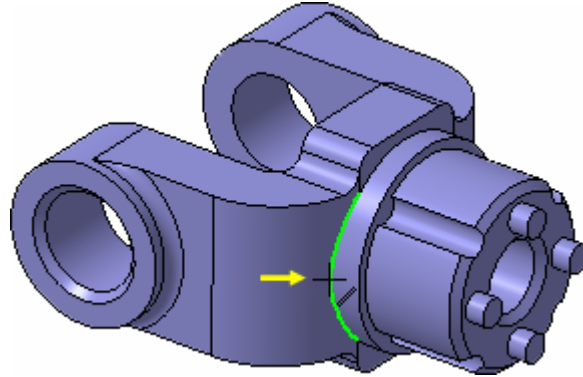
Задание 22. Создание массива канавок

1. Нажмите кнопку **Массив по концентрической сетке** .
2. В Дереве модели укажите элемент **Ось конической поверхности:1**.
3. Затем укажите элемент **Вырезать элемент выдавливания:2**.
4. Убедитесь, что поле **N2 – Количество по кольцевому направлению** на Панели свойств содержит значение **4**.
5. Нажмите кнопку **Создать объект** .

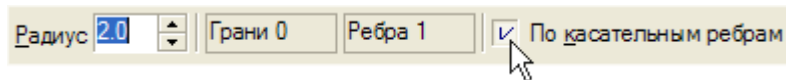


Задание 23. Скругление по касательным ребрам

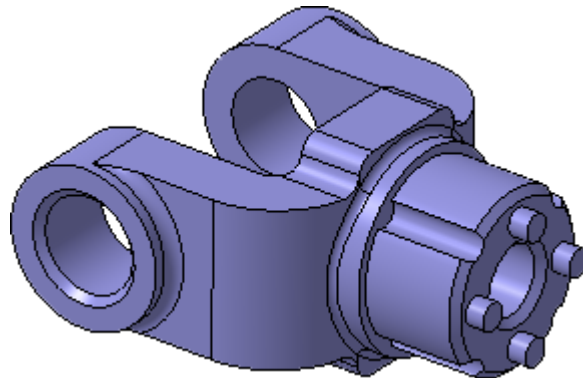
1. Нажмите кнопку **Скругление**  на панели **Редактирование детали** .
2. Задайте радиус скругления **2 мм**.
3. Укажите ребро в основании круглой бобышки.



4. Остальные ребра гладко сопряжены с указанным. Для их автоматического скругления включите флажок **По касательным ребрам** на Панели свойств.

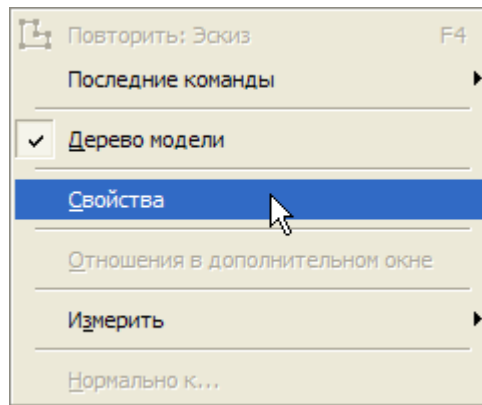


5. Нажмите кнопку **Создать объект** .



Задание 24. Определение свойств детали

1. Щелкните **правой** клавишей мыши в любом пустом месте окна модели.
2. Из контекстного меню выполните команду **Свойства**.

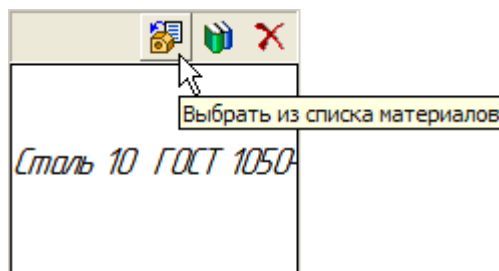


3. Введите обозначение и наименование детали, определите ее цвет.

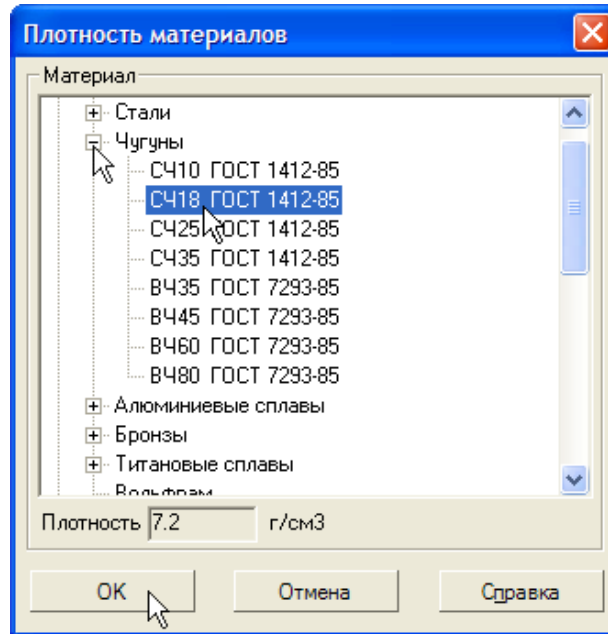



Задание 25. Выбор материала из списка материалов

1. Для определения материала, из которого изготовлена деталь, нажмите кнопку **Выбрать из списка материалов**.





2. В окне **Плотность материалов** раскройте раздел **Чугуны** и укажите марку материала.

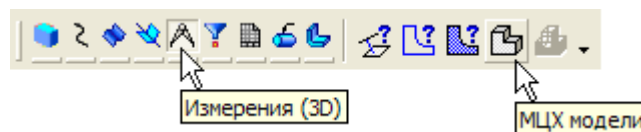


3. Для завершения диалога определения свойств детали нажмите кнопку **Создать объект** .

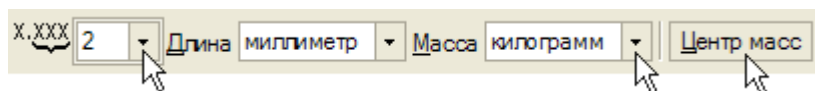
4. Нажмите кнопку **Сохранить**  на панели **Стандартная**.

Задание 26. Расчет МЦХ детали

1. Нажмите кнопку **МЦХ модели**  на инструментальной панели **Измерения** .



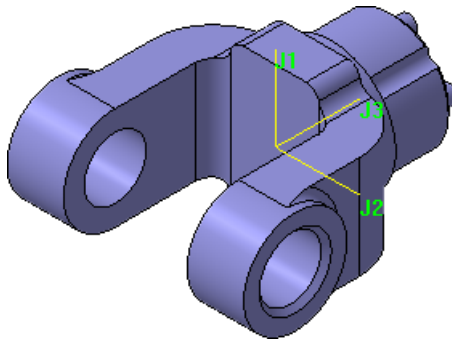
2. На **Панели свойств** задайте количество знаков после запятой, единицу измерения массы, нажмите кнопку **Центр масс**.



3. Ознакомьтесь с результатами расчетов.

МЦХ	
Вилка	
Площадь	S = 31318.38 мм ²
Объем	V = 158291.54 мм ³
Материал	СЧ18 ГОСТ 1412-85
Плотность	Ro = 0.00 кг/мм ³
Масса	M = 1.14 кг
Центр масс	Xc = -0.00 мм
	Yc = -0.00 мм
	Zc = 15.80 мм

Положение центра масс показано в окне модели специальным значком.

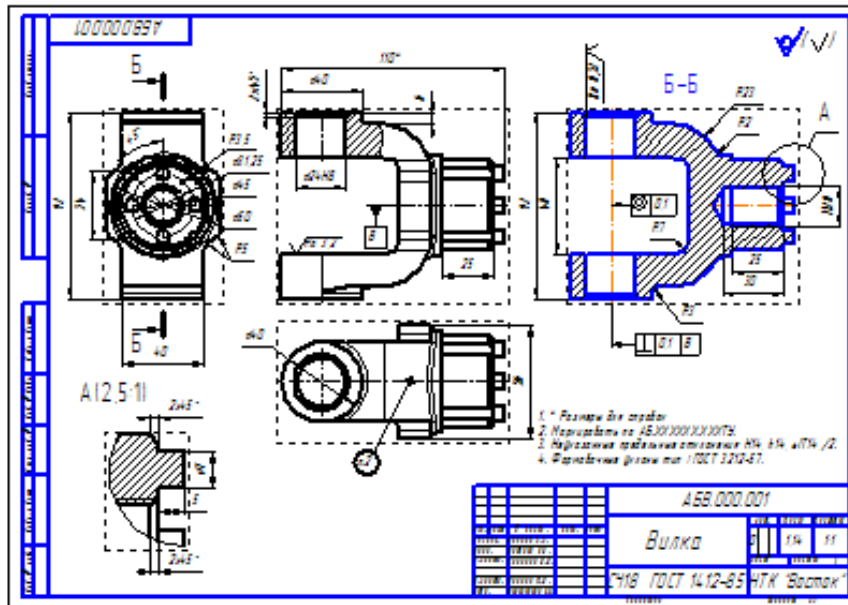


4. Нажмите кнопку **Прервать команду**  .

2. СОЗДАНИЕ РАБОЧЕГО ЧЕРТЕЖА

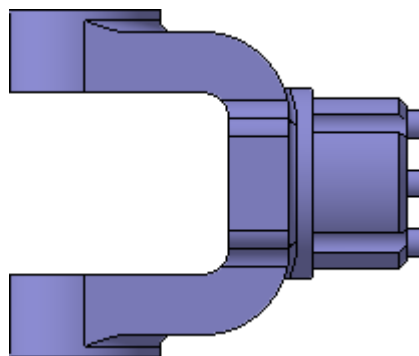
ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

В этом занятии необходимо создать следующий рабочий чертеж.



Задание 1. Выбор главного вида

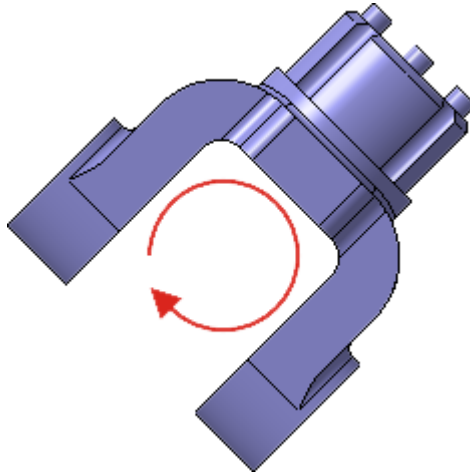
Конструктор может моделировать деталь, не принимая во внимание то, каким будет ее главный вид на чертеже. Предположим, что главный вид будет таким. Этой ориентации не соответствует ни одна из стандартных ориентаций.




Модель можно вращать не только с помощью мыши, но и с помощью **клавиатуры**. Это позволяет выполнить точный поворот в нужном направлении на нужный угол.

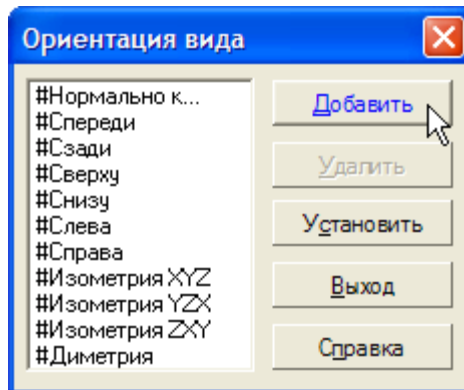
1. Установите стандартную ориентацию **Сверху**.
2. На клавиатуре нажмите и удерживайте нажатой клавишу **<Alt>**.
3. На клавиатуре нажимайте клавишу **<Стрелка влево>** – модель будет поворачиваться с шагом 15 градусов в плоскости экрана по часовой стрелке.

4. После того, как модель примет горизонтальную ориентацию, отпустите клавиши.

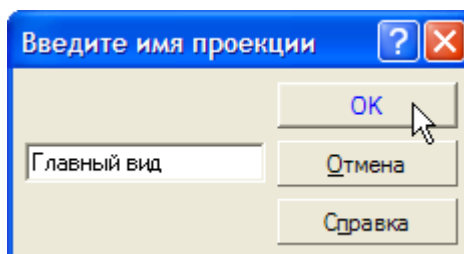


Любую текущую ориентацию можно сохранить как пользовательскую.

5. Нажмите кнопку **Ориентация**  на панели **Вид**.
6. В окне **Ориентация вида** нажмите кнопку **Добавить**.






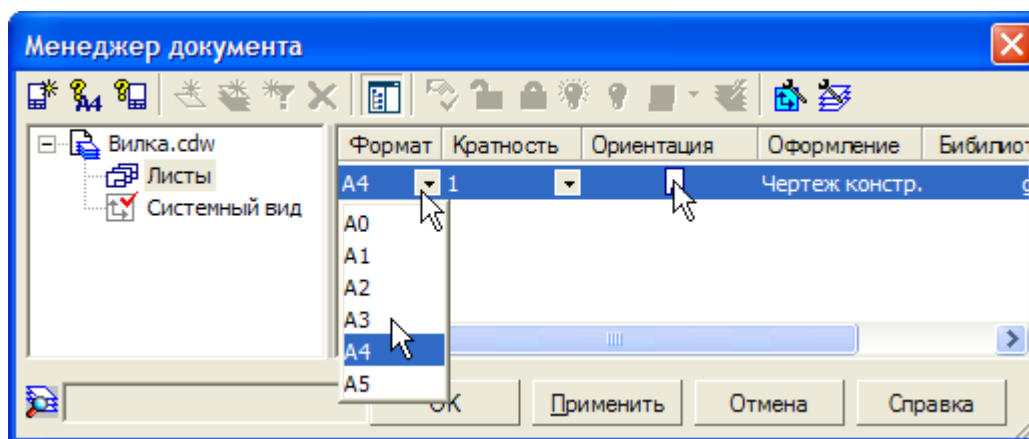
7. Введите имя проекции и нажмите кнопку **ОК**.



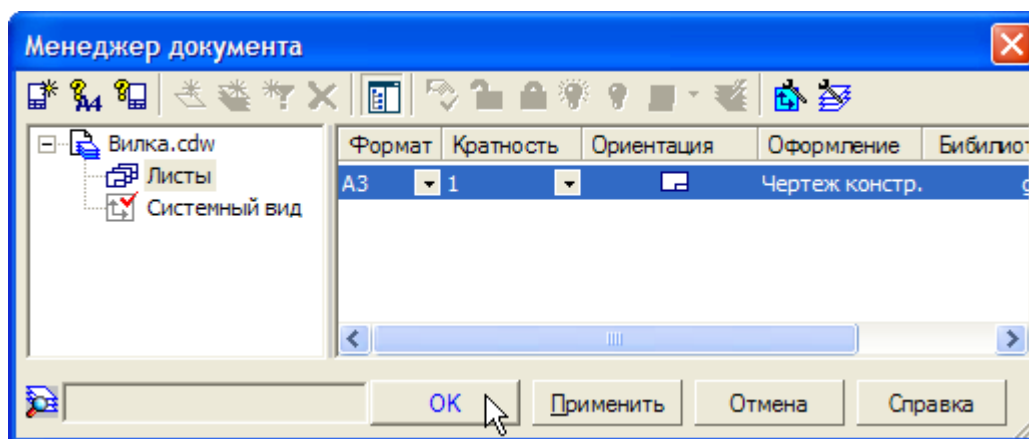
8. Нажмите кнопку **Выход**.
9. Сохраните  модель на диске.


Задание 2. Создание и настройка чертежа

1. Для создания нового чертежа выполните команду **Файл – Создать** или нажмите кнопку **Создать**  на панели **Стандартная**.
2. Укажите тип создаваемого документа **Чертеж** и нажмите кнопку **ОК**. На экране появится окно нового чертежа.
3. Сохраните  чертеж на диске под именем **Вилка** в той же папке, что и файл трехмерной модели.
4. Нажмите кнопку **Менеджер документа**  на панели **Стандартная**.
5. Щелкните мышью на строке параметров листа в правой части окна **Менеджера документа**.
6. Раскройте список форматов и укажите **A3**.
7. Щелкните на пиктограмме **Ориентация** для выбора горизонтальной ориентации листа.



8. Нажмите кнопку **ОК**.



9. Нажмите кнопку **Показать все**  на панели **Вид**.
Управление параметризацией

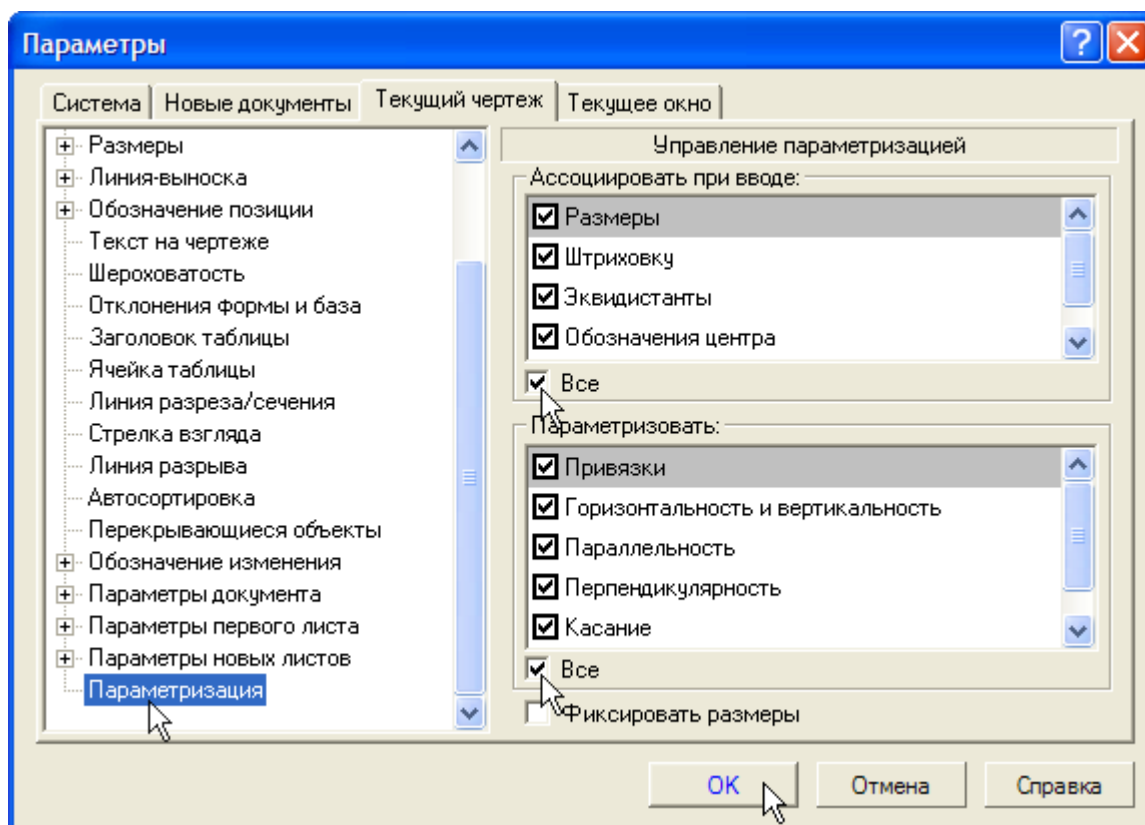
После создания всех необходимых видов, разрезов, выносных элементов чертеж необходимо оформить: проставить в нем размеры и технологические обозначения, провести осевые линии, построить обозначения центров отверстий и т. д. Между чертежом и моделью система формирует ассоциативную связь: любое изменение модели будет автоматически отображено на чертеже. Необходимо, чтобы при изменении модели автоматически изменялись значения размеров и их положение на чертеже, а также положение технологических обозначений. Для этого между геометрическими элементами в чертеже, размерами и обозначениями, необходимо сформировать ассоциативные связи. Это достигается за счет включения режима **параметризации**.

10. Выполните команду **Сервис – Параметры**. На экране будет открыто диалоговое окно **Параметры**.

11. На закладке **Текущий чертеж**, в левой части окна, сделайте текущей "ветвь" **Параметризация** в нижней части Древа параметров.

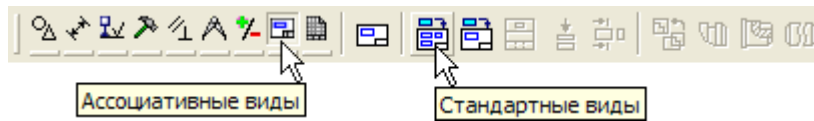
12. В правой части окна включите два флажка **Все** в группах **Ассоциировать при вводе** и **Параметризовать**.

13. Нажмите кнопку **ОК**.

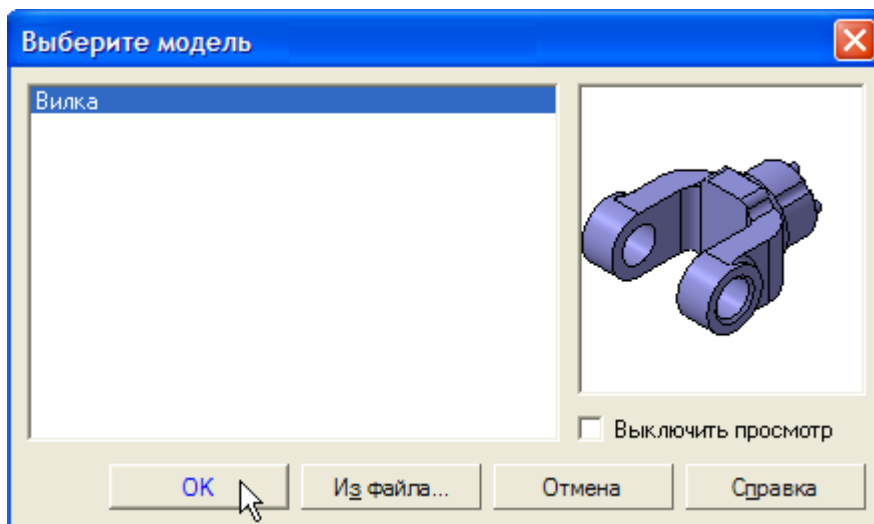


Задание 3. Создание стандартных видов

1. Нажмите кнопку **Стандартные виды**  на инструментальной панели **Ассоциативные виды** .

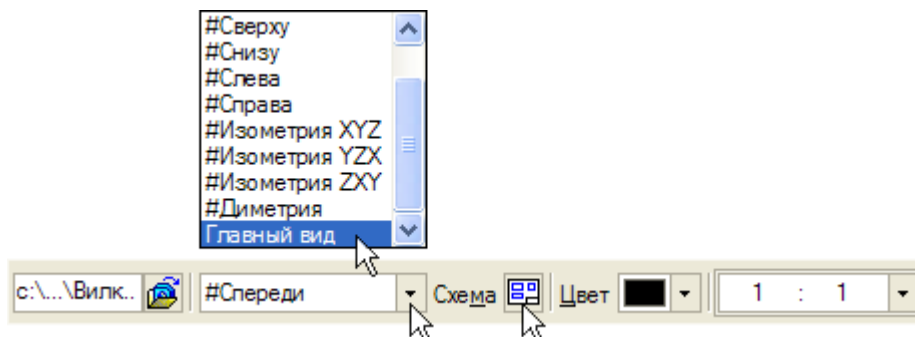


2. Если деталь **Вилка** открыта, просто нажмите **ОК**. В противном случае нажмите кнопку **Из файла** и укажите положение детали на диске.

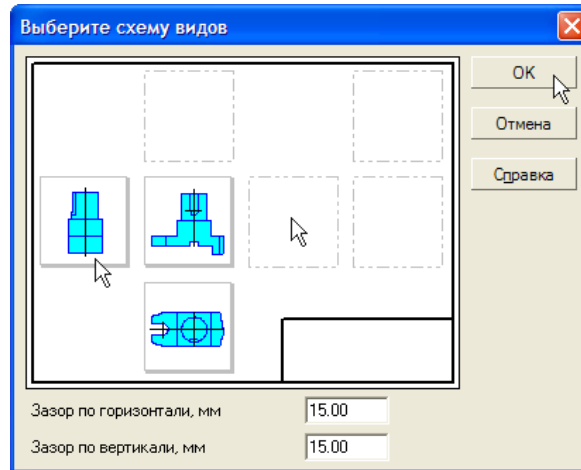



3. На **Панели свойств** выберите ориентацию изображения для главного вида – созданную в модели пользовательскую ориентацию **Главный вид**.

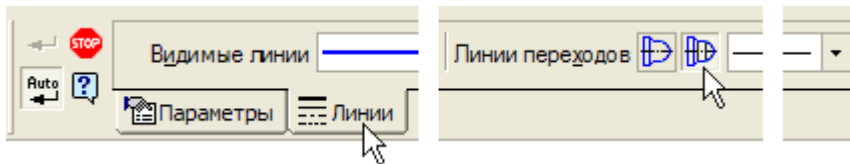
4. Нажмите кнопку **Схема видов**  для выбора нужных видов.



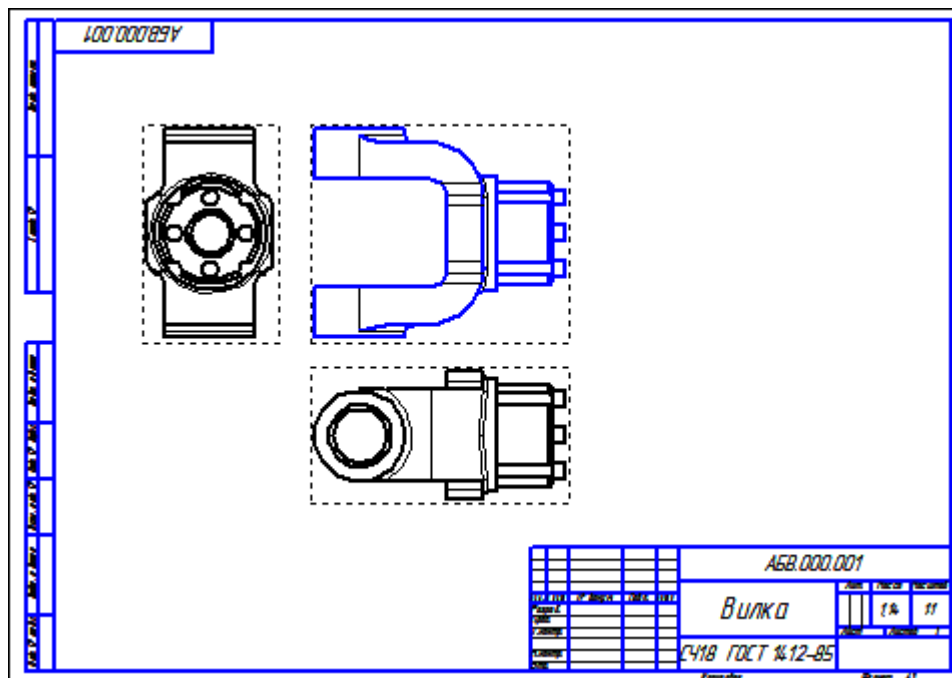
5. Откажитесь от создания вида **Слева** и включите создание вида **Справа**. Нажмите **ОК**.



6. На **Панели свойств** откройте закладку **Линии** и включите кнопку **Показывать**  в группе **Линии переходов**.



7. Укажите мышью положение видов на чертеже. Система построит указанные виды и заполнит ячейки штампа данными из 3D-модели.

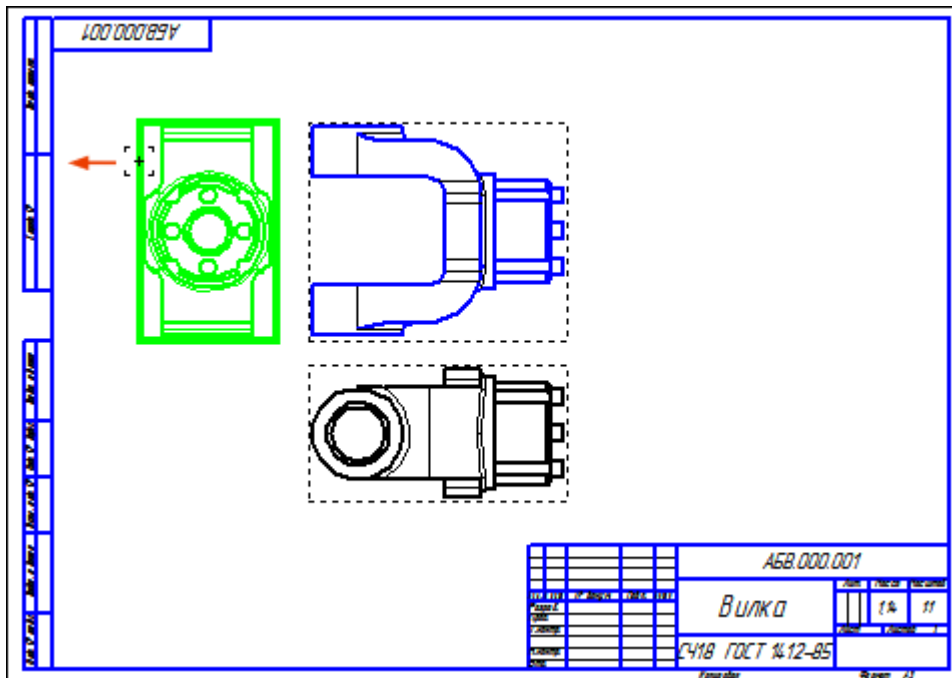


Задание 4. Создание разреза. Перемещение видов

1. Установите курсор на пунктирную рамку вида Справа.

Пунктирная рамка – это признак ассоциативного вида, то есть вида, связанного с 3D-моделью. Она не выводится на печать и является средством управления видом.

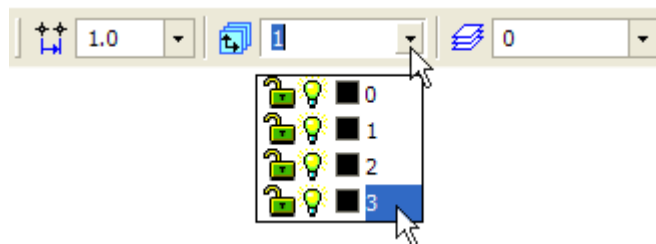
2. Нажмите левую клавишу мыши и, не отпуская клавишу, перетащите вид влево на свободное место. Так как виды находятся в проекционной связи, этот вид можно перемещать только в горизонтальном направлении.



3. Таким же образом опустите чуть ниже вид Сверху.


4. Щелчком мыши в любом свободном виде чертежа отметите выделение вида.

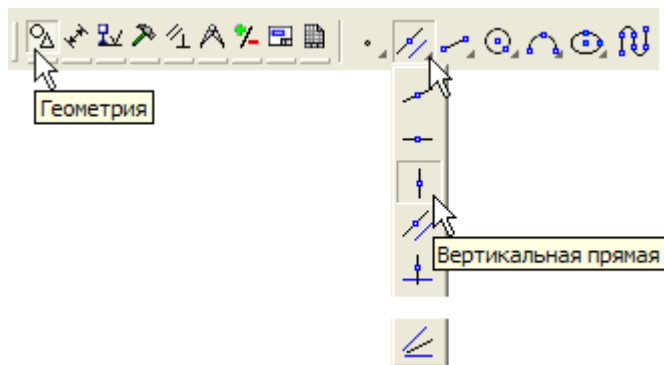
5. На панели Текущее состояние раскройте список Состояния видов и укажите вид номер 3.



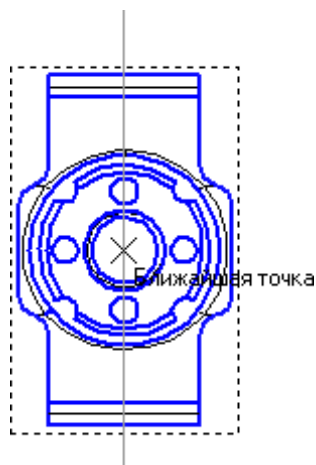
*Это очень важно!!! Один из видов чертежа является **текущим**. Все новые объекты создаются в текущем виде и далее принадлежат именно этому виду. Если вы ходите работать с каким-то определенным видом (проставлять в нем размеры, добавлять технологические обозначения и т. д.) **обязательно** сначала сделайте этот вид текущим.*



Линия разреза должна пройти точно через центр детали. Предварительно можно построить вспомогательную прямую и использовать ее в качестве объекта привязки при построении линии разреза.

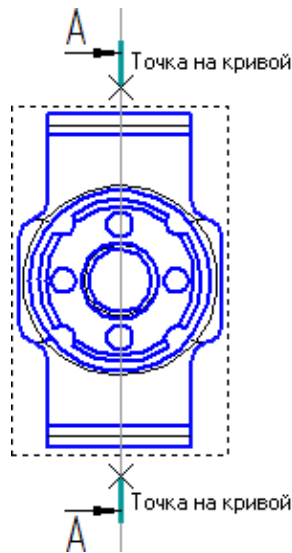
6. Нажмите кнопку **Вертикальная прямая**  на Расширенной панели команд построения вспомогательных прямых.



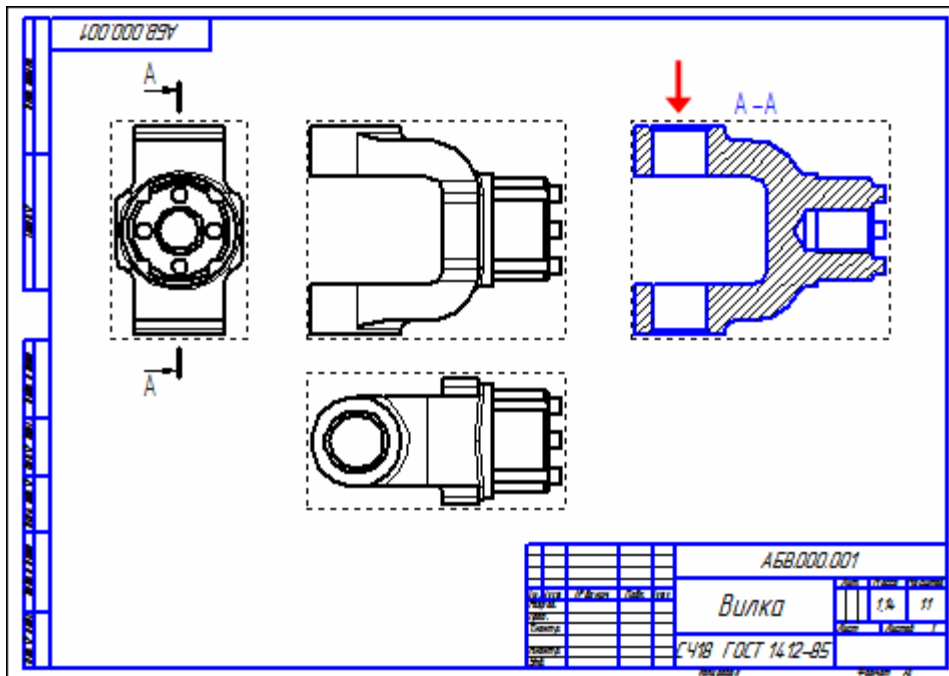
7. С помощью привязки **Ближайшая точка** укажите центральную точку детали.



8. С помощью команды **Линия разреза/Сечения**  на инструментальной панели **Обозначения** , постройте линию сечения **A-A**.




9. Система перейдет в режим автоматического построения разреза – укажите его положение на чертеже. Система создаст новый вид и сделает его текущим.

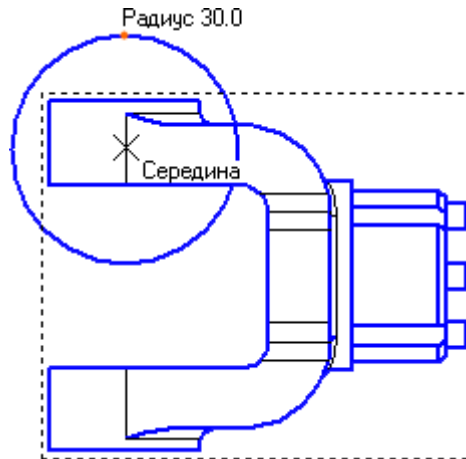




10. Удалите вспомогательную вертикальную прямую. Для этого выделите ее щелчком мыши и нажмите клавишу **<Delete>** на клавиатуре.

Задание 5. Создание местного разреза

1. Сделайте текущим вид номер 1 – главный вид детали.

2. Постройте окружность  на верхней проушине в том месте, где необходимо получить местный разрез.

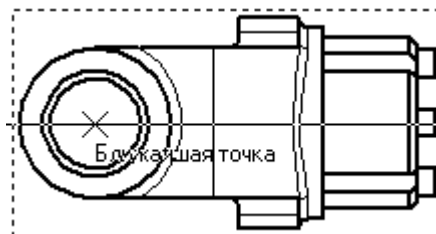


3. Нажмите кнопку **Местный разрез**  на инструментальной панели **Ассоциативные виды** .

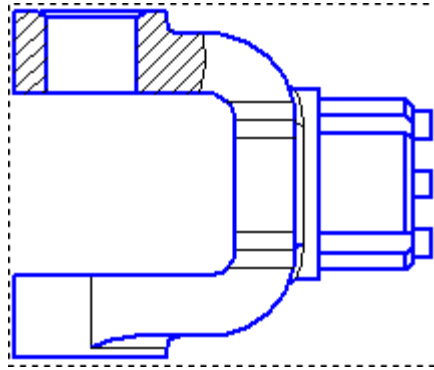


4. Укажите построенную окружность.



5. На виде **Сверху** укажите положение секущей плоскости местного разреза.

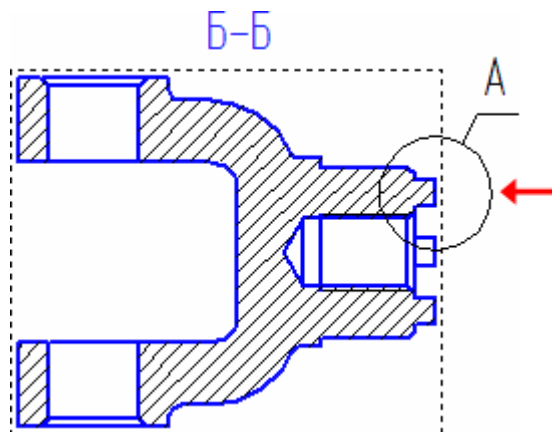


На главном виде чертежа система построит местный разрез.



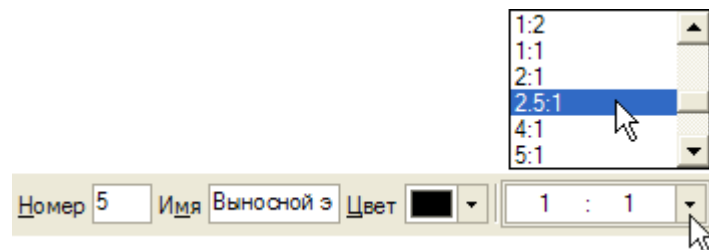
Задание 6. Создание выносного элемента

1. Сделайте текущим вид номер 4 – сечение А-А.
2. Нажмите кнопку **Выносной элемент**  на инструментальной панели **Обозначения** .
3. Постройте обозначение выносного элемента. Для этого укажите центральную точку контура выносного элемента, затем точку на контуре и точку начала полки.

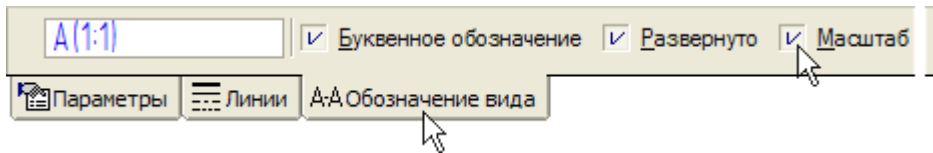


После этого система перейдет в режим автоматического построения выносного вида.

4. На **Панели свойств** раскройте список поля **Масштаб** и укажите масштаб увеличения **2.5:1**.

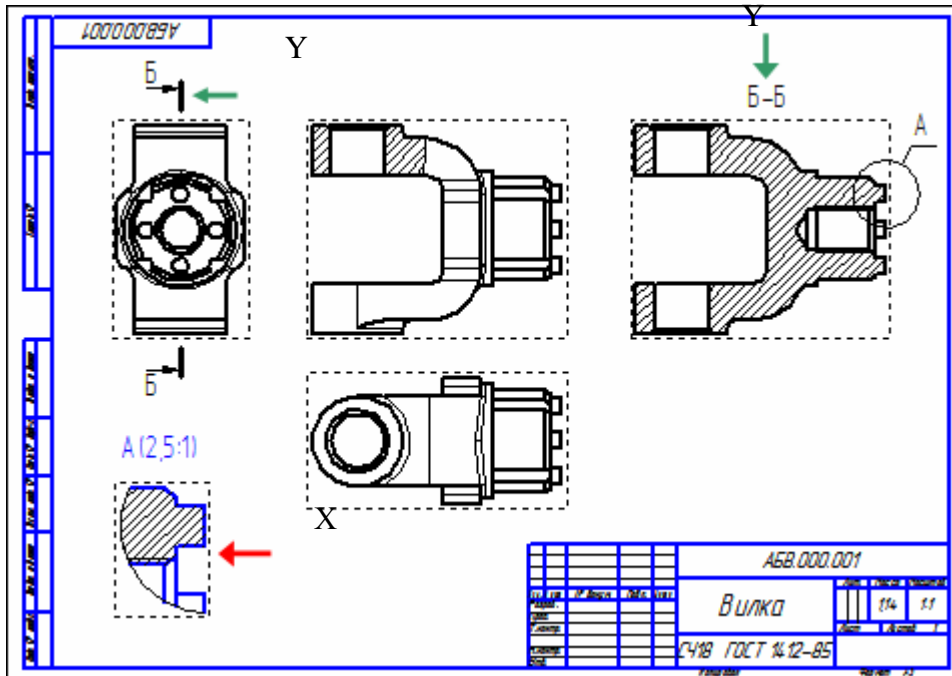


5. Откройте закладку **Обозначение вида**.
6. Включите флажок **Масштаб** для автоматического формирования текстовой ссылки на масштаб вида в его заголовке.



7. Укажите положение вида на чертеже (стрелка X).

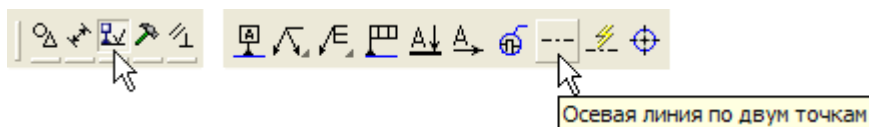
Обратите внимание на то, как изменился заголовок сечения и его буквенное обозначение на виде Справа (стрелка Y). Это результат работы режима **автоматической сортировки**.



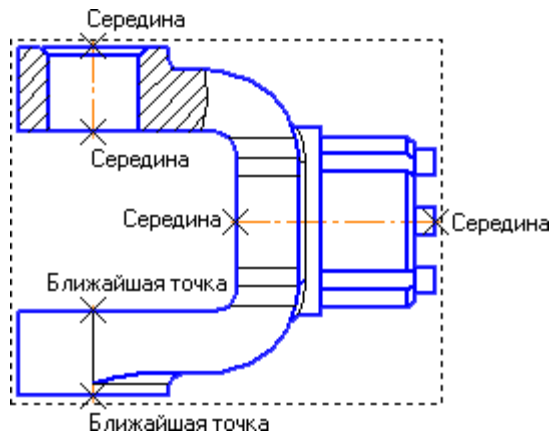
Задание 7. Простановка осевых линий

1. Сделайте текущим вид номер 1 – Главный вид детали.

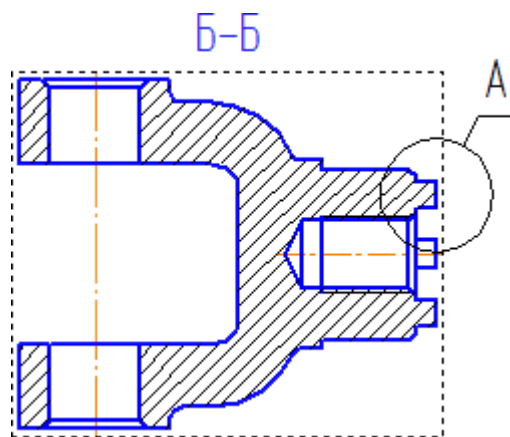
2. Нажмите кнопку **Осевая линия по двум точкам** на инструментальной панели **Обозначения** .






3. С помощью привязок постройте осевые линии для цилиндрических поверхностей.

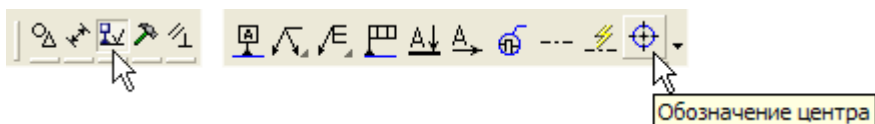


4. Постройте осевые линии на сечении **Б-Б**, предварительно сделав его текущим.

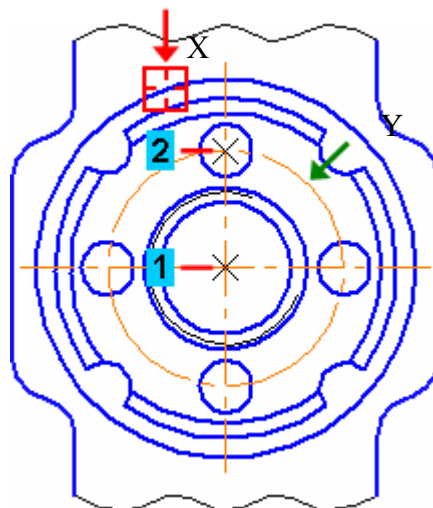


Задание 8. Построение обозначений центров

1. Сделайте текущим вид номер 3 – вид **Справа**.
2. Вначале постройте окружность  стилем линии **Осевая**, определяющую положение цилиндрических бобышек (стрелка Y, точки 1 и 2).
3. Затем нажмите кнопку **Обозначение центра**  на инструментальной панели **Обозначения** .




4. Укажите мишенью на внешнюю основную окружность (стрелка X)
5. В поле **Угол** на **Панели свойств** введите значение угла наклона **0** градусов – система проставит к окружности знак обозначения центра.



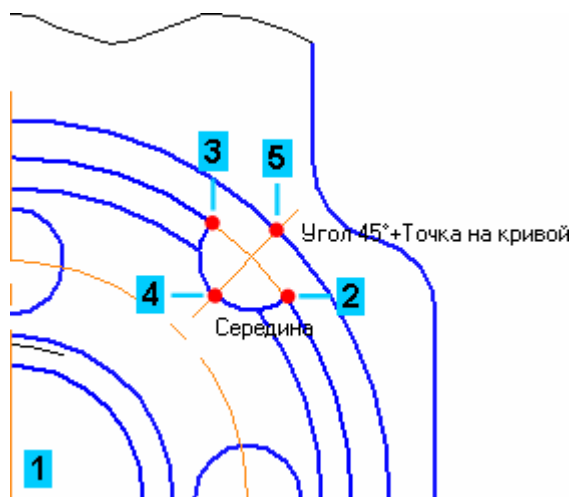
Обозначения центров для четырех дуг, соответствующих пазам на модели, придется построить вручную.

6. Нажмите кнопку **Дуга**  на панели **Геометрия**.

7. Постройте небольшую дугу стилем линии **Осевая**. Для этого укажите положение ее центра (точка 1), затем точку 2 начала дуги и точку 3 конца дуги.

8. С помощью команды **Осевая линия по двум точкам**  постройте осевую линию 4–5. Точку 4 укажите с помощью привязки **Середина**, а точку 5 – с помощью привязок **Угол 45 градусов+Точка на кривой**.

9. Повторите построения для трех остальных дуг.



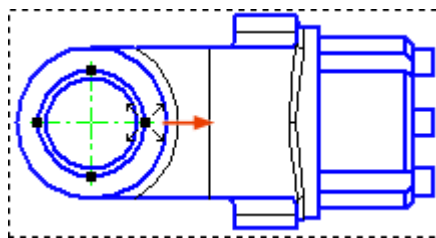
10. Сделайте текущим вид номер 2 – вид **Сверху**.

11. Создайте обозначение центра для окружности, соответствующей отверстию в прошине.

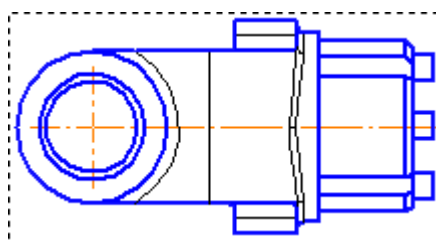
12. Нажмите кнопку **Прервать команду**  на **Панели специального управления**.

13. Щелкните мышью на значке обозначения центра – на нем появятся четыре узелка управления.

14. Установите курсор на правый узелок, при этом курсор поменяет форму. Нажмите и не отпускайте левую кнопку мыши.



15. Не отпуская кнопку мыши, перетащите узелок вправо за пределы контура детали. Отпустите кнопку мыши.



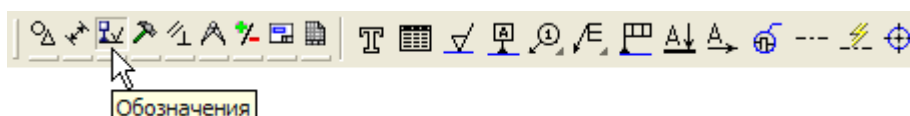
16. Щелкните в пустом месте чертежа, чтобы снять выделение с объекта.

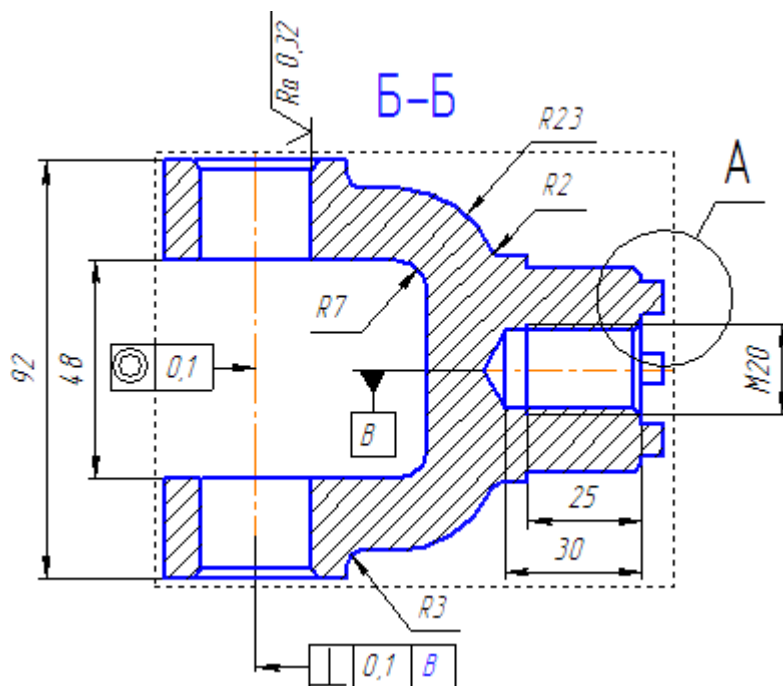
Задание 9. Оформление чертежа

1. С помощью команд на инструментальной панели **Размеры** проставьте в чертеже необходимые размеры.




2. С помощью команд на инструментальной панели **Обозначения** проставьте в чертеже технологические обозначения.






3. Выполните команду **Вставка – Технические требования – Ввод** и введите технические требования.

- 1 * Размеры для справок
- 2 Маркировать по АБ.ХХХХХХ.ХХХТУ.
- 3 Неуказанные предельные отклонения: Н14, н14, ±IT14 /2
- 4 Формовочные уклоны тип I ГОСТ 3212-57.

4. Для выхода из режима ввода технических требований нажмите кнопку **Закреть**  в правом верхнем углу окна.

5. Ответьте **Да** на запрос системы относительно сохранения изменений технических требований в чертеж. Вы вернетесь в режим работы с чертежом.



6. При необходимости выполните команду **Вставка – Технические требования – Размещение**, задайте размеры страницы технических требований и ее положение на чертеже.

7. Для выхода из режима размещения технических требований нажмите кнопку **Прервать команду**  на **Панели специального управления**.

8. Выполните команду **Вставка – Неуказанная шероховатость – Ввод** и введите значение шероховатости неуказанных поверхностей.

9. Выполните команду **Вставка – Основная надпись** и заполните штамп.

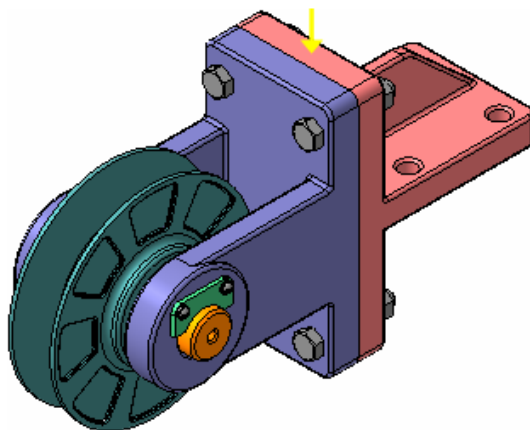
10. После заполнения штампа нажмите кнопку **Создать объект** .

11. Сохраните  документ на диске и закройте его окно .

3. СОЗДАНИЕ СБОРОК

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В следующих занятиях будет показан процесс создания трехмерной модели изделия Блок направляющий и комплекта документов на него. Для простоты предполагается, что модели всех деталей уже созданы. Исключением является деталь **Кронштейн** (стрелка), на примере которой будет показан прием создания новой детали в контексте сборки.

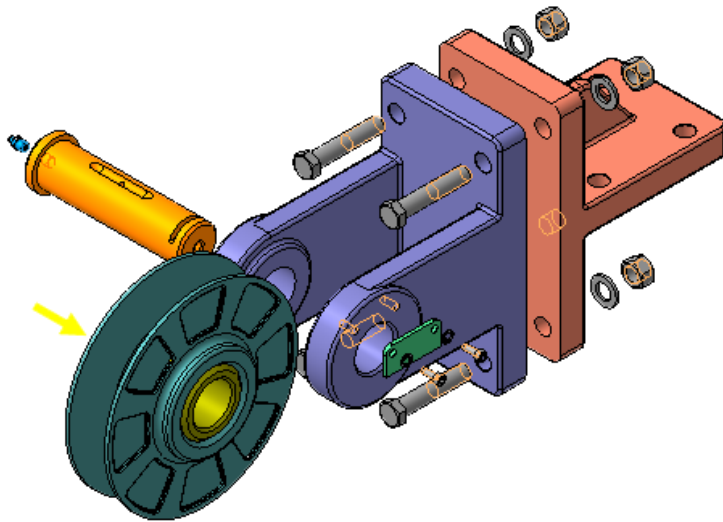


Сборка в КОМПАС-3D – трехмерная модель, объединяющая модели деталей, подборок и стандартных изделий, а также информацию о взаимном положении компонентов.

Пользователь задает состав сборки, добавляя в нее новые компоненты или удаляя существующие. Модели компонентов хранятся в отдельных файлах на диске. В файле сборки хранятся только ссылки на компоненты.

Изделие **Блок направляющий** состоит из одной сборочной единицы, четырех деталей и нескольких стандартных изделий. Все детали, входящие в изделие, хранятся в папке `\Tutorials\Блок направляющий` основного каталога установки системы. Вам нужно лишь выполнить сборочные операции.

Изделие можно собрать из отдельных деталей, не прибегая к созданию подборок. Однако всегда следует стремиться воспроизвести технологический процесс сборки. Это позволит создать необходимый комплект конструкторских документов.

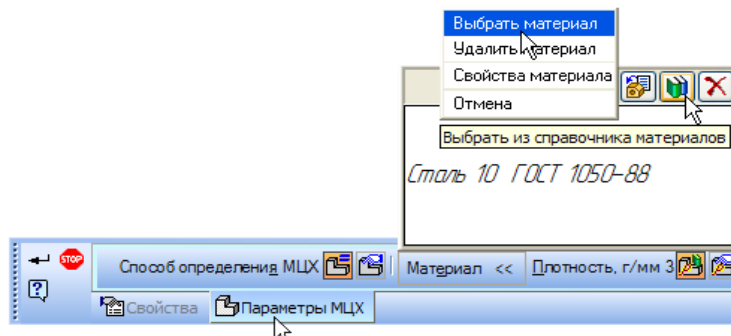


При разработке трехмерной модели изделия, кроме создания собственно модели, нужно получить комплект конструкторских документов: сборочные чертежи и спецификации на само изделие и на входящие в него узлы, а также рабочие чертежи на детали.

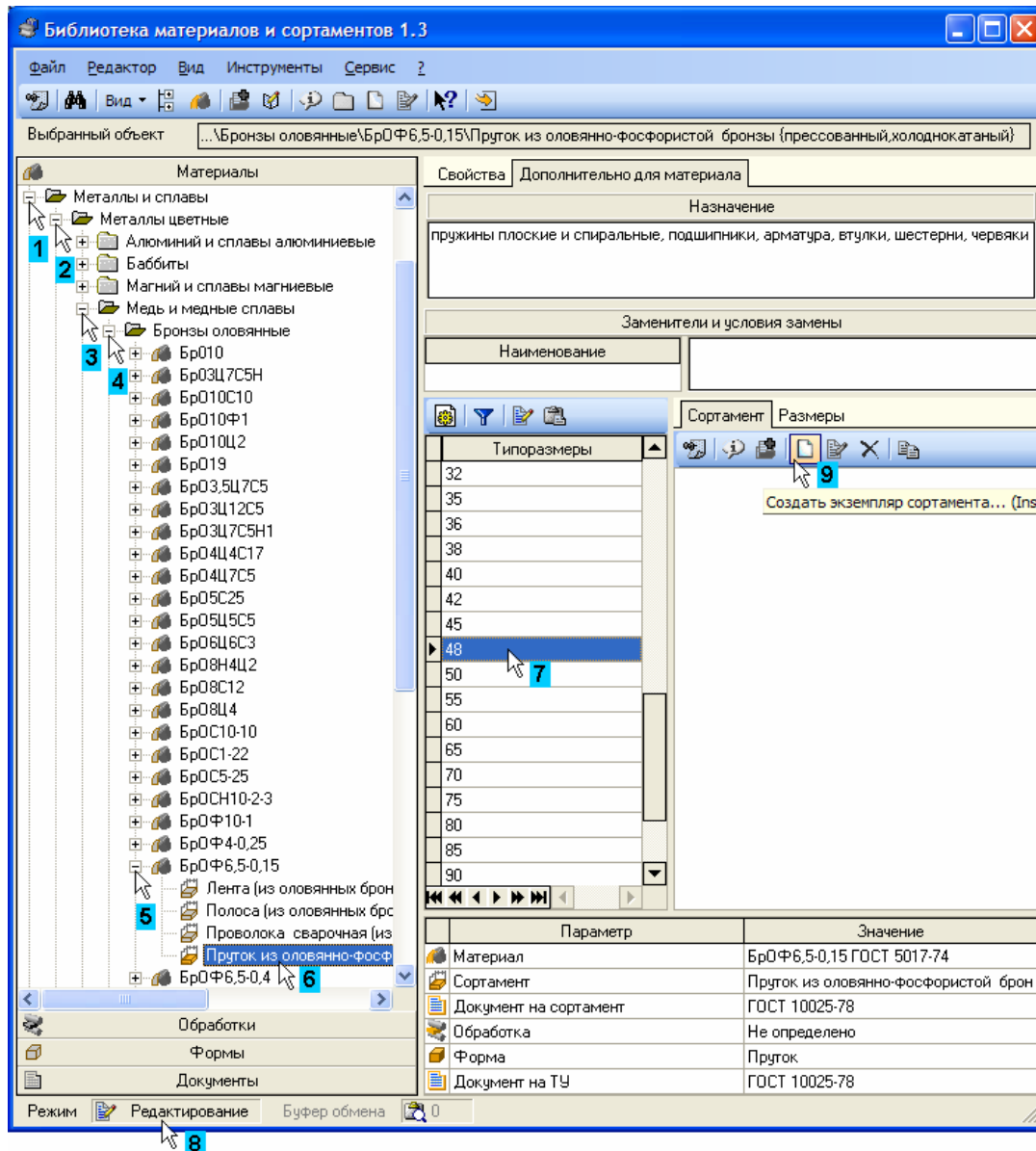
ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Задание 1. Выбор материала из Библиотеки материалов

1. Откройте файл детали **Втулка** в папке **\Tutorials\Блок направляющий**.
2. Войдите в диалог определения свойств детали.
3. На панели **Наименование материала** нажмите кнопку **Выбрать из справочника материалов**.



4. В появившемся меню выполните команду **Выбрать материал**.
5. В окне **Выбор материала** нажмите кнопку **Больше**. На экране откроется окно **Библиотека материалов и сортов**.
6. На **Панели выбора** (в левой части окна) последовательно откройте "ветви" **Металлы и сплавы – Металлы цветные – Медь и медные сплавы - Бронзы оловянные – БрОФ6,5-0,15**.



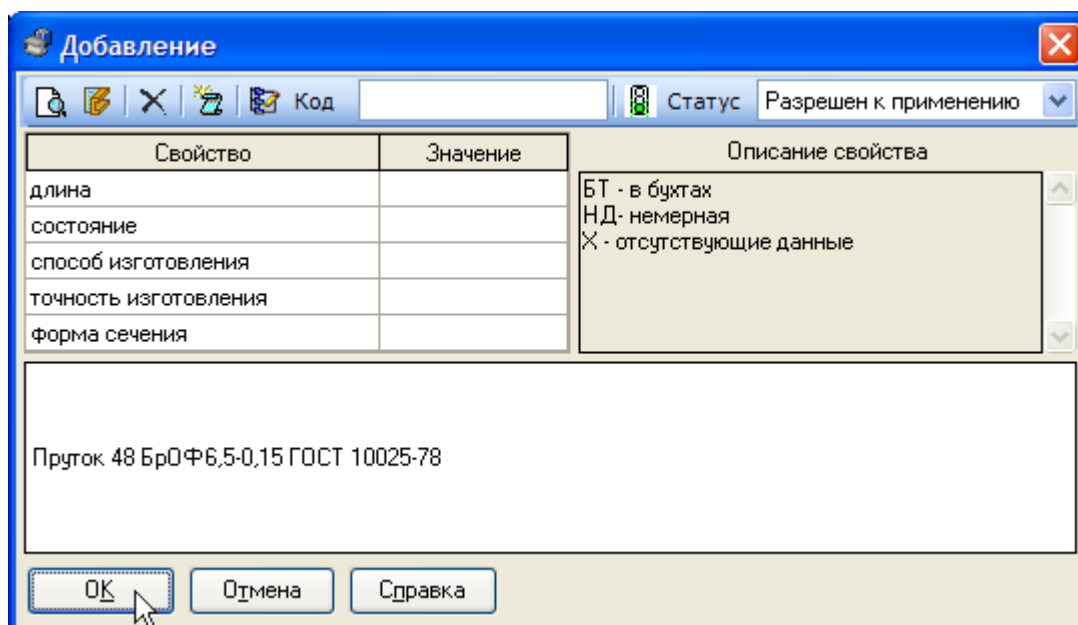
7. В перечне наименований сортов этого материала укажите **Пруток из оловянно-фосфористой бронзы**.

8. В списке **Типоразмеры** выберите диаметр прутка **48** мм.

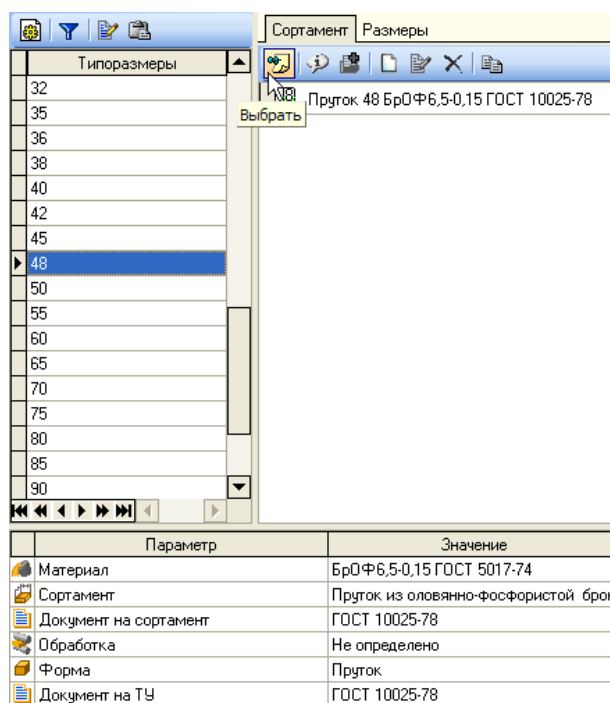
9. Для создания экземпляра сортамента на выбранный материал и типоразмер, перейдите в режим редактирования библиотеки. Для этого щелкните в поле **Режим работы** в **Строке состояния** в нижней части окна. В поле будет установлен режим **Редактирование**.

10. На панели инструментов закладки **Сортамент** нажмите кнопку **Создать экземпляр сортамента**.

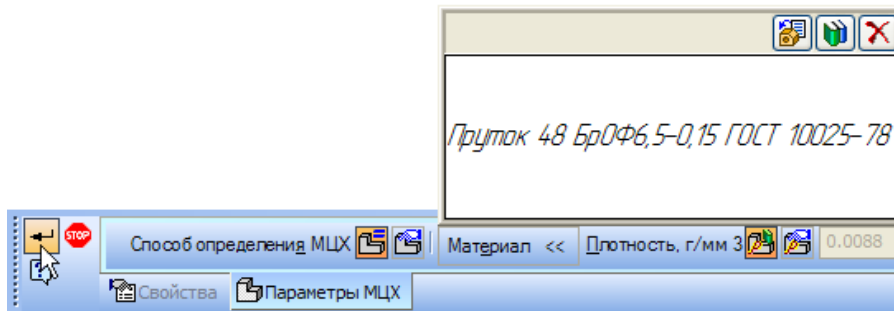
11. В окне **Добавление** нажмите на кнопку **ОК**.




12. На панели инструментов закладки **Сортамент** нажмите кнопку **Выбрать**.



13. Обозначение сортамента будет скопировано на панель **Наименование материала**



14. Для выхода из диалога определения свойств детали нажмите кнопку **Создать объект** .

15. Нажмите кнопку **Перестроить**  на панели В

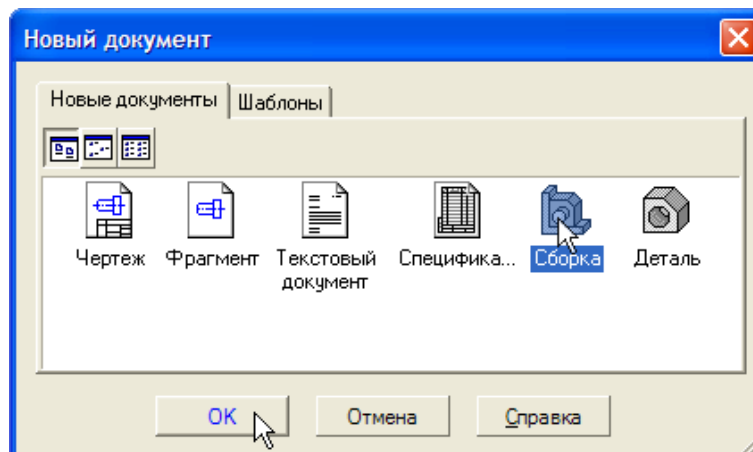
16. Нажмите кнопку **Сохранить**  на панели **Стандартная**.


17. Закройте окно  детали **Втулка** с сохранением внесенных изменений.

Задание 2. Создание файла сборки

1. Нажмите кнопку **Создать**  на панели **Стандартная**.

2. В диалоговом окне укажите тип создаваемого документа **Сборка** и нажмите кнопку **ОК**. На экране появится окно новой сборки.





3. Сохраните  сборку на диске под именем **ПК.01.00. Ролик** в своей папке.

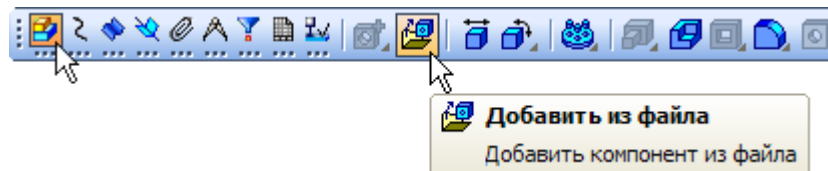
4. Войдите в режим определения свойств сборки. Для этого щелкните правой клавишей мыши в пустом месте окна модели и выполните из контекстного меню команду **Свойства**.

5. Введите обозначение сборки **ПК.01.00** и ее наименование **Ролик**.

6. Установите для модели стандартную ориентацию **Изометрия XYZ**.


Задание 3. Добавление компонента из файла

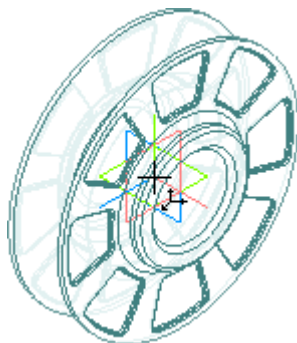
1. Чтобы добавить в сборку компонент, уже имеющийся на диске в виде файла, нажмите кнопку **Добавить из файла**  на панели **Редактирование сборки** .




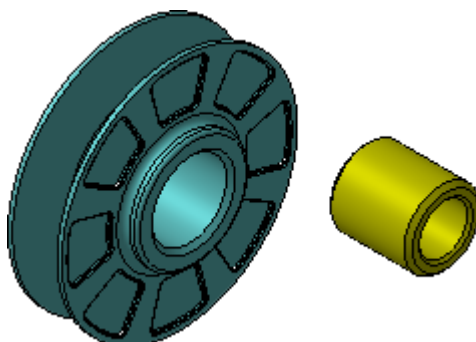
2. В диалоге открытия файлов, в папке **Блок направляющий**, укажите деталь **ПК.01.01. Ролик** и нажмите кнопку **Открыть**.

*Обычно в качестве первого выбирают тот компонент сборки, к которому удобнее добавлять все прочие компоненты. Часто процесс создания сборки повторяет реальные сборочные операции. Сейчас в **Ролик** нужно вставить **Втулку**.*

3. Укажите точку начала координат модели. Курсор должен находиться в режиме указания начала координат .

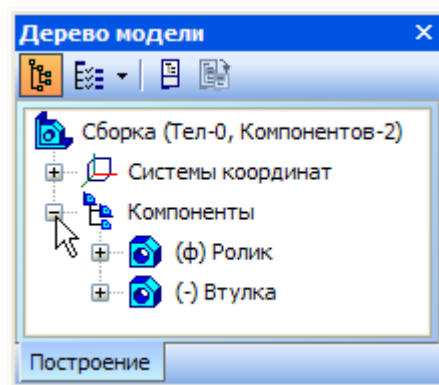


4. Добавьте в сборку  деталь **ПК.01.02. Втулка**. Поместите ее рядом с **Роликом**. В этот момент достаточно указать ее примерное положение.



5. Отключите кнопку **Отображение структуры модели**  на Панели управления **Дерева модели**.




Добавленные компоненты появляются в **Дереве модели**. Компонентам присваиваются названия, взятые из их файлов.



Задание 4. Задание взаимного положения компонентов

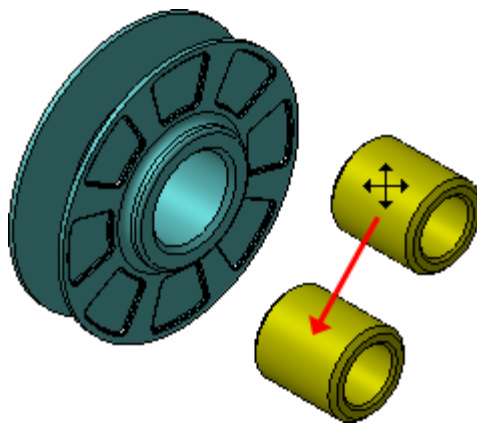
При обавлении компонента в сборку, конструктор сначала задает его предварительное положение, а потом определяется его точное положение. Обычно это выполняется за два этапа:



1. Уточняется положение и ориентация компонента путем его перемещения и вращения в пространстве сборки.
2. Определяется точное положение компонента путем наложения сопряжений.

1. Для перемещения компонента нажмите кнопку **Переместить компонент**  на панели **Редактирование сборки**  – при этом курсор меняет свою форму .



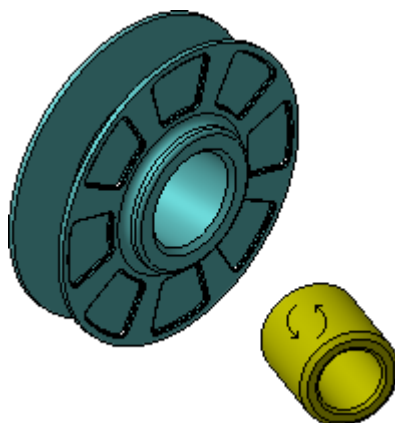
2. Установите курсор на деталь **Втулка**, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, переместите деталь в новое положение. После этого кнопку мыши следует отпустить.





3. Для поворота компонента нажмите кнопку **Повернуть компонент**  – при этом курсор меняет свою форму .



4. Установите курсор на деталь **Втулка**, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте курсор. Деталь будет поворачиваться вокруг своего геометрического центра.



5. Для выхода из команды поворота нажмите кнопку **Прервать команду**  на **Панели специального управления** или клавишу **<Esc>** на клавиатуре.

*После перемещения или поворота компонента его пиктограмма в Дереве модели помечается красной "галочкой". Это означает, что его новое положение отражено только на экране и не передано в сборку. В таком случае нажмите кнопку **Перестроить**  на панели **Вид**.*

Задание 5. Сопряжение компонентов

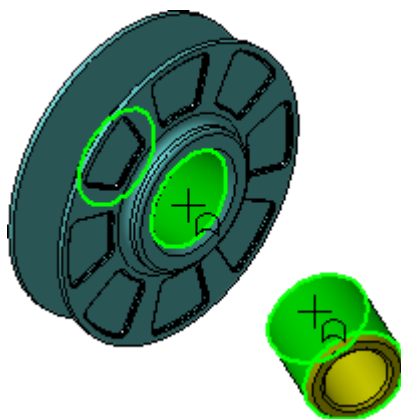
После предварительного размещения компонента, можно приступить к заданию его точного положения в сборке. Это достигается за счет формирования сопряжений между компонентами.

Сопряжение – параметрическая связь между гранями, ребрами, вершинами, плоскостями или осями разных компонентов сборки. Для того, чтобы определить положение детали **Втулка**, нужно задать два сопряжения.

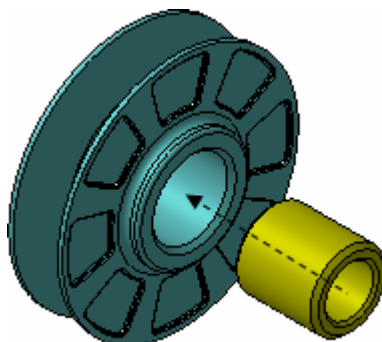
1. Нажмите кнопку **Соосность**  на инструментальной панели **Сопряжения** .




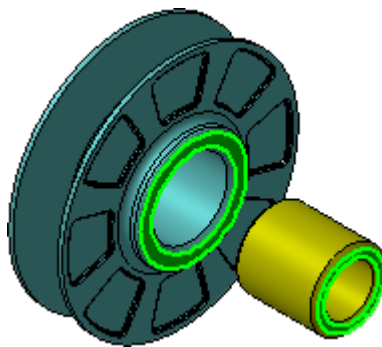
2. Укажите цилиндрические грани на **Ролике** и **Втулке**.



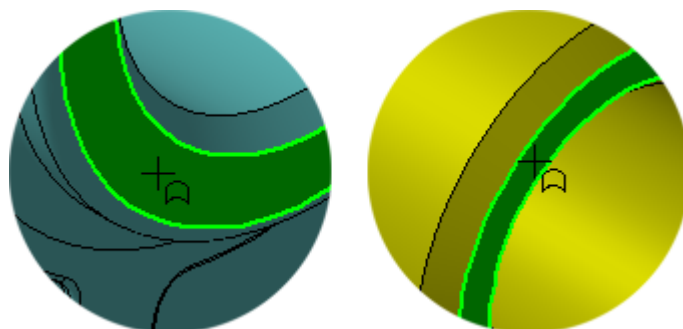
Положение детали **Ролик** фиксировано в пространстве сборки. Деталь **Втулка** развернется так, что указанные грани станут соосны.



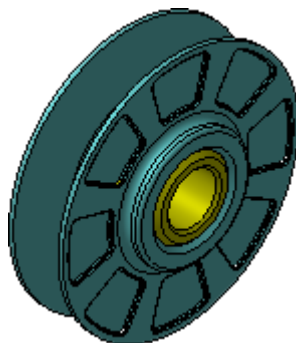
3. Нажмите кнопку **Совпадение объектов**  и укажите плоские кольцевые грани на **Ролике** и **Втулке**.






Обратите внимание на то, что курсор должен находиться в режиме указания граней. Если вы испытываете трудности при указании объектов, увеличьте масштаб изображения.



После этого деталь **Втулка** займет точное положение в сборке.

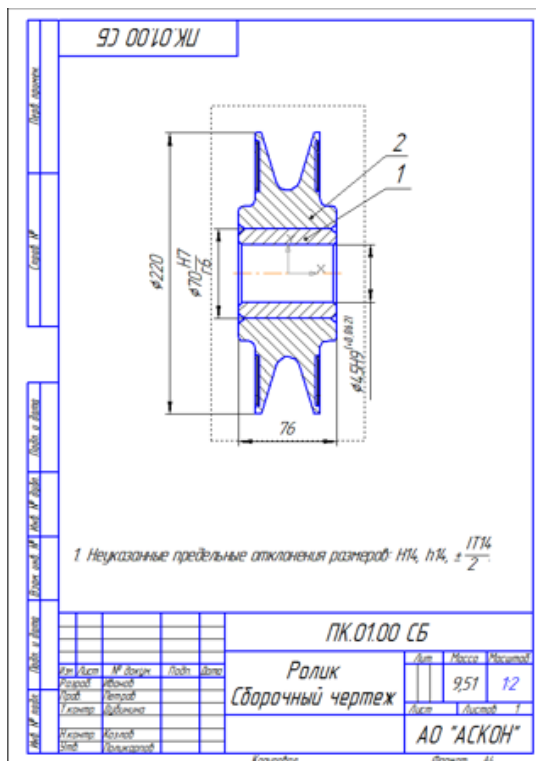


4. Нажмите кнопку **Прервать команду**  .
5. Нажмите кнопку **Перестроить**  на панели **Вид**.
6. Нажмите кнопку **Сохранить**  на панели **Стандартная**.

4. СОЗДАНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

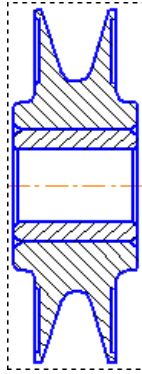
В этом занятии говорится о подготовке сборочного чертежа к созданию спецификации, о дополнительных приемах создания чертежных видов и оформления чертежей.







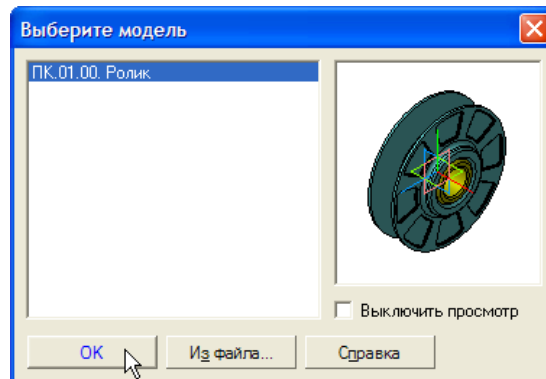
ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Задание 1. Создание видов

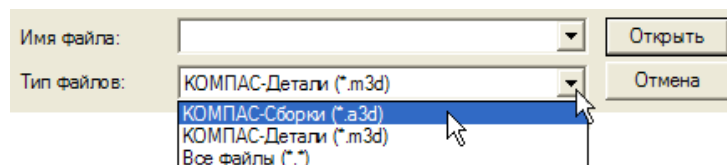
Чертеж сборочной единицы **Ролик** должен содержать единственный вид – его разрез. Сразу создать такой вид нельзя. Вначале придется создать два вида: **Главный вид** и **Вид слева**. Отказаться от создания **Главного вида** невозможно, а **Вид слева** потребуется для размещения в нем линии разреза, по которой будет автоматически построен разрез.




1. Нажмите кнопку **Создать**  на панели **Стандартная**, укажите тип создаваемого документа **Чертеж** и нажмите кнопку **ОК**.
2. **Сохраните**  чертеж на диске под именем **ПК.01.00. Ролик** в своей папке.
3. Нажмите кнопку **Стандартные виды**  на инструментальной панели **Ассоциативные виды** .
4. Если сборка **ПК. 01.00. Ролик** открыта, просто нажмите **ОК**.



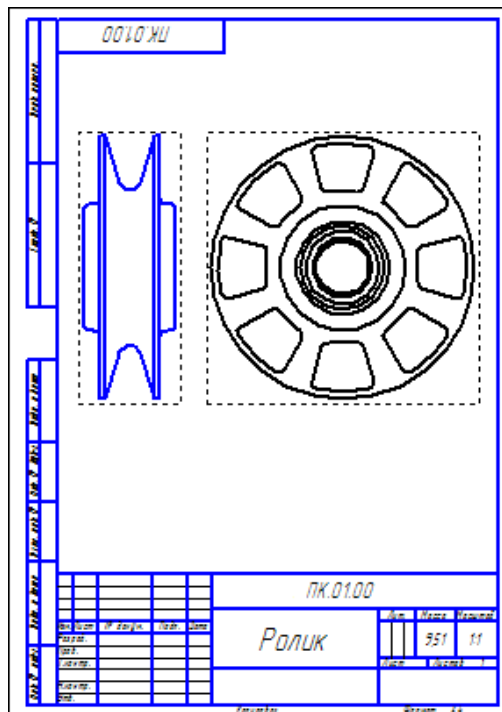
5. Если сборка **ПК.01.00. Ролик** закрыта, нажмите кнопку **Из файла** и укажите ее положение на диске, предварительно определив нужный тип документа.





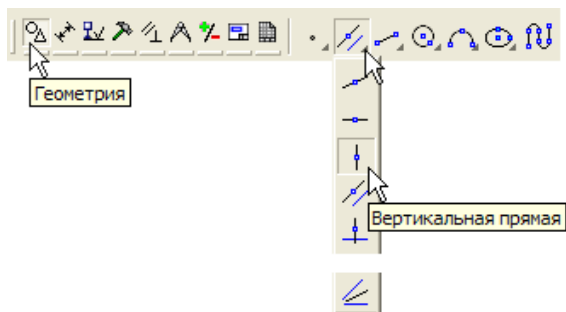
6. Нажмите кнопку **Схема видов**  на **Панели свойств**.
7. Откажитесь от создания вида **Сверху** и нажмите **ОК**.
8. Раскройте список **Масштаб вида** и укажите масштаб уменьшения **1:2**.



9. Укажите положение видов на чертеже.



2. Нажмите кнопку **Вертикальная прямая**  на Расширенной панели команд построения вспомогательных прямых инструментальной панели **Геометрия** .

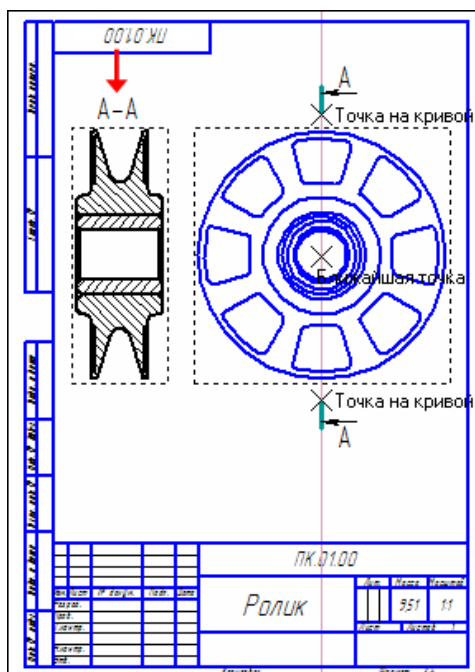


3. С помощью привязки **Ближайшая точка** укажите центральную точку на **Виде слева**.

4. Нажмите кнопку **Линия разреза/Сечения**  на инструментальной панели **Обозначения** .

5. С помощью привязки **Точка на кривой** укажите две точки на вспомогательной прямой, через которые должна пройти линия разреза. Направление стрелок задайте перемещением мыши.

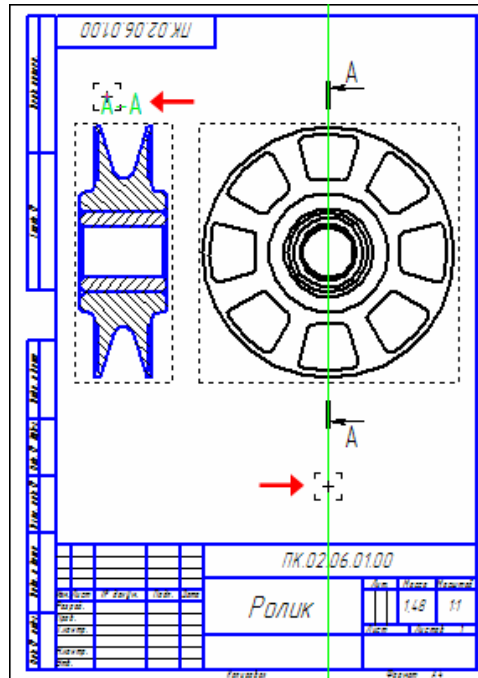
6. После этого система перейдет в режим автоматического формирования разреза. Укажите его положение на чертеже.



Задание 4. Погашение вида

После создания разреза все остальные изображения чертежа становятся лишними. Заголовок разреза **A-A** и вспомогательную прямую можно просто удалить.

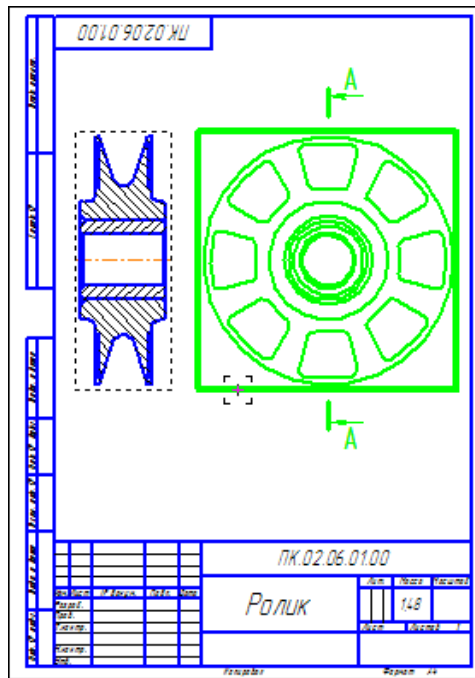
1. Нажмите и удерживайте нажатой клавишу **<Shift>** на клавиатуре.
2. Укажите заголовок сечения **A-A** и вспомогательную прямую – они будут выделены цветом.
3. Отпустите клавишу **<Shift>**.
4. Нажмите клавишу **<Delete>** – выделенные объекты будут удалены с чертежа.



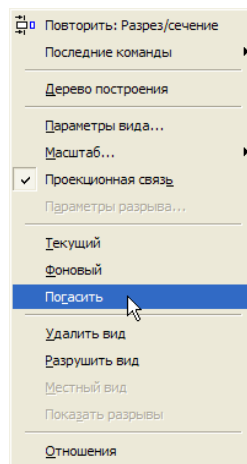
Вид слева удалить нельзя, так как в нем расположена линия разреза, на основе которой построен сам разрез. То есть разрез является производным от **Вида слева**. При попытке удалить **Вид слева** система будет вынуждена удалить и разрез. Такая зависимость между видами называется **отношениями**.

В то же время **Вид слева** является избыточным на чертеже. В такой ситуации лишний вид можно скрыть.

5. Щелкните мышью на пунктирной рамке **Вида слева** – вид будет выделен цветом.

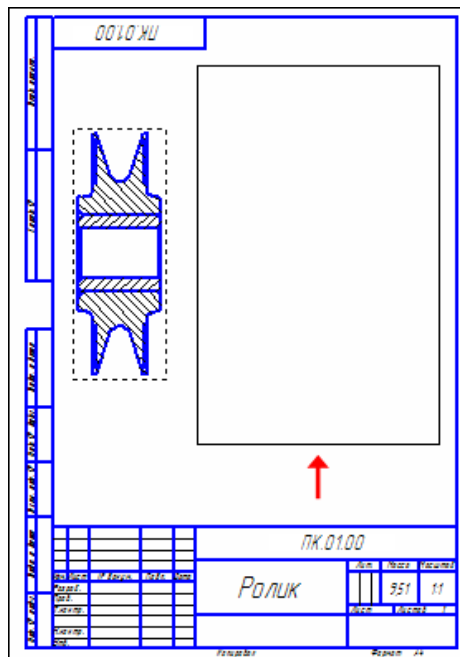


6. Щелкните **правой** клавишей мыши внутри выделенного вида и выполните из контекстного меню команду **Погасить** – вид исчезнет с чертежа.

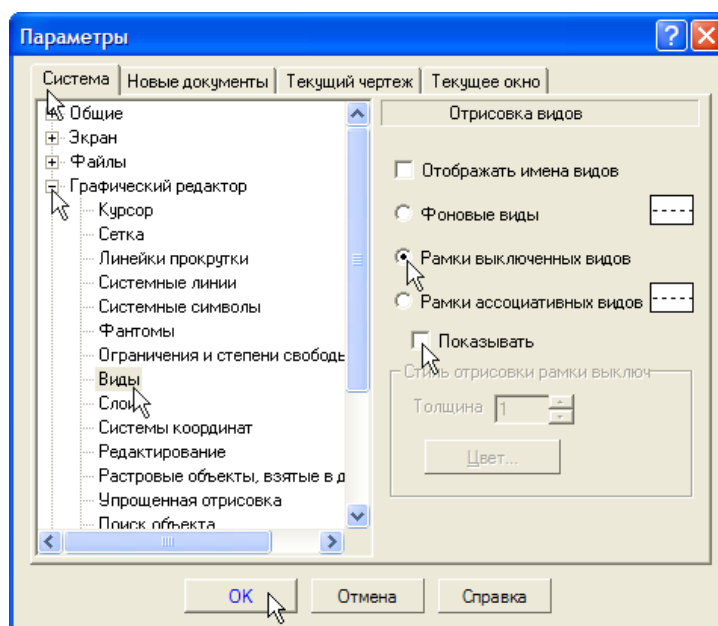


Задание 5. Удаление рамки погашенного вида

На месте погашенного вида останется его габаритная рамка, которая не выводится на печать. При желании можно погасить и ее.



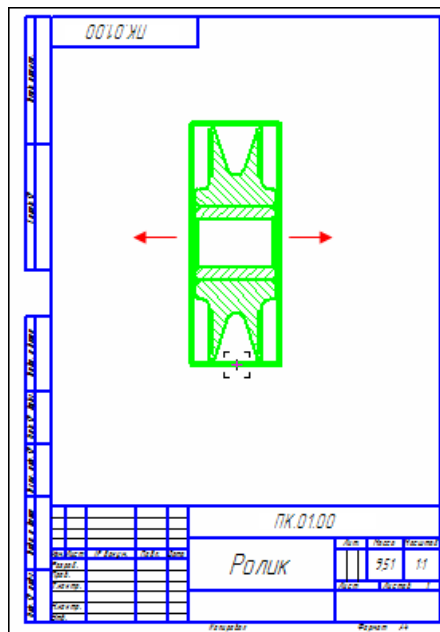
1. Выполните команду **Сервис – Параметры – Система – Графический редактор – Виды**.
2. В правой части окна **Параметры** включите кнопку **Рамки выключенных видов** и отключите флажок **Показывать**.
3. Нажмите кнопку **ОК**.



Задание 6. Отключение проекционной связи

Несмотря на то, что **Вид слева** был погашен, разрез по-прежнему находится с ним в проекционной связи.

1. Установите курсор на пунктирную рамку вида, нажмите левую клавишу мыши, и, не отпуская ее, попробуйте передвигать вид. Он может перемещаться только в горизонтальном направлении.



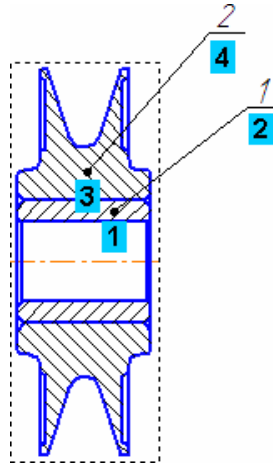
Для облегчения компоновки чертежа проекционную связь можно отключить.

2. Проследите за тем, чтобы вид был выделен цветом. Если это не так, щелкните мышью на пунктирной рамке вида.

3. Щелкните **правой** клавишей мыши внутри выделенного вида и отключите в контекстном меню флажок **Проекционная связь**. После этого вид можно будет перемещать в любом направлении.


4. Проставьте позиционную линию-выноску к детали **Ролик**.

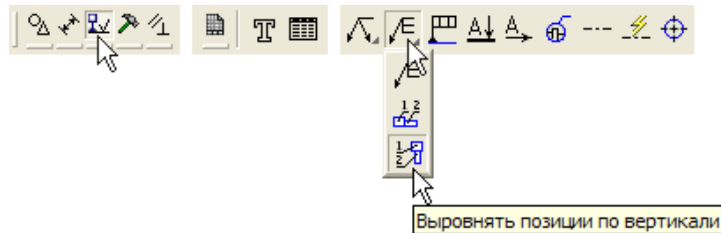
5. Нажмите кнопку **Прервать команду** .



Очередность простановки линий-выносок на сборочном чертеже не имеет значения. Номера позиций будут автоматически изменены после создания спецификации, о чем говорится ниже.

6. Выделите обе линии-выноски.

7. Нажмите кнопку **Выровнять позиции по вертикали**  на Расширенной панели команд простановки позиционных линий-выносок.



8. Укажите точку, по которой требуется выровнять выноски, например, точку начала полки любой из линий-выносок.

9. Щелчком в любом свободном месте чертежа отмените выделение объектов.

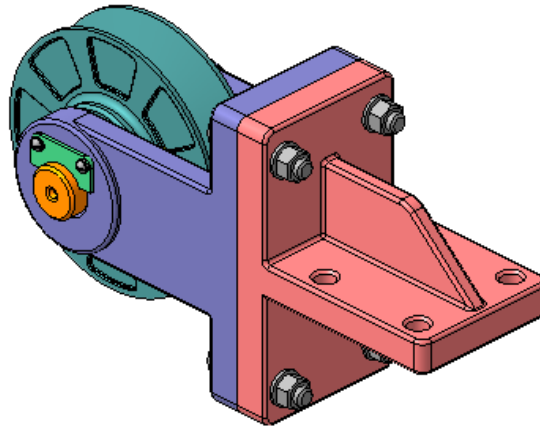
Задание 8. Закончите оформление чертежа

Закончить оформление сборочного чертежа можно по первому рисунку занятия.

5. СОЗДАНИЕ СБОРКИ ИЗДЕЛИЯ





ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В этом занятии показан процесс создания сборки изделия **Блок направляющий** из заранее подготовленных деталей и созданной на предыдущих занятиях сборочной единицы **Ролик**.

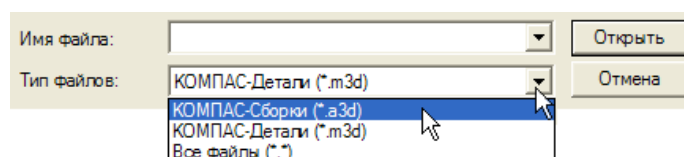




ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

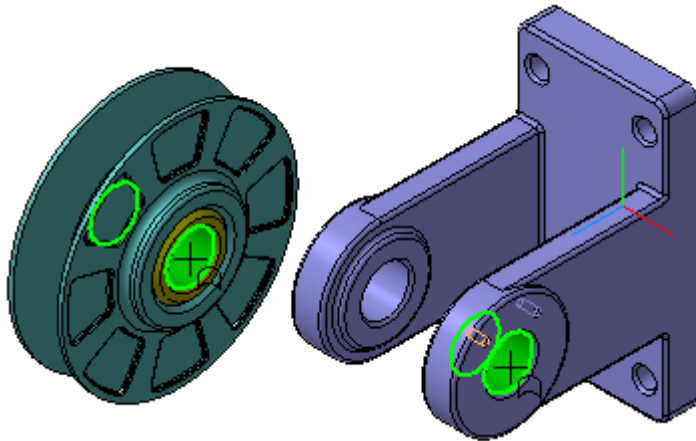
Задание 1. Создание файла сборки


1. Создайте  новый файл сборки.
2. Сохраните  сборку на диске под именем **ПК.00.00. Блок направляющий** в своей папке.
3. В диалоге определения свойств сборки задайте ее обозначение **ПК.00.00** и наименование **Блок направляющий**.
4. Установите ориентацию **Изометрия XYZ**.
5. Добавьте  в сборку первый компонент – деталь **ПК.00.01. Вилка**. При размещении укажите точку начала координат модели.
6. Добавьте  в сборку второй компонент – сборочную единицу **ПК. 01.00. Ролик**. Расположите ее в произвольном месте.



*По-умолчанию в диалоге открытия файлов показаны только детали. Для того, чтобы увидеть сборки, откройте список **Тип файлов** и укажите нужный тип документов.*

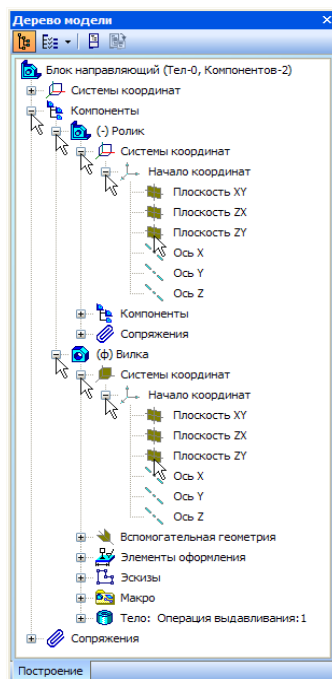


2. Нажмите кнопку **Соосность**  на инструментальной панели **Сопряжения** .
3. Укажите цилиндрические грани **Втулки** и **Вилки**.

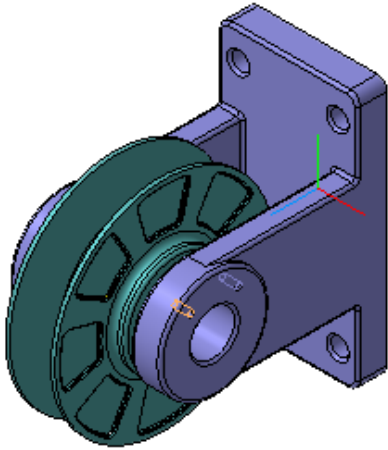


Ролик нужно расположить точно между проушинами **Вилки**. Для этого нужно совместить их системные плоскости. По умолчанию Дерево модели находится в режиме отображения структуры модели – нажата кнопка **Отображения структуры модели** .

4. Нажмите кнопку **Совпадение объектов**  на инструментальной панели **Сопряжения** .
5. В Дереве модели раскройте "ветви" **Компоненты – Ролик – Системы координат – Начало координат** и укажите **Плоскость ZY**.
6. Затем раскройте "ветви" **Вилка – Системы координат – Начала координат** и укажите **Плоскость ZY**.





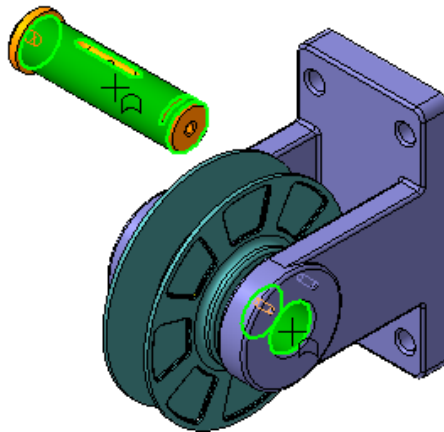
Сборочная единица займет нужное положение в сбор-



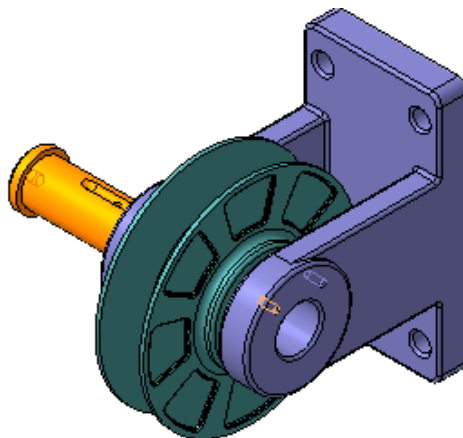
ке.

Задание 2. Добавление детали Ось

1. Добавьте  в сборку деталь ПК.00.04. **Ось**.
2. Наложите сопряжение **Соосность**  на цилиндрические грани **Оси** и **Вилки**.

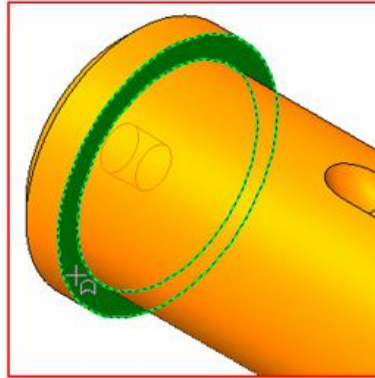


3. Деталь **Ось** будет расположена вдоль оси отверстия в проушине **Вилки**.

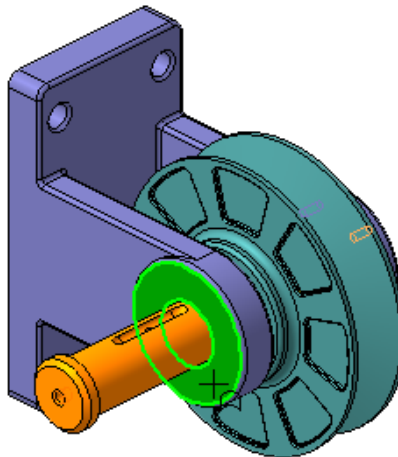


4. Нажмите кнопку **Совпадение объектов** .

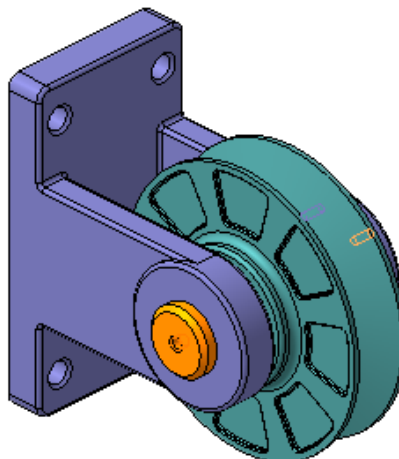
5. Увеличьте деталь **Ось** и укажите плоскую кольцевую грань.



6. Поверните сборку и укажите грань на **Вилке**, в которую при сборке должна упереться **Ось**.



7. Деталь **Ось** будет вставлена в проушины **Вилки**.

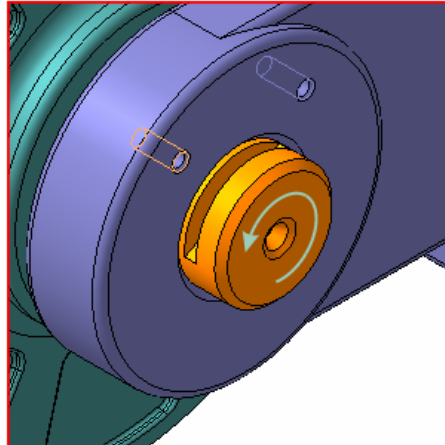


Задание 3. Добавление детали **Ось**

1. Установите ориентацию **Изометрия XYZ**

*После наложения двух сопряжений деталь **Ось** сохраняет одну степень свободы – ее можно поворачивать вокруг собственной оси.*

2. Поверните деталь **Ось** чуть влево, чтобы стала видна плоская грань на дне паза.

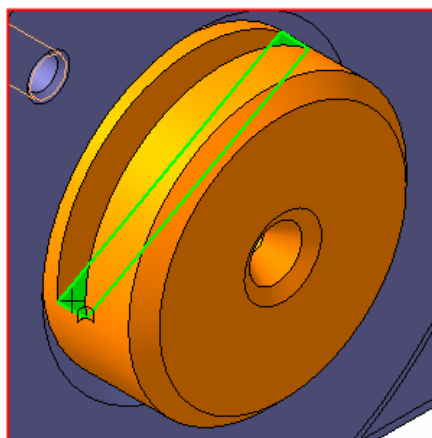


При размещении компонентов старайтесь добиваться максимальной степени определенности их положения в сборке. Компонент должен иметь только те степени свободы, которые обусловлены требованиями конструкции.

3. Нажмите кнопку **Параллельность** .

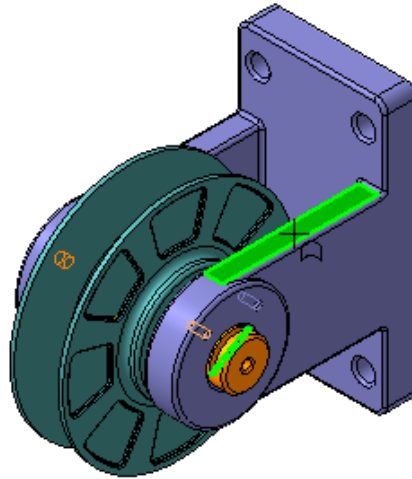
4. Увеличьте участок сборки.

5. Укажите плоскую грань на дне паза.




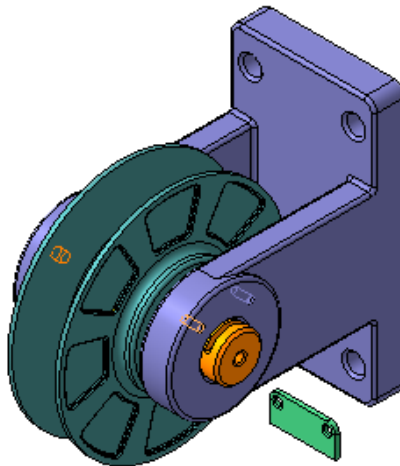
6. Нажмите кнопку **Показать все**  на панели **Вид**.

7. Укажите плоскую грань на проушине.




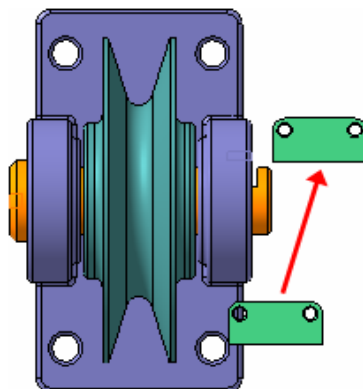
Задание 4. Добавление детали Планка

1. Добавьте  в сборку деталь ПК.00.03. Планка.



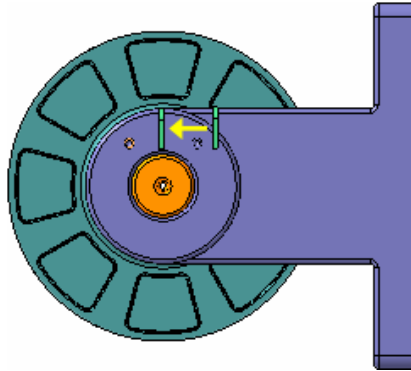
2. Установите ориентацию **Спереди**.

3. Переместите  **Планку** во фронтальной плоскости (в плоскости XY) ближе к месту установки.



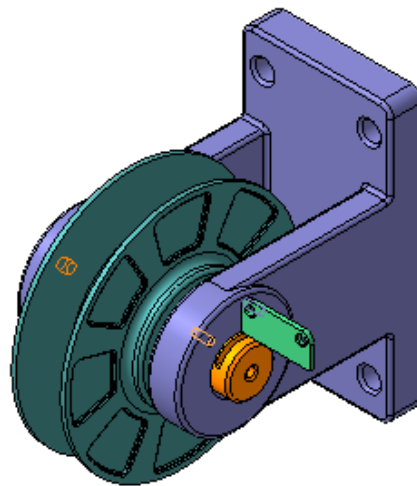
4. Установите ориентацию **Справа**.

5. Переместите **Планку** в профильной плоскости (в плоскости ZY).




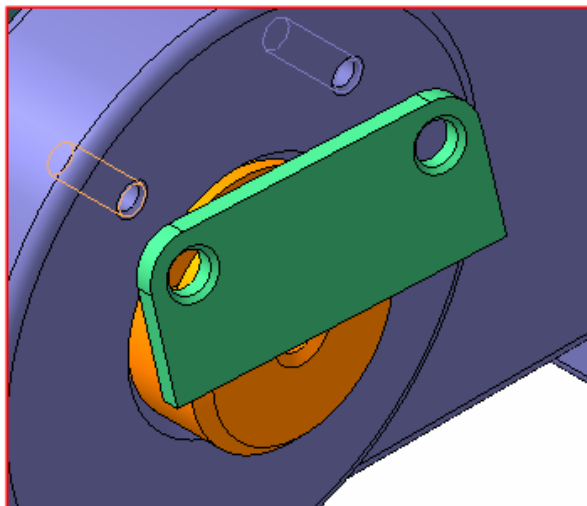
Задание 5. Добавление детали Планка

1. Установите ориентацию **Изометрия XYZ**.

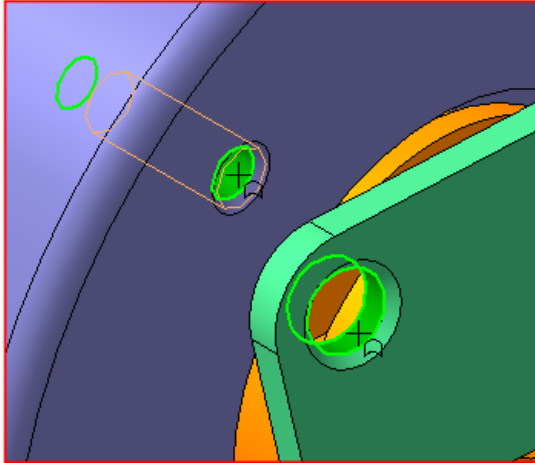



2. Увеличьте место установки **Планки**.

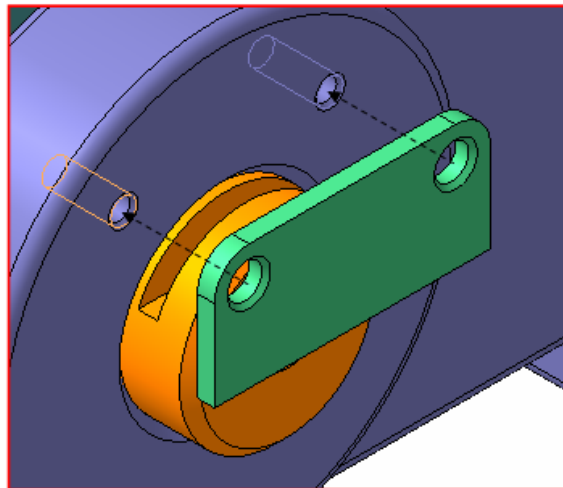
3. Поверните  **Планку** так, чтобы она была направлена приблизительно вдоль **Вилки**.




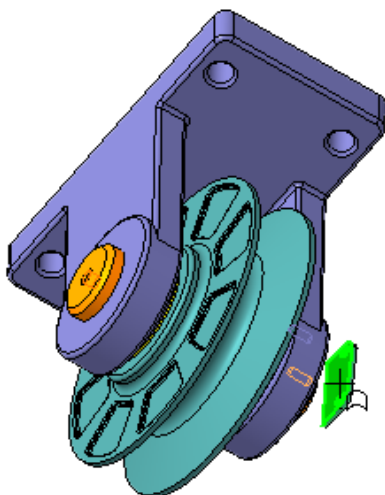
4. Наложите сопряжение **Соосность**  между левой парой цилиндрических граней на **Вилке** и на **Планке**.



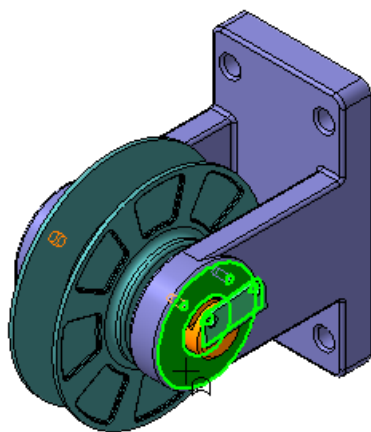
5. Наложите сопряжение **Соосность**  между правой парой цилиндрических граней. После этого отверстия в **Планке** будут расположены точно напротив отверстий в **Вилке**. Остается прижать **Планку** к **Вилке**.



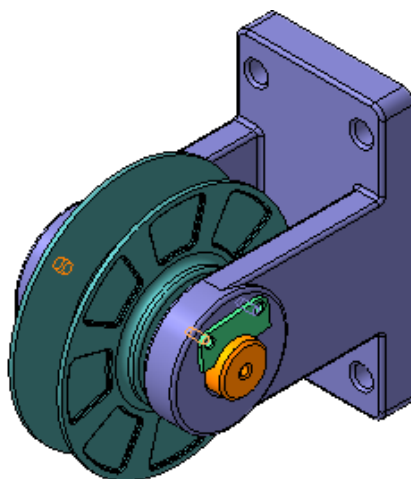
6. Нажмите кнопку **Показать все** .
7. Нажмите кнопку **Совпадение объектов**
8. Разверните сборку и укажите обратную грань **Планки**.



9. Установите ориентацию **Изометрия XYZ** и укажите грань на **Вилке**.




10. После этого **Планка** будет прижата к **Вилке** и займет правильное положение в сборке.

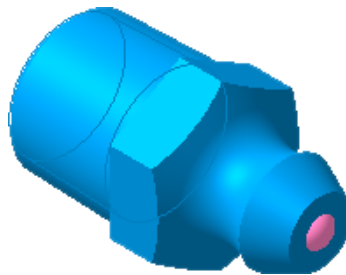


Задание 6. Создание объектов спецификации

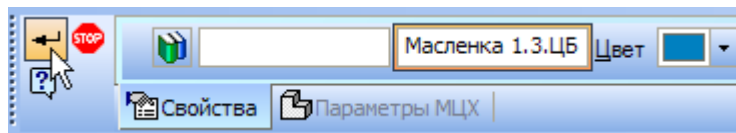
Система позволяет автоматически создать комплект спецификаций на изделие. В каждой спецификации возможно автоматическое создание разделов **Сборочные единицы**, **Детали** и **Стандартные изделия**. Можно явно указать раздел, в котором должен быть описан тот или иной компонент, создав в нем объект спецификации.

Очередной компонент **Масленка** был спроектирован как деталь, однако, в спецификации он должен принадлежать разделу **Стандартные изделия**. Перед его добавлением в сборку, в нем необходимо создать объект спецификации, определяющий его отношение к разделу.

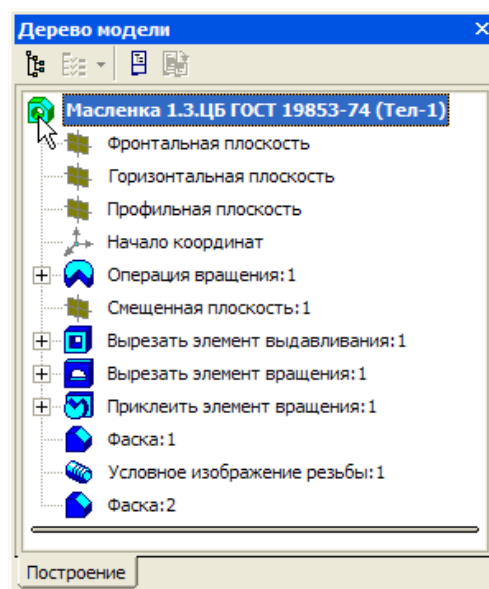
1. Нажмите кнопку Открыть  на панели Стандартная.
2. Откройте документ **Масленка** в папке \Tutorials\Блок направляющий.



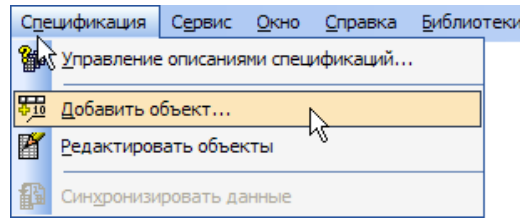
3. Войдите в режим определения свойств компонента, введите его наименование **Масленка 1.3.ЦБ ГОСТ 19853-74**.



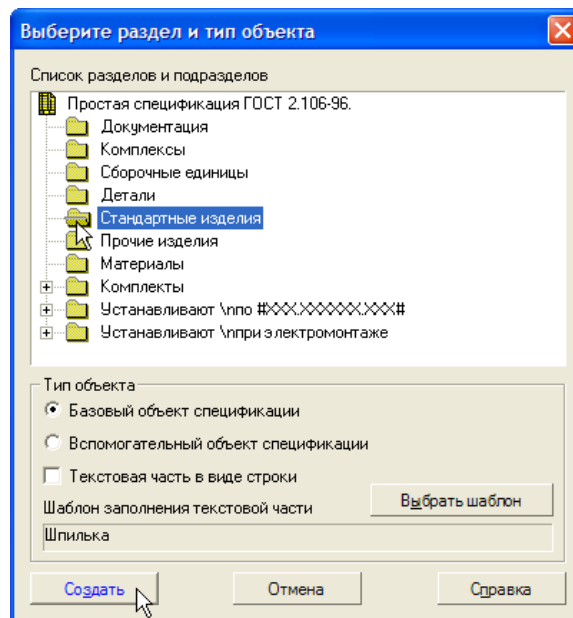
4. Сделайте текущей вершину Дерева модели.



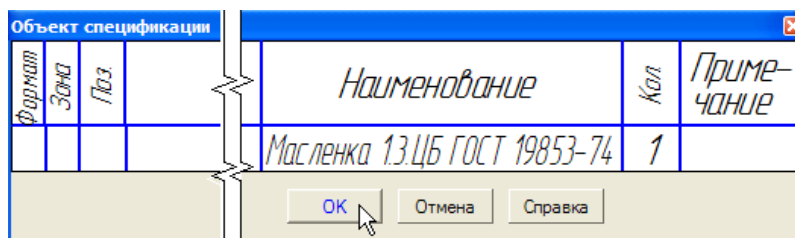
5. Для создания объекта спецификации откройте меню **Спецификация** и выполните команду **Добавить объект**.



6. Укажите раздел **Стандартные изделия** и нажмите кнопку **Создать**.





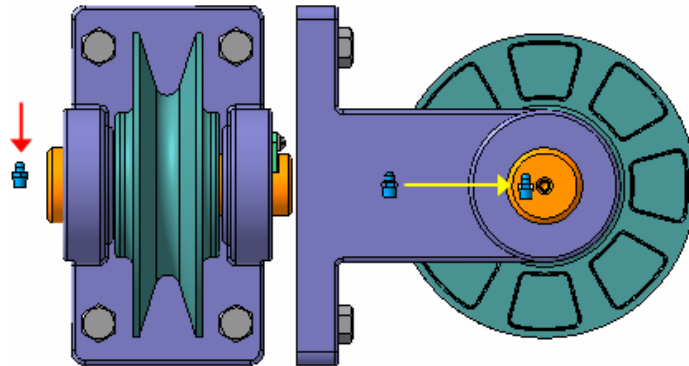
7. Нажмите кнопку **OK** – объект спецификации будет сохранен в файле модели.



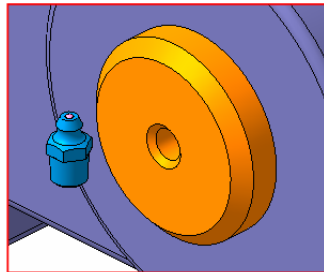
8. Закройте окно компонента **Масленка** с сохранением внесенных изменений в своей папке.



Задание 7. Добавление компонента Масленка

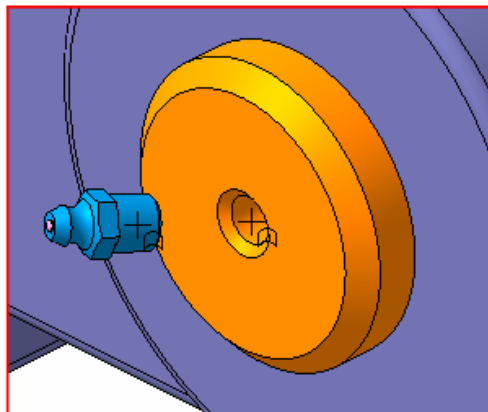
1. Установите ориентацию **Спереди**.
2. Добавьте  в сборку компонент **Масленка**.
3. Установите ориентацию **Слева** и переместите  **Масленку** ближе к **Оси**.



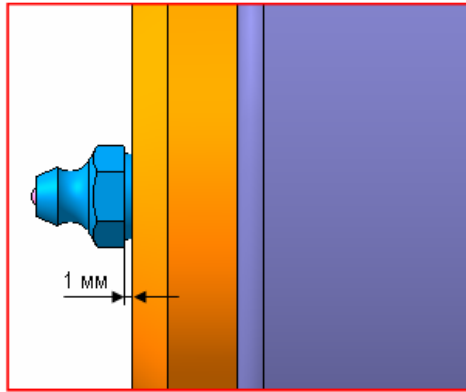
4. Поверните сборку и увеличьте место установки **Масленки**.





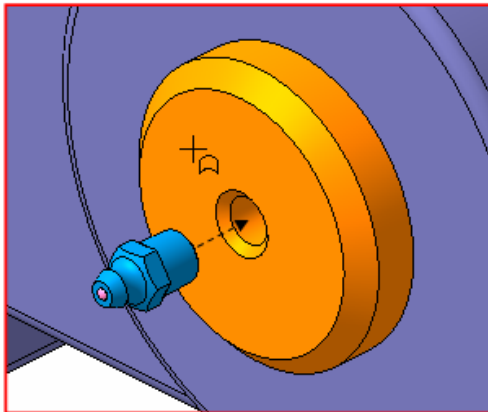
5. Поверните  **Масленку** коническим участком в сторону **Оси**.
6. На конические грани деталей **Масленка** и **Ось** наложите сопряжение **Соосность** .



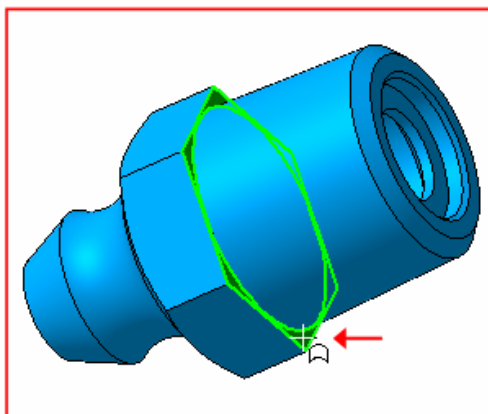
Масленку нужно завернуть в коническое отверстие детали **Ось**, но не полностью, а с небольшим зазором в 1 мм.



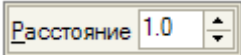
7. Нажмите кнопку **На расстоянии**  на панели **Сопряжения** .
8. Укажите плоскую грань детали **Ось**.



9. Разверните сборку, увеличьте масштаб и укажите узкую плоскую грань на **Масленке**.

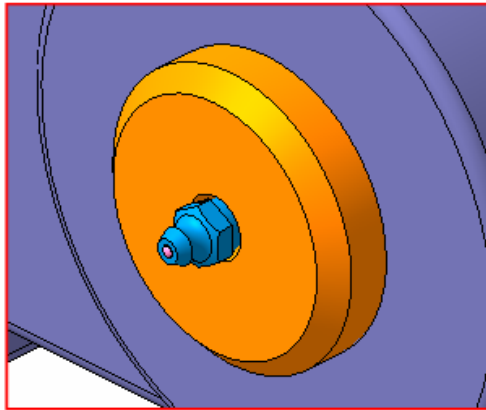


10. В поле **Расстояние** на Панели свойств введите значение 1 мм



11. Нажмите кнопку **Создать объект** .

После этого **Масленка** займет нужное положение в сборке.

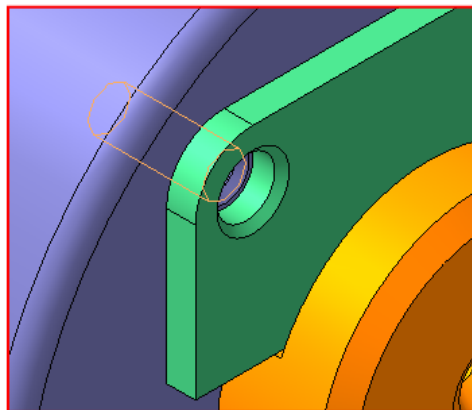


12. Нажмите кнопку **Прервать команду** .


Задание 8. Добавление стандартных изделий

Планку необходимо прикрепить к **Вилке** винтами и шайбами. Стандартные изделия находятся в **Библиотеке стандартных изделий**.

1. Увеличьте место установки **Планки**.

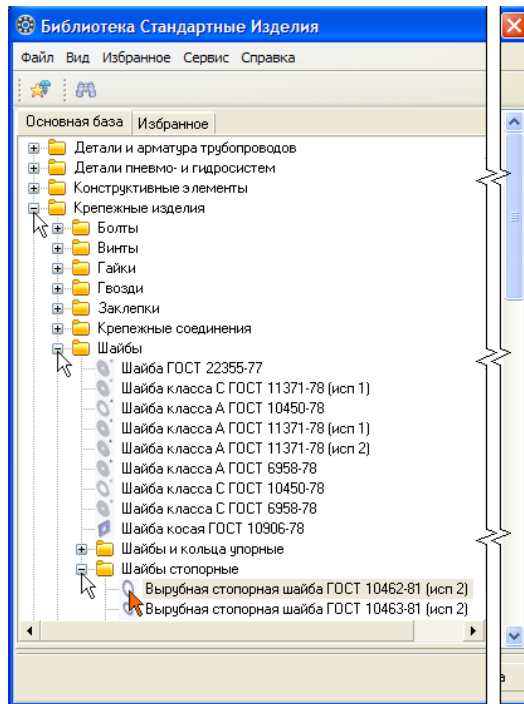


2. Для того, чтобы открыть **Библиотеку стандартных изделий**, выполните команду **Библиотеки – Стандартные изделия – Вставить элемент**. На экране откроется окно **Библиотеки стандартных изделий**. В окне **Навигатор** отображается содержимое библиотеки в виде дерева с иерархической структурой.

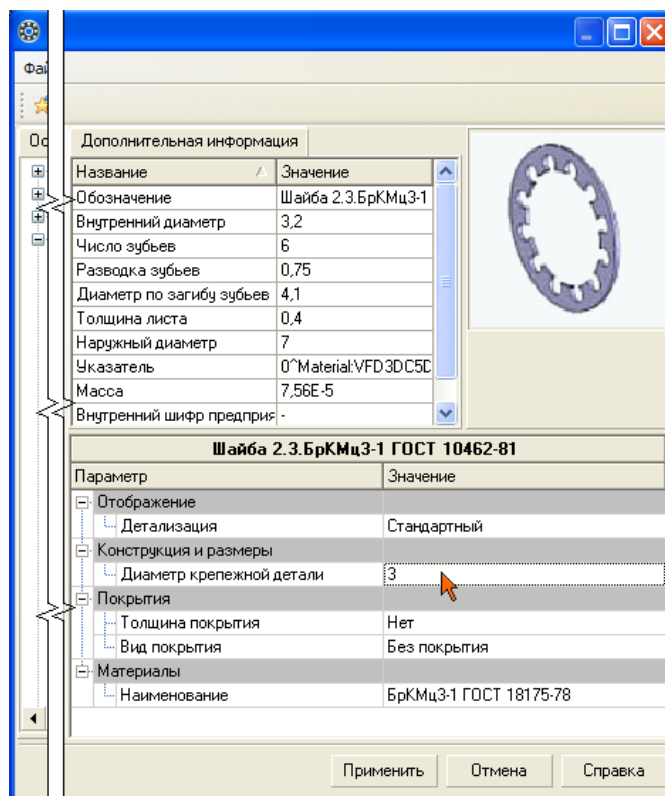
2. В дереве библиотеки раскройте "ветвь" **Крепежные изделия** щелчком на значке  слева от названия ветви.

3. Затем раскройте "ветви" **Шайбы – Шайбы стопорные.**

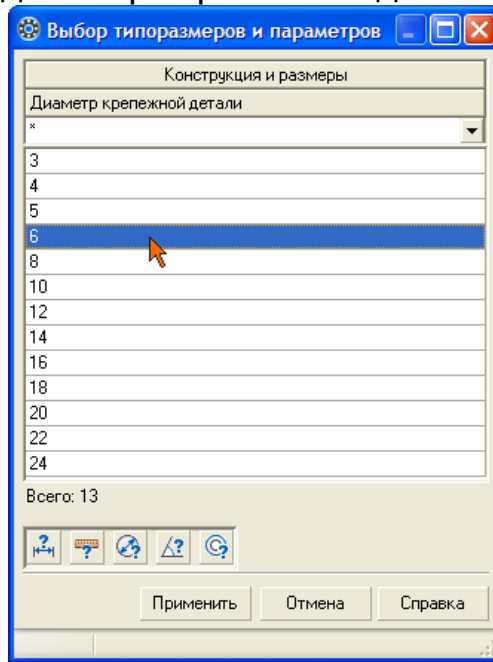
4. Выполните двойной щелчок мышью на элементе **Вырубная стопорная шайба ГОСТ 10462-81 (исп2).**



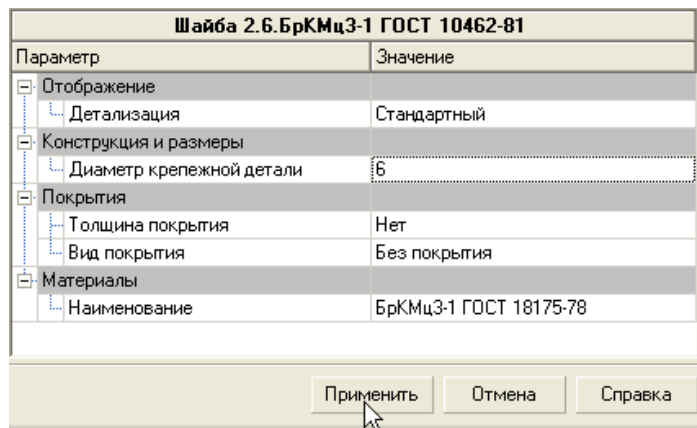
5. В **Области свойств** выполните двойной щелчок мышью в поле **Значение** параметра **Диаметр крепежной детали.** Окно библиотеки будет закрыто и система перейдет в режим размещения элемента.



6. В списке **Выбор типоразмеров и параметров** выполните двойной щелчок на значении диаметра крепежной детали **6 мм**.

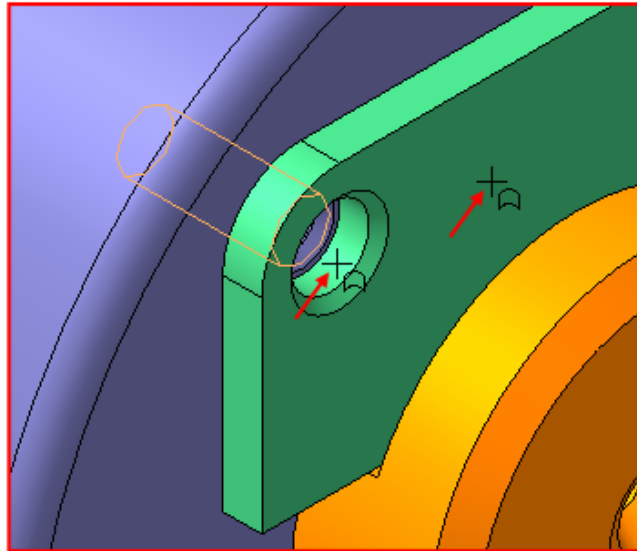


7. В окне библиотеки **Стандартные изделия** нажмите кнопку **Применить**.



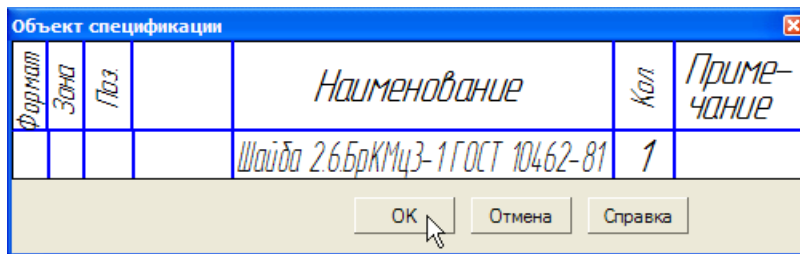
*Для элементов крепежа предусмотрена возможность автоматического сопряжения. Нужно указать курсором цилиндрическую грань, определяющую ось (будет наложено сопряжение **Соосность**) и плоскую грань, на которую должен быть установлен крепежный элемент (будет наложено сопряжение **Совпадение**).*

8. Укажите курсором круглую грань отверстия в **Планке** и ее плоскую грань. Нажмите кнопку **Создать объект**.

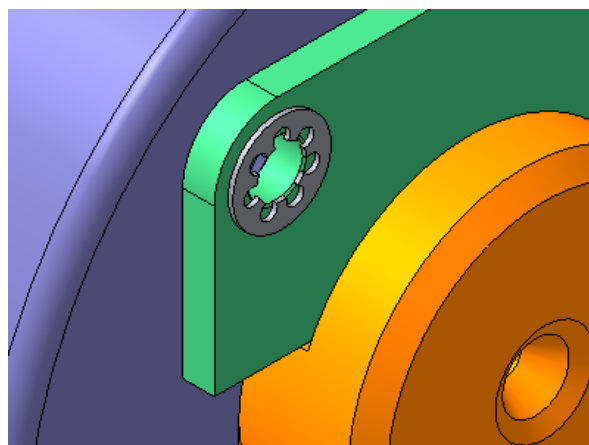


Вместе со стандартным изделием в сборку передается и его объект спецификации для автоматического формирования раздела **Стандартные изделия**.

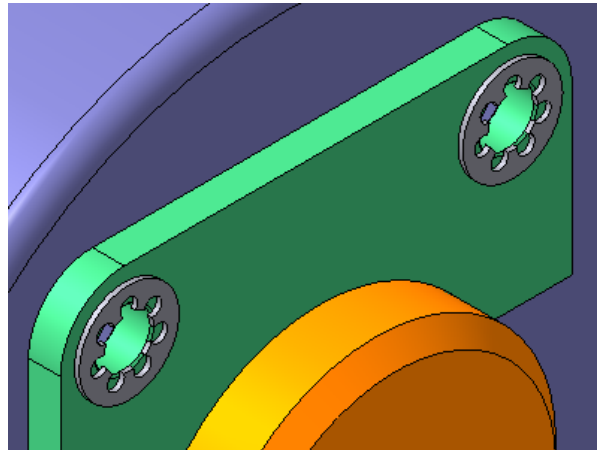
9. В окне **Объект спецификации** нажмите **ОК**.



После этого шайба будет добавлена в сборку.



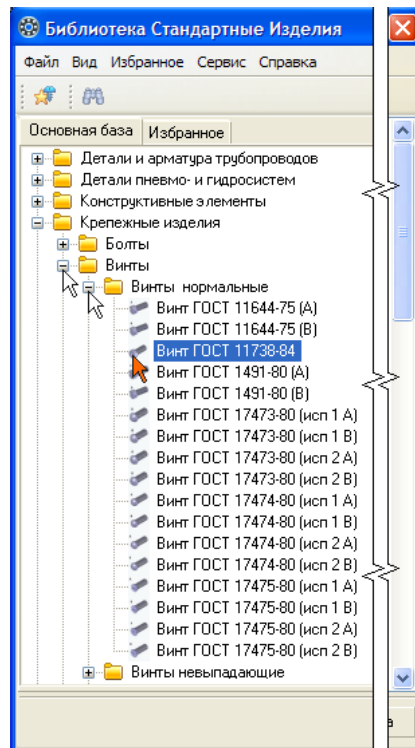
10. Для размещения второй шайбы укажите те же грани во втором отверстии **Планки**.



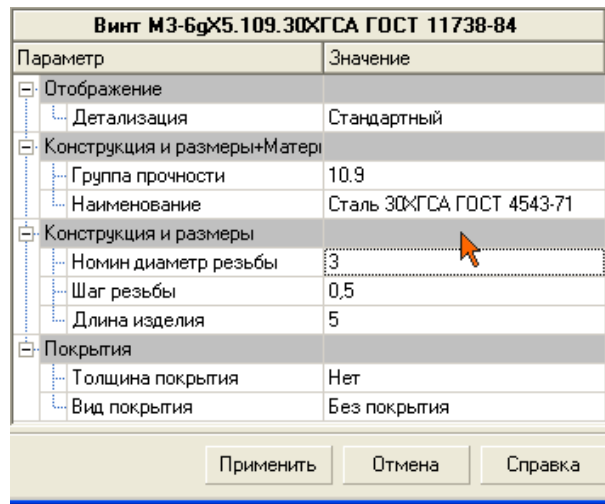
Задание 9. Добавление винтов

В резьбовое отверстие необходимо вернуть винт.

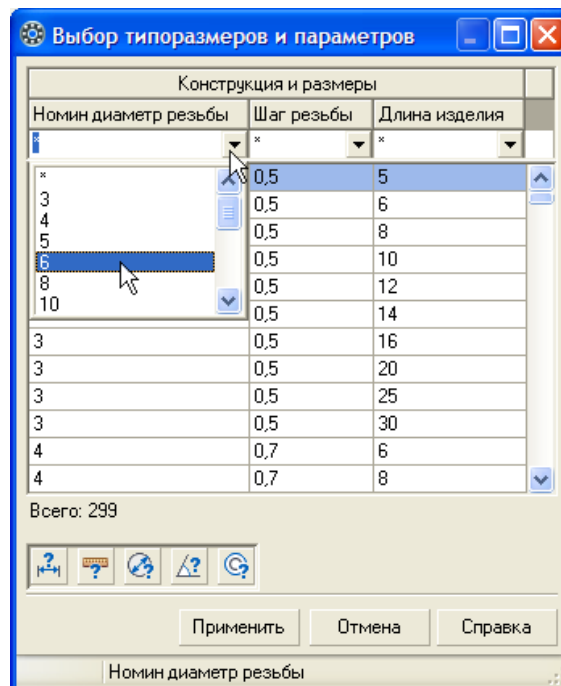
1. Выполните команду **Библиотеки – Стандартные изделия – Вставить элемент**.
2. В Дереве библиотеки раскройте "ветвь" **Винты** и **Винты нормальные**.
3. Выполните двойной щелчок мышью на элементе **Винт ГОСТ 11738-84**.



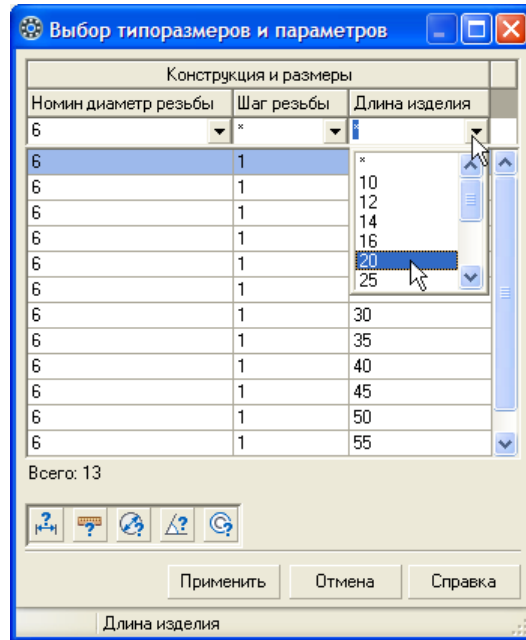
4. В Области свойств выполните двойной щелчок мышью в поле **Значение параметра Конструкция и размеры**.



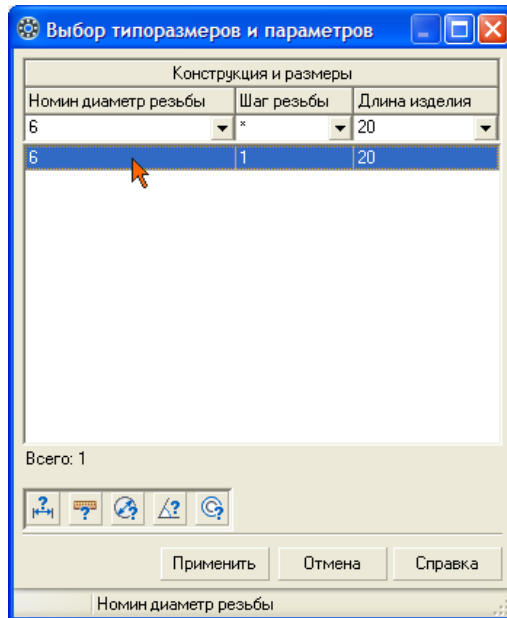
5. Раскройте список **Номинальный диаметр резьбы** и укажите значение **6 мм**.



6. Затем раскройте список **Длина изделия** и укажите значение **20 мм**.

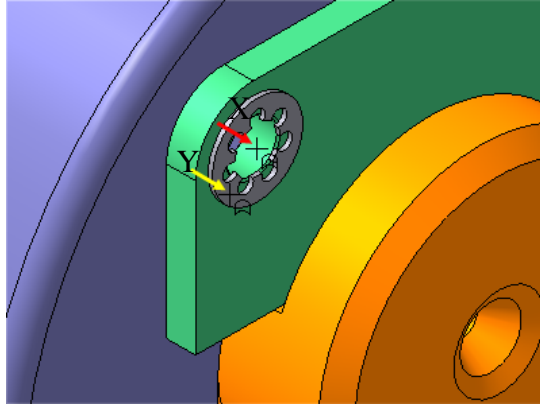


7. В таблице параметров останется единственная строка, отвечающая заданным условиям. Выполните на ней двойной щелчок мышью.



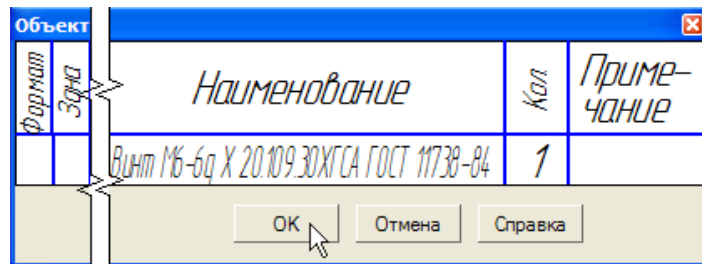
8. В окне библиотеки **Стандартные изделия** нажмите кнопку **Применить**.

9. Для автоматического наложения сопряжений укажите круглую грань отверстия в **Планке** (стрелка X) и плоскую грань **Шайбы** (стрелка Y).

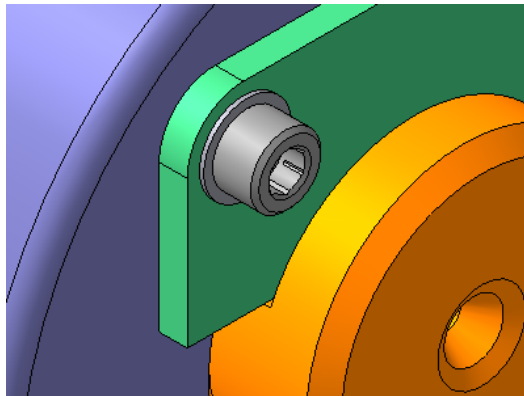


10. Нажмите кнопку **Создать объект** .

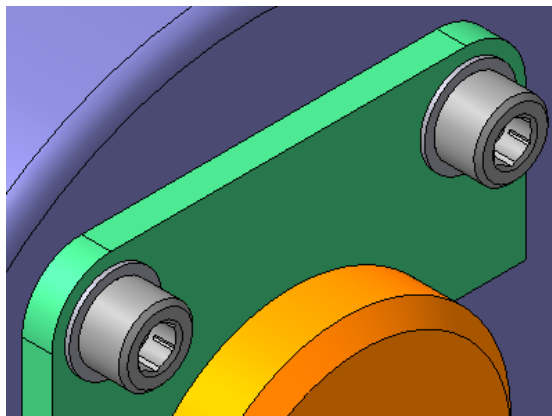
11. Подтвердите создание объекта спецификации **ОК**.



После этого винт будет установлен в отверстие.



12. Установите шайбу и винт во второе отверстие.



6. СОЗДАНИЕ КОМПОНЕНТА НА МЕСТЕ

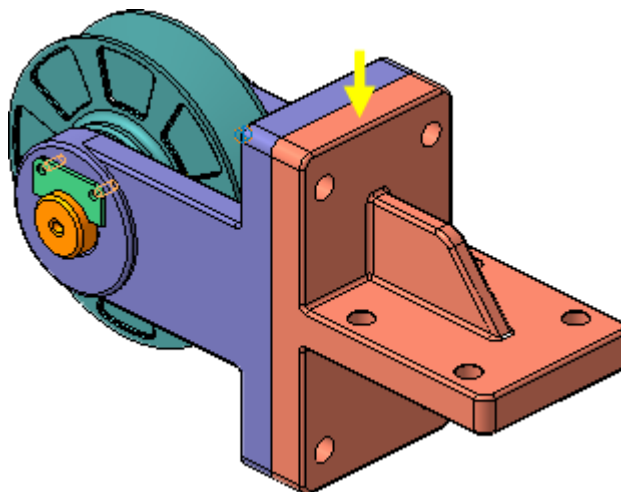
ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В КОМПАС-3D существует два способа включения компонентов в сборку:

1. Добавление уже готовых (созданных заранее и хранящихся на диске) компонентов. Этот способ применяется при проектировании сборки "снизу вверх". Разновидностью этого способа является добавление в сборку стандартных изделий.

2. Создание компонентов "на месте", то есть в контексте сборки. Этот способ применяется при проектировании сборки "сверху вниз".

Если указанные способы включения компонентов в сборку сочетаются, то проектирование сборки называется смешанным. До сих пор все компоненты добавлялись в сборку первым способом. Создание компонента на месте показано далее на примере детали **Кронштейн**. Можно сказать, что изделие **Блок направляющий** проектируется смешанным способом. Это самый распространенный на практике метод проектирования.

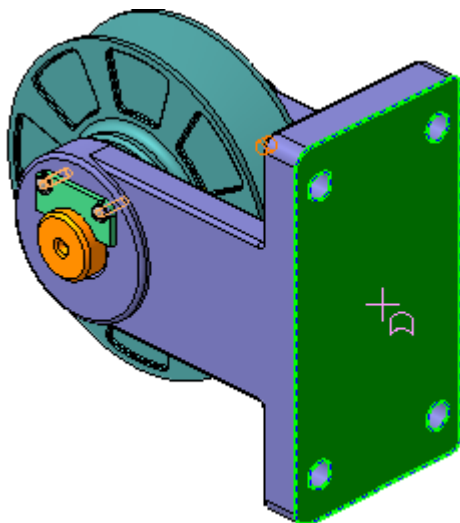




ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Задание 1. Проецирование объектов



В процессе работы над сборкой система будет выдавать запросы относительно сохранения изменений в компонентах и необходимости перестроения сборки. Отвечайте на них всегда утвердительно.

1. Разверните сборку и укажите обратную грань детали **Вилка**.



2. Нажмите кнопку **Создать деталь**  на панели **Редактирование сборки** .



3. Сохраните новую деталь на диске под именем **ПК.00.02. Кронштейн** в своей папке.

4. Система перейдет в режим создания новой детали, точнее в режим создания эскиза основания. Обратите внимание на то, что кнопки **Эскиз**  и **Редактировать на месте**  на панели **Текущее состояние** находятся во включенном состоянии.

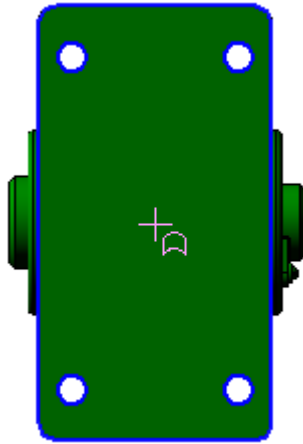


Все компоненты сборки выделяются цветом. Таким образом система сообщает, что они временно недоступны для редактирования, но их элементы (грани, ребра, вершины и др.) могут использоваться в операциях создания нового компонента.

*Основное требование к основанию детали **Кронштейн** состоит в том, что оно должно точно соответствовать основанию детали **Вилка**. Этого легко добиться с помощью команды проецирования объектов.*



5. Нажмите кнопку **Спроецировать объект**  на панели **Геометрия** .

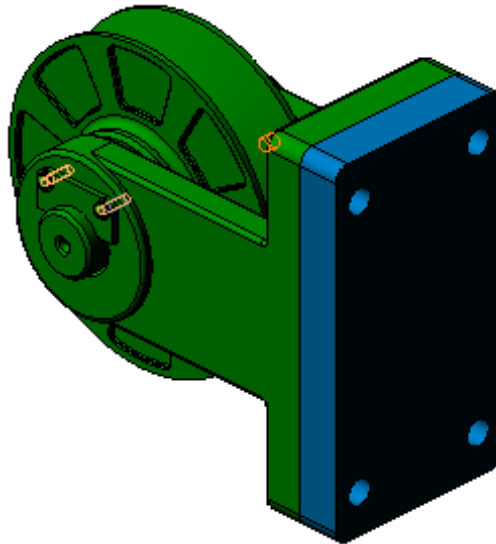
6. Вновь укажите грань детали **Вилка**. При этом в эскиз будут спроецированы все ее внешние и внутренние ребра.




*Возникшие в эскизе проекции ассоциативны (связаны со своими источниками). Например, при перемещении ребра в результате редактирования параметров породившей его операции, проекция этого ребра в эскизе будет отслеживать его новое положение. В данном случае, при изменении размеров основания **Вилки** автоматически будут изменяться размеры основания **Кронштейна**.*

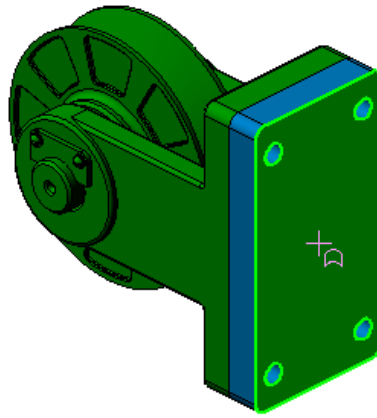
7. Нажмите кнопку **Прервать команду**  на **Панели специального управления**.


4. Закройте эскиз  и выдавите  его в прямом направлении на расстояние **30** мм. Система создаст основание новой детали.

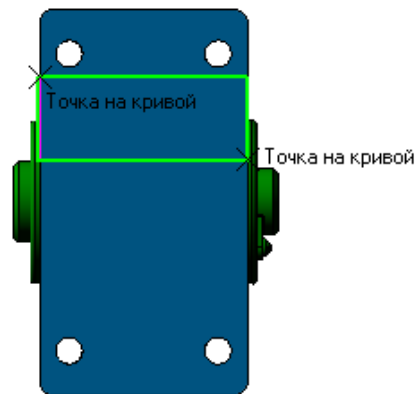



Задание 2. Добавление опорной площадки


1. В средней части основания нужно создать опорную площадку.
2. Укажите грань и создайте на ней новый эскиз .

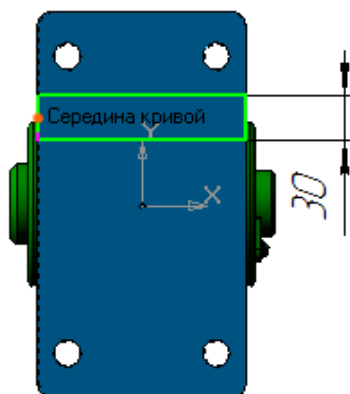




3. Постройте прямоугольник . Положение его вершин укажите на вертикальных ребрах основания с помощью привязки **Точка на кривой**. За счет этой связи ширина прямоугольника всегда будет равна ширине основания детали. Размеры прямоугольника в вертикальном направлении – произвольные.



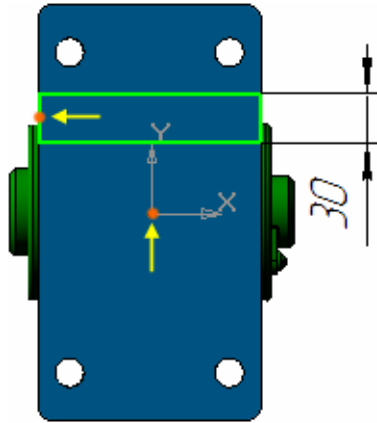
4. Проставьте вертикальный размер , определяющий высоту прямоугольника и присвойте ему значение 30 мм.

5. С помощью привязки **Середина** поставьте на левом вертикальном отрезке вспомогательную точку .

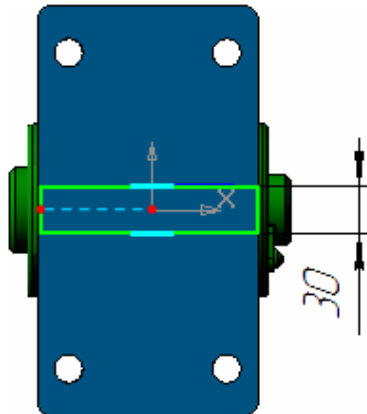


6. Нажмите кнопку **Выровнять точки по горизонтали**  на Расширенной панели команд параметризации точек инструментальной панели **Параметризация** .

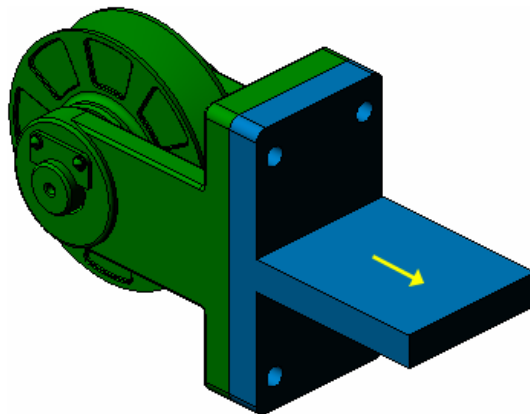
7. Укажите среднюю точку и точку начала координат эскиза.



Прямоугольник переместится в середину основания.

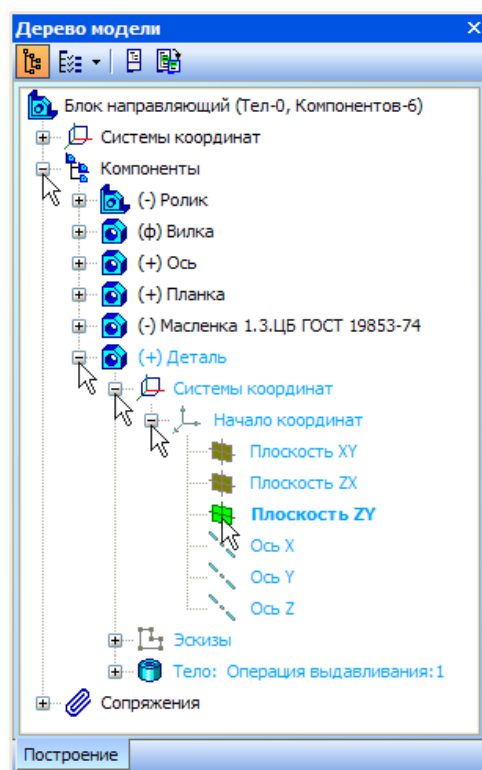


8. Закройте эскиз  и выдавите  его в прямом направлении на расстояние **170 мм**.



Задание 3. Создание ребра жесткости

1. Основание нужно связать с опорной площадкой ребром жесткости.
2. В Дереве модели раскройте "ветви" **Компоненты – Деталь – Системы координат – Начало координат** и укажите Плоскость ZY.



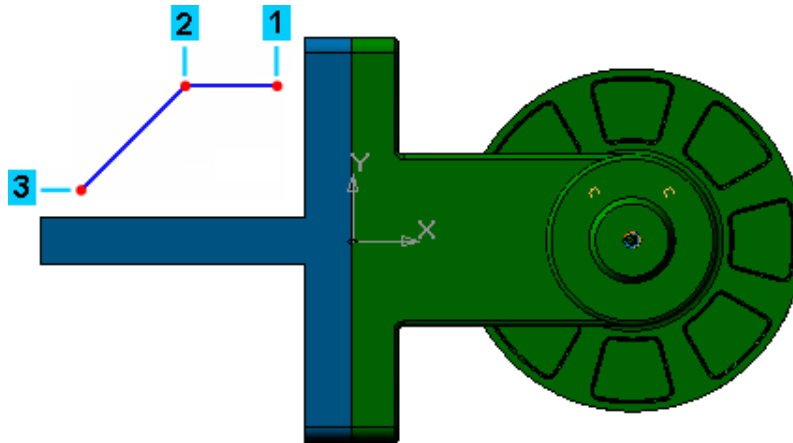
3. Нажмите кнопку **Эскиз** .

4. Установите ориентацию **Справа**.

*Эскиз ребра жесткости представляет собой простой контур, состоящий из горизонтального и наклонного отрезка. Если нужно построить серию отрезков, удобнее пользоваться командой **Непрерывный ввод объектов**.*



5. Нажмите кнопку **Непрерывный ввод объектов**  на панели **Геометрия** .


6. Постройте два отрезка так, как это показано на рисунке. Для этого просто укажите "на глаз" три точки, через которые проходят отрезки.

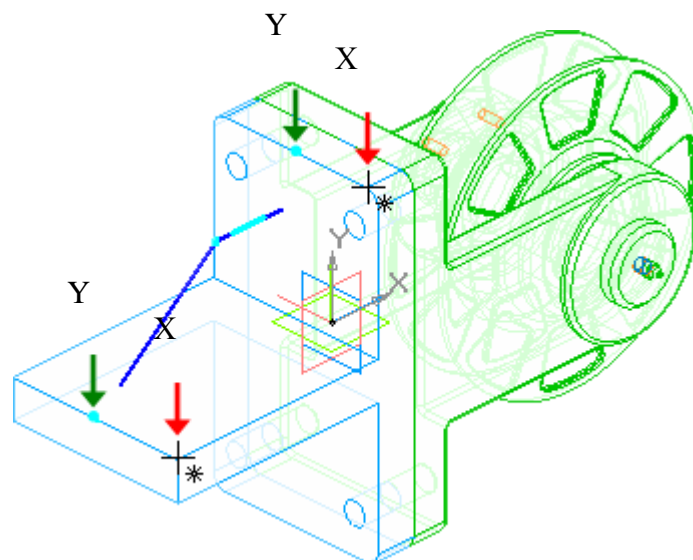


Отрезки необходимо связать параметрическими связями с основанием и опорной площадкой.

7. Нажмите кнопку **Невидимые линии тонкие**  на панели **Вид**.

8. Нажмите кнопку **Спроецировать объект**  на панели **Геометрия** .

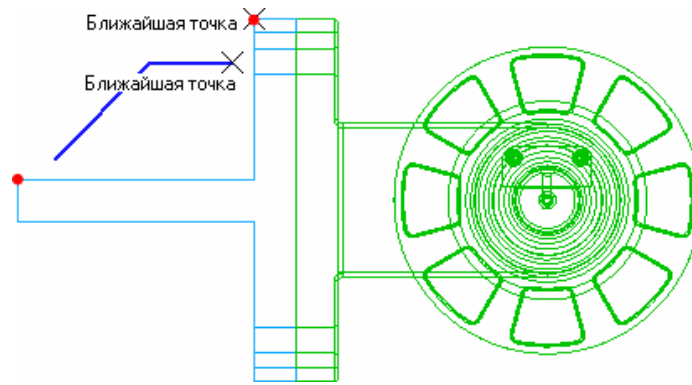
9. Спроецируйте в эскиз вершину основания и вершину опорной площадки (стрелки X). Обратите внимание, что курсор должен находиться в режиме указания вершин .



В эскизе появятся две вспомогательные точки, которые можно использовать для создания параметрических связей (стрелки Y).

10. Нажмите кнопку **Выровнять точки по вертикали** .

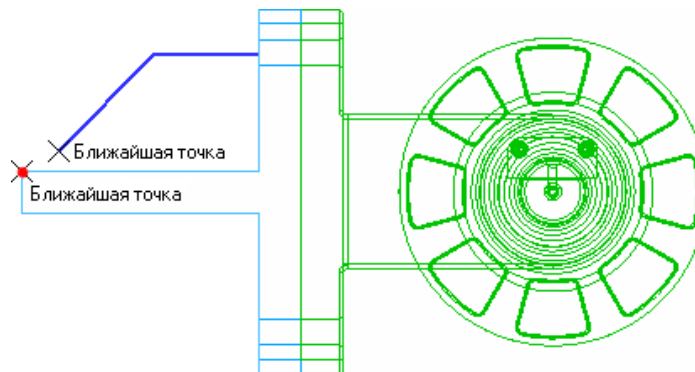
11. Укажите проекционную точку на основании и начальную точку горизонтального отрезка.



Точки будут выровнены в вертикальном направлении, горизонтальный отрезок будет продлен до основания, между точками будет установлена параметрическая связь.

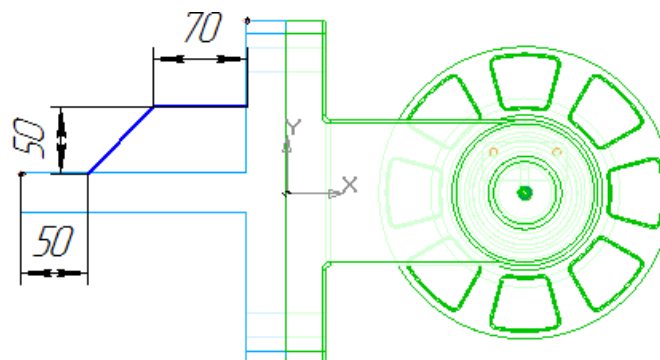
12. Нажмите кнопку **Выровнять точки по горизонтали** .


13. Укажите проекционную точку на опорной площадке и конечную точку наклонного отрезка.




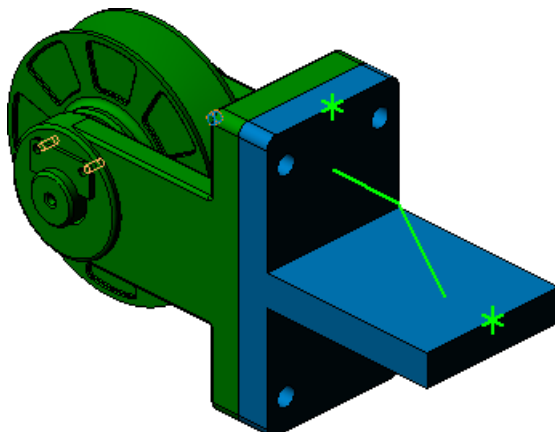
Точки будут выровнены в горизонтальном направлении, конечная точка наклонного отрезка опустится на опорную площадку, между точками будет установлена параметрическая связь.


14. Для окончательного определения эскиза проставьте три линейных размера.



15. Закройте эскиз .

16. Нажмите кнопку **Полутоновое**  на панели **Вид**. Модель должна выглядеть так, как показано на рисунке.

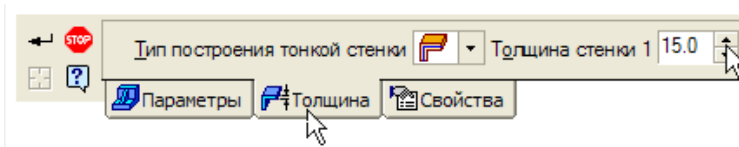


17. Нажмите кнопку **Ребро жесткости**  на панели **Редактирование детали** .

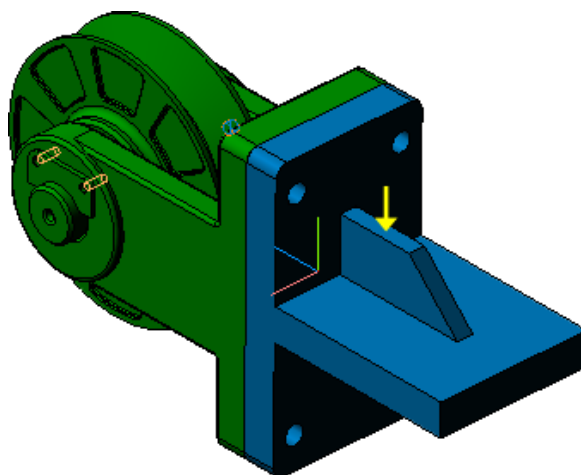
18. Откройте закладку **Толщина** на **Панели свойств**.

19. В поле **Толщина стенки** введите значение **15 мм**.

20. Нажмите кнопку **Создать объект** .



21. Система построит ребро жесткости.

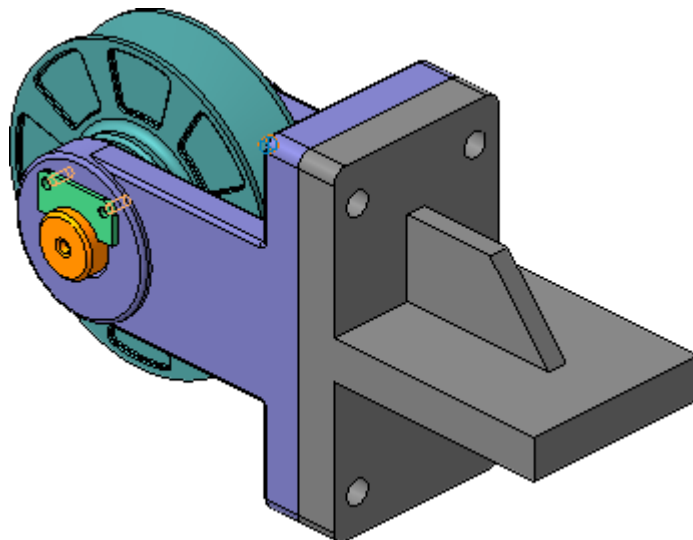


Задание 4. Редактирование компонента на месте

1. Отключите кнопку **Редактировать на месте**  на панели **Текущее состояние**.


2. Ответьте **Да** на запрос системы относительно перестроения сборки.

Система вернется в режим редактирования сборки. Все детали сборки восстановят свой цвет – они вновь доступны для редактирования.

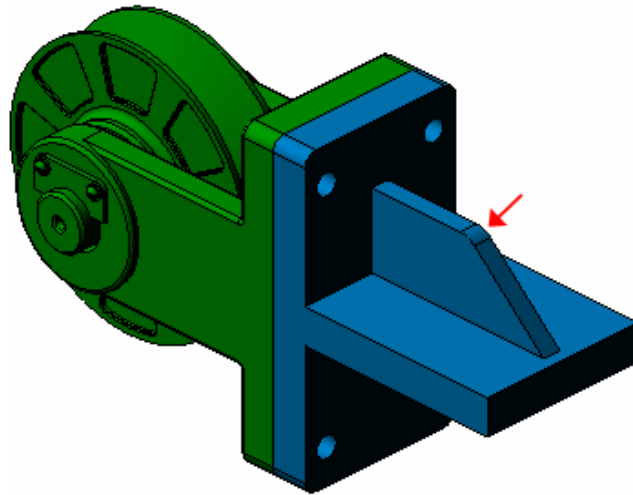


В любой момент можно продолжить работу над любой деталью в контексте сборки.

3. Проследите за тем, чтобы элемент **Деталь** в Дереве модели был текущим.

4. Нажмите кнопку **Редактировать на месте**  – система вернется в режим редактирования детали.

5. На ребре жесткости постройте скругление  радиусом **20** мм.



6. Отключите кнопку Редактировать на месте

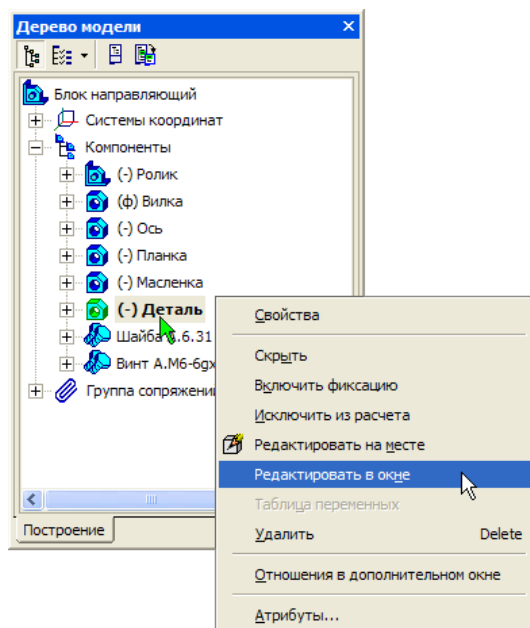
7. Ответьте **Да** на запрос системы относительно сохранения изменений в детали **Кронштейн**.

8. Ответьте **Да** на запрос системы относительно перестроения сборки.

Задание 5. Редактирование компонента в окне

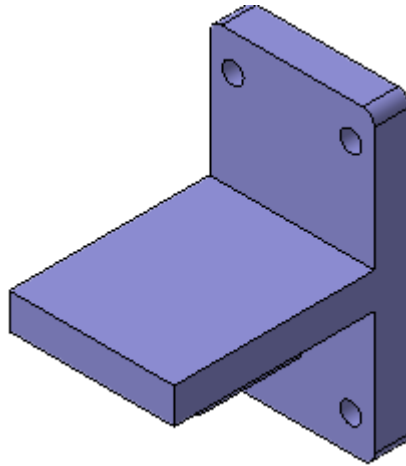
Одновременно с созданием детали в сборке, система формирует для нее отдельный дисковый файл. Можно продолжить работу над деталью в отдельном окне.

1. Щелкните **правой** клавишей мыши на компоненте **Деталь** в **Дереве модели** и выполните из контекстного меню команду **Редактировать в окне**.




Система откроет деталь **Кронштейн** в отдельном окне.

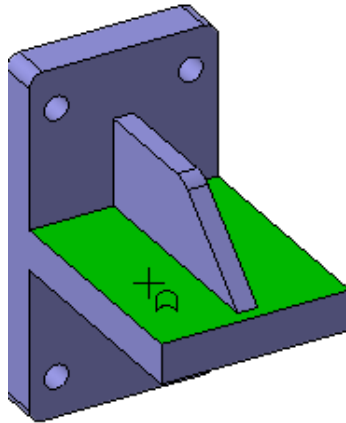
2. Установите ориентацию Изометрия XYZ.





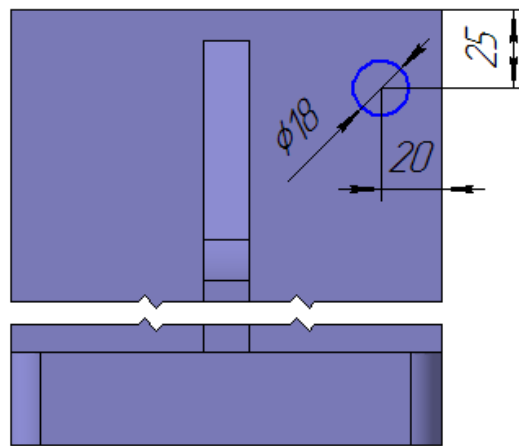
Задание 6. Создание эскиза для позиционирования отверстия



В опорной площадке нужно построить четыре сквозных отверстия.

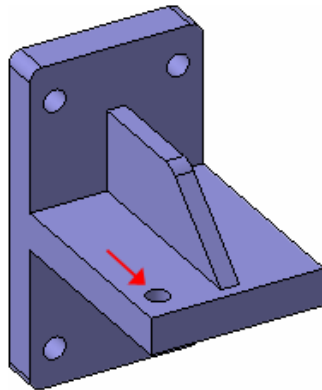
1. Поверните деталь ребром жесткости вверх, укажите грань опорной площадки и создайте на ней новый эскиз .



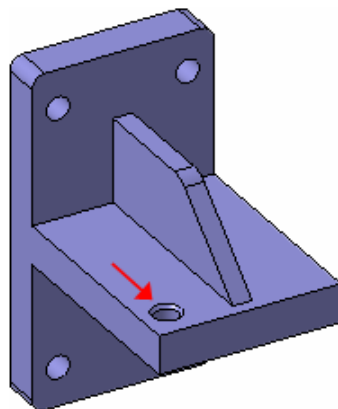
2. В правом верхнем углу опорной площадки постройте окружность , проставьте размеры .



3. Закройте эскиз  и примените к нему операцию **Вырезать вы-**
давливанием  в **Прямом** направлении с типом построения **Через**
все.



4. На отверстии постройте фаску размером **2,5 мм** на **45** градусов.

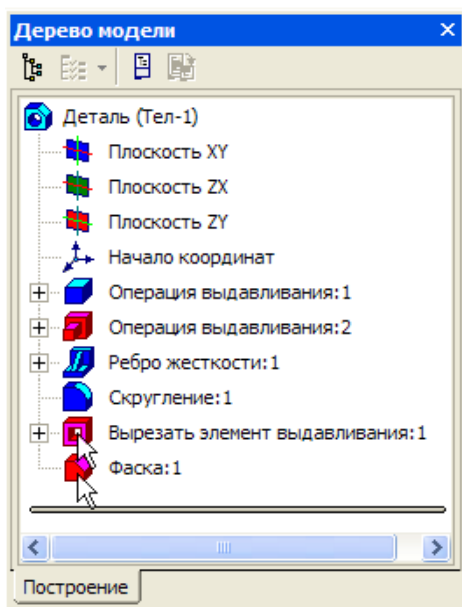


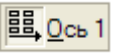
Задание 7. Копирование элементов по сетке

Для построения остальных отверстий можно воспользоваться операцией копирования элементов по сетке.

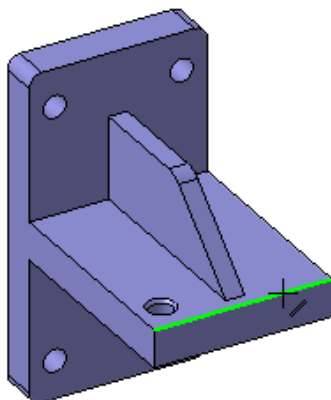
1. Нажмите кнопку **Массив по сетке**  на панели **Редактирование детали** .

2. В Дереве модели укажите элементы **Вырезать элемент выдавливания: 1** и **Фаска: 1**.



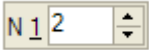
Обратите внимание на **Панель свойств**: кнопка **Первая ось**  находится в активном состоянии – система ждет указания прямолинейного объекта, являющегося первой осью массива.

3. В окне модели укажите прямолинейное ребро.



4. Включите кнопку **Обратное направление** .

5. В поле **N1 – Количество по первой оси** введите значение 2

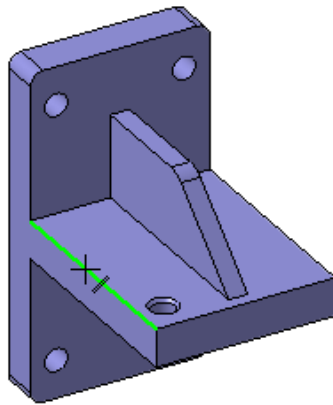


6. В поле **Шаг 1 – Значение шага по первой оси** введите значение 100



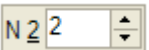
После этого автоматически станет активной кнопка **Вторая ось** – система перейдет в режим указания второй оси массива.

7. В окне модели укажите прямолинейное ребро.

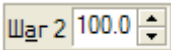


8. Включите кнопку **Обратное направление**

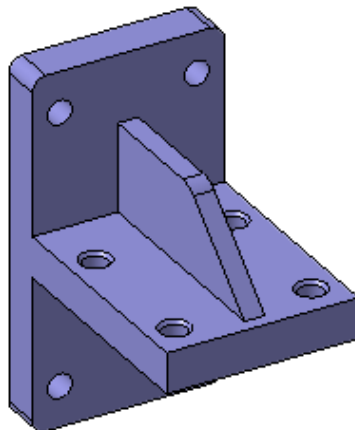
9. В поле **N2 – Количество по второй оси** введите значение 2




10. В поле **Шаг 2 – Шаг по второй оси** введите значение 100

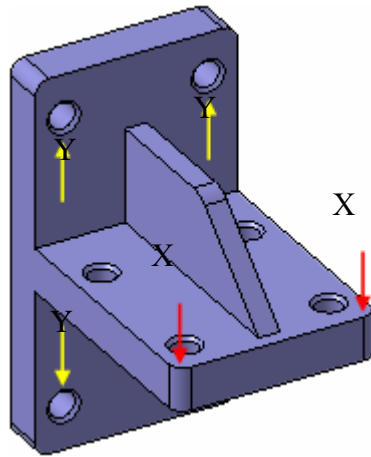



12. Нажмите кнопку **Создать объект** – система выполнит построение массива отверстий.



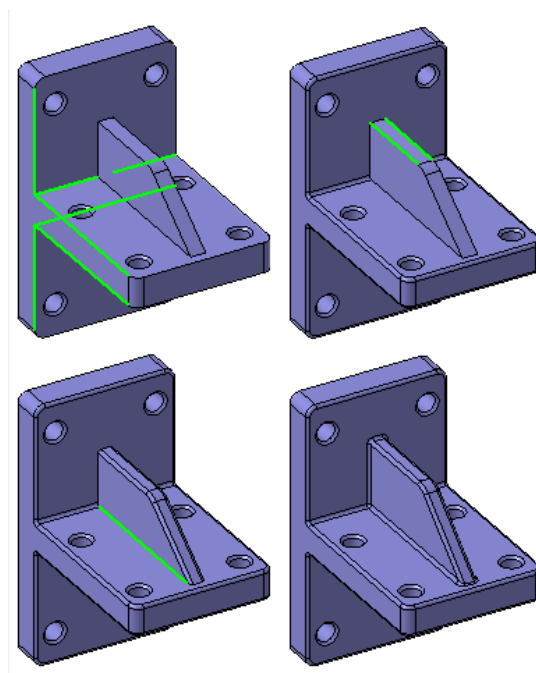
Задание 8. Завершение детали Кронштейн

1. На опорной площадке постройте два скругления  радиусом 10 мм (стрелки X).
2. На отверстиях основания постройте фаски размером 2,5 мм на 45 градусов (стрелки Y). Не забудьте, что все фаски следует построить с помощью одной команды, указав четыре ребра.



3. Скруглите  все острые кромки радиусом 3 мм. Кромки, расположенные на обратной стороне скруглять не нужно.

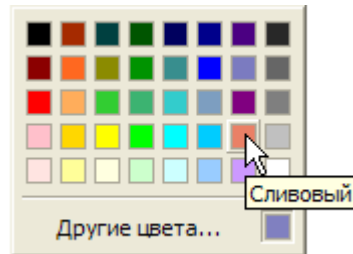
*В случаях сложной геометрии может потребоваться выполнение ряда последовательных операций скругления, даже если элементы имеют одинаковый радиус. Последовательность скругления ребер детали Кронштейн показана ниже. При построении всех скруглений включите опцию **Продолжать по касательным ребрам** на Панели свойств.*



Задание 9. Определение свойств детали и создание объекта спецификации.

1. Откройте диалог определения свойств детали, введите ее обозначение **ПК.00.02**, наименование **Кронштейн**, назначьте для детали материал серый чугун **СЧ18 ГОСТ 1412-85**.

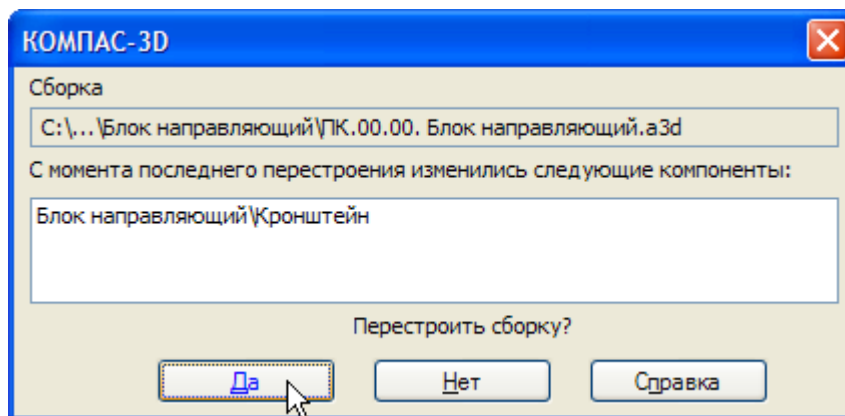
2. Измените цвет детали на **Сливовый**.



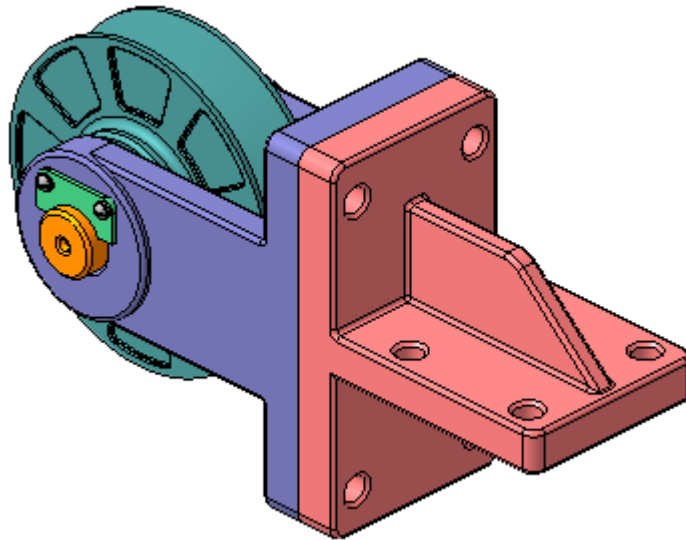
3. Создайте в детали объект спецификации.

4. Закройте окно модели с сохранением данных.

5. Ответьте утвердительно на вопрос системы относительно перестроения сборки.



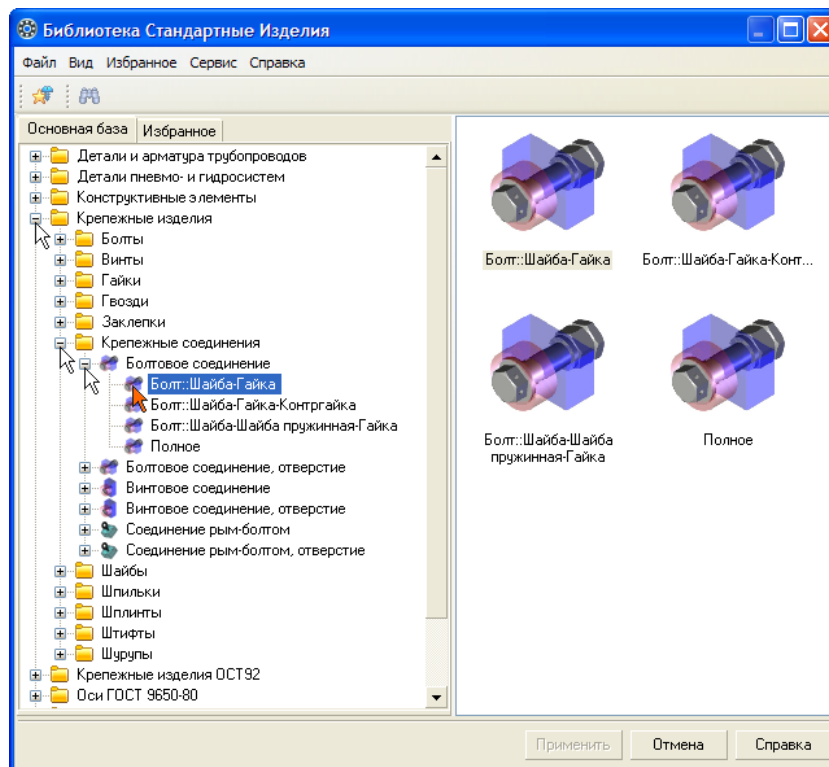
6. Вы вернетесь в окно сборки. Деталь **Кронштейн** будет содержать все внесенные в нее изменения.



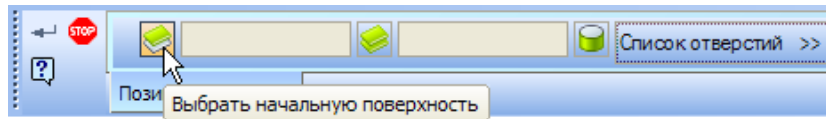
Задание 10. Добавление стандартных изделий

Вилку и Кронштейн нужно прикрепить друг к другу набором крепежных деталей: болтом, шайбой и гайкой. Крепежные детали нужно разместить только в одном из отверстий. Для остальных отверстий наборы можно построить автоматически.

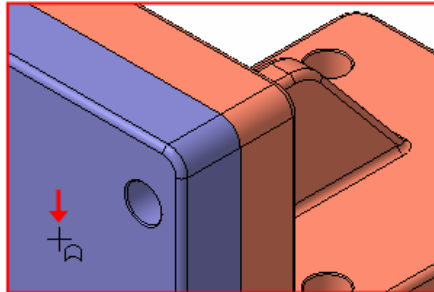
1. Увеличьте правый верхний угол сборки.
2. Откройте **Библиотеку стандартных изделий**.
3. В дереве библиотеки раскройте "ветви" **Крепежные изделия – Крепежные соединения – Болтовое соединение**.
4. Выполните двойной щелчок мышью на элементе **Болт::Шайба-Гайка** – система перейдет в режим позиционирования соединения.



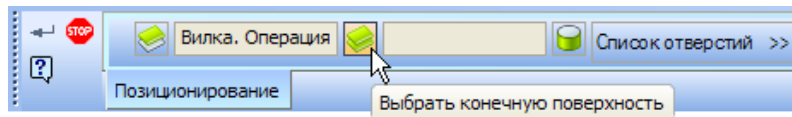
5. На Панели свойств нажмите кнопку **Выбрать начальную поверхность**.



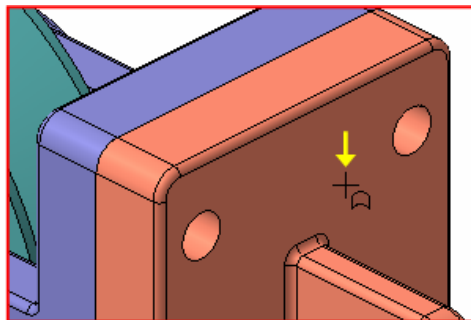
6. В окне модели укажите плоскую грань **Вилки**.



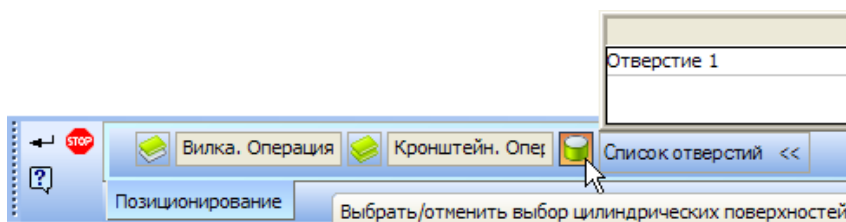
7. На Панели свойств нажмите кнопку **Выбрать конечную поверхность**.



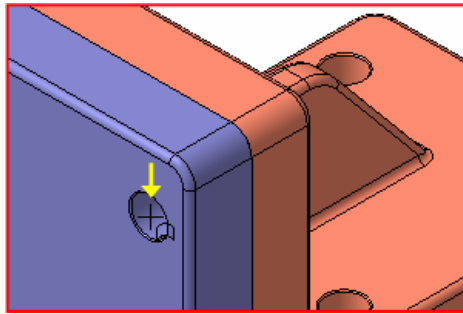
8. Разверните сборку обратной стороной и укажите плоскую грань **Кронштейна**.



9. На Панели свойств нажмите кнопку **Выбрать/отменить выбор цилиндрических поверхностей**.



10. В окне модели укажите цилиндрическую грань отверстия в **Вилке**.



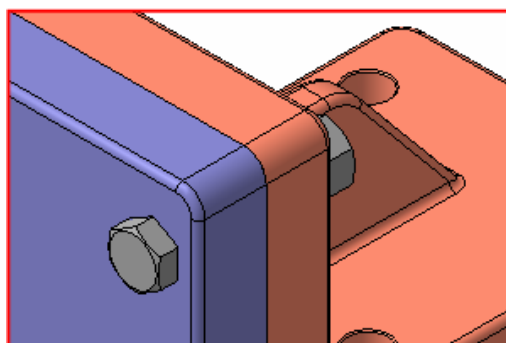
11. Нажмите кнопку **Создать объект** .

12. Система автоматически подберет параметры болтового соединения. В окне библиотеки **Стандартные изделия** нажмите кнопку **Применить**.

Можно изменить параметры любого из элементов соединения. Для этого нужно выполнить двойной щелчок мышью в нужной строке.



Болт::Шайба-Гайка_60_16	
Параметр	Значение
Отображение	
Детализация	Стандартный
Конструкция и размеры	
Шаг резьбы	2
Болт	Болт ГОСТ 7796-70 (исп 1)
Конструкция и размеры	
БОЛТ. Длина болта	80
БОЛТ. Размер под ключ	22
Конструкция и размеры+Материалы	
БОЛТ. Группа прочности	10.9
БОЛТ. Наименование	Сталь 30ХГСА ГОСТ 4543-71
Покрытия	
БОЛТ. Толщина покрытия	Нет
БОЛТ. Вид покрытия	Без покрытия
Шайба под гайкой	Шайба класса С ГОСТ 11371-78 (исп 1)
Покрытия	
ШАЙБА ПОД ГАЙКОЙ. Толщина пок	Нет
ШАЙБА ПОД ГАЙКОЙ. Вид покрытия	Без покрытия
Материалы	
ШАЙБА ПОД ГАЙКОЙ. Наименовани	АМг5 ГОСТ 4784-97
Гайка	Гайка ГОСТ 5915-70 (исп 1)
Конструкция и размеры+Материалы	
ГАЙКА. Группа прочности	04
ГАЙКА. Наименование	Сталь 10 ГОСТ 1050-88
Конструкция и размеры	
ГАЙКА. Размер под ключ	24
Покрытия	
ГАЙКА. Толщина покрытия	Нет
ГАЙКА. Вид покрытия	Без покрытия

13. В окне модели система разместит болтовое соединение.

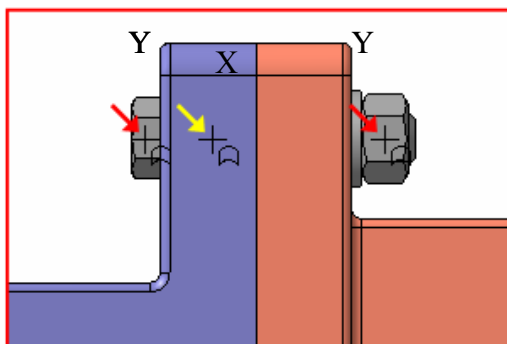


14. Чтобы будущий чертеж выглядел аккуратно, Болт и Гайку нужно выровнять относительно Вилки.

15. Установите ориентацию Справа.

16. Нажмите кнопку Параллельность  на инструментальной панели Сопряжения .

17. Укажите плоскую грань Вилки (стрелка X).




18. Нажмите кнопку Запомнить состояние  на Панели специального управления.

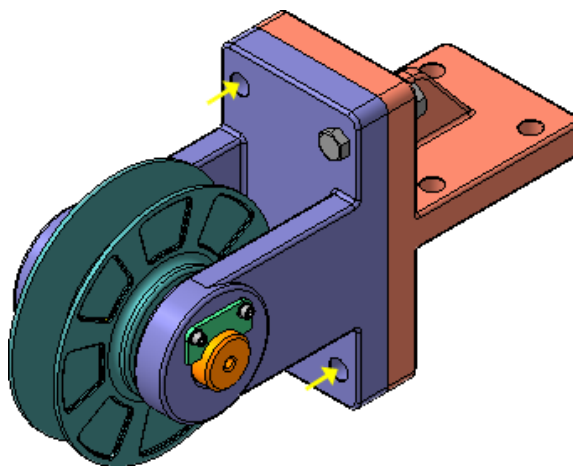
19. Укажите плоские грани Болта и Гайки (стрелки Y).



20. Нажмите кнопку Прервать команду .

Задание 11. Создание массива по образцу

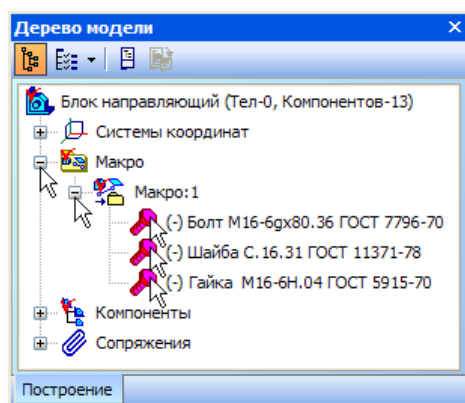
Система позволяет копировать компоненты сборки, распространяя их на объекты другого массива, уже существующего в сборке. Такой массив называется массивом-образцом. От-



верстия в основании детали Вилка получены с помощью команды Массив по сетке . Можно получить копии болтового соединения по массиву отверстий в Вилке.

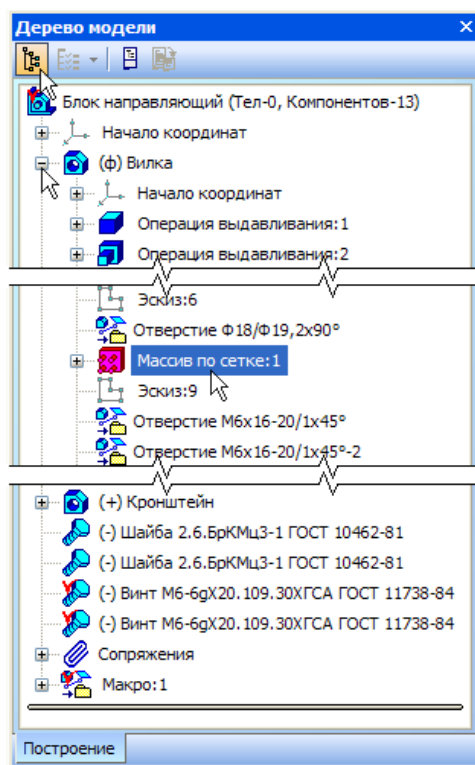



1. Нажмите кнопку Массив-образец  на панели Редактирование сборки .

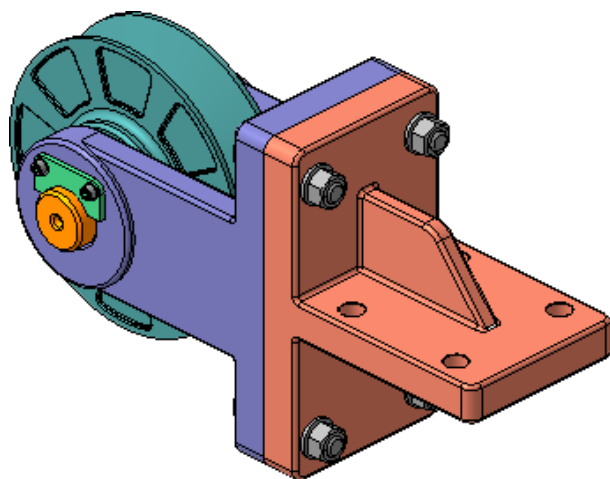
2. В Дереве модели раскройте "ветви" **Макро – Макро:1**.
3. Укажите компоненты, подлежащие копированию: **Болт, Шайбу и Гайку**.



4. Нажмите кнопку **Исходный массив**  на Панели свойств.
5. Нажмите кнопку **Отображение структуры модели**  на панели управления Деревя модели – элементы будут отображены в порядке их создания.
6. Раскройте "ветвь" **Вилка** и укажите элемент **Массив по сетке: 1**.



7. Нажмите кнопку **Создать объект**  – система построит недостающие наборы крепежных элементов.



8. Нажмите кнопку **Перестроить**  на панели **Вид**.

9. Сохраните готовую сборку на диске и закройте ее окно.

7. ПОСТРОЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПО СЕЧЕНИЯМ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

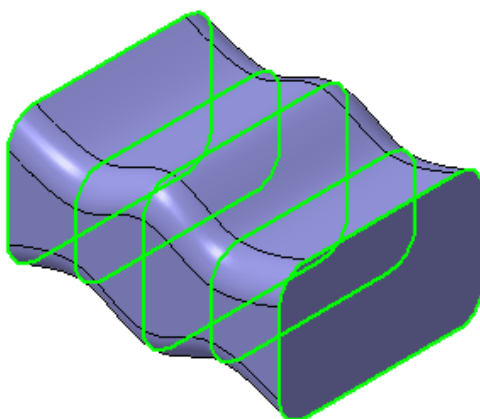
В этом занятии на примере детали **Молоток** показано создание твердого тела с использованием элемента по сечениям. Элемент по сечениям – это бобышка или вырез, созданные путем соединения нескольких поперечных сечений.





ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Задание 1. Создание смещенных плоскостей

За основание модели примем ее центральный участок. Он будет создан на основе пяти эскизов. Для их размещения потребуется пять плоскостей. В качестве первой из них можно использовать системную плоскость **ZY**. Нужно построить четыре вспомогательные плоскости.




1. Создайте новую деталь, сохраните ее на диске под именем **Молоток**, установите ориентацию **Изометрия XYZ**.

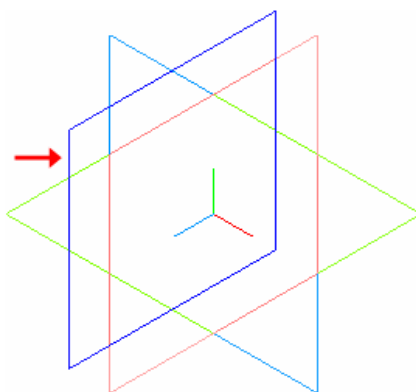
2. Нажмите кнопку **Смещенная плоскость**  на инструментальной панели **Вспомогательная геометрия** .


3. В Дереве модели укажите элемент **Плоскость ZY** (Профильная плоскость).

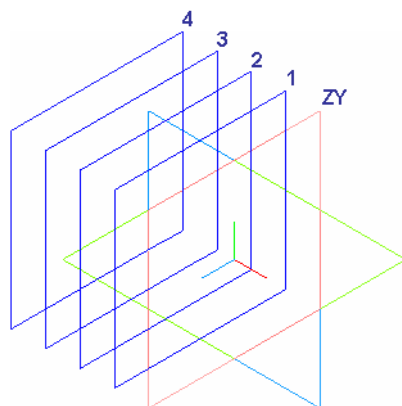
4. Обратите внимание на значение **10 мм** в поле **Расстояние** на Панели свойств.


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

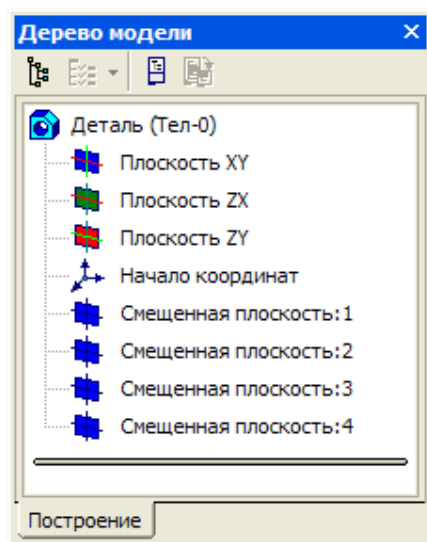
В окне модели система выполнит построение смещенной плоскости.



6. Создайте дополнительно три смещенные плоскости на расстояниях **20, 30 и 40 мм** от плоскости **ZY**. Каждый раз указывайте плоскость, вводите значение смещения и нажимайте кнопку **Создать объект** .





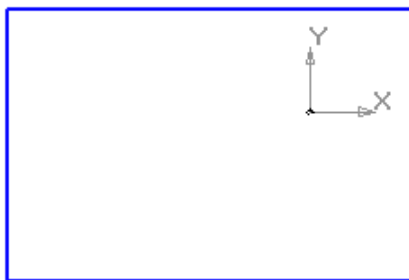
7. После создания последней плоскости нажмите кнопку **Прервать команду** . Смещенные плоскости отображаются в **Дереве модели**.




Задание 2. Создание эскиза сечений

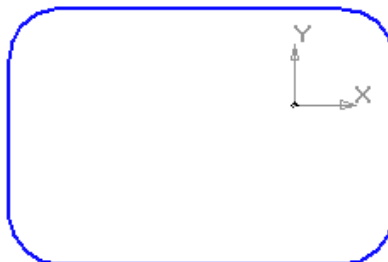
Все сечения, на основе которых будет создано твердое тело, представляют собой прямоугольник со скругленными углами. Изменяться будут только его размеры. Поэтому нужно правильно создать один контур. Остальные эскизы можно получить копированием.



1. Создайте новый эскиз  на плоскости **ZY**.
2. Постройте прямоугольник  произвольных размеров.




Нажмите кнопку **Скругление** на панели **Геометрия** .4. В поле **Радиус** на **Панели свойств** введите значение **4 мм**.

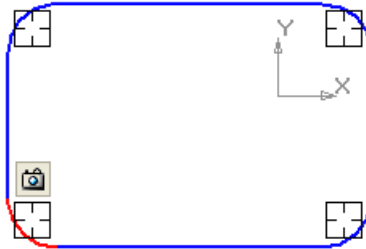
5. Скруглите вершины прямоугольника, попарно указывая примыкающие к ним отрезки.




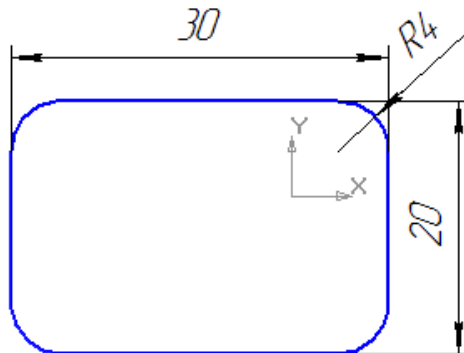
6. Нажмите кнопку **Равенство радиусов**  на панели **Параметризация** .



7. Укажите курсором любую из дуг и нажмите кнопку **Запомнить состояние**  на **Панели специального управления**.

8. Укажите курсором оставшиеся три дуги.



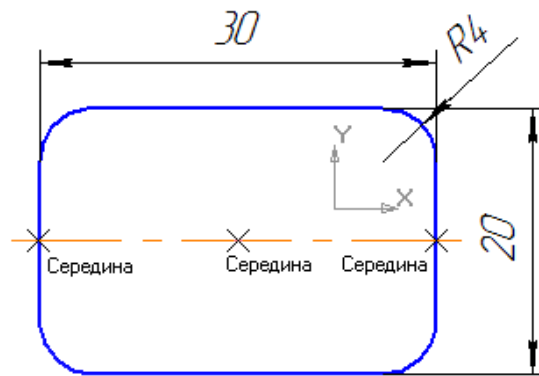
9. Проставьте размеры  и присвойте им значения, показанные на рисунке.





10. Нажмите кнопку **Осевая линия по двум точкам**  на панели **Обозначения** .

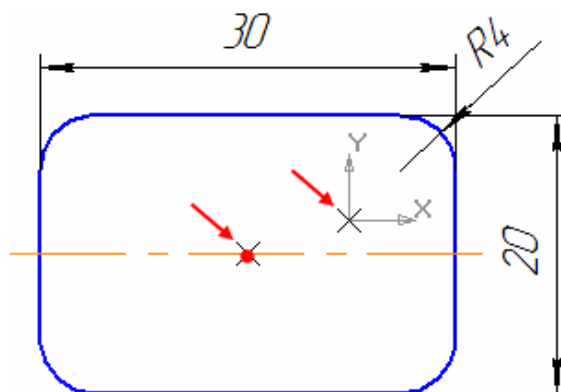
11. С помощью привязки **Середина** постройте горизонтальную осевую линию.

12. С помощью команды **Точка**  постройте точку на середине осевой линии.

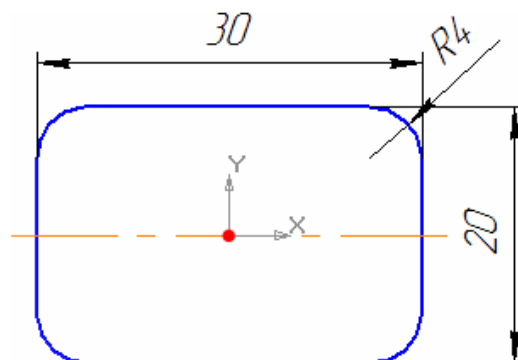


13. Нажмите кнопку **Объединить точки**  на панели **Параметризация** .

14. Укажите точку на середине осевой линии и точку начала координат эскиза.



Центр прямоугольника переместится в точку начала координат эскиза.



15. Нажмите кнопку **Прервать команду** .

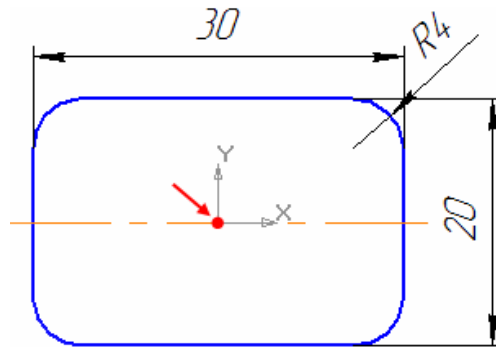
Задание 3. Использование буфера обмена


После того, как контур построен, его копию можно поместить в **буфер обмена**, откуда его можно вставить в другие эскизы.

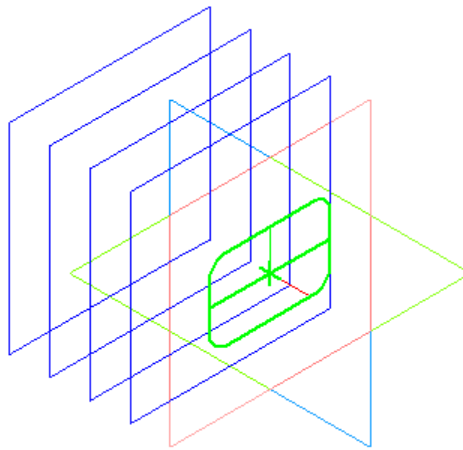
1. Выполните команду **Редактор – Выделить все**.

2. Нажмите кнопку **Копировать**  на панели **Стандартная**.

3. Укажите точку начала координат эскиза в качестве базовой точки копирования.



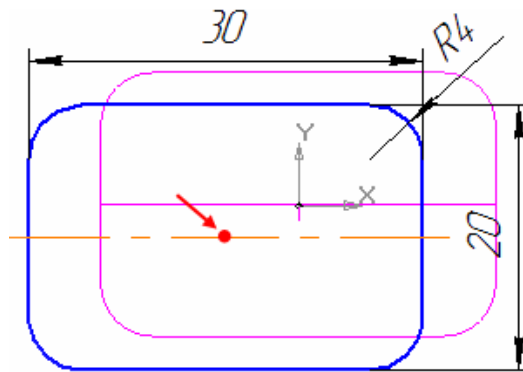
4. Закройте эскиз . В окне модели появится его изображение.





5. Создайте новый эскиз на **Смещенной плоскости:1**.

6. Нажмите кнопку **Вставить**  на панели **Стандартная**.

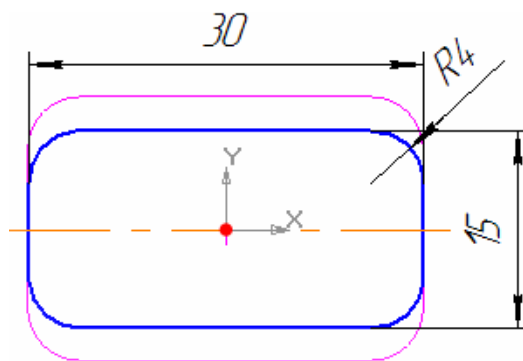
7. Укажите положение базовой точки рядом с точкой начала координат эскиза.




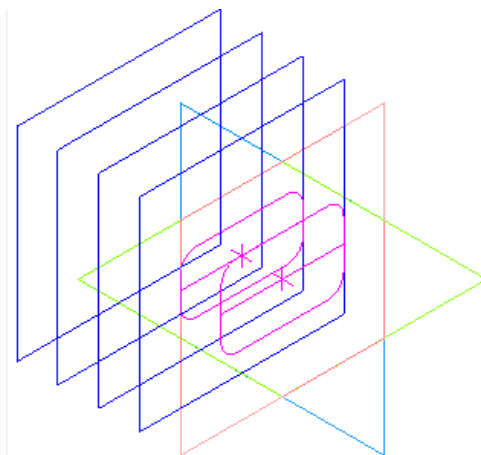
8. С помощью команды **Объединить точки**  на панели **Параметризация**  совместите точку на середине осевой линии и точку начала координат эскиза.

9. Вертикальному размеру присвойте значение **15 мм**.

*Здесь и далее: после вставки из буфера обмена, все размеры в эскизе становятся информационными. Для того, чтобы изменить значение размера, в диалоге изменения размера отключите флажок **Информационный размер**.*

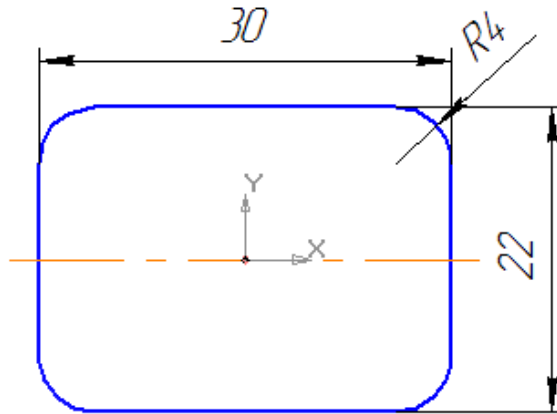


10. Закройте эскиз . В окне модели появится его изображение.

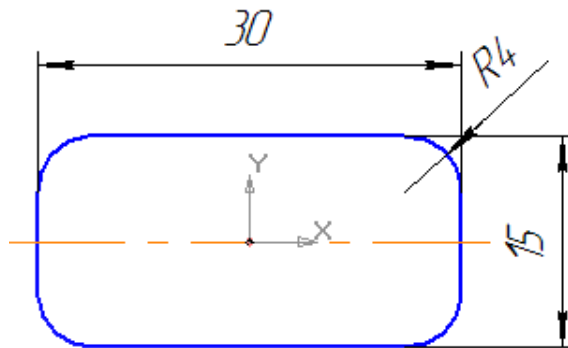


Задание 4. Создание эскизов сечений

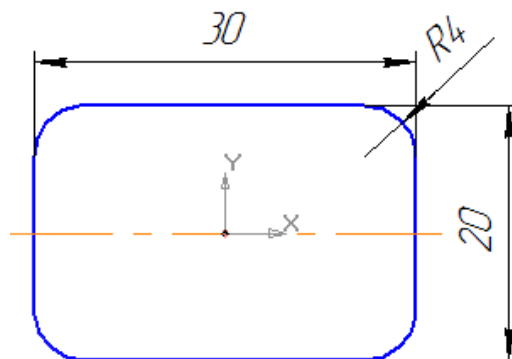
1. Таким же образом постройте остальные сечения.
Эскиз на **Смещенной плоскости: 2.**



Эскиз на **Смещенной плоскости: 3.**

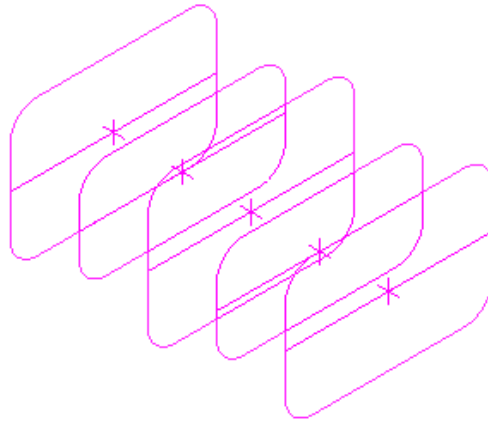


Эскиз на **Смещенной плоскости: 4.**



Задание 5. Создание основания. Элемент по сечениям

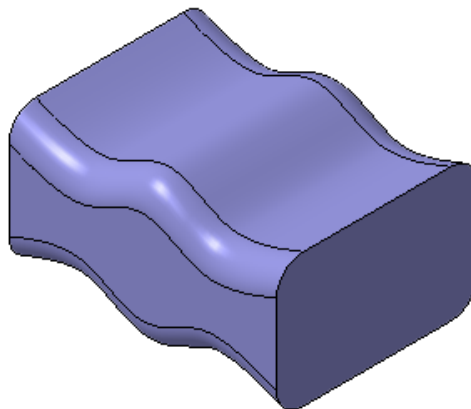
После того, как созданы все эскизы, можно выполнить построение тела по сечениям (плоскости на рисунке условно не показаны).



1. Нажмите кнопку **Операция по сечениям**  на панели **Редактирование детали** .

2. Сечения следует указывать в том порядке, в котором они следуют в элементе. В **Дереве модели** последовательно укажите эскизы с первого по пятый.

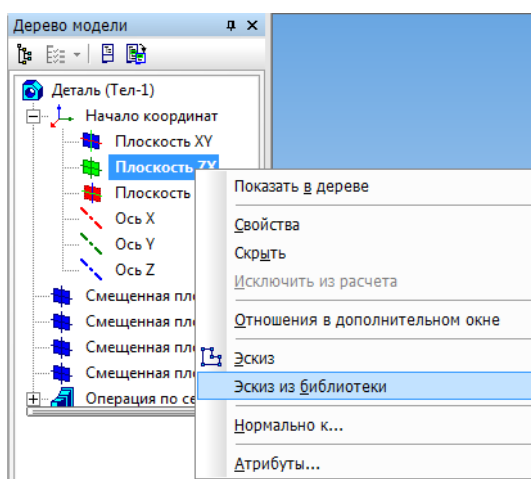
3. Нажмите кнопку **Создать объект** .



Задание 6. Построение паза

В основании нужно выполнить паз для рукоятки. Для создания контура паза воспользуйтесь **Библиотекой эскизов**. Эскиз разместите на плоскости **ZX** (Горизонтальная плоскость).

1. В Дереве модели щелкните правой клавишей мыши на элементе **Плоскость ZX** и выполните из контекстного меню команду **Эскиз из библиотеки**.



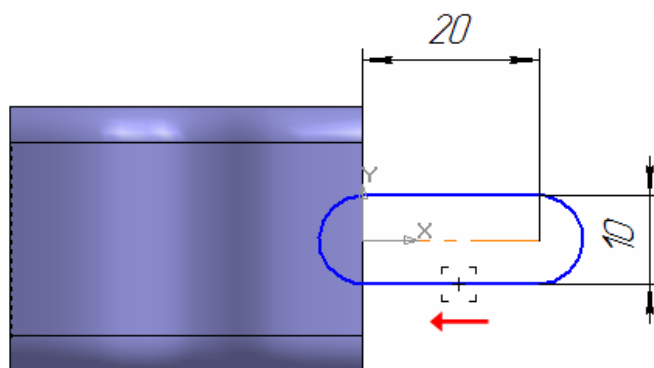
2. В **Дереве библиотеки** откройте папку **Пазы и бобышки**.


3. В списке элементов папки укажите Паз 1. В окне предварительного просмотра будет показан его контур.

4. После создания эскиза войдите в режим его редактирования.

По умолчанию контур размещается в точке начала координат эскиза. Нужно определить размеры контура и задать его правильное положение.



5. Измените значения размеров, как это показано на рисунке.

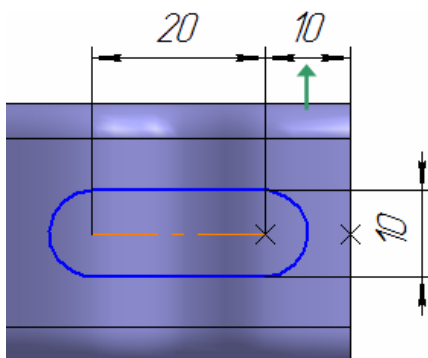


6. Нажмите кнопку **Ортогональное черчение**  на панели **Текущее состояние**. Это позволит перемещать объекты мышью только в горизонтальном или вертикальном направлениях.

7. Захватите мышью любой из объектов контура и перетащите его влево приблизительно в середину основания.

8. Для определения положения контура в эскизе проставьте дополнительный линейный размер **10 мм**.


9. Отключите режим ортогонального черчения  и закройте эскиз .



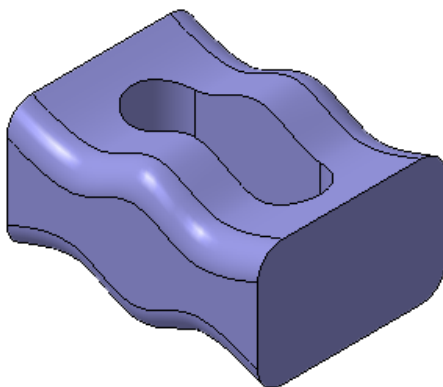
10. Эскиз будет расположен внутри детали, точно в ее центре. Поэтому удаление материала нужно выполнять сразу в обоих направлениях: вниз и вверх.


11. Нажмите кнопку **Вырезать выдавливанием**  на панели **Редактирование детали** .

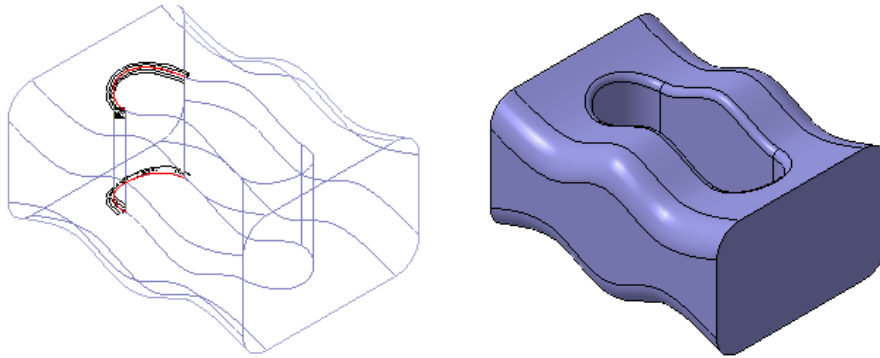
12. На Панели свойств, в поле **Направление**, установите вариант **Два направления** .

13. Для прямого и обратного направлений установите способ построения **Через все** .

14. Нажмите кнопку **Создать объект** .



15. Скруглите  края паза радиусом **1 мм**. Для этого укажите по одному ребру с каждой стороны и включите флажок **По касательным ребрам** на Панели свойств.

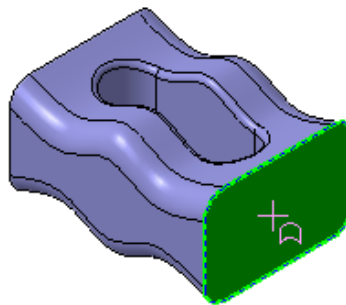


Задание 7. Элемент по сечениям с осевой линией

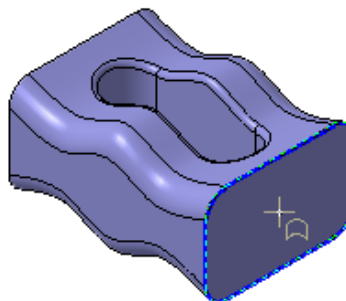
Теперь нужно построить ту часть детали, которая плавно сужается от основания к правому краю. Этот участок детали будет построен как элемент по сечениям с осевой линией.


Первый эскиз, который будет определять исходную форму нового элемента, должен повторять форму смежной грани основания.

1. Создайте эскиз  на грани основания.




2. Спроецируйте  в эскиз эту же грань (панель Геометрия).

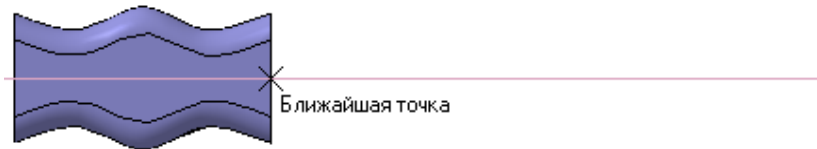



3. Закройте эскиз .

Задание 8. Построение осевой линии

1. Создайте новый эскиз на плоскости XY (Фронтальная плоскость).

2. Нажмите кнопку **Горизонтальная прямая**  на Расширенной панели команд построения вспомогательных прямых и постройте горизонтальную линию, проходящую через точку начала координат эскиза.

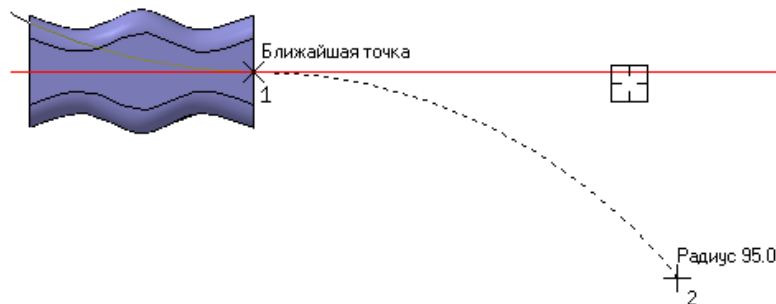


3. Нажмите кнопку **Дуга, касательная к кривой**  на Расширенной панели команд построения дуг.

4. Укажите мишенью на горизонтальную линию в любой ее точке.

5. С помощью привязки **Ближайшая точка** укажите начальной точку дуги в точке начала координат (точка 1).

6. Затем укажите "на глаз" примерное положение конечной точки дуги (точка 2).



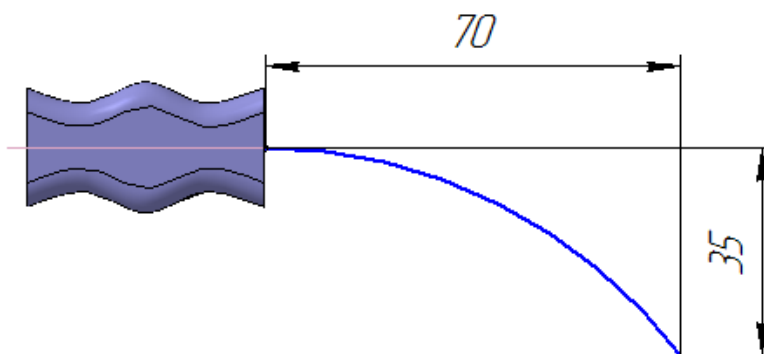
7. Система предложит два варианта касательной дуги. Нужный вариант показан пунктирной линией. Сделайте его текущим щелчком мыши.

8. Нажмите кнопку **Создать объект**  – дуга будет построена.

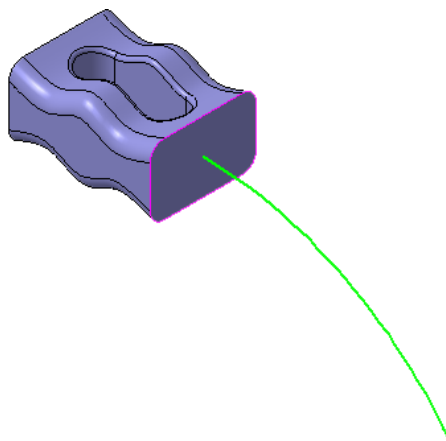
9. Откажитесь от создания второго варианта нажатием на кнопку

Прервать команду .

10. Для определения геометрии дуги проставьте размеры.




11. Закройте эскиз .



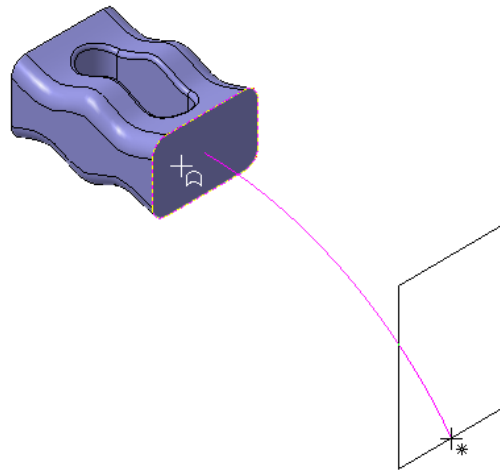
Задание 9. Построение плоскости через вершину

Последний эскиз должен определять форму и размеры заостренного края детали. Вначале нужно создать вспомогательную плоскость для его размещения.

1. Нажмите кнопку **Плоскость через вершину параллельно другой плоскости**  на Расширенной панели команд панели **Вспомогательная геометрия**.


2. Укажите грань основания, параллельно которой должна пройти вспомогательная плоскость.


3. В качестве вершины, через которую должна пройти параллельная плоскость, укажите конечную точку дуги.

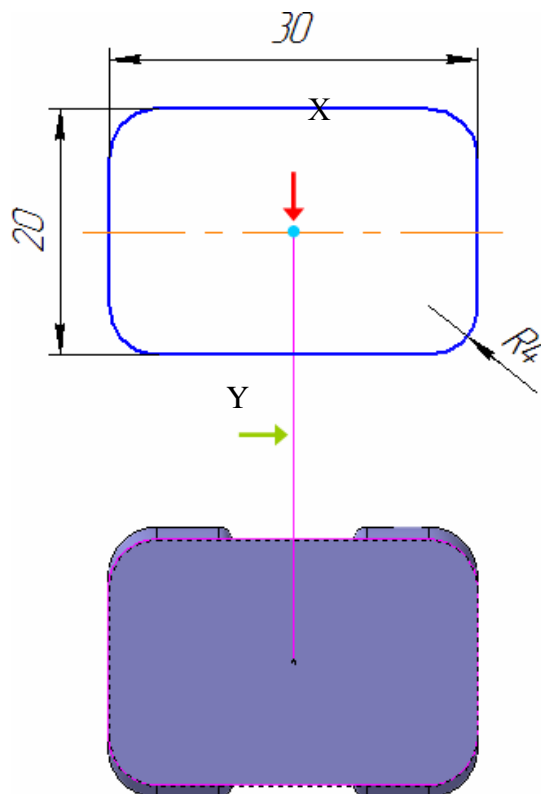


4. Нажмите кнопку **Прервать команду** .

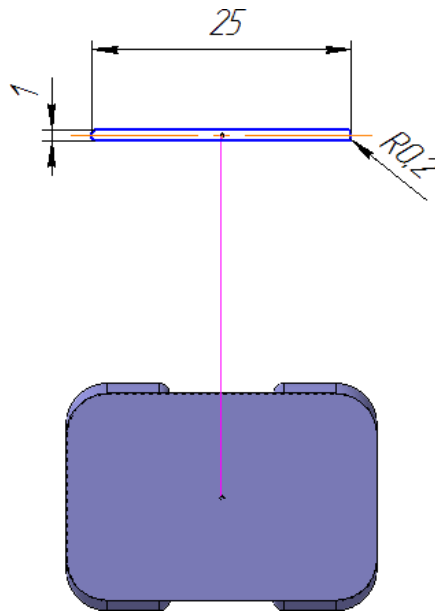
Задание 10. Создание третьего сечения


1. Создайте эскиз  на параллельной плоскости.

2. Вставьте из буфера обмена  созданный ранее параметрический контур и обеспечьте размещение его центра в конечной точке дуги (стрелка X).



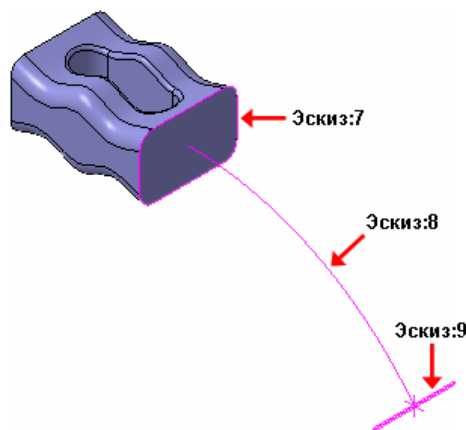
3. Измените значения размеров, как это показано на рисунке. Начните с изменения значения радиального размера.



4. Закройте эскиз .

Задание 11. Создание элемента с осевой линией

В модели созданы три новых эскиза: **Эскиз:7**, в котором находится контур, который будет определять начальную форму нового элемента; **Эскиз:9** с узким прямоугольником – его конечную форму; дуга в **Эскизе:8** будет выполнять роль осевой линии.



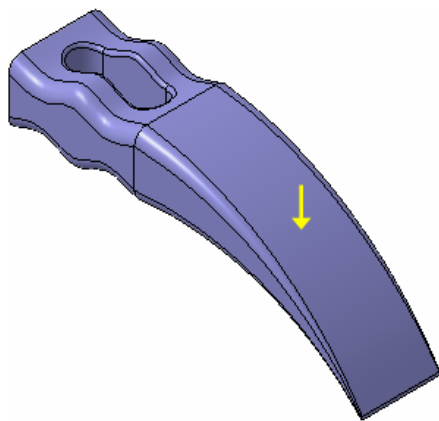
1. Нажмите кнопку **Операция по сечениям**  на панели **Редактирование детали** .

2. В Дереве модели укажите сечения – **Эскиз:7** и **Эскиз:9**.

3. Нажмите кнопку **Осевая линия**  на Панели свойств.

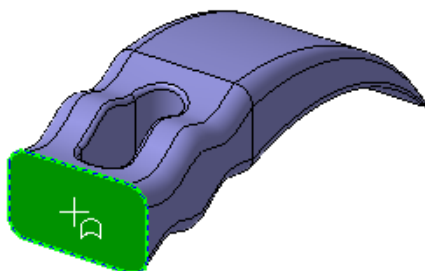
4. В Дереве модели укажите осевую линию – **Эскиз: 8**.


5. Нажмите кнопку **Создать объект** .

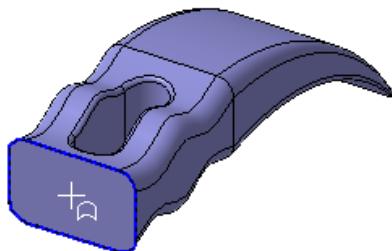


Задание 12. Добавление третьего элемента



1. Поверните модель, укажите грань и создайте эскиз .



2. Спроецируйте  в эскиз эту же грань.



3. Закройте эскиз .

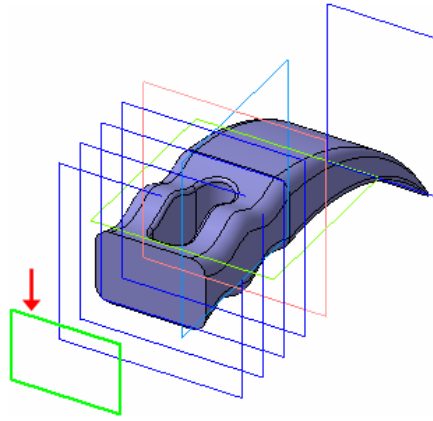
4. На инструментальной панели **Вспомогательная геометрия**  нажмите команду **Смещенная плоскость** .

5. Вновь укажите эту же грань основания.


6. В поле Расстояние на Панели свойств введите значение **40 мм**.

7. Нажмите кнопку **Создать объект** .

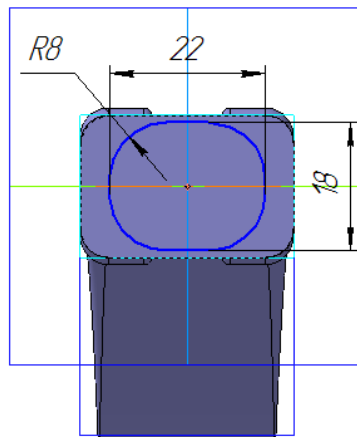
8. Нажмите кнопку **Прервать команду** .



9. Создайте новый эскиз  на **Смещенная плоскость:5**.

10. Вставьте из буфера обмена  созданный ранее параметрический контур и обеспечьте размещение его центра в точке начала координат эскиза.

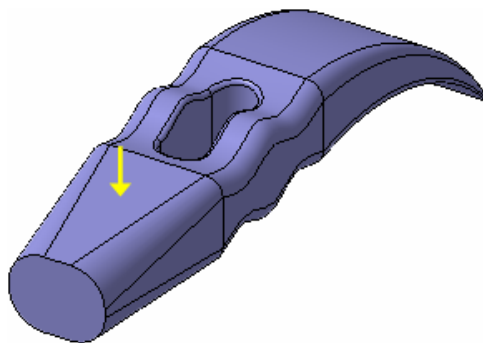
11. Установите новые значения размеров.




12. Закройте эскиз .

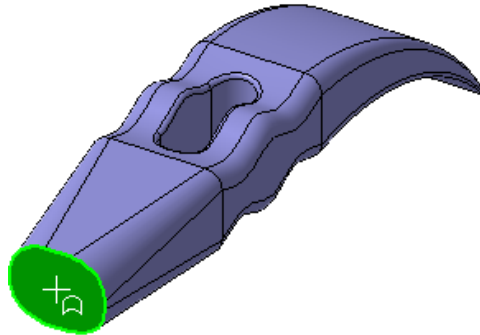
13. На основе двух новых эскизов создайте третий элемент по сечениям.



14. Выполните команду **Вид – Скрыть – Конструктивные плоскости**.

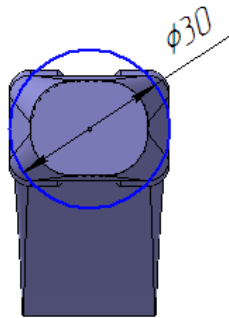





Задание 13. Завершение построения модели

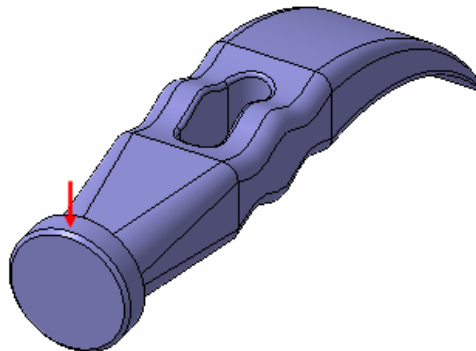
1. Укажите грань и создайте эскиз .




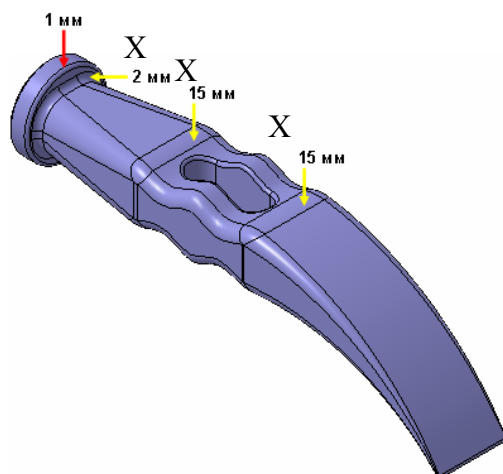
2. Постройте окружность  с центром в точке начала координат.
3. Проставьте диаметральный размер .




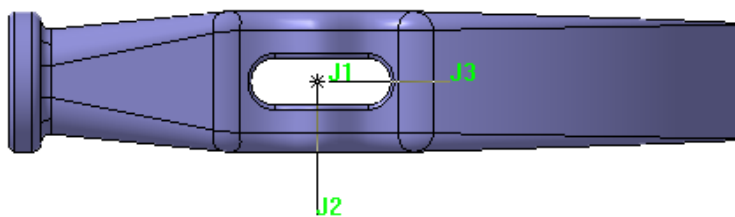
4. Закройте эскиз  и выдавите  его в прямом направлении на 7 мм.
5. Постройте фаску  1 мм на 45 градусов.



6. Постройте скругления . При построении скруглений, отмеченных стрелками X, используйте опцию **По касательным ребрам**.




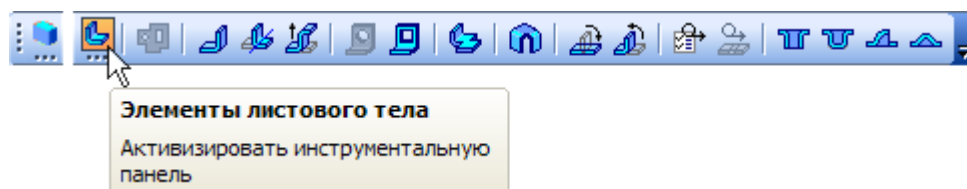
7. Определите массу  детали (477 граммов) и положение ее центра тяжести.



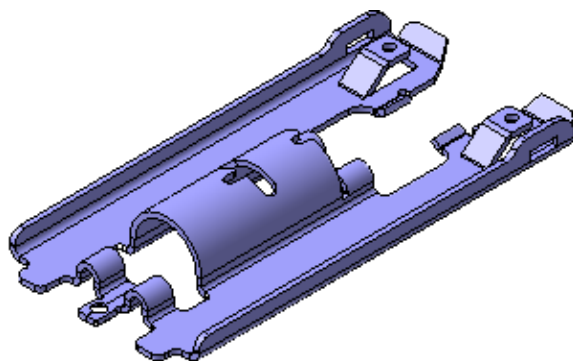
8. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛИСТОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

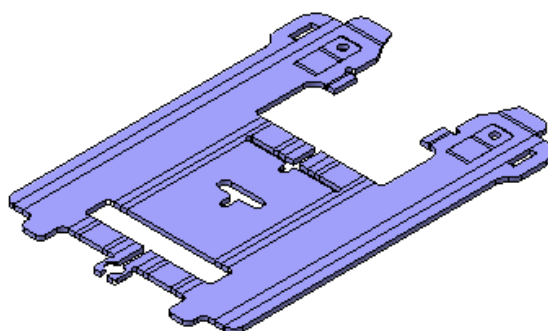
КОМПАС-3D располагает средствами моделирования деталей, изготавливаемых из листового материала методом гибки. Соответствующие команды расположены на инструментальной панели **Элементы листового тела** .



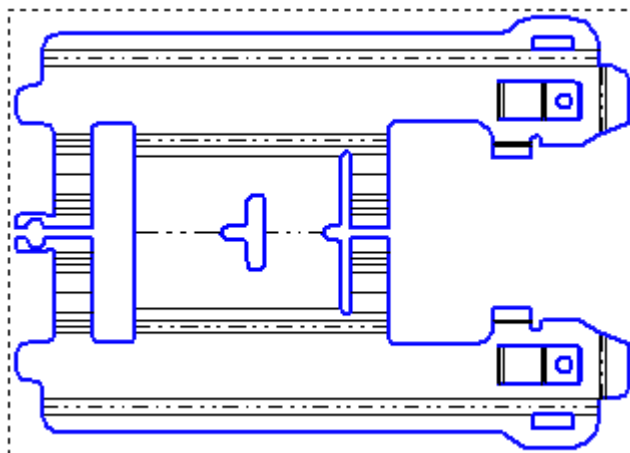
Создание листовой детали начинается с создания листового тела. Листовое тело может быть построено на основе разомкнутого или замкнутого эскиза. Затем к листовому телу добавляются элементы листового тела: сгибы, пластины, отверстия, вырезы – формируется листовая деталь. Листовую деталь можно дополнять обычными формообразующими элементами.



Главной особенностью листовой детали является наличие в ней сгибов. Листовая деталь и ее сгибы обладают определенным набором параметров. Сгибы можно разгибать, получая развертку листовой детали.

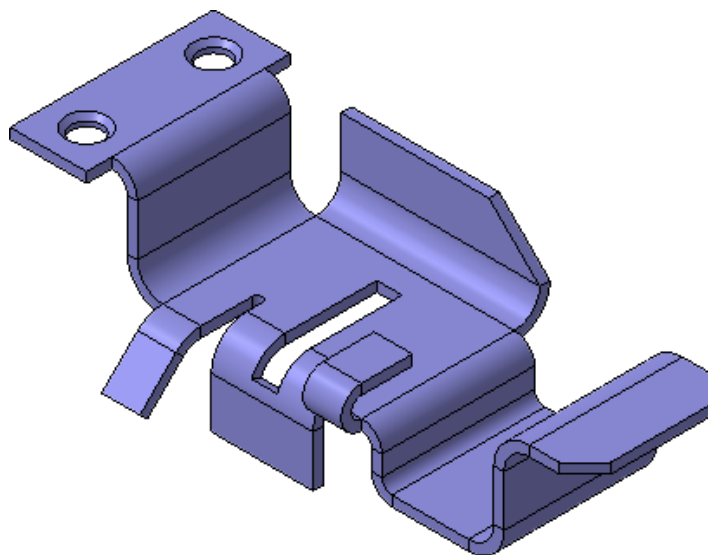


Ассоциативные чертежи, кроме обычных видов, могут включать в себя развернутый вид детали.







ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

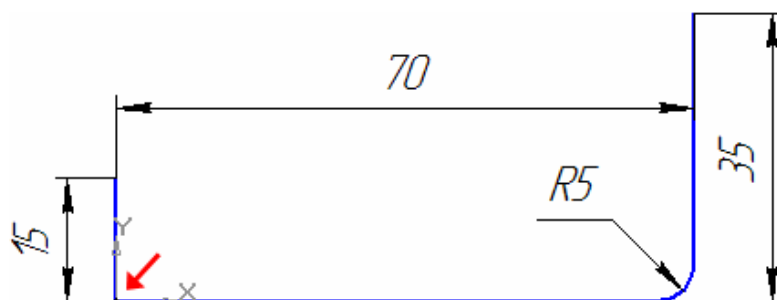
В этом уроке на примере произвольной детали **Кронштейн** показаны все способы создания сгибов и управление их основными параметрами. Листовое тело создается на основе открытого эскиза.



Задание 1. Создание листового тела


1. Создайте  новую деталь и сохраните  ее на диске в своей папке под именем **Кронштейн**.
2. Откройте диалог определения свойств детали, введите ее обозначение **АБВ.001** и наименование **Кронштейн**.
3. Установите ориентацию **Изометрия XYZ**.
4. Создайте эскиз  на плоскости **XY** (Фронтальная плоскость).

5. Постройте контур так, чтобы левый нижний угол находился в точке начала координат. Проставьте размеры .





6. Закройте эскиз .

7. Нажмите кнопку **Листовое тело**  на панели **Элементы листового тела** .

8. На Панели свойств раскройте список **Направление построения** и укажите вариант **Средняя плоскость** .

9. В поле **Расстояние 1** введите значение **30** мм . Этот параметр будет определять ширину детали.

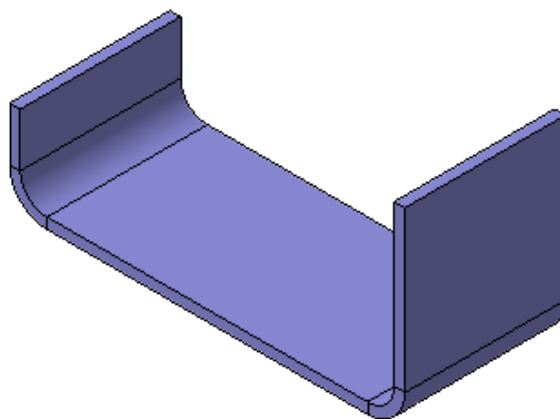
10. Обратите внимание на включенную по умолчанию кнопку **Наружу**  . Она определяет направление для толщины детали.

11. В поле **Толщина** введите значение **2** мм . Этот параметр определяет толщину стальной полосы, из которого изготавливается деталь.

12. Обратите внимание на значение **5** мм в поле **Радиус сгиба** . Этот параметр определяет значение радиусов сгибов по умолчанию. Оставьте его без изменения.

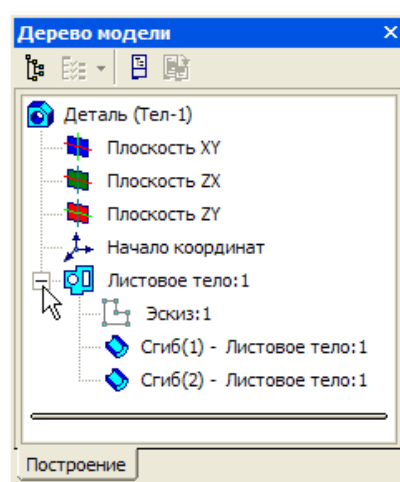
13. Обратите внимание на значение в поле **Коэффициент** . Он определяет положение нейтрального слоя и используется при расчетах **длин разверток сгибов**.

14. Нажмите кнопку **Создать объект** . В окне модели система построит листовое тело.



Задание 2. Сгибы на основе эскиза

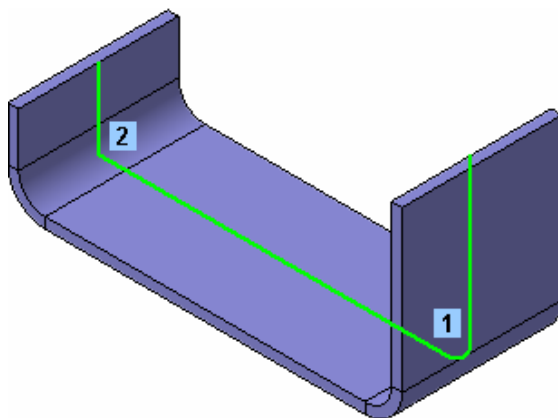
1. В Дереве модели раскройте "ветвь" элемента **Листовое тело:1**. В элемент **Листовое тело:1** входит его эскиз и два сгиба, автоматически построенные системой на основе эскиза.



2. В Дереве модели укажите **Эскиз:1**. Таким образом, можно одновременно увидеть листовое тело и его эскиз.

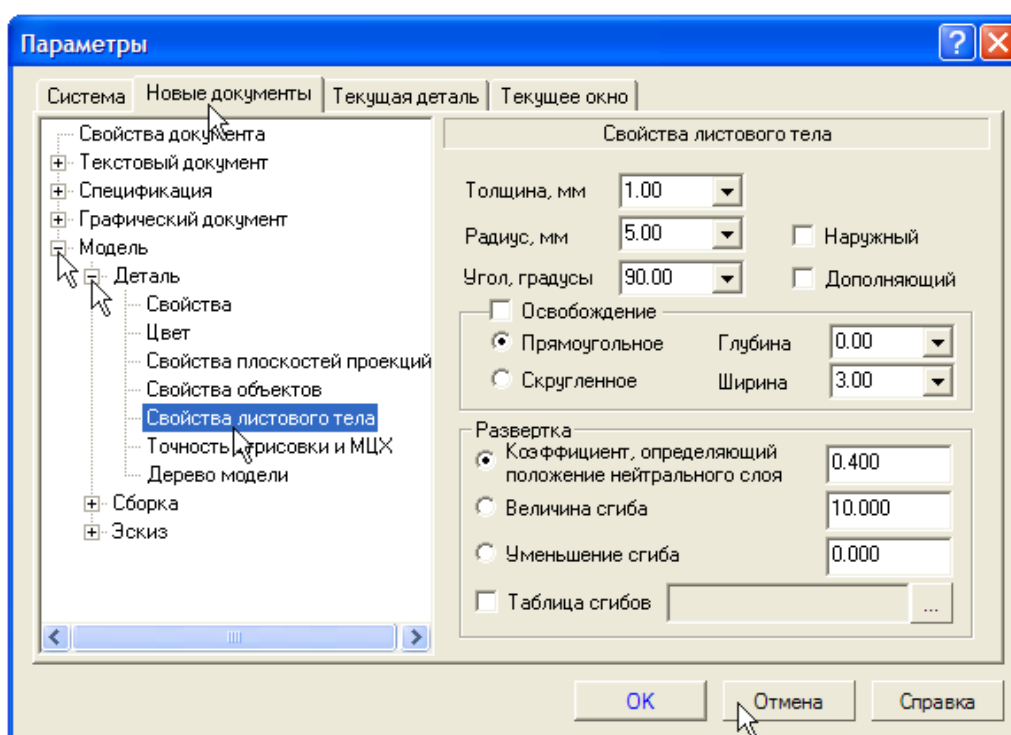
2.1. Сгиб:1 создан на основе дуги в эскизе. Его радиус и угол определены геометрией дуги и могут быть изменены только путем редактирования этой дуги.

2.2. Сгиб:2 создан на основе вершины в эскизе. Так как гнутая деталь не может иметь острых углов, система для каждой вершины в эскизе формирует сгиб с радиусом по умолчанию. Радиус такого сгиба можно изменить в процессе создания листового тела, или при его редактировании.





3. Выполните команду Сервис – Параметры – Новые документы – Модель – Деталь – Свойства листового тела.

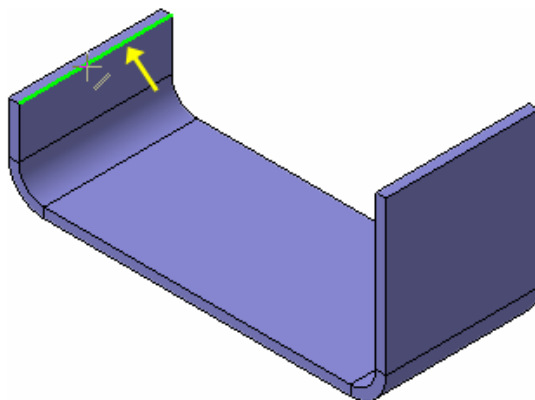
Это диалог позволяет задать умолчательные параметры для всех новых листовых деталей.




4. Закройте окно Параметры щелчком на кнопке Отмена.

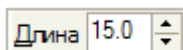
Задание 3. Сгибы по ребру

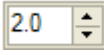
1. Нажмите кнопку **Сгиб**  на панели **Элементы листового тела** .
2. Укажите ребро детали.

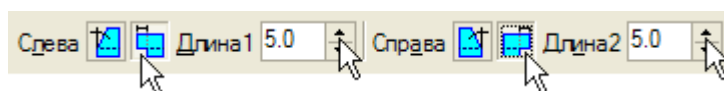




3. На Панели свойств нажмите кнопку **Обратное направление** , чтобы направить сгиб влево.

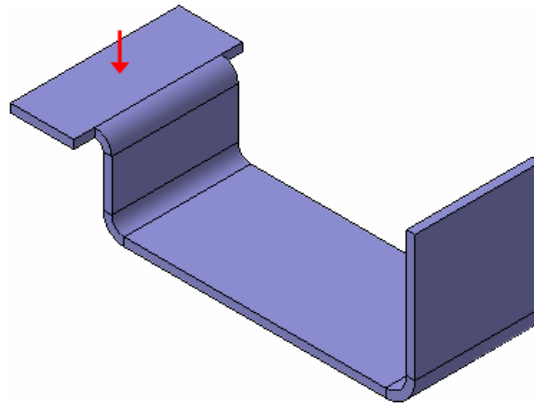
4. В поле **Длина** введите значение продолжения сгиба 15 мм




5. В поле **Радиус сгиба** введите значение 2 мм .
6. Откройте закладку **Боковые стороны** на Панели свойств.
7. Нажмите кнопку **Расширение сгиба слева** в группе **Слева**.
8. В поле **Длина 1** введите значение 5 мм.

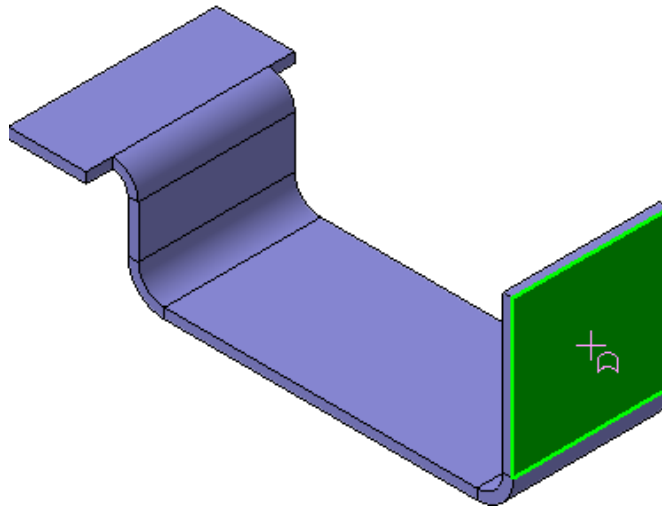


9. То же самое сделайте в группе **Справа**.
10. Нажмите кнопку **Создать объект** .
11. Нажмите кнопку **Прервать команду** .

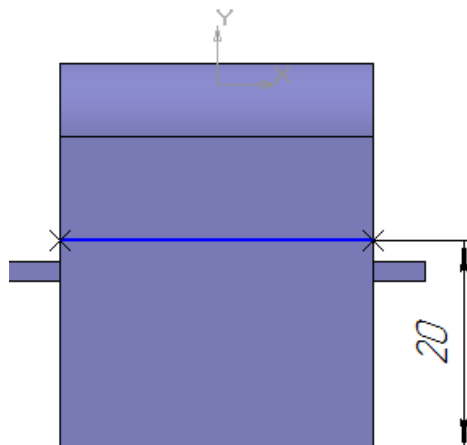



Задание 4. Сгибы по линии


1. Укажите грань и создайте эскиз .



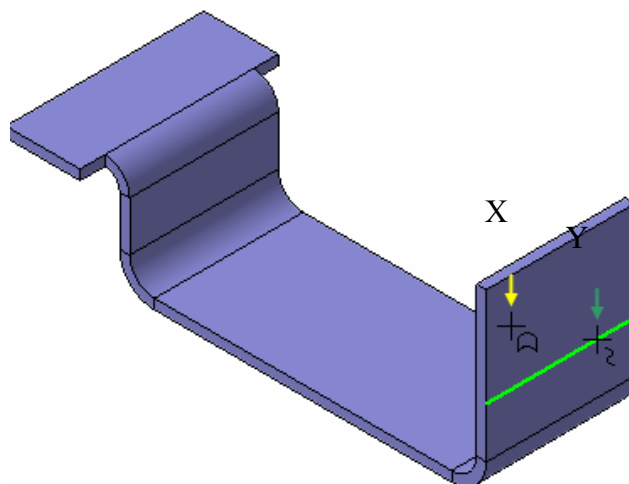
2. Постройте горизонтальный отрезок  и проставьте размер .



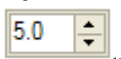
3. Закройте эскиз .

4. Нажмите кнопку **Сгиб по линии**  на панели **Элементы листового тела** .

5. Укажите грань (стрелка X) и отрезок (зеленая стрелка Y).

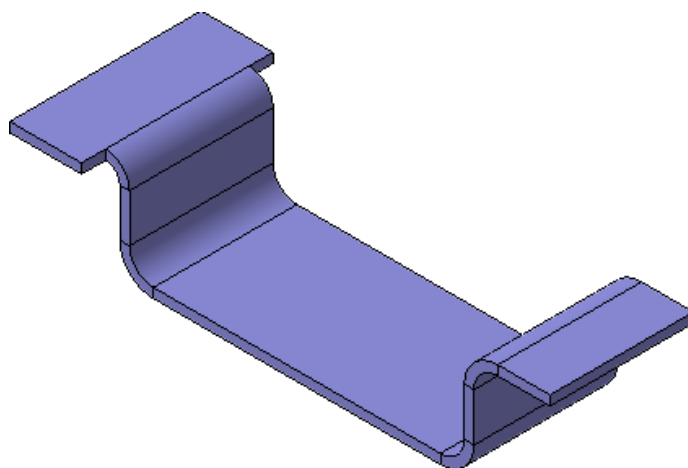


6. Убедитесь, что поле **Радиус сгиба** содержит значение **5 мм**




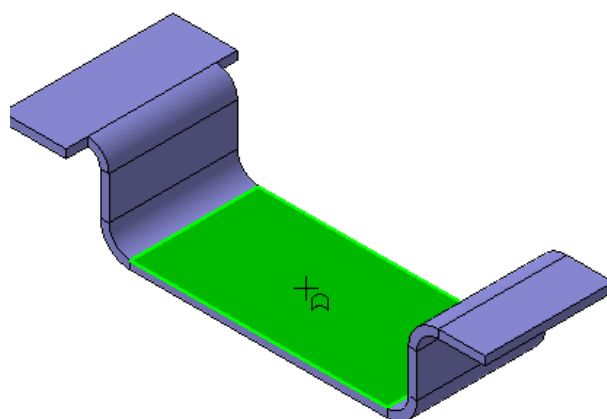
7. Нажмите кнопку **Создать объект** .

8. Нажмите кнопку **Прервать команду** .

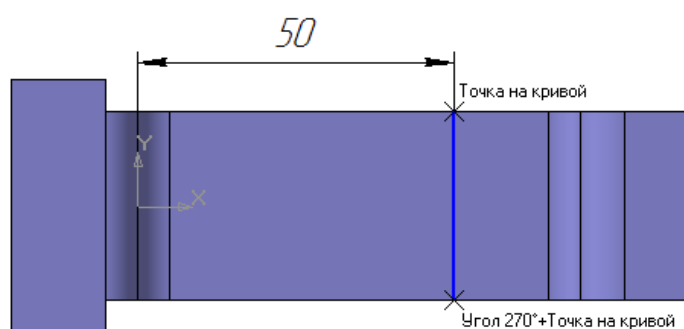


Задание 5. Сгибы в подсечках



1. Укажите грань и создайте эскиз .



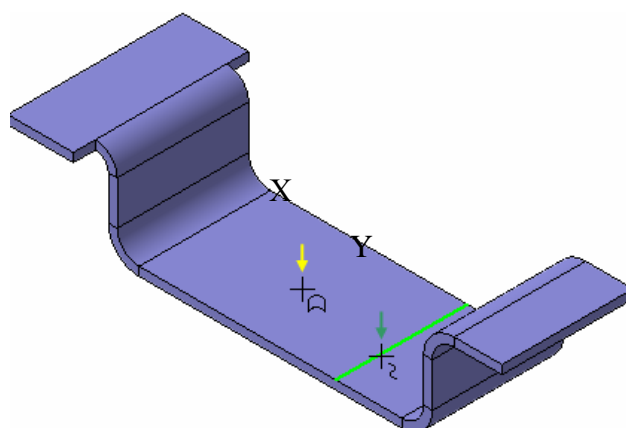
2. Постройте вертикальный отрезок  и проставьте размер .





3. Закройте эскиз .

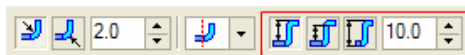
4. Нажмите кнопку **Подсечка**  на панели **Элементы листового тела** .

5. Укажите грань (стрелка X) и отрезок (стрелка Y).



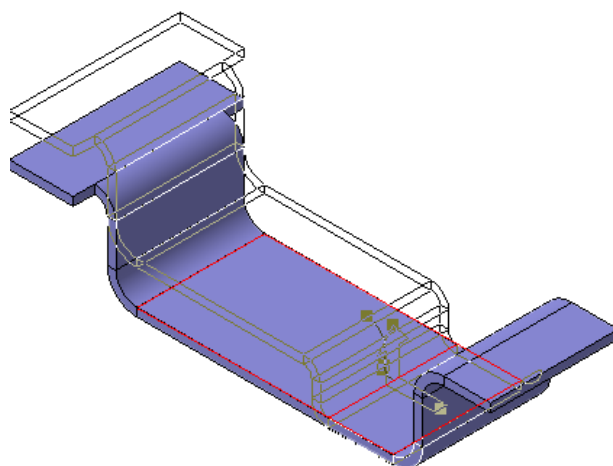
6. Обратите внимание: на Панели свойств включена кнопка **Прямое направление**  (в группе **Направление построения**) и кнопка **Сторона 1**  (в группе **Неподвижная сторона**).

7. В поле **Радиус сгиба** введите значение 2 мм .



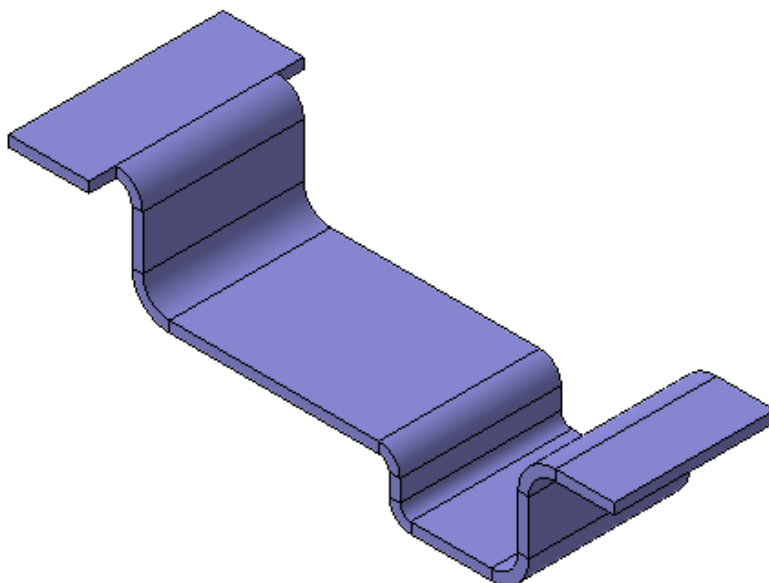
8. Обратите внимание на значение **10 мм** в поле **Расстояние** – оно определяет высоту подсечки. Группа кнопок слева от поля определяет способ вычисления расстояния.

9. Убедитесь, что фантом элемента сформирован правильно.





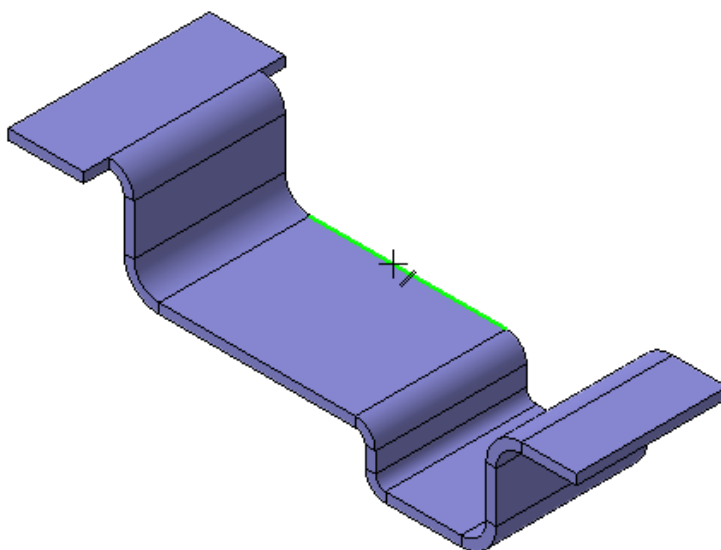
10. Нажмите кнопку **Создать объект** .


11. Нажмите кнопку **Прервать команду** .

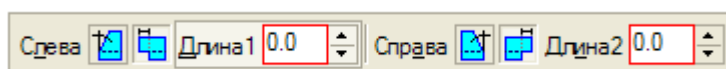


Задание 6. Управление углом уклона боковых сторон

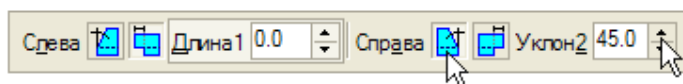
1. Нажмите кнопку **Сгиб**  на панели **Элементы листового тела** .
2. Укажите ребро детали.





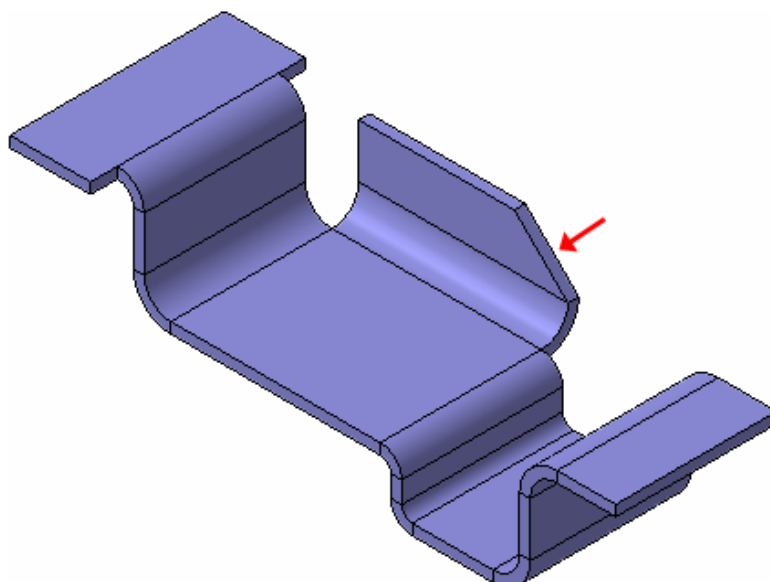
3. На Панели свойств задайте **Прямое направление** сгиба , длину сгиба **10** мм, радиус сгиба **5** мм.
4. Откройте закладку **Боковые стороны** на Панели свойств.
5. Откажитесь от создания дополнительной ширины для боковых сторон: в поля **Длина 1** и **Длина 2** введите значение 0.



6. Нажмите кнопку **Уклон и угол справа** в группе **Справа**.
7. В поле **Уклон 2** введите значение 45 градусов.



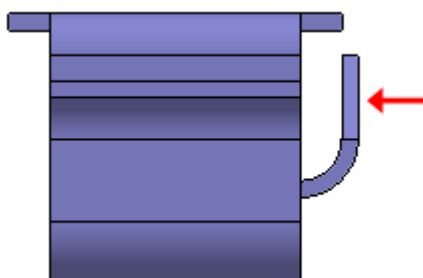
8. Нажмите кнопку **Создать объект** .
9. Нажмите кнопку **Прервать команду** .





**Задание 7. Управление размещением и смещением сгиба.
Освобождения**

1. Установите ориентацию **Справа.**

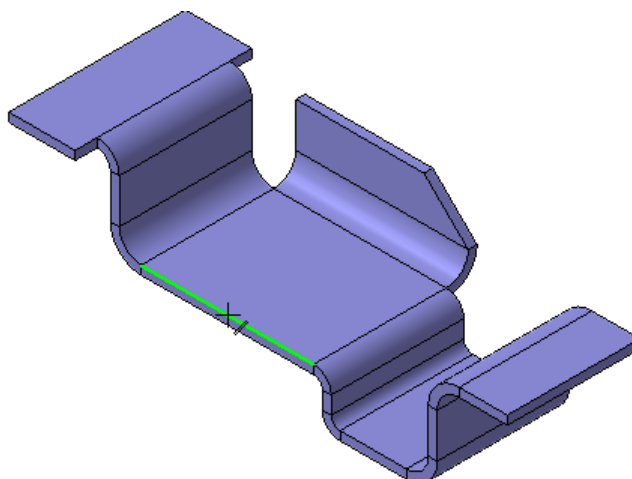
Последний сгиб выступает за контур детали на величину его радиуса. Следующий сгиб нужно построить так, чтобы он совпадал с внешним контуром детали. Кроме того, ширина всех сгибов по ребру, созданных ранее, была равна длине ребер, на которых они были созданы. Можно выбирать различные варианты размещения сгиба на ребре. Следующий сгиб будет занимать часть ребра и находится в его центре.



2. Вновь установите ориентацию **Изометрия XYZ.**

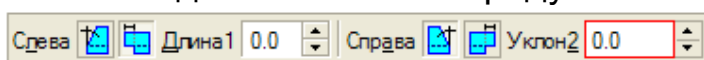
3. Нажмите кнопку **Сгиб**  **на панели **Элементы листового тела****  **..**

4. Укажите ребро детали.



5. Откройте закладку **Боковые стороны** на Панели свойств.

6. Откажитесь от создания уклона на правой стороне сгиба – в поле **Уклон 2** введите значение 0 градусов.

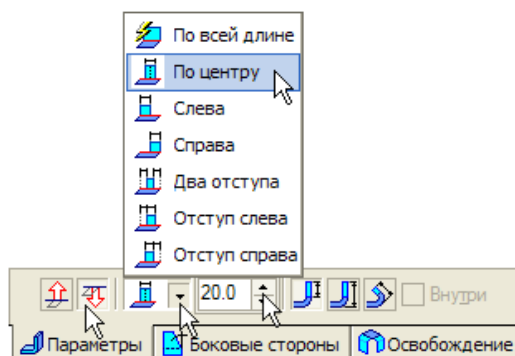


7. Вернитесь на закладку **Параметры**.

8. Задайте **Обратное** направление сгиба .

9. На Панели свойств откройте список **Размещение** и укажите вариант **По центру**.

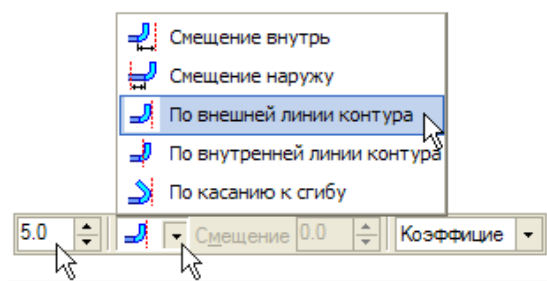
10. В поле **Ширина сгиба** введите значение **20** мм.



11. В поле **Длина** введите значение **10** мм.

12. В поле **Радиус** оставьте значение **5** мм.

13. Откройте список **Смещение** и укажите вариант **По внешней линии контура**.



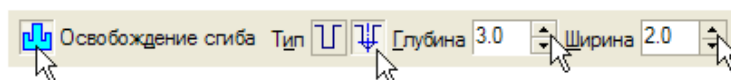
При таком варианте смещения сгиб будет создан в теле детали. Для предотвращения деформации или разрыва материала необходимо создать пазы по обеим сторонам сгиба.

14. На **Панели свойств** откройте закладку **Освобождения**.

15. Нажмите кнопку **Освобождение сгиба**

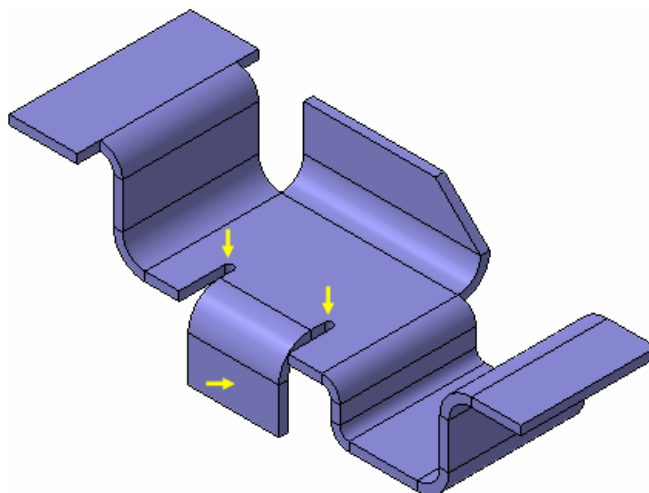
16. Нажмите кнопку **Скругленное** в группе **Тип** – она определяет форму освобождения.

17. В поле **Глубина** введите значение **3 мм**, а в поле **Ширина** – значение **2 мм**.



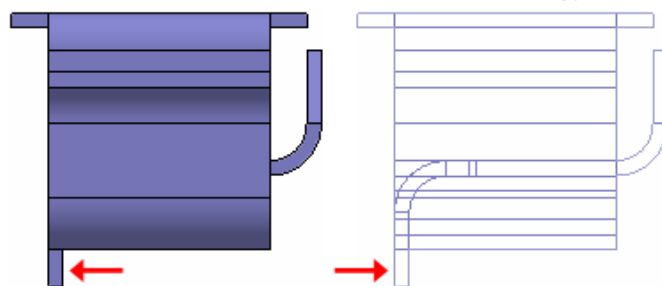
18. Нажмите кнопку **Создать объект**


19. Нажмите кнопку **Прервать команду**



20. Установите ориентацию **Справа** и режим отображения **Каркас**



21. Убедитесь, что сгиб совпадает с внешним контуром детали.



22. Вновь установите ориентацию **Изометрия XYZ** и режим отображения **Полутоновое** .

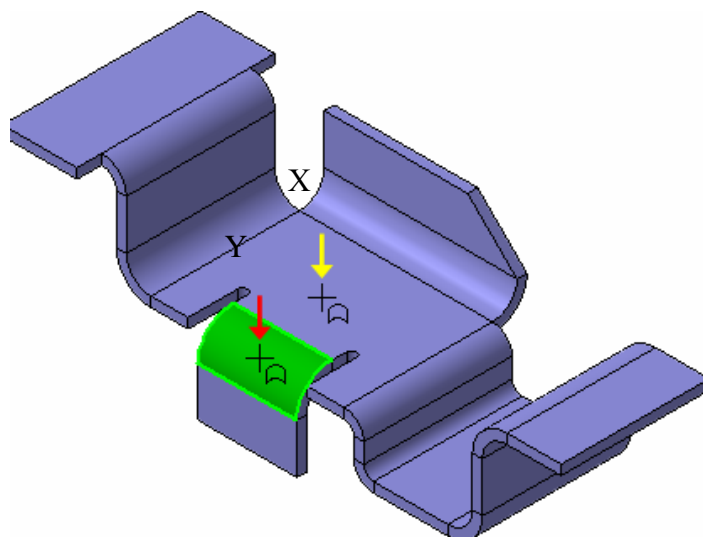
Задание 8. Разгибание сгибов

Любой сгиб листовой детали можно разогнуть. Это может потребоваться, например, для построения пазов, которые должны быть распространены на область сгиба.

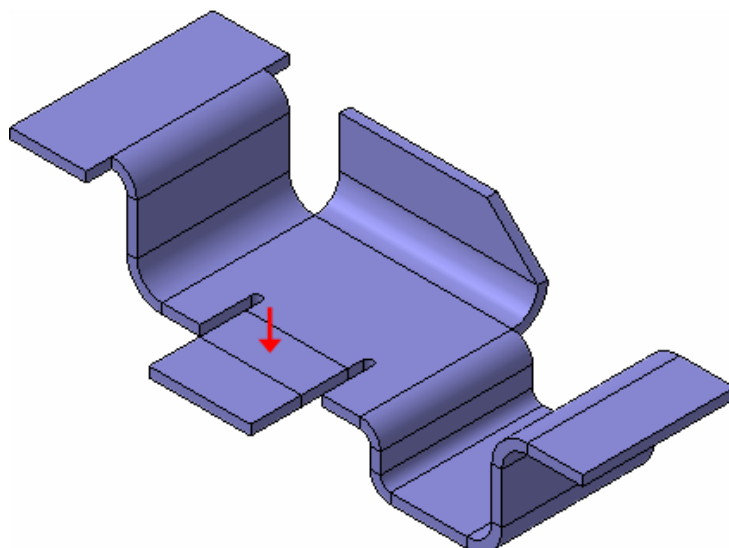
1. Нажмите кнопку **Разогнуть**  на панели **Элементы листового тела** .

2. Укажите грань, которая должна остаться неподвижной при разгибании сгиба (стрелка X).


3. Укажите цилиндрическую грань сгиба, который необходимо разогнуть (стрелка Y).

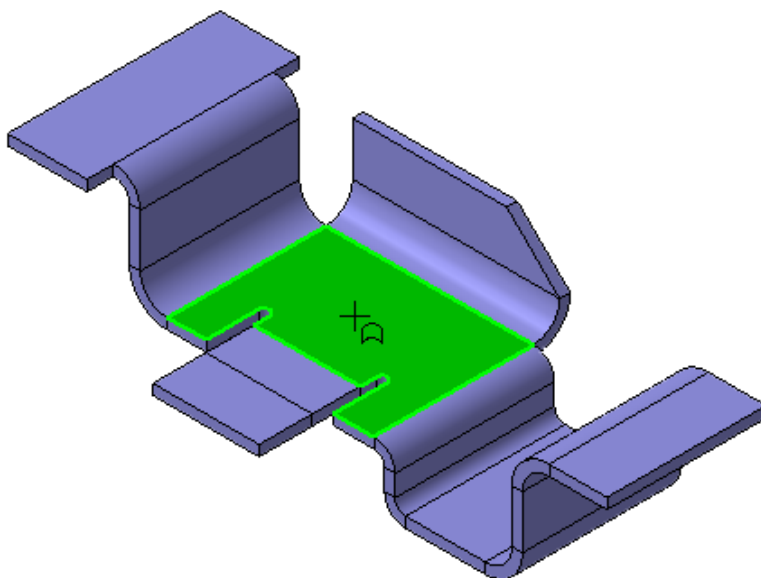




4. Нажмите кнопку **Создать объект** .

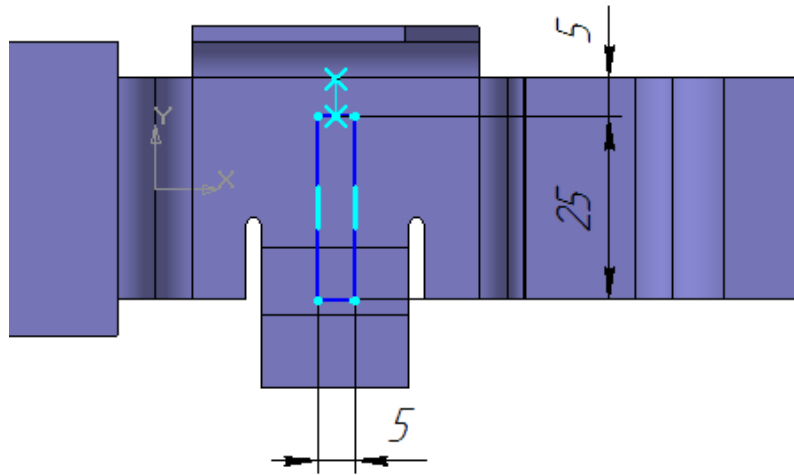



Задание 9. Построение вырезов



1. Укажите грань и создайте эскиз .



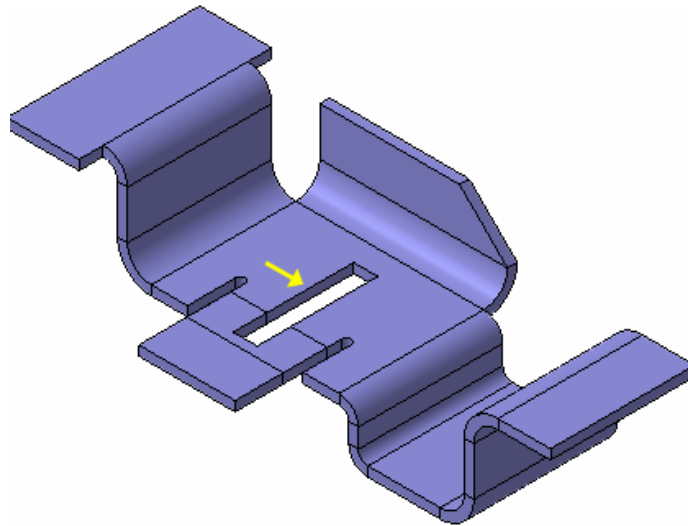
2. Постройте прямоугольник . С помощью параметрических связей расположите его в центре грани (по горизонтали). Проставьте размеры .



3. Закройте эскиз .



4. Нажмите кнопку **Вырез в листовом теле**  на панели **Элементы листового тела** .

5. Нажмите кнопку **Создать объект** .

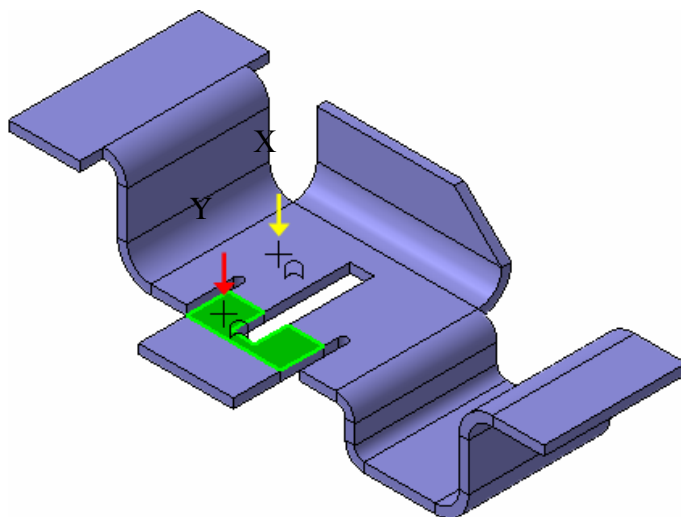


Задание 10. Сгибание сгибов

Разогнутые сгибы можно согнуть обратно.

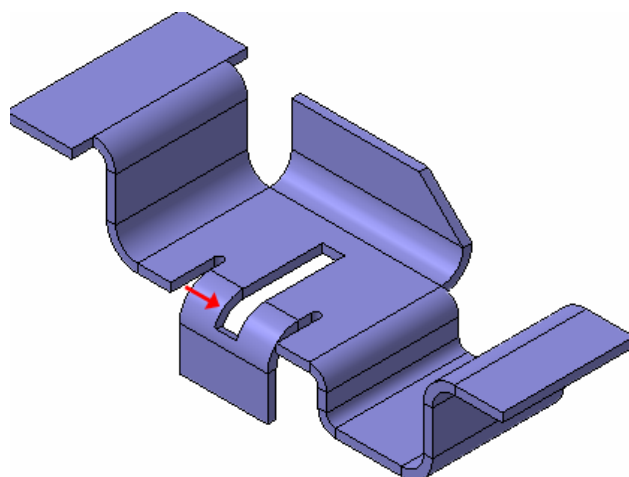
1. Нажмите кнопку **Согнуть**  на панели **Элементы листового тела** .

2. Укажите грань, которая должна остаться неподвижной (стрелка X).




3. Укажите плоскую грань разогнутой цилиндрической части сгиба (стрелка Y).

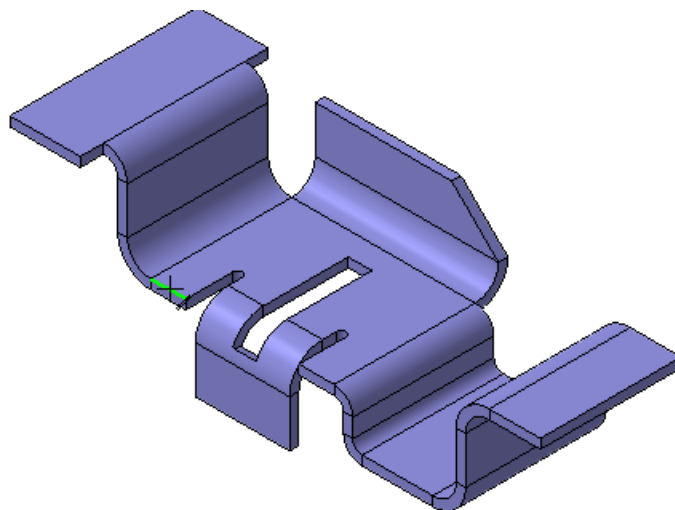
4. Нажмите кнопку **Создать объект** .





Задание 11. Управление углами сгибов


До сих пор все сгибы имели угол сгиба 90 градусов, изменялось только направление. Можно задавать угол сгиба.

1. Нажмите кнопку **Сгиб**  и укажите ребро детали.

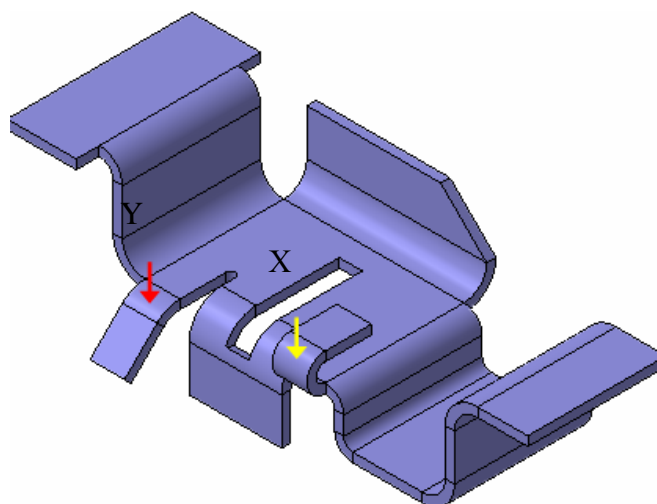


2. Убедитесь, что сгибу (стрелка Y) назначено **Направление – Обратное** , **Размещение – По всей длине** , **Длина сгиба – 10 мм**, **Угол сгиба – 45 градусов**, **Радиус сгиба – 5 мм**, **Смещение – Наружу**.

3. Нажмите кнопку **Создать объект** .

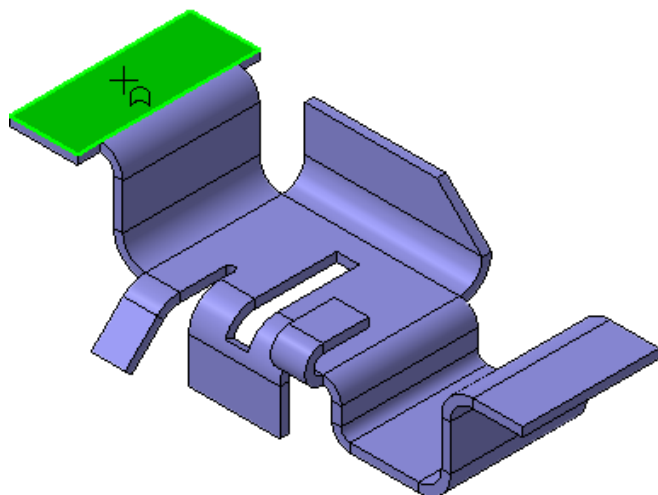
4. На ребре справа (стрелка X) постройте сгиб со следующими параметрами: **Направление – Прямое** , **Угол сгиба – 180 градусов** и **Радиуса сгиба – 2 мм**. Остальные параметры оставьте без изменений.

5. Нажмите кнопку **Прервать команду** .




Задание 12. Добавление обычных элементов

1. Укажите грань и создайте эскиз .





2. В эскизе постройте две симметричные окружности, как это показано на рисунке.

2.1. С помощью привязки **Середина** постройте две осевые линии .

2.2. Постройте верхнюю окружность . Ее центр покажите на вертикальной осевой линии с помощью привязки **Точка на кривой**.



2.3. Нажмите кнопку **Прервать команду** .

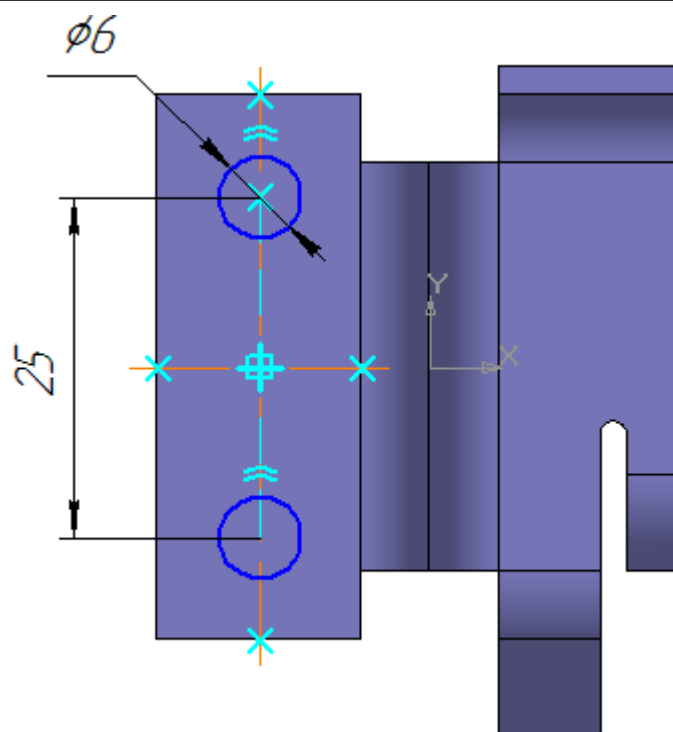
2.4. Выделите окружность щелчком мыши.


2.5. Нажмите кнопку **Симметрия**  на панели **Редактирование** .

2.6. Нажмите кнопку **Выбор базового объекта**  на **Панели специального управления**.

2.7. Укажите мишень горизонтальную осевую линию – система построит симметричную окружность.

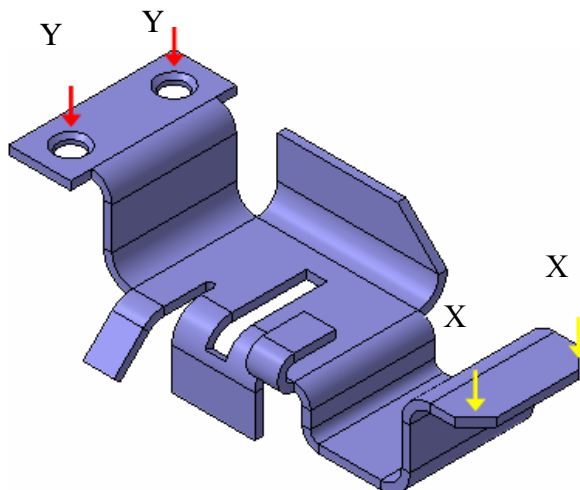
2.8. Проставьте размеры  и закройте эскиз .



3. Примените к эскизу операцию **Вырезать выдавливанием**  с типом построения **Через все**.




4. На отверстиях постройте фаски  размером 1 мм на 45 градусов (стрелки Y).

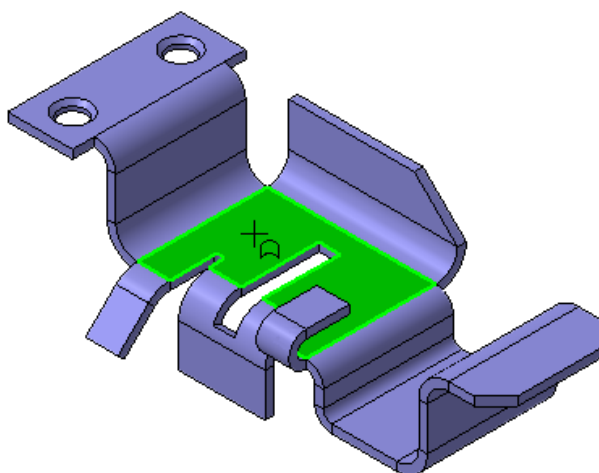
5. На узких ребрах в правой части детали постройте две фаски размером 5 мм на 45 градусов (стрелки X).



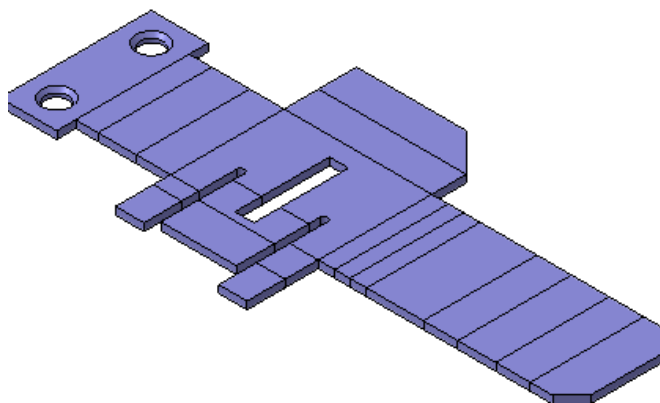
Задание 13. Создание режима развертки



Перед созданием развертки необходимо задать ее параметры: указать неподвижную грань и выбрать сгибы, которые будут разгибаться. По-умолчанию система выбирает все сгибы.

1. Нажмите кнопку **Параметры развертки**  на панели **Элементы листового тела** .
2. Укажите грань.
3. Нажмите кнопку **Создать объект** .








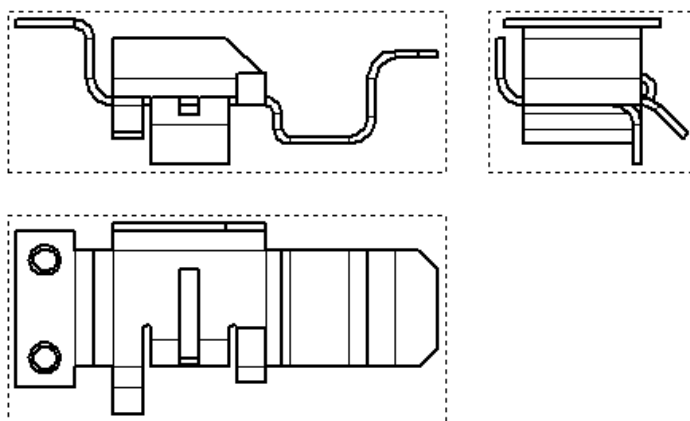
4. Нажмите кнопку **Развертка** .







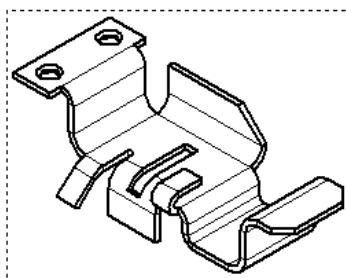
5. Для выключения режима развертки нажмите кнопку **Развертка**  еще раз.
6. Сохраните  модель на диске.


Задание 14. Создание чертежа с видом развертки

1. Создайте  новый чертеж формата А3 горизонтальной ориентации.
2. Сохраните  чертеж на диске под именем **Кронштейн**.
3. Нажмите кнопку **Стандартные виды**  на панели **Ассоциативные виды** .
4. Создайте в чертеже три стандартных вида.
Гнутые детали имеют много плавных сопряжений поверхностей.
Включайте кнопку **Показывать**  в группе **Линии переходов** на закладке **Линии** Панели свойств.

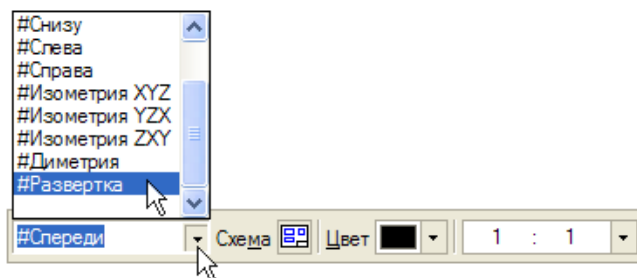


5. Нажмите кнопку **Произвольный вид**  на панели **Ассоциативные виды** .
6. Нажмите кнопку **Произвольный вид**  на панели **Ассоциативные виды** .
7. Создайте на чертеже вид **Изометрия**.





8. Для создания вида развертки вновь нажмите кнопку **Произвольный вид**  .

9. На **Панели свойств** выберите ориентацию изображения вида – **#Развертка**.

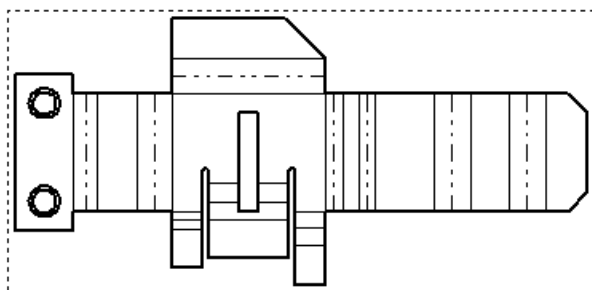


10. Нажмите кнопку **Развертка**  на **Панели свойств**.

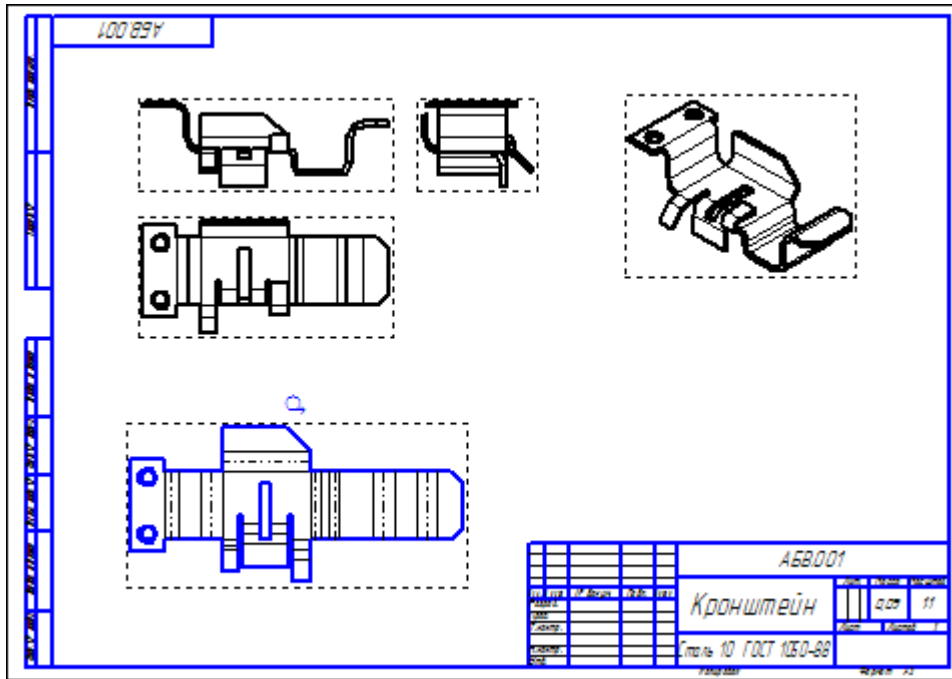
11. Откройте закладку **Линии** на **Панели свойств**.

12. Нажмите кнопку **Показывать**  в группе **Линии переходов** и кнопку **Показывать**  в группе **Линии сгиба**.

13. Укажите положение вида на чертеже.



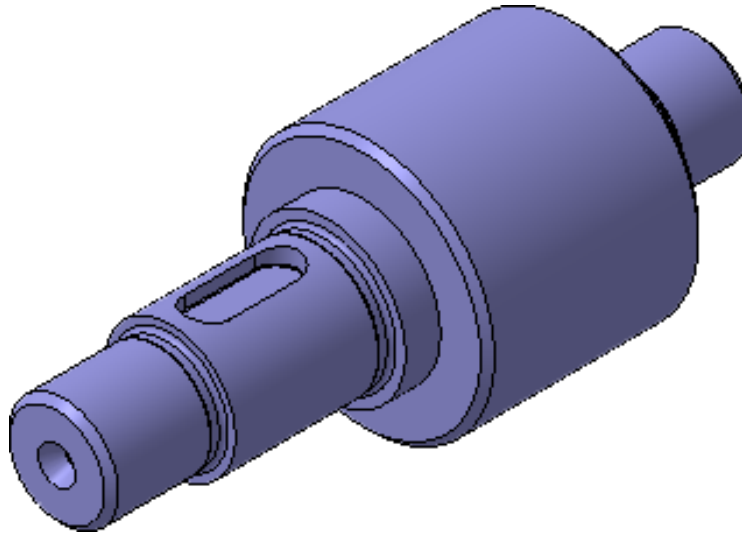
Пример скомпонованного чертежа показан на рисунке.



9. ПОСТРОЕНИЕ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ






ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В этом занятии показан процесс создания детали Вал червячный. Деталь представляет собой тело вращения.

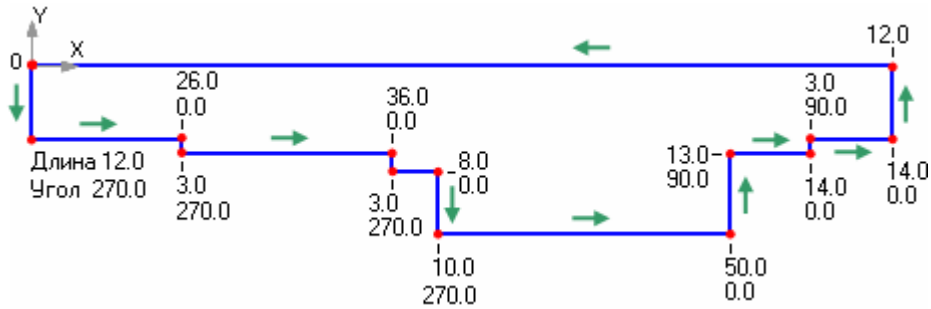



ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Задание 1. Создание листового тела

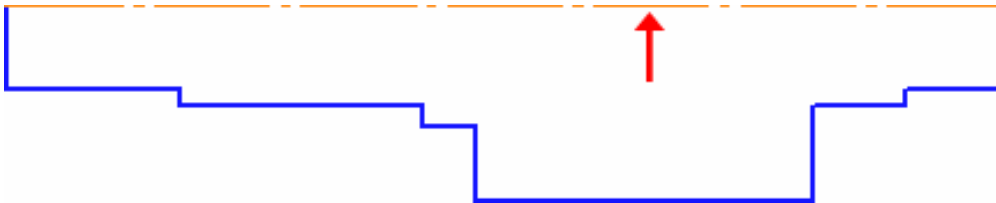
1. Создайте  новую деталь и сохраните  ее на диске под именем **Вал червячный**.
2. Установите ориентацию **Изометрия XYZ**.
3. Создайте новый эскиз  на плоскости **ZY**.
Контур будет располагаться справа от точки начала координат эскиза. Для того, чтобы на экране было достаточно места для черчения, можно сдвинуть изображение влево.
4. Нажмите и удерживайте нажатой клавишу **<Shift>** на клавиатуре.
5. Нажмите колёсико мыши до щелчка, и не отпуская его, перетащите символ начала координат эскиза в левую часть экрана.
6. Отпустите колёсико и клавишу.
7. Нажмите кнопку **Н** **епрерывный ввод объектов**  на панели **Геометрия** .
8. Из точки начала координат постройте замкнутую ломаную линию.
Углы наклона и длины отрезков показаны на рисунке. Выбирать горизонтальное или вертикальное направление отрезков поможет **Угло-**



вая привязка. Параметры очередного отрезка отображаются в процессе черчения рядом с курсором.



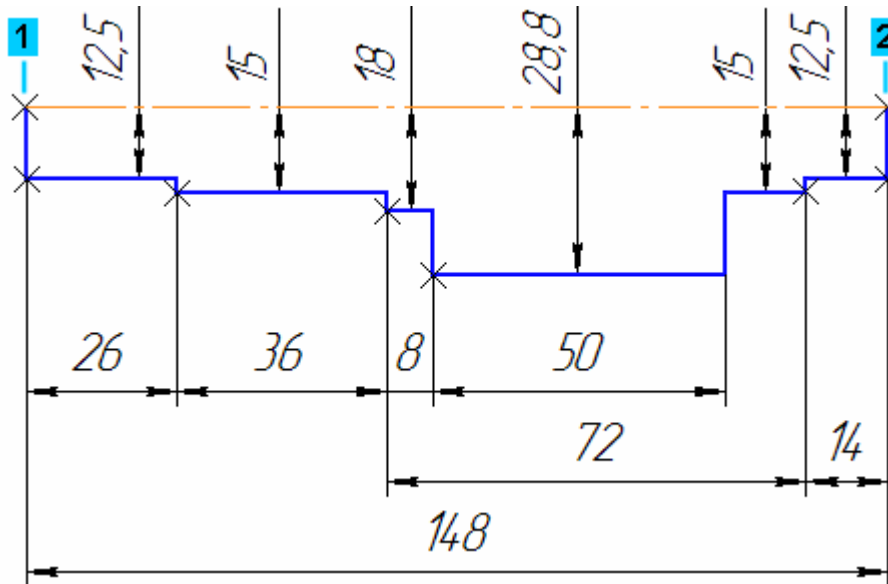
Нет необходимости сразу получить контур именно с такими размерами. Главное – получить контур с нужным количеством ступеней приблизительно нужных размеров. Если вы совершили ошибку, нажмите кнопку **Отменить**  на панели **Стандартная** и повторите построение участка, где была допущена ошибка. Если ошибка была замечена позже, продолжайте построения. Ее можно исправить после завершения контура.

9. Измените стиль горизонтального отрезка с **Основная** на **Осевая**. Этот отрезок будет выполнять роль оси вращения.





10. Нажмите кнопку **Линейный размер**  на инструментальной панели **Размеры** .

11. При создании размера общей длины контура **148** мм включите флажок **Информационный размер** (в диалоговом окне **Установить значение размера**). Необходимость его включения связана с тем, что после простановки всех предыдущих размеров, геометрия контура полностью определена.



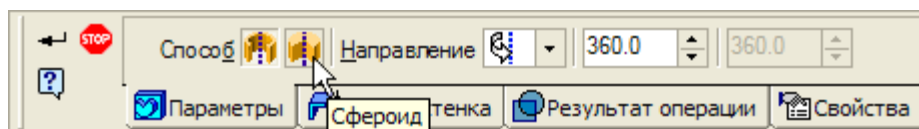
12. Закройте эскиз.

Задание 2. Создание тела вращения

1. Нажмите кнопку **Операция вращения**  на панели **Редактирование детали** .

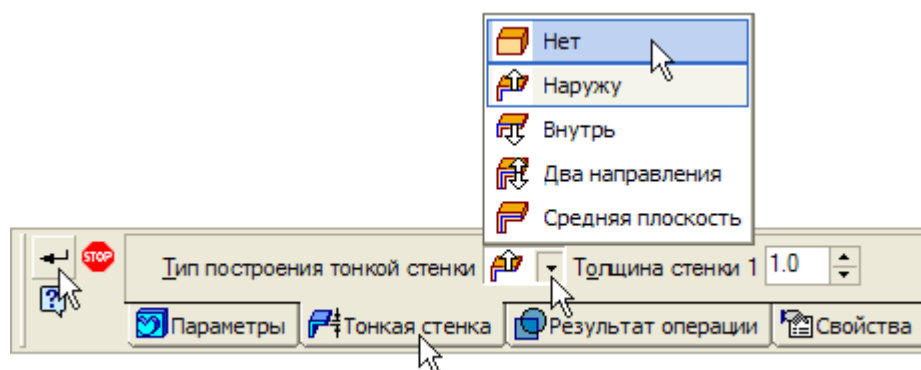



2. Если эскиз не замкнут, как в данном случае, система по умолчанию выполняет построение тонкостенного элемента. Для построения сплошного тела нажмите кнопку **Сфероид** на закладке **Параметры** Панели свойств.

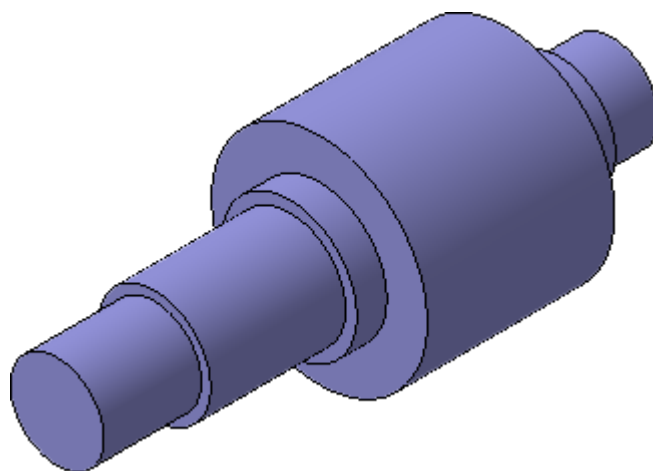


3. Затем откройте закладку **Тонкая стенка**.

4. Откройте список **Тип построения тонкой стенки** и укажите вариант **Нет**.



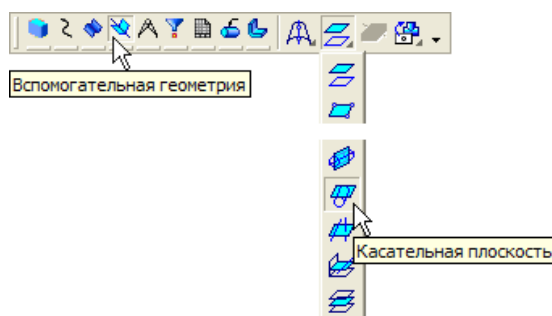
5. Нажмите кнопку **Создать объект**  – система выполнит построение тела вращения.



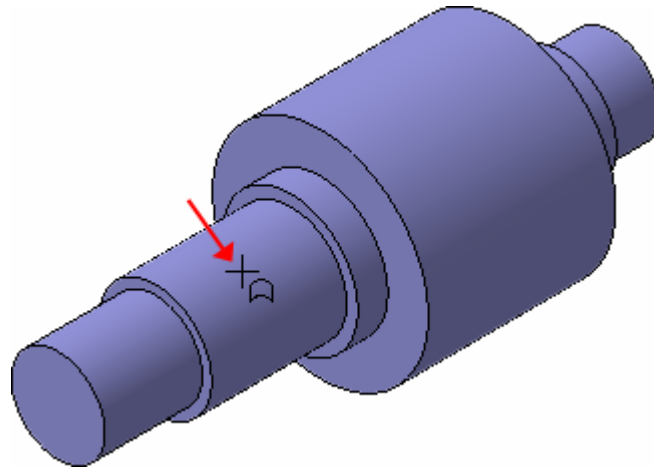
Задание 3. Создание шпоночного паза. Построение касательной плоскости

Для создания шпоночного паза нужно построить вспомогательную плоскость для размещения его эскиза. Эта плоскость должна быть касательной к цилиндрическому участку вала, на котором нужно построить паз.

1. Нажмите кнопку **Касательная плоскость**  на Расширенной панели команд создания вспомогательных плоскостей.



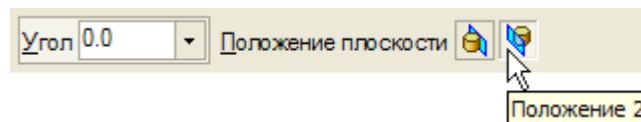
2. Укажите цилиндрическую грань вала.




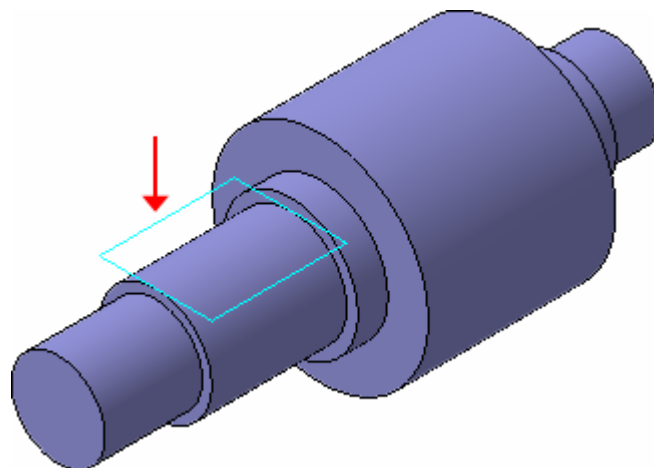
К цилиндрической грани можно построить бесконечное количество касательных плоскостей, поэтому нужно дополнительно указать плоскость, которая проходит через ось цилиндрической грани и показывает линию касания для новой плоскости.

3. В **Дереве модели** укажите Плоскость **ZY**. После этого количество возможных вариантов плоскостей сократится до двух.

4. Для окончательного выбора нужного варианта нажмите кнопку **Положение 2** на **Панели свойств**.

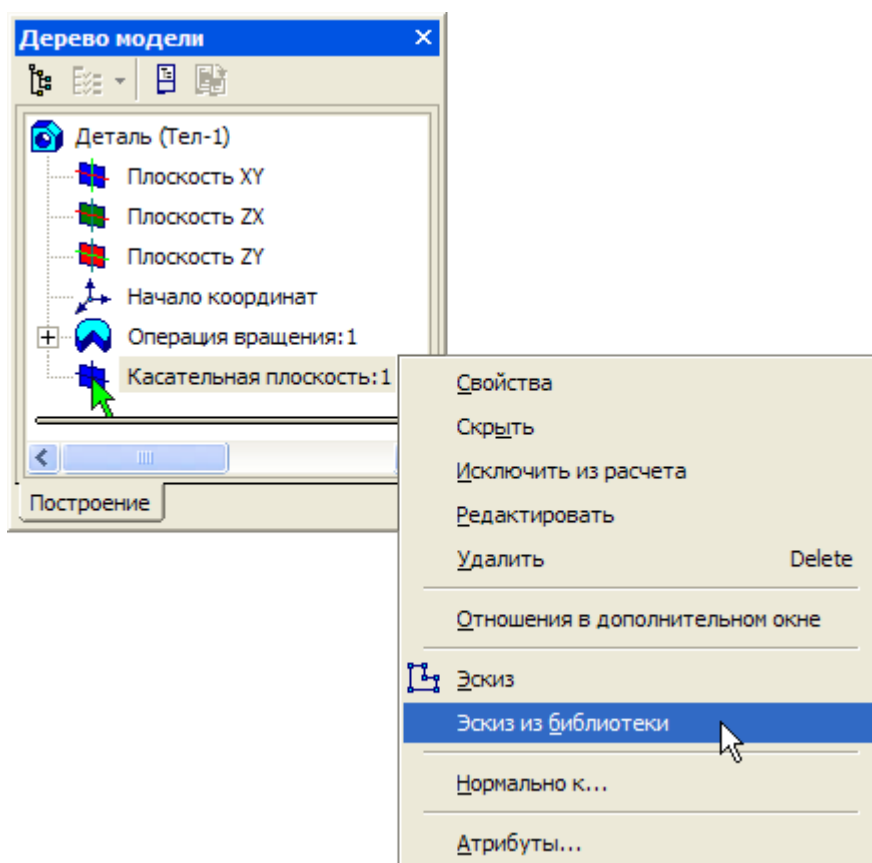


5. Нажмите кнопку **Создать объект**  – система выполнит построение касательной плоскости.



Для создания типовых контуров можно воспользоваться библиотекой эскизов.

6. В **Дереве модели** щелкните правой клавишей мыши на элементе **Касательная плоскость: 1** и выполните из контекстного меню команду **Эскиз из библиотеки**.



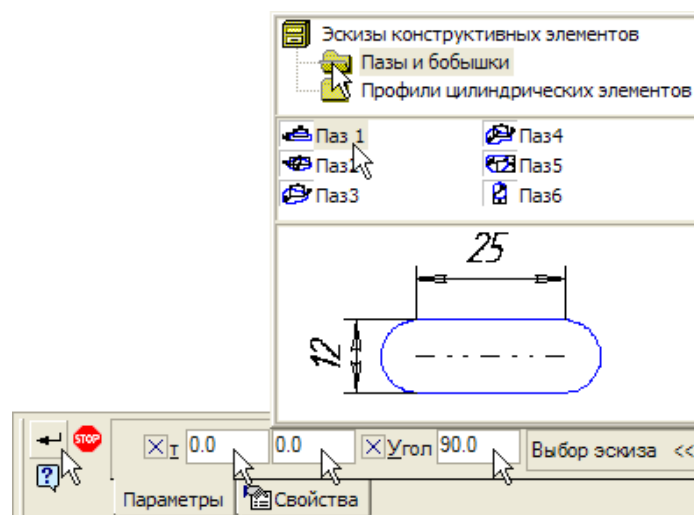
7. В Дереве библиотеки откройте папку **Пазы и бобышки**.

8. В списке элементов папки укажите **Паз 1**. В окне предварительного просмотра будет показан его контур.

9. В поля координат точки привязки эскиза по осям **X** и **Y** на Панели свойств введите значение **0**.

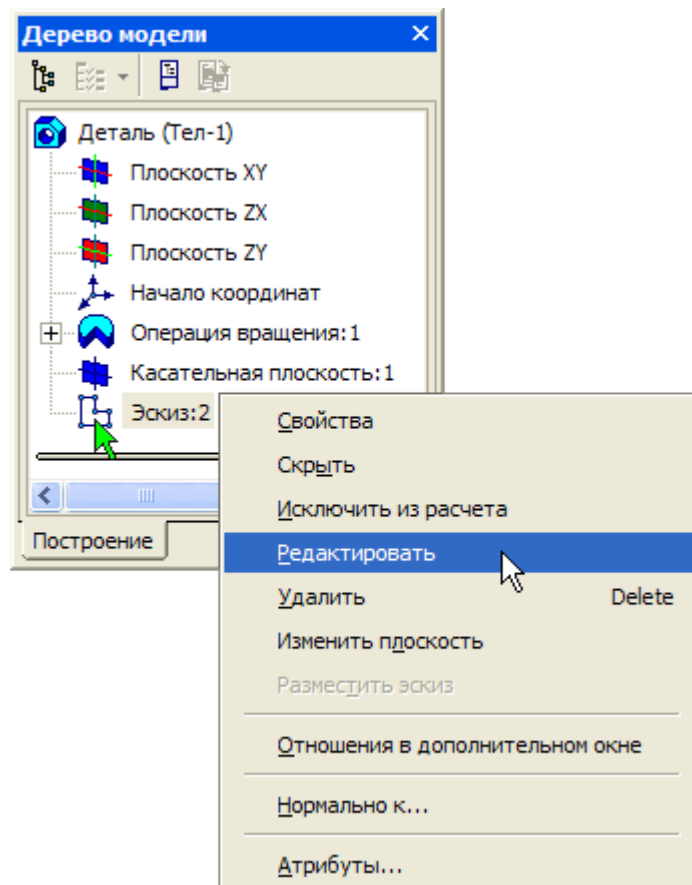
10. В поле **Угол** введите значение **90** градусов.

11. Нажмите кнопку **Создать объект** .

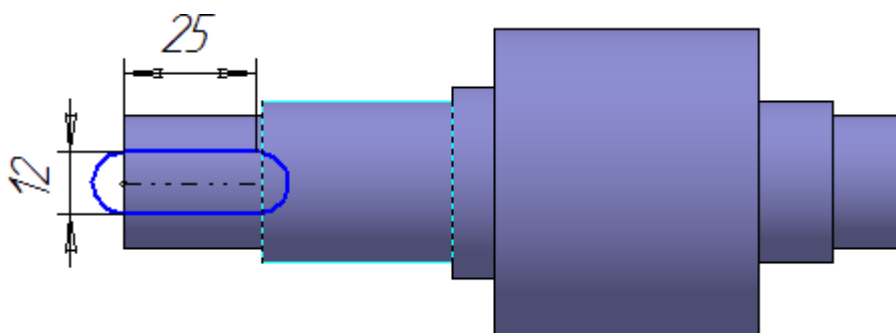


В Дереве модели появится новый элемент **Эскиз: 2**.

12. Щелкните на элементе **Эскиз: 2** правой клавишей мыши и выполните из контекстного меню команду **Редактировать**. Система перейдет в режим редактирования эскиза.

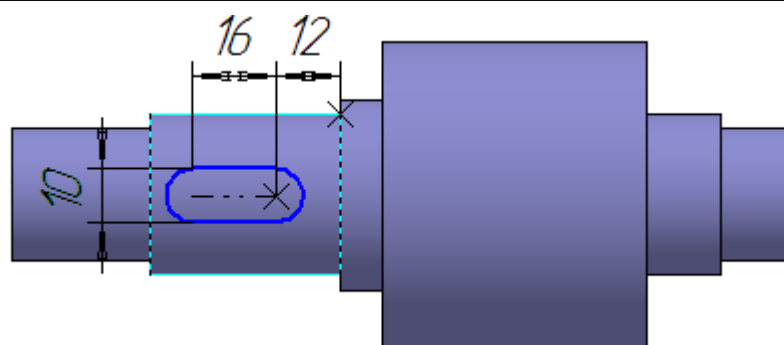



Эскиз представляет собой параметрический контур с размерами. Для завершения эскиза нужно изменить размеры и правильно разместить контур.




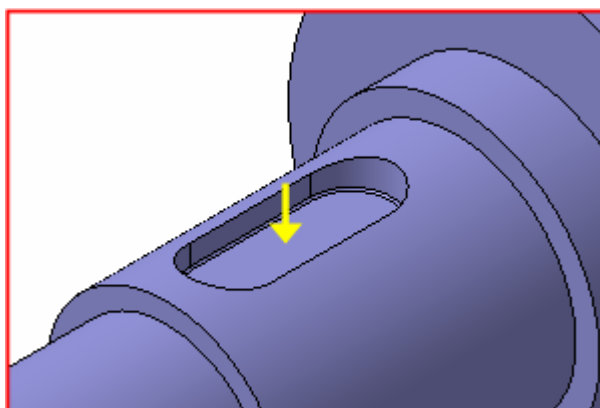
13. Измените значения размеров, как это показано на рисунке – геометрия контура будет перестроена.

14. Постройте дополнительный линейный размер и присвойте ему значение **12 мм** – контур займет правильное положение в эскизе.



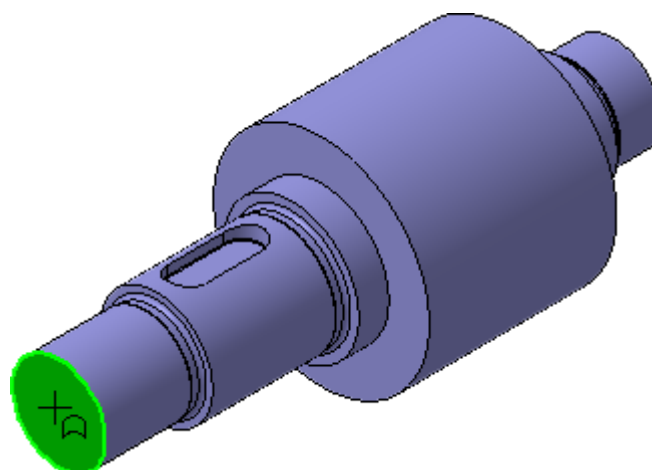
15. Закройте эскиз и примените к нему операцию **Вырезать выдвиганием**  в прямом направлении с типом построения **На расстояние** равное 4 мм.

16. Скруглите  дно паза радиусом **0,25** мм. Укажите саму грань – система автоматически определит все принадлежащие ей ребра.



Задание 4. Создание центровых отверстий

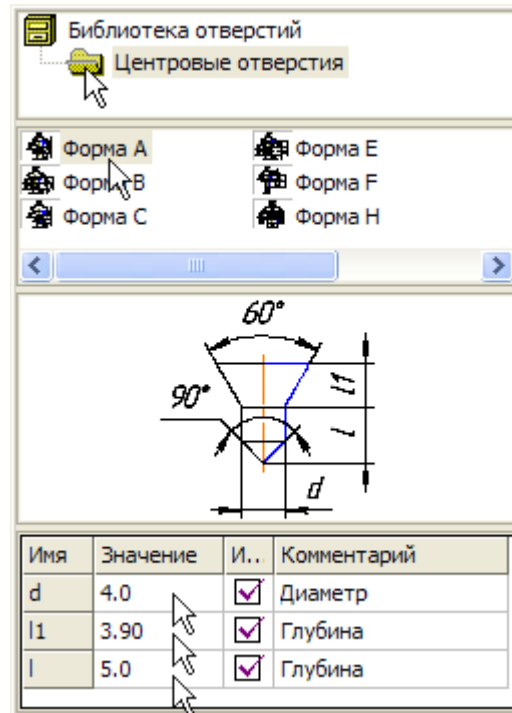
1. Укажите плоскую грань на торце детали.



2. Нажмите кнопку **Отверстие**  на панели **Редактирование детали** .


3. В окне **Библиотеки отверстий** откройте папку **Центровые отверстия** и укажите отверстие **Форма А**.

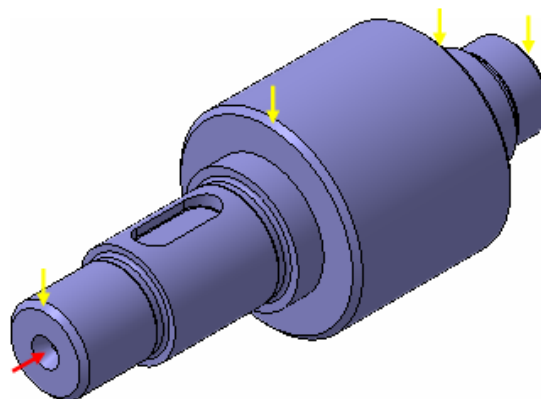
4. В таблице параметров задайте диаметр отверстия **d 4 мм**, глубину конической части **l1 = 3.9 мм**, и глубину цилиндрического участка **l = 5 мм**.



5. Нажмите кнопку **Создать объект** .

6. Повторите построение центрального отверстия на противоположном торце вала.

7. На четырех круглых ребрах постройте фаски  длиной **1.6 мм** под углом **45** градусов.



ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ТРЕХМЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В МОДУЛЕ APM STRUCTURE 3D СИСТЕМЫ APM WINMACHINE

APM Structure3D представляет собой универсальную систему для расчета стержневых, пластинчатых, оболочечных, твердотельных, а также смешанных конструкций.

С помощью программы можно рассчитать произвольную трехмерную конструкцию, состоящую из стержней произвольного поперечного сечения, пластин, оболочек и объемных деталей при произвольном нагружении и закреплении. При этом соединения элементов в узлах может быть как жестким, так и шарнирным.

В результате выполненных системой APM Structure3D расчетов вы можете получить следующую информацию:

- нагрузки на концах элементов конструкции;
- карту напряжений по длине стержней и по поверхности пластин и оболочек конструкции;
- деформацию произвольной точки;
- карту распределения напряжений в произвольном сечении стержня;
- эпюры изгибающих и крутящих моментов, поперечных и осевых сил и т.д. для отдельного стержня и для конструкции в целом
- коэффициент запаса устойчивости конструкции по Эйлеру
- напряженно-деформированное состояние конструкции при больших перемещениях (геометрически нелинейная задача)
- частоты и формы собственных колебаний конструкции;
- изменение напряженно-деформированного состояния конструкции под действием произвольно меняющихся во времени нагрузок.

Редактор трехмерных конструкций

Виды

В основе работы редактора лежит операция проецирования на плоскость. Такая плоскость называется *видовой плоскостью* или просто *видом*. При редактировании конструкции пользователь работает с такими видовыми плоскостями. Видовая плоскость характеризуется двумя параметрами – *поворотом* и *положением*. Поворот определяет направление нормали плоскости и задается двумя углами φ и θ , как и в сферической системе координат. Вторым параметром - положением в пространстве задается вектором.

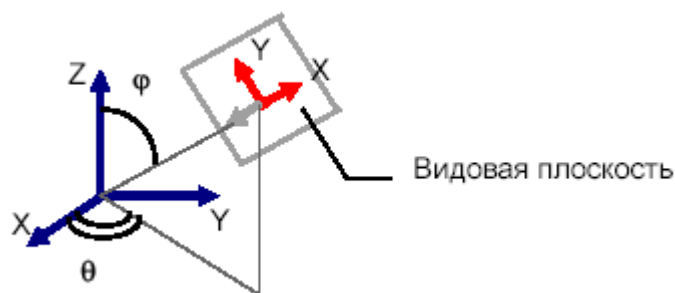


Рисунок 1 – Видовая плоскость в пространстве

Иногда, например, при параллельном переносе плоскости в пространстве, удобно задавать положение плоскости *глубиной*, скалярной величиной, равной расстоянию от центра координат до плоскости, аналогом ρ в сферической системе координат.

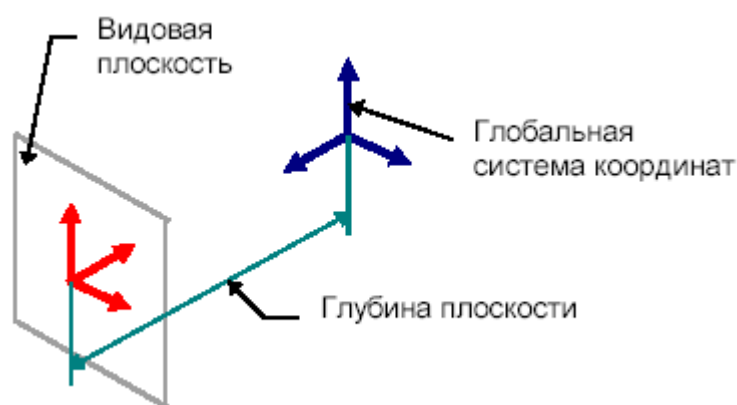


Рисунок 2 – Глубина вида

Видовая плоскость имеет систему координат, у которой направление оси Z совпадает с направлением нормали, а оси X и Y лежат в самой плоскости. В дальнейшем система координат плоскости будет называться *локальной*, а система координат мира - *глобальной*. Часто бывает удобно работать с локальными.

Виды бывают *главные*, когда направление нормали совпадает с одной из осей системы координат. Такими видами являются вид *сверху*, *снизу*, *справа*, *слева*, *спереди* и *сзади*. Если направление нормали не совпадает с направлением одной из осей системы координат, то такой вид называется *произвольным*.

В редакторе пользователю доступны 4 вида, которые представляют собой отдельные окна, которые можно открывать, закрывать и располагать на экране так, как это удобно пользователю. Изначально видовые плоскости установлены как вид спереди, слева, сверху и произвольный или изометрический.

Для того чтобы изображение оптимально размещалось на экране, пользователь может его *масштабировать* и *прокручивать*.

Элементы редактора

Редактор конструкций содержит в себе окна видов, меню, панели управления и панель состояния. Элементами вида являются узлы, стержни, нагрузки различного вида, вспомогательные точки, такие как центр вращения и центр локальной системы координат и т.д. Все элементы вида изображаются отдельным цветом. Пользователь может изменять цвета всех элементов вида и сохранять эти установки цветов в группах называемых *палитрой* (команда **Вид – Палитра**). Элементы редактора и вида показаны ниже на рисунке 3.

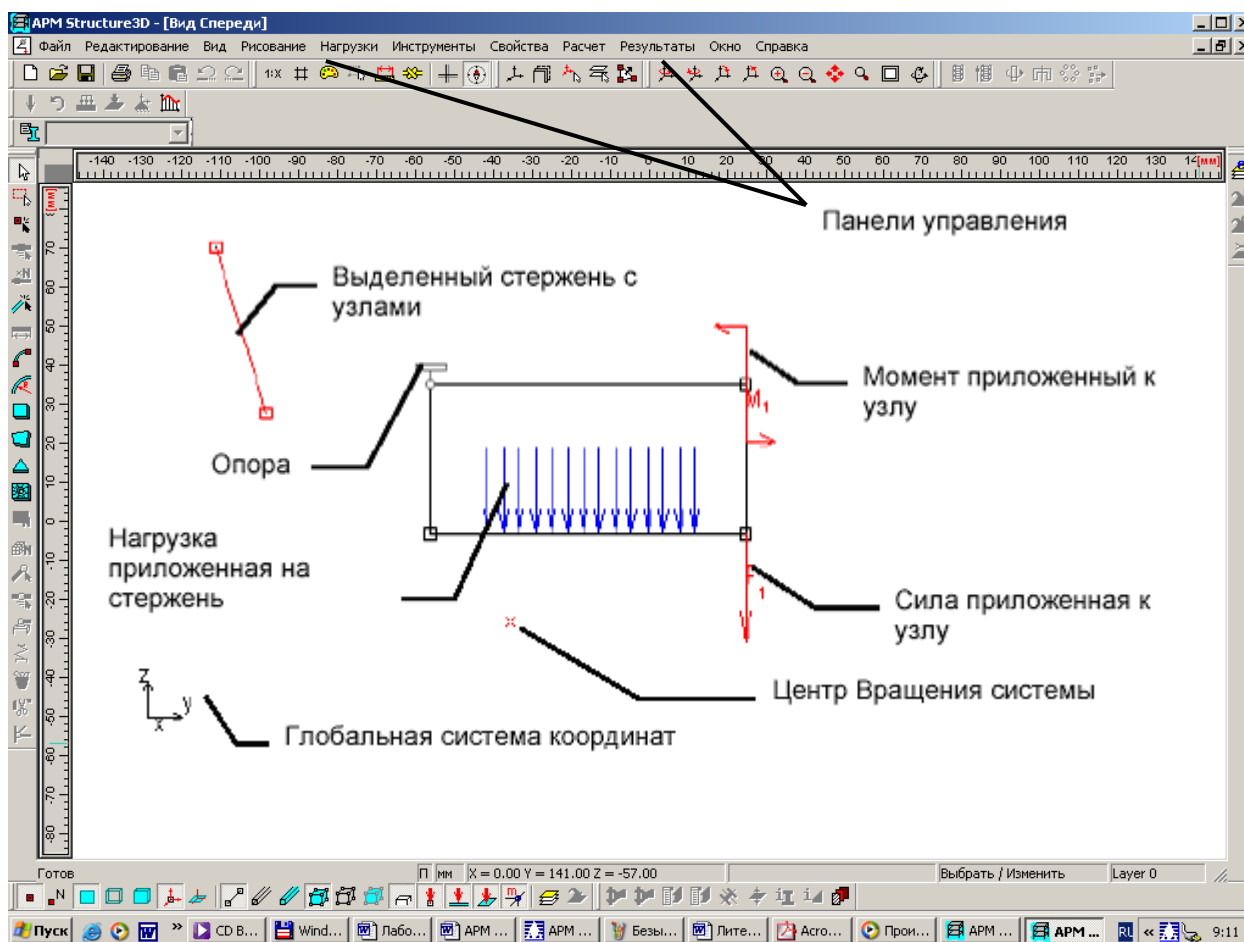


Рисунок 3 – Элементы редактора и вида

Панель состояния служит для отображения основной нужной информации по текущей работе. Эта информация включает в себя единицы измерения длины конструкции, координаты курсора, информация необходимая для текущей операции, например при рисовании окружности ее радиус, и название текущей операции. Панель состояния редактора конструкции показана ниже на рисунке 4.

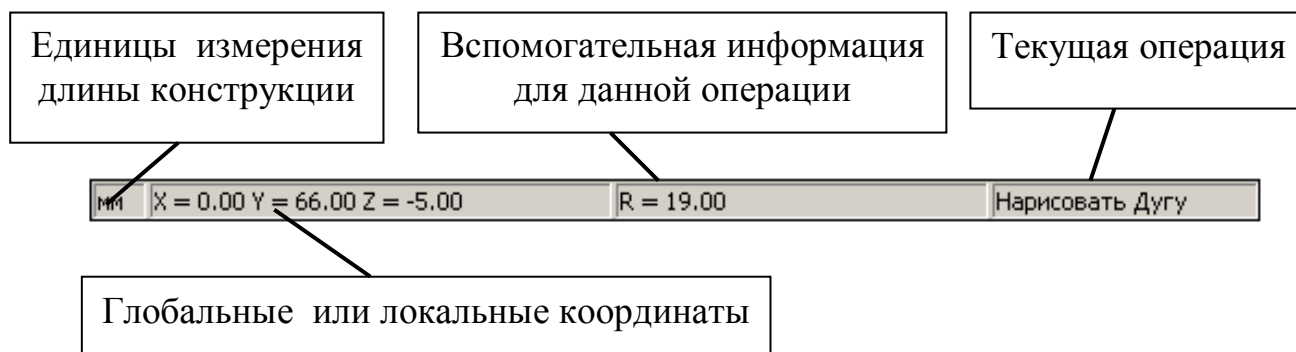



Рисунок 4 – Структура панели состояния редактора Structure3D

Шаг курсора

Изменение координат курсора в редакторе происходит согласно *шагу курсора*. Шаг курсора определяет, до какой степени точности происходит округление координат при передвижении курсора в виде. В редакторе используются два шага курсора: *линейный* и *угловой*. Линейный шаг определяет точность округления координат и длин, угловой шаг – точность округления углов в таких операциях, как рисование дуги или стержня по углу и длине. Для изменения значений шагов курсора используйте команду **Вид – Шаг Курсора** . По умолчанию линейный шаг курсора равен 1 единице измерения, угловой – 1 градусу.

Для того чтобы облегчить процесс редактирования редактор конструкций *Structure3D* работает с помощью режима *привязки* к узлам. Каждый узел в видовой плоскости имеет *область чувствительности*. Если курсор попадает в область чувствительности узла, то координаты курсора автоматически приравниваются координатам узла. Например, если вы, рисуя окружность, задаете центр так, что курсор попадет в зону чувствительности какого-нибудь узла, то центр окружности будет в точности располагаться в проекции этого узла на видовую плоскость. Узел, в чью зону чувствительности попадает курсор, окрашивается другим цветом. Размер области чувствительности может задаваться пользователем командой **Вид – Шаг Курсора** и равен по умолчанию 20 пикселям. Привязка отключена при нажатой клавише **SHIFT**.

10. ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ КОНСТРУКЦИИ В МОДУЛЕ ARM STRUCTURE3D СИСТЕМЫ ARM WINMACHINE

10.1. Статический расчет стержневой модели

ПОРЯДОК РАСЧЕТА

1. Создание плоской стержневой модели.
2. Умножение плоской рамы с целью создания трехмерной модели стержневой конструкции.
3. Присвоение стержневым элементам модели конструкции поперечного сечения и задание параметров материала.
4. Закрепления модели конструкции.
5. Задание силовых факторов, действующих на элементы модели.
6. Выполнение расчета.
7. Просмотр результатов расчета.
8. Вывод результатов расчета на печать и в файл формата .rtf.

Задание. Выполнить статический расчет модели металлоконструкции, изображенной на рисунке 1.

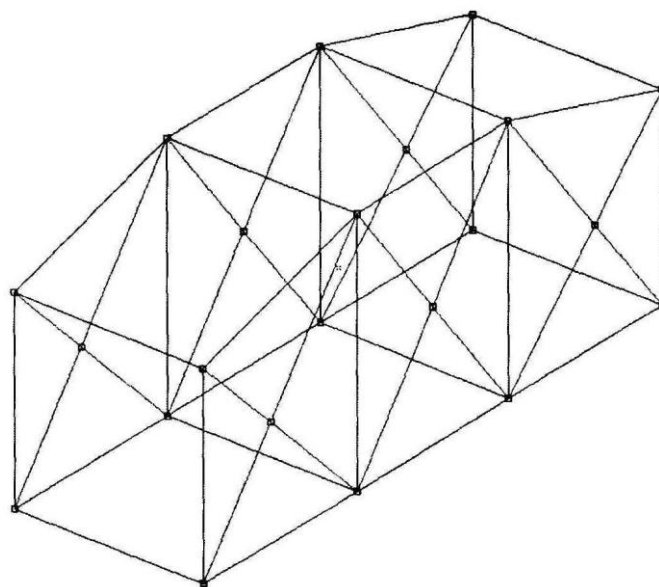


Рисунок 1 – Схема металлоконструкции

Размеры стержневых элементов конструкции (в миллиметрах) приведены на рисунке 2.

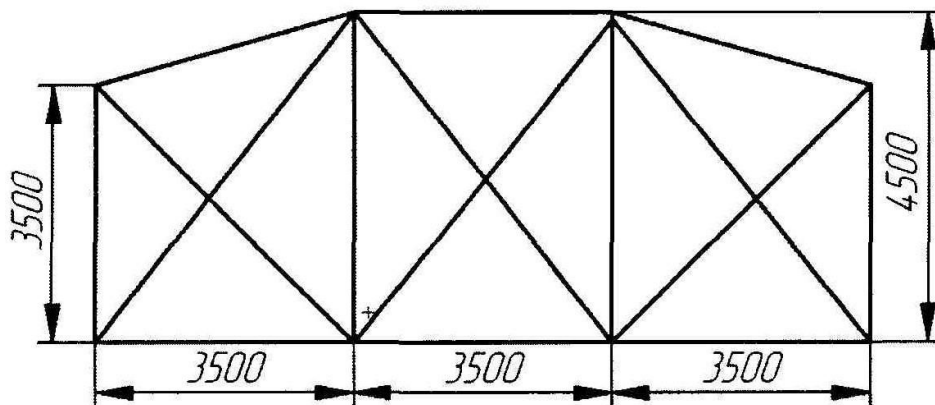


Рисунок 2 – Схема профиля металлоконструкции

Вертикальные и горизонтальные стержневые элементы конструкции имеют поперечное сечение **Двутавр №20** с уклоном полок по ГОСТ8239-89, а наклонные стержневые элементы – нестандартное поперечное сечение, чертеж которого изображен на рисунке 3. Сечение ориентировано таким образом, что его ось расположена в вертикальной плоскости.

Материал всех стержней – сталь **СтЗкп**. Соединение стержневых элементов друг с другом жесткое. Ширина пролета моста **3500 мм**.

Пролет моста установлен на **четырёх** шарнирных опорах, располагающихся по углам нижнего основания, причем на одном конце моста опоры неподвижные, а на другом могут смещаться в продольном направлении.

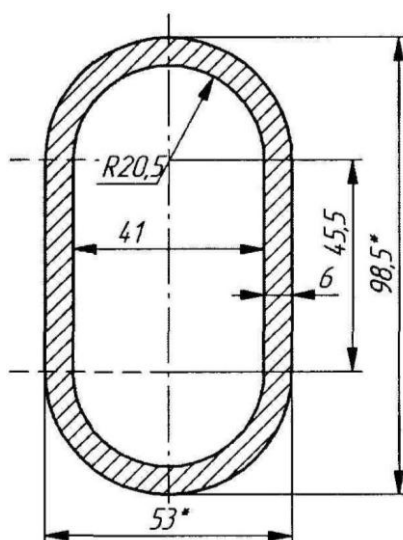




Рисунок 3 – Сечение элемента конструкции


К нижним горизонтальным стержням (**10 шт.**) приложена распределенная нагрузка, направлена вертикально вниз, удельная величина которой (на единицу длины) равна – **20 Н/мм**. Кроме того, следует учесть действие силы тяжести, вызванной наличием собственного веса конструкции.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Задание 1. Создание плоской стержневой модели рамы


1. **Установка единиц измерения.** Единицы измерения показываются в строке статуса, располагающейся в нижней части основного окна программы. Убеждаемся в том, что установлены единицы измерения – мм. Если по каким-то причинам установлены другие единицы, то необходимо нажать кнопку **Единицы измерения**  (меню **Вид – Единицы измерения...**) и в открывшемся диалоговом окне **Установки** вкладка **Единицы** выбрать **Миллиметры**.

2. **Создание базового (начального) узла.** Создавать модель можно в любом из четырех окон (в котором удобнее пользователю), при этом она будет автоматически изображаться на всех остальных видах. В данном случае будем это делать в окне **Вид спереди**. Построение стержневой модели начинаем с того, что в произвольном месте выбранного окна ставим начальный (базовый) узел: вначале нажимаем кнопку **Новый узел**  на панели инструментов **Нарисовать** (меню **Рисование – Узел – По координатам**), а затем щелкаем левой кнопкой мыши в произвольной точке поля окна **Вид спереди**. Пусть это будет, например, левый нижний узел модели конструкции.

3. **Создание стержня.** Нажимаем на панели инструментов **Нарисовать** кнопку **Стержень по длине и углу**  (меню **Рисование – Стержень – По длине и углу**) и щелкаем левой кнопкой мыши в области чувствительности привязки к узлу. Затем, смещая курсор, «вытягиваем» динамический объект в вертикальном направлении и по щелчку правой кнопкой мыши вызываем диалоговое окно **Добавить стержень** для задания координат стержня (в данном случае длины и значения угла):


- в поле ввода **Угол , град** вводим значение **90**.
- в поле ввода **Длина, мм** вводим значение **3500**.

Угол отсчитывается от орта оси ординат в направлении против часовой стрелки. Аналогичным образом создаем горизонтальный стержень с началом базовом узле в направлении слева направо, затем из конечной точки этого стержня строим вертикальный стержень длиной **4500 мм** и т. д., вплоть до получения плоской рамы, состоящей из вертикальных и горизонтальных стержней.

4. **Создание наклонных и пересекающихся стержней.** Такие стержни удобно создавать тогда, когда точно определено положение их концов. В этом случае используем режим **Новый стержень**, который включается одноименной кнопкой на панели инструментов **Нарисовать**  (меню **Рисование – Стержень – По координатам**). Для построения нового стержня

вначале щелкаем левой кнопкой мыши в области чувствительности привязки к узлу, который будет являться началом создаваемого стержня, а затем, смежаем курсор, щелкаем в области того узла, который фиксирует конец стержня. Между этими узлами появится новый стержень. Таким же образом строим стержни, соединяющие верхние части плоской рамы, а также пересекающиеся стержни.

5. Создание общего узла в точке пересечения двух стержней. Для того чтобы создать узел в точке пересечения двух стержней, следует вначале на каждом из стержней отметить по одному узлу, находящегося вблизи точки пересечения, а затем объединить их в один узел. Делается это следующим образом.

Вначале переходим в режим создания узла на стержне (кнопка Новый узел на стержне  на панели инструментов Нарисовать или меню Рисование – Узел – На стержне). Затем щелкаем крестиком курсора на том стержне, на котором будем создавать узел. Этот стержень выделится. Кроме того, появится совпадающая с ним динамическая прямая, а другая динамическая прямая, перпендикулярная выделенному стержню, будет «привязана» к указателю мыши. Смещая указатель мыши к видимой точке пересечения стержней, щелкаем левой кнопкой мыши. В полях ввода открывшегося диалогового окна Узел на стержне можно уточнить координаты создаваемого узла. Однако в рассматриваемой задаче положения узла определяем визуально, и уточнять его положение изменением числовых параметров нет никакой необходимости. Итак, мы зафиксировали узел на первом стержне вблизи точки его пересечения со вторым стержнем. Аналогичным образом создаем узел на втором стержне. В результате получаем на пересекающихся стержнях два близко расположенных узла, которые должны быть объединены.

Для объединения близко расположенных узлов выбираем пункт меню Инструменты – Соединить узлы... и в поле ввода открывшегося диалогового окна Совместить узлы записываем значение расстояния, на котором будут совмещены узлы. В рассматриваемом случае, например, можно это расстояние выбрать равным 20 мм. Если после нажатия кнопки Ок программа выдаст сообщение Объединено 0 узлов, то это значит, что заданного значения расстояния недостаточно, и операцию следует повторить, выбрав большее значение.


Точно таким же образом создаем общие узлы на всех пересекающихся стержнях.

Задание 2. Умножение плоской рамы с целью создания трехмерной модели стержневой конструкции

После выполнения всех предыдущих операций получаем плоскую раму, соответствующую боковой секции моста. Для того чтобы преобразовать плоскую модель в трехмерную, нужно произвести операцию умножения, предварительно выделив подлежащие умножения элементы.

1. Выделение элементов модели конструкции. Для выделения отдельных элементов модели можно воспользоваться кнопкой **Выбрать**  на панели инструментов **Нарисовать** (меню **Редактирование – Выбрать элемент**) или **Выбрать группу**  (меню **Редактирование – Выбрать группу элементов**). В рассматриваемой задаче необходимо выделить всю плоскую раму целиком, поэтому удобнее воспользоваться режимом выделения группы элементов. После перехода в режим **Выбрать группу**  (меню **Редактирование – Выбрать группу элементов**) следует, нажав левую кнопку мыши, создать прямоугольник, в который будет вписана плоская рама. Элементы рамы выделяются и окрасятся в красный цвет. Снятие выделения производится щелчком правой кнопкой мыши в свободном месте поля редактора в одном из режимов выбора элементов.

2. Умножение элементов модели конструкции. Операцию умножения удобно всего производить в окне **«Вид сверху»**, поскольку на этом виде вектор умножения будет показываться в натуральную величину, но возможно использовать и любой другой вид.

Переход в режим умножения осуществляется нажатием кнопки **Вытолкнуть**  на панели инструментов **Инструменты** (меню **Инструменты – Вытолкнуть**). Затем нужно показать направления умножения с помощью вектора умножения. Первым щелчком мыши фиксируем начало этого вектора, затем смещаем мышью – указываем направление умножения, и, наконец, вторым щелчком завершаем отрисовку вектора умножения.

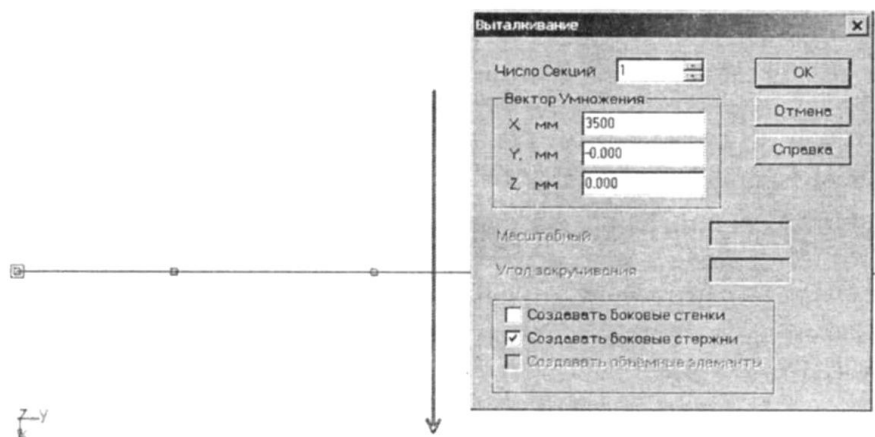


Рисунок 4 – Операция выталкивания

Одновременно с последним щелчком мыши открывается диалоговое окно **Умножить контур** (рис. 4). В полях ввода этого окна можно уточнить параметры умножения. В полях ввода диалогового окна **Умножить контур** вводим следующие параметры умножения:


Число секций – 1;

Вектор умножения по X, мм – 3500;

Y, мм и Z, мм — эти поля оставляем нулевыми.

Кроме того, должна быть отмечена флажком опция **Создавать боковые стержни**.


3. Удаление лишних элементов конструкции. После выполнения операции умножения (при включенном флажке опции **Создавать боковые стержни**) в направлении вектора умножения появятся новые стержни, начальные точки которых находятся в выделенных узлах.

На этом этапе построения модели конструкции почти полностью соответствует той, которую следует создавать по условию задачи. Однако в процессе умножения возникли лишние стержни, а именно те, которые начинаются от узлов, находящихся в месте пересечения диагональных стержней. Лишние стержни следует удалить. Для этого прежде всего выделяем эти элементы, нажав кнопку **Выбрать**  на панели инструментов **Нарисовать** (меню **Редактирование – Выбрать элемент**) и щелкнув левой кнопкой мыши на конкретном стержне (для выделения группы элементов нужно держать нажатой клавишу **Shift** на клавиатуре, в противном случае при выделении последующего элемента со всех предыдущих выделение будет снято). Удаление выделенных элементов производится нажатием кнопки **Удалить выбранное**  на панели инструментов **Нарисовать** (меню **Рисование – Удалить выбранное**) или нажатием клавиши **Delete** на клавиатуре.

4. Добавление необходимых элементов в модели конструкции.

В создании модели не хватает диагональных пересекающихся стержней, соединяющих узлы верхнего яруса конструкции. Так как контуры верх-

него яруса представляют собой прямоугольники, то для построения пересекающихся стержней, имеющих общий узел в точке пересечения, удобнее всего создать диагональные стержни, а затем произвести их разбиение на две равные части.

Новые стержни создаем в соответствии с алгоритмом, описанным выше, а затем используем режим разбиения стержня на равные части. Но, поскольку эта операция будет одновременно применяться к нескольким стержням, то их необходимо предварительно выделить. Для разбиения стержней нажимаем на панели инструментов **Нарисовать** кнопку **Разбить стержень**  (меню **Рисования – Стержень – Разбить стержень**) и щелкаем указателем мыши на одном из выделенных стержней. В поле ввода Число стержней открывшегося диалогового окна **Разбить стержень** записываем число **2**.

Задание 3. Присвоение стержневым элементам модели конструкции поперечного сечения и задание параметра материала

Стержневые элементы модели (все или некоторые из них) могут иметь как **стандартное**, так и **нестандартное** поперечное сечение. Если сечение **нестандартное**, то оно должно быть предварительно создано (или импортировано) и помещено в одну из библиотек сечений.

1. Создание не стандартного поперечного сечения и занесение его в библиотеку сечений.

Новое поперечное сечение может быть создано четырьмя способами:

- построено в редакторе поперечных сечений;
- открыто в заранее сохраненном файле собственного формата модуля APM Graph с расширением **.agr**;
- импортировано из базы данных в виде параметрической модели;
- импортировано в редактор поперечных сечений через файл формата **.dxf**.

1.1. Построение поперечного сечения во внутреннем редакторе. Построение нового поперечного сечения производится во внутреннем редакторе APM Graph. Рассмотрим построение с помощью APM Graph произвольного сечения, изображенного на рисунке 3.

- a) В меню **Файл** выбираем **Новый – Сечение**.
- b) Процесс создание сечения начинаем с построения верхней внутренней окружности радиусом **20,5 мм**.
- c) Копируем эту окружность, смещая ее вниз по вертикали на величину межцентрового расстояния, равного **45,5 мм**.
- d) Обе созданные окружности соединяем двумя вертикальными касательными, с привязкой к точкам квадратов окружностей.

е) Производим удаление ненужных частей полуокружностей в режиме **Усечь объект**. В результате возникает внутренний контур создаваемого сечения.

ф) Внешний контур сечения создаем путем смещения элементов внутреннего контура (двух отрезков и двух дуг) на величину толщины профиля, равную **6 мм**.

После последней процедуры получаем два контура сечения – внешний и внутренний. На этом процесс построения рисунка поперечного сечения заканчивается.

1.2. Выделение контуров поперечного сечения. Для того чтобы подготовленный рисунок стал поперечным сечением, в нем необходимо выделить внешний и внутренние контуры. Для этого на панели «**Контур**» есть специальные кнопки – **Простой контур**  (меню **Контур** – **Простой контур**) и **Набираемый контур**  (меню **Контур** – **Набираемый контур**). После нажатия кнопки **Простой контур** следует щелкнуть сначала на любом из элементов наружного контура, а затем на любом из элементов каждого из внутренних контуров (если они есть). Замкнутые контуры после щелчка должны окраситься в синий цвет. Одновременно с нажатием одной из этих кнопок открывается диалоговое окно **Выбор контура**, в котором после выделения всех контуров нужно нажать кнопку **Ок** (вместо этой кнопки можно нажать правую кнопку мыши или клавишу **Пробел** на клавиатуре). Область между выделенными контурами, т. е. собственно поперечное сечения, окрасится в серый цвет. Это означает, что программа адекватно «поняла» задачу, т. е. будет воспринимать выделенный объект как поперечное сечение (рисунок 5).

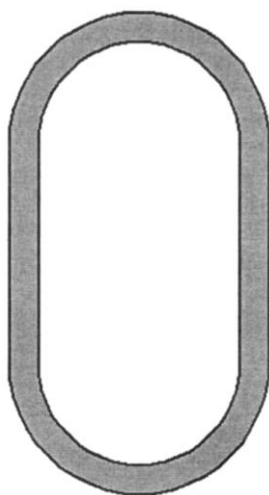


Рисунок 5 – Готовое сечение элемента конструкции

Режим **Набираемый контур** используется тогда, когда имеет место неоднозначность определения контура. В этом случае, войдя в режим, нужно поочередно щелкать левой кнопкой мыши на элементах кон-

тура, добиваясь их выделения; если же предыдущий элемент выделился, а последующий – нет, то между этими элементами нет связи, т. е. в этом месте контур не замкнут.

1.3. Занесение нового сечения в библиотеку сечений. Созданное поперечное сечение нужно занести в библиотеку сечений. Переходим в соответствующий режим, для чего выбираем в меню **Библиотека** опцию **Добавить в библиотеку**, после чего на экране появляется окно **Добавить сечения в библиотеку** (рисунок 6).

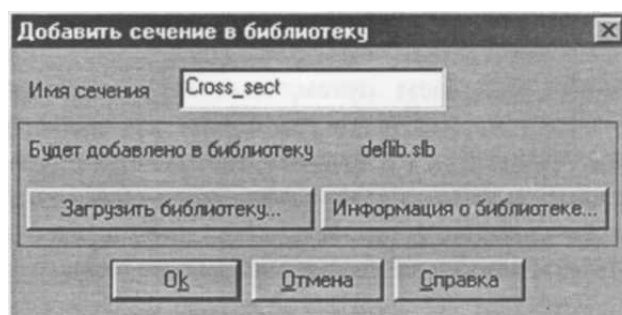


Рисунок 6 – Добавление элементов в библиотеку сечений

Затем нажимаем кнопку **Загрузить библиотеку...** и выбираем из открывшегося списка ту библиотеку, в которую необходимо занести созданное сечение (тем самым указываем путь к ней) – в рассматриваемом случае это библиотека **deflib.slb** – и записываем в поле **Имя сечения** названия сечения, под которым оно будет добавлено в выбранную библиотеку. После нажатия кнопки **ОК** программа начинает расчет геометрических параметров сечения, по окончании которого это сечения будет добавлено в соответствующую библиотеку.

2. Присвоение поперечного сечения стержневым элементам модели конструкции. Поперечное сечение может быть присвоено как всем стержневым элементам конструкции, так и отдельной группе элементов. В последнем случае соответствующая группа должна быть предварительно выделена.

Если элементы (или группы элементов) модели конструкции имеют различные поперечные сечения, то целесообразно вначале присвоить всем элементам то сечение, которое имеет большинство элементов модели, а затем последовательно выделить группу элементов с другими сечениями и присвоить им эти сечения.

Для присвоения поперечного сечения всем элементам модели используем кнопку **Сечения всем**  панели инструментов **Свойства** (меню **Свойства – Сечения всей конструкции**), при этом выделения всех элементов не требуется. Нажатие этой кнопки приведет к открытию диалогового окна задания сечения из библиотеки **Библиотека:...** (рисунок 7).

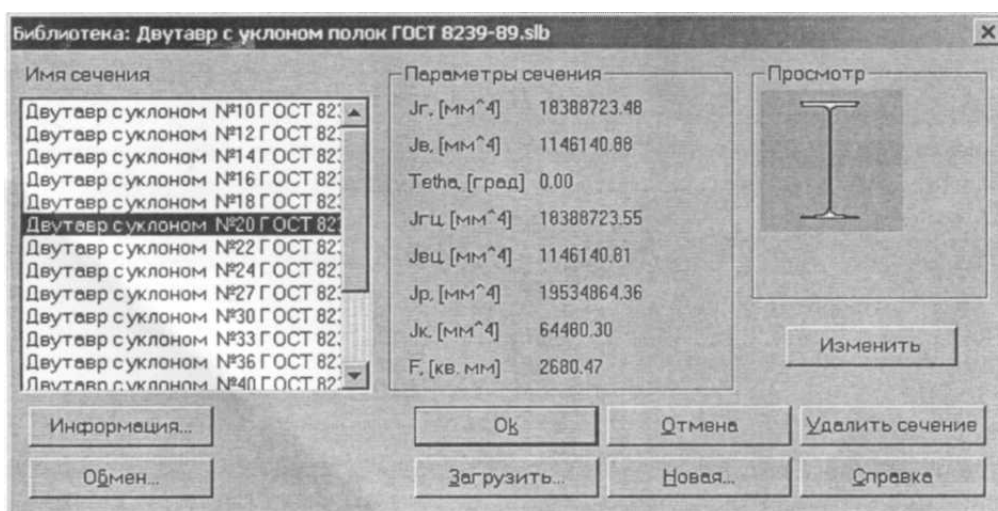




Рисунок 7 – Выбор двутавра

Затем необходимо загрузить требуемую библиотеку. Для этого нажимаем кнопку **Загрузить** и указываем путь к этой библиотеке. Стандартные библиотеки, которые поставляются вместе с модулем APM Structure 3D, располагаются в той же директории, где установлена система APM WinMachine.


В рассматриваемом случае после загрузки библиотеки выбираем из списка **Имя сечения** нужное по условию сечения – **Двутавр с уклоном №20...** – и нажимаем кнопку **ОК**. После этого в открывшемся диалоговом окне подтверждаем желание присвоить выбранное сечение всем стержням. Ориентация сечения будет произведена программой автоматически.

Для присвоения поперечного сечения выделенным элементам нажимаем на панели инструментов **Свойства** кнопку **Сечения выделенным**  (меню **Свойства – Сечения Выделенным стержням**), после чего действуем точно так же, как в предыдущем случае. После того как стержневым элементам модели конструкции будут присвоены поперечные сечения, все стержни окрасятся в различные цвета, соответствующие присвоенному сечению.



3. Проверка ориентации сечения и его поворот. Для того чтобы посмотреть, как ориентировано поперечное сечение на том или ином стержне, следует этот стержень выделить, а затем нажать на панели инструментов **Свойства** кнопку **Ориентация сечения**  (меню **Свойства – Ориентация сечения**). На выделенных стержнях будет показано положения их сечения. Если сечения слишком маленькое (большое), то увеличить (уменьшить) его показ можно с помощью кнопки «+» («-») на клавиатуре.

В этом же режиме можно поворачивать сечение отдельного стержня (или группы предварительно выделенных стержней) вокруг своей оси.

Делается это так. Вначале нужно щелкнуть мышью в непосредственной близости от этого сечения – при этом сечения приобретают зеленый цвет. Перемещения мыши по полю вида в горизонтальном направлении будет сопровождаться поворотом сечения вокруг своей оси. Внизу, в строке статуса, появится числовое значения угла поворота данного сечения в градусах. Шаг угла поворота равен углу курсора в угловом направлении, по умолчанию за 1 град. Щелкаем правой кнопкой мыши в процессе поворота вызывается диалоговое окно, в поле которого можно задать угол поворота сечения.

4. Задание параметров материала, из которого изготовлены стержневые элементы модели конструкции. Всем элементам модели конструкции по умолчанию присваиваются свойства того материала, который является текущим. При первоначальном обращении к программе таким материалом является сталь Ст 3 кп, что и соответствует условию рассматриваемой задачи. Для того чтобы в этом убедились, нужно нажать на панели инструментов **Свойства** кнопку **Материалы**  (меню **Свойства – Материалы...**). В открывшемся диалоговом окне **Материалы** текущий материал (Сталь) выделен, значит, он будет присваиваться всем вновь созданным элементам модели. Нажатием кнопки **Изменить** можно просмотреть параметры выбранного материала и при необходимости изменить их вручную или воспользовавшись базой данных по материалам, нажав кнопку **ДВ**.

Задание 4. Закрепления модели конструкции с помощью опор

По условию задачи пролет моста установлен на четырех шарнирных опорах. Две из них на одном конце моста – абсолютно жесткие во всех направления, а две на другом конце имеют подвижность в продольном направлении. По этому, на одной стороне модели поставим шаровые шарниры, а с противоположной стороны – шарниры с разрешением перемещением вдоль направлении оси моста. Шарниры устанавливаются в узлах. Для установления шаровых шарниров выделим два узла в «ближней» к нам части модели моста. Затем нажимаем на панели инструментов **Нарисовать** кнопку **Опора**  (меню **Рисование – Опора**) и щелкаем на одном из выделенных узлов. Открывается диалоговое окно **Установка опоры** (рис. 8), в полях ввода которого задаем тип устанавливаемых опор. В рассматриваемом случае для установки шарнирных шаровых опор достаточно запретить все перемещения, т. е. поставить флажки опции **Запрет по X**, **Запрет по Y** и **Запрет по Z** или же нажать кнопку **Шарнирная опора** , в результате чего флажки запретов перемещения по всем координатам появятся автоматически.

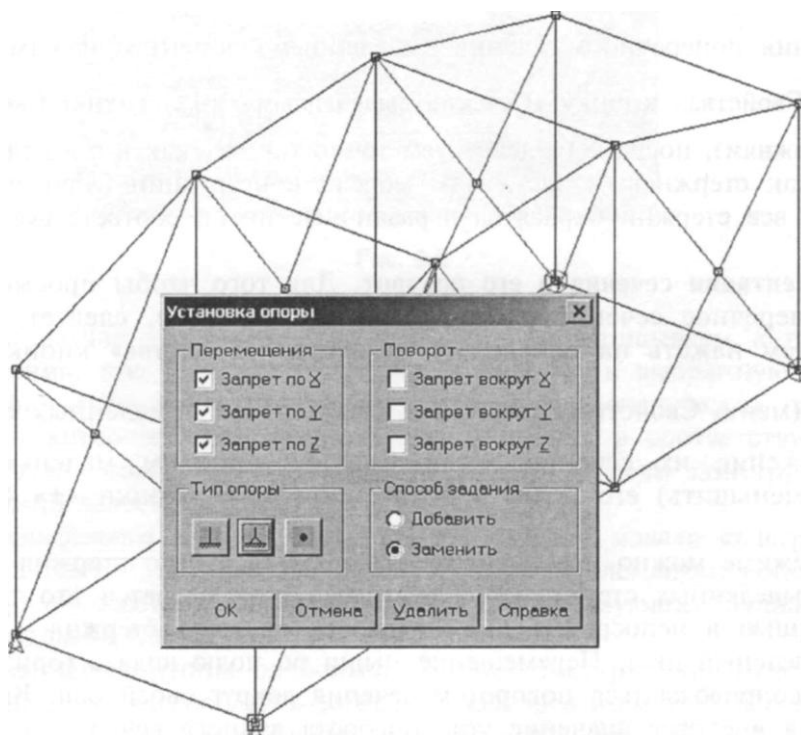


Рисунок 8 – Установка опор

В узлах с другой стороны модели устанавливаем такой же тип опор, но снимаем флажок с опции Запрет по Y. На этом установка опор завершена.

Задание 5. Задание силовых факторов, действующих на элементы модели

Конструкция будет находиться под действием двух силовых факторов:

- собственного веса;
- распределенной нагрузки, приложенной к нижним горизонтальным стержням.

1. Учет собственного веса конструкции. Собственный вес конструкции – это распределенная сила, приложенная ко всем элементам модели и действующая в направлении, противоположном оси Z глобальной системы координат. Для учета собственного веса в меню **Нагрузки** выбираем пункт **Загрузки 0**.

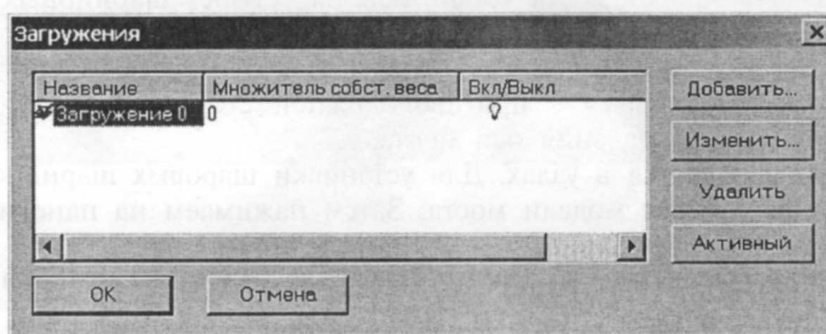


Рисунок 9 – К учету собственного веса конструкции

По умолчанию всегда создается **Загрузка 0**, которое активно и включено, т. е. в окнах редактора отображаются те нагрузки, которые не в нем находятся. В этом нагружении в рассматриваемом случае будут находиться все действующие на модели силовые факторы. О том, что это нагружение активно, говорит флажок, расположенный слева от названия загрузки. В этом нагружении (как и в любом другом) есть множитель собственного веса, по умолчанию равного нулю. Это означает, что вес конструкции при расчет учитываться не будет.

Для учета собственного веса следует изменить этот множитель на 1. Делается это следующим образом. Сначала необходимо выделить **Загрузка 0**, щелкнув на нем левой кнопкой мыши, а затем нажав кнопку **Изменить** (рисунок 9). После этого откроется диалоговое окно **Загрузка** (рисунок 10), в поле ввода которого записываем множитель 1.

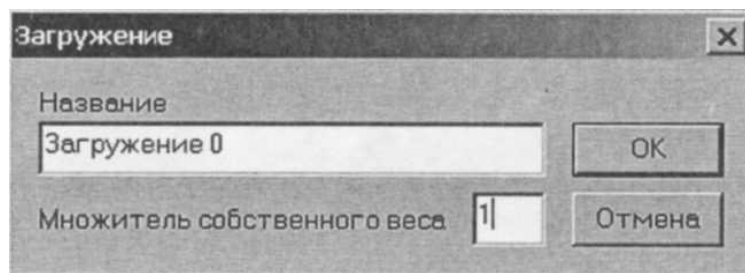



Рисунок 10 – К учету собственного веса конструкции

В общем случае в указанное поле ввода можно записать значение, отличное от единицы. Это приведет к тому, что вес будет учитываться с соответствующим множителем.

2. Задание распределенной нагрузки, действующей на стержневые элементы конструкции. Выделяем те стержни модели, на которые действует распределенная нагрузка, и нажимаем кнопку **Нагрузка на стержень**  на панели инструментов **Нагрузки** (меню **Нагрузки – Локальная на Стержень**). Затем щелкаем на одном из выделенных стержней, после чего появляется диалоговое окно «**Нагрузка на стерж-**

ни» (рисунок 11). В нижней части этого окна показывается участок модели с тем стержнем, на котором щелкнули мышью, а в верхней части – схематическое изображение этого же стержня (одинаковое для любого стержневого элемента модели). В обеих частях окна показывается также соответствующая локальная система координат стержня.

Для задания действующей на стержень распределенной нагрузки следует в меню **Нагрузка – Тип нагрузки на стержень** выбрать тип нагрузки – **Радиальная распределенная сила**, а затем занести в поля открывшегося диалогового окна **Распределенная поперечная сила** необходимые числовые данные.

Распределенную нагрузку можно задать в горизонтальной (по оси Z) или в вертикальной (по оси Y) плоскости локальной системы координат стержня. Выбор плоскости происходит с помощью соответствующего переключателя диалогового окна **Распределенная поперечная сила** (см. рисунок 11).

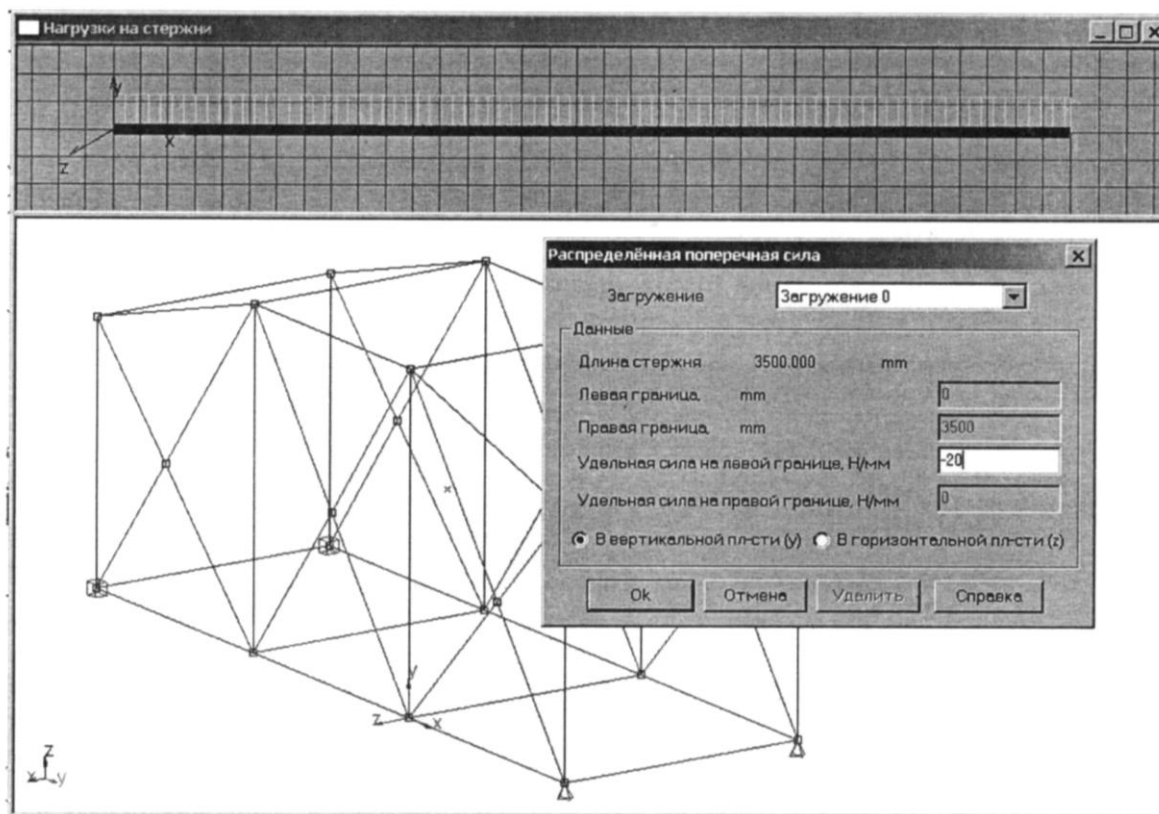


Рисунок 11 – Нагрузки на стержни

В рассматриваемом случае по условию к стержню следует приложить постоянную нагрузку величиной -20 Н/мм в вертикальной (Y) плоскости (знак « $-$ » говорит о том, что нагрузка направлена противоположно положительному направлению оси Y в локальной системы координат), следовательно в поле **Удаленная сила на левой границе, Н/мм** записываем -20 Н/мм и переводим переключатель **Распределенная попе-**

речная сила в положение **В вертикальной (Y) плоскости**. После нажатия кнопки **ОК** эта нагрузка будет приложена ко всем выделенным стержням.

Задание 6. Выполнение расчета

Для запуска модели конструкции на расчет следует выбрать в меню **Расчет** пункт **Расчет...** и в открывшемся диалоговом окне **Расчет** отметить флажком тот тип расчета который необходимо выполнить – в данном случае это **Статический расчет**.

Задание 7. Просмотр результатов расчета

После выполнения расчета пользователь имеет возможность посмотреть:

- Карты результатов по напряжениям, перемещениям и нагрузкам, а также коэффициентам запасам по текучести, главным напряжениям и усталостной прочности.

- Числовые значения максимального напряжения, максимального перемещения и максимального внутреннего силового фактора, а также коэффициента запаса по текучести, величины главных напряжений и усталостной прочности в произвольном сечении стержневым элементов.

- Распределения напряжений в произвольном сечении любого стержневого элемента модели.

- Эпюры различных силовых факторов в стержневых элементах модели конструкции.

- Значения реакции во всех опорах модели конструкции.

- Значения всех силовых факторов во всех узлах модели конструкции.

Анализ результатов расчета проиллюстрируем на примере просмотра карт напряжений, распределения напряжений в поперечном сечении, величин силовых факторов для стержневого элемента в узле, а также эпюры силовых факторов для стержневого элемента в узле, а также эпюры силовых факторов для выбранного стержня.

1. Просмотр карты результатов. Выбираем в меню **Результаты** пункт **Карта результатов**, что приводит к появлению диалогового окна **Параметры вывода результатов** (рисунок 12). Из выпадающего списка **Выбор результатов** выбираем тип карты результатов (по напряжениям, перемещениям и нагрузкам), а в выпадающем списке **Стержни** отмечаем вид представления результатов расчета выбранного параметра (например, в случае просмотра карты напряжений это эквивалентные напряжения, нормальные и касательные компоненты напряжений и т. д.). Если в поле окна **Параметры вывода результатов** заполнены так, как показано на рисунке 12, то на экране монитора появится карта напряжений (рису-

нок 13), на которой с помощью различных цветов показываются максимальные величины эквивалентных напряжений в стержневых элементах модели конструкции.

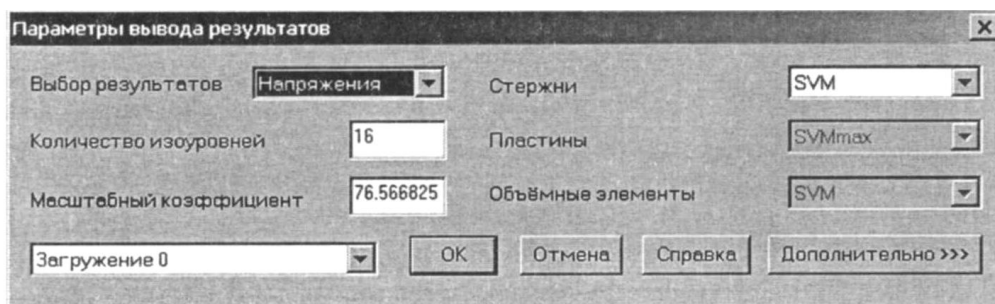


Рисунок 12 – Вывод результатов

Важно, что на экране напряжений с помощью соответствующего цвета показан максимальный уровень эквивалентных напряжений в стержнях конструкции. Карта напряжений построена на деформированной модели, но на ней показывается также и исходная недеформированная модель.

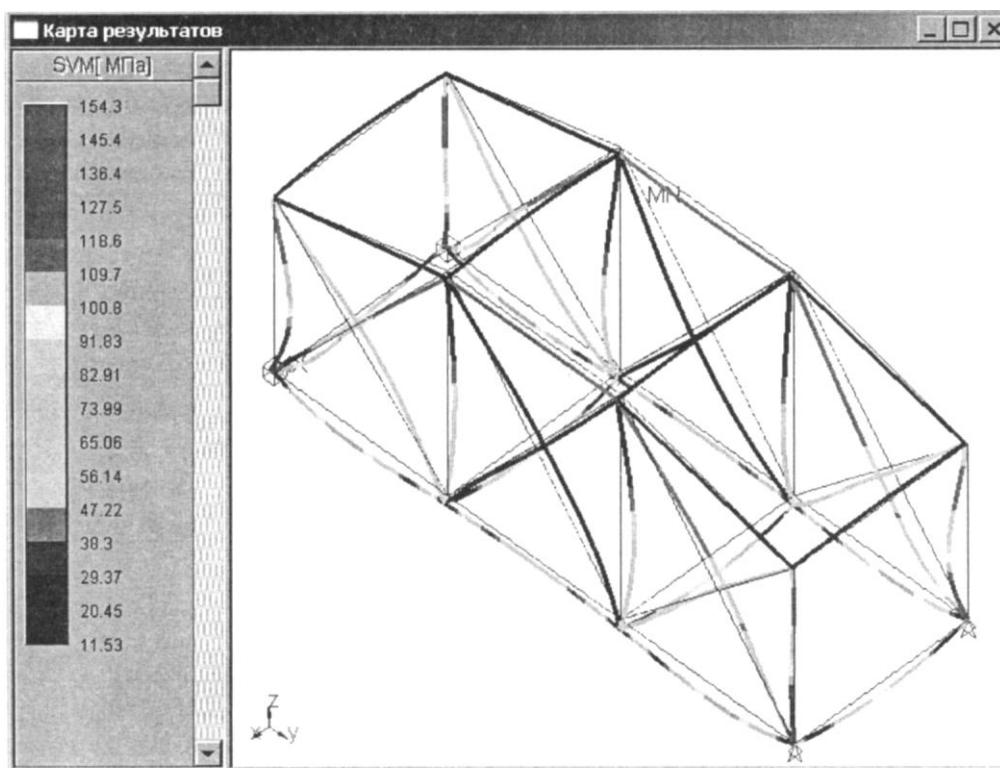


Рисунок 13 – Карта результатов

Максимальное число на шкале на шкале напряжений соответствует максимальному значению возникшего в модели напряжений.

2. Просмотр внутренних силовых факторов в узлах элементов. Для просмотра внутренних нагрузок в узлах элементов выбираем в меню **Результаты** пункт **Нагрузки...** Затем в открывшемся диалоговом

окне **Результаты** (рисунок 14) указываем тот элемент, результаты расчета которого необходимо просмотреть.

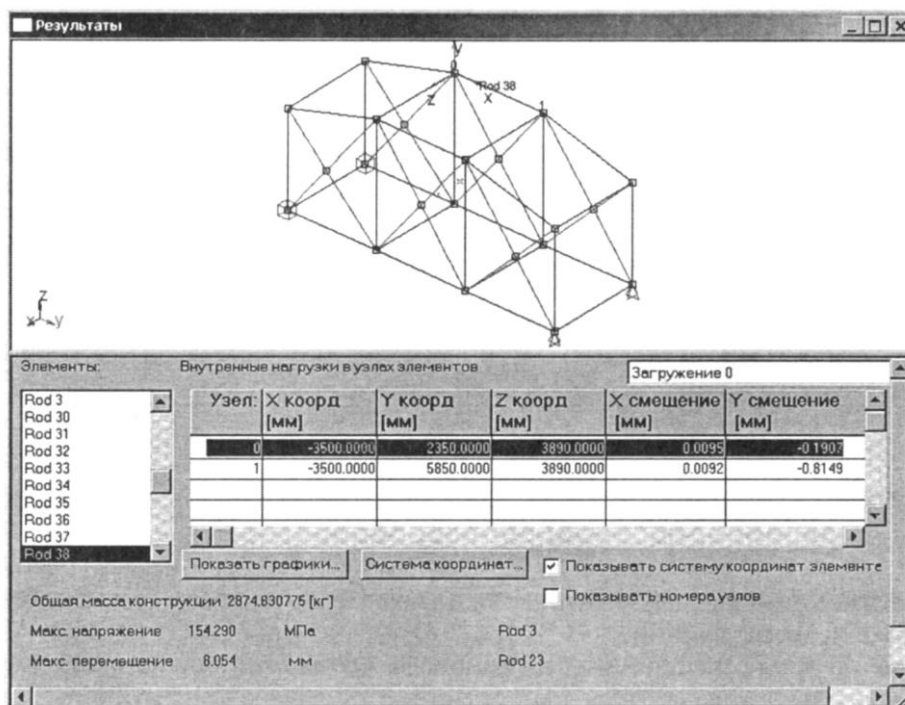


Рисунок 14 – Карта результатов

Выбор элемента можно осуществить либо с помощью списка элементов, либо простым щелчком на этом элементе в режиме выбора элементов. В окне **Результаты** показываются: общая масса модели конструкции, величины максимальных напряжений и перемещений, а также номера элементов, в которых наблюдаются максимальные напряжения и перемещения.

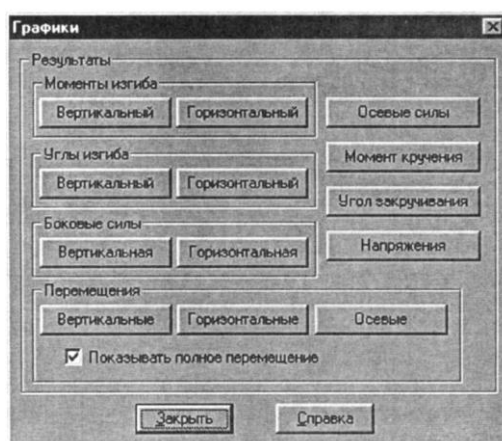


Рисунок 15 – Графики результатов

У выбранного элемента в таблице **Внутренние нагрузки в узлах элементов** показываются координаты узлов, смещения узлов, угловые

перемещения, а также силы и моменты в узлах в локальной системе координат.

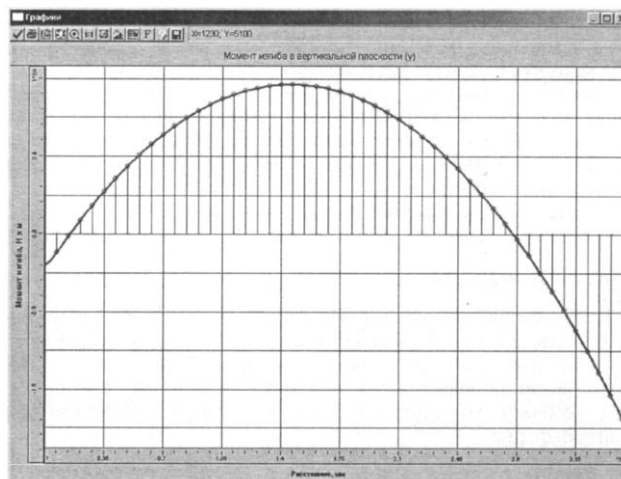


Рисунок 16 – Момент изгиба вертикальной плоскости

Для любого выбранного стержня можно просмотреть эпюры силовых факторов: нажимаем кнопку **Показать графики** и в открывшемся диалоговом окне **Графики** (рис.15) отмечаем для просмотра один из перечисленных графиков. В качестве примера нажимаем кнопку **Вертикальный** в группе параметров **Моменты изгиба**. Открывается окно **Графики** в котором показываются соответствующий график, рис. 16. Слева на графике находится узел 0 (начало) для выбранного стержня, а справа – узел 1(конец). Наведя указатель мыши, на какую – либо точку графика, получаем значения координат X и Y в тех единицах, которые указаны на координатных осях (эти значения отображаются в верхней части правее окна с кнопками).

3. Просмотр напряжений в поперечном сечении стержня. Можно посмотреть картину распределение напряжений в поперечном сечении любого из стержневых элементов.

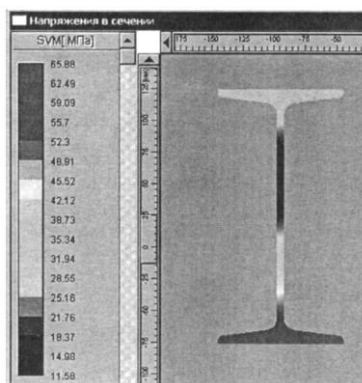



Рисунок 17 – Напряжение в сечениях

Для этого необходимо войти в меню **Результаты – Напряжения в сечении...** и указать нужный стержень, щелкнув на нем левой кнопкой мыши. На стержне появится небольшая стрелка, которая при движении мыши перемещается по выбранному стержню. С помощью этой стрелки следует уточнить конкретное положения сечения на стержне. Щелчок левой кнопкой мыши вызывает появления диалогового окна, с помощью которого можно задать положения интересующего сечения, после чего откроется карта напряжений в выбранном сечении (рис.17). Расположенная слева вертикальная шкала напряжений показывает диапазон напряжений в этом поперечном сечении.

Задание 8. Вывод результатов на печать и в формат .rtf.

Для вывода результатов расчета на печать нажмите в основном окне программы кнопку **Печать**  (меню **Файл – Печать...**) и в открывшемся окне **Выбор данных для печати** отметьте флажками те данные и результаты, которые требуют вывести на печать. Вывод результатов расчета может быть осуществлен либо сразу на принтер (кнопка **Печать**), либо на текстовый файл формата **.rtf** (кнопка **RTF**), который может быть открыт и отредактирован в большинстве текстовых редакторов. Возможность редактирования особенно удобно в том случае, когда результаты расчета нужно оформить в виде отчета по заданной форме.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Произвести стандартный расчет металлоконструкции навеса (рисунок 18). Поперечное сечение для элементов крыши создать в соответствии с рисунком 3.

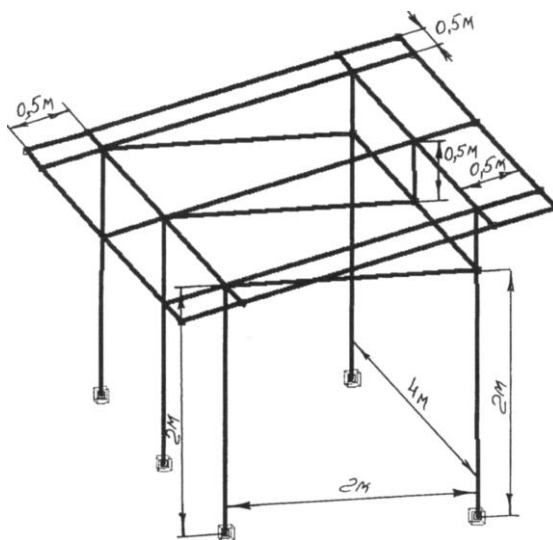


Рисунок 18 – Схема металлоконструкции навеса

Для стоек навеса подобрать подходящее сечения из стандартного проката. Приложить к продольным стержням крыши распределенную по длине нагрузку, равную 12 Н/мм и направленную вертикально вниз. Также необходимо учесть действие на конструкцию силы тяжести.

10.2 Статический расчет стержнево – пластинчатой модели

ОБЩИЙ ПОРЯДОК РАСЧЕТА

1. Создание плоской стержневой модели рамы (см. пример 1).
2. Создание пластинчатых элементов модели конструкции и их разбиение на отдельные конечные элементы.
3. Соединение пластинчатых элементов со стержневыми.
4. Присвоение пластинчатым элементам модели толщины и параметров материала.
5. Задание силовых факторов, действующих на пластинчатые элементы модели.
6. Выполнение расчета.
7. Просмотр результатов расчета.
8. Вывод результатов расчета на печать и в файл формата *.rtf.

Задание. Выполнить статический расчет стержнево-пластинчатой модели металлоконструкции, изображенной на рис. 19. Стержневая модель конструкции (ее размеры и поперечные сечения, а также закрепления) полностью соответствует условиям, сформулированным в разделе 10.1.

Материал всех элементов (стержней и пластин) – сталь СтЗкп. Толщина пластинчатых элементов **4 мм**. Соединение пластин со стержневыми элементами – сварка по длине.

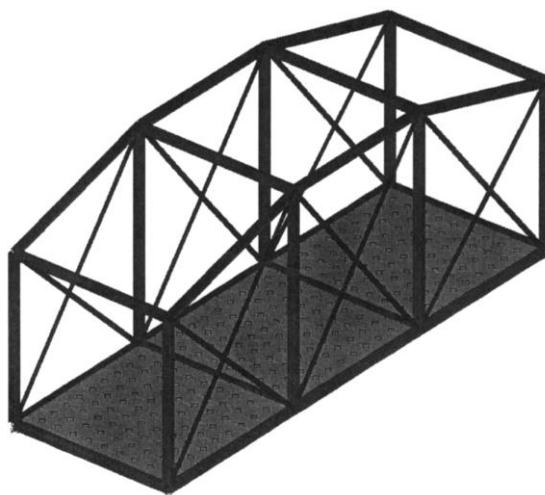


Рисунок 19 – Стержнево-пластинчатая модель металлоконструкции

Пластины нагружены нормальной распределенной силой – давлением, величина которого равна – **0,8 кПа**. Кроме того, следует учесть действие на мост силы тяжести, вызванной наличием собственного веса конструкции.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Задание 1. Создание плоской стержневой модели рамы моста

Создание этой рамы производим точно так же, как и в примере 1.

Если воспользоваться уже готовой модели (см. пример 1), нагруженной и закрепленной, то возникнет необходимость удалить действующую на стержни распределенную нагрузку. Для этого выделяем соответствующие стержни и выбираем в меню **Нагрузки** пункт **Удалить нагрузки на стержень**.

Задание 2. Создание пластинчатых элементов модели конструкции и их разбиение на отбельные конечные элементы


1. Основные правила создания и разбиения пластин. При создании и разбиении пластинчатых элементов следует придерживаться нескольких правил:

– если пластина должна закрывать несколько контуров стержневой модели, то желательно в каждом из контуров создавать отдельную пластину. В противном случае процесс соединения пластины со стержневыми элементами будут затруднен;

– при создании нескольких пластин целесообразно действовать однотипно, т.е. щелкаем по узлам стержневой модели в определенной последовательности (по часовой стрелке или против нее). От этой последовательности зависит ориентация локальной системы координат создаваемой пластины. К пластинам с одинаково ориентированной локальной системой координат может быть применен принцип работы с группой объектов: разбиение на конечные элементы, задание нагрузок и т. п.;

– все пластины должны быть разбиты на отдельные конечные элементы. В большинстве случаев достаточно, чтобы в направлении максимальной стороны пластины имелось 10 элементов разбиения, а в направлении минимальной стороны — как минимум 2. Кроме того, созданные при разбиении конечные элементы не должны быть сильно вытянутыми (соотношения сторон не более чем 1:2,5) и иметь острые (менее 30) и (более 150) углы, поскольку такие пластины могут служить источником дополнительной погрешности, например, необоснованным концентратором напряжений.


2. Создание пластинчатых элементов модели конструкции.


Переходим в режим Четырехугольная прямоугольная пластина нажатием кнопки  на панели инструментов Нарисовать (меню Рисование – Пластина – Четырех угольная прямоугольная). Далее последовательно щелкаем левой кнопкой мыши на те узлы контура стержневой модели, где создается пластина. Делаем это единообразно для всех трех пластин.

Если в модели есть несколько пластин, то процесс их создания должен быть однотипным, например, построения всех пластин начинается с левого переднего угла пластины, а узлы обходятся по часовой стрелке. В рассматриваемой задаче создаем пластины именно так: начинаем обход левого переднего узла в направлении по часовой стрелки.

3. Разбиение пластин на конечные элементы.

Поскольку пластины создавались однотипно, то их локальная система координат будет ориентирована одинаково, и все три пластины после выделения одновременно могут быть разбит на конечные элементы.

Для выделения пластин нужно нажать кнопку Выбрать  на панели инструментов Нарисовать (меню Редактирование – Выбрать элемент) и щелкнув левой кнопкой мыши на конкретной пластине (для выделения группы элементов нужно держать нажатой клавишу Shift на клавиатуре, в противном случае при выделении последнего элемента со всех предыдущих выделения будет снято).

Для разбиения пластин нажимаем кнопку Разбить пластину  на панели инструментов Нарисовать (меню Рисование – Пластина – Разбить пластину) и щелкаем на одной из выделенных пластин. При этом открывается диалоговое окно Параметры разбиения (рисунок 20), а на пластинах появляется схематическое изображение их локальной системы координат.

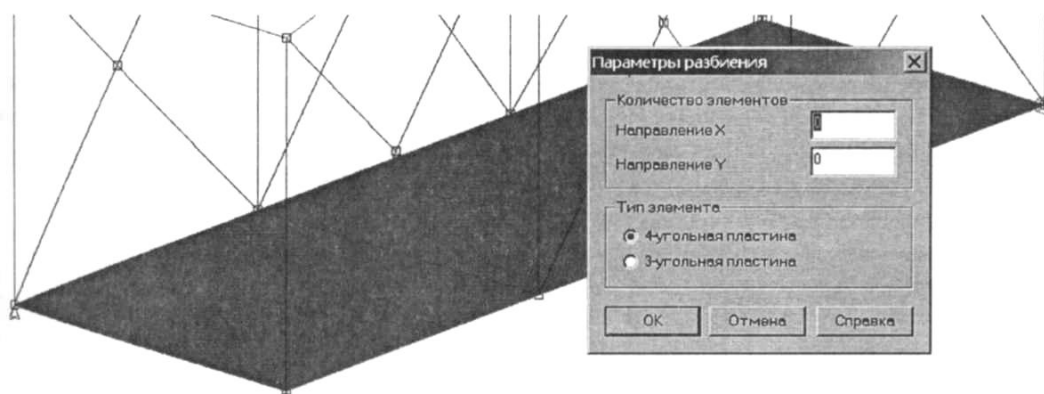



Рисунок 20 – Параметры разбиения пластины

Поскольку, по условию задачи, пластины следует приварить к стержням, а для моделирования сплошного сварного шва пластину и стержень следует разбить не менее, чем на 10 частей. Поэтому в полях ввода диалогового окна **Параметры разбиения** вводим в **Направлении X** и **Направлении Y** по **10**. **Тип элемента выбираем 4-х угольная пластина**. После нажатия кнопки **ОК** все выделенные пластины будут разбиты.


Задание 3. Соединение пластинчатых элементов со стержневыми по их контуру


Для моделирования сплошного сварного шва должно быть обеспечено соединения пластин со стержнями общими узлами, причем не только по узлам, но и по длине стержня. Для обеспечения такого соединения следует разбить на такое же количество частей, на которое была разбита пластина. Тогда в местах расположения узлов пластины появятся соответствующие узлы на стержне, и благодаря привязке эти пары узлов объединятся.

Поскольку все стержни, к которым необходимо **приварить** пластину, следует разбивать на **10** частей, то стержни можно выделить и работать с группой стержней.

Для разбиения стержней нажимаем на панели инструментов **Нарисовать** кнопку **Разбить стержень**  (меню **Рисование – Стержень – Разбить стержень**) и щелкаем указателем мыши на одном из выделенных стержней. В поле ввода **Число стержней** открывшегося диалогового окна **Разбить стержень** записываем число **10**.

Задание 4. Присвоение пластинчатым элементам модели толщины и параметров материала

Для присвоения всем пластинам заданной толщины следует нажать на панели инструментов **Свойства** кнопку **Задать толщину всем**  (меню **Свойства – Толщину всем пластинам**) и в поле ввода появившегося диалогового окна **Задать толщину пластины** записать числовое значение толщины пластины, в данном случае **4 мм**. Если толщину пластин не задавать, то по умолчанию они будут приниматься равной 1 мм, независимо от выбранных единиц измерения.

Для присвоения пластинам свойств материала можно их выделить, затем нажать на панели инструментов **Свойства** кнопку **Материалы**  (меню **Свойства – Материалы**) и с помощью полей открывшегося диалогового окна **Материалы** задать свойство материала. По умолчанию новым элементам присваиваются свойства того материала, который установлен по умолчанию и является текущим. Таким материалом при


первоначальном запуске программы является сталь СтЗкп, что и соответствует условию рассматриваемой задачи.

Задание 5. Задание силовых факторов, действующих на пластинчатые элементы модели

Пролет находится под действием двух силовых факторов:

- собственного веса (его задание подробно рассмотрено в примере 1);
- распределенной нагрузки, приложенным к стальным пластинам.

1. Задание распределенной нагрузки, действующей на пластинчатые элементы конструкции. Выделяем пластинчатые элементы модели, на которые действует распределенная нагрузка, и нажимаем

кнопку **Нормальная нагрузка на пластину**  на панели инструментов **Нагрузки** (меню **Нагрузки – Нормальная нагрузка на пластину**). Затем щелкаем на одной из выделенных пластин, после чего откроется диалоговое окно **Нормальная распределенная нагрузка**, в полях ввода которого следует задать величину и направление действующей силы (рисунок 21).

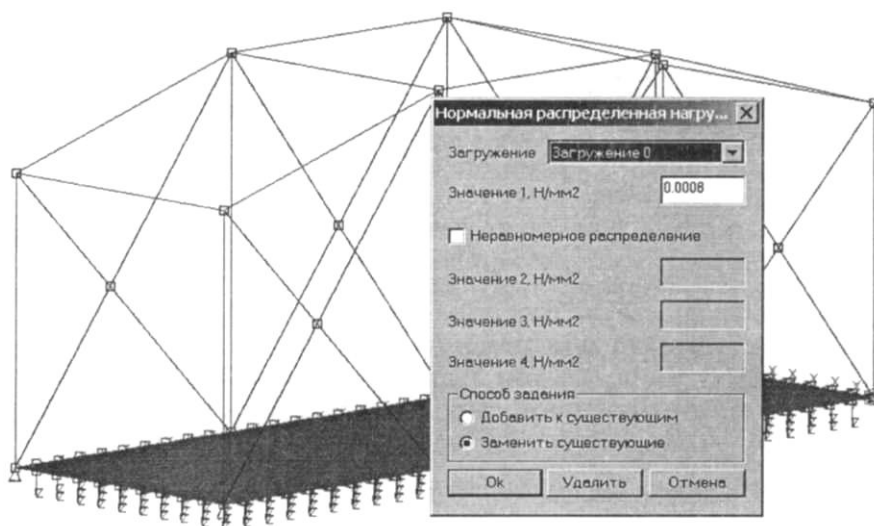


Рисунок 21 – Нормально распределенные нагрузки

Действующая на пластину распределенная нагрузка (давление) задается в локальной системе координат пластины. Нормальной к пластине является орт оси Z , и величину нагрузки в зависимости от его направления следует задавать с тем или иным знаком. В рассматриваемой задаче нагрузка действует в направлении сверху-вниз (в направлении вектора нормали), т. е. имеет знак «+». Величину распределенной нагрузки, выраженную в МПа ($1 \text{ МПа} = 1 \text{ Н/мм}$), т. е. число **0,0008**, что соответствует давлению 0,8 кПа, записываем в поле ввода **Значение 1, Н/мм²**. После того как процесс задания распределенной нагрузки завер-

шается, на соответствующих элементах появляется схематическое изображение.

Задание 6. Выполнение расчета

Для запуска модели конструкции на расчет следует выбрать в меню **Расчет** пункт **Расчет** и в открывшемся диалоговом окне **Расчет** отметить тот тип расчета, который необходимо выполнить – в данном случае это **Статический расчет**.

Задание 7. Просмотр результатов расчета

После завершения расчета пользователь имеет возможность посмотреть результаты расчета параметров стержневых и пластинчатых элементов модели конструкции. Визуализация результатов расчета стержневых элементов была подробно рассмотрена ранее (см. Пример 1), поэтому здесь остановимся только на результатах расчета пластин. Анализ результатов расчета проиллюстрируем на примере особенностей просмотра карты напряжений в пластинах.

1. Просмотр особенностей карты результатов расчета параметров пластин. Выбираем в меню **Результаты** пункт **Карта результатов**, что приводит к появлению диалогового окна **Параметры вывода результатов**. Это диалоговое окно может быть развернуто нажатием кнопки **Дополнительно** (рисунок 22).

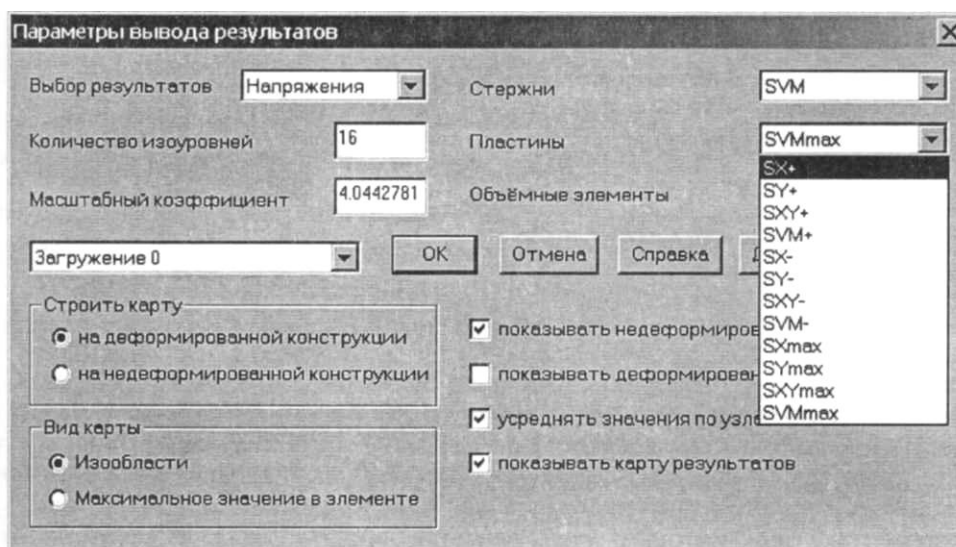


Рисунок 22 – Параметры результатов вывода

Рассмотрим особенности просмотра карты напряжений для пластин. Из выпадающего списка **Пластины** выбираем те компоненты напряжений, результаты расчета которых нас интересуют.

Обозначения, применяется для описания компонент напряжений в выпадающем списке, вводятся по следующим правилам. Нормальные

напряжения обозначаются двумя буквами, одна из которых — заглавная S (от англ. Stress – напряжение), а другая — название той координатной оси локальной системы координат пластины, вдоль которой действует этот компонент. Например, «SY+» обозначает напряжение, действующее на положительной поверхности пластины в направлении оси Y.

Поверхность, располагающаяся выше серединой поверхности пластины (т. е. той, в которой напряжения изгиба равны нулю), называется положительной и на компонентах напряжений обозначается символом «+». Соответственно отрицательная поверхность расположена ниже срединной, т. е. в отрицательном направлении по отношению к вектору нормали пластины. Она обозначается символом «-». Выбор компонента со знаком «max» соответствует показу максимального напряжения (по отношению к обоим поверхностям). Для обозначения напряжений сдвига (касательных напряжений) используется три буквы, одна из которых по-прежнему S, а две другие указывают на плоскость, в которой действует данное напряжение. Напряжение, «SXY-» – это напряжение в плоскости XOY пластины на ее отрицательной поверхности.

Составляющие напряжений любого вида (кроме эквивалентных по Мизесу, которые всегда положительные) могут быть как положительными, так и отрицательными. Положительные напряжения — это растягивающие напряжения на какой-либо поверхности пластины, а отрицательные — сжимающие.

После нажатия кнопки **OK** на экране монитора открывается карта напряжений, на которой с помощью различных цветов показываются максимальные величины эквивалентных напряжений в стержневых и пластинчатых элементах модели конструкции (рисунок 23).

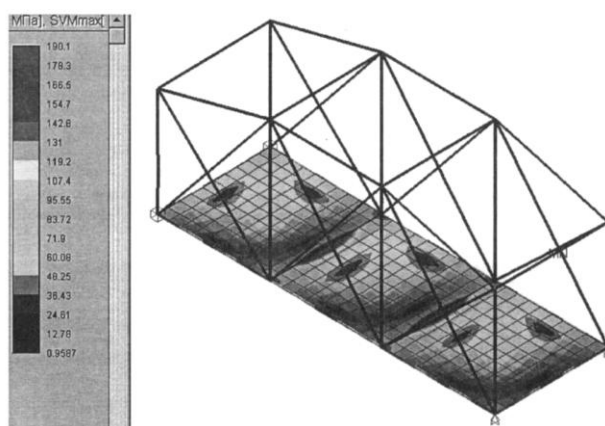


Рисунок 23 – Карта напряжений

По умолчанию показывается карта напряжений в виде **Изообластей**, кроме того включена опция **Усредненная значения по узлам**. В этом случае узловое значение соответствующего параметра (в данном случае напряжения) рассчитывается как среднее арифметическое его значений, вычисленных во всех примыкающих к данному узлу конечных

элементах (для которых узел является общим), и в области этого узла будет присутствовать только один цвет. Такой режим наиболее точно отражает реальное распределение параметра, по которому строится карта по поверхности пластинчатого элемента модели.

Если карта напряжений строится по **Максимальным значениям в элементе**, то весь конечный элемент будет окрашиваться в цвет соответствующий максимальному значению из возникающих в середине и узлах конечного элемента напряжений.

2. Просмотр результатов расчета внутренних силовых факторов в узлах пластинчатых элементов. Для просмотра внутренних нагрузок в узла пластин выбираем в меню **Результаты** пункт **Нагрузки**. Затем в открывшемся диалоговом окне **Результаты** (рисунок 24) указывает тот элемент, результаты расчета которого необходимо просмотреть.

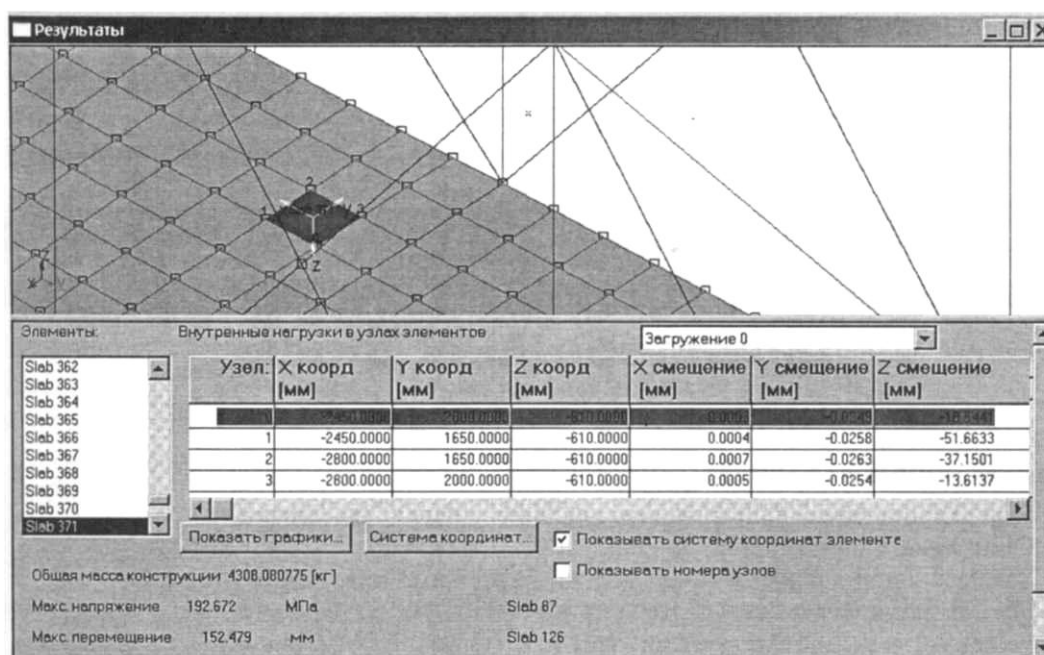


Рисунок 24 – Результаты расчета внутренних силовых факторов


Выбор элемента можно осуществить либо с помощью списка элементов, либо простым щелчком на нем в режиме выбора элементов.

В окне **Результаты** показываются: общая масса модели конструкции, величины максимальных напряжений и перемещений и номера элементов, в которых наблюдается максимальное напряжения и перемещение.

У выбранного пластинчатого элемента в таблице **Внутренние нагрузки в узлах элементов** показывается: локальная система координат, координаты узлов, смещения узлов, угловое перемещения, силы и моменты в узлах.

Заметим, что, в отличие от стержневых элементов, в пластинах нельзя просмотреть эпюры силовых факторов и картину распределения напряжений в поперечном сечении.

Задание 8. Вывод результатов на печать и в формат *.rtf

Для вывода результатов расчета на печать нажмите в основном окне программы кнопку **Печать**  (меню **Файл – Печать**) и в открывшемся окне **Выбор данных для печати** отметьте флажками те данные и результаты, которые требуются вывести на печать. Вывод результатов расчета может быть осуществлен либо сразу на принтер (кнопка **Печать**), либо в текстовый файл формата *.rtf (кнопка **RTF**), который может быть открыт и отредактирован в большинстве текстовых редакторов. Возможность редактирования особенно удобна в том случае, когда по результатам расчета нужно подготовить отчет заданной формы.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Произвести статический расчет металлоконструкции навеса гаража (см. рисунок 18), добавим к нему крышу из пластинчатых конечных элементов. Толщину пластин крыши сделать равной **3 мм**. Обеспечить соединение крыши со стержневыми элементами по все их длине. Приложить к пластинам крыши распределенную нормальную нагрузку в вертикальном направлении величиной **0,02 Н/мм**.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Тема: ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ В СИСТЕМЕ КОМПАС

1. Что отображается в заголовке программного окна?
2. Перечислите состав главного меню.
3. Что позволяют делать команды расположенные на панели Вид?
4. От чего зависит состав компактной панели?
5. Назначение дерева модели.
6. Укажите отличия грани, ребра и вершины.
7. Перечислите базовые операции для построения объемных элементов.

Тема: 1. СОЗДАНИЕ ДЕТАЛИ ВИЛКА

1. Назовите команду для создания файла детали.
2. Назначение команды Объединить точки, которая расположена на панели Параметризация.
3. На какой панели расположена команда Зеркальный Массив?
4. Назовите порядок действий при скруглении ребер.
5. Каким образом можно выделить сразу необходимое количество элементов?
6. Для чего можно создавать дополнительную конструктивную плоскость?
7. Какая команда служит для того, чтобы можно было скрыть конструктивные плоскости?
8. Какая команда служит для того, чтобы можно было скрыть изображения резьбы?
9. Какой элемент вспомогательной геометрии необходимо добавить для создания массива по концентрической сетке.

Тема: 2. СОЗДАНИЕ РАБОЧЕГО ЧЕРТЕЖА

1. Каким образом можно вращать модель с помощью клавиатуры?
2. Для чего служит режим параметризация при создании чертежа из модели?
3. Как создать местный разрез?

Тема: 3. СОЗДАНИЕ СБОРОК

1. Как выбрать материал из библиотеки?
2. Назовите команду для создания файла сборки.
3. Как в сборку добавить компонент из файла.
4. Что понимают под термином сопряжение компонентов?

Тема: 4. СОЗДАНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА

1. Как создать стандартные виды на чертеже?
2. Как погасить вид?
3. Как удалить рамку погашенного вида?
4. Как отключить проекционную связь между видами?

Тема: 5. СОЗДАНИЕ СБОРКИ ИЗДЕЛИЯ

1. Для чего служит команда Соосность на инструментальной панели Сопряжения?
2. Как создать объект спецификации?
3. Как добавить стандартные изделия в сборку?

Тема: 6. СОЗДАНИЕ КОМПОНЕНТА НА МЕСТЕ

1. Назовите два способа включения компонентов в сборку в системе КОМПАС-3D.
2. На какой панели расположены команды, позволяющие выровнять точки по горизонтали и вертикали.
3. Как отредактировать компонент в окне?
4. Какой массив называется массивом-образцом?

Тема: 7. ПОСТРОЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПО СЕЧЕНИЯМ

1. Как отключить информационный размер?

Тема: 8. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛИСТОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

1. На какой панели расположены команды, позволяющие моделировать детали, изготавливаемые из листового материала.
2. Как задать параметры для всех новых листовых деталей?
3. Как выполнить сгиб по ребру?
4. Как выполнить сгиб по линии?
5. Как выполнить разгибание сгибов?

Тема: 9. ПОСТРОЕНИЕ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ

1. Как сдвинуть изображение, используя клавиатуру и колесико мышки?
2. Какая команда используется для создания тела вращения?

Тема: ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ТРЕХМЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В МОДУЛЕ APM STRUCTURE 3D СИСТЕМЫ APM WinMachine

1. Какие результаты можно получить в результате выполненных системой APM Structure3D расчетов?
2. Какая плоскость называется видовой?

Тема: 10. ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ КОНСТРУКЦИИ В МОДУЛЕ APM Structure3D СИСТЕМЫ APM WinMachine

1. Как установить нужные единицы измерения?
2. Как выполнить объединение близко расположенных узлов?
3. Как выполнить занесение нового сечения в библиотеку сечений?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Азбука КОМПАС-3D V10.
2. Замрий А. А. Практический учебный курс CAD/CAE система APM WinMachine / А. А. Замрий – М.: Издательство АПМ, 2007. – 136 с.

Научное издание

Трубилин Евгений Иванович
Труфляк Евгений Владимирович
Сидоренко Сергей Михайлович
Курасов Владимир Станиславович

***Компьютерные технологии
в агроинженерной науке и производстве***

Учебное пособие

Дизайн обложки – Н. П. Лиханская
Компьютерная верстка – Е. В. Труфляк, А. А. Багинская

Подписано в печать 3.09.2012 г. Бумага офсетная. Формат 60×84 ¹/₈
Тираж 500 экз. Усл. печ. л. – 28. Учет.-изд. л. – 13.
Заказ № 662

Редакционный отдел и типография Кубанского государственного
аграрного университета
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13