

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический  
университет»**

**Н.В. Куцубина  
В.В. Васильев  
О.М. Подковыркина**

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Методические указания к практическим и лабораторным работам  
по дисциплинам «Компьютерное моделирование механических систем»  
«Компьютерные технологии в машиностроении» для студентов направле-  
ния 15.03.02, 15.04.02 очной и заочной форм обучения

**Екатеринбург  
2015**

Рекомендовано к опубликованию кафедрой технической механики и оборудования ЦБП, протокол № 2 от 7 октября 2015 г.

Рецензент профессор, д-р техн. наук

А.А. Санников

В авторской редакции

---

Подписано в печать	Формат 60x84	1/16
Плоская печать	Объем п.л.	Тираж
Заявка		

---

**СОДЕРЖАНИЕ**

Введение .....	4
1. Работа системы в режиме «Эскиз» .....	5
1.1. Создание эскизов в режиме «Сечение» .....	5
1.2. Инструменты рисования режима «Сечение» .....	6
1.3. Обрамление эскиза в режиме «Сечение» .....	7
1.4. Модифицирование размеров в режиме «Сечение» .....	10
1.5. Наложение геометрических ограничений в режиме «Сечение» .....	11
1.6. Задания в режиме «Сечение» .....	12
2. Работа системы в режиме «Деталь» .....	14
2.1. Процесс моделирования (проектирования или конструирования) детали .....	14
2.2. Классификация операций .....	16
2.3. Атрибуты операций .....	18
2.4. Действия с операциями .....	19
2.5. Особенности работы с эскизом в режиме «Деталь» .....	21
2.6. Процесс моделирования детали типа «куб» .....	21
2.7. Техника создания конструктивных операций .....	33
2.8. Технология создания деталей .....	57
2.9. Техника создания базовых элементов .....	76
3. Основы и техника разработки чертежей .....	81
3.1. Общие сведения о чертежах .....	81
3.2. Техника создания чертежа .....	85
4. Работа системы в режиме «Сборка» .....	103
4.1. Общие сведения о сборочных чертежах. Особенности изображений на сборочных чертежах .....	103
4.2. Условия вставки компонента (закрепления) .....	104
4.3. Действия с компонентами .....	106
4.4. Пошаговая технология создания сборки из трех компонентов (деталей) .....	107
4.5. Пошаговая технология создания сборки из четырех компонентов (деталей) .....	112
5. Работа с приложением «Механизм» .....	120
6. Упражнения для практических занятий (уроки для повторения и подражания) .....	128
Литература .....	132

## Введение

Современные системы автоматизированного проектирования (САПР) – это основа эффективного функционирования любого производства. Сегодня промышленным бизнес-сообществом востребованы специалисты, владеющие на высоком уровне методами компьютерного моделирования механических систем посредством применения специализированных программных комплексов, способных автоматизировать полный производственный цикл.

В методических указаниях изложен порядок работы в интегрированном программном комплексе для проектирования и подготовки производства Pro/ENGINEER (wildfire 5.0). Перечень заданий для практических и лабораторных работ формирует у обучающихся следующие навыки:


- осуществлять моделирование детали, сборки, изделия;
- производить анализ функционального назначения детали и анализ стратегии построения её виртуальной модели;
- осуществлять всевозможные изменения в конструкции при подготовке производства и в процессе проведения последующих модернизаций изделия;
- производить анализ модели детали;
- визуально представлять различные геометрические тела на плоскости и в пространстве.


## 1. Работа в режиме «Эскиз»



В основе создания большинства элементов трехмерных моделей лежит процедура создания эскиза. Последующие манипуляции с этим эскизом (перемещение его в пространстве, протаскивание по назначенной траектории, вращение вокруг оси и т. д.) формируют трехмерную геометрию.

В системе Pro/ENGINEER эти эскизы параметрические, т. е. управляются при помощи размеров, параметров, соотношений и графиков. Инструменты, позволяющие создавать параметрические эскизы, предоставляются при входе в режим «Сечение».

Существует два пути входа в режим «Сечение»:

- ◆ вход непосредственно в режим «Сечение» (параметрический эскиз) при создании нового объекта, нажатием кнопки **Новый**  на стандартной панели или **Файл** → **Новый...**;
- ◆ при работе в других режимах (**Деталь**, **Сборка** и т.д.) система Pro/ENGINEER автоматически переходит в режим «Сечение» после выбора опции **Сечение** или **Эскиз** в диалоговом окне операции.

Для завершения работы в режиме **Сечение** или при завершении работы с параметрическим эскизом в других режимах (**Деталь**, **Сборка** и т. д.) нажимается кнопка **Готово**  левой мышкой.

Для вызова файла эскизов необходимо выбрать **Новый**  на стандартной панели или **Файл** → **Открыть...** в главном меню. Для сохранения файла на диске необходимо выбрать **Сохранить**  в панели инструментов или **Файл** → **Сохранить...** в главном меню.

Любой эскиз (элементы эскиза) можно вставить **Эскиз** → **Данные из файла...** в любой другой эскиз.

В процессе вставки эскиза необходимо выбрать:

- ◆ элементы эскиза, которые необходимо вставить;
- ◆ масштаб вставляемого эскиза и угол его разворота.

### 1.1. Создание эскизов в режиме «Сечение»

При создании эскизов в режиме **Сечение** следует помнить несколько правил:

- делайте эскиз простым;
- создавайте эскиз поэтапно;
- рисуйте каждый объект эскиза в крупном масштабе;
- используйте открытые и закрытые сечения соответствующим образом;
- избегайте без лишней необходимости использовать рисо-

ванные фаски; вписанные дуги; рисованные отверстия; рисованные массивы элементов;

- попытайтесь добиться принципиального соответствия эскиза замыслу, в первую очередь, назначая закрепления, а уже затем точные размеры;

- эффективно используйте настройки среды в режиме **Сечение**;

- избегайте в эскизах соседства несопоставимых размеров (например, 3000 мм и 0,3 мм);

- используйте точность в режиме **Сечение**;

- используйте такую размерную схему эскиза, какую желаете в дальнейшем видеть в чертеже;

- используйте вспомогательные элементы эскиза.

## 1.2. Инструменты рисования режима «Сечение»

Чтобы создать любой элемент эскиза (линию, дугу, сплайн и т. д.), необходимо:

- ◆ выбрать инструмент рисования;

- ◆ совершить манипуляции на экране.

Выбор инструментов рисования осуществляется через главное меню **Эскиз...**, либо при помощи пиктограмм в панели инструментов эскиза.

### Пиктограмма в панели инструментов эскиза

	Ориентировать плоскость эскиза параллельно экрану		Выбрать объекты для редактирования
	Создать круговое закругление между двумя объектами		Создать фаску между двумя объектами
	Создать эллиптическое закругление между двумя объектами		Задать настройки эскиза (переориентировать эскиз или поменять эскизную плоскость)
	Создать прямую по двум точкам		Создать линию касательно к двум объектам
	Создать осевую линию по двум точкам		Создать наклонный прямоугольник
	Создать прямоугольник		Создать параллелограмм
	Задать привязки		Создать размер
	Создать точку		Отсечение фаски
	Создать геометрическую		Создать геометрическую си-

	точку		систему координат
	Создать систему координат		Создать справочный размер
	Создать дугу, указывая центр и ее крайние точки		Создать базовую линию ординатного размера
	Создать дугу по трем точкам		Создать коническую дугу
	Создать концентричную дугу		Создать концентрическую окружность
	Создать дугу, касательную к 3 объектам		Создать окружность, указав 3 точки
	Создать эллипс по крайним точкам главной оси		Создать окружность, касательную к 3 объектам
	Создать окружность указанием центра и точки на окружности		Вставить в эскиз стандартные формы, такие как шестигранники, звездочки и профили
	Создать сплайн		Создать объект по кромке
	Создать эллипс по центру и крайней точке главной оси		Изменить значения размеров, геометрию сплайна или текст
	Создать объект смещением кромки		Создать текст как часть сечения
	Создать объект смещением кромки или объекта эскиза в 2 стороны		Динамически обрезать объекты сечения
	Зеркально отобразить выбранные объекты		Создать размер периметра
			Вставить стороннюю информацию в активный объект

**Примечание.** Плотность панели инструментов может настраиваться. Вполне возможно, что вы увидите иной состав при Ваших текущих настройках.

### 1.3. Образмеривание эскиза в режиме «Сечение»

Эскиз образмеривается автоматически во время создания. Размеры проставляются, исключая размерные петли, дублирования с другими размерами и закономерностями, наложенными закреплениями.

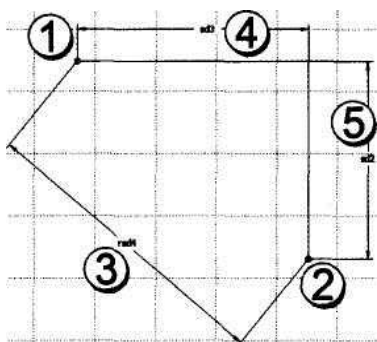
Например, если две линии имеют закрепление, то угол между ними не проставляется. Размеры по умолчанию являются управляемыми и имеют серый цвет. Управляющие размеры эскиза создаются поль-

зователем или конвертируются из управляемых (**Ctrl+T**). Образмеривание – это простановка размеров на эскизах, деталях и чертежах.

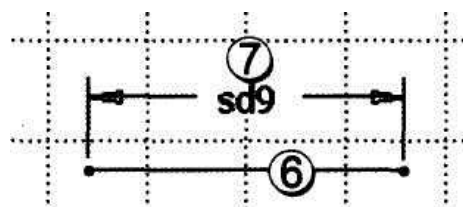
### Линейные размеры

Линейные размеры показывают длину отрезка или расстояние между объектами.

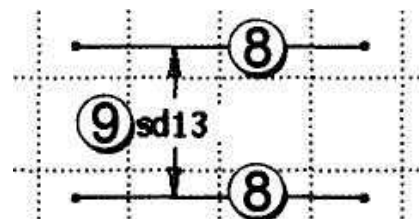
Для проставления размера левой кнопкой мыши выбираются вершины/точки/объекты (1, 2), среднее место расположения символа размера (3 или 4 или 5).



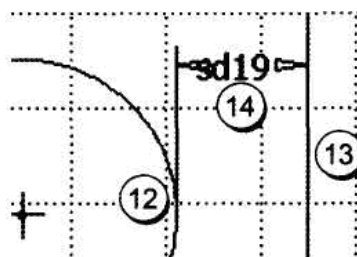
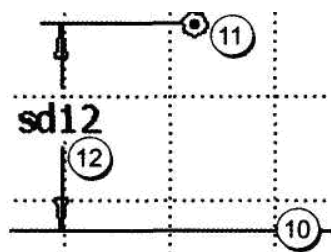
Левой кнопкой мыши выбирается отрезок (6), правой — место расположения символа размера (7).



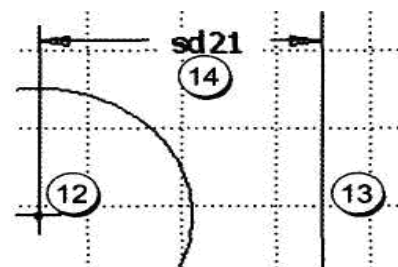
Левой кнопкой мыши выбираются параллельные линии (8), средней — место расположения символа размера (9).



Левой кнопкой мыши выбирается отрезок (10), вершина (11), средней — место расположения символа размера (12).



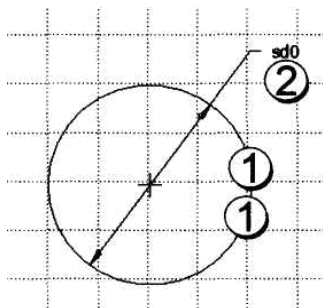
Левой кнопкой мыши выбирается отрезок (13), дуга/окружность (12), средней — место расположения символа размера (14).



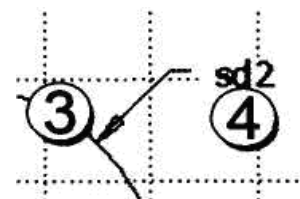


## Диаметральные и радиальные размеры дуг и окружностей

Левой кнопкой мыши дважды (двойной щелчок) выбирается дуга/окружность (1), средней — место расположения символа размера диаметра (2).



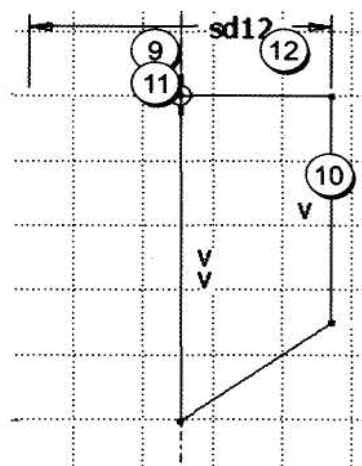
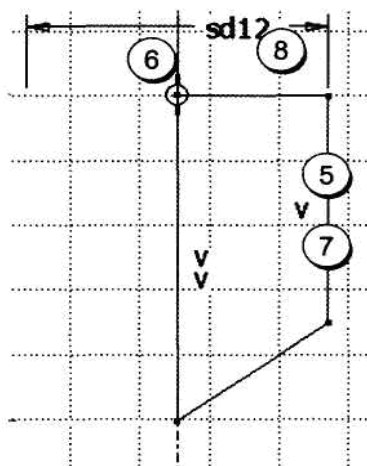
Левой кнопкой мыши (один щелчок), выбирается дуга/окружность (3), средней место расположения символа размера радиуса (4).



## Диаметральные размеры относительно оси вращения

Левой кнопкой мыши выбирается объект (5), ось вращения (6), повторно тот же объект (7), средней — место расположения символа размера диаметра (8).

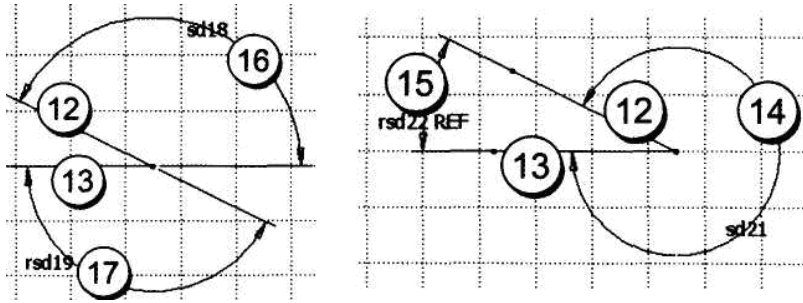
Левой кнопкой мыши выбирается ось вращения (9), объект (10), повторно ось вращения (11), средней — место расположения символа размера диаметра (12).



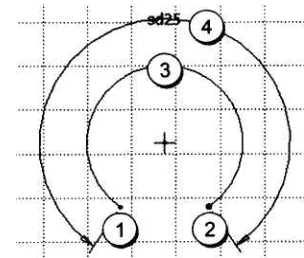
**Примечание.** Эти два варианта постановки диаметральных размеров абсолютно идентичны.

## Угловые размеры

Левой кнопкой мыши выбираются линии (12, 13), средней — место расположения символа углового размера (14 или 15, или 16, или 17).






Левой кнопкой мыши выбираются концы дуги (1, 2), сама дуга (3) и средней — место расположения символа углового размера (4).



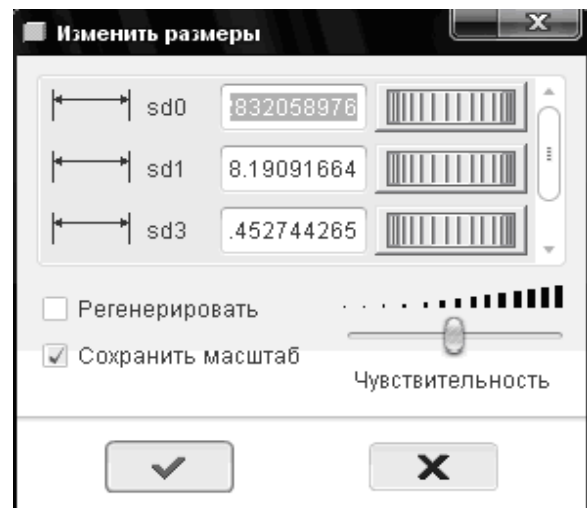
**Примечание.** Для того, что бы удалить ненужный размер выделите его и нажмите клавишу **Delete** или в контекстном меню правой клавиши мыши выберите **Удалить**.

#### 1.4. Модифицирование размеров в режиме «Сечение»

Эскиз образмеривается автоматически, и во время перетаскивания геометрических элементов размеры автоматически изменяются, приходя в соответствие с текущим состоянием эскиза. Конфигурацию эскиза можно также изменять, меняя непосредственно размеры. Если дважды щелкнуть левой клавишей мыши на размере, при активном , то можно ввести новое значение величины размера.


Если выделить размер через  или группу размеров, а затем нажать кнопку , то появится окно **Изменить размеры**, которое позволит динамически менять каждый из выбранных размеров. Если отметить опцию **Сохранить масштаб**, тогда изменение одного размера приведет к пропорциональному изменению остальных выделенных размеров.


**Примечание.** Выбор группы размеров производится при нажатой кнопке **Ctrl**.










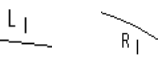





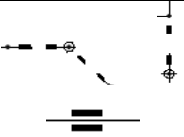

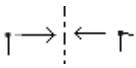


### 1.5. Наложение геометрических ограничений в режиме «Сечение»

Наложение геометрических ограничений на эскиз является очень важным моментом при его создании. Назначение соответствующих привязок делает эскиз логичным и более предсказуемым, при этом уменьшается количество необходимых размеров для описания геометрии. С помощью геометрических ограничений можно создать симметричный относительно центральной линии эскиз, назначить линиям горизонтальность или вертикальность, равенство длин или радиусов соответственно.

При необходимости нужные закрепления можно назначить, нажав кнопку  на панели инструментов или **Эскиз→Закрепить...** в главном меню. Для назначения закрепления выберите его тип и затем укажите элементы, для которых назначается закрепление.


В таблице приведен список геометрических ограничений и его характерный вид доступных после нажатия на панели эскиза нужной кнопки .

Знак на панели инструментов	Символ	Закрепление
		Расположить линию или 2 вершины горизонтально
		Расположить линию или 2 вершины вертикально
		Расположить две линии параллельно
		Сделать 2 объекта перпендикулярными
		Создать закрепление равные длины, радиусы, кривизна
		Сделать 2 объекта касательными
		Разместить точку в середине линии
		Создать закрепление совмещения точек, точки и объекта, коллинеарность
		Расположить 2 вершины/точки симметрично относительно оси

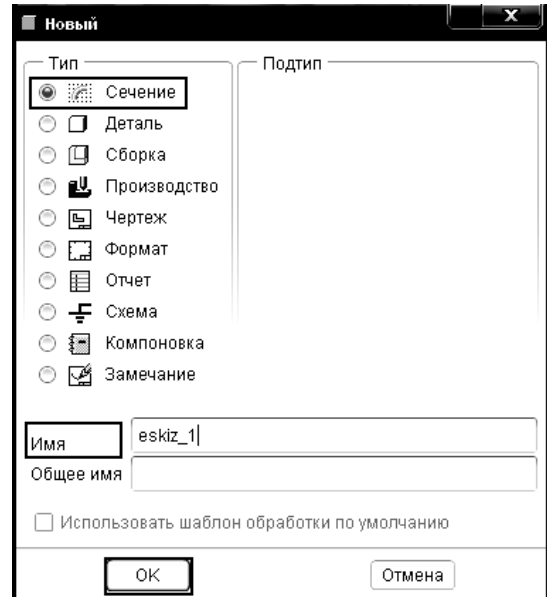
## 1.6. Задания в режиме «Сечение»








### Задание 1. Создание геометрии и работа с закреплениями

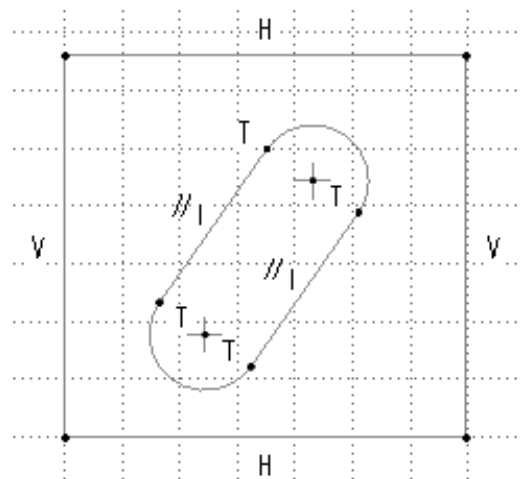
В дереве папок найдите свою рабочую папку, выделите ее и нажмите правую клавишу мыши, в выпадающем меню выберите **Задать рабочую папку**.

Для создания эскиза выполните команду **Файл** → **Новый** или нажмите кнопку **Новый**  на стандартной панели.

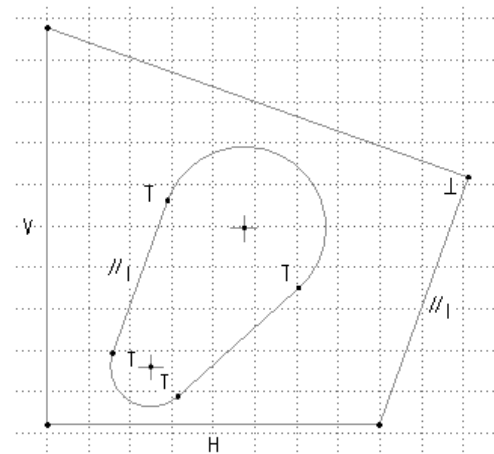
В появившемся диалоговом окне укажите тип создаваемого документа **Сечение**, введите название документа **eskiz\_1** и нажмите кнопку **ОК**.




Отключите отображение размеров, нажав на кнопку , и нарисуйте эскиз в соответствии с приведенным ниже рисунком. Для создания эскиза воспользуйтесь инструментами **Линия**  или **Прямоугольник**  и **Окружность**  или **Дуга** . Для создания нужных закреплений воспользуйтесь закреплениями **Параллельный**  и **Касательная** . Все кнопки расположены на панели рисования, расположенной справа от рабочего поля.

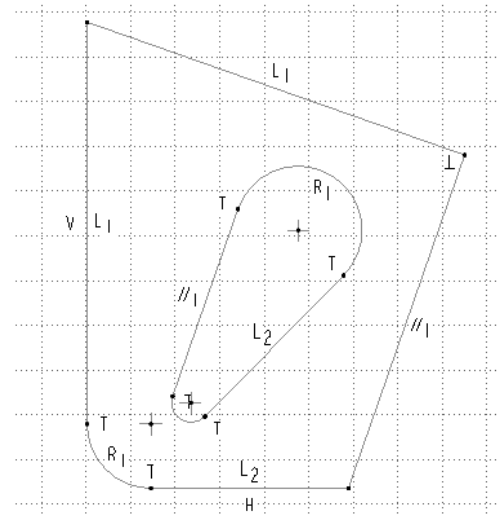


Измените эскиз в соответствии с приведенным рисунком, назначив соответствующие закрепления и перетащив элементы эскиза.




Измените эскиз в соответствии с приведенным рисунком, назначив соответствующие закрепления и перетащив элементы эскиза.

Сохраните эскиз, нажав кнопку **Сохранить**  на стандартной панели или **Файл** → **Сохранить**.

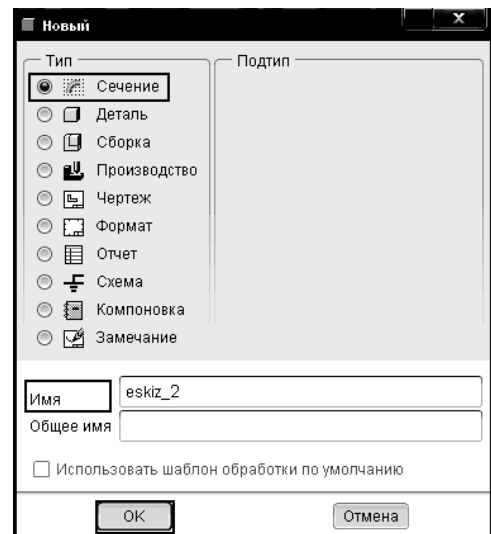








## Задание 2. Создание вспомогательной геометрии, работа с размерами и палитрой



В дереве папок найдите свою рабочую папку, выделите ее и нажмите правую клавишу мыши, в выпадающем меню выберите **Задать рабочую папку**.

Для создания эскиза выполните команду **Файл** → **Новый** или нажмите кнопку **Новый**  на стандартной панели.

В появившемся диалоговом окне укажите тип создаваемого документа **Сечение**, введите название документа **eskiz\_2** и нажмите кнопку **ОК**.





Нарисуйте эскиз, воспользовавшись кнопками **Линия** , **Окружность** , **Дуга** , закреплениями **Касательная**  и **Совпадающий**  и расставьте размеры с помощью кнопки **Нормальный**  в соответствии с приведенным ниже рисунком.

Шестиугольник постройте, используя кнопку **Палитра** на панели инструментов . В появившемся диалоговом окне перейдите на вкладку **Полигоны** → **Шестиугольник**. Далее укажите место размещения фигуры и в появившемся диалоговом окне укажите **Масштаб** (длину стороны фигуры) → **Готово** .



трехмерные модели детали впоследствии можно объединять в сборки. Трехмерная геометрия деталей и сборок может проецироваться на поле чертежа для формирования чертежных видов и отображения размеров.

Существуют разные пути входа в режим «Деталь»:

- вход непосредственно в режим «Деталь» при создании нового объекта (**Файл**→**Новый...** или кнопка **Новый**  на панели инструментов);
- при работе в других режимах (**Сборка, Производство** и т. д.) вход в режим «Детали» осуществляется через **Активизировать** в контекстном меню дерева модели, не выходя из текущего режима;
- при вызове объекта (**Файл**→**Открыть...** или кнопка **Открыть**  на панели инструментов с расширением **\*.prt** также осуществляется переход в режим «Деталь»).

Перед тем как приступить к процессу моделирования детали в Pro/ENGINEER необходимо:

- проанализировать назначение детали и выбрать способы ее построения;
- предусмотреть возможные изменения конструкции детали;
- определить размерную схему, которая будет соответствовать размерной схеме чертежа.

Построение модели рекомендуется осуществлять в следующей последовательности:

1. Определить базовую операцию.
2. Создать эскиз базовой операции.
3. Определить желаемую размерную схему для базовой операции (размерную схему желательно выбирать такую же, как на чертеже).
4. Добавить конструктивные операции при соблюдении размерной схемы.


Геометрия модели формируется путем создания серии последовательных конструктивных элементов — операций. Процедура создания той или иной операции сводится:

к выбору типа операции (например: **Фаска, Отверстие** и т. д.);

к выбору привязок, т. е. элементов уже существующей геометрии, относительно которых операция будет определять свое местоположение в пространстве;

к назначению всех необходимых для данной операции характеристик;

к заданию значений управляющих размеров — численных параметров, определяющих габариты операции.

Если все атрибуты операции назначены корректно, то операция будет выполнена. В этом случае операция будет визуально представлена в модели и отражена в дереве в виде одного из соответствующих значков (например, ) . Если операция не доопределена, значок будет иметь специальную метку, и ее геометрия не будет представлена в модели.

Геометрия операции полностью соответствует управляющим размерам и атрибутам.






Операции отображаются в дереве модели в порядке последовательности их создания. Геометрия предыдущей операции может быть использована при создании последующих операций (таких, как плоскость для рисования, ребро, привязки, размера и т.д.).

## 2.2. Классификация операций




Самым главным действием с операциями является процедура их формирования. Перед созданием операции инженер должен ясно представить будущий результат и выбрать тот тип операции, который уместен в данном конкретном случае. Для этого нужна полная ясность, к какому результату приведут тот или иной тип, атрибут и другие операции.

Операции можно разделить на классы по типу получаемой геометрии:










• **опорные** (операции образуют бестелесную вспомогательную геометрию):

	DTM	опорные плоскости;
	A_	опорные оси;
	PNT	опорные точки;
	КРИВАЯ	опорные кривые;
	CS	координатные системы;










• **твердотельные** (операции формируют телесную (полнообъемную) геометрию):

	ВЫТЯГИВАНИЕ	добавление к телу модели нового объема выдавливанием сечения / удаление от тела модели объема выдавливанием сечения;
	ОТВЕРСТИЕ	создание отверстия в теле модели;
	ВРАЩЕНИЕ	добавление к телу модели нового объема вращением сечения / удаление от тела модели объема вращением сечения;



 СКРУГЛЕНИЕ	создание скругления на ребре;
 ФАСКА	создание фаски на ребре или вершине;
 ОБОЛОЧКА	создание телесной оболочки;
 ПРОТЯГИВАНИЕ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ	добавление к модели объема путем протягивания сечения по траектории / удаление объема от тела модели путем протягивания сечения по траектории;
 УКЛОН	создание литейного уклона;
 ПЛАВНОЕ СОПРЯЖЕНИЕ	добавление к модели объема путем протягивания переменного сечения по контуру; добавление / удаление к телу модели объема при помощи перехода между сечениями по траектории;
 ВЫСТУП/ВЫРЕЗ	
 РЕБРО	создание ребер;
 СОПРЯЖЕНИЕ ГРАНИЦ	создание сопряжения между прямыми, кривыми и т.д.

• **поверхностные** (операции формируют бестелесные поверхности/оболочки, используемые для создания твердотельных операций):

 ВЫТЯГИВАНИЕ	создание новой оболочки выдавливанием сечения;
 ВРАЩЕНИЕ	создание новой оболочки вращением сечения;
 ПЛАВНОЕ СОПРЯЖЕНИЕ	создание новой оболочки путем протягивания переменного сечения по контуру;
 ПОВЕРХНОСТЬ	создание новой оболочки при помощи перехода между сечениями по траектории;
 СМЕЩЕНИЕ	смещение копирование поверхности детали;
 ОБЪЕДНЕНИЕ	объединение нескольких оболочек в одну;
 ОТРАЖЕНИЕ	зеркальное отображение выбранных поверхностей;
 ОТСЕЧЕНИЕ	удаление части поверхности;
 ПРОЕЦИРОВАНИЕ	проецирование выбранных поверхностей.

Твердотельные операции делятся на базовые и конструктивные. **Базовые** операции формируют основу будущей трехмерной модели. **Конструктивные** операции доводят форму модели до конечного результата. Как правило, это такие операции, как отвер-

ствия, скругления, проточки, пазы и т. д. Конструктивные операции выполняются на основе базовых операций и без них невозможны.

По способу построения геометрии операции делятся на рисованные и операции, размещаемые в модели по привязке («размести и укажи»).

**Рисованные** операции формируют геометрию путем перемещения в пространстве сечения по определенному закону либо замыкая одно сечение с другим.

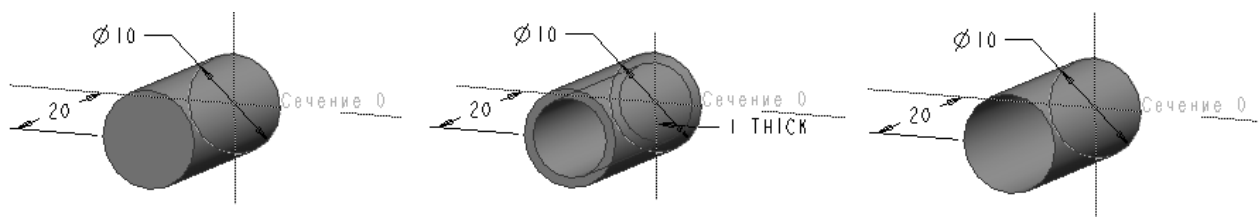
**Операции, размещаемые в модели по привязке «укажи и размести»**, — это стандартные операции, форма сечений которых определена и которые не требуют прорисовки. Для построения таких операций достаточно назначения необходимых привязок, определяющих их местоположение. К таким операциям относятся: **Отверстие, Фаска, Скругления** и т. д.

По способу использования сечения при создании геометрии рисованные операции можно разделить на типы:






♦ **твердотельная** операция добавляет (или удаляет) замкнутый телесный объем, заполняя все пространство внутри сечения.

♦ **твердотельная — тонкостенная** операция добавляет (или удаляет) тонкостенный телесный объем (оболочку), располагая его с равномерным отступом от элементов сечения.

♦ **поверхность/оболочка** операция добавляет бестелесную поверхность/оболочку.



твердотельная      твердотельная-тонкостенная      поверхность/оболочка

При работе с инструментами **Вытягивание**  или **Вращение**  можно прямо в панели текущей операции переключаться между типами операций, то есть менять **твердотельная**  на **твердотельная — тонкостенная**  или **поверхность/оболочка** .


### 2.3. Атрибуты операций



Классы, типы и подтипы операций выбираются перед началом создания операции (например, **твердотельное** или **тонкостенное**). Класс, тип и подтип не может быть изменен, т. е. **базовый элемент**

нельзя изменить с **вращения** на **вытягивание**, а **твердотельное** построение на **тонкостенное**. При необходимости подобных изменений операцию можно только удалить и создать заново (за исключением работы **Вытягиванием** или **Вращением**).


В отличие от типа операции атрибуты операции можно гибко менять. Атрибуты операции назначаются при работе с диалоговым окном или панелью текущей операции. Операция имеет несколько атрибутов, некоторые из них уникальные для конкретной операции.







Ниже представлены принципы работы нескольких наиболее типовых атрибутов рисованных операций.

**Изменение направления глубины (поворот)**  определяет направление распространения операции относительно плоскости рисования.




**Изменение направления выдавливания материала**  определяет направление удаления материала  относительно геометрических элементов эскиза.

**Глубина** определяет глубину распространения операции относительно плоскости рисования.

При работе в инструменте **Вытягивание**  добавление или удаление материала может быть выполнено:







-  в одном направлении от плоскости рисования на заданную величину;
-  в обоих направлениях (симметрично) от плоскости рисования на заданную величину;
-  до следующей поверхности;
-  до пересечения со всеми поверхностями (насквозь);
-  до выбранной поверхности;
-  до выбранной точки, кривой, плоскости или поверхности.

При работе в инструменте **Вращение**  добавление или удаление материала может быть выполнено:


-  в одном направлении от плоскости рисования на заданный угол;
-  в обоих направлениях (симметрично) от плоскости рисования на заданный угол;
-  до выбранной точки, кривой, плоскости или поверхности.

## 2.4. Действия с операциями

При работе в режиме «Деталь» с операциями можно осуществлять следующие действия.

1. **Удалять** (при этом все последующие, ссылающиеся на эту операцию, также будут удалены).
2. **Подавлять** с возможностью последующего их восстановления (при этом все последующие операции, ссылающиеся на эти операции, также будут подавлены) [ значок подавленной операции].
3. **Восстановить** подавленную операцию [ значок восстановленной операции].
4. **Переименовать** операцию.
5. **Править** управляющие размеры и параметры.
6. **Править** привязки базовой геометрии для операции.
7. Создавать управляемые **Массивы** операций [ значок массива].
8. **Скрыть** из видимости опорные элементы геометрии (оси, плоскости, кривые, поверхности) [ значок скрытого элемента].
9. **Восстановить** видимость базовых элементов геометрии (**Показ скрытых**) [ значок восстановленного элемента].
10. Объединять операции в **Группы** для последующих действий [ значок групп операций].
11. Изменять **последовательность операций** простым перетаскиванием нужных операций. Место возможной вставки подсвечивается.


Для того, чтобы осуществить нужное действие с операцией, необходимо ее выделить в **Дереве модели** и в контекстном меню правой клавишей мыши выбрать нужное действие.

Если возникла необходимость вставить операцию не в конец списка дерева модели, а в конкретное место дерева модели, для этой цели существует режим вставки **Вставить здесь**. Для этого необходимо перетащить значок  **Вставить здесь** в то место, где необходимо вставить операцию. Перейти к выше перечисленным действиям возможно через главное меню (**Править**→**Действия с элементами**) или нажатием правой клавиши мыши на выбранной операции в дереве модели.

Если в процессе построения детали возникла необходимость изменить геометрию (размеры, привязки), выделите в **Дереве модели** нужную операцию и в контекстном меню правой клавишей мыши выберите **Править определение**, и система вернет вас в соответствующую операцию. Для редактирования эскиза во вкладке **Размещение** соответствующей операции выберите **Править**.

## 2.5. Особенности работы с эскизом в режиме «Деталь»

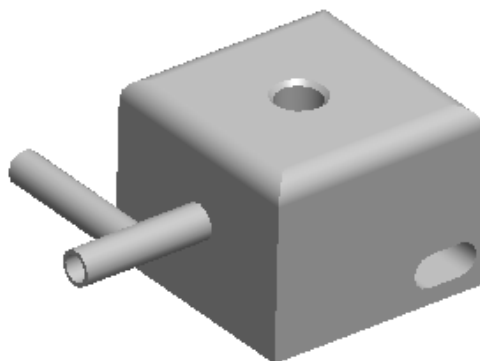
При создании рисованных операций система автоматически переключается на режим «Сечение». При этом предоставляется доступ ко всем функциональным возможностям режима «Сечение». В то же время работа с эскизами в режиме «Деталь» имеет ряд существенных отличий:

- обязательное назначение плоскости (грани, поверхности) для рисования — **Плоскости эскиза**;
- обязательное назначение плоскости (грани, поверхности) в качестве **Привязки**, то есть плоскости (грани, поверхности), перпендикулярной к плоскости рисования, которая будет ориентировать элементы эскиза в плоскости рисования;
- обязательное назначение привязок к геометрии, относительно которой будет измеряться эскиз;
- в качестве геометрических элементов эскиза можно использовать элементы ранее созданных операций (ребра, кривые и т.д.);
- возможно изменять угол зрения на эскиз в пространстве при помощи мыши. Для возвращения эскиза в 2-D ориентацию нужно нажать кнопку  или выбрать **Вид→Ориентация→Ориентация эскиза**.

Обязательно назначение привязок к геометрии, относительно которой будет измеряться эскиз.

## 2.6. Процесс моделирования детали типа «куб»

Процесс моделирования данной детали состоит из следующих операций.



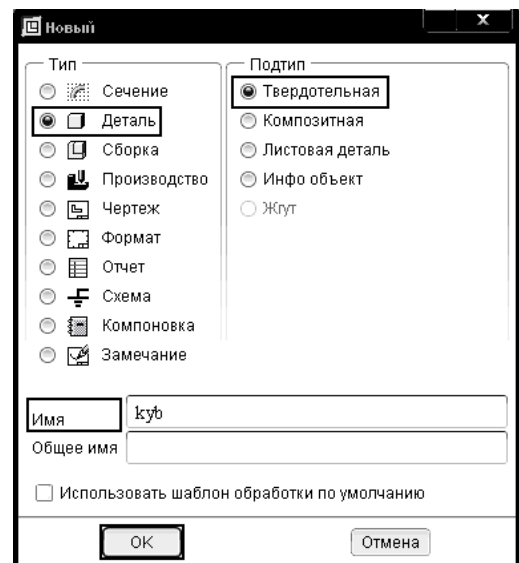
1. Создания базовой операции.
2. Создания конструктивных операций (отверстия, фаски, скругления).

3. Создания дополнительных операций, требующих разработки эскиза (вытягивание, вращение и протянуть) /создание паза, создание тонкостенного элемента детали/.
4. Использование вспомогательной геометрии.
5. Создание соосного отверстия и т. д.

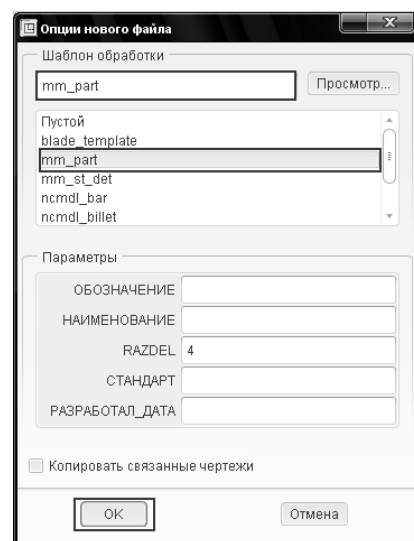
### Задание 1. Создание базовой операции

Работу начните с задания своей рабочей папки. Для этого в дереве папок найдите свою рабочую папку, выделите ее и нажмите правую клавишу мыши, в выпадающем меню выберите **Задать рабочую папку**.

Для создания базовой операции новой детали без использования заранее заготовленных шаблонов выполните команду **Файл → Новый** или нажмите кнопку **Новый** на стандартной панели. В появившемся диалоговом окне укажите тип создаваемого документа **Деталь**, подтип **Твердотельная**, снимите галочку «Использовать шаблон по умолчанию», введите название документа «куб» и нажмите кнопку **ОК**.




В появившемся диалоговом окне **Опции нового файла** выберите шаблон обработки **mm\_part** и далее нажмите кнопку **ОК**.

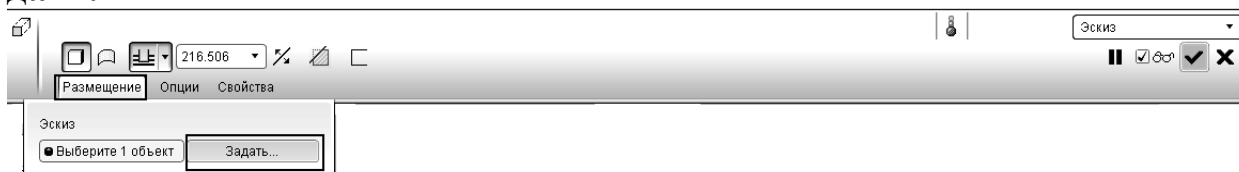


Любая деталь конструируется в Pro/ENGINEER как совокупность определенных операций. Процесс моделирования начинается с

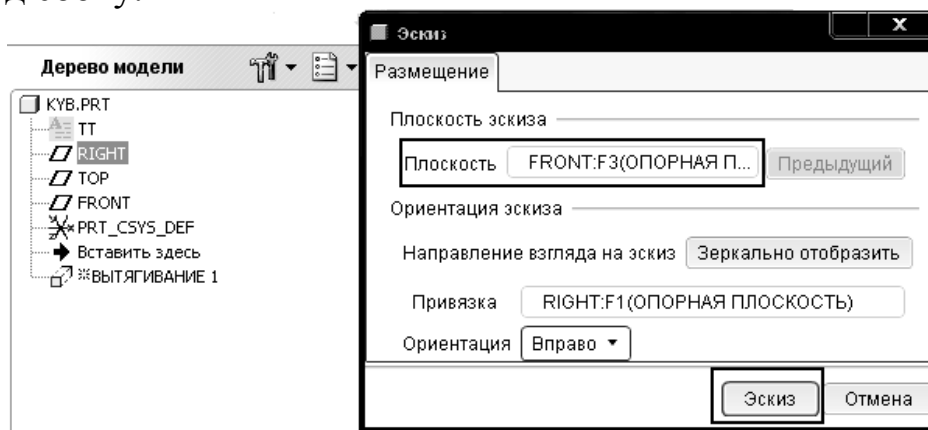
базовой операции. Базовая операция – это первая операция, формирующая основу детали.



Для детали «Куб» базовой операцией будет являться операция вытягивания. Поэтому создание детали выполните с помощью операции **Вытягивание** .

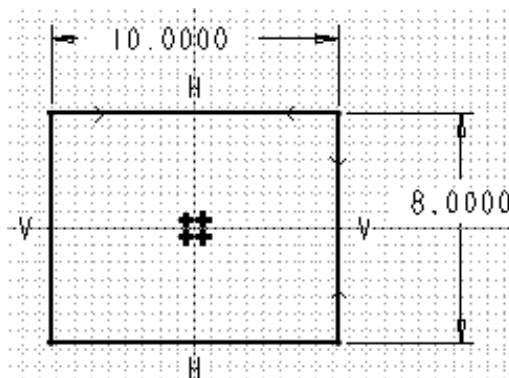
В открывшемся диалоговом окне выберите **Размещение** → **Задать**.





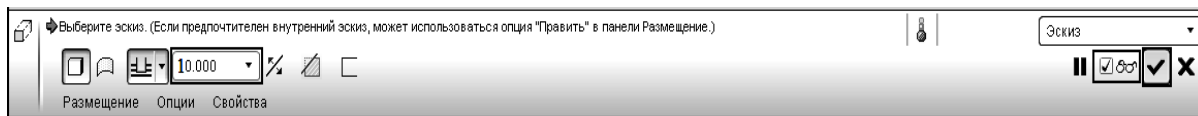
В появившемся диалоговом окне выберите плоскость для создания двухмерного эскиза детали и нажмите **Эскиз**. В плоскости **Front** изображается вид спереди, в плоскости **Top** – вид сверху, в плоскости **Right** – вид сбоку.





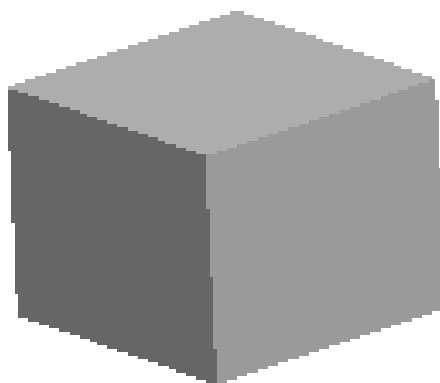
Нарисуйте произвольный прямоугольник, нажав на кнопку **Прямоугольник**  на панели рисования. Для изменения размеров прямоугольника на заданные, выделите размер → щелкните по нему 2 раза левой клавишей мыши → введите нужное значение → нажмите клавишу Enter. Завершите эскиз нажатием кнопки **Готово** .



После завершения эскиза необходимо задать глубину выдавливания и просмотреть результаты операции  .




Для завершения операции нажмите **Применить**  и сохраните деталь, нажав кнопку **Сохранить**  на стандартной панели или **Файл** → **Сохранить**.



## Задание 2. Создание конструкционных операций (отверстия, фаски, скругления)

Конструкционные операции усовершенствуют базовую геометрию. В конструкционных операциях (отверстия, фаски и скругления) не используется эскиз, их форма определяется типом операции и существующей геометрией.

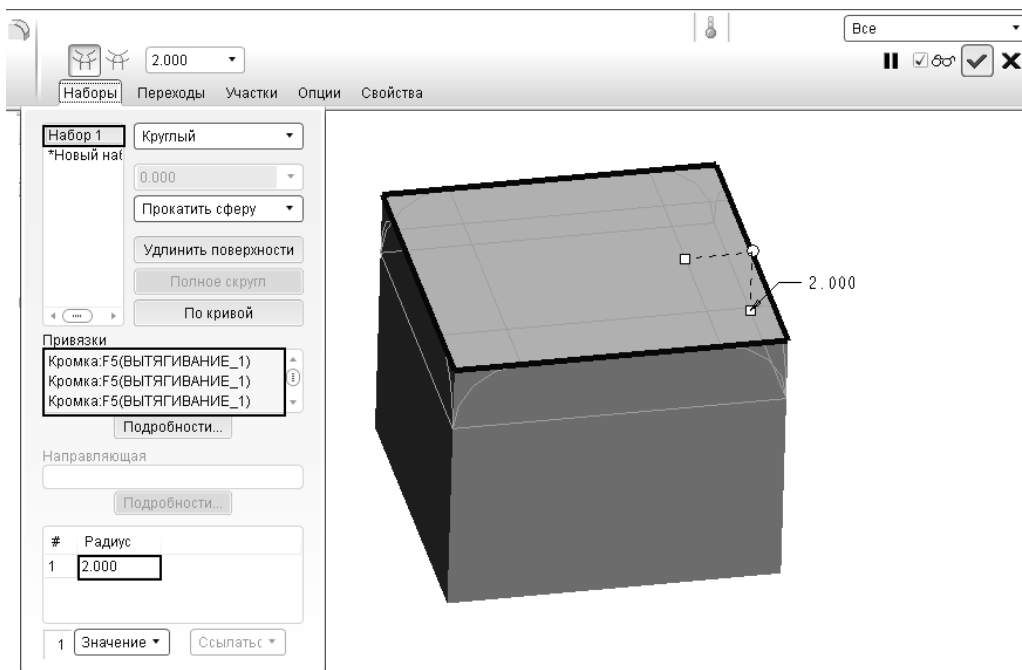
### 2.1. Создание скругления

Для создания скруглений на панели инструментов выберите команду **Скругление** . В открывшемся диалоговом окне задайте величину радиуса скругления, равную **2 мм**.





Выберите ребра, которые необходимо скруглить, при помощи мыши и нажатой клавишей **Ctrl** будет выбрана цепочка ребер.

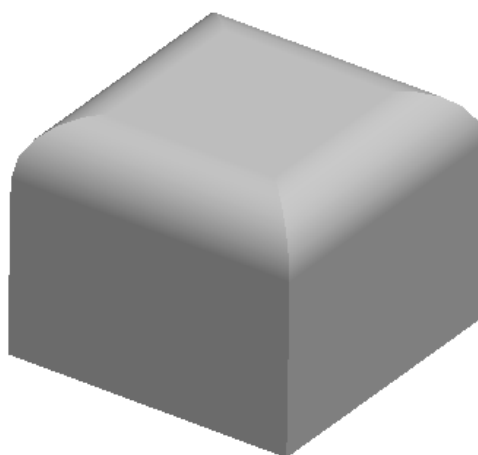





**Примечание.** После указания всех необходимых ребер величину радиуса скругления можно менять динамически при помощи технологии «выбрать и перетащить».


При указании каждого конкретного ребра оно будет скруглено со своим указанным радиусом независимо от других ребер (во вкладке **Наборы** появятся **Набор 1**, **Набор 2** и т.д.).

Для завершения операции нажмите **Применить**  и сохраните деталь, нажав кнопку **Сохранить**  на стандартной панели или **Файл** → **Сохранить**.



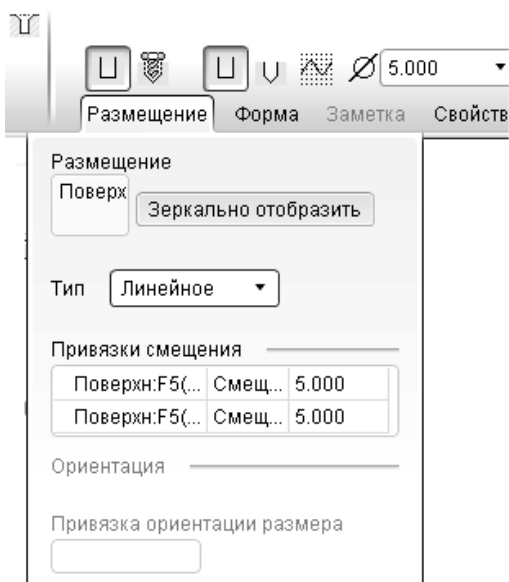
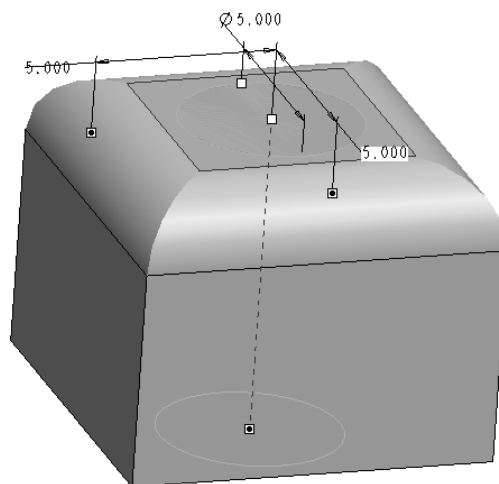
## 2.2. Создание отверстия

На панели инструментов выберите команду **Отверстие** . В открывшемся диалоговом окне выберите **Создание простого отвер-**



стия, задайте **Диаметр отверстия 5 мм**, ограничение глубины **Насквозь**  и укажите место расположения отверстия.

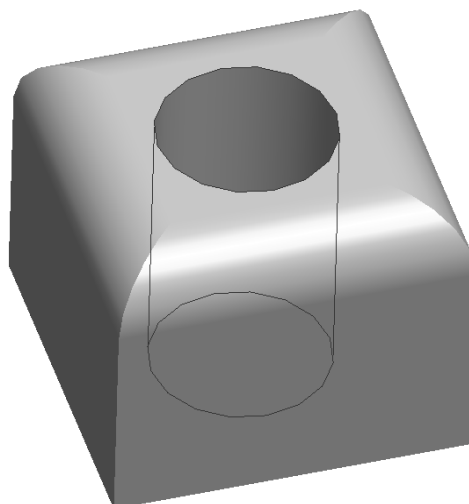


При помощи мыши укажите месторасположение отверстия относительно боковых граней. Для этого динамически перетащите свободные привязки, подсвеченные зеленым цветом, до боковых граней и измените положение отверстия в соответствии с приведенным рисунком.




**Примечание.** Все параметры, относящиеся к размещению отверстия, автоматически заносятся во вкладку **Размещение** и могут быть легко отредактированы.

Для завершения операции нажмите **Применить**  и сохраните деталь, нажав кнопку **Сохранить**  на стандартной панели или **Файл** → **Сохранить**.





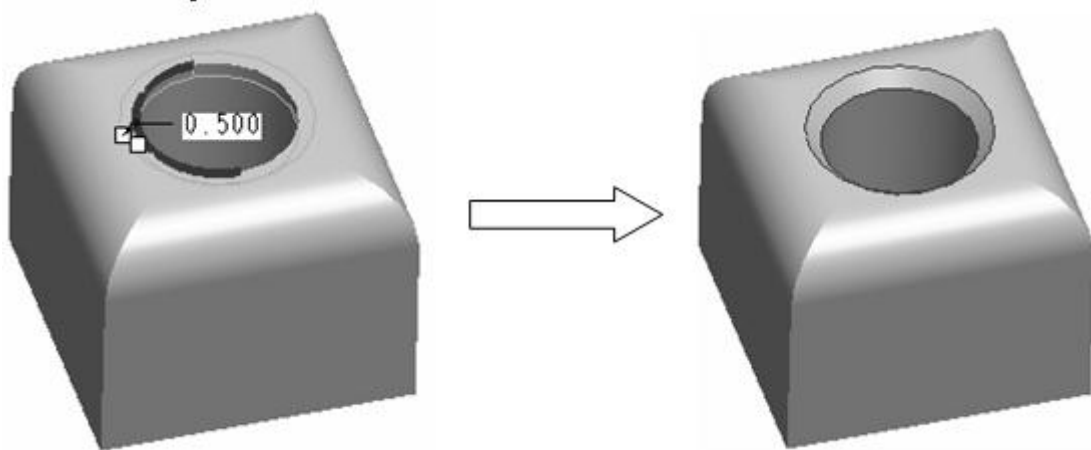
### 2.3. Создание фаски

На панели инструментов выберите команду **Фаска кромки** . В открывшемся диалоговом окне выберите **Размерную схему** фаски 45xD и **величину D** фаски, равную 0,5.



Выберите кромку созданного отверстия.


Для завершения операции нажмите **Применить**  и сохраните деталь, нажав кнопку **Сохранить**  на стандартной панели или **Файл** → **Сохранить**.



### Задание 3. Создание дополнительных операций, требующих разработки эскиза

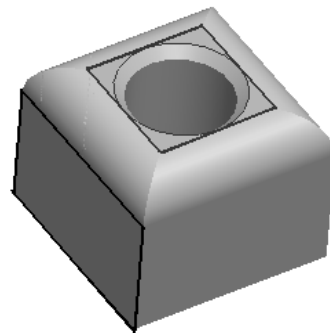
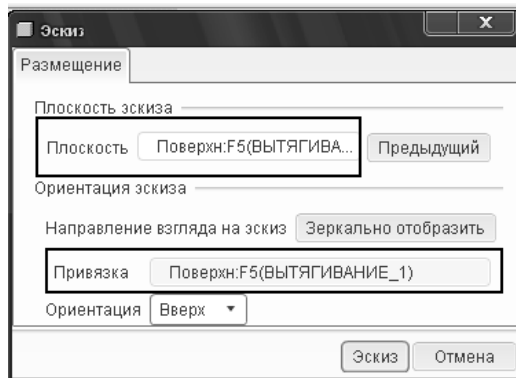
Операции **Вытягивание**, **Вращение** и **Протянуть** являются операциями типа «рисованные», требующие эскизирования, то есть форма операций этого типа должна быть прорисована. Для этого необходимо выбрать плоскость рисования, на которой будет располагаться эскиз, определяющий контур операции, и плоскость привязки, используемая для ориентации детали в процессе рисования эскиза.

#### 3.1. Создание паза

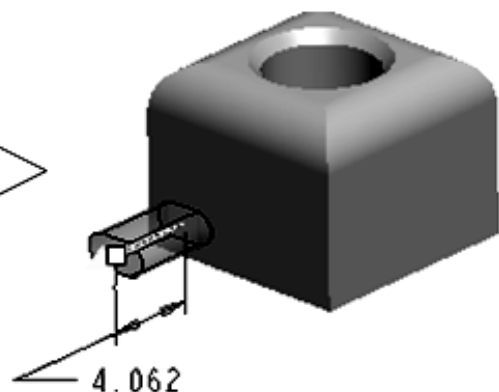
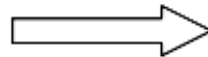
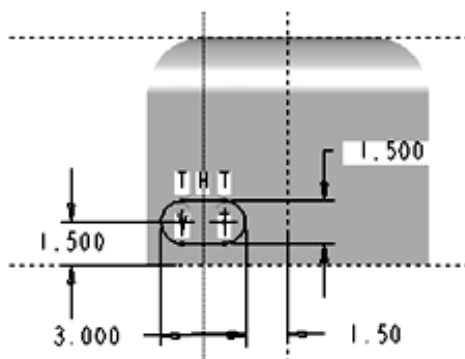
На панели инструментов выберите команду **Вытягивание** . В открывшемся диалоговом окне выберите **Размещение** → **Задать**.



В появившемся диалоговом окне выберите плоскость для рисования эскиза **Плоскость эскиза** (боковую поверхность детали) и плоскость для ориентации эскиза **Привязка** (верхнюю плоскость детали).

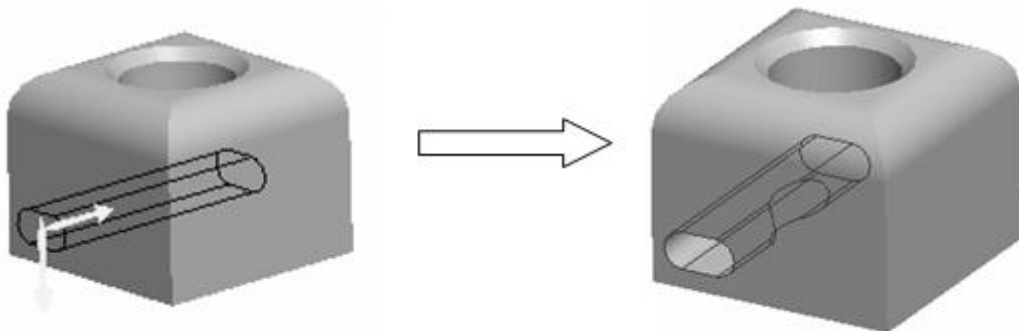


После выбора плоскостей, войдите в режим эскиза и создайте эскиз операции в соответствии с приведенным рисунком. Завершите эскиз .




В диалоговом окне измените **Направление глубины вытягивания** (указанием мыши на стрелку направления выдавливания и нажав левую клавишу мыши), выберите режим **Удаление материала** и ограничение глубины паза **Насквозь** . При необходимости измените **Направление удаляемого материала** . После выполненных изменений модель будет иметь следующий вид.

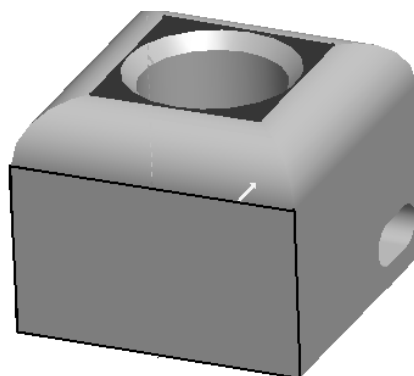
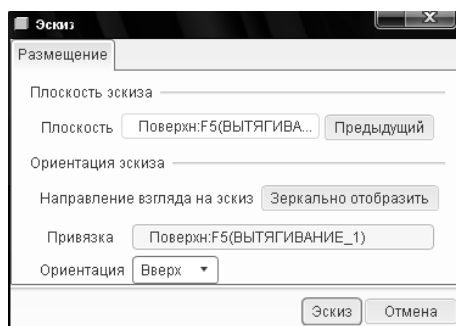
Для завершения операции нажмите **Применить**  и сохраните деталь, нажав кнопку **Сохранить** на стандартной панели или **Файл** → **Сохранить**.




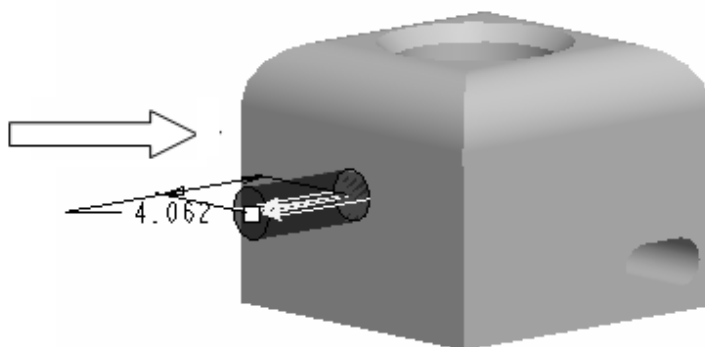
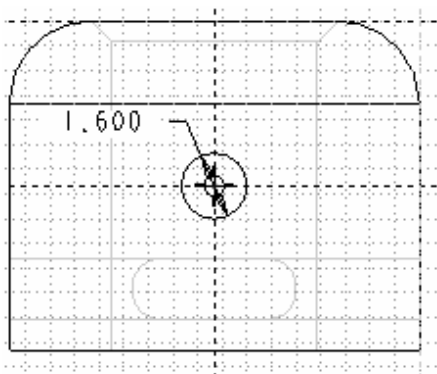
### 3.2. Создание тонкостенного элемента детали


На панели инструментов выберите команду **Вытягивание** . В открывшемся диалоговом окне выберите **Размещение** → **Задать**.


В появившемся диалоговом окне выберите плоскость для рисования эскиза **Плоскость эскиза** (боковую поверхность детали) и плоскость для ориентации эскиза **Привязка** (верхнюю плоскость детали).





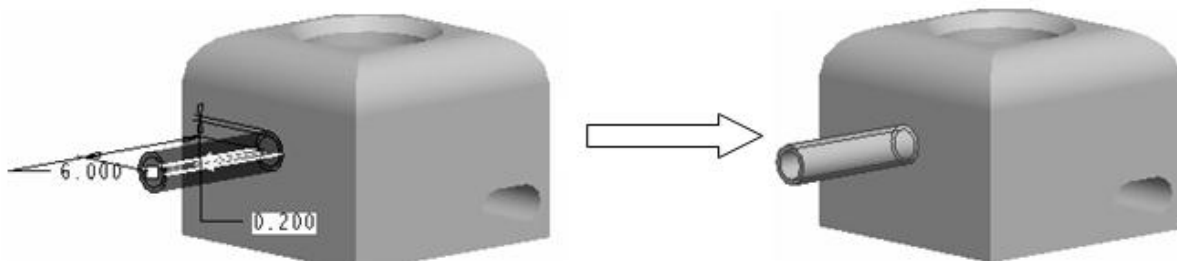
После выбора плоскостей, войдите в режим эскиза и создайте эскиз операции в соответствии с приведенным рисунком. Завершите эскиз .



В диалоговом окне выберите режим использования сечения для создания тонкостенной геометрии **Толщина сечения** , задайте **Толщину тонкостенной геометрии**, равную 0,2 мм и **Глубину вы-**


давливания  операции 6 мм. После выполненных изменений модель будет иметь следующий вид.

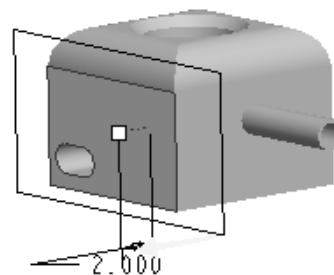
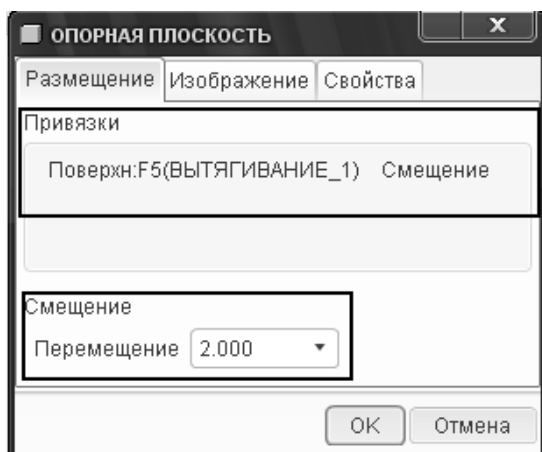
Для завершения операции нажмите **Применить**  и сохраните деталь, нажав кнопку **Сохранить**  на стандартной панели или **Файл** → **Сохранить**.




#### Задание 4. Использование вспомогательной геометрии

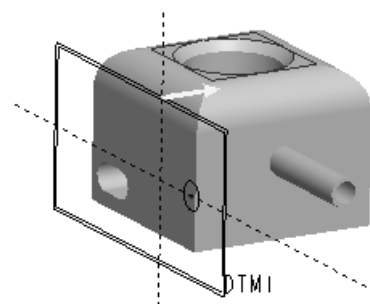
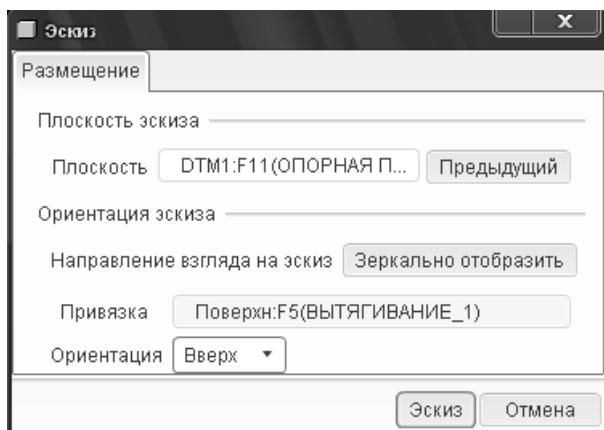
Добавим в модель еще один элемент, для построения которого потребуется вспомогательная геометрия (базовая плоскость).

На панели инструментов выберите команду **Плоскость** . В открывшемся диалоговом окне **Опорная плоскость** выберите в качестве **Привязки** грань детали, на отступе от которой необходимо создать опорную плоскость, и задайте величину отступа **Смещение 2 мм** от выбранной грани.

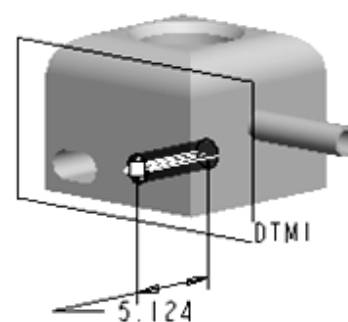
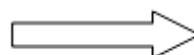
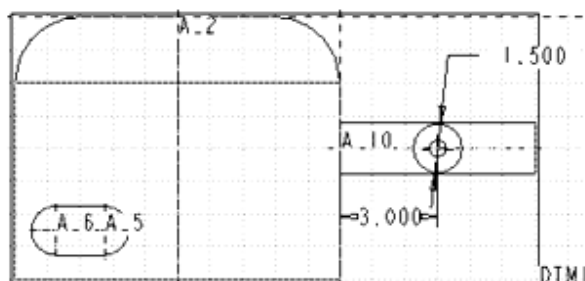


На панели инструментов выберите команду **Вытягивание** . В открывшемся диалоговом окне выберите **Размещение** → **Задать**.

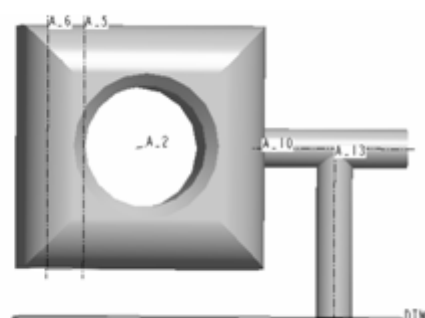
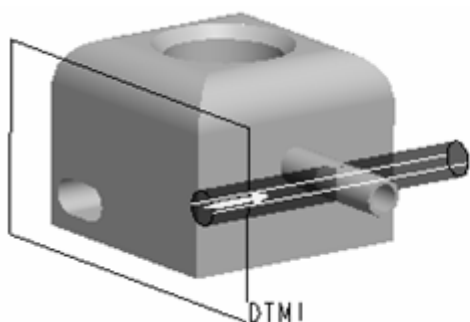
В появившемся диалоговом окне выберите плоскость для рисования эскиза **Плоскость эскиза** (опорную плоскость **DTM1**) и плоскость для ориентации эскиза **Привязка** (верхнюю плоскость детали).



После выбора плоскостей, войдите в режим эскиза и создайте эскиз операции в соответствии с приведенным рисунком. Завершите эскиз .




В диалоговом окне измените **Направление глубины вытягивания**  и ограничение глубины паза **До следующей поверхности** . После выполненных изменений модель будет иметь следующий вид.

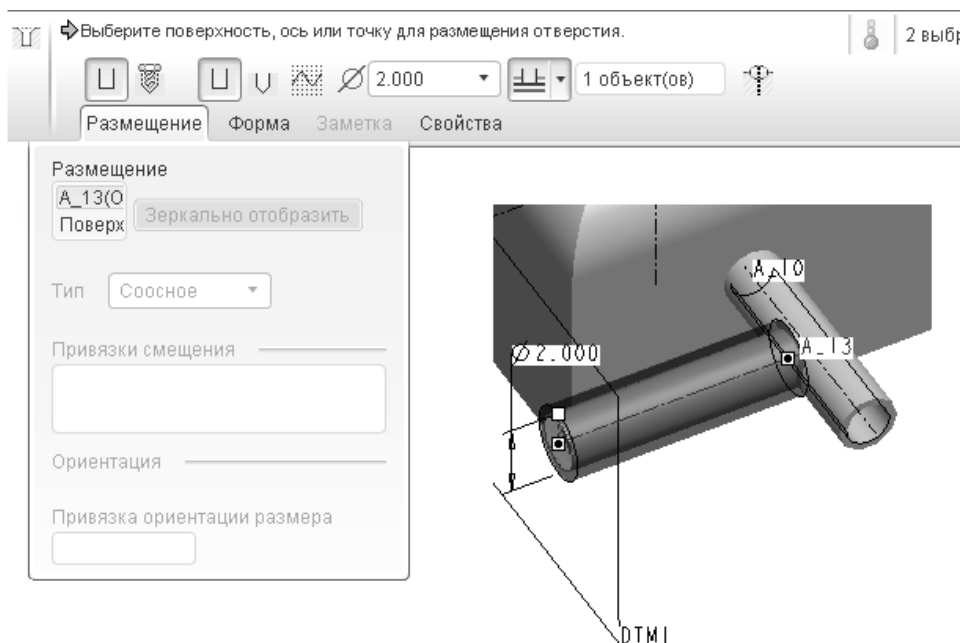


Для завершения операции нажмите **Применить**  и сохраните деталь, нажав кнопку **Сохранить**  на стандартной панели или **Файл** → **Сохранить**.

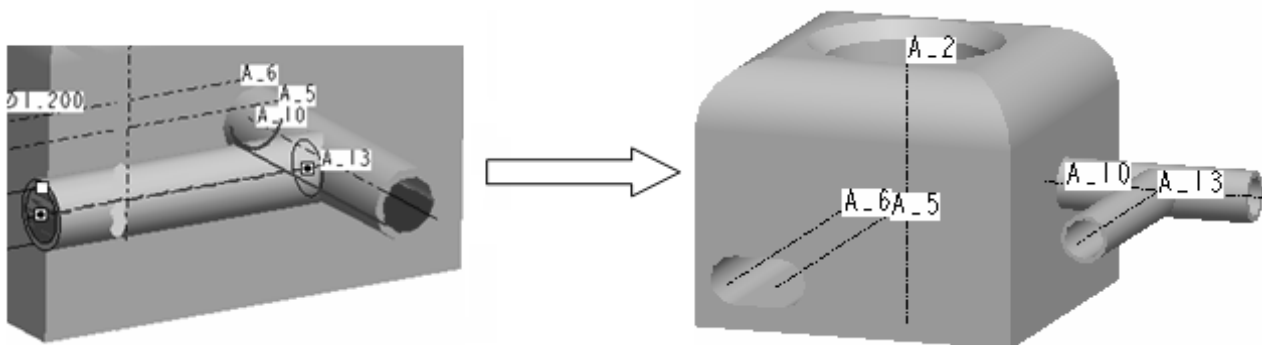
### Задание 5. Создание соосного отверстия



В качестве последней операции в этой модели создадим отверстие, соосное цилиндрическому элементу предыдущей операции.

На панели инструментов выберите команду **Отверстие** . В открывшемся диалоговом окне во вкладке **Размещение** укажите при помощи мыши место расположения отверстия (ось предыдущей операции, которая является **Основной осью привязкой**). В качестве **Дополнительной привязки** выберите торцевую поверхность предыдущей операции (выделите ее с помощью левой клавиши мыши и нажатой клавиши Ctrl).



Задайте **Диаметр отверстия 1,2 мм** и ограничение глубины **До выбранной точки, поверхности или плоскости** (укажите внутреннюю поверхность первого цилиндрического выступа в соответствии с рисунком).




Для завершения операции нажмите **Применить**  и сохраните деталь, нажав кнопку **Сохранить**  на стандартной панели или **Файл** → **Сохранить**.

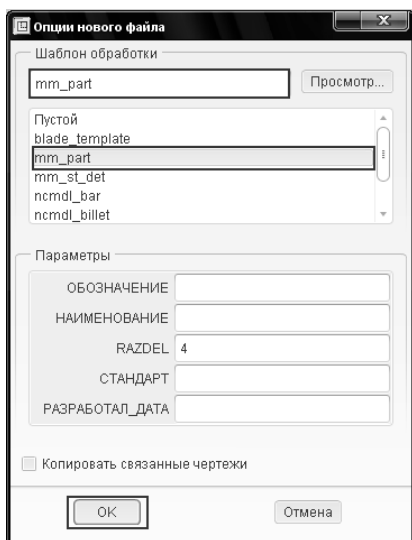
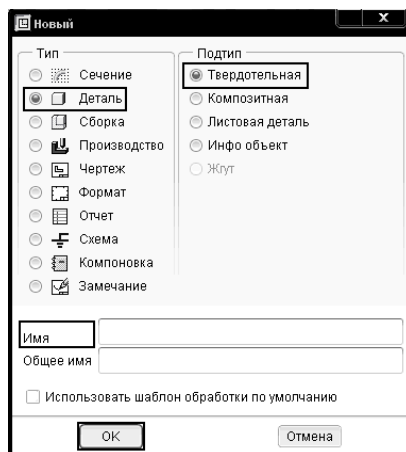


## 2.7. Техника создания конструктивных операций


### Задание 1. Добавление материала в инструменте «Вытягивание»

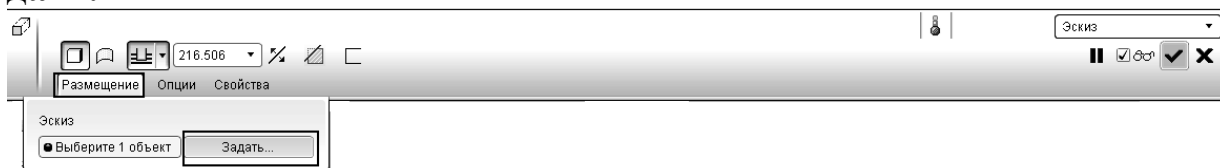
Работу начните с задания своей рабочей папки. Для этого в дереве папок найдите свою рабочую папку, выделите ее и нажмите правую клавишу мыши, в выпадающем меню выберите **Задать рабочую папку**.

Для создания базовой операции новой детали без использования заранее подготовленных шаблонов выполните команду **Файл** → **Новый** или нажмите кнопку **Новый**  на стандартной панели. В появившемся диалоговом окне укажите тип создаваемого документа **Деталь**, подтип **Твердотельная**, снимите галочку «Использовать шаблон по умолчанию», введите название документа «zagim» и нажмите кнопку **ОК**.



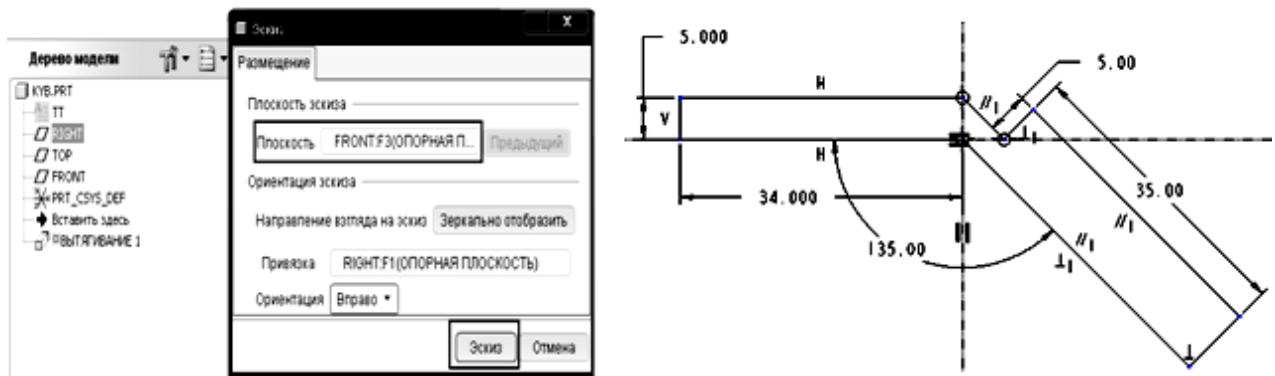
В появившемся диалоговом окне **Опции** нового файла выберите шаблон обработки **mm\_part** и далее нажмите кнопку **ОК**.

Создание детали выполните с помощью операции **Вытягивание** . В открывшемся диалоговом окне выберите **Размещение** → **Задать**.

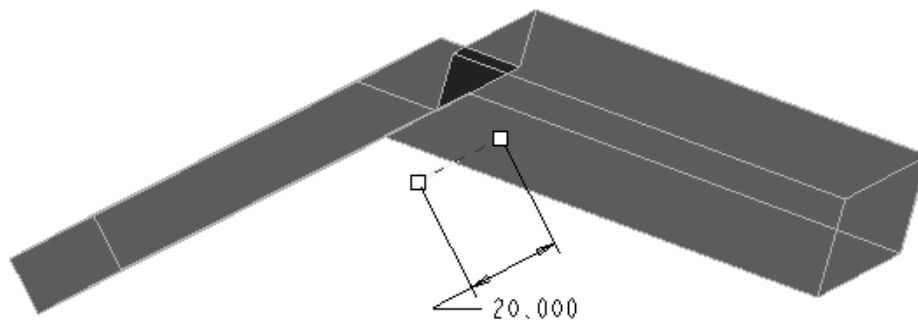


В появившемся диалоговом окне выберите плоскость для создания двухмерного эскиза детали и нажмите **Эскиз**.

Нарисуйте эскиз с заданными размерами и закреплениями и завершите эскиз нажатием кнопки **Готово**



После завершения эскиза необходимо задать глубину выдавливания 20 мм и симметричное вытягивание и просмотреть результаты операции

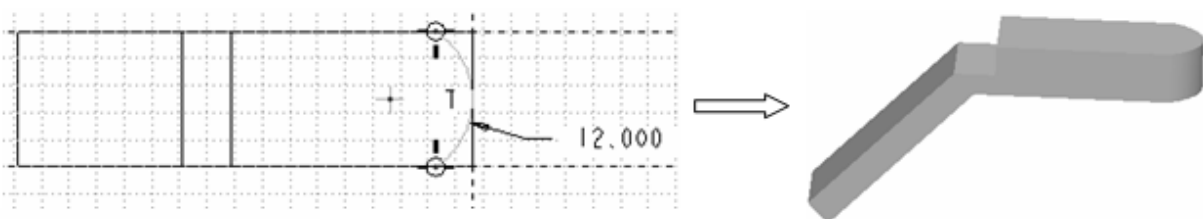



Для завершения операции нажмите **Применить**





### Задание 2. Удаление материала в инструменте «Вытягивание»

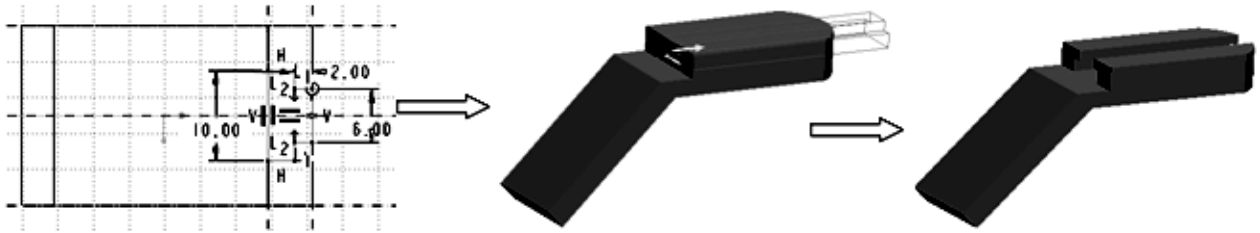
Для начала работы выберите операцию **Вытягивание** . В открывшемся диалоговом окне выберите **Размещение** → **Задать** (выберите плоскость для создания сечения и нарисуйте эскиз).

В инструменте **Вытягивание** выбираем удаление материала и вытягивание насквозь . Для завершения операции нажмите **Применить**




Выберите операцию **Вытягивание** . В открывшемся диалоговом окне выберите **Размещение** → **Задать** (выберите плоскость для создания сечения и нарисуйте эскиз).

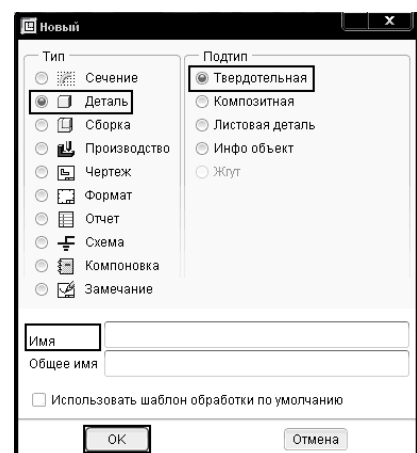
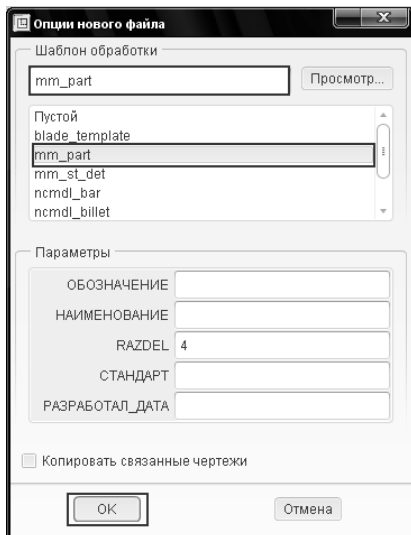
В инструменте **Вытягивание** выбираем удаление материала  и вытягивание насквозь . Для завершения операции нажмите **Применить** . Сохраните деталь, нажав кнопку **Сохранить**  на стандартной панели или **Файл** → **Сохранить**.





### Задание 3. Создание дополнительных базовых элементов в инструменте «Вытягивание»


Работу начните с задания своей рабочей папки. Для этого в дереве папок найдите свою рабочую папку, выделите ее и нажмите правую клавишу мыши, в выпадающем меню выберите **Задать рабочую папку**.

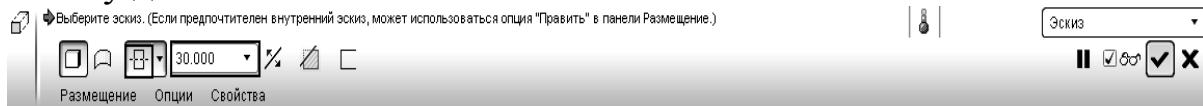
Для создания базовой операции новой детали без использования заранее заготовленных шаблонов выполните команду **Файл** → **Новый** или нажмите кнопку **Новый**  на стандартной панели. В появившемся диалоговом окне укажите тип создаваемого документа **Деталь**, подтип **Твердотельная**, снимите галочку «Использовать шаблон по умолчанию», введите название документа «**detal\_1**» и нажмите кнопку **ОК**.



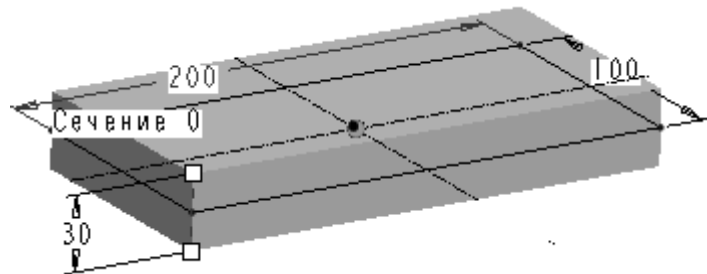
В появившемся диалоговом окне **Опции** нового файла выберите шаблон обработки **mm\_part** и далее нажмите кнопку **ОК**.

Создание детали выполните с помощью операции **Вытягивание** . В открывшемся диалоговом окне выберите **Размещение** → **Задать**. В появившемся диалоговом окне выберите плоскость для создания двумерного эскиза детали и нажмите **Эскиз**. Нарисуйте прямоугольник с размерами **200x100 мм** и завершите эскиз, нажав кнопку **Применить** .


В диалоговом окне измените глубину вытягивания **Выдавливание в обе стороны от плоскости эскиза (симметрично)**  и задайте высоту детали **30 мм**.

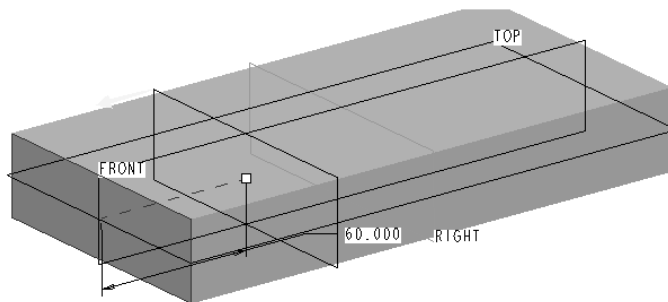
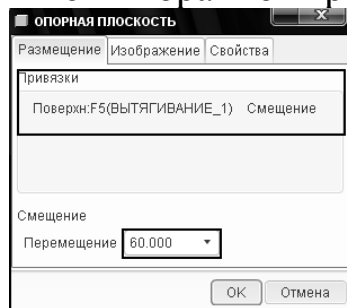


Для завершения операции нажмите **Применить** .




Дополнительно создадим вспомогательную геометрию.

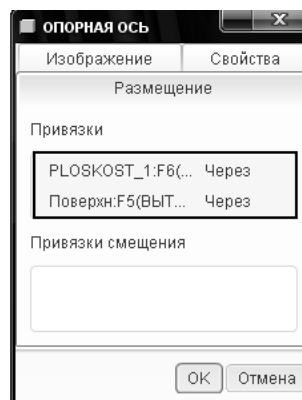
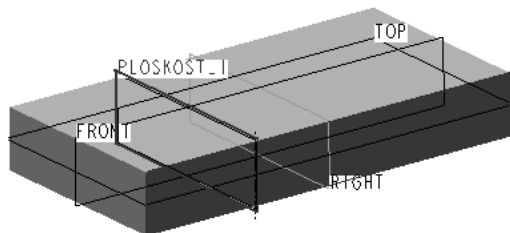
На панели инструментов выберите команду **Плоскость** . В открывшемся диалоговом окне **Опорная плоскость** выберите в качестве **Привязки** малую грань детали, на отступе от которой необходимо создать опорную плоскость, и задайте величину отступа **Смещение 60 мм** от выбранной грани.



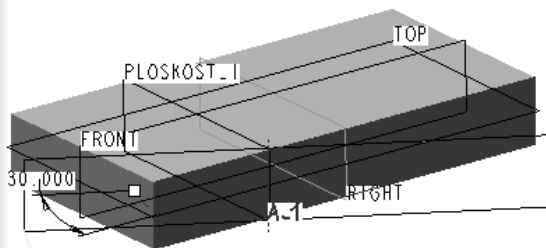
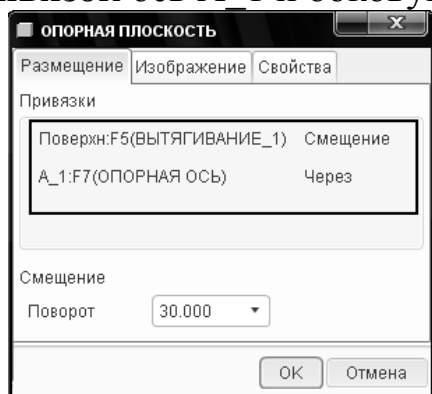
После завершения операции можно переименовать плоскость. Для этого выделите только что созданную плоскость в дереве модели, щелкните правой клавишей мыши и в выпадающем меню выверите **Переименовать (PLOSKOST\_1)**.

На панели инструментов выберите команду **Ось** . В открывшемся диалоговом окне **Опорная ось** выберите в качестве **Привязок** PLOSKOST\_1 и боковую поверхность детали.

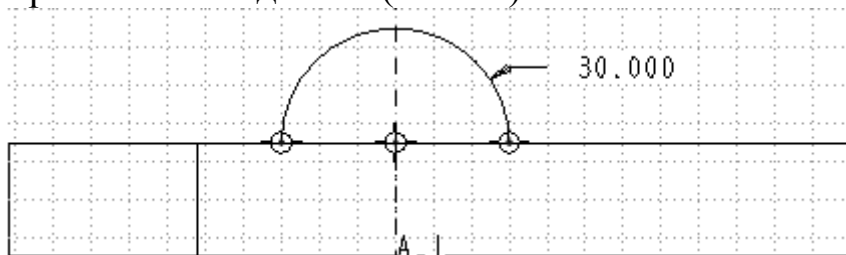
**Примечание.** При одновременном выборе нескольких привязок удерживайте клавишу **Ctrl**.



На панели инструментов выберите команду **Плоскость** . В открывшемся диалоговом окне **Опорная плоскость** выберите в качестве **Привязок** ось **A\_1** и боковую поверхность детали



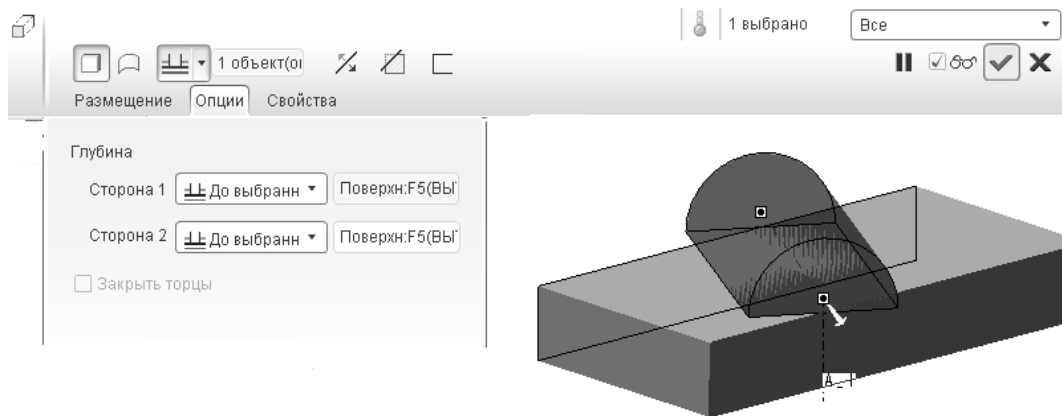
На панели инструментов выберите инструмент **Вытягивание** . В открывшемся диалоговом окне выберите **Размещение** → **Задать**. В появившемся диалоговом окне выберите плоскость для создания двумерного эскиза детали (**DTM1**) и нажмите **Эскиз**.



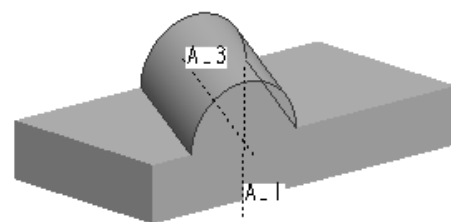
**Примечание.** Сечение должно быть замкнуто.

Для завершения эскиза нажмите кнопку **Применить**

В диалоговом окне операции **Вытягивание** нажмите на вкладку **Опции** и выберите глубину вытягивания для обеих сторон **До выбранной точки, поверхности или плоскости** . В качестве первой стороны укажите боковую поверхность детали, а в качестве второй стороны - противоположную ей сторону.



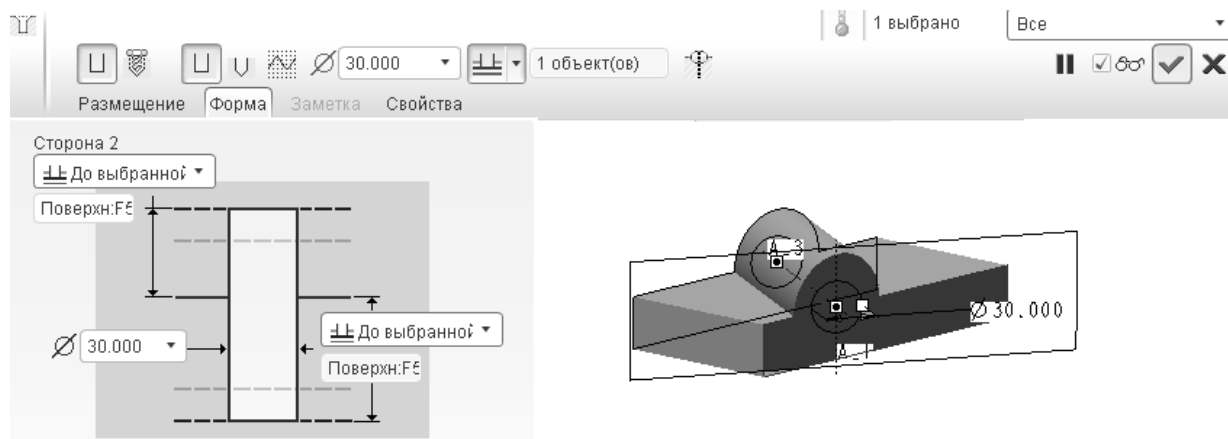
Для завершения операции нажмите **Применить** . Сохраните деталь, нажав кнопку **Сохранить** на стандартной панели или **Файл** → **Сохранить**.





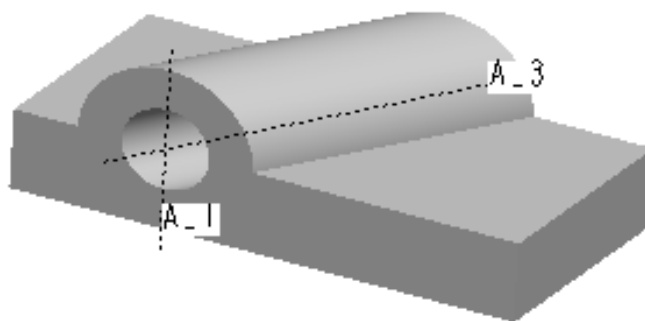
#### Задание 4. Создание соосного отверстия

На панели инструментов выберите команду **Отверстие** . В открывшемся диалоговом окне во вкладке **Размещение** укажите при помощи мыши место расположения отверстия (ось предыдущей операции **A\_3** и плоскость **DTM1**) с помощью левой клавиши мыши и нажатой клавиши **Ctrl**.



Во вкладке **Форма** укажите диаметр отверстия, равный **30 мм**, и для стороны 2 выберите вытягивание **До выбранной точки, поверхности или плоскости** , указав сначала одну боковую грань, а затем противоположную ей другую боковую грань детали.



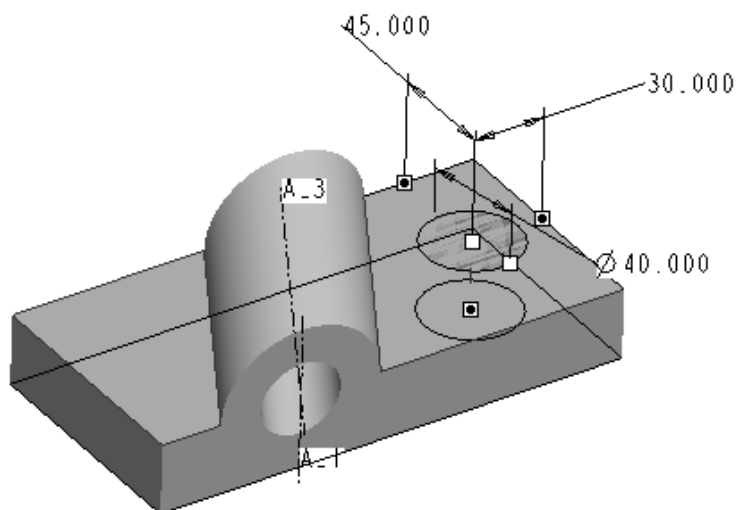
Для завершения операции нажмите **Применить** . Сохраните деталь, нажав кнопку **Сохранить**  на стандартной панели или **Файл**→**Сохранить**.





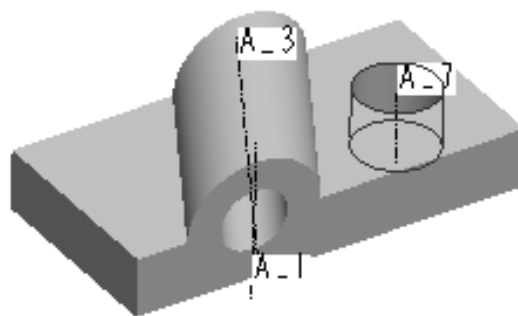
### Задание 5. Создание отверстия на отступе от выбранных привязок

На панели инструментов выберите команду **Отверстие** . В открывшемся диалоговом окне выберите **Создание простого отверстия**, задайте **Диаметр отверстия 40 мм**, ограничение глубины **Насквозь**  и укажите место расположения отверстия.


При помощи мыши укажите месторасположение отверстия относительно боковых граней. Для этого динамически перетащите свободные привязки, подсвеченные зеленым цветом, до боковых граней и измените положение отверстия в соответствии с приведенным рисунком.



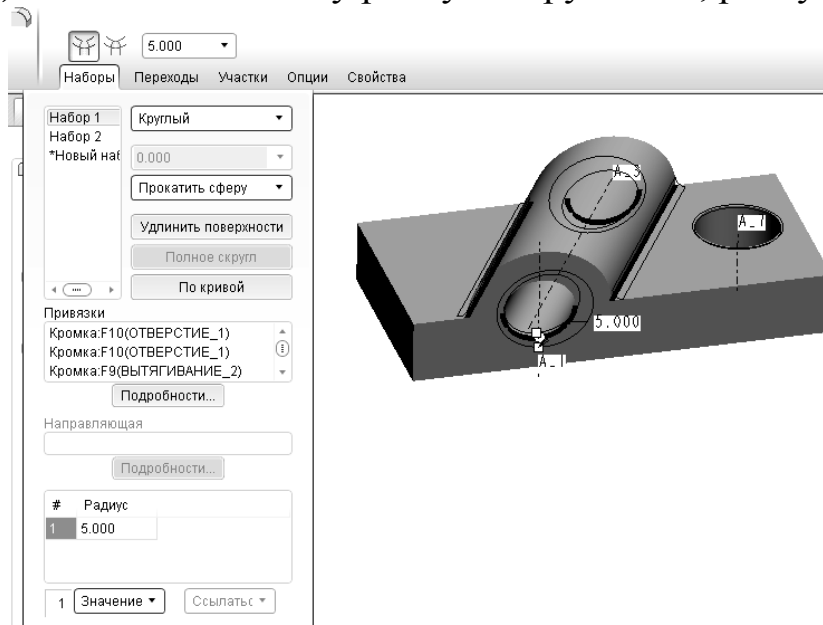
Для завершения операции нажмите **Применить** . Сохраните деталь, нажав кнопку **Сохранить**  на стандартной панели или **Файл**→**Сохранить**.



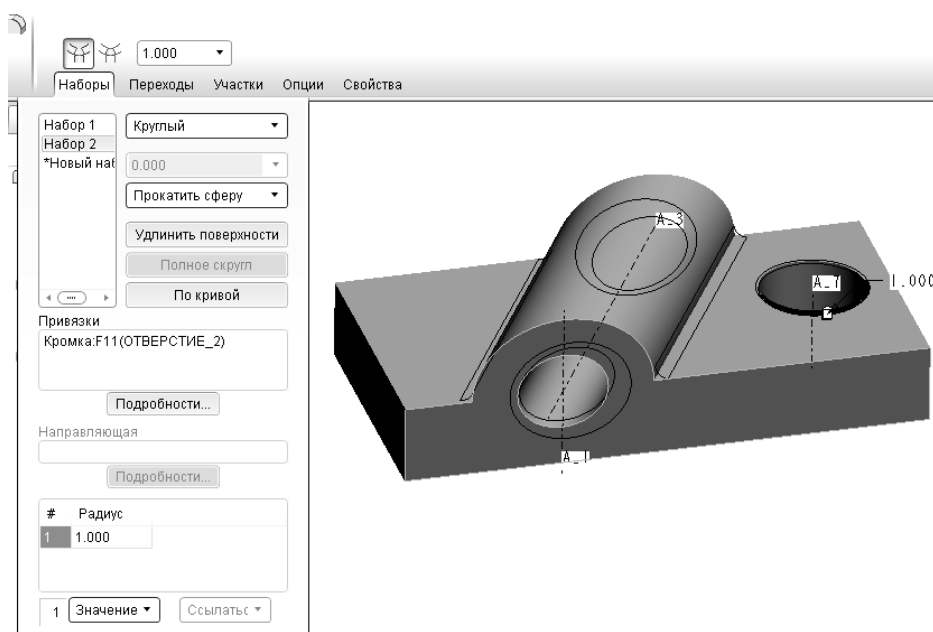
### Задание 6. Создание нескольких скруглений в пределах одной операции «Скругление»

Для создания скруглений на панели инструментов выберите команду **Скругление** .

В открывшемся окне перейдите на вкладку **Наборы**, выберите ребра, которые необходимо скруглить, при помощи мыши и нажатой клавиши **Ctrl**, и задайте величину радиуса скругления, равную **5 мм**.

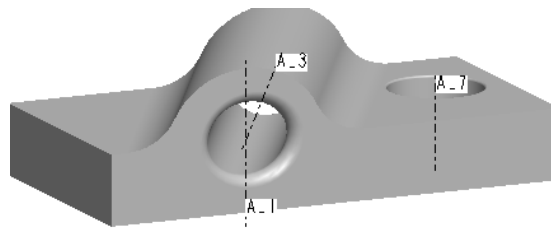


Для создания нескольких скруглений нажмите **Новый набор**, выберите кромки и величину радиуса скруглений.



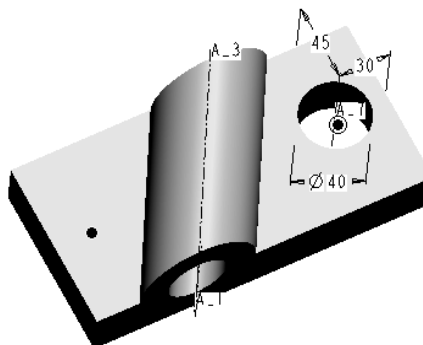
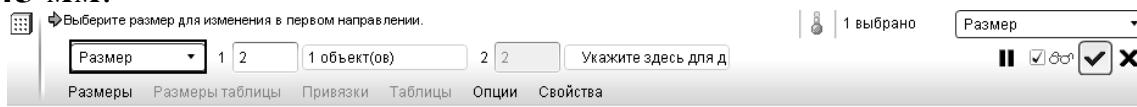


Для завершения операции нажмите **Применить**  и сохраните деталь, нажав кнопку **Сохранить**  на стандартной панели или **Файл** → **Сохранить**.

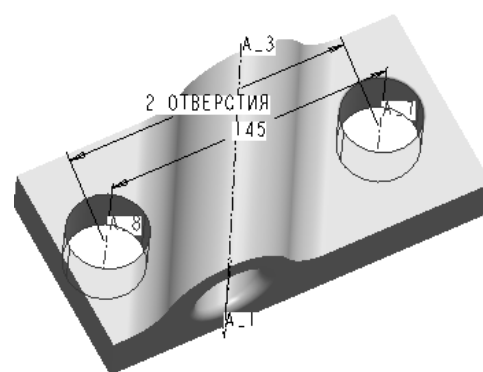


### Задание 7. Создание линейного массива отверстий

Для создания массива элементов выберите нужный элемент (**Отверстие 2**) и на панели инструментов выберите команду **Массив** . Создание массива выполните по **размеру**. Для этого выберите **управляющий размер** (30 мм) и введите величину **приращения** 145 мм.




Для завершения операции нажмите **Применить**  и сохраните деталь, нажав кнопку **Сохранить**  на стандартной панели или **Файл** → **Сохранить**.





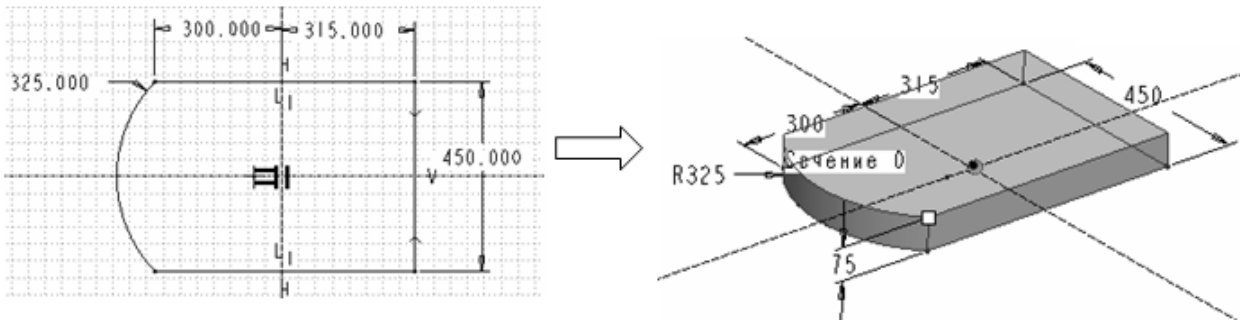
### Задание 8. Создание сопряжения от одного сечения к другому в рамках инструмента «Сопряжение»

Работу начните с задания своей рабочей папки.

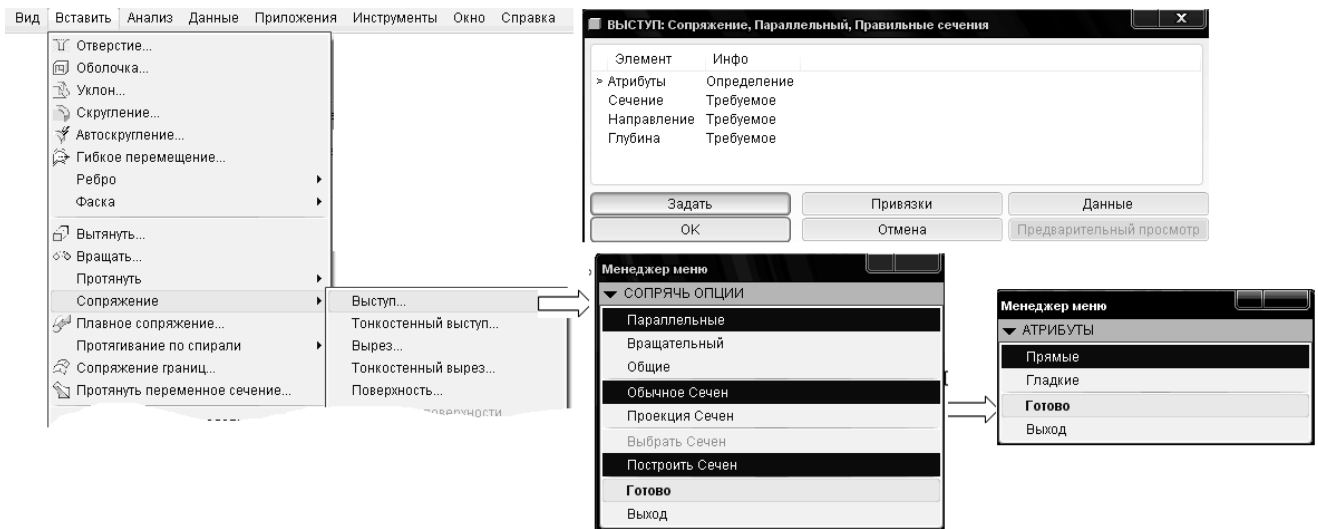
Создайте новую **Деталь** без использования заранее заготовленного шаблона (**Файл** → **Новый** → **Деталь** → **Твердотельная**). Имя создаваемого документа «detal\_2».

Создание детали выполните с помощью операции **Вытягивание** . В открывшемся диалоговом окне выберите **Размещение** → **Задать**. В появившемся диалоговом окне выберите плоскость для создания эскиза детали и нажмите **Эскиз**.

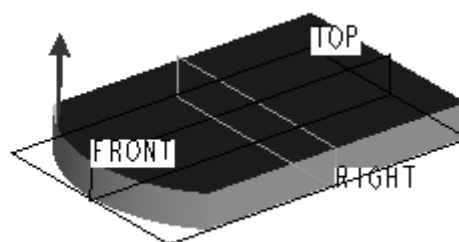
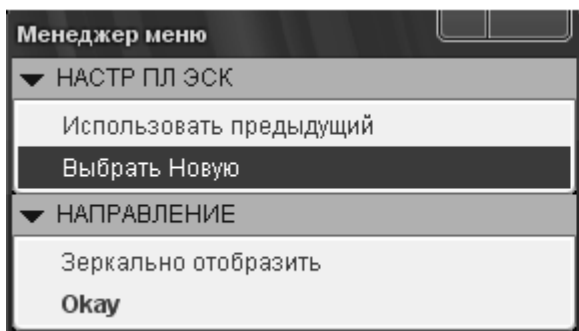
В диалоговом окне измените глубину вытягивания **Выдавливание в обе стороны от плоскости эскиза**  и задайте высоту детали **75 мм**. Для завершения операции нажмите **Применить** .



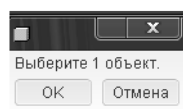
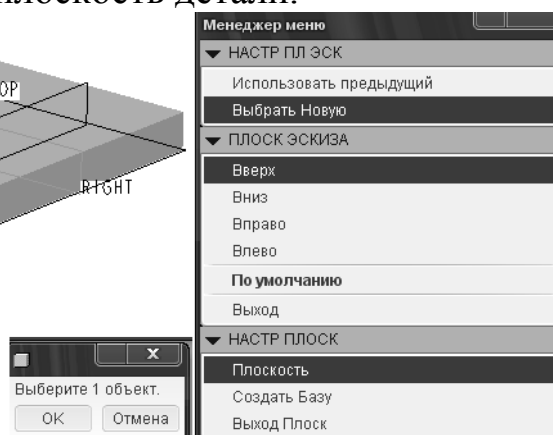
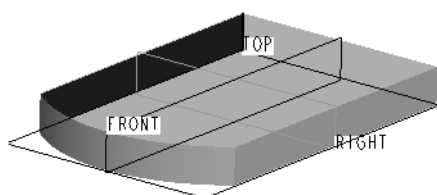
Для создания выступа с переменным сечением выберите **Вставить** → **Сопряжение** → **Выступ**. В менеджере меню укажите параметры сопряжения **Параллельные** → **Готово**, а также атрибуты операции **Прямые** → **Готово**.



Далее необходимо выбрать плоскость эскиза: выберите верхнюю поверхность детали. При необходимости поменяйте направление плоскости эскизирования, нажав на стрелку. Завершите выбор нажатием кнопки **ОК** (Okay).

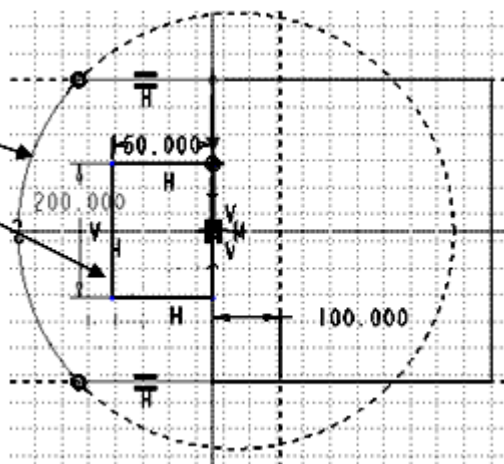


Сориентируйте выбранную плоскость в пространстве, выбрав для привязки **Вверх** боковую плоскость детали.



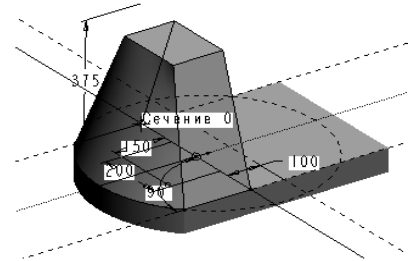
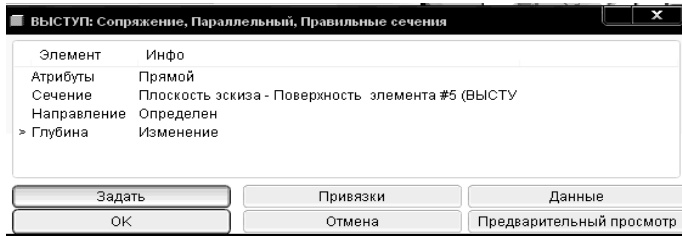
Создание эскиза начните с назначения привязок: на панели инструментов выберите **Привязки** и выделите габаритные размеры детали. Создайте первое сечение операции. Для создания второго сечения щелкните по правой клавише мыши и в контекстном меню выберите **Переключить сечение**.

Первое сечение  
Второе сечение



**Примечание.** Обратите внимание на стартовые точки и направления стрелок. Назначение стартовых точек и направлений стрелок производится по команде **Начальная точка** из контекстного меню правой клавиши мыши.

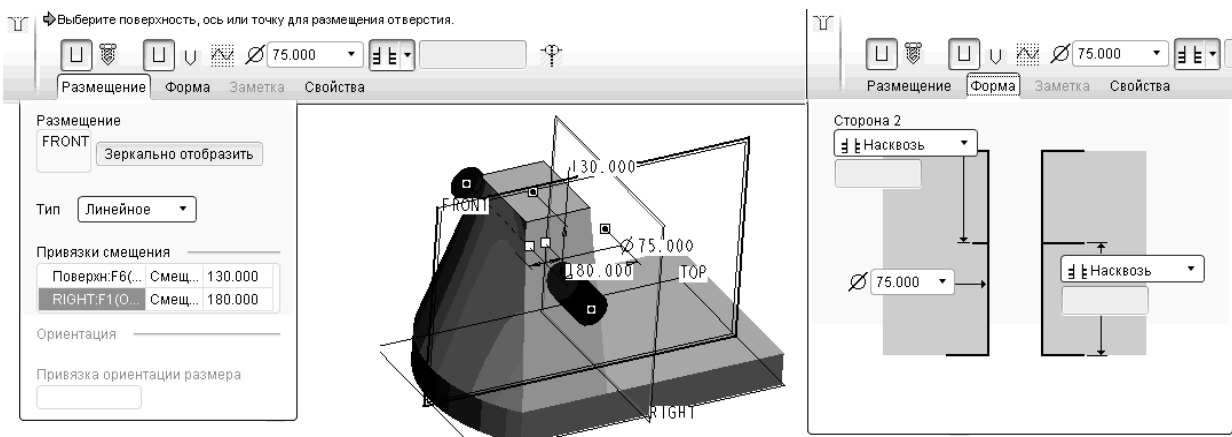
Завершите эскиз, нажав кнопки **Готово** . Для определения высоты выступа выберете **На заданную глубину**, равную **375 мм**. Завершите создание перехода нажатием кнопки **ОК**.




### Задание 9. Создание отверстия от базовой плоскости

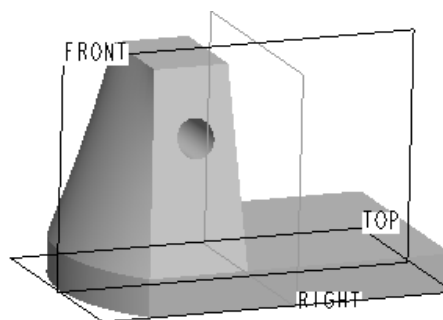
На панели инструментов выберите команду **Отверстие** . В открывшемся диалоговом окне выберите **Создание простого отверстия**, задайте **Диаметр отверстия 75 мм** и укажите место расположения отверстия.

При помощи мыши укажите месторасположение отверстия относительно двух плоскостей. Для этого динамически перетащите свободные привязки, подсвеченные зеленым цветом, свободных плоскостей и измените положение отверстия в соответствии с приведенным рисунком.




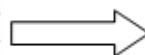
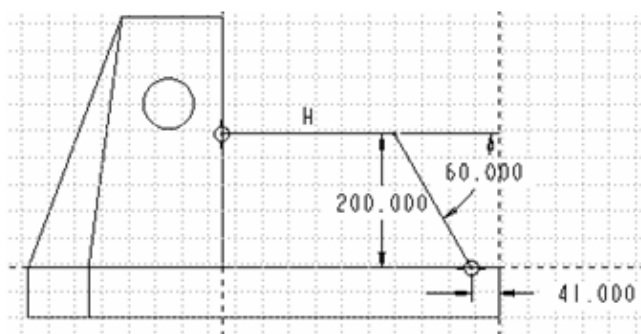
Во вкладке **Форма** укажите диаметр отверстия для стороны 2 выберите вытягивание **Насквозь** .

Для завершения операции нажмите **Применить** . Сохраните деталь, нажав кнопку **Сохранить**  на стандартной панели или **Файл** → **Сохранить**.




### Задание 10. Создание ребра

На панели инструментов выберите команду **Ребро профиля** . В открывшемся диалоговом окне во вкладке **Привязки** задайте плоскость эскизирования (**FRONT**) → **Задать**.



**Примечание.** Эскиз контура ребра должен быть незамкнутым. Задайте толщину ребра, равную **50 мм**.





Для завершения операции нажмите **Применить** . Сохраните деталь, нажав кнопку **Сохранить**  на стандартной панели или **Файл** → **Сохранить**.





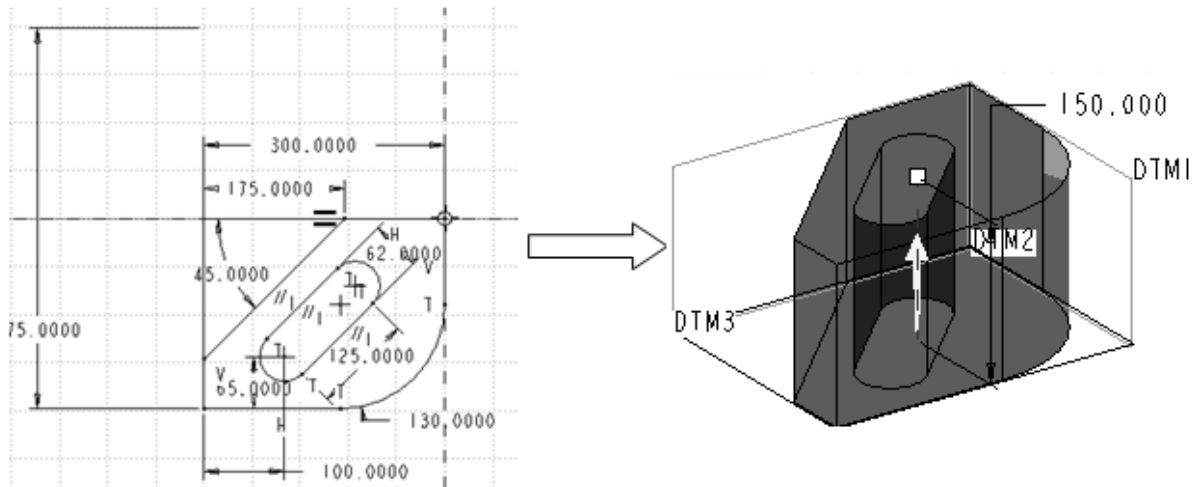
### Задание 11. Создание зеркальной копии операции



Работу начните с задания своей рабочей папки.

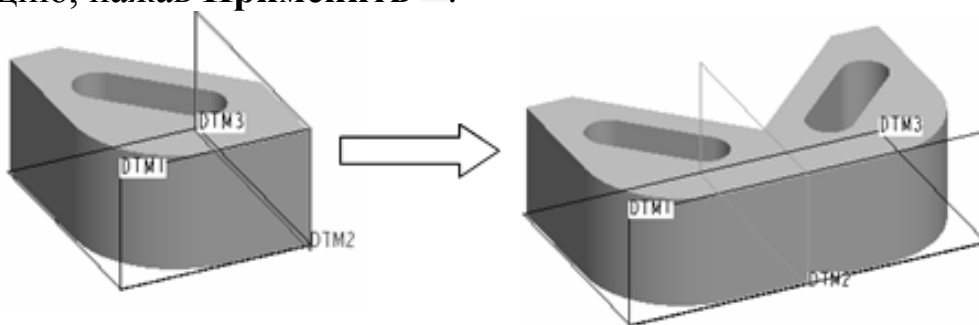
Создайте новую **Деталь** без использования заранее заготовленного шаблона (**Файл** → **Новый** → **Деталь** → **Твердотельная**). Имя создаваемого документа «detal\_3».

Создание детали выполните с помощью операции **Вытягивание** . В открывшемся диалоговом окне выберите **Размещение** → **Задать**. В появившемся диалоговом окне выберите плоскость для создания эскиза детали и нажмите **Эскиз**. Нарисуйте эскиз с заданными размерами и закреплениями и завершите эскиз нажатием кнопки **Готово** .

В диалоговом окне измените ограничения вытягивания на **Вытянуть в одном направлении от плоскости эскиза на указанную глубину**  и задайте высоту детали **150 мм**. Для завершения операции нажмите **Применить** .

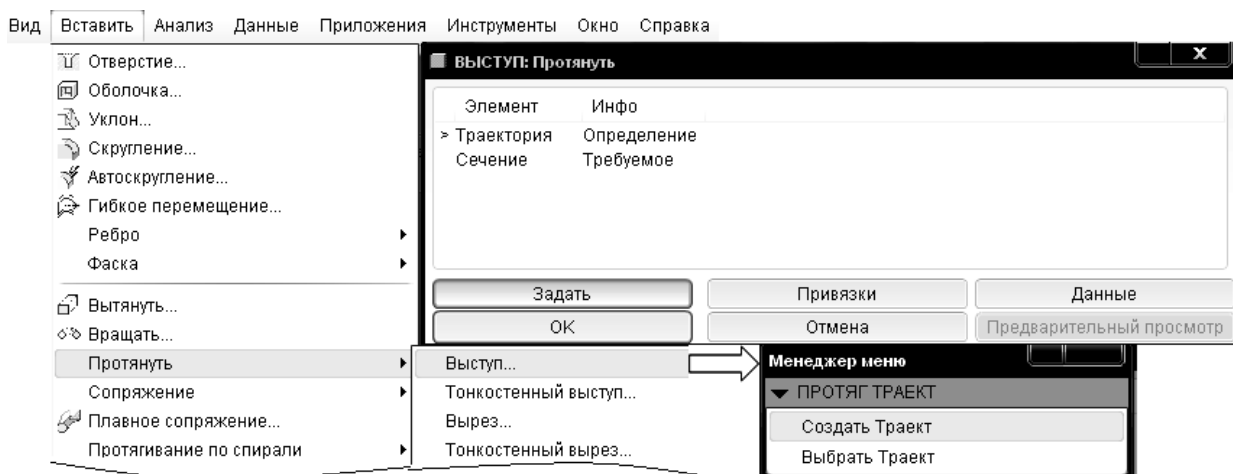


Для создания симметричной детали выделите в дереве модели предыдущую операцию (**ВЫТЯГИВАНИЕ 1**) → на панели инструментов выберите инструмент **Зеркальное отражение**  → выберите плоскость, относительно которой нужно отразить деталь и завершите операцию, нажав **Применить** .

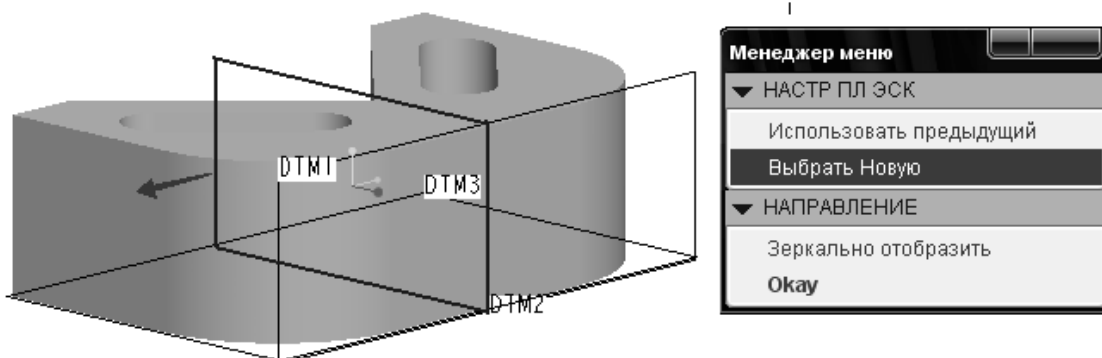


### Задание 12. Протягивание замкнутого сечения по траектории

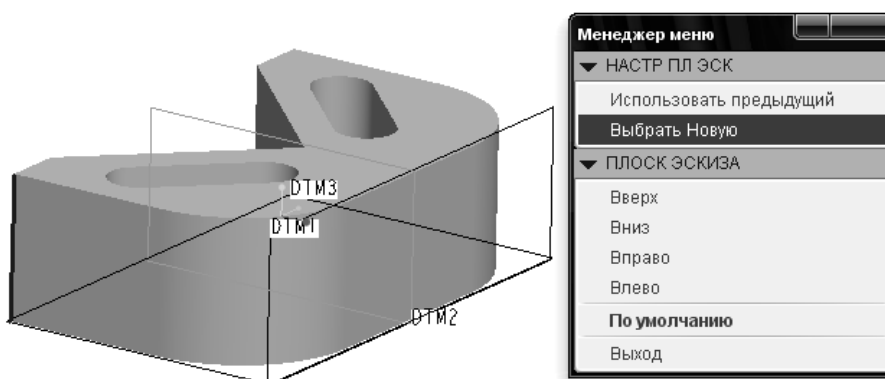
Создание элемента выполните с помощью операции **Протянуть** (**Вставить** → **Протянуть** → **Выступ**). В менеджере меню выберите **Создать траекторию**.



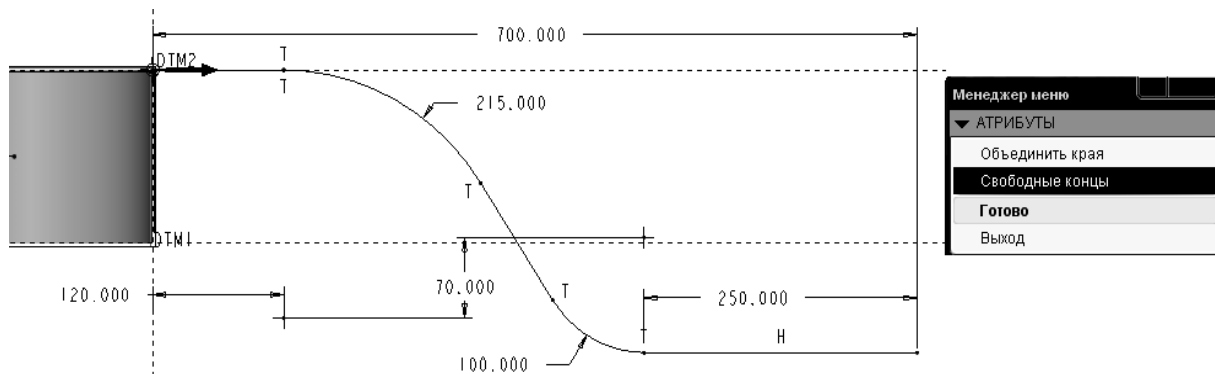
Далее необходимо выбрать плоскость эскиза. При необходимости поменяйте направление плоскости эскизирования, нажав на стрелку. Завершите выбор нажатием кнопки ОК (Okay).





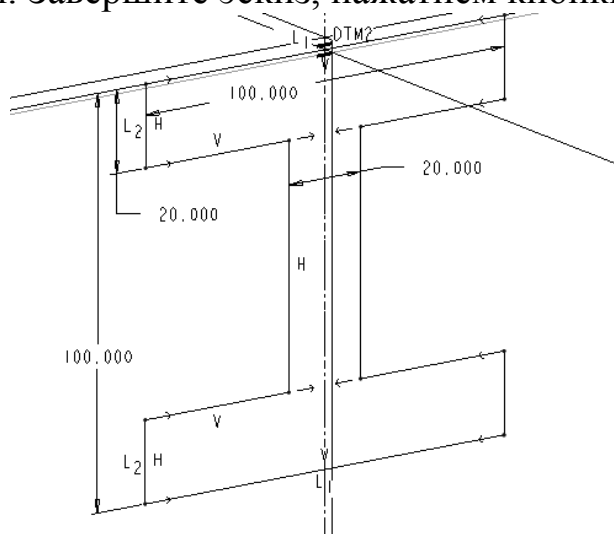
Сориентируйте выбранную плоскость в пространстве, выбрав для привязки **Влево** одно из ребер детали.



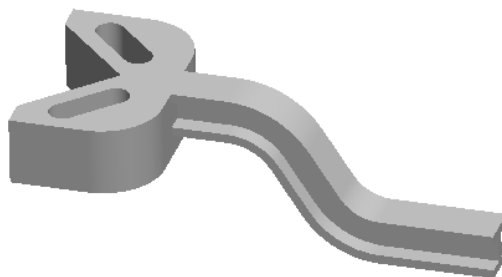
Создание эскиза начните с назначения привязок: на панели инструментов выберите **Привязки** и выделите габаритные размеры детали. Создайте эскиз траектории, по которой будет протягиваться сечение. В менеджере меню выберите опцию **Свободные концы** → **Готово**.





Создайте сечение для протягивания по заданной траектории, предварительно указав в качестве привязок (**Привязки** ) габаритные размеры детали. Завершите эскиз, нажатием кнопки **Готово** .



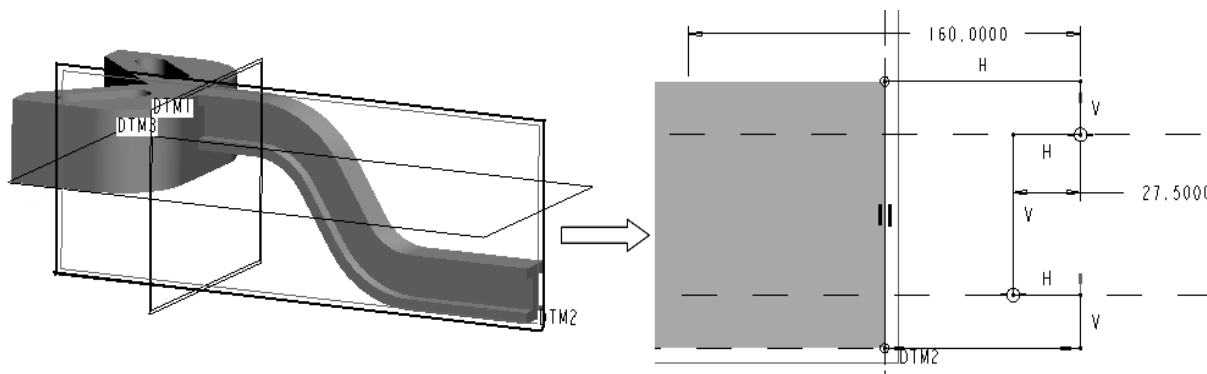
Завершите создание операции нажатием кнопки **ОК**.




### Задание 13. Работа с инструментом «Вращение» с использованием геометрии предыдущей операции

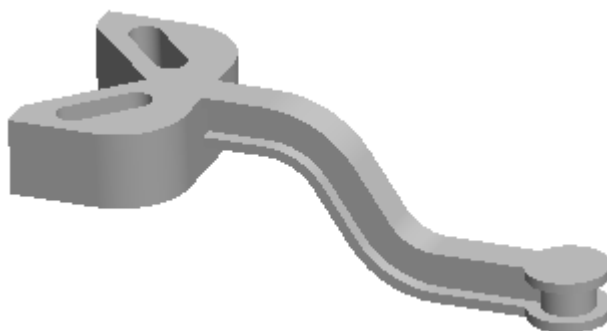
Создание элемента выполните с помощью инструмента **Вращение** . В открывшемся диалоговом окне выберите **Размещение** → **Задать**. В появившемся диалоговом окне выберите плоскость для создания эскиза детали и нажмите **Эскиз**. Нарисуйте эскиз с заданными размерами и закреплениями и завершите эскиз нажатием кнопки **Готово** .






**Примечание.** Не забудьте создать геометрическую ось  $\dot{\quad}$  детали при построении эскиза.

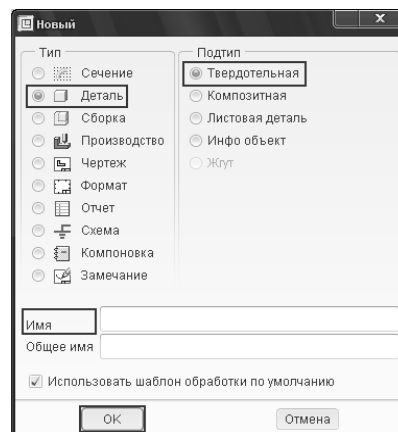
Для завершения эскиза нажмите кнопку **Применить** . Сохраните деталь, нажав кнопку **Сохранить**  на стандартной панели или **Файл** → **Сохранить**.




#### Задание 14. Добавление материала в рамках работы с инструментом «Вращение»

Для создания новой детали выполните команду **Файл** → **Создать** или нажмите кнопку **Создать**  на стандартной панели.

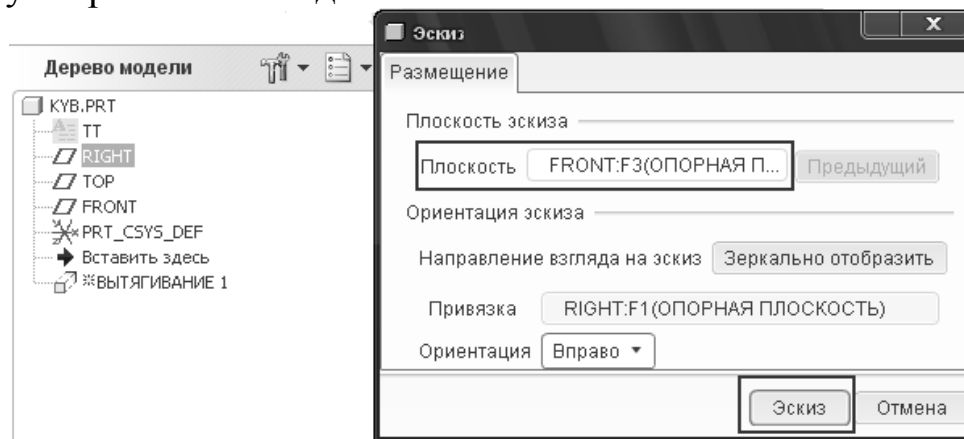
В появившемся диалоговом окне укажите тип создаваемого документа **Деталь**, подтип **Твердотельная**, введите название документа «**shar**» и нажмите кнопку **ОК**.



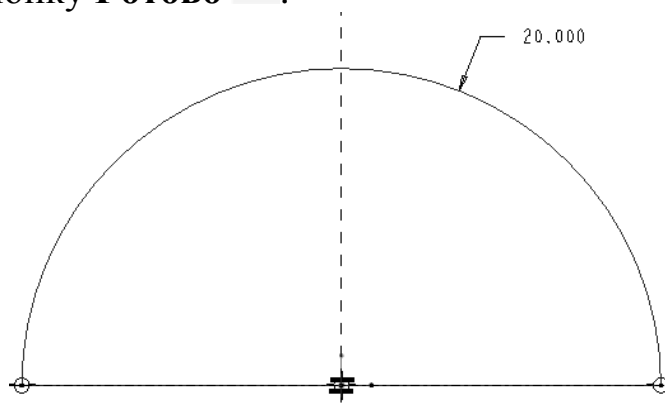
Создание детали выполните с помощью операции **Вращение** . В открывшемся диалоговом окне выберите **Размещение** → **Задать**.



В появившемся диалоговом окне выберите плоскость для создания двухмерного эскиза детали и нажмите **Эскиз**.

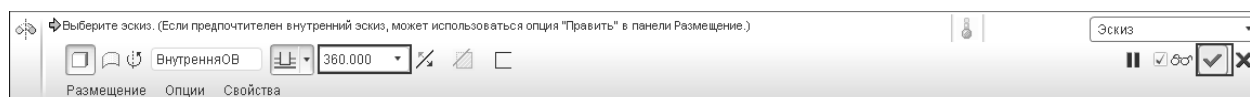



Нарисуйте сегмент с соответствующими размерами и завершите эскиз, нажав кнопку **Готово** ✓.

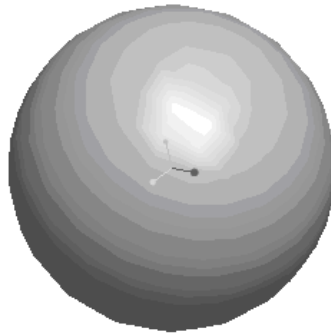


**Примечание.** Не забудьте создать **геометрическую ось** детали при построении эскиза. Система вращает деталь относительно той оси, которая построена первой. Эскиз детали должен быть замкнут.

После завершения эскиза необходимо задать угол вращения и просмотреть результаты операции.



Для завершения операции нажмите кнопку **Применить** ✓. Сохраните деталь, нажав кнопку **Сохранить**  на стандартной панели или **Файл** → **Сохранить**.

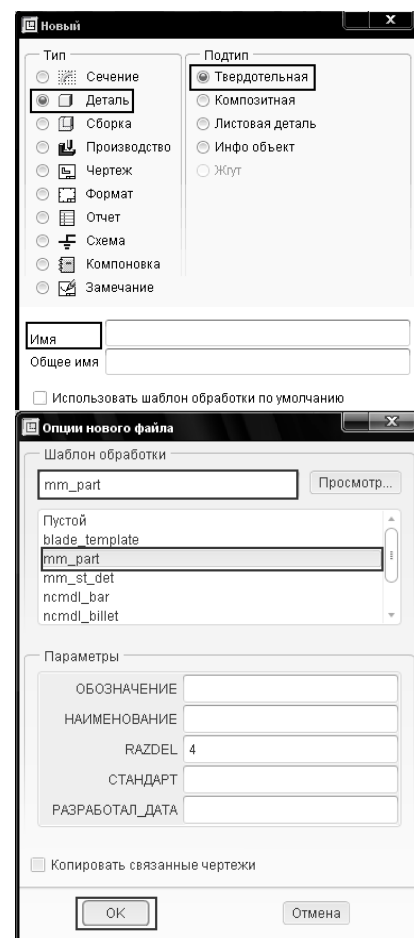


### Задание 15. Добавление материала в рамках работы с инструментом «Вращение»

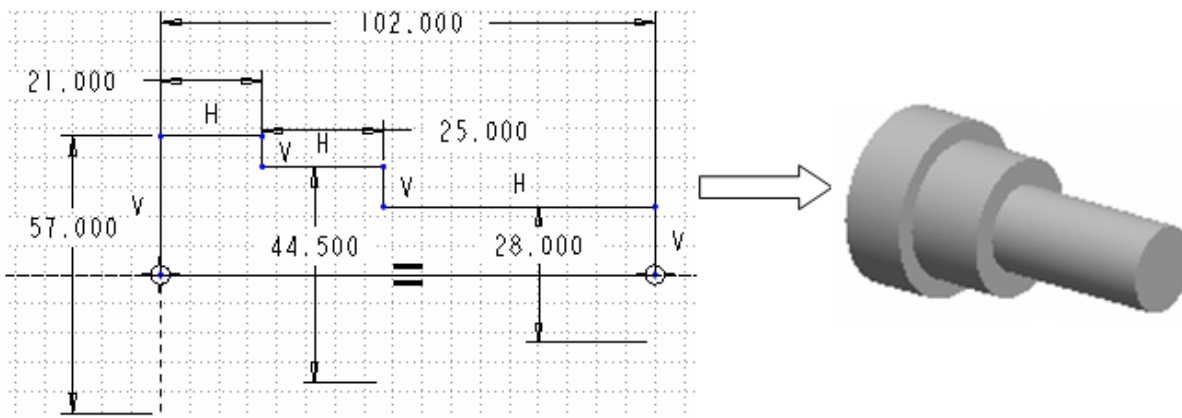
Работу начните с задания своей рабочей папки. Для этого в дереве папок найдите свою рабочую папку, выделите ее и нажмите правую клавишу мыши, в выпадающем меню выберите **Задать рабочую папку**.

Для создания базовой операции новой детали без использования заранее заготовленных шаблонов выполните команду **Файл** → **Новый** или нажмите кнопку **Новый** на стандартной панели. В появившемся диалоговом окне укажите тип создаваемого документа **Деталь**, подтип **Твердотельная**, снимите галочку «Использовать шаблон по умолчанию», введите название документа «bolt» и нажмите кнопку **ОК**.

В появившемся диалоговом окне **Опции нового файла** выберите шаблон обработки **mm\_part** и далее нажмите кнопку **ОК**.

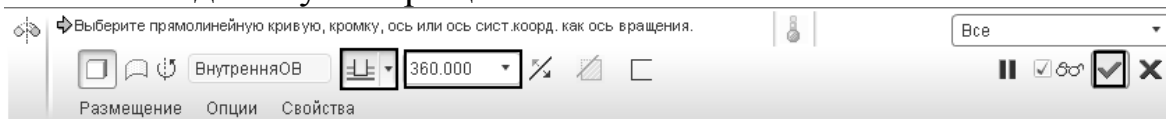


Создание детали выполните с помощью инструмента **Вращение**. В открывшемся диалоговом окне выберите **Размещение** → **Задать**. В появившемся диалоговом окне выберите плоскость для создания эскиза детали и нажмите **Эскиз**. Нарисуйте эскиз с заданными размерами и закреплениями и завершите эскиз нажатием кнопки **Готово**.



**Примечание.** Не забудьте создать **геометрическую ось**  $i$  детали при построении эскиза. Система вращает деталь относительно той оси, которая построена первой. Эскиз детали должен быть замкнут.

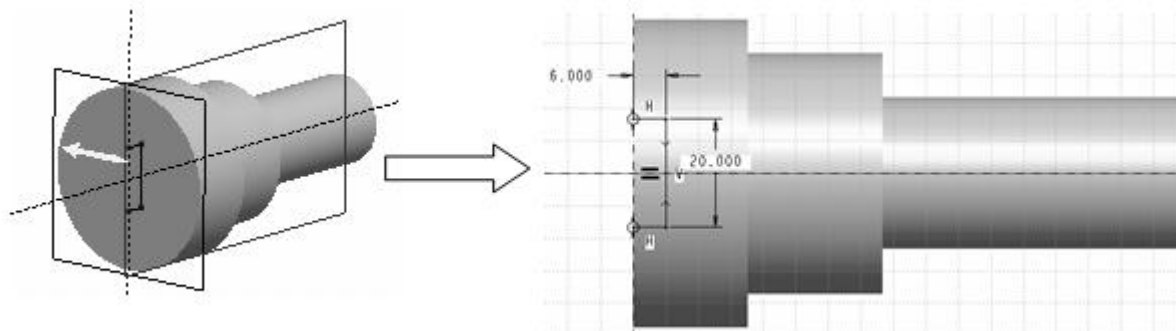
В диалоговом окне измените ограничения вращения на **Вращать в одном направлении от плоскости эскиза на указанный угол**  $\perp$  и задайте угол вращения **360°**.



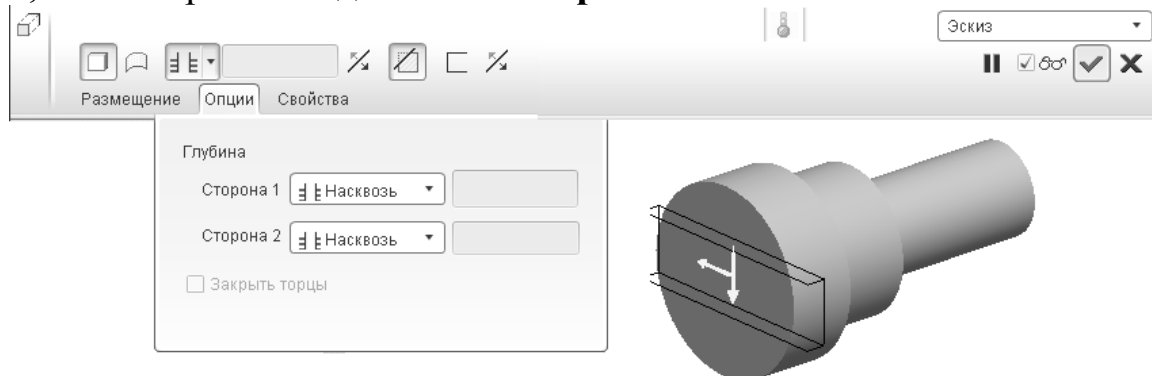
Для завершения операции нажмите **Применить**  $\checkmark$ .

**Задание 16.** Использование незамкнутых сечений при работе с инструментом «Вытягивание» в рамках удаления материала

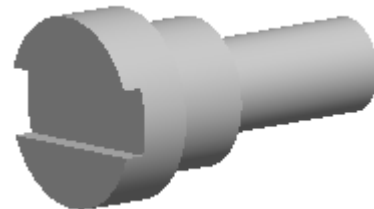
На панели инструментов выберите инструмент **Вытягивание**  $\square$ . В открывшемся диалоговом окне выберите **Размещение**  $\rightarrow$  **Задать**. В появившемся диалоговом окне выберите плоскость для создания двухмерного эскиза и нажмите **Эскиз**. Нарисуйте эскиз с заданными размерами и закреплениями и завершите эскиз нажатием кнопки **Готово**  $\checkmark$ .



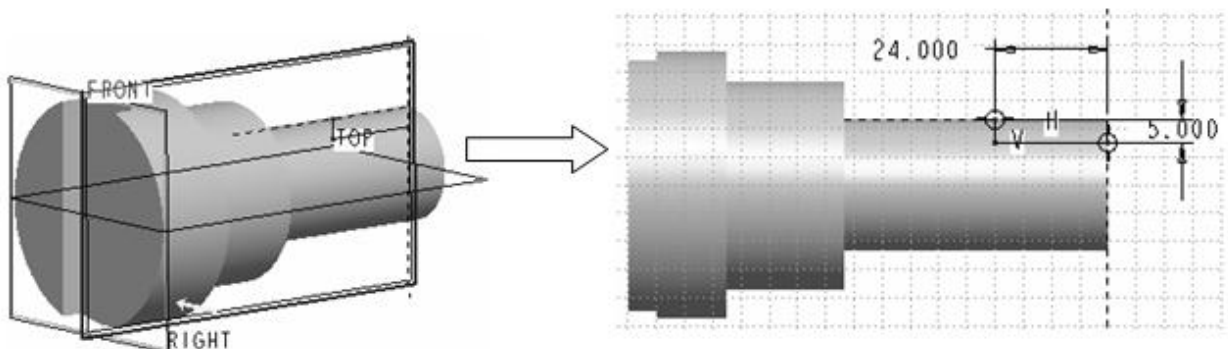
В диалоговом окне операции **Вытягивание** нажмите на вкладку **Опции** и выберите глубину вытягивания для обеих сторон **Насквозь**, а также режим **Удаление материала**.



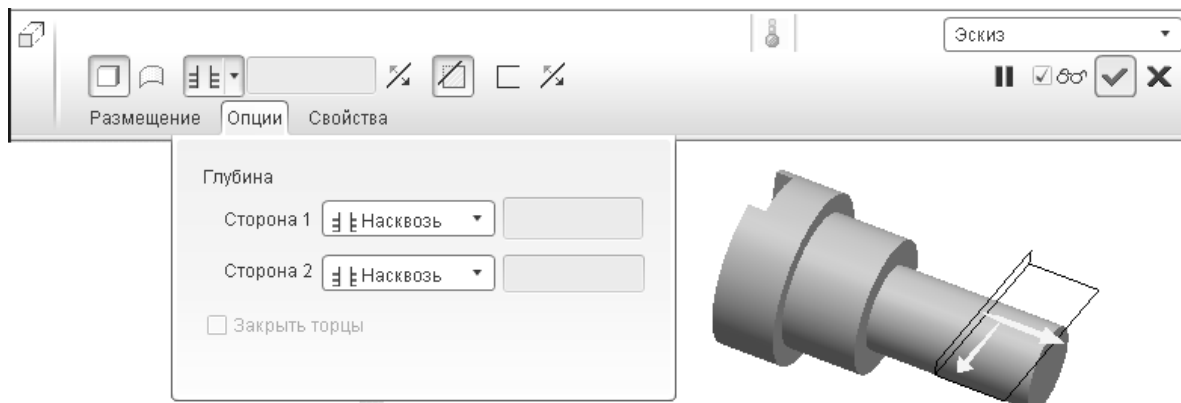
Для завершения эскиза нажмите кнопку **Применить**.




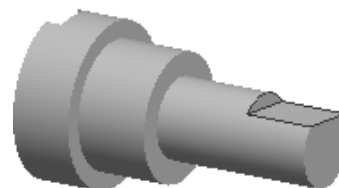
На панели инструментов выберите инструмент **Вытягивание**. В открывшемся диалоговом окне выберите **Размещение** → **Задать**. В появившемся диалоговом окне выберите плоскость для создания двухмерного эскиза и нажмите **Эскиз**. Нарисуйте эскиз с заданными размерами и закреплениями и завершите эскиз нажатием кнопки **Готово**.





В диалоговом окне операции **Вытягивание** нажмите на вкладку **Опции** и выберите глубину вытягивания для обеих сторон **Насквозь**, а также режим **Удаление материала**.

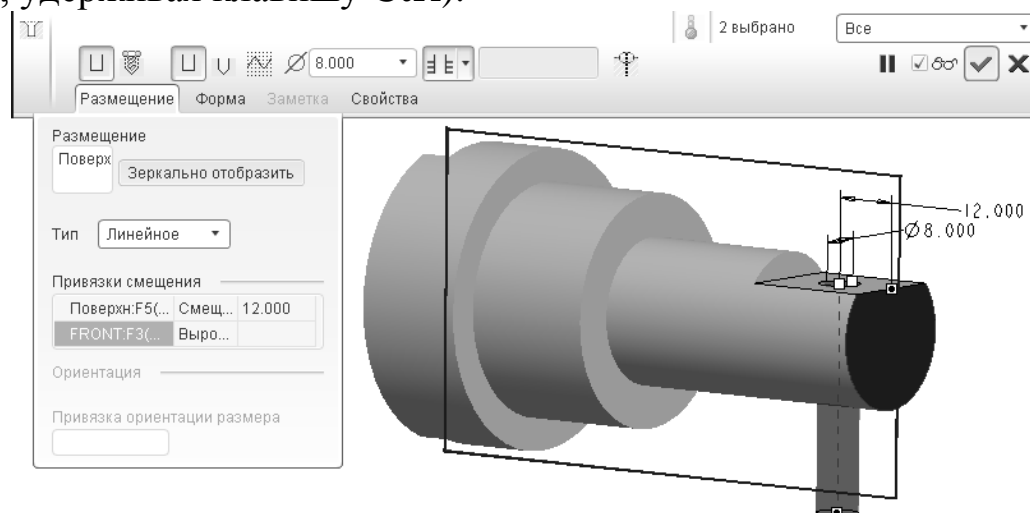




Для завершения эскиза нажмите кнопку **Применить** .

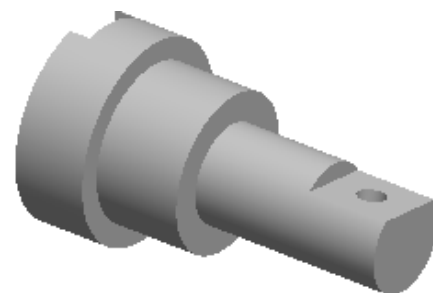


### Задание 17. Создание отверстия с привязкой к базовой плоскости

На панели инструментов выберите команду **Отверстие** . В открывшемся диалоговом окне выберите **Создание простого отверстия**, задайте глубину отверстия **Насквозь**  и укажите место его расположения (выделите одну из плоскостей и торцевую поверхность детали, удерживая клавишу **Ctrl**).






Для завершения операции нажмите **Применить** . Сохраните деталь, нажав кнопку **Сохранить**  на стандартной панели или **Файл** → **Сохранить**.

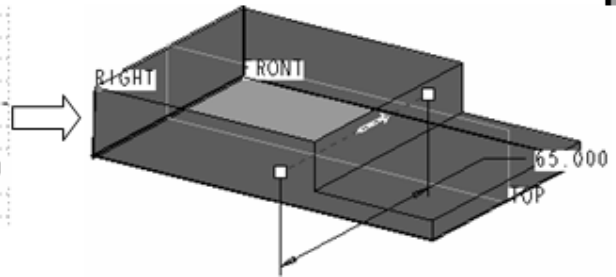
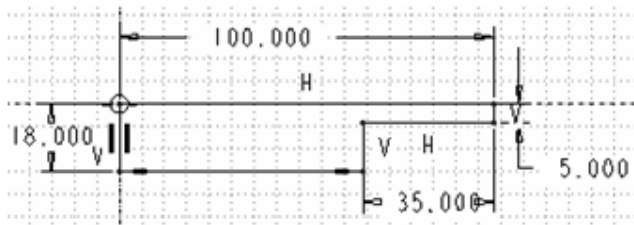



**Задание 18.** Использование незамкнутых сечений при работе с инструментом «Вращение» в рамках удаления материала

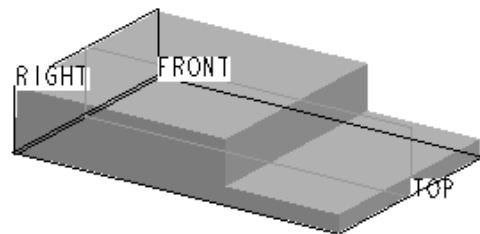
Работу начните с задания своей рабочей папки.



Создайте новую **Деталь** без использования заранее заготовленного шаблона (**Файл** → **Новый** → **Деталь** → **Твердотельная**). Имя создаваемого документа «detail\_4».

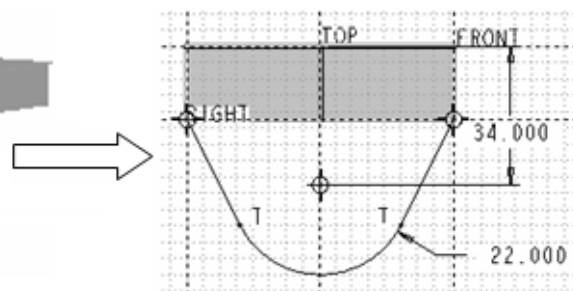
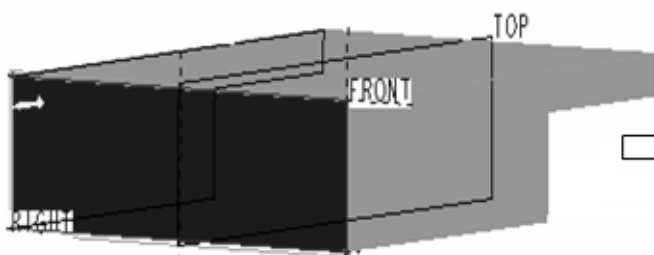
Создание детали выполните с помощью операции **Вытягивание** . В открывшемся диалоговом окне выберите **Размещение** → **Задать**. В появившемся диалоговом окне выберите плоскость для создания эскиза детали и нажмите **Эскиз**. Нарисуйте эскиз с заданными размерами и закреплениями и завершите эскиз нажатием кнопки **Готово** . В диалоговом окне измените глубину вытягивания **Выдавливание в обе стороны от плоскости эскиза (симметрично)**  и задайте ширину детали **65 мм**.




Для завершения операции нажмите **Применить** .

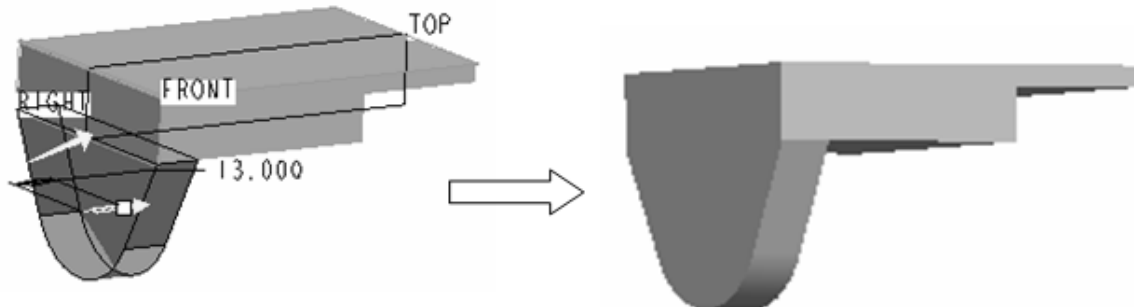




На панели инструментов выберите инструмент **Вытягивание** . В открывшемся диалоговом окне выберите **Размещение** → **Задать**. В появившемся диалоговом окне выберите плоскость для создания эскиза и нажмите **Эскиз**. Нарисуйте эскиз с заданными размерами и закреплениями и завершите эскиз нажатием кнопки **Готово** .

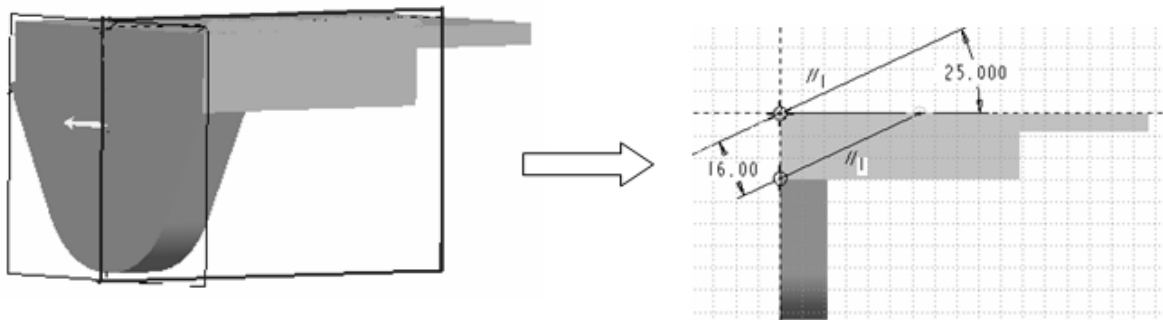






В диалоговом окне операции **Вытягивание** выберите глубину вытягивания **Вытянуть в одном направлении от плоскости эскиза на указанную глубину**  и задайте глубину **13 мм**.

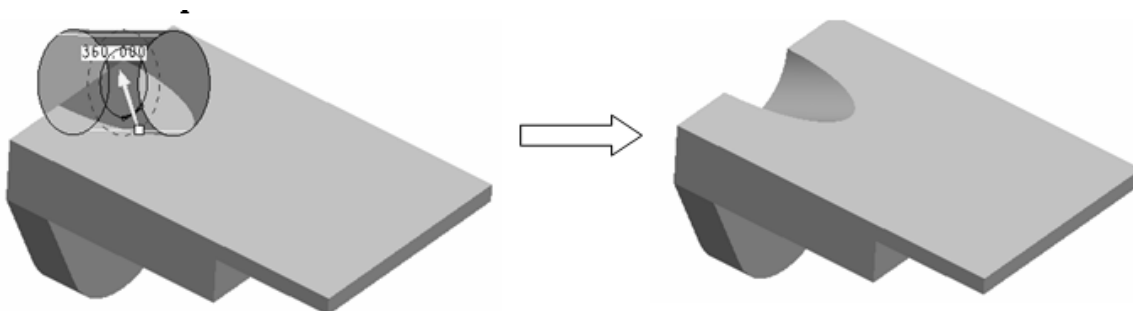
Для завершения эскиза нажмите кнопку **Применить** .



На панели инструментов выберите инструмент **Вращение** . В открывшемся диалоговом окне выберите **Размещение** → **Задать**. В появившемся диалоговом окне выберите плоскость для создания эскиза детали и нажмите **Эскиз**. Нарисуйте эскиз с заданными размерами и закреплениями и завершите эскиз нажатием кнопки **Готово** .



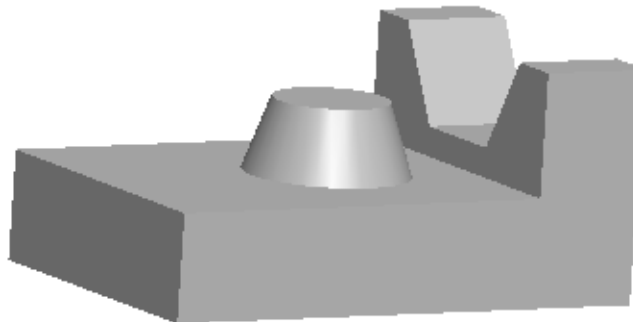
В диалоговом окне измените ограничения вращения на **Вращать в одном направлении от плоскости эскиза на указанный угол**  и задайте угол вращения **360°**, а также режим **Удаление материала** . Для завершения операции нажмите **Применить** . Сохраните деталь, нажав кнопку **Сохранить**  на стандартной панели или **Файл** → **Сохранить**.







## 2.8. Технология создания деталей


### Задание 1. Создание детали «sr\_1»








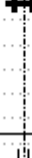
Работу начните с задания своей рабочей папки. Для этого в дереве папок найдите свою рабочую папку, выделите ее и нажмите правую клавишу мыши, в выпадающем меню выберите **Задать рабочую папку**.

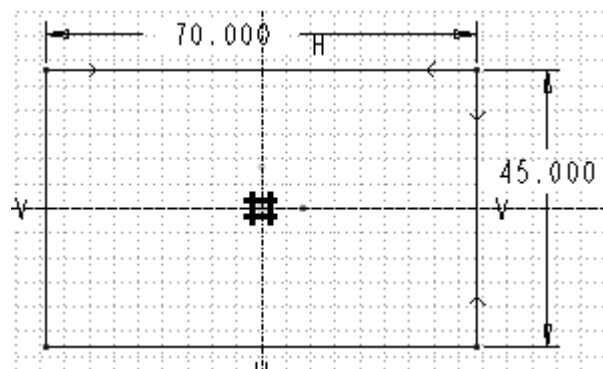
Для создания нового объекта выберите **Файл** → **Новый** или нажмите кнопку **Новый**  на стандартной панели. В появившемся диалоговом окне укажите тип создаваемого документа **Деталь**, подтип **Твердотельная** и задайте имя документа «sr\_1». Для работы используйте **шаблон обработки по умолчанию** → **ОК**.

На панели инструментов выберите операцию **Вытягивание** . В открывшемся диалоговом окне во вкладке **Размещение** выберите **Задать**. В **Дереве модели** выберите для эскизирования плоскость **FRONT** и нажмите **Эскиз**.


При необходимости включите сетку, нажав на кнопку **Показ Сетки**  на панели инструментов.

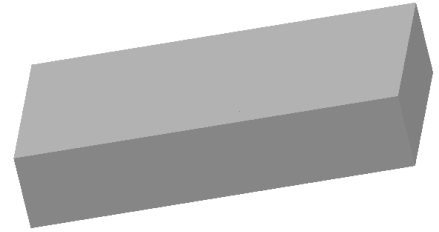
Начертите прямоугольник произвольных размеров, нажав на кнопку **Прямоугольник**  на панели рисования. С помощью команды **Изменить**  задайте размеры прямоугольника **40x75 мм**, предварительно выделив его. В открывшемся диалоговом отметьте опцию **Регенерировать** → **ОК**.

Разместите прямоугольник симметрично относительно осей. Для этого в пункте **Линия**  выберите опцию **Осевая линия**  и нарисуйте две осевые линии. Для создания симметричного закрепления на панели рисования выберите закрепление **Симметричный** , выделите вертикальную осевую линию  и обе вертикальные стороны





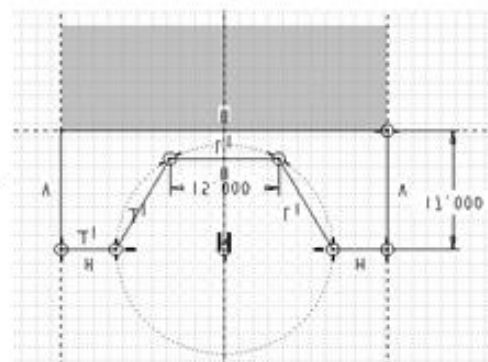
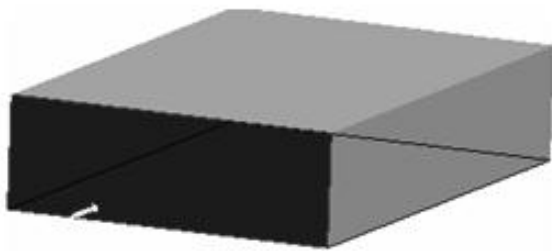
прямоугольника. Аналогичную операцию выполните с горизонтальными сторонами. Завершите эскиз нажатием кнопки **Готово** ✓.



В диалоговом окне измените ограничения вытягивания на **Вытянуть в одном направлении от плоскости эскиза на указанную глубину**  и задайте высоту детали **15 мм**.





Для завершения операции нажмите **Применить** ✓.

На панели инструментов выберите операцию **Вытягивание** . В открывшемся диалоговом окне во вкладке **Размещение** выберите **Задать**. В появившемся диалоговом окне выберите плоскость для создания эскиза детали и нажмите **Эскиз**. В режиме **Эскиз** на панели рисования выберите **Привязки**  и выделите все грани прямоугольника.

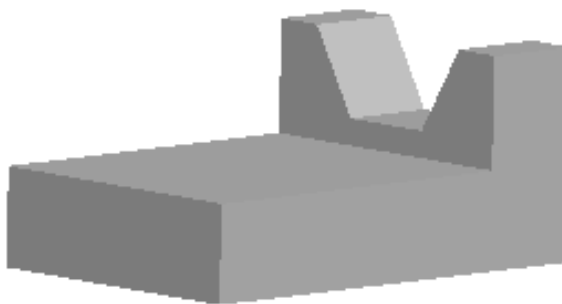


Начертите прямоугольник высотой **17 мм**. С помощью инструмента **Палитра**  вставьте в эскиз шестиугольник, масштабом **15** и расположите его симметрично относительно вертикальной оси как показано на рисунке. Все лишние линии удалите, выбрав на панели рисования команду **Удалить сегмент**  и завершите эскиз нажатием кнопки **Готово** ✓.

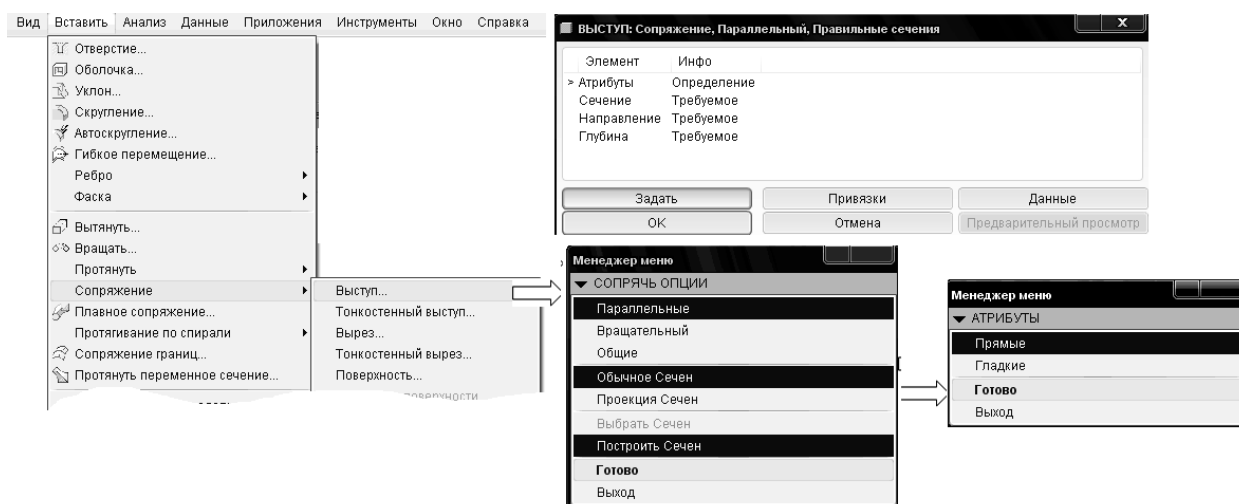
В диалоговом окне измените ограничения вытягивания на **Вытянуть в одном направлении от плоскости эскиза на указанную глубину**  и задайте глубину выдавливания **15 мм**.

При необходимости измените направление выдавливания, нажав **Направление глубины вытягивания**  (указанием мыши на стрелку направления выдавливания и нажав левую клавишу мыши).

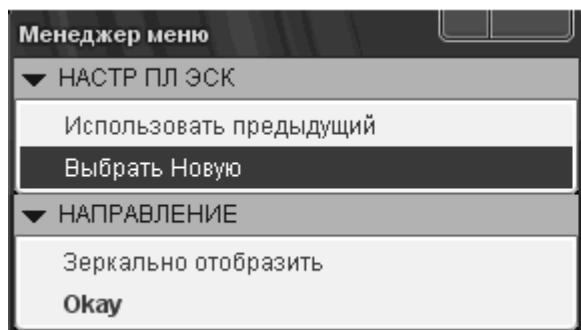
Для завершения операции нажмите **Применить** ✓.



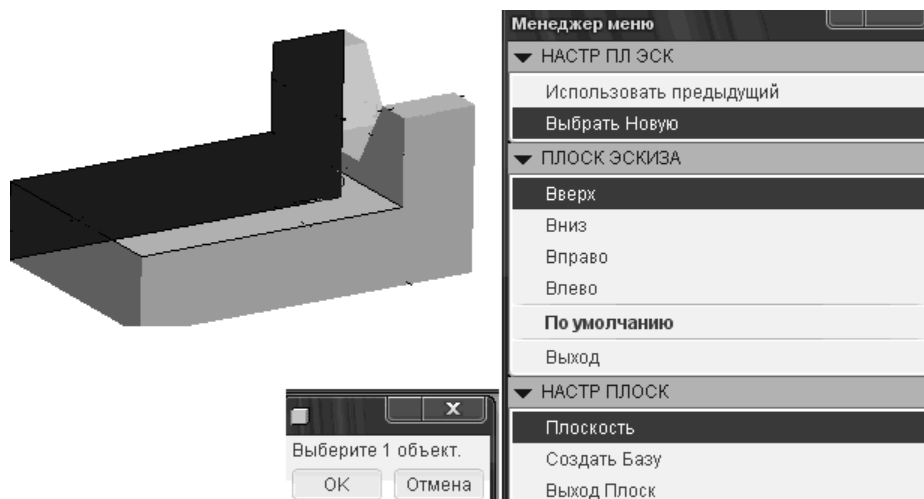
Для создания выступа с переменным сечением выберите **Вставить** → **Сопряжение** → **Выступ**. В менеджере меню укажите параметры сопряжения **Параллельные** → **Готово**, а также атрибуты операции **Прямые** → **Готово**.




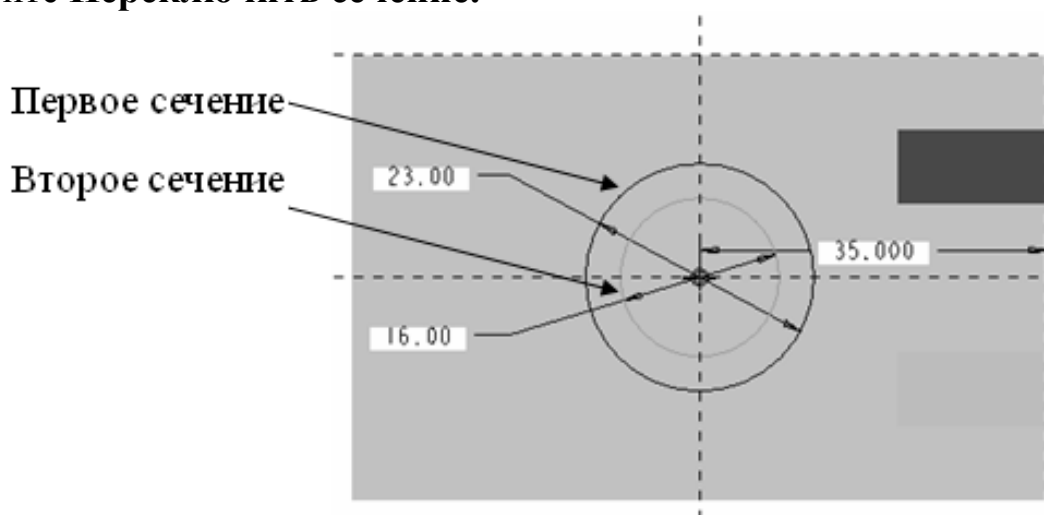
Далее необходимо выбрать плоскость эскиза: выберите верхнюю поверхность детали. При необходимости поменяйте направление плоскости эскизирования, нажав на стрелку. Завершите выбор нажатием кнопки **ОК** (Okay).




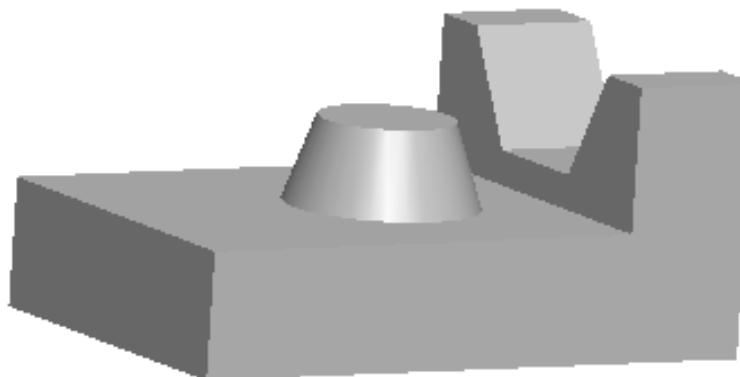
Сориентируйте выбранную плоскость в пространстве, выбрав для привязки **Вверх** боковую плоскость детали.





Создание эскиза начните с назначения привязок: на панели инструментов выберите **Привязки**  и выделите габаритные размеры детали. Создайте первое сечение операции. Для создания второго сечения щелкните по правой клавише мыши и в контекстном меню выберите **Переключить сечение**.

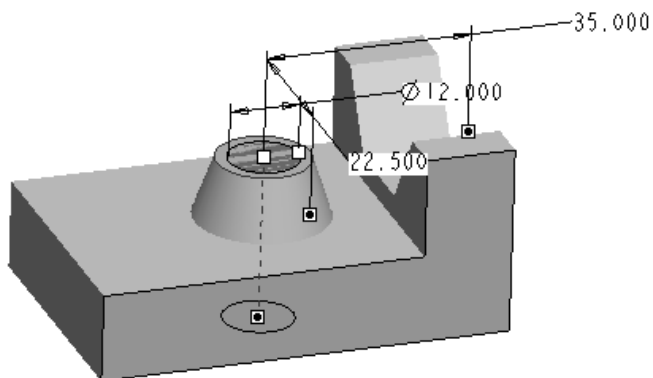




Завершите эскиз, нажатием кнопки **Готово** . Для определения высоты выступа выберите **На заданную глубину**, равную 10 мм. Завершите создание перехода нажатием кнопки **ОК**.

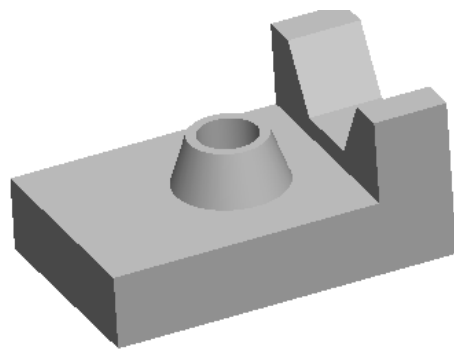


На панели инструментов выберите команду **Отверстие** . В открывшемся диалоговом окне выберите **Создание простого отверстия**, задайте **Диаметр отверстия 12 мм**, его глубину **Насквозь**  и укажите место расположения отверстия.

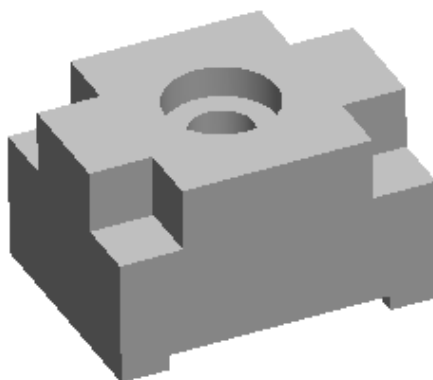
При помощи мыши укажите месторасположение отверстия относительно боковых граней детали. Для этого динамически перетяните свободные привязки, подсвеченные зеленым цветом, до нужных поверхностей (граней) и измените положение отверстия в соответствии с приведенным рисунком.




Для завершения операции нажмите **Применить** . Сохраните деталь, нажав кнопку **Сохранить**  на стандартной панели или **Файл** → **Сохранить**.





## Задание 2. Создание детали «sr\_2»





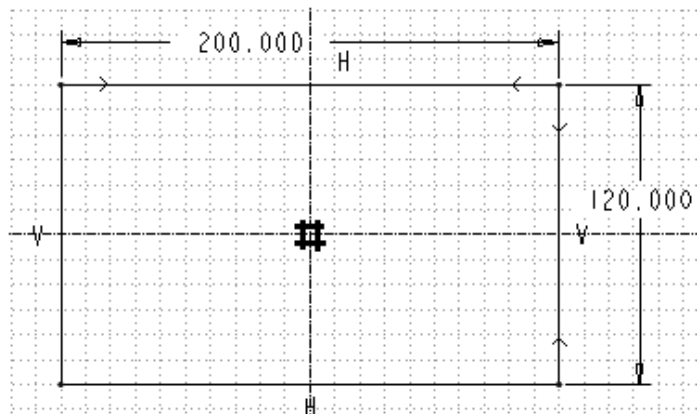
Работу начните с задания своей рабочей папки. Для этого в дереве папок найдите свою рабочую папку, выделите ее и нажмите правую клавишу мыши, в выпадающем меню выберите **Задать рабочую папку**.




Для создания нового объекта выберите **Файл** → **Новый** или нажмите кнопку **Новый**  на стандартной панели. В появившемся диалоговом окне укажите тип создаваемого документа **Деталь**, подтип **Твердотельная** и задайте имя документа «sr\_2». Для работы используйте **шаблон обработки по умолчанию** → **ОК**.



На панели инструментов выберите операцию **Вытягивание** . В открывшемся диалоговом окне во вкладке **Размещение** выберите **Задать**. В **Дереве модели** выберите для эскизирования плоскость **FRONT** и нажмите **Эскиз**.

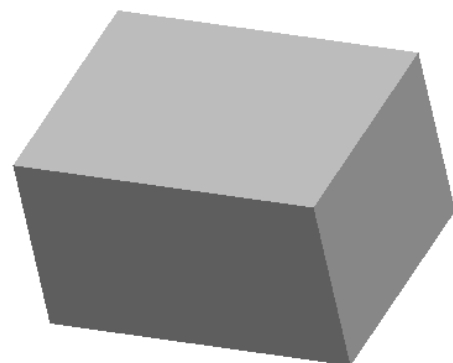
При необходимости включите сетку, нажав на кнопку **Показ Сетки**  на панели инструментов.


Начертите прямоугольник произвольных размеров, нажав на кнопку **Прямоугольник**  на панели рисования. С помощью команды **Изменить**  задайте размеры прямоугольника **120x200 мм**, предварительно выделив прямоугольник. В открывшемся диалоговом отметьте опцию **Регенерировать** и → **ОК**.




Разместите прямоугольник симметрично относительно осей. Для этого в пункте **Линия** \ выберите опцию **Осевая линия**  и нарисуйте две осевые линии. Для создания симметричного закрепления на панели рисования выберите закрепление **Симметричный** , выделите вертикальную осевую линию и обе вертикальные стороны прямоугольника. Аналогичную операцию выполните с горизонтальными сторонами. Завершите эскиз нажатием кнопки **Готово** .

В диалоговом окне измените ограничения вытягивания на **Вытянуть в одном направлении от плоскости эскиза на указанную глубину**  и задайте высоту детали **150 мм**. Для завершения операции нажмите **Применить** .

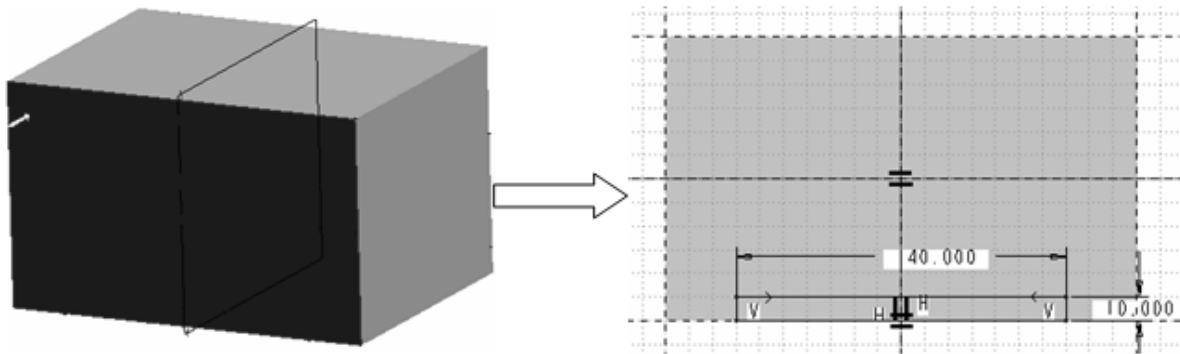






На панели инструментов выберите операцию **Вытягивание** . В открывшемся диалоговом окне во вкладке **Размещение** выберите

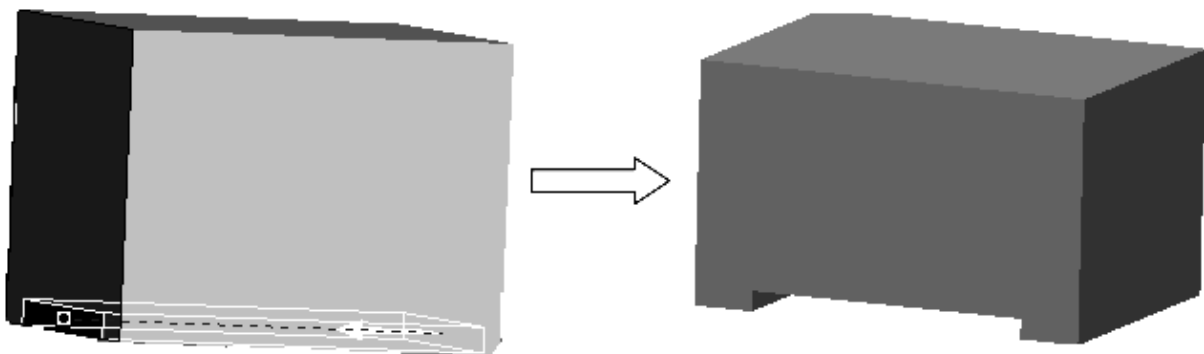
**Задать.** В появившемся диалоговом окне выберите плоскость для создания эскиза детали и нажмите **Эскиз**.



В режиме **Эскиз** на панели рисования выберите **Привязки**  и выделите все грани прямоугольника. Начертите прямоугольник с размерами 140x10 мм и расположить его симметрично относительно вертикальной оси координат как показано на рисунке.



Завершите эскиз нажатием кнопки **Готово** .




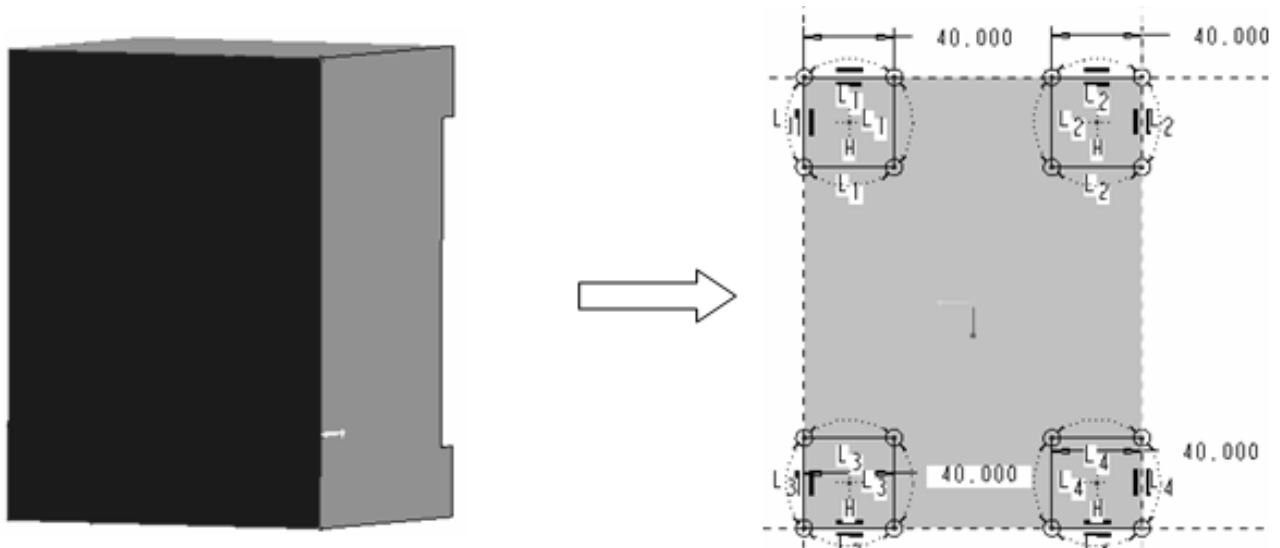
В диалоговом окне измените ограничения вытягивания на **Вытянуть до выбранной плоскости**  и выбрать плоскость, противоположную той, в которой был сделан эскиз, включите режим **Удаление материала** . При необходимости измените направление выдавливания, нажав **Направление глубины вытягивания**  (указанием мыши на стрелку направления выдавливания и нажав левую клавишу мыши), Для завершения операции нажмите **Применить** .







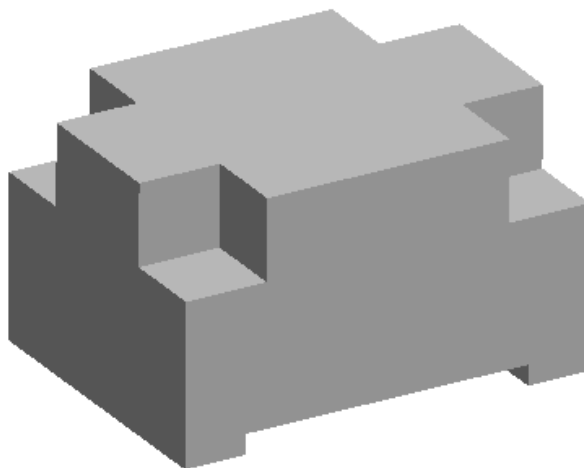
На панели инструментов выберите операцию **Вытягивание** . В открывшемся диалоговом окне во вкладке **Размещение** выберите **Задать**. В появившемся диалоговом окне выберите плоскость для создания эскиза детали и нажмите **Эскиз**. В режиме **Эскиз** на панели рисования выберите **Привязки**  и выделите все грани прямоугольника.



При помощи инструмента **Палитра**  нарисуйте квадрат, масштабом 40. При необходимости задайте закрепление **Совпадающий** .

Проделайте ту же операцию и с остальными углами. Завершите эскиз нажатием кнопки **Готово** .



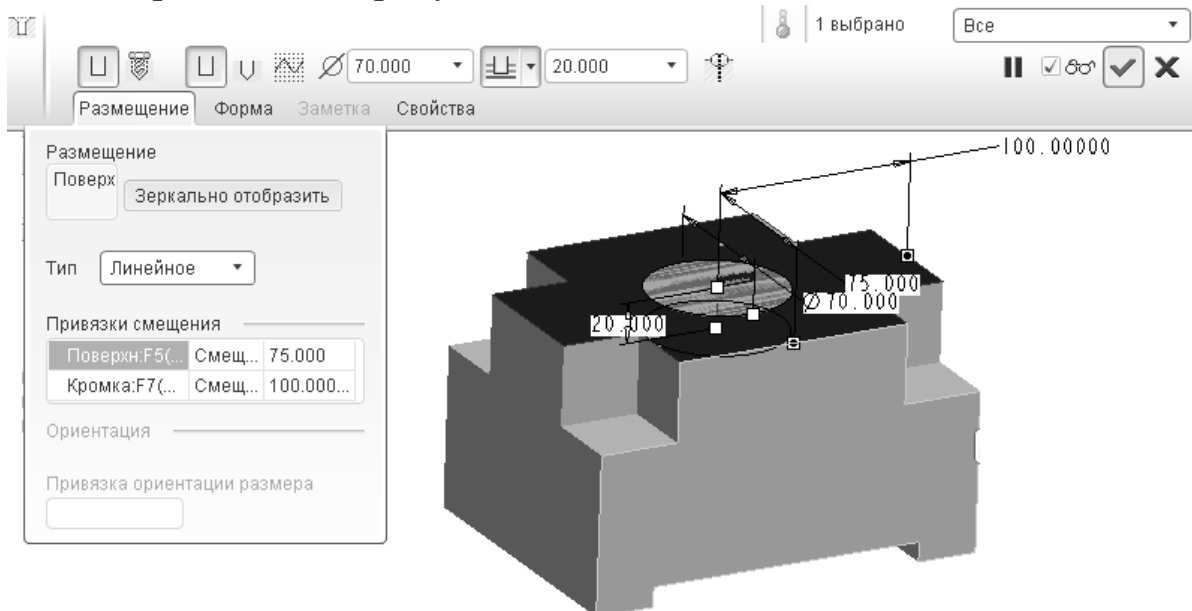
В диалоговом окне измените ограничения вытягивания на **Вытянуть на заданную глубину** , равную 40 мм, и включите режим **Удаление материала** . При необходимости измените направление выдавливания, нажав **Направление глубины вытягивания**  (указанием мыши на стрелку направления выдавливания и нажав левую клавишу мыши). Для завершения операции нажмите **Применить** .





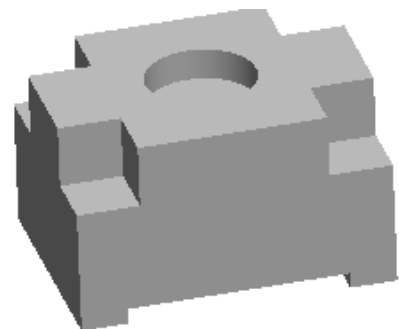
На панели инструментов выберите команду **Отверстие** . В открывшемся диалоговом окне выберите **Создание простого отверстия**, задайте **Диаметр отверстия** 70 мм, глубину отверстия **На указанную глубину** , равную 20 мм, и укажите место расположения отверстия.





При помощи мыши укажите месторасположение отверстия относительно боковых граней детали. Для этого динамически перетащите свободные привязки, подсвеченные зеленым цветом, до нужных поверхностей (граней) и измените положение отверстия в соответствии с приведенным рисунком.



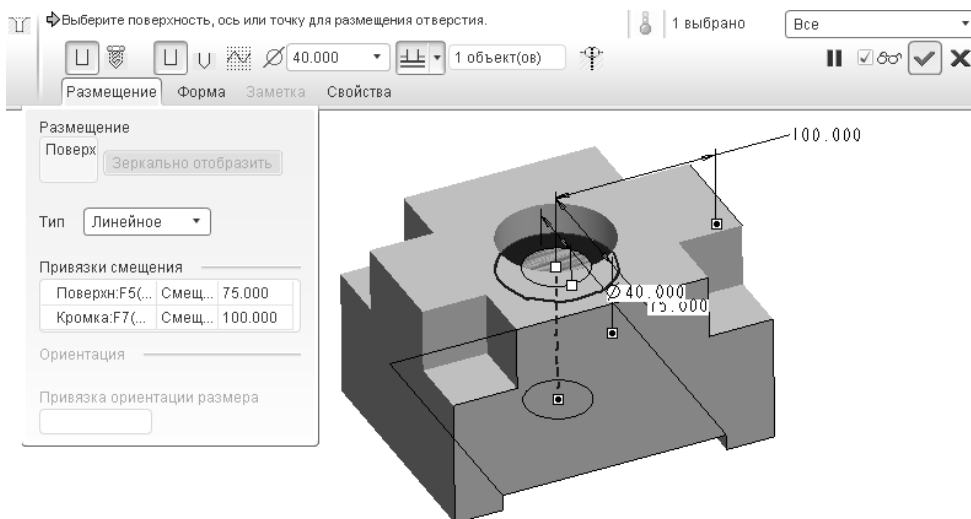
Для завершения операции нажмите **Применить** . Сохраните деталь, нажав кнопку **Сохранить**  на стандартной панели или **Файл**→**Сохранить**.





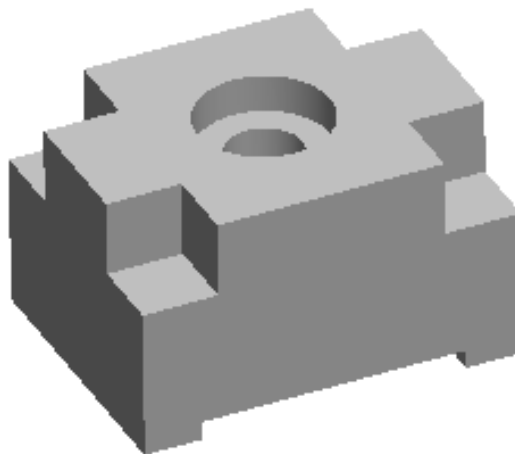
На панели инструментов выберите команду **Отверстие** . В открывшемся диалоговом окне выберите **Создание простого отверстия**, задайте **Диаметр отверстия 40 мм**, глубину отверстия **До выбранной плоскости**  (укажите нижнюю поверхность модели) и укажите место расположения отверстия.

При помощи мыши укажите месторасположение отверстия относительно боковых граней детали.

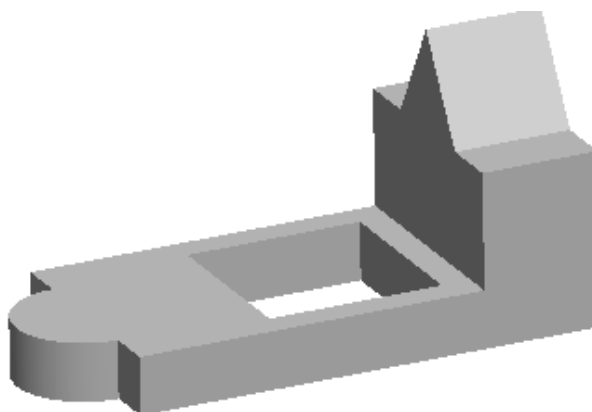
Для этого динамически перетащите свободные привязки, подсвеченные зеленым цветом, до нужных поверхностей (граней) и измените положение отверстия в соответствии с приведенным рисунком.



Для завершения операции нажмите **Применить** . Сохраните деталь, нажав кнопку **Сохранить**  на стандартной панели или **Файл**→ **Сохранить**.





### Задание 3. Создание детали «sr\_3»





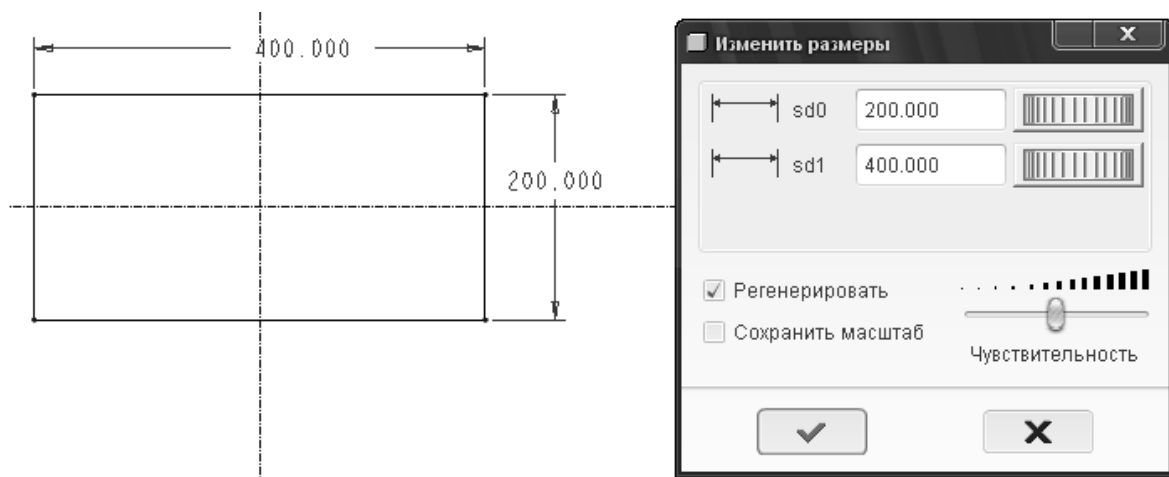
Работу начните с задания своей рабочей папки. Для этого в дереве папок найдите свою рабочую папку, выделите ее и нажмите пра-





вую клавишу мыши, в выпадающем меню выберите **Задать рабочую папку**.



Для создания нового объекта выберите **Файл** → **Новый** или нажмите кнопку **Новый**  на стандартной панели. В появившемся диалоговом окне укажите тип создаваемого документа **Деталь**, подтип **Твердотельная** и задайте имя документа «sr\_3». Для работы используйте **шаблон обработки по умолчанию** → **ОК**.

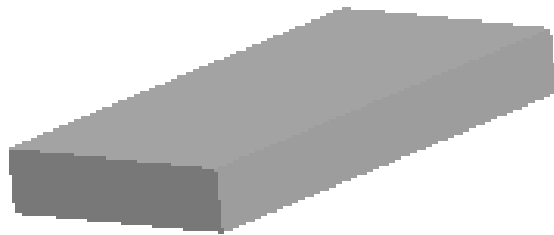
На панели инструментов выберите операцию **Вытягивание** . В открывшемся диалоговом окне во вкладке **Размещение** выберите **Задать**. В **Дереве модели** выберите для эскизирования плоскость **FRONT** и нажмите **Эскиз**.



Начертите прямоугольник произвольных размеров, нажав на кнопку **Прямоугольник**  на панели рисования. С помощью команды **Изменить**  в открывшемся окне задайте размеры прямоугольника 200x400 мм, предварительно выделив прямоугольник и отметьте опцию → **ОК**.

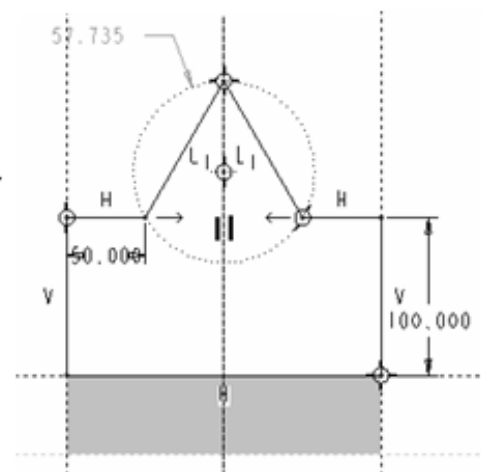
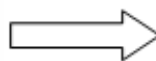
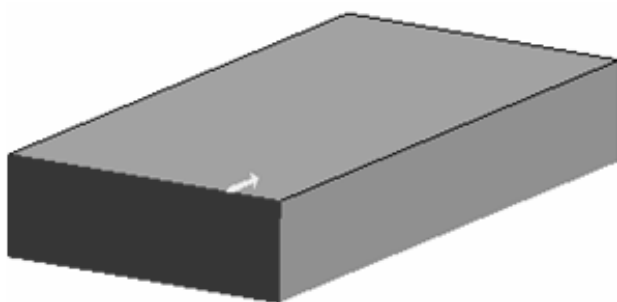






Разместите прямоугольник симметрично относительно осей. Для этого в пункте **Линия**  выберите опцию **Осевая линия**  и нарисуйте две осевые линии. Для создания симметричного закрепления на панели рисования выберите закрепление **Симметричный** , выделите вертикальную осевую линию и обе вертикальные стороны прямоугольника. Аналогичную операцию выполните с горизонтальными сторонами. Завершите эскиз нажатием кнопки **Готово** .




В диалоговом окне измените ограничения вытягивания на **Вытянуть в одном направлении от плоскости эскиза на указанную глубину**  и задайте высоту детали **50 мм**. Для завершения операции нажмите **Применить** .





На панели инструментов выберите операцию **Вытягивание** . В открывшемся диалоговом окне во вкладке **Размещение** выберите **Задать**. В появившемся диалоговом окне выберите плоскость для создания эскиза детали и нажмите **Эскиз**. В режиме **Эскиз** на панели рисования выберите **Привязки**  и выделите все грани прямоугольника.

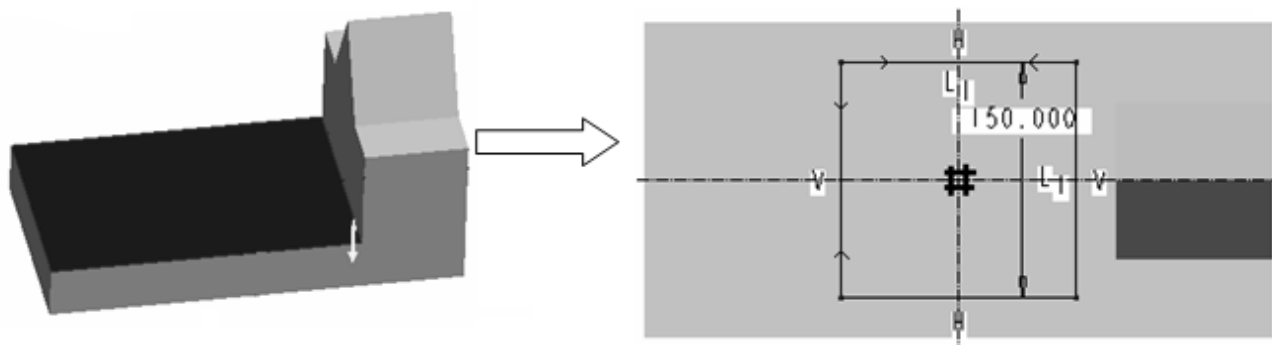




Начертите прямоугольник высотой **100 мм**. С помощью инструмента **Палитра**  вставьте в эскиз треугольника, масштабом **100** и расположите его симметрично относительно вертикальной оси как показано на рисунке, а также назначьте закрепление **Совпадающий**  для верхней грани прямоугольника и основания треугольника, вершины треугольника и вертикальной осевой линии. Все лишние линии удалите, выбрав на панели рисования команду **Удалить сегмент**  и завершите эскиз нажатием кнопки **Готово** .



В диалоговом окне измените ограничения вытягивания на **Вытянуть в одном направлении от плоскости эскиза на указанную глубину**  и задайте глубину выдавливания **100 мм**. При необходимости измените направление выдавливания, нажав **Направление глубины вытягивания**  (указанием мыши на стрелку направления выдавливания и нажав левую клавишу мыши), Для завершения операции нажмите **Применить** .





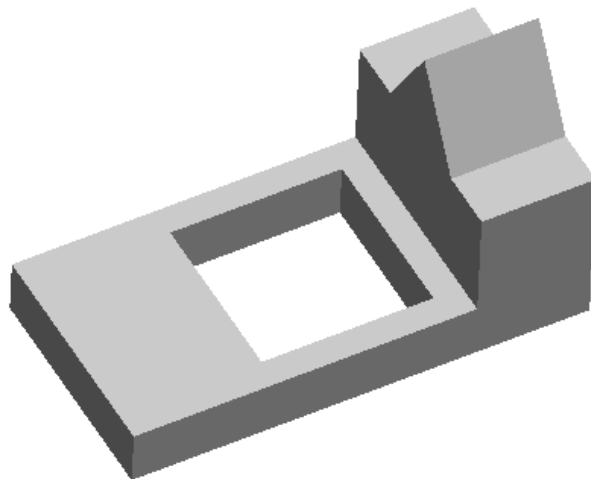
На панели инструментов выберите операцию **Вытягивание** . В открывшемся диалоговом окне во вкладке **Размещение** выберите **Задать**. В появившемся диалоговом окне выберите плоскость для создания эскиза детали и нажмите **Эскиз**. В режиме **Эскиз** на панели рисования выберите **Привязки**  и выделите нужные для построения грани модели.





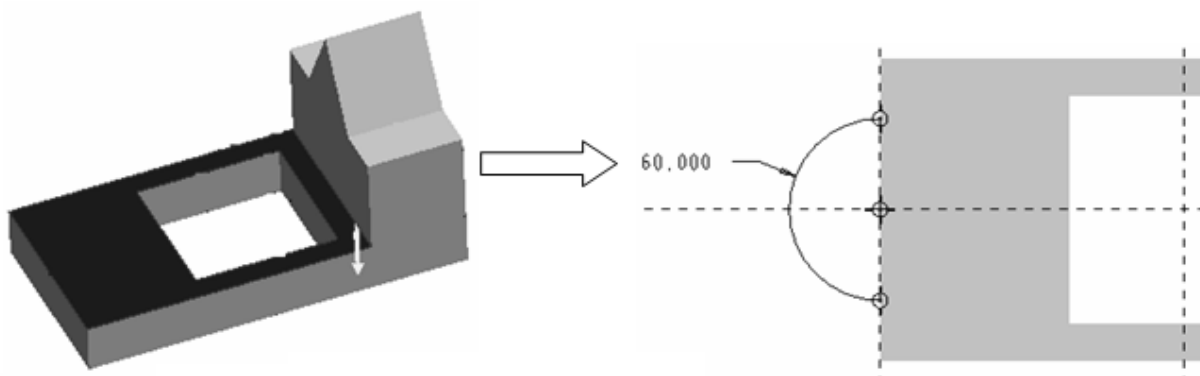
Начертите прямоугольник произвольных размеров. Для придания вырезу формы квадрата используйте закрепление **Равные длины**  и выделите две, взаимно перпендикулярные стороны. Задайте размер стороны квадрата **150 мм** и расположите его симметрично относительно осей как показано на рисунке. Завершите эскиз нажатием кнопки **Готово** .



В диалоговом окне измените ограничения вытягивания на **Вытянуть до выбранной плоскости**  (укажите нижнюю поверхность модели) и включите режим **Удаление материала** .





При необходимости измените направление выдавливания, нажав **Направление глубины вытягивания**  (указанием мыши на стрелку направления выдавливания и нажав левую клавишу мыши), Для завершения операции нажмите **Применить** .

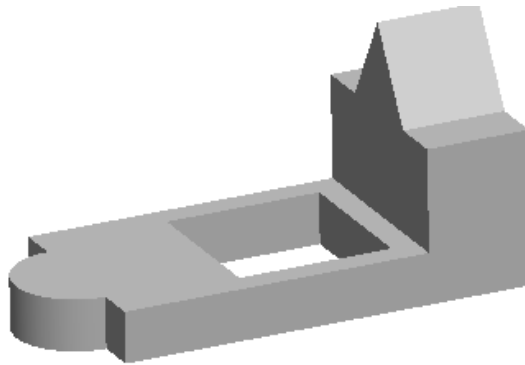


На панели инструментов выберите операцию **Вытягивание** . В открывшемся диалоговом окне во вкладке **Размещение** выберите **Задать**. В появившемся диалоговом окне выберите плоскость для создания эскиза детали и нажмите **Эскиз**. В режиме **Эскиз** на панели рисования выберите **Привязки**  и выделите нужные для построения грани модели.

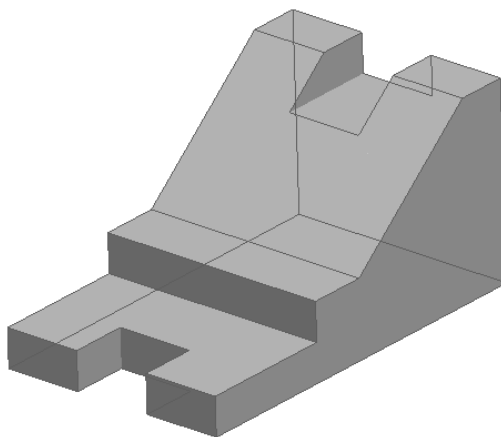


С помощью команды **Дуга**  на панели рисования постройте дугу, радиусом **60 мм**, с центром на оси симметрии детали. Завершите эскиз нажатием кнопки **Готово** .

В диалоговом окне измените ограничения вытягивания на **Вытянуть до выбранной плоскости**  (укажите противоположную поверхность модели) и измените направление выдавливания, нажав **Направление глубины вытягивания**  (указанием мыши на стрелку направления выдавливания и нажав левую клавишу мыши), если это необходимо. Для завершения операции нажмите **Применить** . Сохраните деталь, нажав кнопку **Сохранить**  на стандартной панели или **Файл** → **Сохранить**.



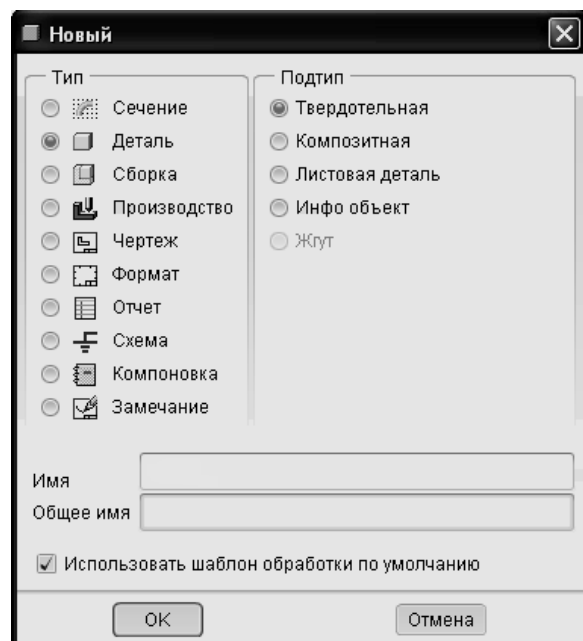
#### Задание 4. Создание детали «sr\_4»




Работу начните с задания своей рабочей папки.

Для этого в дереве папок найдите свою рабочую папку, выделите ее и нажмите правую клавишу мыши, в выпадающем меню выберите **Задать рабочую папку**.


Для создания нового объекта выберите **Файл** → **Новый** или нажмите кнопку **Новый**  на стандартной панели. В появившемся диалоговом окне укажите тип создаваемого документа **Деталь**, подтип **Твердотельная** и задайте имя документа без пробелов «sr\_4». Для работы используйте **шаблон обработки по умолчанию** → **ОК**.



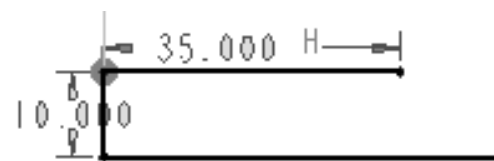
Создание детали начните с инструмента **Вытягивания** , иконка которого расположена на панели инструментов в правой части экрана. В открывшемся диалоговом окне во вкладке **Размещение** выберите **Задать**.


В **Дереве модели** выберите для эскизирования плоскость **FRONT** из дерева модели и нажмите **Эскиз**.

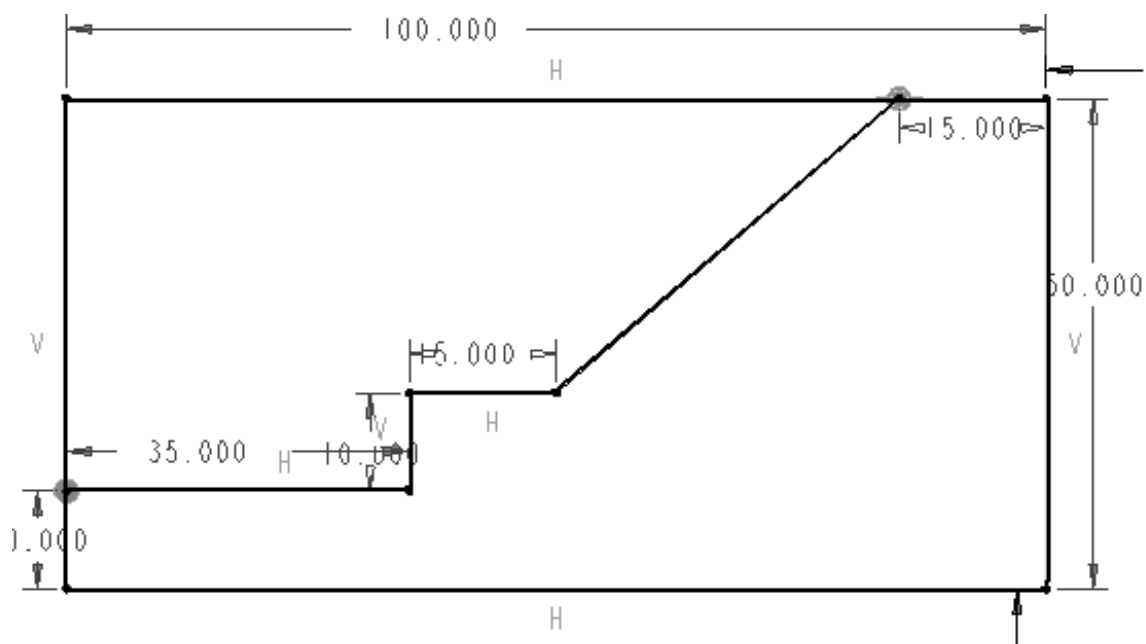
Создайте прямоугольник с произвольными размерами.


Измените размеры прямоугольника, дважды щелкнув на размер и задайте нужное значение, или выделите размер, нажмите на кнопку **Изменить**  и задайте размеры сторон 100 и 50 мм.

От левой стороны прямоугольника начертите горизонтальную линию длиной 35 на расстоянии от низа прямоугольника 10 мм.

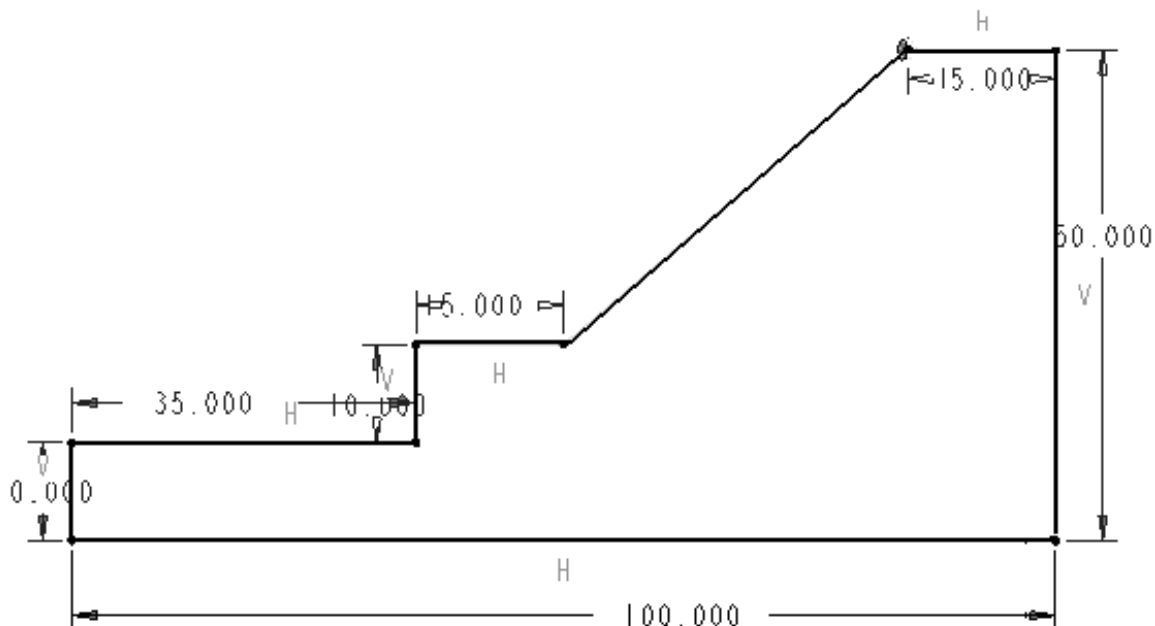


Далее вертикально вверх чертим отрезок длиной 10 мм, затем горизонтальную длиной 15 мм, после командой **Точка**  ставим точку в правом верхнем углу на расстоянии 15 мм от края и соединяем эту точку с краем последнего отрезка.



Удаляем ненужные линии с помощью команды **Удалить сегмент** .



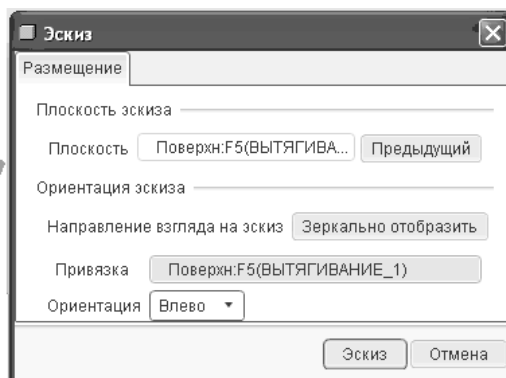
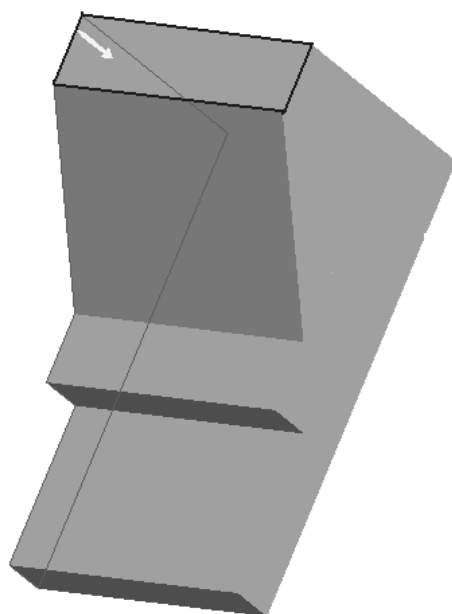



Завершите эскиз нажатием кнопки **Готово**

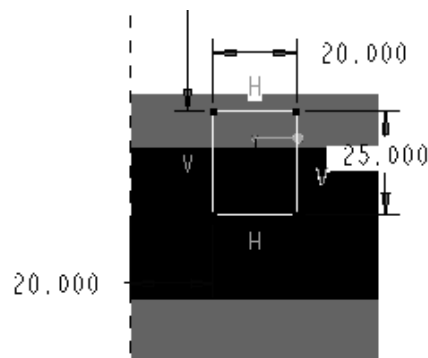
В диалоговом окне измените ограничения вытягивания на **Вытянуть в одном направлении от плоскости эскиза на указанную глубину** и задайте высоту детали **60 мм**. Для завершения операции нажмите **Применить** .


На панели инструментов снова выберите операцию **Вытягивание** . В открывшемся диалоговом окне во вкладке **Размещение** выберите **Задать**.

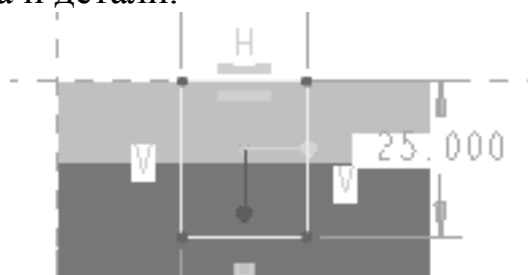
В появившемся диалоговом окне выберите плоскость для создания эскиза детали и нажмите **Эскиз**.





В режиме **Эскиз** на панели рисования выберите **Привязки**  и выделите все грани прямоугольника. Чертите прямоугольник размерами 20 на 25 мм и с отступом от одной из боковых граней детали на 20 мм.





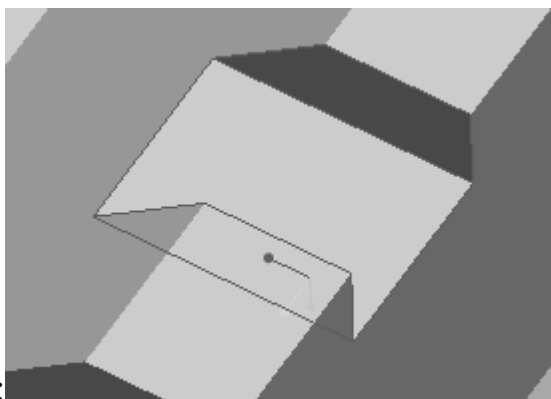
Чтобы одна сторона прямоугольника совпала с краем детали нужно задать закрепление **Совпадающий**  → выберите нужные грани прямоугольника и детали.




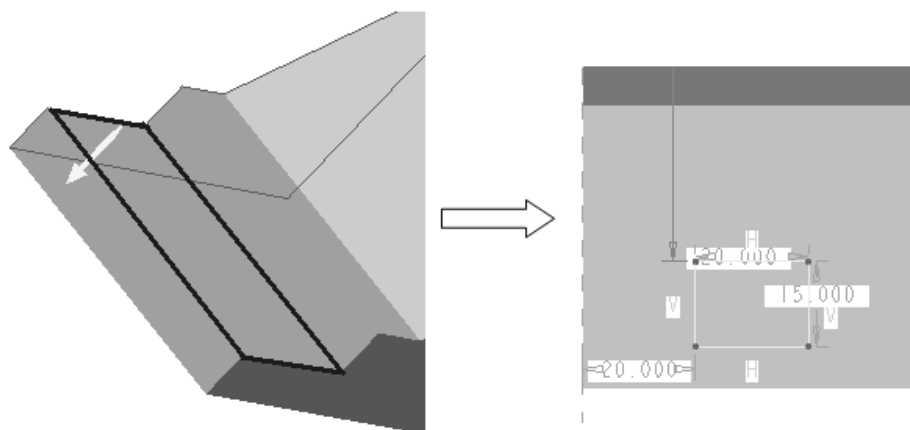
Завершите эскиз нажатием кнопки **Готово** .


В диалоговом окне измените ограничения вытягивания на **Вытянуть в одном направлении от плоскости эскиза на указанную глубину**  и задайте глубину выреза **30 мм** и включите режим **Удаление материала** .

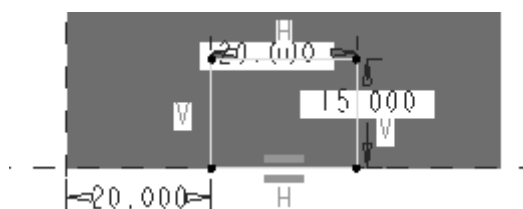
При необходимости измените направление выдавливания, нажав **Направление глубины вытягивания**  (указанием мыши на стрелку направления выдавливания и нажав левую клавишу мыши), Для завершения операции нажмите **Применить** .






На панели инструментов снова выберите операцию **Вытягивание** . В открывшемся диалоговом окне во вкладке **Размещение** выберите **Задать**. В появившемся диалоговом окне выберите плоскость для создания эскиза детали и нажмите **Эскиз**. Создайте прямоугольник с размерами 20 на 15 мм.

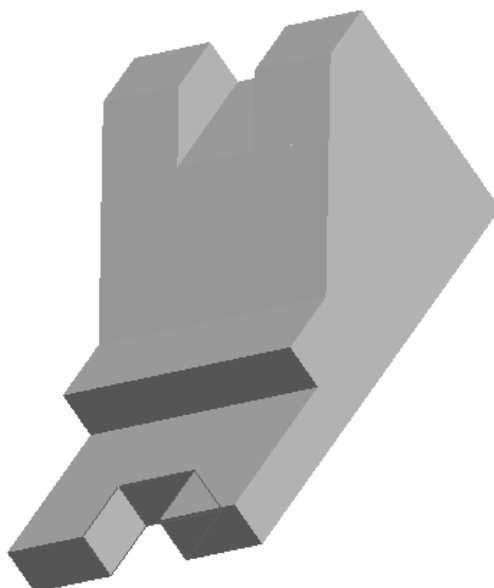
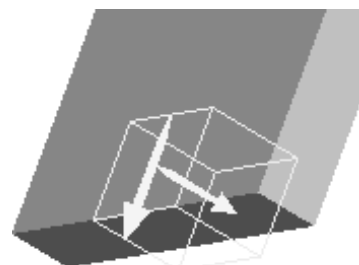


Задать закрепление **Совпадающий**  и выберите нужные грани прямоугольника и детали.



Завершите эскиз нажатием кнопки **Готово** .

В диалоговом окне измените ограничения вытягивания до **пересечения со всеми поверхностями (насквозь)** и включите режим **Удаление материала** . При необходимости измените направление выдавливания, нажав **Направление глубины вытягивания**  (указанием мыши на стрелку направления выдавливания и нажав левую клавишу мыши). Для завершения операции нажмите **Применить** .




## 2.9. Техника создания базовых элементов

### Типы базовых элементов

Базовые (опорные) элементы детали располагаются на панели инструментов или на стандартной панели во вкладке **Вставить** → **Опорный элемент модели** → **Плоскость, Точка, Система координат, Эскиз, Кривая**.

<b>Точки</b>	
 Точка...	Опорный элемент – Точки
 Смещение от системы координат	Точки, заданные на отступе от выбранной системы координат
 Точка поля...	Плавающая точка, принадлежащая поверхности или ребру
<b>Координатные системы</b>	
 система координат...	Опорный элемент – Система координат
Система ординат по умолчанию	Координатная система, созданная по умолчанию
<b>Кривые</b>	
 Кривая...	Опорный элемент – Кривые
 Эскиз...	Рисованные кривые
<b>Плоскости</b>	
 Плоскость...	Опорный элемент – Плоскости
Смещение плоскостей	Плоскости, созданные с отступом от координатной системы
<b>Оси</b>	
 Ось...	Опорный элемент – Ось

### Создание базовых плоскостей

Для создания базовой плоскости выберите **Плоскость**  на панели инструментов или **Вставить** → **Опорный элемент модели** → **Плоскость**.

Базовую плоскость в модели можно разместить со следующими условиями:

**Через** — размещение плоскости через выбранную привязку;

**Смещение** — размещение плоскости на отступе от выбранной привязки на определенном расстоянии;

**Параллельно** — размещение плоскости параллельно выбранной привязке на определенном расстоянии;


**По нормали** — размещение плоскости перпендикулярно выбранной привязке;

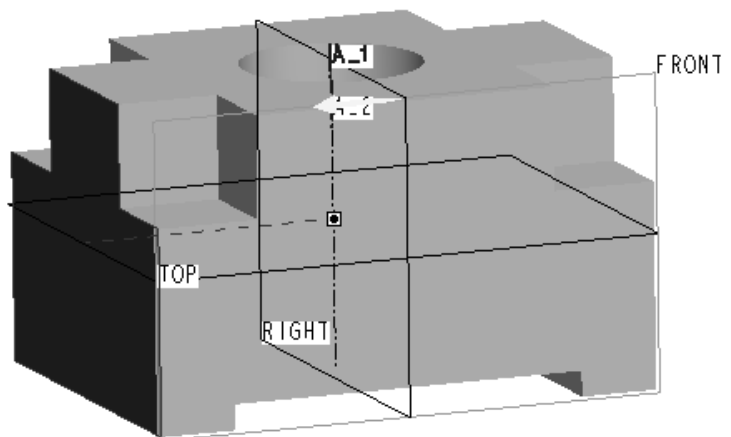
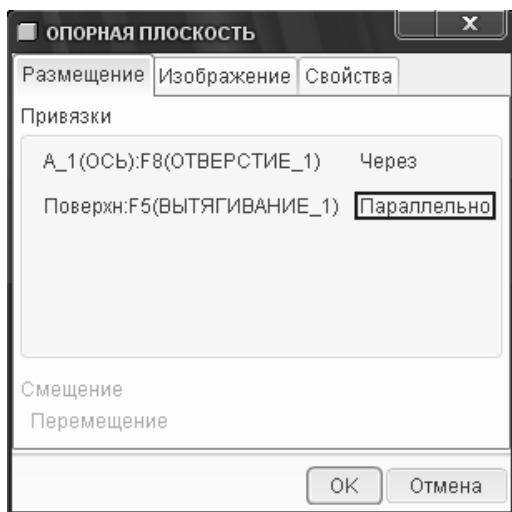
**Касательно** — размещение плоскости касательно выбранной привязке.

**Примечание.** 1. Выбор нескольких привязок для задания комбинации условий производится при помощи клавиши **Ctrl** и мыши. 2. Плоскость не может быть построена, пока не указаны все необходимые условия ее размещения.


**Задание 1.** Создание базовой плоскости, проходящей через ось параллельно выбранной привязке

Для работы с базовыми элементами используем заранее созданную деталь «sr\_2».

На панели инструментов выберите **Плоскость** . В открывшемся диалоговом окне **Опорная плоскость** укажите ось, через которую будет проходить плоскость, и поверхность, параллельно которой должна располагаться плоскость; напротив указанной поверхности выберите условие размещения **Параллельно** → **ОК**.



### *Создание базовых осей*

Для создания базовой оси выберите **Ось**  на панели инструментов или **Вставить** → **Опорный элемент модели** → **Ось**.

Базовую ось в модели можно разместить со следующими условиями:

**через** — размещение оси, проходящей через выбранную привязку;

**смещение** — размещение оси на отступе от выбранной привязки на определенном расстоянии, когда используется условие **По нормали**;


**по нормали** — размещение оси перпендикулярно выбранной привязке с заданием отступов **Смещение** от других привязок;

**касательно** — размещение оси касательно выбранной привязке (ребру или кривой);

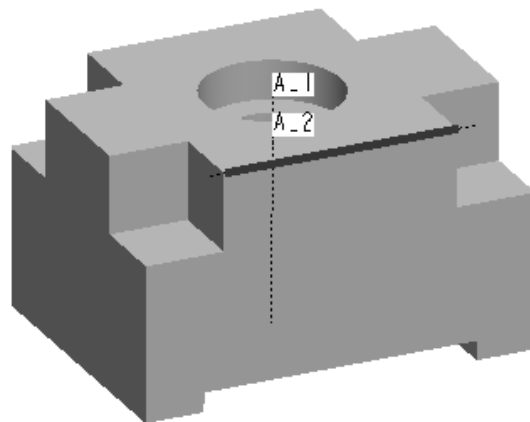
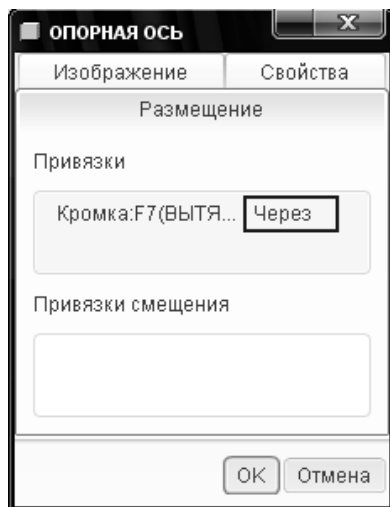
**от точки к точке** – размещение оси, проходящей через две точки (вершины).

**Примечание.** 1. Выбор нескольких привязок для задания комбинации условий производится при помощи клавиши **Ctrl** и мыши.


**Задание 2.** Создание базовой оси, проходящей через ребро

На панели инструментов выберите **Ось**  или **Вставить** → **Опорный элемент модели** → **Ось**.

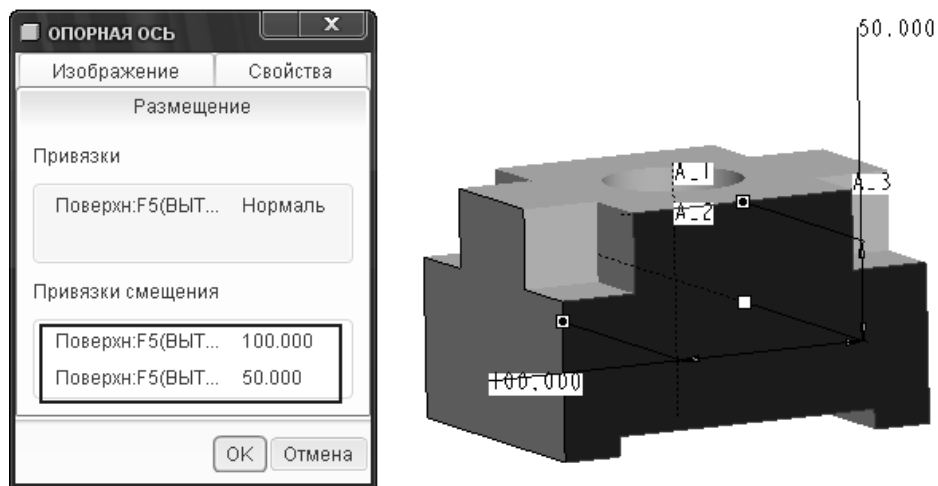
В открывшемся диалоговом окне **Опорная ось** укажите ребро, через которое должна пройти ось и выберите условие размещения **Через** → **ОК**.



**Задание 3.** Создание базовой оси, перпендикулярной к плоскости отступов от других привязок

На панели инструментов выберите **Ось**  или **Вставить** → **Опорный элемент модели** → **Ось**.

В открывшемся диалоговом окне **Опорная ось** в привязках укажите плоскость размещения оси с условием **По нормали**, а для привязок смещения выберите одну из боковых и верхнюю поверхность детали и укажите параметры смещения → **ОК**.



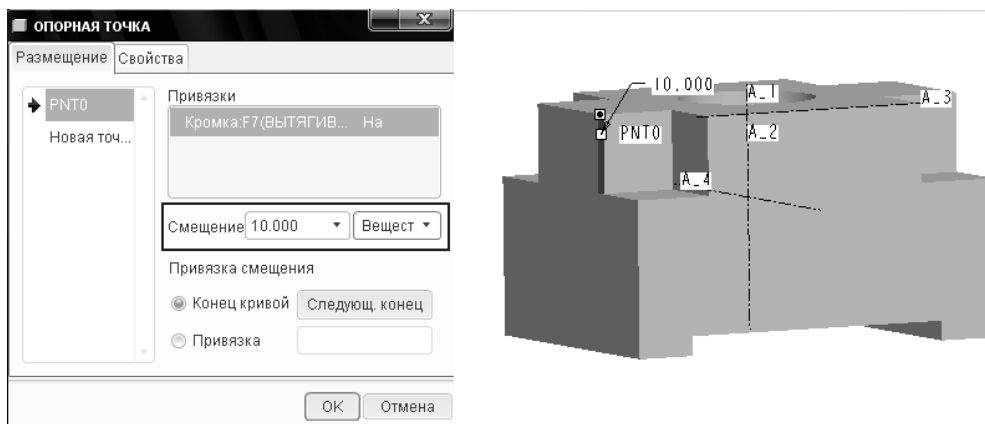
### Создание базовых точек

Для создания базовых точек выберите **Точка**  $\times \times$  на панели инструментов или **Вставить** → **Опорный элемент модели** → **Точка**.

#### Задание 4. Создание базовой точки на ребре

На панели инструментов выберите **Точка**  $\times \times$  или **Вставить** → **Опорный элемент модели** → **Точка**.

В открывшемся диалоговом окне **Опорная точка** в привязках укажите ребро для размещения точки и величину смещения от крайней точки выбранной кривой **10 мм** в **вещественном представлении** → **ОК**.



### Работа с координатными системами

Координатная система является вспомогательной операцией, которая может быть добавлена в деталь или сборку и служит для:


- ◆ подсчета массовых характеристик;

- ◆ сборки компонентов;
- ◆ привязки других операций (других координатных систем, точек, плоскостей, импортированной геометрии, и т. д.);
- ◆ в ряде случаев используется при моделировании для указания направления операции.

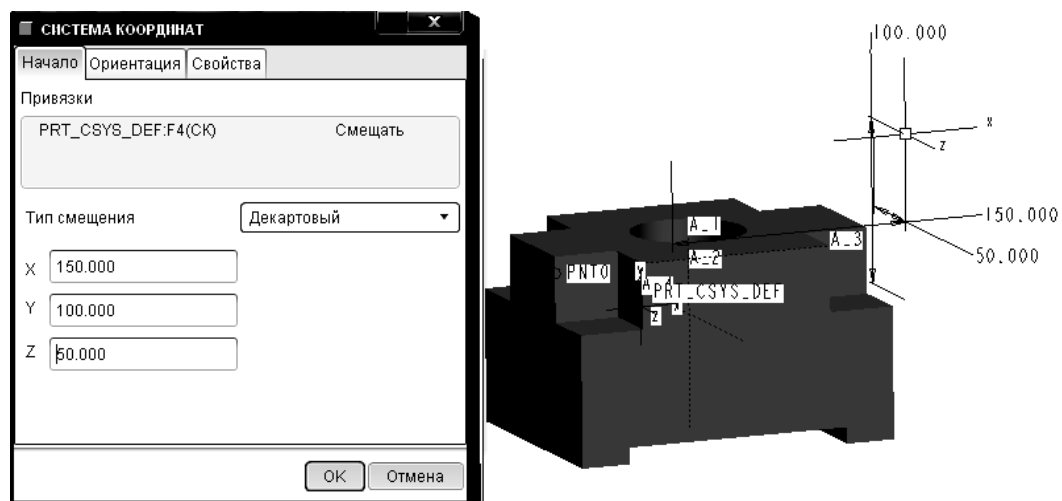
Типы координатных систем:


- 1) декартова — координаты интерпретируются как значения  $X$ ,  $Y$  и  $Z$ ;
- 2) цилиндрическая — координаты интерпретируются как значения радиуса  $r$ , угла  $theta$  ( $\Theta$ ) и величины  $Z$ ;
- 3) сферическая — координаты интерпретируются как значения радиуса  $r$ , угла  $theta$  ( $\Theta$ ) и угла  $phi$  ( $\Psi$ ).

**Задание 5.** Создание координатной системы на отступе от выбранной координатной системы

На панели инструментов выберите **Система координат**  или **Вставить** → **Опорный элемент модели** → **Система координат**.

В открывшемся диалоговом окне **Система координат** в привязках укажите из **Дерева модели** систему координат по умолчанию, тип смещения **Декартовый** и задайте параметры смещения по трем осям → **ОК**.



Завершите работу, сохранив все изменения сделанные в детали (кнопка **Сохранить**  на стандартной панели или **Файл** → **Сохранить**).



### 3. Основы и техника разработки чертежей

#### 3.1. Общие сведения о чертежах

По определению известного геометра, механика, профессора Н.А. Рынина, черчение является звеном, соединяющим математические, физические и другие естественные науки с техническими.

Черчение — учебная дисциплина, раскрывающая методы и способы построения чертежа, правила его оформления и является основным элементом технического творчества.

Что такое чертеж?

**Чертеж** — это документ, содержащий изображение изделия (или архитектурного сооружения), а также другие данные (размеры, масштаб, технические требования), необходимые для его изготовления (строительства) и контроля. Например, для того чтобы изготовить деталь «Рамка», надо знать ее форму, размеры, материал, из которого она будет изготовлена. Все перечисленные данные должен содержать чертеж.

На чертежах изображаются различные изделия: детали, сборочные единицы комплекты, комплексы.

**Изделие** — любой предмет или набор предметов, подлежащих изготовлению.

**Деталь** (от фр. detail) — изделие или часть изделия изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций. Например: гайка, болт, иголка.

**Сборочная единица** — изделие, составные части которого подлежат соединению между собой сборочными операциями (свинчиванием, клепкой, сваркой, сшиванием). Например: автомобиль, станок.

**Комплект** (от лат. completus — полный) — набор каких-либо предметов, отвечающих определенному назначению. Например: набор столярных инструментов, набор фломастеров.

**Комплекс** (от лат. complexus — связь, сочетание) — совокупность чего-либо, образующих одно целое. Например: токарно-фрезерный цех, луноход.

Изучение черчения способствует развитию образного и логического мышления, сообразительности, внимания, усидчивости и аккуратности, так необходимых людям различных профессий.

Каждая машина, аппарат или прибор состоит из отдельных деталей.

Деталью называется часть изделия, изготовленная без применения сборочных операций.

По форме любая техническая деталь является сочетанием поверхностей геометрических тел (цилиндрических, конических, сферических, тороидальных, призматических и др.) и конструктивных элементов.

**Элементом детали** называется часть детали, имеющая определенное назначение. К наиболее распространенным элементам детали относятся (рис. 1):

- галтель 1 — криволинейная поверхность плавного перехода от меньшего сечения вала к большему;
- буртик 2 — кольцевое утолщение вала, составляющее с ним одно целое;
- шлица 3 — паз в виде прорези или канавки на валу или в отверстии, а также прорези в головках винтов и шурупов под отвертку;
- проточка 4 — кольцевой желобок на валу или в отверстии, необходимый, например, для выхода резьбонарезного инструмента или для других технологических целей;
- ребро 5 — тонкая стенка, чаще всего треугольной формы, для усиления жесткости конструкции;
- бобышка 6 — низкий цилиндрический или конический прилив, который дается обычно в месте установки болта, что упрощает обработку опорной поверхности;
- торец 7 — поперечная грань стержня или бруска;
- шпоночная канавка 8 — углубление в валу или прорезь в отверстии для установки шпонки.

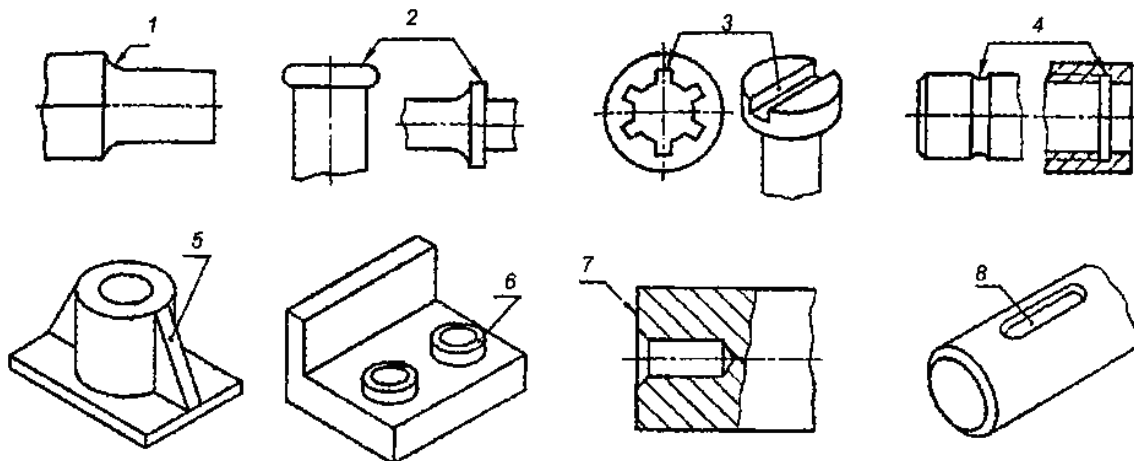


Рис. 1. Распространенным элементам детали

Все работы в современном производстве выполняются по чертежам. Чертеж нужен для изготовления деталей, сборки и установки машин, для ремонта и контроля изделий и их составных частей.

В зависимости от назначения и содержания различают:

**проектные чертежи**, которые определяют основное конструктивное устройство и принцип работы изделия;

**рабочие чертежи**, предназначенные для непосредственного применения на производстве. Рабочие чертежи разрабатываются на основе проектных чертежей;

**Рабочим чертежом детали** называется документ, содержащий изображение детали и данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

Рабочий чертеж детали — основной технический документ производства изделия, т. е. документ, по которому осуществляют изготовление детали. По чертежу узнают о форме детали, размерах, точности обработки, о материале, из какого она должна быть сделана, и требованиях к качеству ее поверхностей.

Чертеж детали выполняют либо в процессе проектирования на основе сборочного чертежа, либо по эскизу, снятому с натуры.

**Эскиз** — это чертеж временного характера, выполненный обычно без применения чертежных инструментов. Он служит, как правило, основанием для выполнения чертежей деталей. Поэтому эскиз содержит все необходимые данные для изготовления, изображенного на нем предмета. Отличается эскиз от чертежа детали только тем, что он исполнен от руки, без соблюдения точного масштаба, а пропорциональность частей детали установлена на глаз. От качества эскиза зависит качество проектных и рабочих чертежей.

Чертежные виды должны содержать всю необходимую информацию для производства детали. Эта информация включает в себя **размеры, оси, примечания, спецификации, таблицы**. Также Вы можете располагать на чертеже дополнительную информацию, такую как **допуски и посадки на размеры, геометрические допуски, символы обработки поверхностей, собственные символы и т.д.**

Существует несколько базовых типов видов, которые Вы можете создать в Pro/ENGINEER.

- **Общий** — обычно, это первый размещаемый вид на чертеже. Он может иметь зависимые виды, находящиеся с ним в проекционной связи. Общий вид может быть помещен в любое место чертежа, с любой ориентацией и с любым масштабом. Обновление главного вида повлияет на отображение зависимых видов.

- **Проекционный** – ортогональная проекция другого вида, повернутая на 90 градусов в горизонтальном или вертикальном направлении. Масштаб проекционного вида зависит от масштаба вида, на который он ссылается.
- **Выносной** – небольшая часть модели, увеличенная в масштабе для показа небольших элементов модели (проточки, фаски и тд). Выносной вид строится как увеличенный элемент указанного вида с определенными границами. Вид содержит стрелку с указанием его имени и масштаба. Выносной вид сохраняет ориентацию родительского вида, но, как правило, имеет больший масштаб.
- **Дополнительный** – специальный тип проекционного вида.

После размещения видов, можно показать на них размеры, созданные в 3D, или создать чертежные размеры (в том случае, если размерная схема, требуемая на чертеже, не совпадает с размерной схемой модели). Дополнительно можно устанавливать свой масштаб видов, и листов чертежа. При перемещении вида по чертежу, все его зависимые виды, будет также перемещаться.

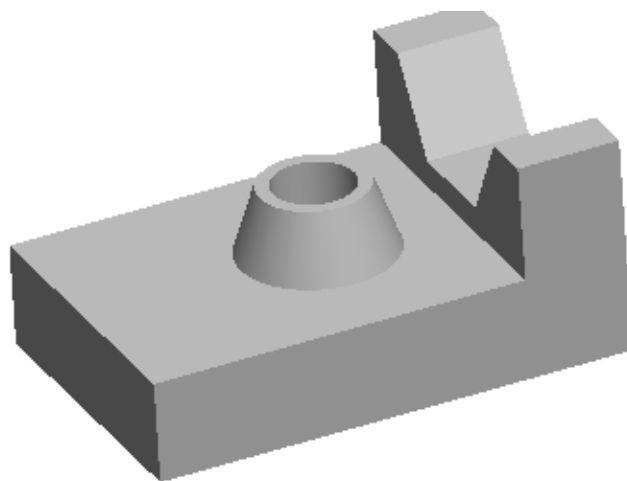
Инструменты образмеривания позволяют добавлять на чертеж размеры непосредственно из модели деталей или сборок. Добавляйте размеры простым выбором и дальнейшим выбором, какие размеры отобразить на чертеже, а какие нет. Так как размеры, которые помещенные на чертеж, созданы в модели, то нет необходимости пересоздавать их на чертеже.

Еще одной особенностью чертежей в Pro/ENGINEER является их двунаправленная ассоциативность. Это означает, что независимо от того, где изменяется размер в модели или на чертеже, модель автоматически обновиться по всей цепочке.


Если размерная схема, требуемая на чертеже, не совпадает с размерной схемой модели, можно создать собственные размеры, которые будут присутствовать только в чертеже, и не будут влиять на изменение геометрии. Тем не менее, эти размеры будут обновляться, если изменится геометрия, которую они описывают.


## 3.2. Техника создания чертежа

### Задание 1. Построение чертежа детали «sr\_1»

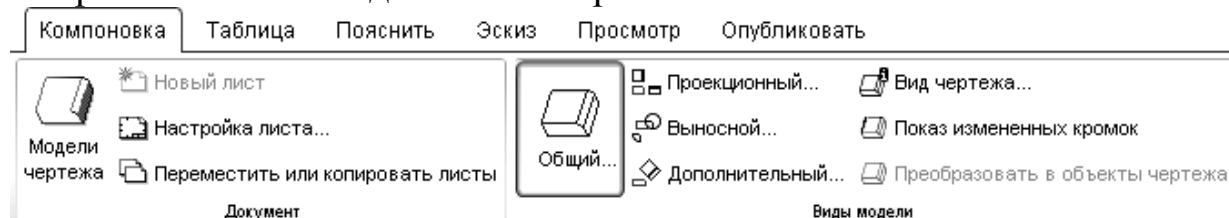
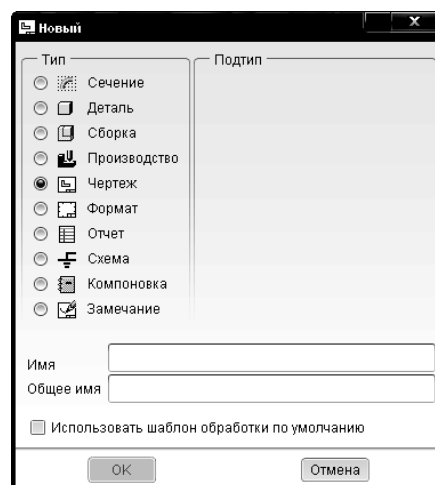


Для построения чертежей используем уже созданные детали.

Для создания чертежа выберите **Файл** → **Новый** или нажмите кнопку **Новый**  на стандартной панели. В появившемся диалоговом окне выберите **Чертеж** и задать имя чертежа, снимите галочку с опции **использовать шаблон обработки по умолчанию** → **ОК**.

Модель по умолчанию выберите деталь, чертеж которой строите. Задайте шаблон обработки **Пустой с форматом** и, просмотрев форматы, выберите формат **a4.frm** → **ОК**. Так как данный чертеж содержит 1 лист, то для перехода в режим черчения нажмите **Готово**  или клавишу **Enter**.

Во вкладке **Компоновка** выберите **Общий** → **Вид чертежа** → в дереве модели выберите свою деталь → **ОК** и укажите место расположения вида на поле чертежа.



Задайте параметры атрибутов вида в появившемся диалоговом окне **Вид чертежа**.

В категории **Тип вида** задайте **Имя вида** (например, главный вид), сориентируйте модель на чертежном виде, выбрав метод ориен-

тации **Геометрические привязки**. Для получения желаемой проекции выберите соответствующие грани или плоскости модели:

**спереди** – поверхность (грань, плоскость), которая будет спереди относительно экрана;

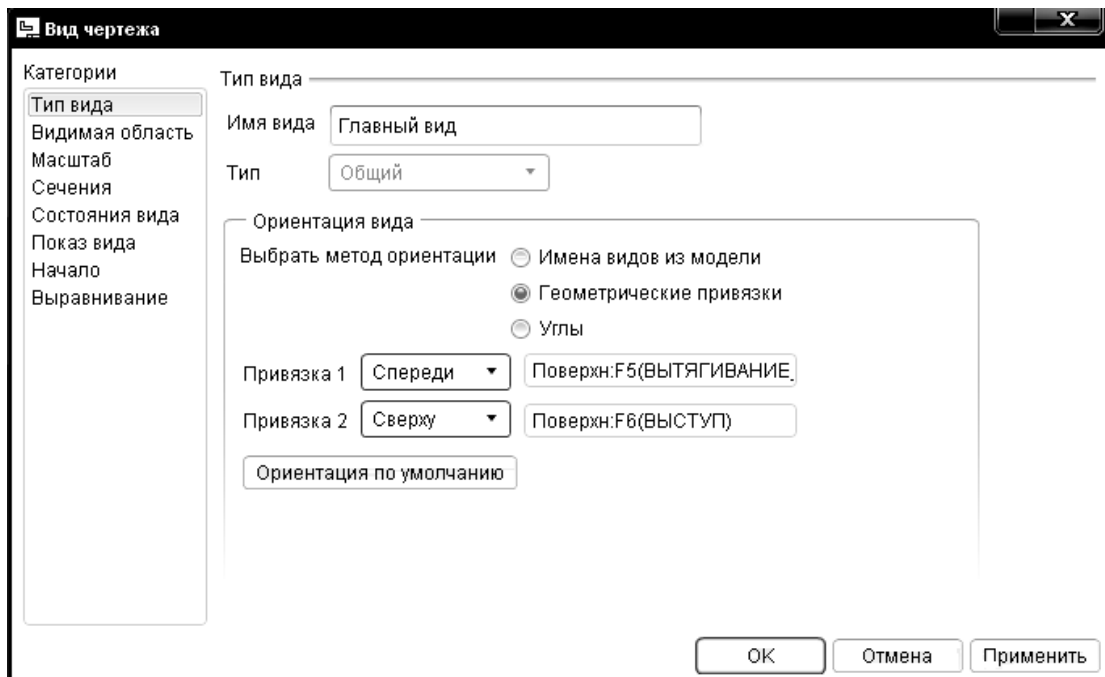
**сзади** – поверхность (грань, плоскость), которая будет сзади относительно экрана;

**сверху** – поверхность (грань, плоскость), которая будет вверху;

**снизу** – поверхность (грань, плоскость), которая будет снизу;

**слева** – поверхность (грань, плоскость), которая слева;

**справа** – поверхность (грань, плоскость), которая будет справа.



В качестве привязки **Спереди** выберите переднюю поверхность модели, а **Сверху** – поверхность выступа.

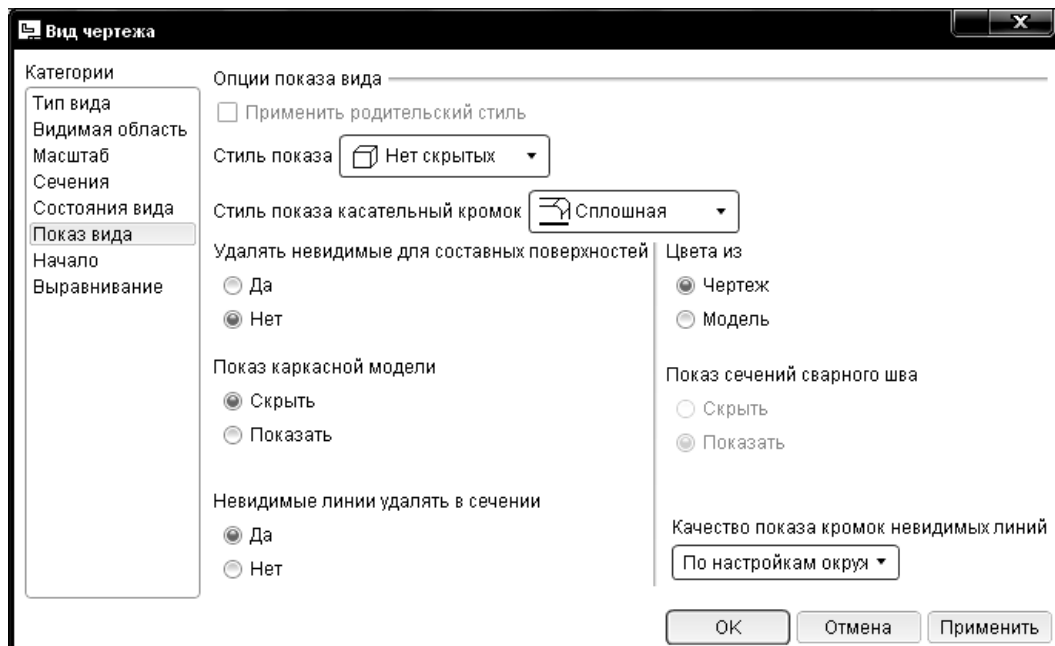
Также для ориентации модели на чертежном виде можно использовать ранее сохраненные в модели ракурсы  **Имена видов из модели**, но для этого они заранее должны быть созданы в детали.

Выбор типа вида в данном случае невозможен, так как первый добавляемый вид может быть только общим (главным).


В категории **Видимая область** задайте **Видимость вида Полный вид**.

В категории **Масштаб** при необходимости выберите **Свой масштаб** и задайте нужное значение.

В категории **Показ вида** выберите **Стиль показа Нет скрытых линий**, **Стиль показа касательных кромок Сплошная**.



После завершения назначения всех необходимых атрибутов вида нажмите кнопку **Применить** → **Заккрыть**.

Перемещение созданных видов осуществляется при помощи мыши. Для этого необходимо выбрать нужный вид → выделить его левой клавишей мыши → подвести курсор к виду до появления значка  → переместите вид в необходимое место, удерживая нажатой левую клавишу мыши.

Если необходимо заблокируйте перемещение созданных видов: выберите соответствующий вид → в контекстном меню правой клавиши мыши укажите **Блокировать движение видов**.

Для создания проекционных видов во вкладке **Компоновка** выберите **Проекционный** и укажите на поле чертежа место размещения проекционного вида (снизу или справа от главного вида).

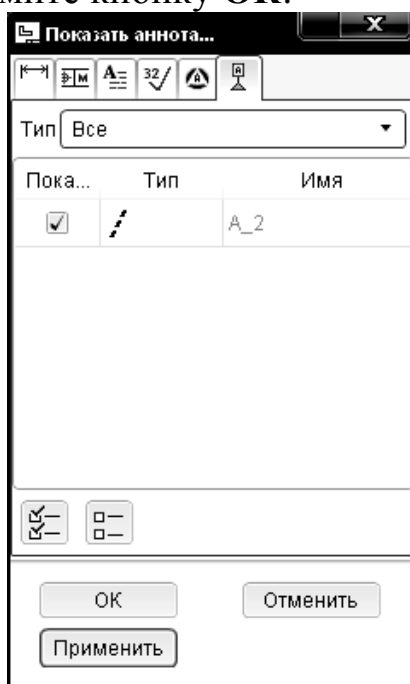
Также для создания проекционного вида можно использовать всплывающее меню правой клавиши мыши. При таком варианте создания проекционного вида необходимо сначала выделить чертежный вид, для которого необходимо сделать проекцию, → в контекстном меню правой клавиши мыши выбрать **Вставить проекционный вид** и указать место его размещения.

После размещения всех необходимых видов нужно проставить на них размеры и оси. Для этого перейдите на вкладку **Пояснить** → **Показать аннотации модели** → выбрать главный вид. Выделите размеры, необходимые для данного вида и нажмите кнопку **Применить**.



**Примечание.** Выделенные размеры на виде подсвечиваются черным цветом.

После проставления размеров перейдите на вкладку **Оси**, проставьте на виде оси и нажмите кнопку **ОК**.



Аналогично поступите и с проекционными видами.

Лишние размеры можно убрать: для этого выделите их и нажмите клавишу **Delete**.

Выровните размеры относительно вида. Для этого выберите размеры, которые необходимо выровнять, и во вкладке **Пояснить** вы-

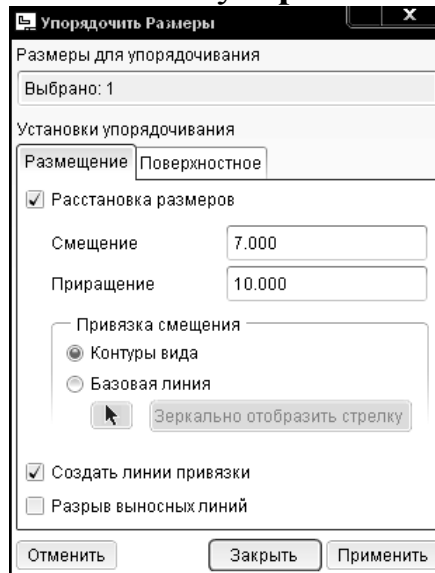


берите **Упорядочить размеры**. В открывшемся диалоговом окне введите нужные параметры расстановки размеров:

**смещение** – величина отступа размера от чертежного вида;

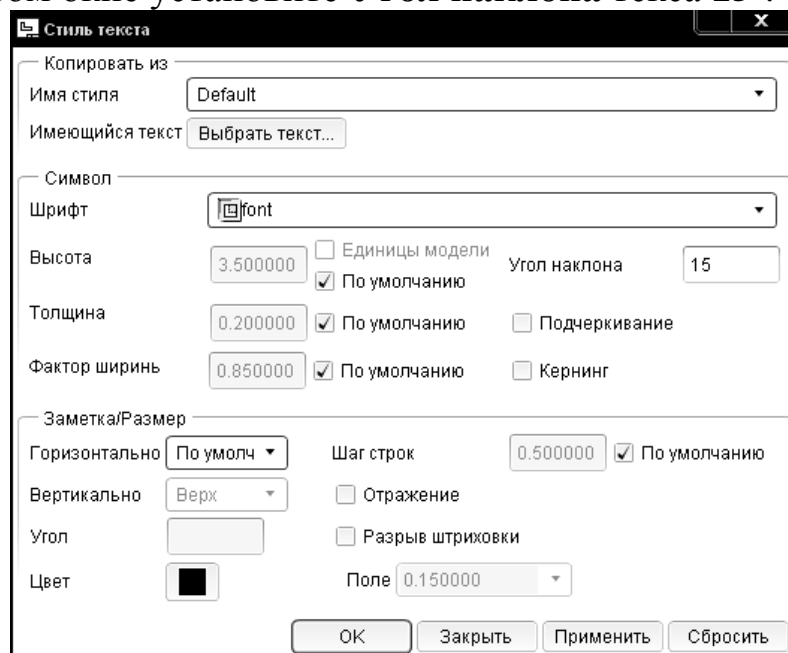
**приращение** – величина отступа между размерами.

Для завершения нажмите кнопку **Применить** → **Заккрыть**.



Чтобы переместить размер с одного вида на другой, выделите размер, нажмите на кнопку **Переместить в вид** во вкладке **Пояснить** и укажите вид, на который нужно переместить размер.

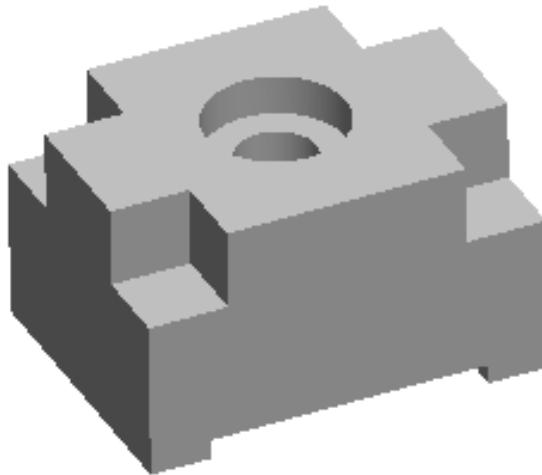
Для изменения параметров стиля теста размеров выделите все размеры и нажмите **Стили текста** во вкладке **Пояснить**. В открывшемся диалоговом окне установите **Угол наклона текста**  $15^{\circ}$ .




Согласно требованиям ГОСТа рамка с основной надписью должна быть заполнена. Для этого в Дереве модели выделите деталь




## Задание 2. Построение чертежа детали «sr\_2»

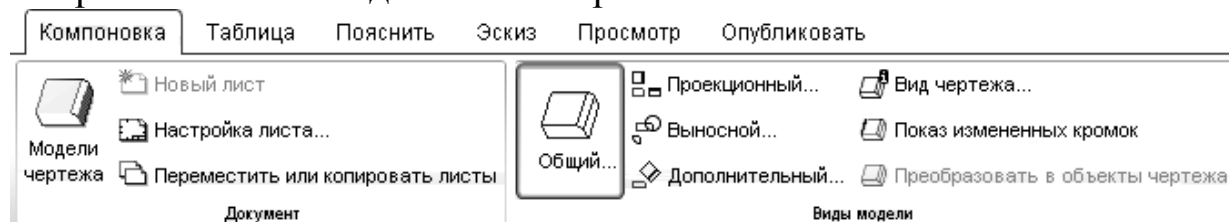
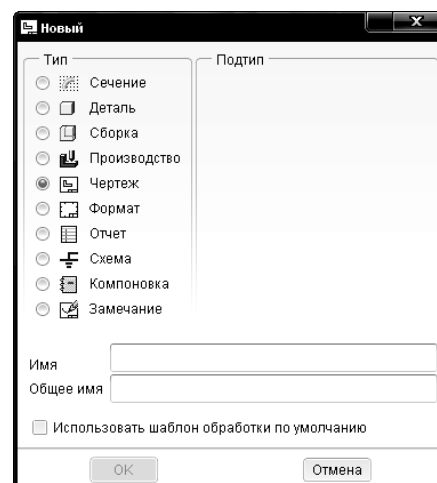


Для построения чертежей используем уже созданные детали.

Для создания чертежа выберите **Файл** → **Новый** или нажмите кнопку **Новый**  на стандартной панели. В появившемся диалоговом окне выберите **Чертеж** и задать имя чертежа, снимите галочку с опции **использовать шаблон обработки по умолчанию** → **ОК**.

Модель по умолчанию выберите деталь, чертеж которой строите. Задайте шаблон обработки **Пустой с форматом** и, просмотрев форматы, выберите формат **a4.frm** → **ОК**. Так как данный чертеж содержит 1 лист, то для перехода в режим черчения нажмите **Готово**  или клавишу **Enter**.

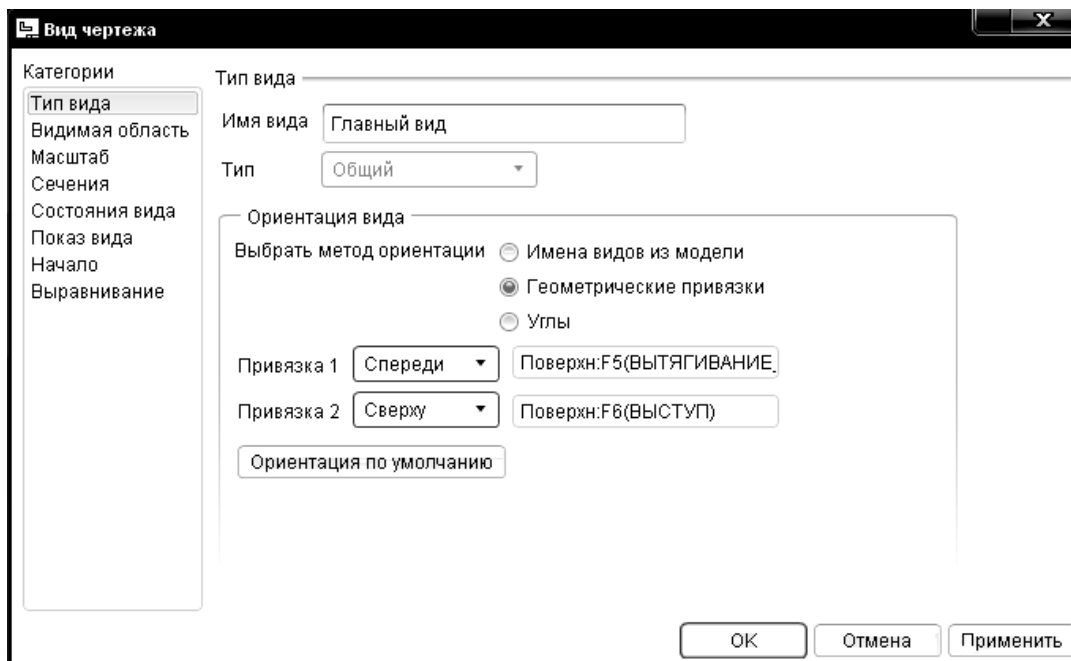
Во вкладке **Компоновка** выберите **Общий** → **Вид чертежа** → в дереве модели выберите свою деталь → **ОК** и укажите место расположения вида на поле чертежа.



Задайте параметры атрибутов вида в появившемся диалоговом окне **Вид чертежа**.

В категории **Тип вида** задайте **Имя вида** (например, главный вид), сориентируйте модель на чертежном виде, выбрав метод ориентации **Геометрические привязки**. Для получения желаемой проекции выберите соответствующие грани или плоскости модели.

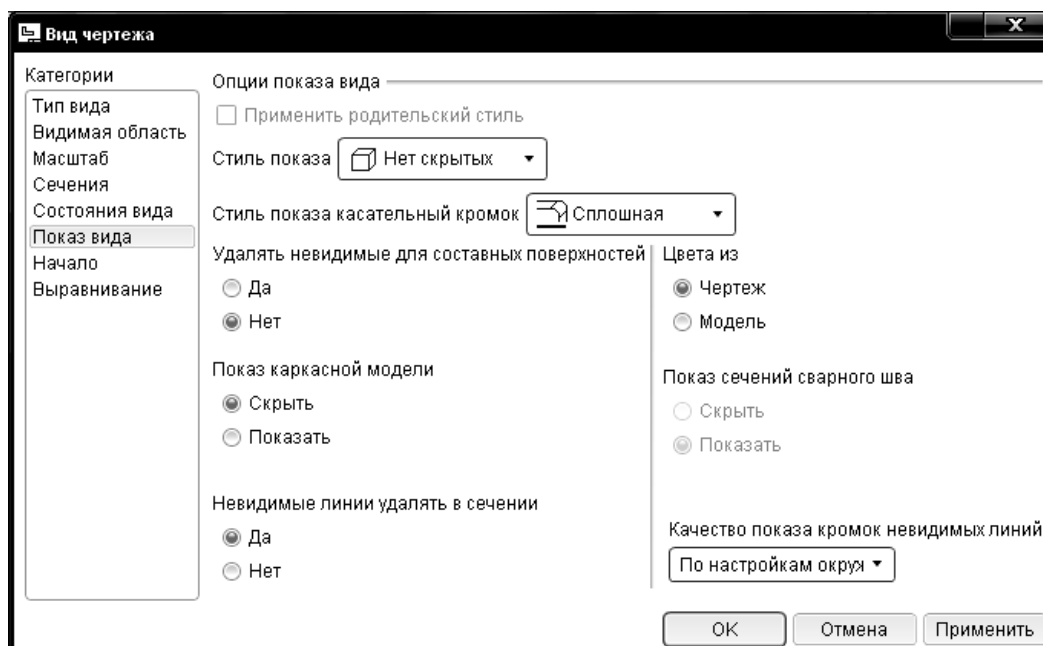
В качестве привязки **Спереди** выберите переднюю поверхность модели, а **Сверху** – поверхность выступа.



В категории **Видимая область** задайте **Видимость вида Полный вид**.

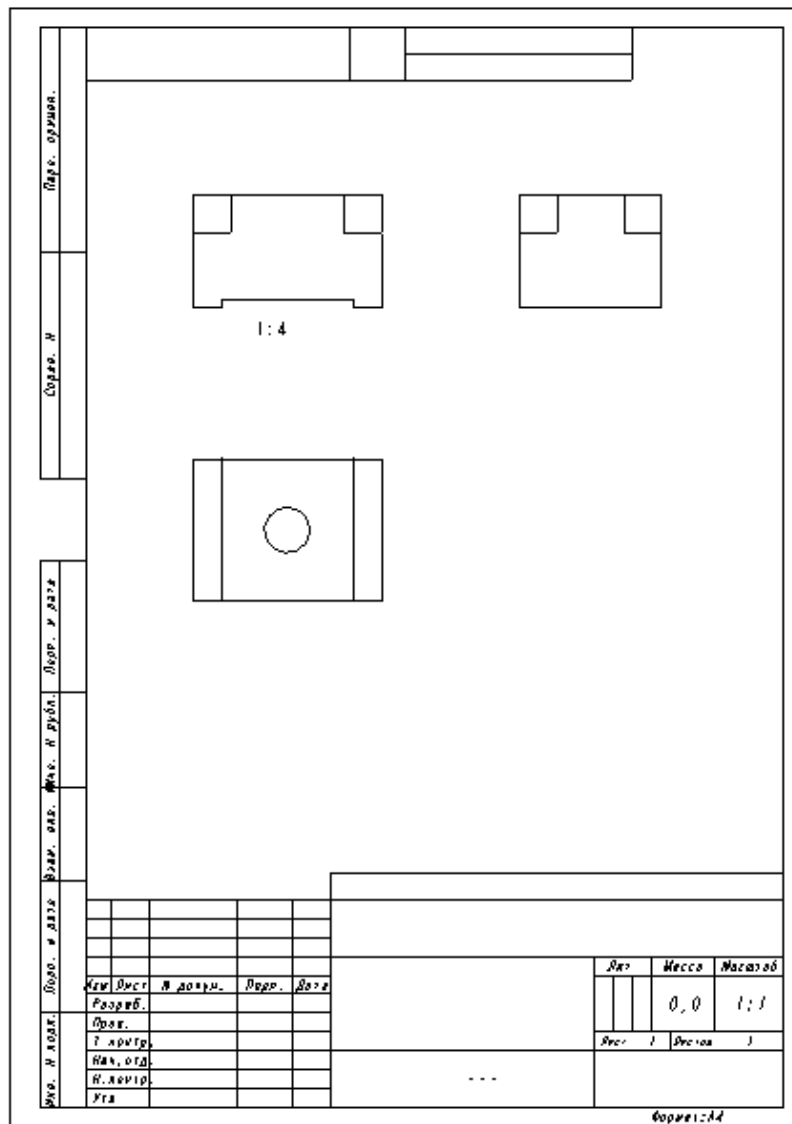
В категории **Масштаб** выберите **Свой масштаб** и задайте значение масштаба 0.25.

В категории **Показ вида** выберите **Стиль показа Скрытые**, **Стиль показа касательных кромок Сплошная**.



После завершения назначения всех необходимых атрибутов вида нажмите кнопку **Применить** → **Заккрыть**.

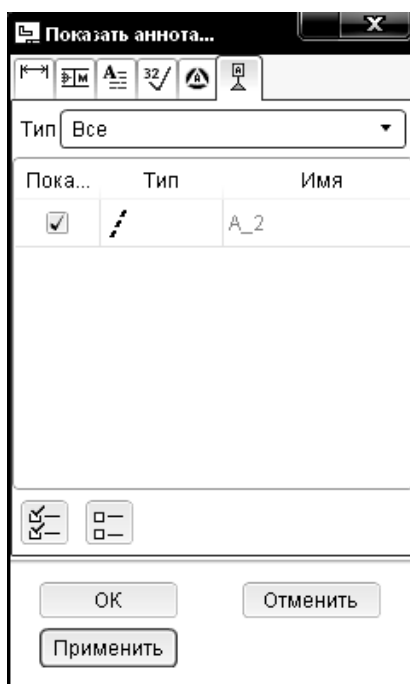
Для создания проекционных видов во вкладке **Компоновка** выберите **Проекционный** и укажите на поле чертежа место размещения проекционного вида (снизу или справа от главного вида).



После размещения всех необходимых видов нужно проставить на них размеры и оси. Для этого перейдите на вкладку **Пояснить** → **Показать аннотации модели** → выбрать главный вид. Выделите размеры, необходимые для данного вида и нажмите кнопку **Применить**.



После проставления размеров перейдите на вкладку **Оси**, поставьте на виде оси и нажмите кнопку **ОК**.



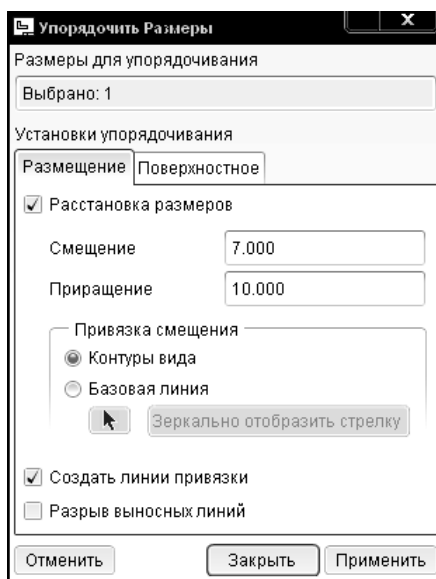
Аналогично поступите и с проекционными видами.

Лишние размеры можно убрать: для этого выделите их и нажмите клавишу **Delete**.

Выровните размеры относительно вида. Для этого выберите размеры, которые необходимо выровнять, и во вкладке **Пояснить** вы-

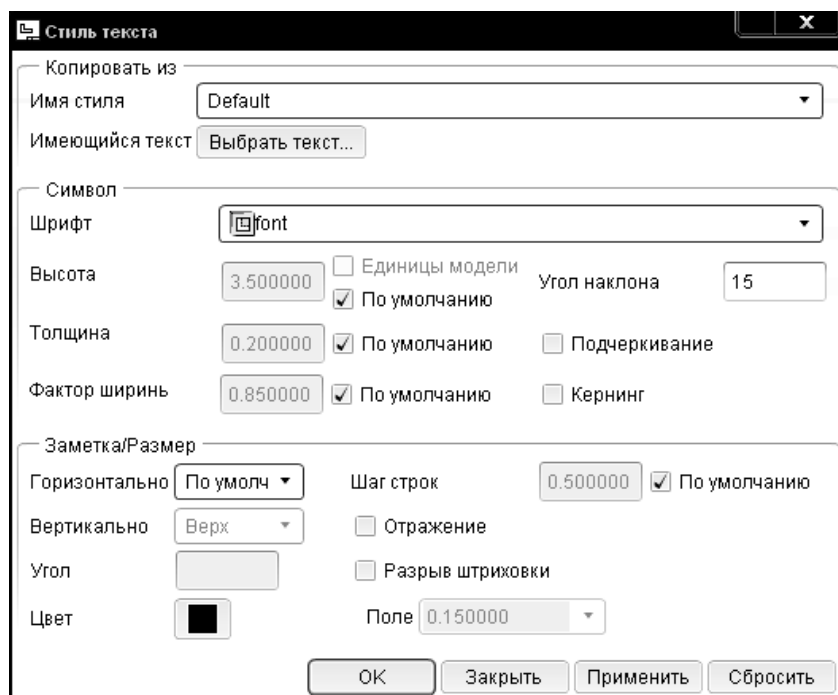
берите **Упорядочить размеры**. В открывшемся диалоговом окне введите нужные параметры расстановки размеров.

Для завершения нажмите кнопку **Применить** → **Заккрыть**.



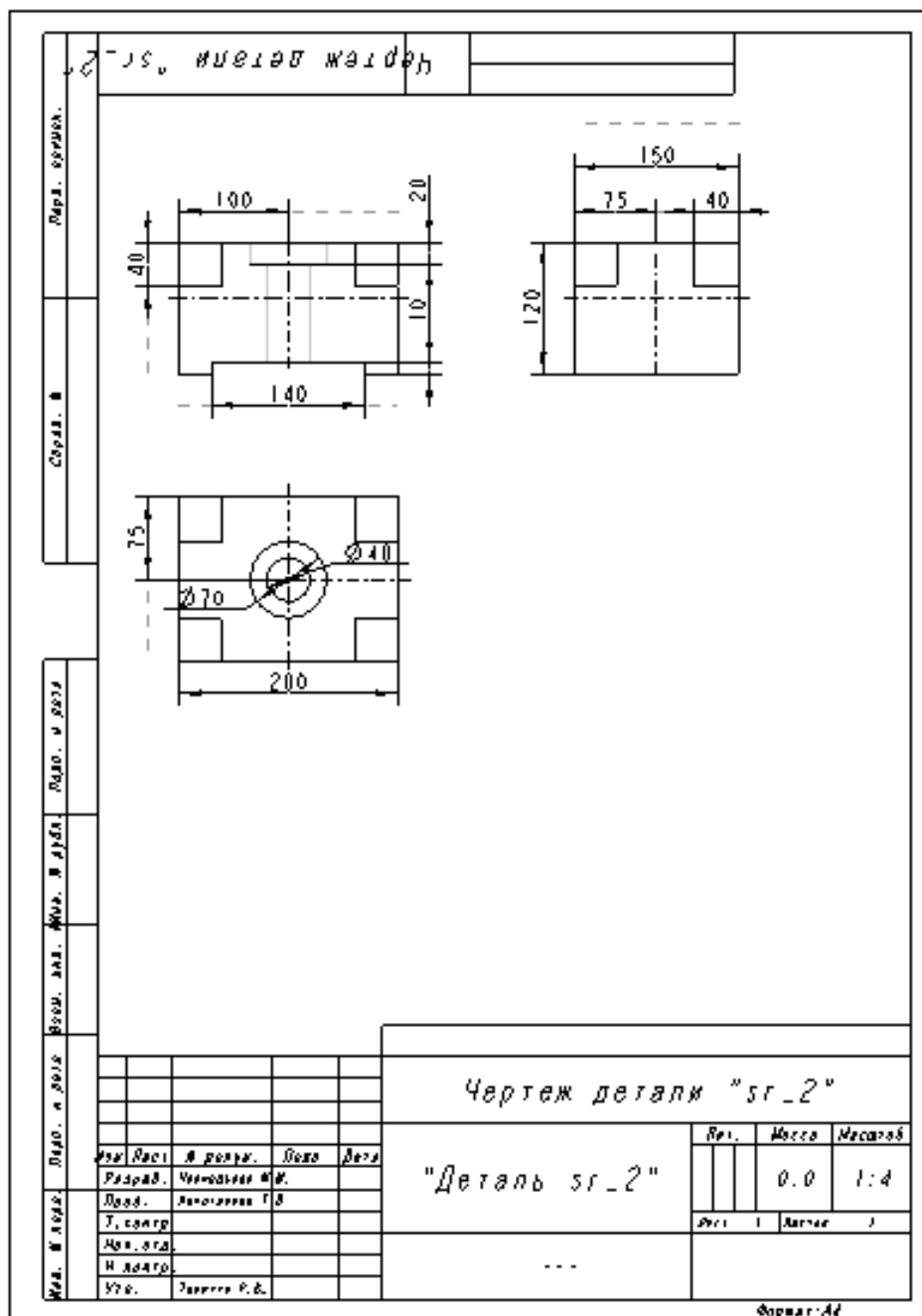
Чтобы переместить размер с одного вида на другой, выделите размер, нажмите на кнопку **Переместить в вид** во вкладке **Пояснить** и укажите вид, на который нужно переместить размер.

Для изменения параметров стиля теста размеров выделите все размеры и нажмите **Стили текста** во вкладке **Пояснить**. В открывшемся диалоговом окне установите **Угол наклона** текста  $15^{\circ}$ .



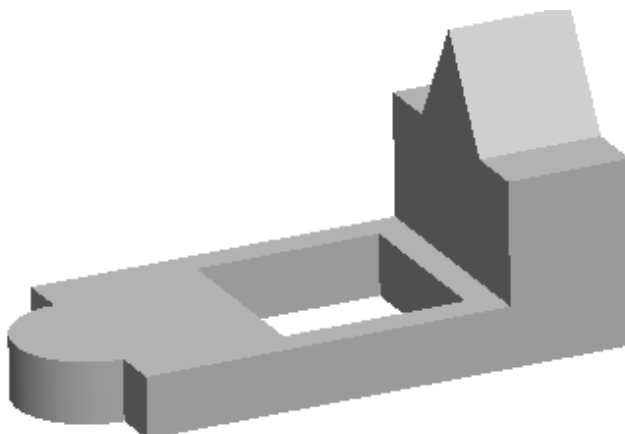
Согласно требованиям ГОСТа рамка с основной надписью должна быть заполнена. Для этого в Дереве модели выделите деталь → в контекстном меню правой клавиши мыши выберите **Открыть**. В открывшемся окне детали в Дереве модели выделите деталь → в меню правой клавиши мыши выберите **Править параметры**. В появившейся таблице заполните пункты: **ОБОЗНАЧЕНИЕ**, **НАИМЕНОВАНИЕ**, **РАЗРАБОТАЛ**, **ПРОВЕРИЛ**, **УТВЕРДИЛ**. Сохраните изменения в детали. После этого автоматически заполнится основная надпись в чертеже.


После завершения чертежа сохраните его.



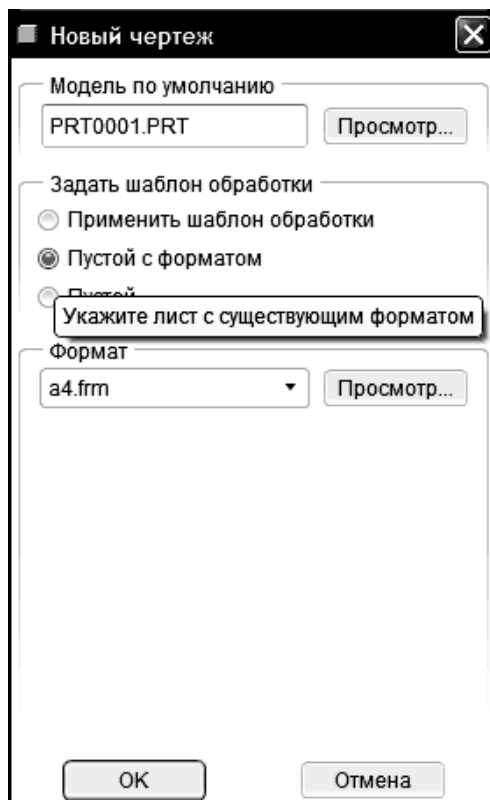


### Задание 3. Построение чертежа детали «sr\_3»



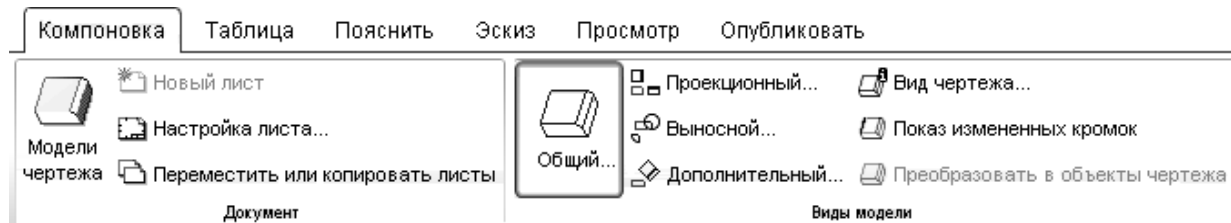
Для создания чертежа выберите **Файл** → **Новый** или нажмите кнопку **Новый**  на стандартной панели. В появившемся диалоговом окне выберите **Чертеж** и задать имя чертежа, снимите галочку с опции **использовать шаблон обработки по умолчанию** → **ОК**.

Модель по умолчанию выберите деталь, чертеж которой строите. Задайте шаблон обработки **Пустой с форматом** и, просмотрев форматы, выберите формат **a4.frm** → **ОК**.



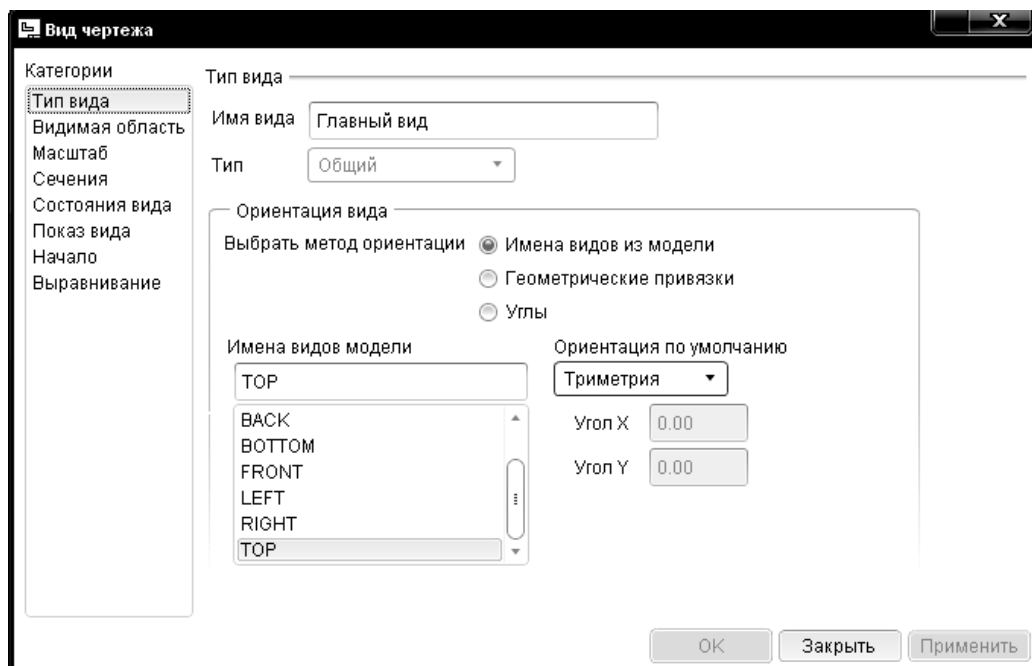
Так как данный чертеж содержит 1 лист, то для перехода в режим черчения нажмите **Готово**  или клавишу **Enter**.

Во вкладке **Компоновка** выберите **Общий** → **Вид чертежа** → в дереве модели выберите свою деталь → **OK** и укажите место расположения вида на поле чертежа.



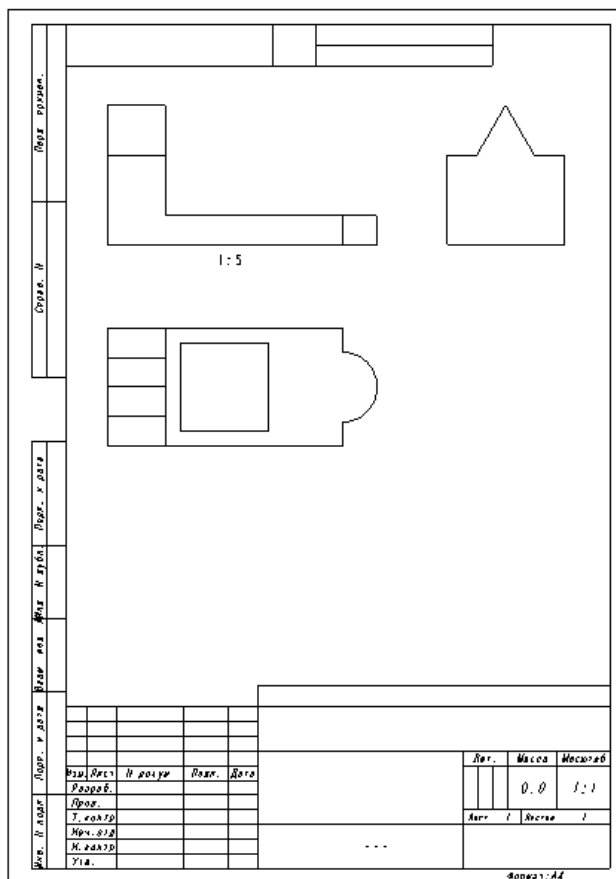
Задайте параметры атрибутов вида в появившемся диалоговом окне **Вид чертежа**.

В категории **Тип вида** задайте **Имя вида** (например, главный вид), сориентируйте модель на чертежном виде, выбрав метод ориентации **Имена видов из модели** → **TOP**.

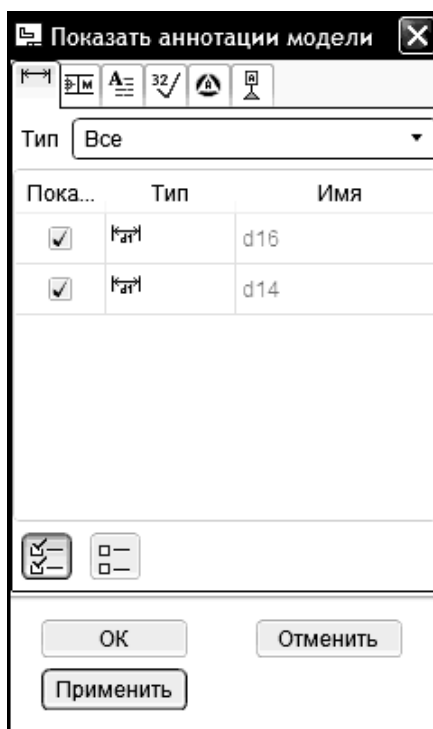


В категории **Масштаб** выберите **Свой масштаб** и задайте значение масштаба 0.2.

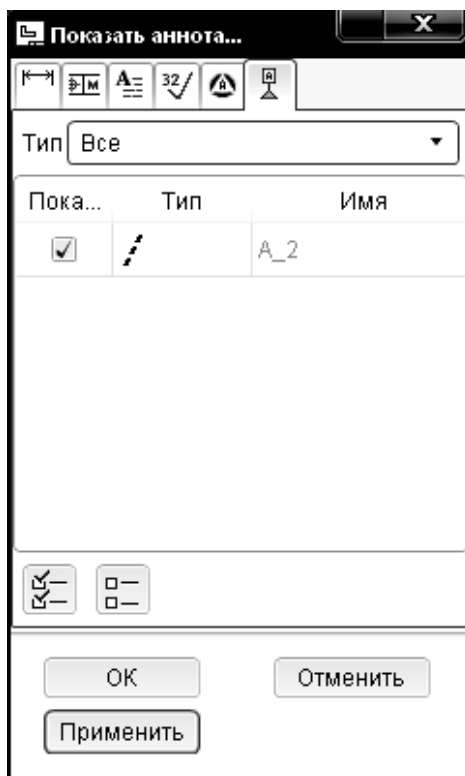
Для создания проекционных видов во вкладке **Компоновка** выберите **Проекционный** и укажите на поле чертежа место размещения проекционного вида (снизу или справа от главного вида).



После размещения всех необходимых видов нужно проставить на них размеры и оси. Для этого перейдите на вкладку **Пояснить** → **Показать аннотации модели** → выбрать главный вид. Выделите размеры, необходимые для данного вида и нажмите кнопку **Применить**.

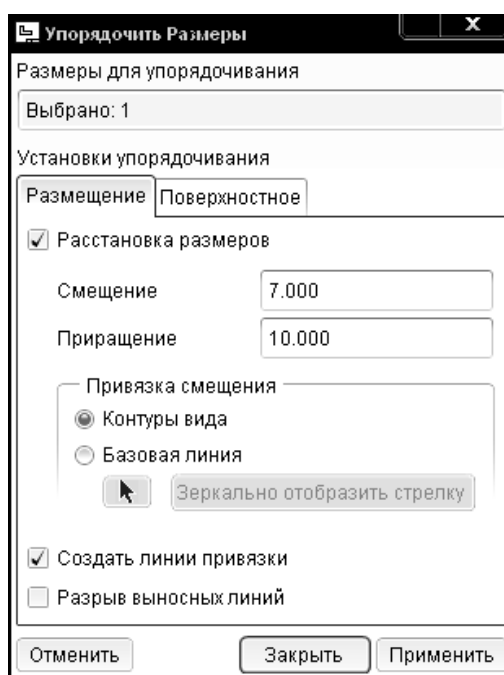


После проставления размеров перейдите на вкладку **Оси**, поставьте на виде оси и нажмите кнопку **ОК**.



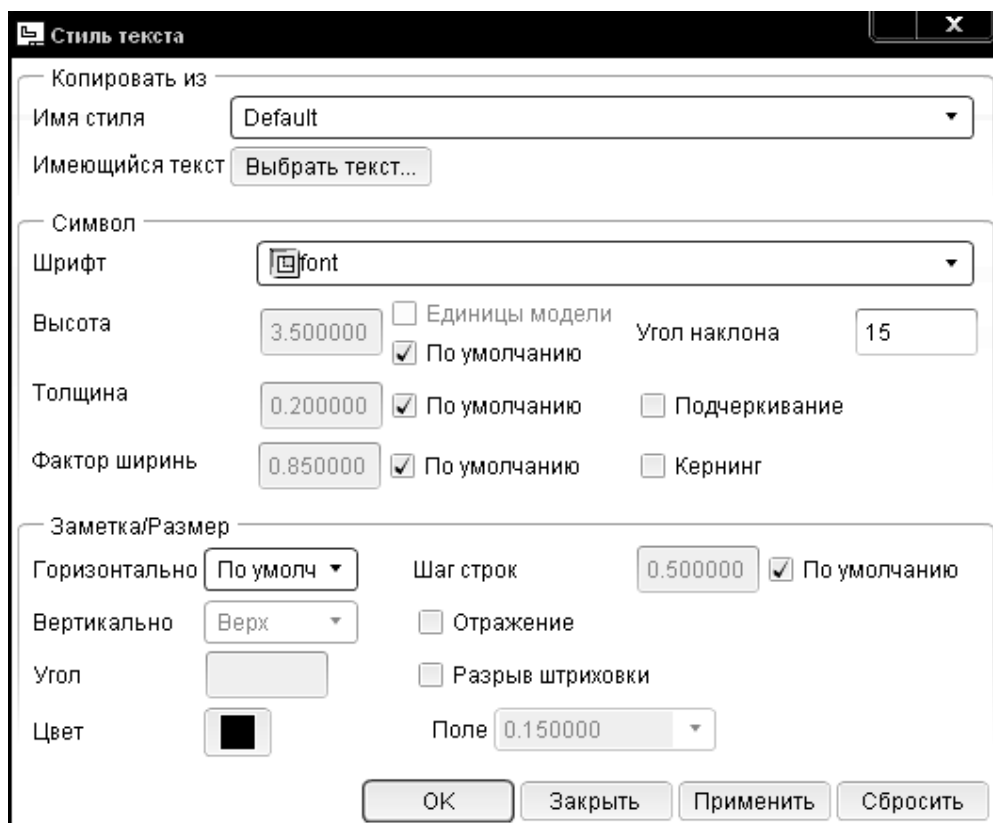
Аналогично поступите и с проекционными видами.

Выровните размеры относительно вида. Для этого выберите размеры, которые необходимо выровнять, и во вкладке **Пояснить** выберите **Упорядочить размеры**. В открывшемся диалоговом окне введите нужные параметры расстановки размеров.



Чтобы переместить размер с одного вида на другой, выделите размер, нажмите на кнопку **Переместить в вид** во вкладке **Пояснить** и укажите вид, на который нужно переместить размер.

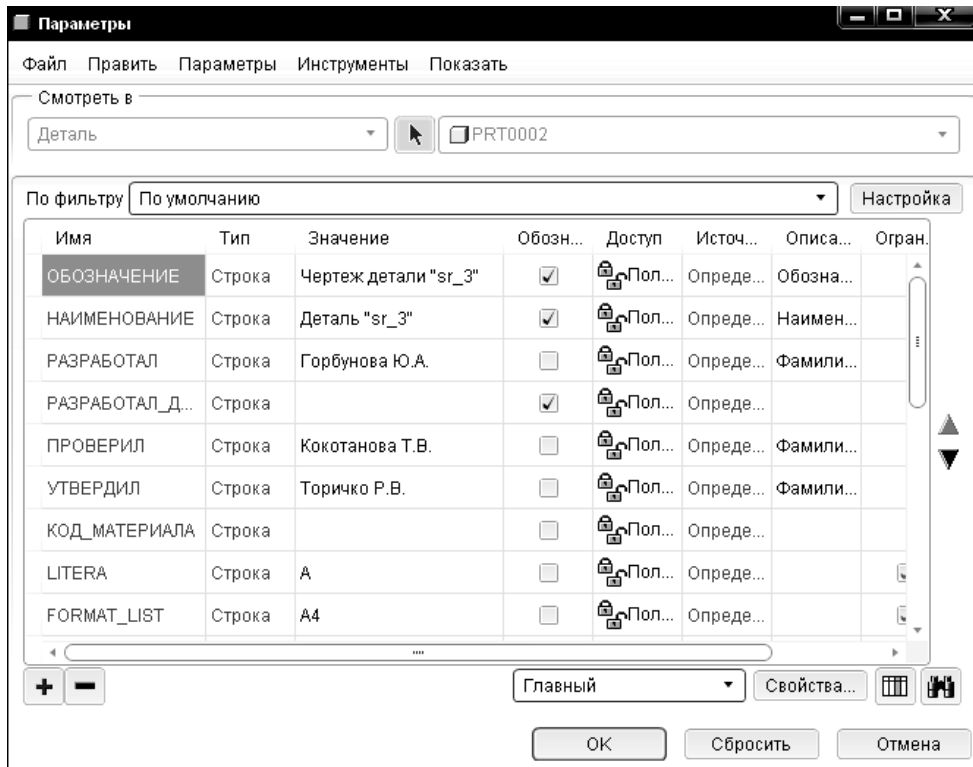
Для изменения параметров стиля текста размеров выделите все размеры и нажмите **Стили текста** во вкладке **Пояснить**. В открывшемся диалоговом окне установите **Угол наклона** текста **15°**.



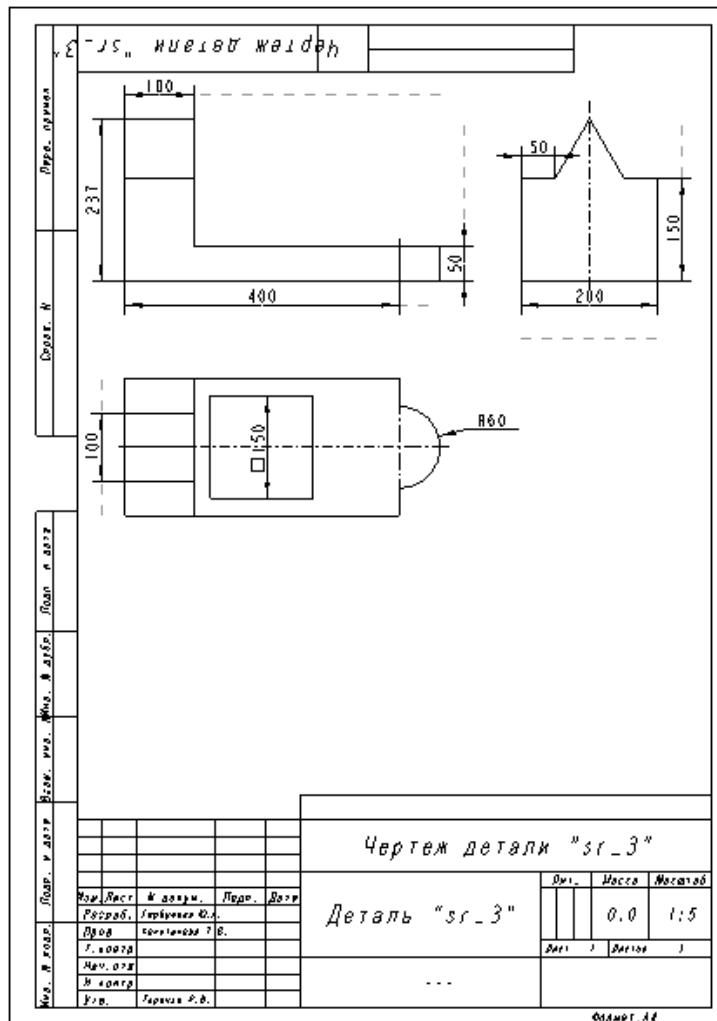
Согласно требованиям ГОСТа рамка с основной надписью должна быть заполнена. Для этого в Дереве модели выделите деталь → в контекстном меню правой клавиши мыши выберите **Открыть**.

В открывшемся окне детали в Дереве модели выделите деталь → в меню правой клавиши мыши выберите **Править параметры**. В появившейся таблице заполните пункты: **ОБОЗНАЧЕНИЕ**, **НАИМЕНОВАНИЕ**, **РАЗРАБОТАЛ**, **ПРОВЕРИЛ**, **УТВЕРДИЛ**.

Сохраните изменения в детали. После этого автоматически заполнится основная надпись в чертеже.



После завершения чертежа сохраните его.



## 4. Работа системы в режиме «Сборка»

### 4.1. Общие сведения о сборочных чертежах. Особенности изображений на сборочных чертежах

Для изделий, состоящих из нескольких деталей, выполняют сборочные чертежи.

**Сборочный чертеж** — это документ, содержащий изображение сборочной единицы (изделия или его части) и данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля.

Сборочный чертеж должен давать полное представление о форме, функциональном назначении и составе сборочной единицы.

По сборочному чертежу из отдельных деталей, частей механизмов можно собрать простейшие узлы и сложнейшие машины, технические устройства.

По сборочному чертежу можно представить взаимное расположение составных частей, способы соединения деталей между собой и принцип работы.

Сборка, т. е. соединение деталей в сборочные единицы, а затем сборочных единиц и деталей в готовое законченное изделие, производится по сборочным чертежам.

Сборочные чертежи различаются между собой назначением, а от назначения зависит их содержание.

Сборочные чертежи входят в комплект рабочей документации и предназначаются непосредственно для производства. По ним ведут сборочные работы, соединяют детали в сборочные единицы, изделия и контролируют эти работы.

По сборочным чертежам можно представить взаимосвязь составных частей и способы соединения деталей.

Чертежи общего вида входят в комплект технической документации и предназначаются для составления по ним чертежей, деталей и сборочных единиц. По этим сборочным чертежам можно представить не только взаимосвязь и способы соединения деталей, но и форму всех элементов деталей, составляющих данное изделие.

Этими чертежами пользуются рабочие при единичном или мелкосерийном производстве, а также в технических отделах для подготовки производства, разработки технологической документации, оснастки, для контроля и приемки собранных изделий.

Ремонтные сборочные чертежи входят в комплект рабочей документации и служат для ремонта изделий. На этих чертежах выделяется место, которое необходимо отремонтировать.

Групповые сборочные чертежи имеют целью дать возможность по одному сборочному чертежу изготовить несколько сборочных единиц (изделий), отличающихся в основном размерами. Для этого на групповом чертеже дается изображение одной сборочной единицы и помещается таблица с указанием изменяющихся деталей и их размеров для всех однотипных сборочных единиц.

Когда чертежи отдельных деталей готовы, их можно объединить в сборку(и). Чтобы осуществить эту процедуру в системе **Pro|ENGINEER**, существует режим **Сборка**. Функциональности этого режима позволяют пользователю:

1. собирать модели в сборку (**Вставить** → **Компонент** → **Собрать..., Поместить незакрепленным...**);
2. создавать сборочные операции (**Отверстия, Вырез...**);
3. переопределять условия вставки компонента (**Править определение**), последовательность и привязки;
4. манипулировать компонентами в сборке: размножать (**Править** → **Массив**); копировать (**Править** → **Копировать**); модифицировать; перемещать, подавлять и т. д.;
5. менять иерархию компонентов и вложенность (**Править** → **Реструктуризировать**);
6. управлять взаимосвязями и привязками внутри сборки (**Править** → **Привязки**);
7. создавать различные упрощенные представления сборки (**Вид** → **Менеджер вида**).


Набор возможностей широк и позволяет вести проектирование как снизу вверх, так и сверху вниз.

#### 4.2. Условия вставки компонента (закрепления)

Условия вставки (закрепления) определяет режим взаимного расположения отдельных элементов геометрии вставляемого компонента и элементов сборки. Если сборки еще не существует, то система вставляет компонент **По умолчанию**, не запрашивая дополнительных сведений. Со вставленными таким образом деталями невозможно осуществить ряд некоторых процедур.

Процедура назначения закреплений сводится к выбору его **типа** и последовательному выбору сопрягаемых элементов компонента и сборки (**Выберите компонент сборки и Выберите объект сборки**). Выбираемые элементы подсвечиваются.



После назначения одного закрепления, система автоматически предлагает создать следующее (**Новое закрепление**) пока в поле отображения статуса компонента (**Статус**) не появится надпись **Полностью закрепленный**. Если компонент не полностью закреплен, то в дереве модели он будет отображаться в виде  PRIVOD.PRT. Символ означает, что компонент недоопределен.

Перемещение компонента в режиме «Сборка» осуществляется при помощи мыши и клавиатуры:

**Ctrl+Alt+правая (левая) кнопка мыши** поступательное перемещение компонента относительно плоскости экрана;

**Ctrl+Alt+средняя (колесико) кнопка мыши** вращение компонента относительно плоскости экрана.

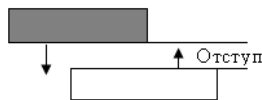
Типы закреплений:

Сопрячь (совпадающий)



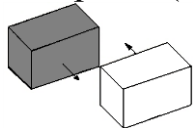
Выбранные грани или поверхности будут лежать в одной плоскости «лицом друг к другу»

Сопрячь (сместить)



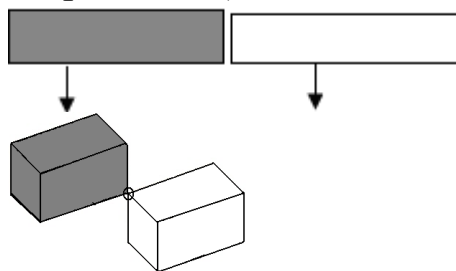
Выбранные грани или поверхности будут лежать «лицом друг к другу» в разных плоскостях с определенным отступом друг от друга

Сопрячь (ориентируемый)



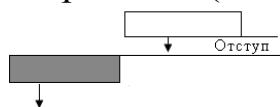
Выбранные грани или поверхности будут лежать в произвольных, но будут «смотреть» друг на друга

Выровнять (совпадающий)



Выбранные грани или поверхности будут лежать в одной плоскости «лицом в одну сторону»

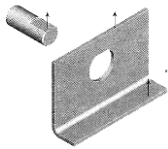
Выровнять (сместить)



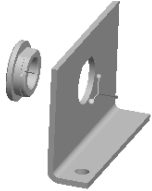
Выбранные вершины или оси будут совмещены

Выровнять (ориентируемый)

Выбранные грани или поверхности будут лежать «лицом в одну сторону»



Вставить



По умолчанию

Автоматически

ну» в разных плоскостях с определенным отступом друг от друга

Выбранные грани или поверхности будут лежать в произвольных плоскостях, но будут «смотреть» в одну сторону

Выбранные поверхности, являющиеся телами вращения, будут соосными

Компонент вставляется по умолчанию, если он является первым компонентом сборки

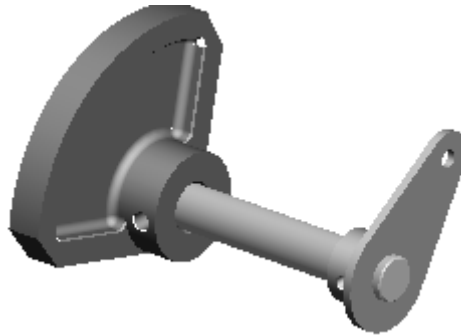
Универсальная команда, автоматически назначающая компонентам подходящие крепления

### 4.3. Действия с компонентами в сборке

С компонентами в сборке можно производить следующие действия:


1. **Удалить** компонент из сборки;
2. **Подавить** временно компонент в сборке, при этом все последующие компоненты, ссылающиеся на этот компонент, также будут подавлены;
3. **Восстановить** временно подавленный(ые) компоненты;
4. **Править определение** позволяет «пересобрать» компонент (назначить новые крепления, изменить привязки);
5. Изменять последовательность вставки компонентов путем их перетаскивания в дереве модели (по аналогии с операциями в режиме «Деталь»);
6. **Реструктуризировать, т.е.** изменить структуру сборки, ее «вложенность»;
7. **Заменить** позволяет заменить один компонент другим;
8. Если геометрия одного или нескольких компонентов в сборке была изменена, то для того чтобы все остальные члены сборки прочитали эти изменения, необходимо произвести регенерацию сборки **Регенерировать**.

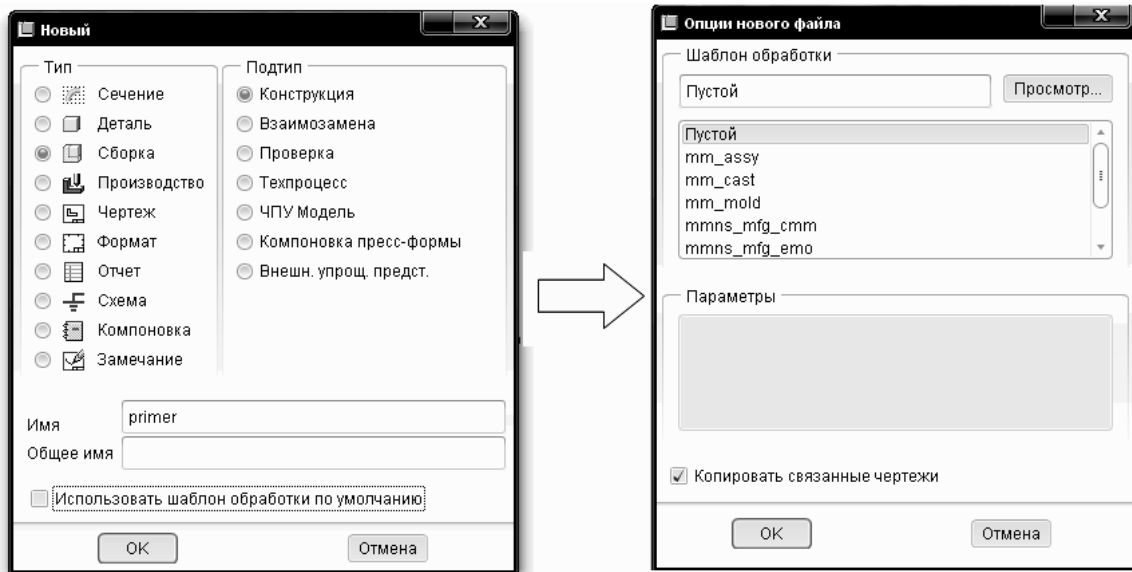
#### 4.4. Пошаговая технология создания сборки из трех компонентов (деталей)





Сборку конструируем путем последовательного добавления деталей. Предполагается, что все детали были созданы заранее.

Для начала работы задаем рабочую папку, в которой находятся компоненты сборки и где будет храниться сама сборка.

Чтобы войти в режим «Сборка» выберете **Новый**  на стандартной панели или **Файл** → **Новый...** Укажите тип **Сборка**, подтип **Конструкция**, имя **primer**, уберите галочку «Использовать шаблон по умолчанию» → **ОК** → Опции нового файла: шаблон обработки **пустой**.



Войдя в режим «Сборка» выберете **Собрать**  → в появившемся окне **Открыть** выберите деталь «Shaft.prt» → **ОК**. Эта деталь является первым опорным элементом, относительно которого будем ориентировать следующие компоненты сборки. Первая деталь устанавливается **По умолчанию** (первый компонент или система координат) → **Применить**.

Для вставки следующего компонента повторно нажмите кнопку **Собрать**  → в появившемся окне выбираем деталь «Rukojatka.prt»

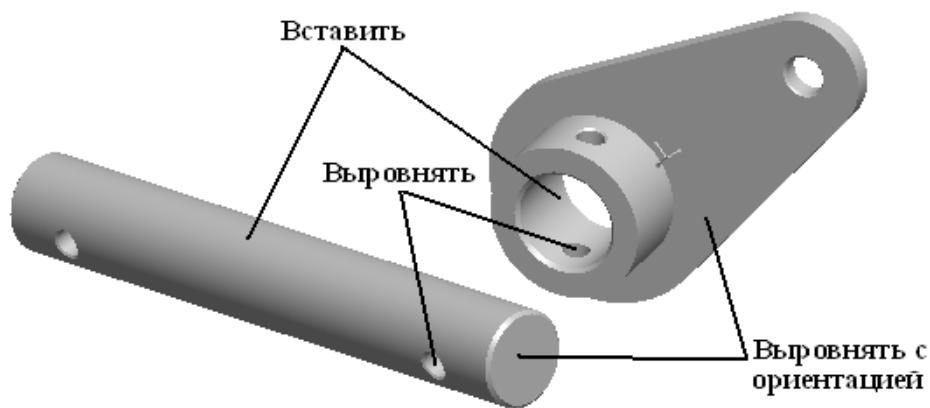
→ ОК. В появившемся окне во вкладке **Размещение** назначьте следующие типы закреплений:


**вставить** (выбор цилиндрических поверхностей: наружной оси и внутренней рукоятки);

**выровнять** (указать маленькое отверстие рукоятки и вала);

**выровнять с ориентацией** (указать торец оси и часть рукоятки).

**Примечание.** При необходимости рукоятку можно зеркально повернуть.



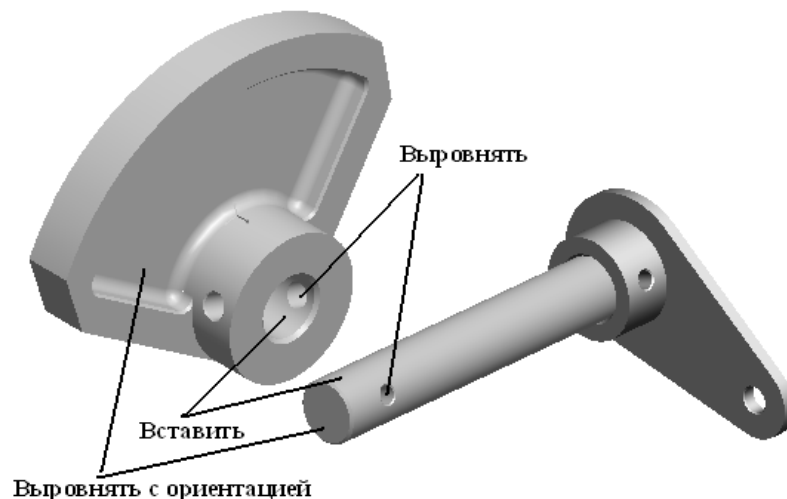
Для вставки следующего компонента повторно нажмите кнопку **Собрать**  → в появившемся окне выбираем деталь «Privod.prt» → ОК. В появившемся окне во вкладке **Размещение** назначьте следующие типы закреплений:


**вставить** (выбор цилиндрических поверхностей: наружной оси и внутренней привода);

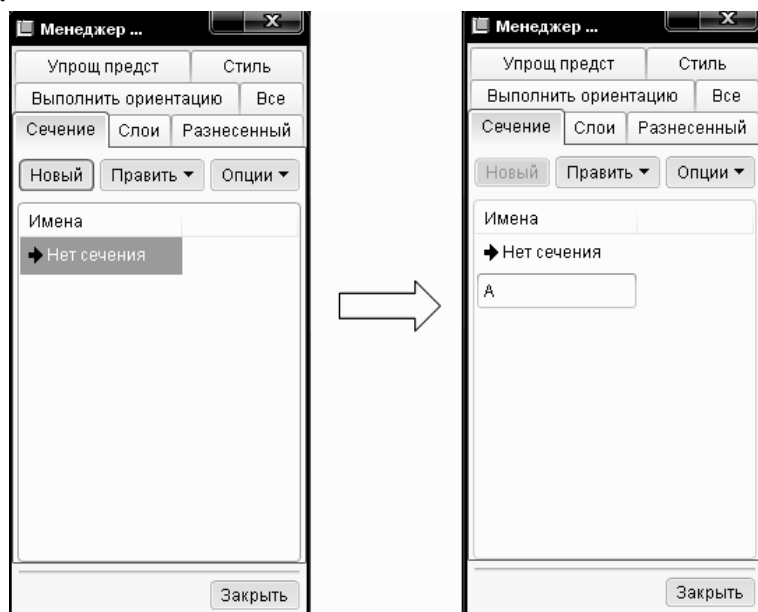
**выровнять** (указать маленькое отверстие привода и вала);

**выровнять с ориентацией** (указать торец оси и часть привода).

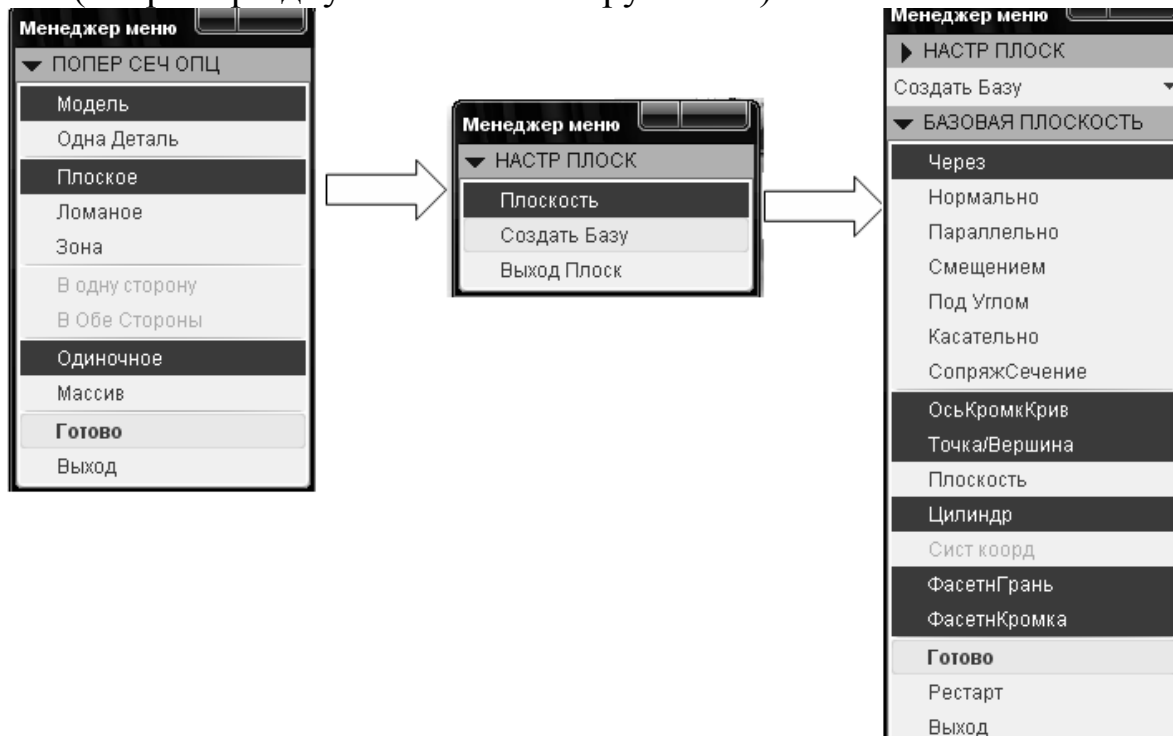
**Примечание.** При необходимости привод можно зеркально повернуть



Для создания плоского сечения в сборке используйте **Менеджер вида** . В открывшемся окне перейдите на вкладку **Сечение** → выберите **Новый** → укажите **имя** сечения (например, А) → нажмите клавишу **Enter**.

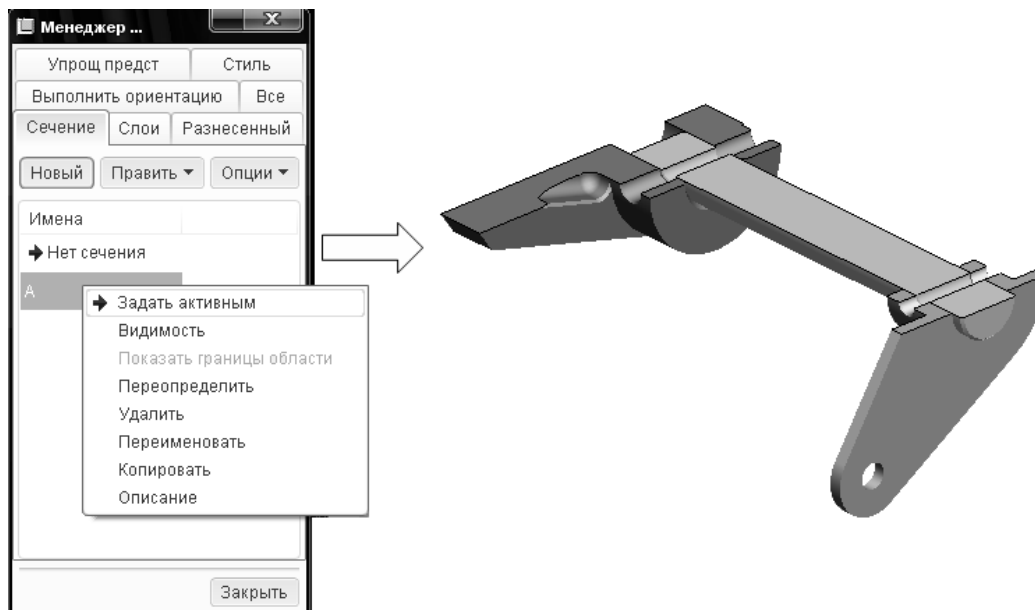


В менеджере меню выберите **Плоское** → **Выполнено** → **Создать базу** → **Через** → **Укажите плоскость**, в которой хотите создать сечение (например одну из плоскостей рукоятки) → **Готово**.

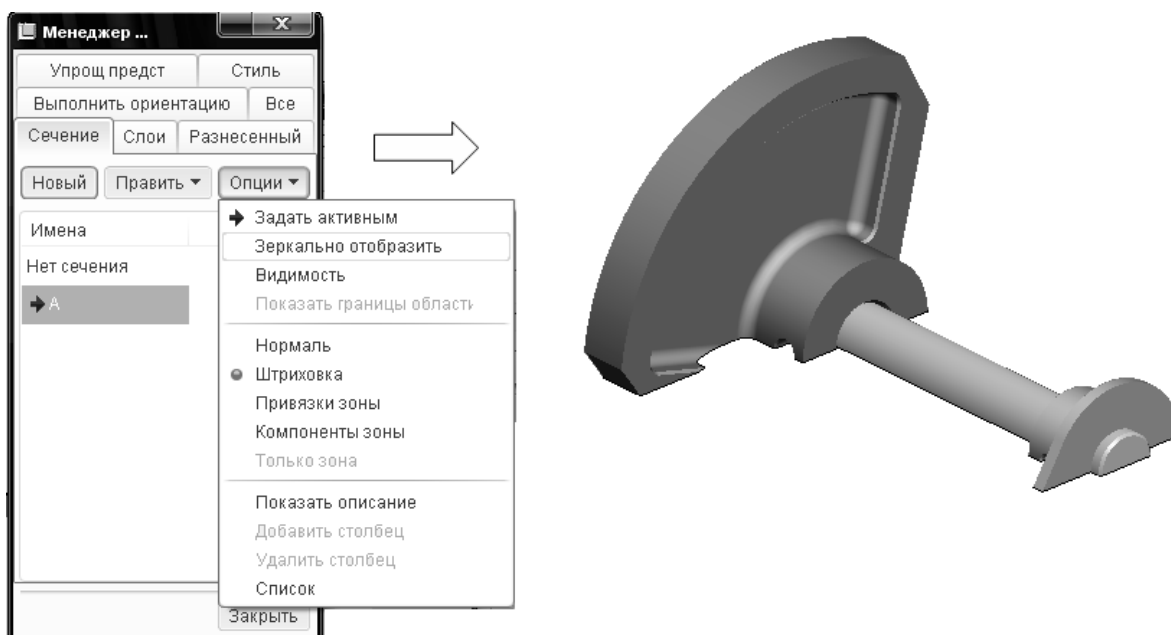


Для более наглядного представления сечения можно временно удалить часть модели, отделяемую сечением А. Для этого выделите сечение А и в контекстном меню правой клавиши мыши выберите

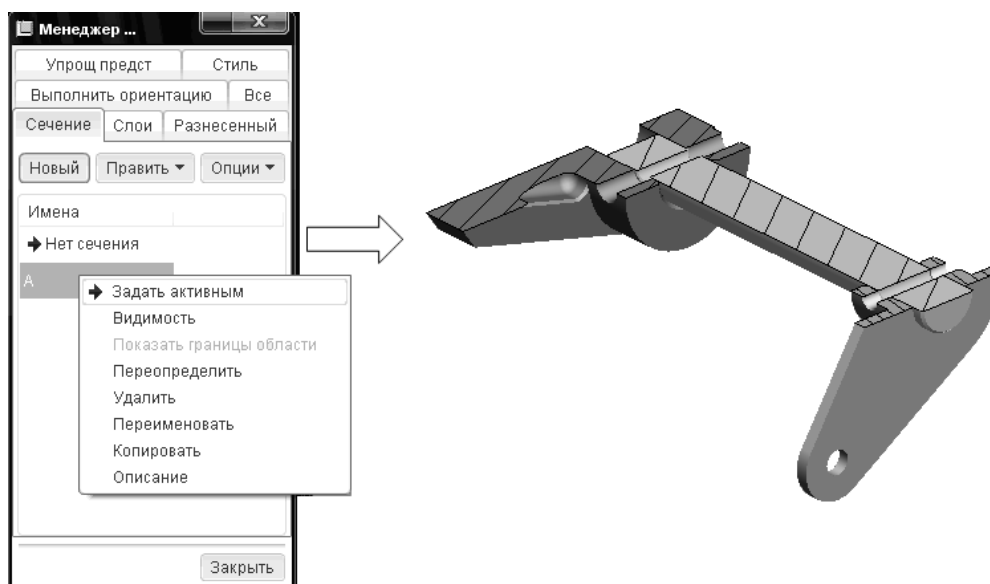
**Задать активным.** В результате часть модели, разделенная сечением, будет удалена.






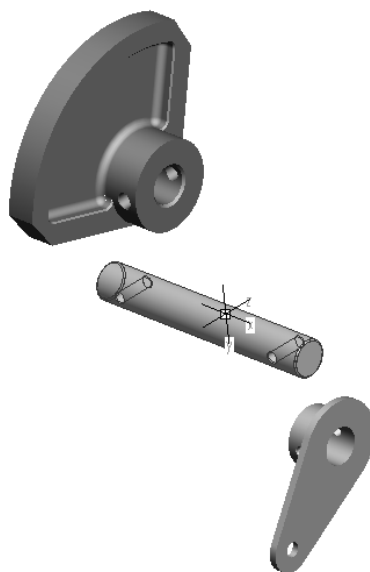
Для выбора удаляемой стороны необходимо воспользоваться опцией **Зеркально отобразить**.





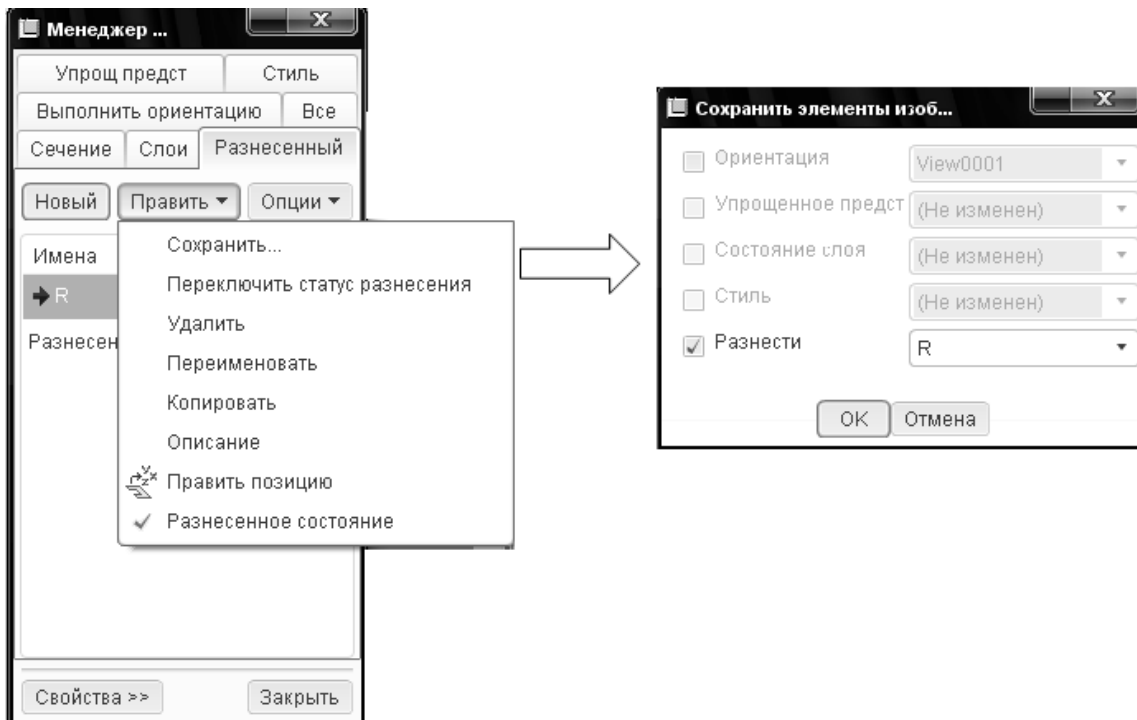
Включите видимость сечения А.



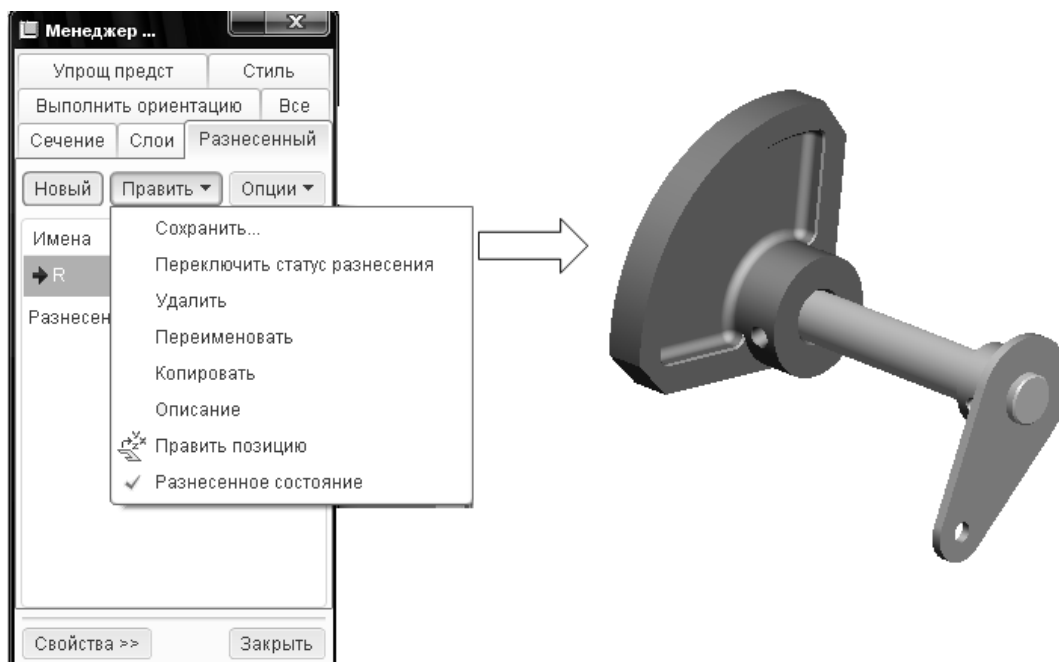
Для создания разнесенного вида в Менеджере вида  перейдите на вкладку **Разнесенный** → выберите **Новый** → укажите **имя** (например, R) → нажмите клавишу **Enter**. Задайте параметры разнесенного вида, нажав на кнопку **Свойства** . Нажмите на кнопку **Править позицию**  и задайте расположение компонентов в разнесенном виде. Чтобы изменить расположение детали, выделите ее, и подведите указатель мыши к одной из координатных осей. Удерживая нажатой левую кнопку мыши, переместите деталь последовательно вдоль каждой оси.



Вернитесь в список, нажав кнопку **Готово**  и кнопку **Свойства** . Через опцию **Править** сохраните разнесенный вид.

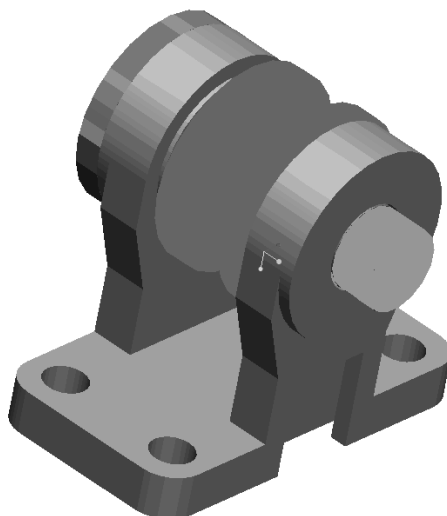


Верните виду первоначальное состояние, повторно выбрав опцию **Разнесенное состояние**.



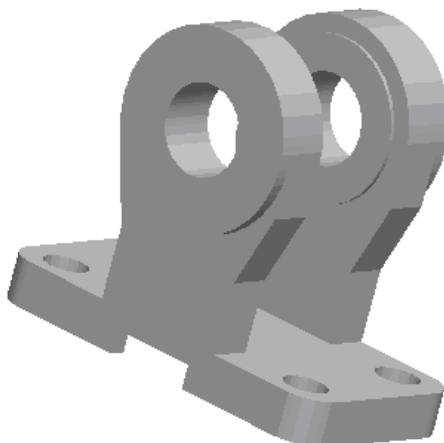
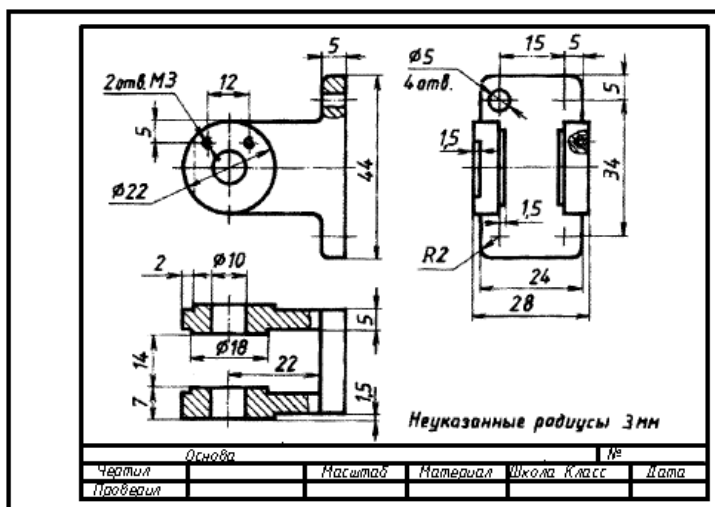


#### 4.5. Пошаговая технология создания сборки из четырех компонентов (деталей)

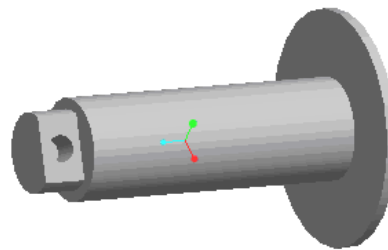
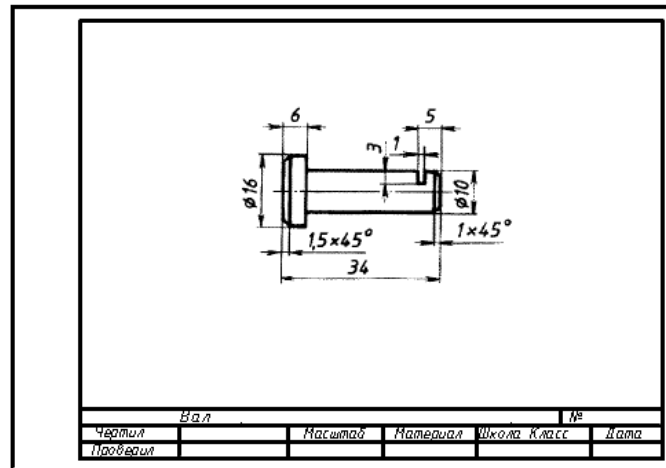


Прежде чем приступить к сборке по чертежам, создайте детали для сборки: основу, вал, катушку и втулку. В модели деталей можно вносить конструктивные изменения, если они необходимы.

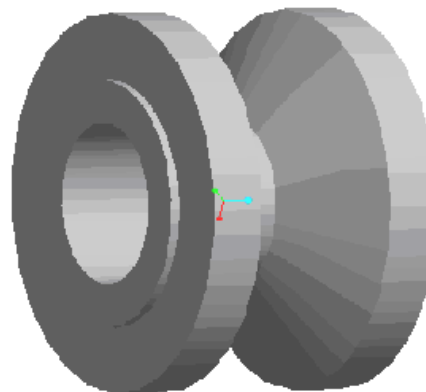
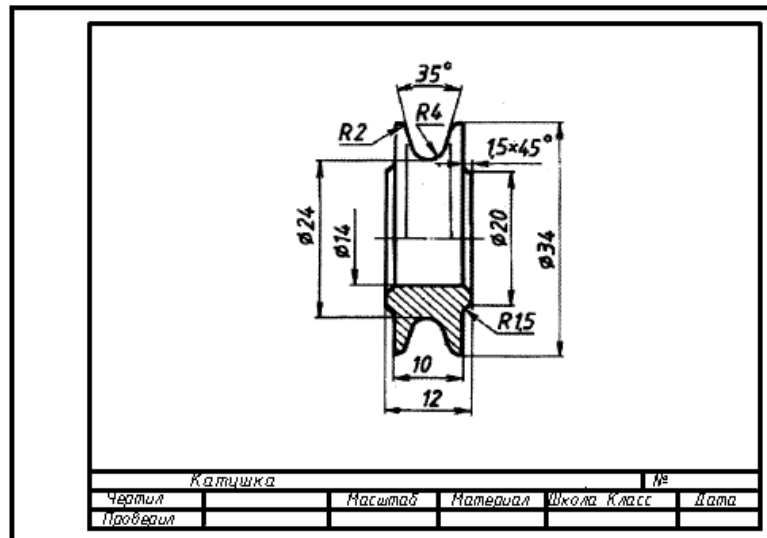
Основа



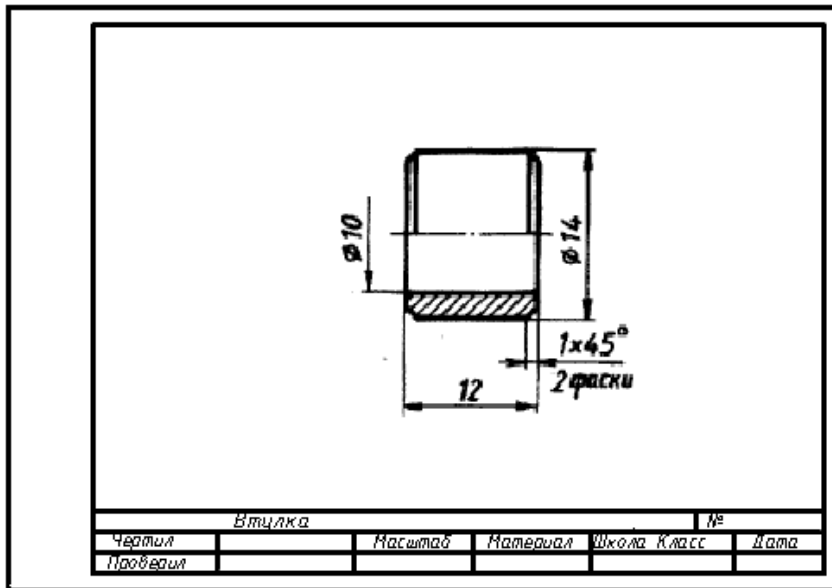
Вал



Катушка




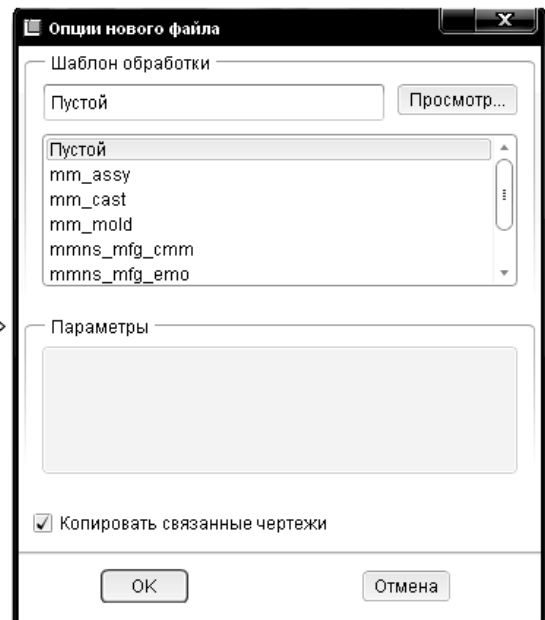
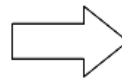
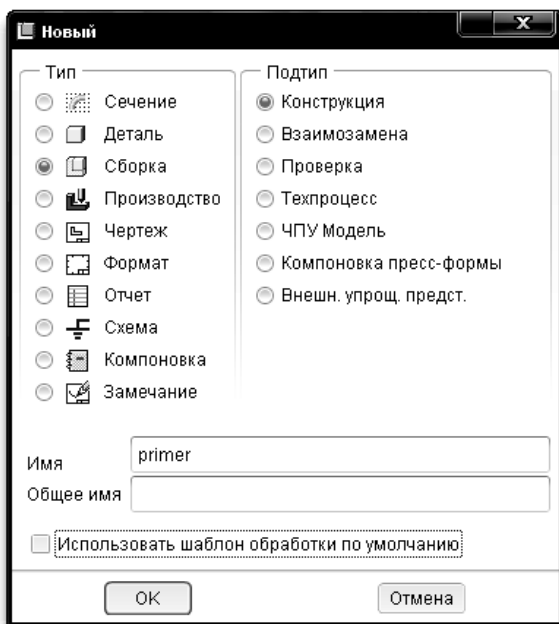
## Втулка




После создания деталей, сохраните их в рабочую папку и приступите к созданию сборки.


Для начала работы задаем рабочую папку, в которой находятся компоненты сборки и где будет храниться сама сборка.

Чтобы войти в режим «Сборка» выберите **Новый**  на стандартной панели или **Файл** → **Новый...** Укажите тип **Сборка**, подтип **Конструкция**, имя **primer**, уберите галочку «Использовать шаблон по умолчанию» → **ОК** → Опции нового файла: шаблон обработки **пустой**.



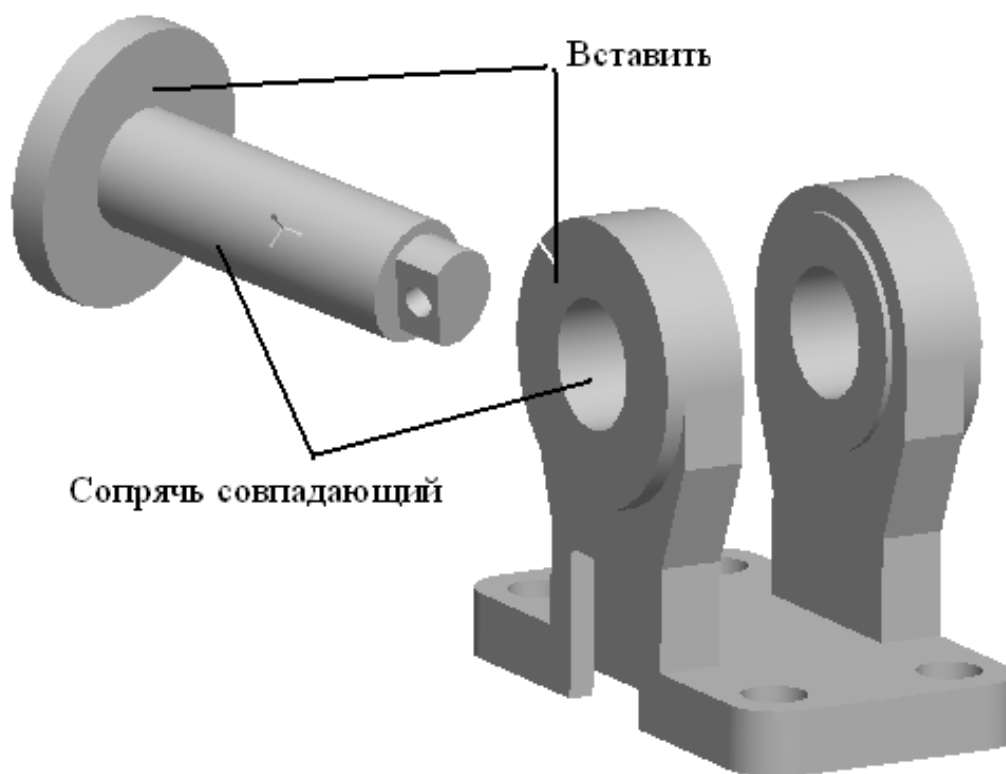
Войдя в режим «Сборка» выберите **Собрать**  → в появившемся окне **Открыть** выберите деталь «Osнова.prt» → **ОК**. Эта де-


таль является первым опорным элементом, относительно которого будем ориентировать следующие компоненты сборки. Первая деталь устанавливается **По умолчанию** (первый компонент или система координат) → Применить.

Для вставки следующего компонента повторно нажмите кнопку **Собрать**  → в появившемся окне выбираем деталь «Val.prt» → ОК. В появившемся окне во вкладке **Размещение** назначьте следующие типы закреплений:

**вставить** (выбор цилиндрических поверхностей: наружной вала и внутренней основы);

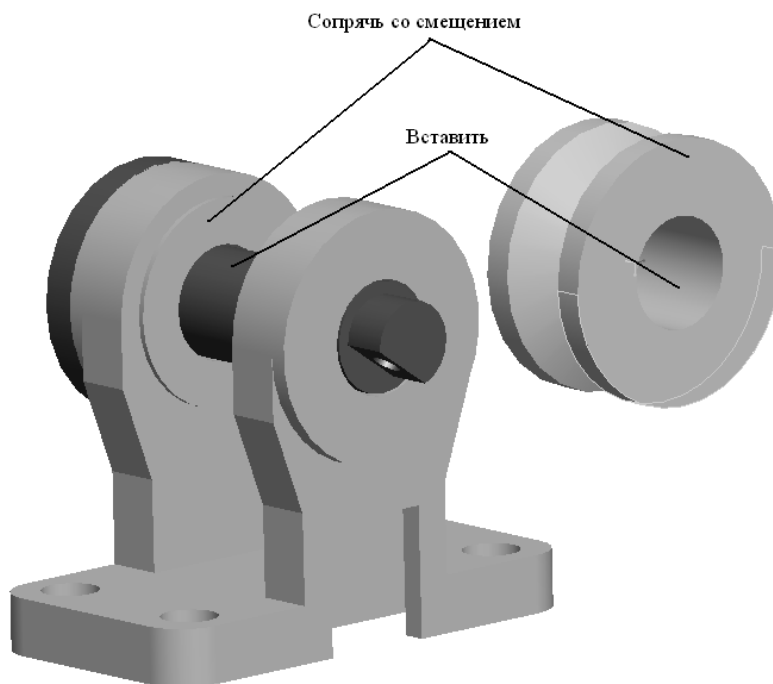
**сопрячь совпадающий** (указать торец вала и поверхность основы).




Для вставки следующего компонента повторно нажмите кнопку **Собрать**  → в появившемся окне выбираем деталь «Katushka.prt» → ОК. В появившемся окне во вкладке **Размещение** назначьте следующие типы закреплений:

**вставить** (выбор цилиндрических поверхностей: наружной вала и внутренней катушки);

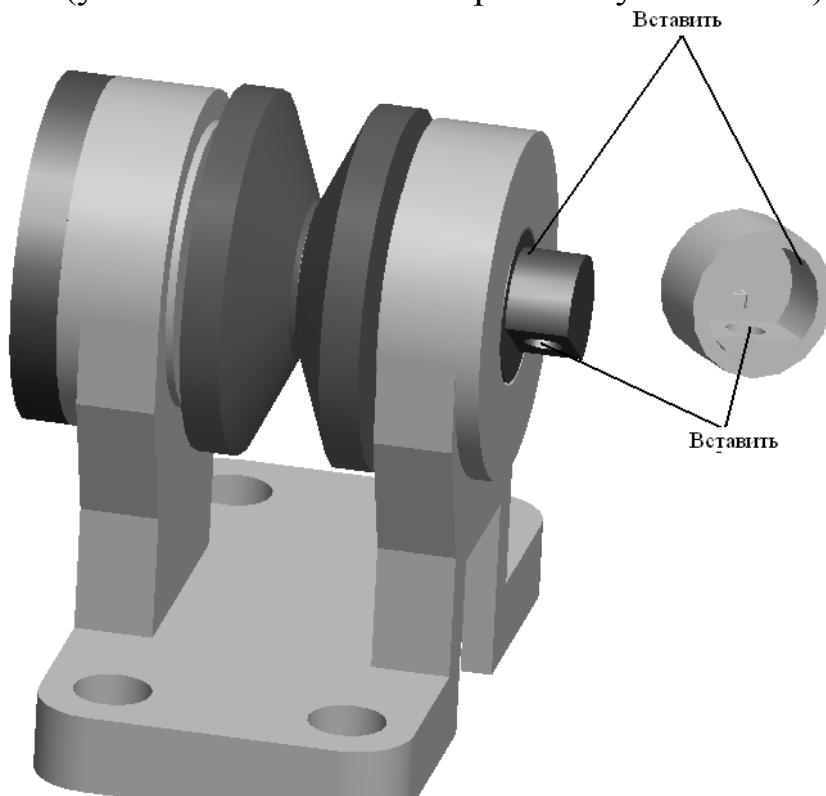
**сопрячь со смещением 1 мм** (указать боковую поверхность катушки и боковую поверхность основы).




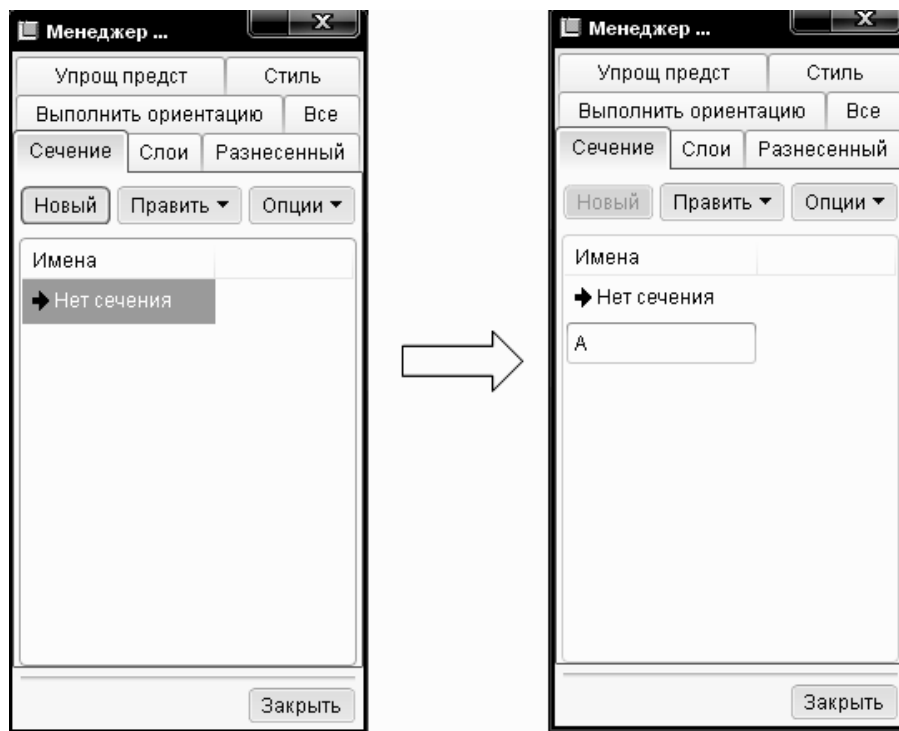
Для вставки последнего компонента повторно нажмите кнопку **Собрать**  → в появившемся окне выбираем деталь «Vtulka.prt» → ОК. В появившемся окне во вкладке **Размещение** назначьте следующие типы закреплений:

**вставить** (выбор цилиндрических поверхностей: наружной вала и внутренней втулки);

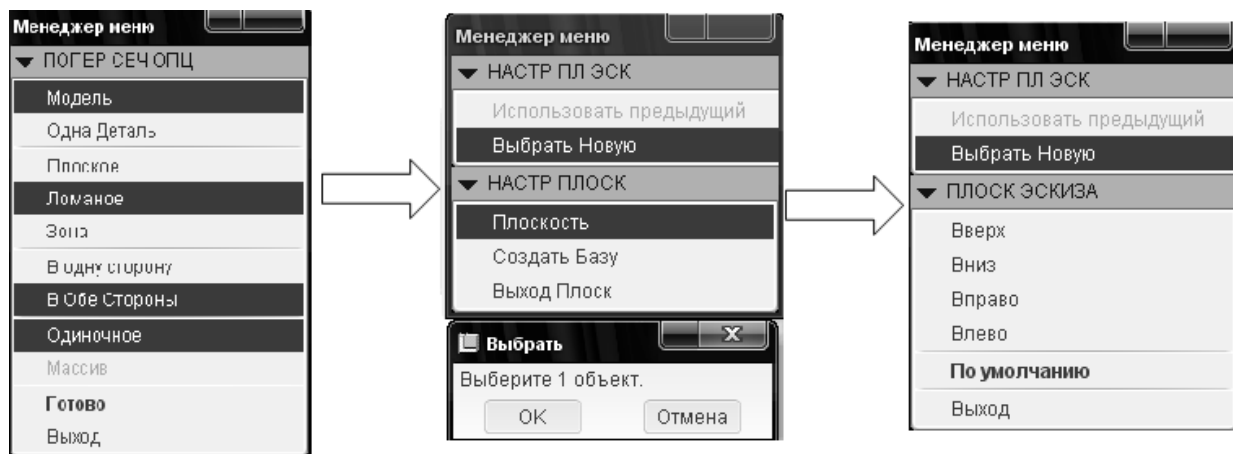
**вставить** (указать маленькое отверстие втулки и вала).





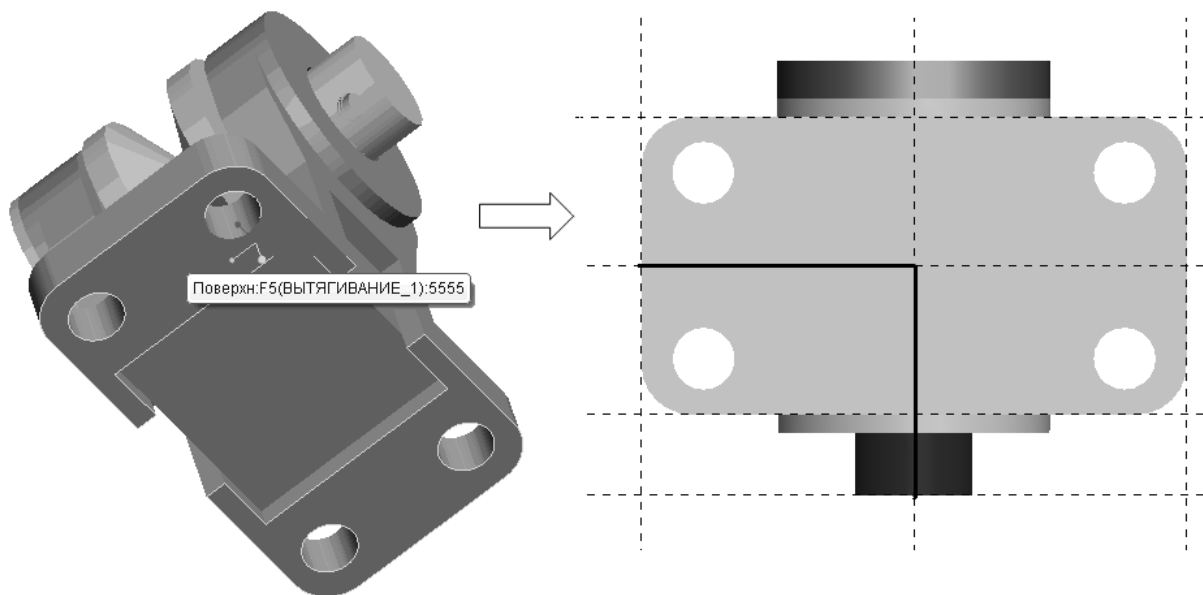
Для создания ломаного сечения в сборке используйте **Менеджер вида** . В открывшемся окне перейдите на вкладку **Сечение** → выберите **Новый** → укажите **имя** сечения (например, А) → нажмите клавишу **Enter**.



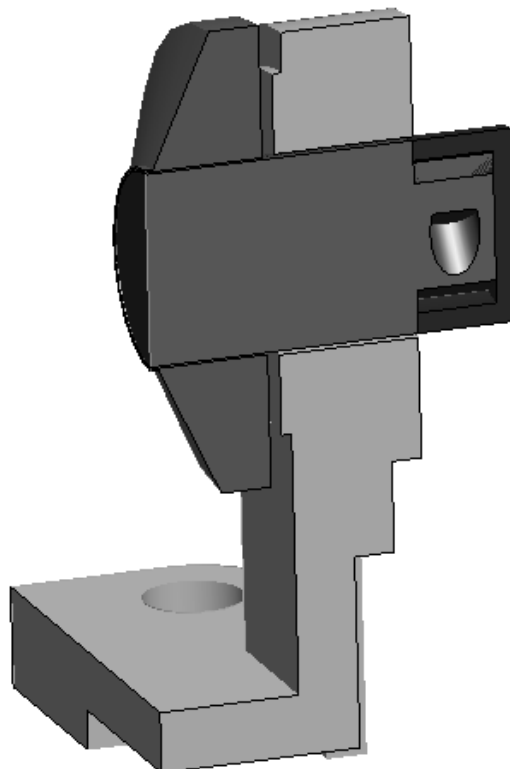
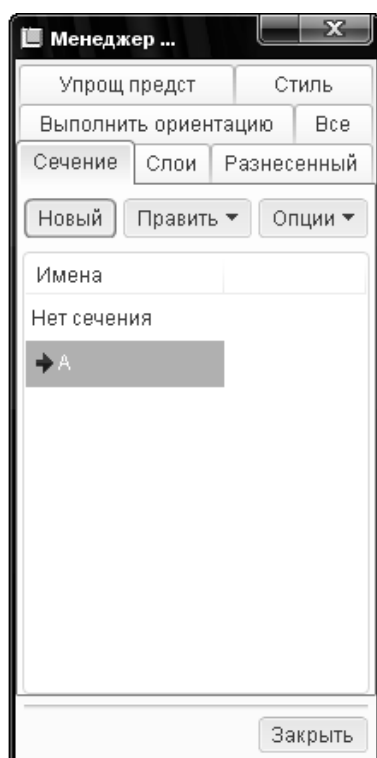
В менеджере меню выберите Ломаное → Одиночное → Готово → Выберите плоскость для эскиза → Задайте привязки.



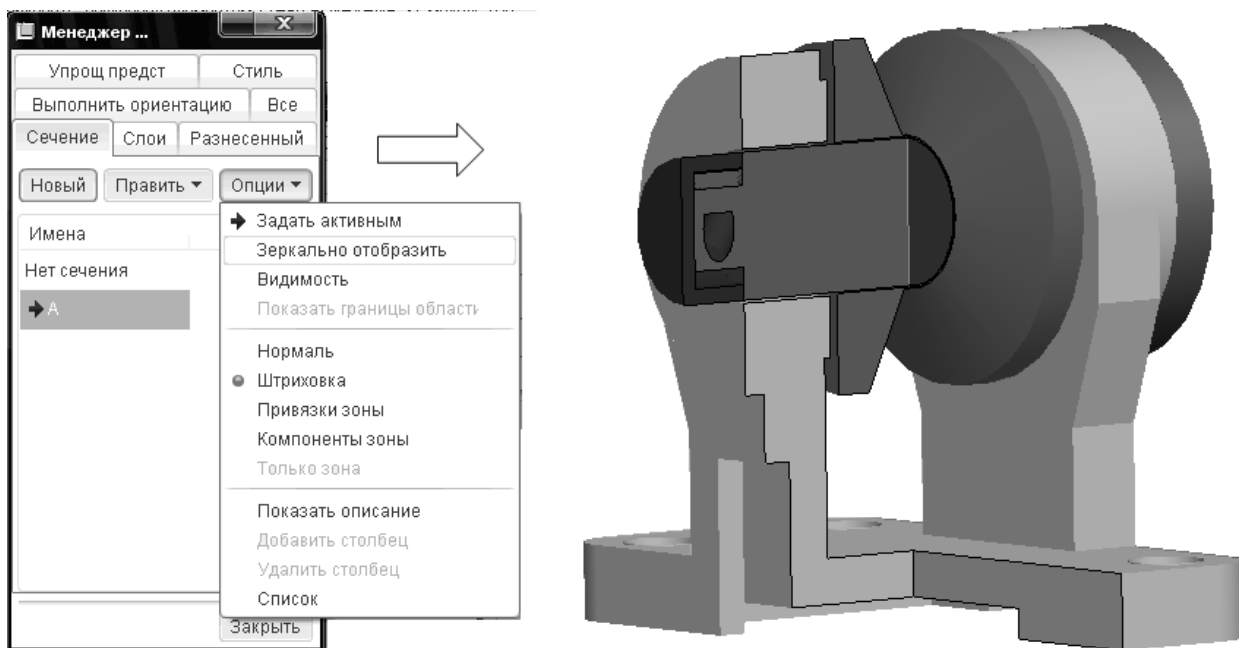
В режиме **Эскиз** на панели рисования выберите **Привязки**  и задайте нужные привязки. С помощью инструмента **Линия**  строим эскиз сечения → Готово.



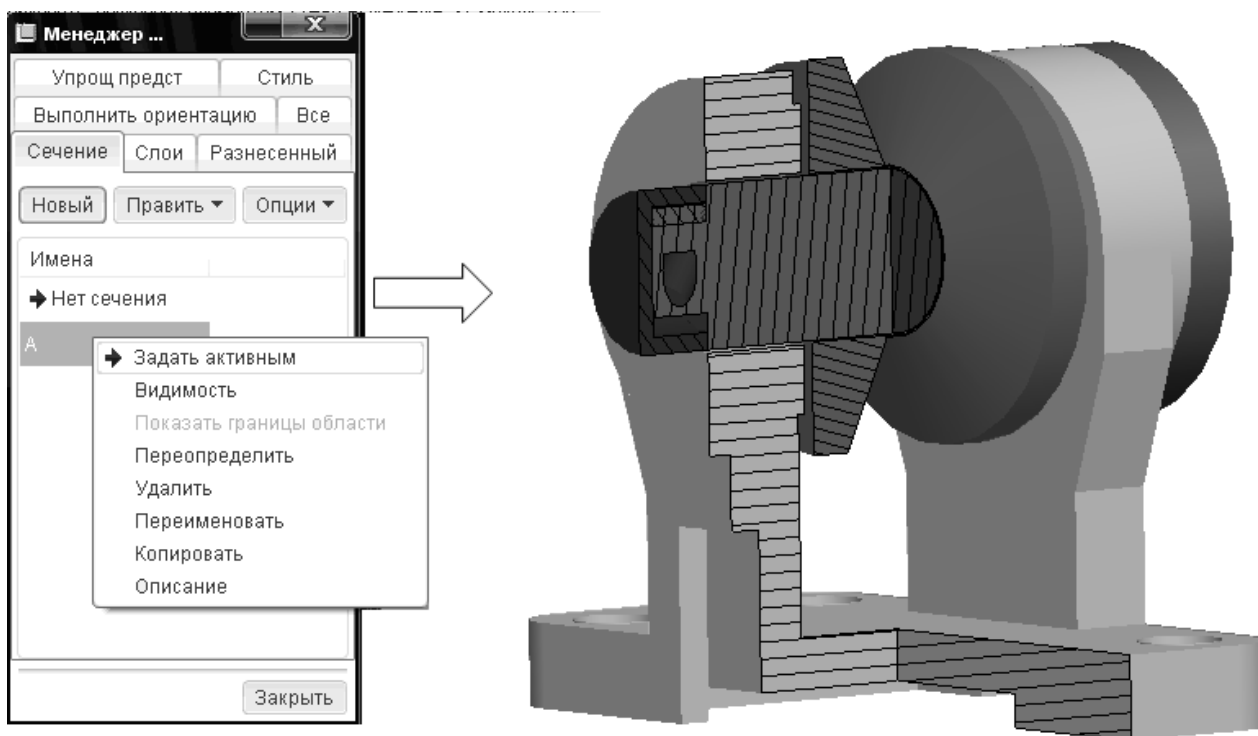
Для более наглядного представления сечения можно временно удалить часть модели, отделяемую сечением А. Для этого выделите сечение А и в контекстном меню правой клавиши мыши выберите **Задать активным**. В результате часть модели, разделенная сечением, будет удалена.



Для выбора удаляемой стороны необходимо воспользоваться опцией **Зеркально отобразить**.



Включите видимость сечения А.



## 5. Работа с приложением «Механизм»

Приложение «Механизм» программного комплекса Pro/ENGINEER позволяет моделировать движение механизмов в условиях, приближенных к реальным, оценивать и совершенствовать



кинематические и динамические параметры механической системы, добиваясь их оптимальных значений.

В данном приложении можно задавать различные типы соединений между деталями (штифтовые соединения, подшипниковые соединения, жесткие соединения типа сварки) и учитывать в модели механизма силы тяжести и силы трения между взаимодействующими деталями.

Включение в модель механизма двигателей и сервоприводов с различными характеристиками позволяет выполнить не только динамический анализ (исследовать кинематические и динамические характеристики движения механизма (положений, скоростей, ускорений, реакций в соединениях и т.д.) под действием заданных сил и сервоприводов), но и контроль возможных взаимных пересечений деталей в процессе движения.


Результаты анализа можно представить в разнообразных специализированных форматах, включая анимацию движения с векторным представлением кинематических и силовых критериев (скоростей, ускорений, активных сил, реакций в соединениях), построение траекторий движения в различных системах отсчета, всевозможные графики.

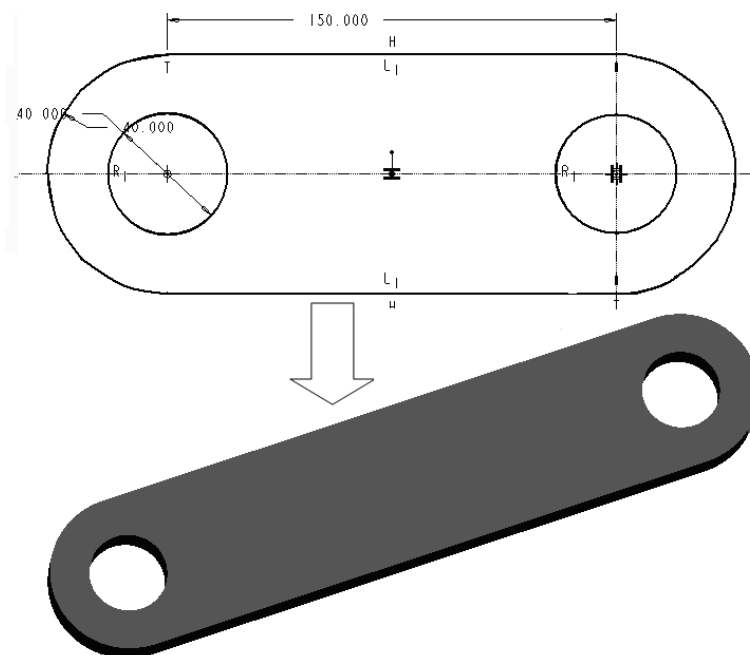
### **Задание 1.** Создание кривошипно–ползунного механизма

Кривошипно-шатунный механизм (КШМ) служит для преобразования возвратно-поступательных движений поршня во вращательное движение коленчатого вала, и наоборот. Кривошипно-шатунный механизм используется в двигателях внутреннего сгорания, поршневых компрессорах, поршневых насосах.

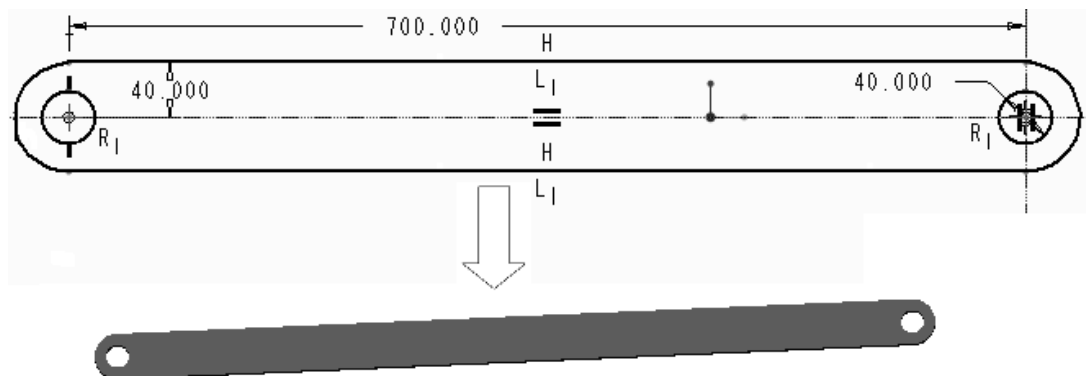
Для создания данного механизма необходимо создать сборку, состоящую из 3-х деталей: кривошипа, шатуна и ползуна.

Перед началом работы задайте свою рабочую папку, в которой будет храниться ваша сборка и ее компоненты. И начните создавать детали для сборки.

С помощью инструмента **Вытягивания** создайте кривошип. В диалоговом окне выберите плоскость для размещения эскиза, нарисуйте эскиз, задав нужные размеры и закрепления, и измените ограничения вытягивания на **Вытянуть в одном направлении** от плоскости эскиза **на указанную глубину**  и задайте толщину кривошипа 10 мм. Сохраните кривошип.

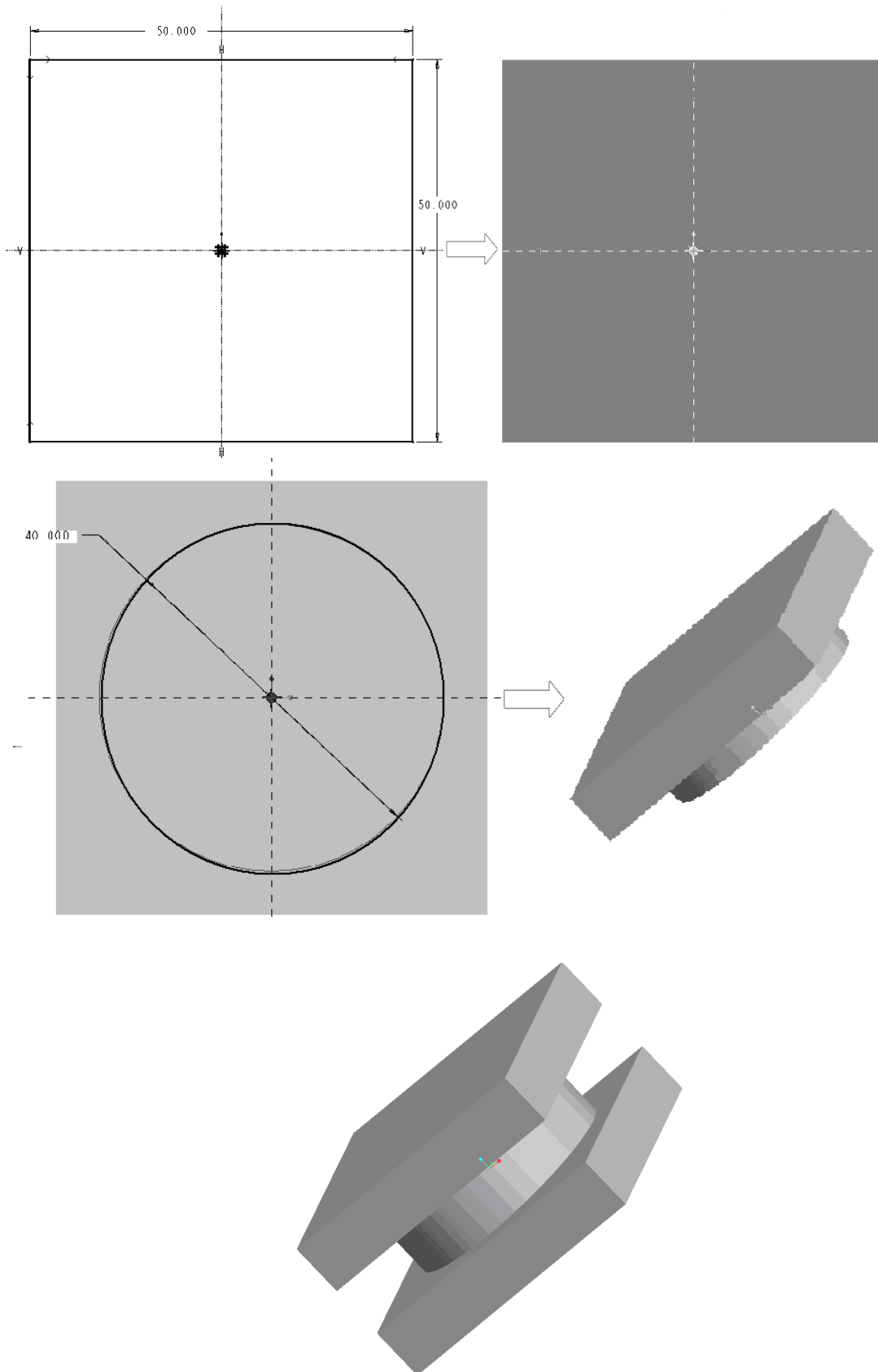



С помощью инструмента **Вытягивания** создайте шатун. В диалоговом окне выберите плоскость для размещения эскиза, нарисуйте эскиз, задав нужные размеры и закрепления, и измените ограничения вытягивания на **Вытянуть в одном направлении** от плоскости эскиза на **указанную глубину**  $\underline{\underline{H}}$  и задайте толщину шатуна 10 мм. Сохраните деталь.





Ползун создаем с помощью инструментов **Вытягивание** и **Зеркальное отображение**. На первом этапе создаем квадратное основание толщиной 10 мм, далее создайте цилиндр, диаметром 40 мм и толщиной 5 мм.

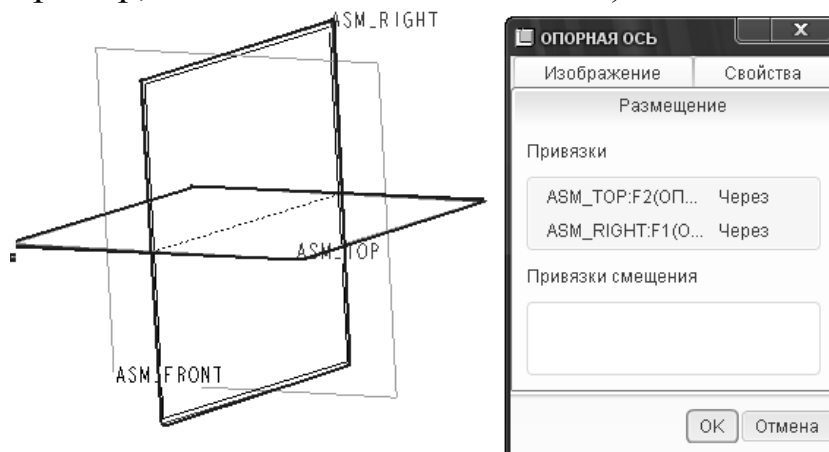
В **Дереве модели** выделите данные операции и зеркально отобразите относительно соответствующей плоскости. Сохраните ползун.







Чтобы войти в режим «Сборка» выберите **Новый**  на стандартной панели или **Файл** → **Новый...** Укажите тип **Сборка**, подтип

**Конструкция**, имя «kshm», «Использовать шаблон по умолчанию» → ОК.



Перед вставкой компонентов необходимо создать опорную ось, вокруг которой будет вращаться кривошип. Для включения режима отображения плоскостей нажмите на кнопку **Показ плоскостей**  и выберите **Инструмент опорной оси** . В открывшемся диалоговом окне укажите плоскости, на пересечение которых должна располагаться ось (например, ASM\_RIGHT и ASM\_TOP) → ОК.

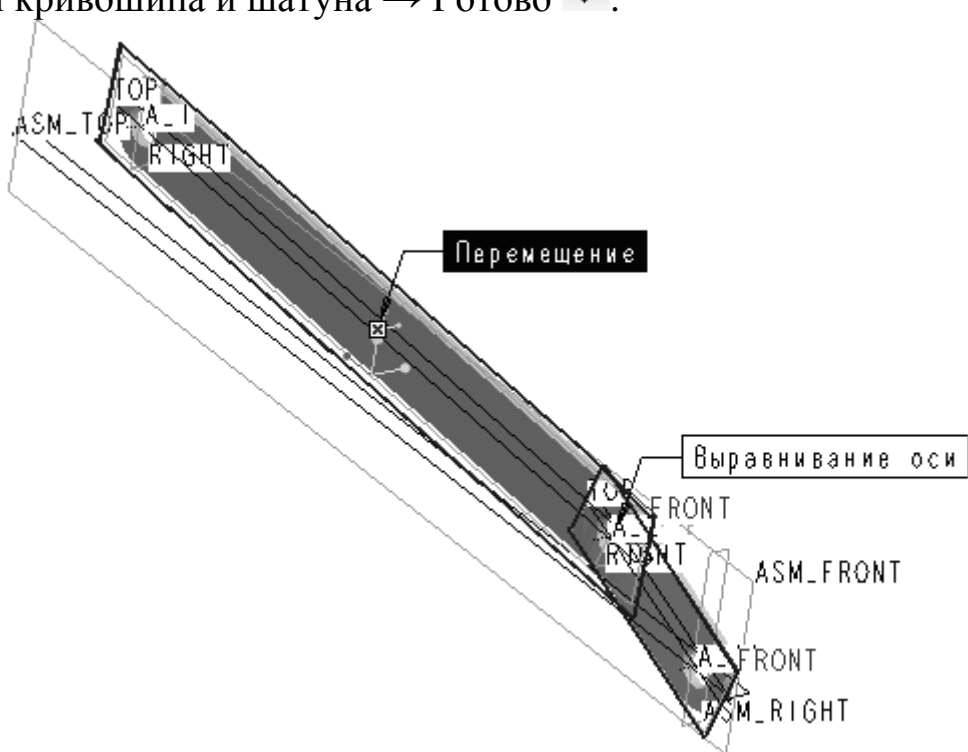





Для вставки компонента выберите **Собрать**  → в появившемся окне **Открыть** выберите первую деталь (кривошип) → ОК. Теперь надо кривошип правильно разместить в плоскости сборки. Для перемещения кривошипа используйте комбинацию клавиш Ctrl+Alt+левая (или правая) кнопка мыши. Для размещения детали выберите ось сборки AA1 и ось A1 кривошипа. Если оси не отображаются на экране нажмите кнопку **Показ осей** . После выбора осей нажмите на инструмент **Преобразовать закрепления в соединения механизма и наоборот**  → откройте вкладку **Размещение** в перемещении выберите параллельные плоскости кривошипа и сборки → Готово .




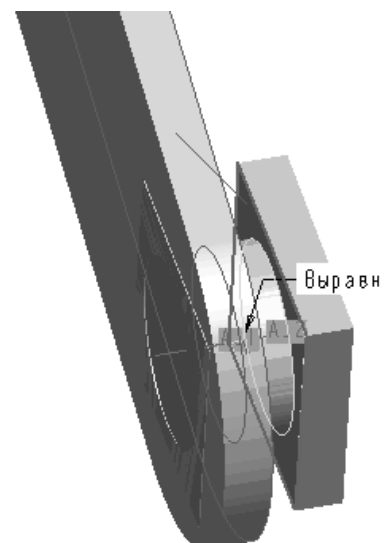
Для вставки следующего компонента выберите **Собрать**  → в появившемся окне **Открыть** выберите следующую деталь (шатун) →

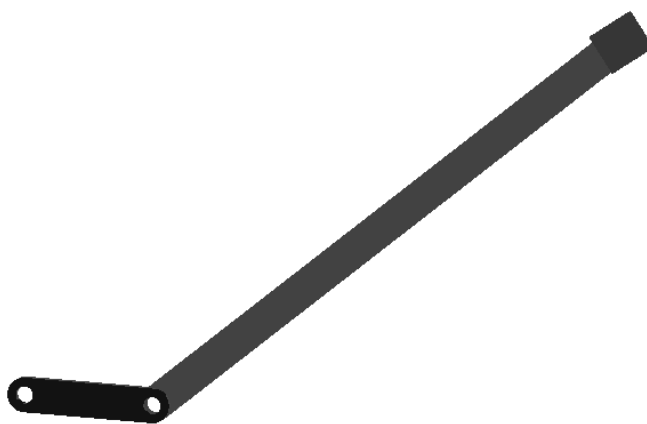
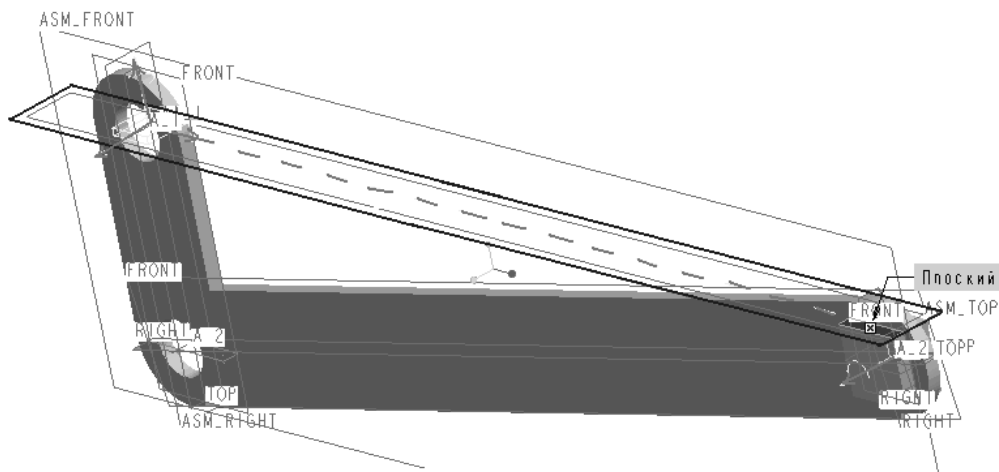
ОК. Для размещения детали выберите ось A2 шатуна и ось A2 кривошипа. После выбора осей нажмите на инструмент **Преобразовать закрепления в соединения механизма и наоборот**  → перейдите во вкладку **Размещение** в перемещении выберите параллельные плоскости кривошипа и шатуна → Готово .



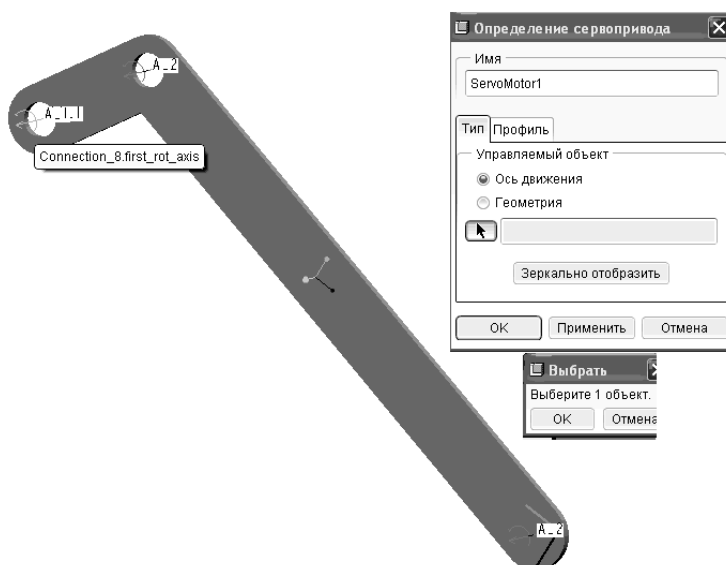
 → для вставки последнего компонента вновь выберите **Собрать**  → в появившемся окне **Открыть** выберите последнюю деталь (ползун) → ОК. Для размещения детали выберите ось A1 ползуна и ось A1 шатуна → выберите **Преобразовать закрепления в соединения механизма и наоборот**  → во вкладке **Размещение** выберите параллельные поверхности шатуна и ползуна для того, чтобы закрепить ползун.

Во вкладке **Размещение**, не завершая данной операции, создайте новый набор → в преобразовании закрепления в соединения механизма и наоборот выберите **Плоский** → укажите грань ползуна и плоскость сборки (в данном случае ASM\_TOP), которые располагаются параллельно. Данное закрепление назначается для того, чтобы задать ползуну поступательное движение → Готово .





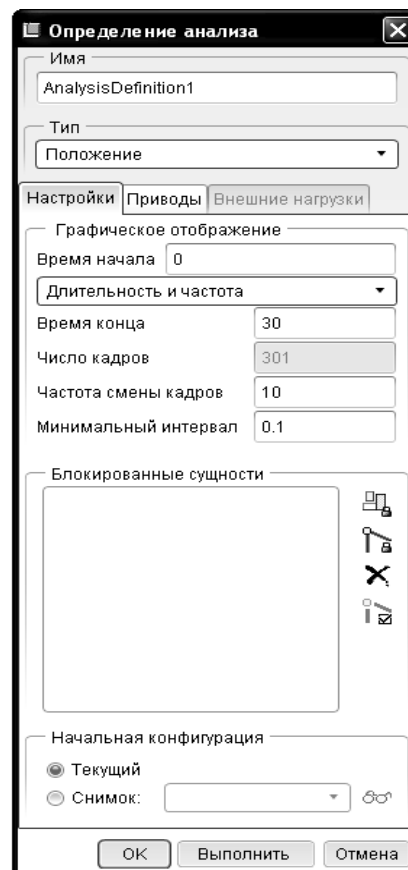
Для того чтобы задать механизму вращение на стандартной панели выберите **Приложения** → **Механизм**. В дереве механизма выберите **Приводы** → **Серво** → в контекстном меню правой клавиши мыши **Новый**. Нажать на **серво** правой кнопкой мыши и выбрать **новый**. В открывшемся окне **Определение сервопривода** во вкладке **Тип** задайте ось, относительно которой будет вращаться кривошип.



Во вкладке **Профиль в спецификации** выберите **Скорость** → задайте Постоянную величину (постоянная скорость) → в поле «А» задать произвольную величину (например, 10) → ОК.

В дереве механизма выберите **Анализ** → в контекстном меню правой клавиши мыши правой кнопкой мыши выберите **Новый**. В открывшемся окне **Определение анализа** измените время конца анализа, например, задайте 30 → ОК.

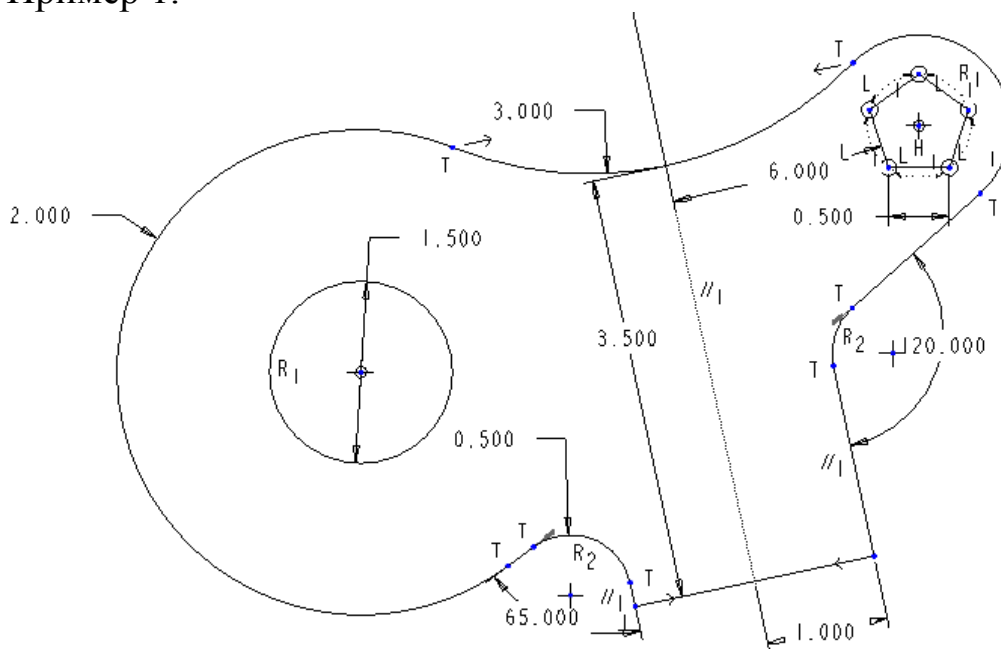
Автоматически в дереве механизма в инструменте **Анализ** появится только что созданный анализ. Выберите **Анализ** → в контекстном меню правой клавиши мыши правой кнопкой мыши выберите **Выполнить**. После этого механизм начнет движение.



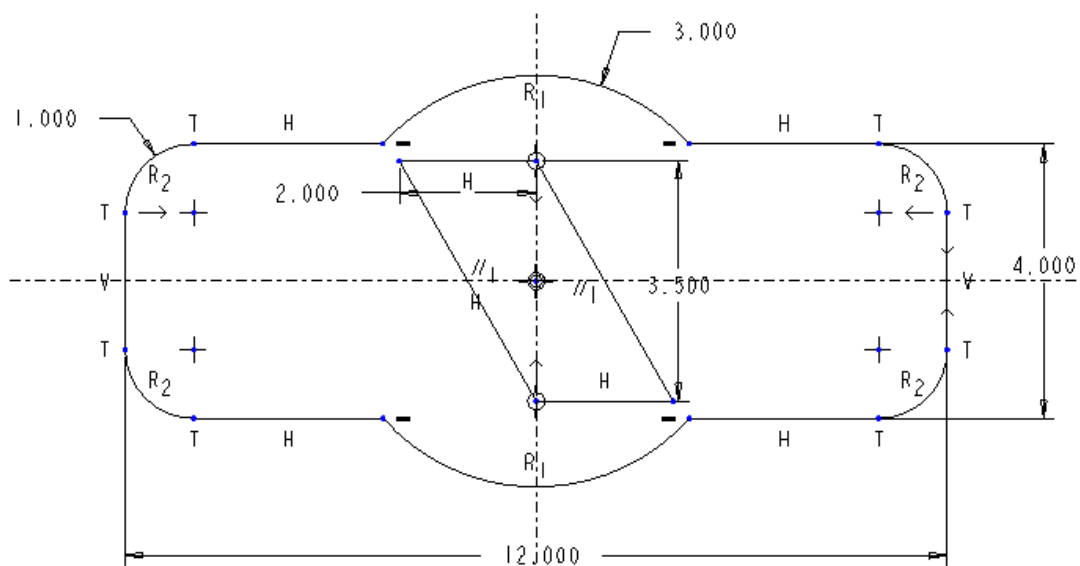
## 6. Упражнения для практических занятий (уроки для повторения и подражания)

### Примеры для подражания в режиме «Сечение»

Пример 1.

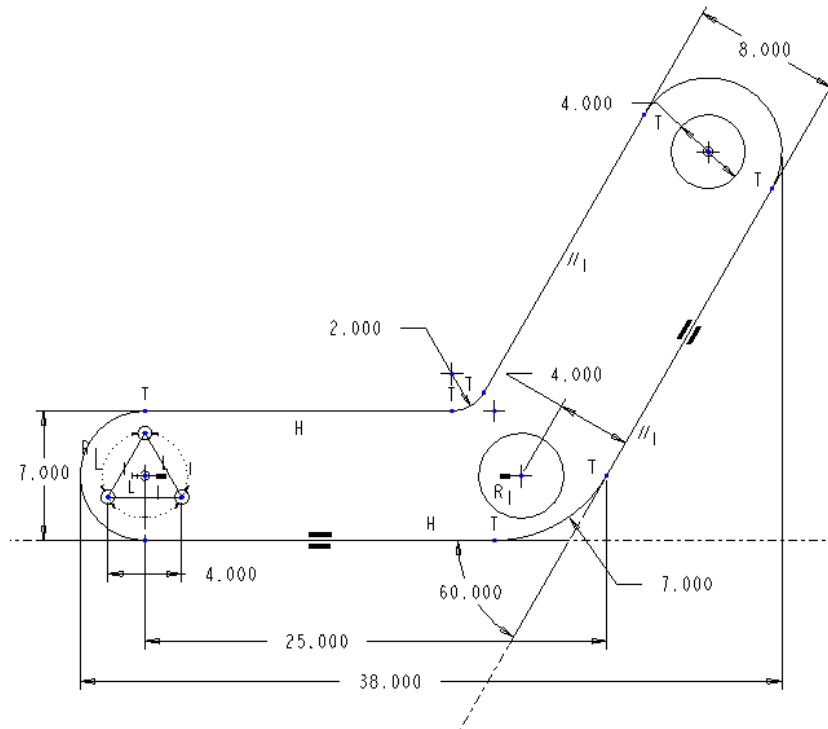


Пример 2.





Пример 3.

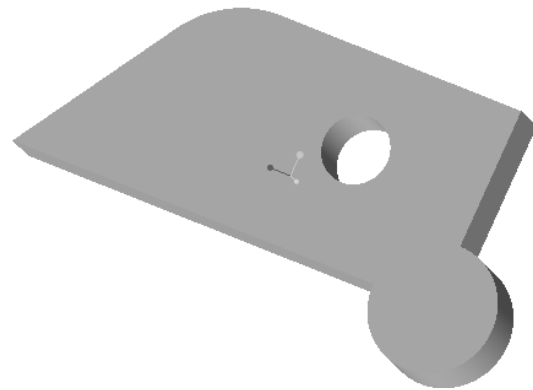


**Примеры для подражания в режиме «Деталь»**

Пример 1



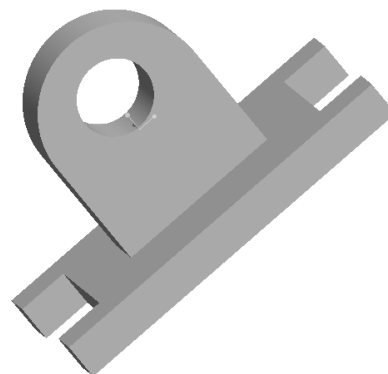
Пример 2



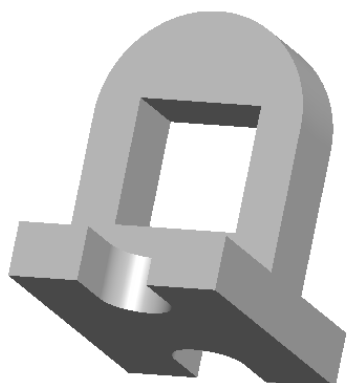
Пример 3



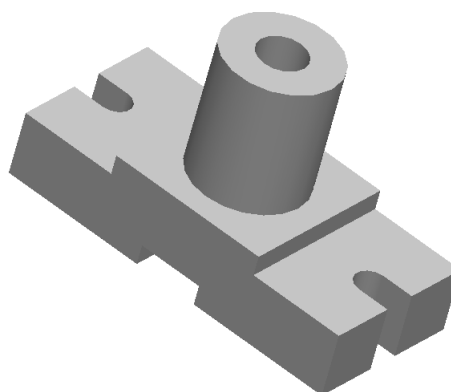
Пример 4



Пример 5

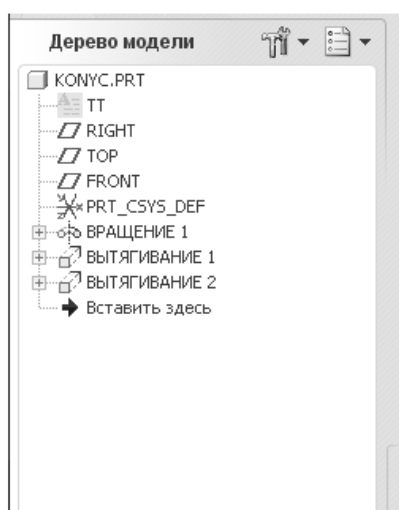
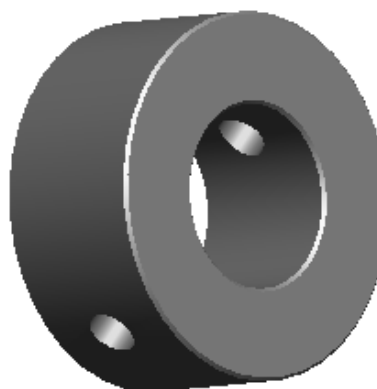
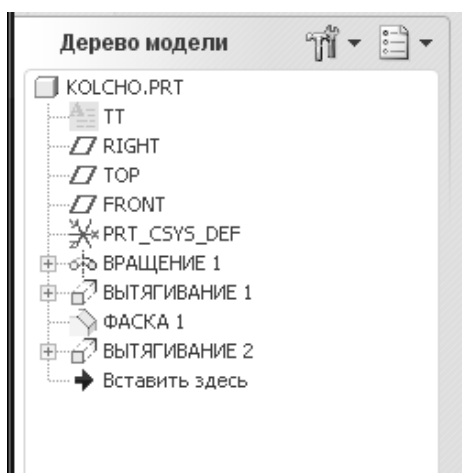


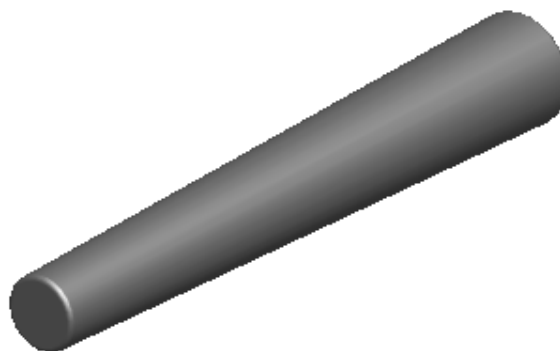
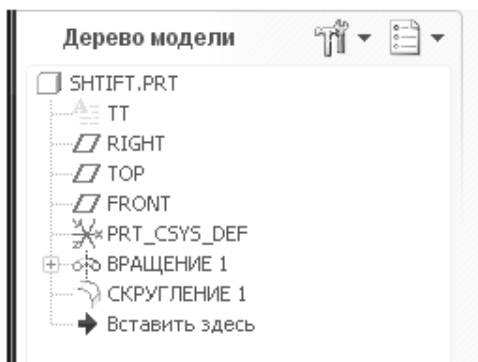
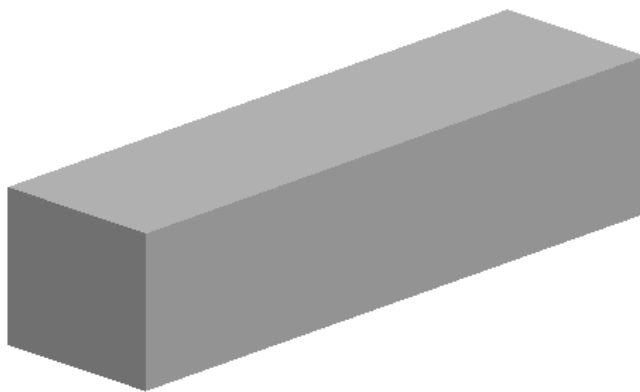
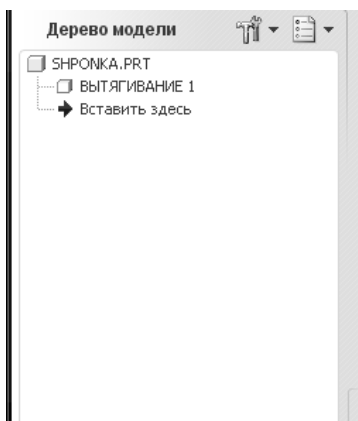
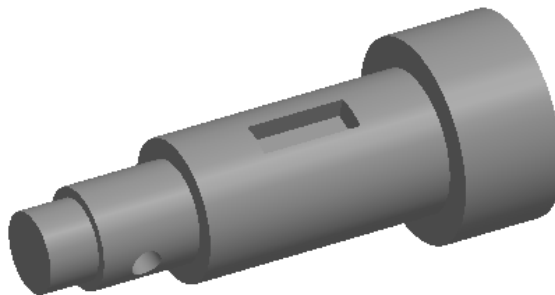
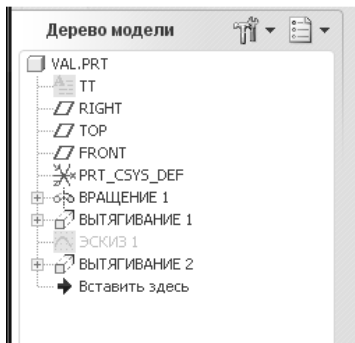
Пример 6



### Примеры для подражания в режиме «Сборка»

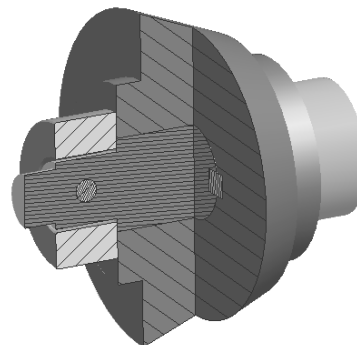
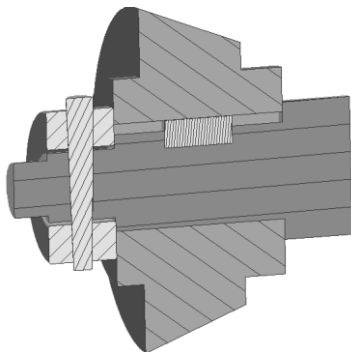
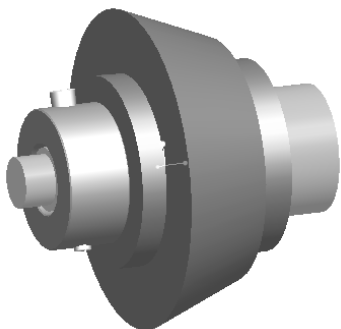
Создайте следующую сборку с плоским или ломаным сечением из следующих деталей. В дальнейшем сборку можно сделать подвижной.





Сборка с плоским сечением

Сборка с ломаным сечением



## Литература

1. А. Буланов. Wildfire 3.0. Первые шаги. – Москва: Издательство «Поматур», 2008. – 240 с.
2. Чумаченко Г.В. Техническое черчение: Учеб. пособие для профессиональных училищ и технических лицеев. / Г.В. Чумаченко. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 352 с.
3. Гордеенко Н.А. Черчение: Учеб. для 9-го кл. общеобразоват. учреждений / Н. А. Гордеенко, В.В. Степанова. – М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2004. – 262 с.: ил.
4. Бабулин Н.А. Построение и чтение машиностроительных чертежей: Учеб. пособие для профессионального обучения рабочих на пр-ве. – 8-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 1987. – 319 с.: ил.